

編號：NCHC-113-01-A-001

經費來源：R 01 公務 ☐ 02

機密(E)： 是 R 否

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

分項計畫名稱：基本 -企劃推廣及國外旅費

## 拜訪名古屋 2024 HPC Asia 研討會出國報告書

服務單位： 國家實驗研究院

出國 郭芳安 副研究員

出國地點：

出國 民國 113 年 1 月 23 日 113 年 1 月 28 日

報告 民國 113 年 3 月 22 日

## 摘 要

本次前往 2024 年 The International  
Conference on High Performance Computing in Asia-Pacific Region (以  
下簡稱 2024 HPC Asia 研討會) 係因國家  
簡稱國網中 2025 年主辦 HPC Asia 為了近 HPC  
Asia 研討會會議流程與相關細解，國網中  
同仁郭芳安副研究員前往參與研討會並參訪本次舉辦會議的名古屋  
的 並  
於參訪 學  
者對 意 分  
別介紹國網中

## 活動日程表

國別		地點/ 訪問機構	
台灣、	1/ 23 (	台北à 日本國 名古屋 市	路程 ( 去程 )
	1/ 24 ( 三 )	名古屋 學系參加研究研討 會	參加開放研討會， 分享國網中 度流體 件的研究成果
	1/ 25 ( 四 )	動中 Winc Aichi 位於名古屋 站 旁 )	參加 2024 HPC Asia 會議，1/ 25 上午參 加 workshop，1/ 25 下午參加 HPC Asia
	1/ 26 ( 五 )	動中	HPC Asia 研討會
	1/ 27 ( 六 )	動中	HPC Asia 研討會
	1/ 28 (	日本國 名古屋市à 台北	路程 ( 回程 )

註：活動日程表以「日」為單位填寫，惟出國派訓得以「週」為單位。

.....	5
.....	6
三、 及建議 .....	13
四、 出國效益.....	13
五、 附錄.....	14

本次

2025 年舉辦 HPC Asia 研討會

所舉辦 2024 年 HPC Asia 研討會，並於會議前

桐教授舉辦的開放研討會，在此開放研討會中，林副主任簡介國網中  
歷史與業務，郭芳安同仁負責講述

名古屋

7 名學者獲得諾

<sup>[1]</sup>與 1 名數學學者獲得菲爾茲獎

<sup>[2]</sup> ( Fields Medal ) ，為

國研院國網中

計算、叢集電腦調教與雲端平台應

找

尋相關可能的合作議題進 洽談合作的可能性。圖 是 HPC Asia 會議  
網 介紹。



圖 1: HPC Asia 會議網

[1]: Wiki: [https://en.wikipedia.org/wiki/Nagoya\\_University](https://en.wikipedia.org/wiki/Nagoya_University)

[2]: Fields Medal: [https://en.wikipedia.org/wiki/Fields\\_Medal](https://en.wikipedia.org/wiki/Fields_Medal)

本次旅程 113 年 1 月 23 日 1 月 28 日 回程，於 113 年 1 月 23 日 出發抵達名古屋。出差第 1 天 24 日 拜訪 如表 HPC Asia 議程外的研討會議，受邀參加會議 員包括林副主任、郭芳安同仁與兩位 法國學者 Prof. Serge G. Petiton、Prof. Nahid Emad，會議內容由 開場， 位演講者為國網中 如 圖 接著由郭芳安同仁講述演講題 “ Large-Scale CFD Simulation Framework with HPC Containers on NCHC HPC Systems” 介紹國網中 尺度計算流體 學套件，如圖 ，內容講述包括如下： 團隊成員與 UNICONES 套件開發重點， 、此套件優點包括 效能平 計算、 精度數值 使 定義模組與跨平台執 展 數個 測 試範例包含平 效率、 精度測試與 / 三維流體 學模擬結果。

法國學者 Prof. Serge G. Petiton 來 法國 University of Lille and CNRS， 演講題 “ Challenges for Distributed and Parallel Very Sparse Matrix computing”，內容講述求解超 稀疏矩陣的挑戰，隱式法數值 皆需要 求解稀疏矩陣，求解稀疏矩陣廣泛應 多領域的模擬，Prof. Serge G. Petiton 講述在求解超 線性系統問題的分散式記憶體平 說明求解 型稀疏矩陣的數個有效 法。法國學者 Prof. Nahid Emad 來 法國 University of Paris Saclay/ Versailles，其講題為“ A Parallel and Scalable Approach for High Performance Learning”講述 型深度學習模型的 效能 訓練模型 進 擴展到有效利 Exascale 超級電腦於訓練 型模型， Prof. Nahid Emad 分析線性代數與機器學習 聯分析，分析特徵空 間特性建 主成份分析於超級電腦處理 進 最佳化機器學習計 算 超級電腦。

最後是來名古屋 Dr. Masatoshi Kawai (河合直聡助理教授)，講題為“Dynamic core binding for load balancing of applications parallelized with MPI/ OpenMP”講述在利用混合平 (MPI+OpenMP) 求解數值線性時，有效執行載平衡的更進一步降低能源消耗，他提出以動態綁定物理核式達到計算負載平衡，由 MPI 將實體問題做計算域切割，再利用 OpenMP 綁定實體核式達成負載平衡，他開發一個函式庫分析載，透過 MPI 計算出個別計算域的負載情況，再回傳 CPU ID 給每個 MPI 程序中 OpenMP 綁定，計算過程中，每個實體核隨著計算負載的不同，即時調整計算內容達到負載平衡。

會議後，我們參觀了名古屋超級電腦“不”，此超級電腦為實驗級電腦主機，分別三種規格主機所組成，第一種是基於 A64FX 處理器 (富岳超級電腦 FX1000) 的 CPU 服務主機，算 7.8 PetaFLOPs，第二類是傳統 X86-64 處理器搭配 NVIDIA V100 GPU 加速器的機群，算 7.5 PetaFLOPs，第三類是互動式機群搭配 Quadro 顯與記憶體的主機構成，此三類機群共一個網路檔案系統，故可互相分享檔案。

HPC Asia 會議地點設在愛知縣產業勞動中心 (Winc Aichi) 鄰近 JR 名古屋站，會議第 1 25 上午舉辦是 RISC-V 國際研討會 (RVHPC)、多尺度複雜問題平 (MMCP)、Intel 效能計算使 (IXPUG)、基於 ARM 處理器效能計算研討會 (IWAHPCE 2024)，每個會議室約 50 的中會議室，我主要參加 MMCP 與 IWAHPCE，MMCP 主要演講複雜物理問題模擬在計算主機上的開發與相關結果，IWAHPCE 主要演講 ARM 處理器的科學計算發展，主要聚焦於 NVIDIA 的 Grace ARM 處理器與 Grace-Hopper 架構的加速器與其對應函式庫。在 MMCP，邀請講者來 JAXA 的 Dr. Taisuke Nambu 講述 HINOCA 模擬軟體，這是一個模擬燃燒與流體運動過

程的模擬軟體，在此會議展 與 機引擎的熱流運動模擬，透過適應網格與粒 流-燃燒混合計算等，在 型叢集電腦上進 擬。另一個相當有趣的演講是來 東京 青 教授（Prof. Takayuki Aoki）實驗室的研究成果，青 教授曾多次到訪台灣與國網中 演 講題 是“ The Implementation of Gas-liquid Two-phase Flow Simulations wit Surfactant Transport Based on GPU Computing and Adaptive Mesh Refinement”講述 相流體運動的模擬，這個 是說明以 Aoki 實驗室開發的最佳化 GPU 計算與 適應網格的 具 擬 相流問題，由於在計算模擬過程，計算網格會因為渦流、壓 等 梯度變化地 化網格，產 的新網格需要更新且 量內插值計算拖慢 GPU 計算，Aoki 實驗室透過求解 相流問題展 其開發 具的平 效能。

關於基於 ARM 處理器 效能計算研討會（IWAHPCE 2024）探討 ARM 處理器的發展，近年 ARM 處理器提供 效能計算已趨成熟，此會議主要聚集兩個部分， 先是富 A64FX 處理器（富岳超級電腦處理器），此部分講述 A64FX 語 模型計算（LLM）、傳統平（MPI+OpenMP）、應 A64FX 架構的藥物發現研究與強化記憶體讀寫優化研究，另一個部分是 NVIDIA 在 2022 年與 2023 年提出 Grace-Hopper 架構，其混合 ARM 處理器搭配 NVIDIA GPU H100/ H200 架構作為 種加速處理單元（Accelerated Processing Unit，APU），會議中提出許多應與效能量測 具，並展 其效能評估結果，包括 Grace-Grace/ Grace-Hopper 超級晶 架構的效能分析等。

第 午開始 HPC Asia 主要會議，開場主講是來 神 理化學研究所的 Prof. Makoto Tsubokura（坪倉誠教授）講述利 富岳超級電腦（Fugaku）模擬 COVID-19 病毒在室內傳播 式並將模擬結果製作成動畫，模擬與視覺化結果都是基於 K 與富岳超級電腦上開發的底層技術，此



外 Prof. Tsubokura 也介紹 智慧應 精度模擬結合的設計框架架構，說明 型計算與電腦輔助 使 經驗。隨後由 HPC Asia 最佳論 獎得主發表演講，講題“ Non-Blocking GPU-CPU Notifications to Enable More GPU-CPU Parallelism”，講述如何做 式 (Non-Blocking) GPU 最佳化，主要做法是將 MPI 計算域中資料交換區塊 (Halo region) 與 料交換區分離， 交換區可獨 計算，資料交換區利 CUDA stream 做 同步執 搭配 CUDA-aware MPI 與 CUDA graphs 分別最佳化 MPI 資料傳遞與核 最佳化，故此篇以實作多 GPU 計算最佳化並且效能評測為主要內容。在之後的兩位講者講述可多平台轉移的統 式碼最佳化 分別是 Tascell++ 與 sKokkos，這兩個都是類似 C++ 模板函式庫， 標都是 單 式碼編寫且都過編譯器轉譯成多平台執 檔。

會議第 二天 ( 1 26 Prof. Hideharu Amano ( 天野英晴教授， 慶應義塾 典量 計算與傳統超級電腦的混合計算簡介，做為後富岳時代的計算演進做準備，Prof. Hideharu Amano 負責下一代超級電腦的建置規劃。應 式與演算法的最佳論 部分展 1)平 映 射演算法 (Parallel remapping algorithm) 氣 氣模擬，2)利 量 法進 矩陣的區塊對 化，區塊對 化在多種科學應 經常使 這邊 利 量 法做相關研究，這也是 引 次世代超級電腦與 量 計算的前期研究之 午是海報展 ，有 篇海報主題為“ A Proposal of Automatic Parallelization using Transformers-based Large Language Models”，發表單位為奈良先端科學技術 Nara Institute of Science and Technology ) 訓練 個語 模型 循序式程式碼改為 OpenMP 多線程程式碼。

會議第三天 ( 1 27 上午與下午各有兩場研究發表議程，在上午會議，我參加 Parallelism (平 論 發表會議，發表 下：

1. An Efficient Task-Parallel Pipeline Programming Framework  
(University of Wisconsin-Madison) Cheng-Hsiang Chiu PhD. student
2. Task-based low-rank hybrid parallel Cholesky factorization for distributed memory environment  
(University of Yamanashi) Tomohiro Suzuki Professor
3. AshPipe: Asynchronous Hybrid Pipeline Parallel for DNN Training  
(Tokyo Institute of Technology) Ryubu Hosoki PhD. student

第 一場針對任務型平 做最佳化，將多任務的計算分解成多個計算管線（pipeline）以此為基礎將管線 配給實體計算核 管線 就是將計算任務分解後，透過排程使 核 使計算單元保持忙碌以提高 效率，故此篇提出 列 提供管線的隊列最佳化。第 二篇講述求解反矩陣計算過程的 Cholesky factorization 計算並透過 MPI+OpenMP 式求解，並利 Low-Rank 式循序求解。第三場是有關深度類神經網路（DNN）計算，因為 DNN 計算皆可使 資料平（Data parallelism）運算，故利 同步管線計算 使處理器核 有更好的效率是很常 訓練 這篇演講提到 同步計算但需要將計算過程（stages）分解成數個獨 ，再排 的管線計算過程，此篇的最佳化 可以參考但不太通

下午議程，我參加 GPU computing 研究發表，議程如下：

1. Bruck Algorithm Performance Analysis for Multi-GPU All-to-All Communication  
(Nagoya University) Andres Sewell PhD. student
2. Efficient GPU-Implementation of H-P Sort Based on Improved Histogram Computation  
(Hosei University) Kaito Takase PhD. student

這兩個研究論 是 GPU 計算最佳化，第 一篇做多 GPU 的效能分析，利 NCCL 搭配提供多種 All-to-All 資料交換 析效能差異，第 二篇實作在 GPU 排序演算法的最佳化，以上這兩篇的報告最佳化 是常的 MPI+CUDA 優化

表

時間	講題	演講者
13:00 - 13:05	Opening Talk	Prof. Takahiro Katagiri
13:05 - 13:15	NCHC Overview	Dr. Fang-Pang Lin
13:15 - 13:35	Large-Scale CFD Simulations with HPC Containers on NCHC HPC Systems	Dr. Fang-An Kuo
13:45– 14:05	Challenges for Distributed and Parallel Very Sparse Matrix computing	Prof. Serge G. Petiton
14:05– 14:25	A Parallel and Scalable Approach for High Performance Learning	Prof. Nahid Emad
14:25 - 14:45	Dynamic Core Binding for Load Balancing of Applications Parallelized with MPI/ OpenMP	Masatoshi Kawai (Nagoya University, Japan)
14:45 - 14:50	Closing Remarks	Prof. Takahiro Katagiri (Nagoya University)



圖一 國網中心林芳邦副主任演講簡介國網中心



圖二 國網中心郭芳安演講大尺度 CFD 套件開發

### 三、

這次參加 HPC Asia 2024 看到 Intel 推廣 OneAPI 開發套件、GPU/FPGA 裝置的開發應 效能測試數據，NVIDIA 推廣 ARM 與 GPU 整合的超級晶 架構，這兩家 廠分別都對於軟體開發套件與晶 設計對於整體應 有 銜接， 技術的整併是這兩個軟硬體 廠未來趨勢，HPC Asia 研討會匯集歐美 各 HPC 領域專家與軟硬體 廠 師分享最新研發成果，是 個 值得參與的研討會。HPC Asia 2025 將由國網中 “ Chip-Based Exploration and Innovation for HPC”為主軸，整合軟體開發與硬體晶 整合優化，強化應 HPC 計算。

### 四、出國效益

此次出國拜訪名古屋 團 隊，有助於國網中 未來與該校更進 我們在拜訪中瞭解對於 HPC 技術研究 HPC 系統建置規劃的相當細膩，HPC 技術開發不受限於未來將不被廣泛使 技術 不去嘗試， 掌握 HPC 系統效能低落原因 建置實驗型系統，實際的硬體、如何利 資源調度 具來充分使 HPC 環境都是名古屋 超級電腦“不 ”建置的這些都值得國網中 效法學習。

ARM 處理器將對 HPC 計算領域有很 影響， 富岳超級電腦使 A64FX 處理器、NVIDIA 推出 Grace ARM 處理器都是以 HPC 計算為標，在 HPC Asia 會議裡，研發 員對於 ARM 處理器關注度越來越

在 論，ARM 處理器的函式庫開發已趨於完善，很多傳統 HPC 應 式已能運 ARM 叢集計算器，國網中 創進 號將在今年上線服務，明年也會提供 ARM 計算節點，所以我們可參考研討學者所提到效能測試 具、應 式開始轉移 HPC 計算 ARM 平台。

## 五、附錄

1. 研討會論 集
2. 研討會海報電 檔