

出國報告（出國類別：訪問）

隨「次世代化合物半導體前瞻研發」專案赴
日本考察化合物半導體技術暨產業發展

服務機關：國科會

姓名職稱：黃士育副研究員

派赴國家：日本

出國期間：112年01月09日至112年01月14日

報告日期：112年03月23日

目次

一、	參訪目的與介紹	4
二、	訪問行程與會面人員	7
三、	心得與建議	19
四、	訪問團成員	21

國科會補助專題研究計畫執行出國訪問心得報告

日期:112 年 3 月 13 日

計畫名稱	次世代化合物半導體前瞻研發計畫之規劃及推動計畫		
出國人員姓名	徐碩鴻、張翼、辛裕明、張大強、黃建璋、陳炤彰、柯明道、吳添立、吳志毅、黃士育	服務機構及職稱	依照左列人員順序服務機構及職稱如下: 國立清華大學電機工程學系-特聘教授、國立陽明交通大學國際半導體產業學院及材料科學與工程學系-講座教授，國立中央大學電機工程學系-教授、台灣半導體研究中心-研究員、國立臺灣大學光電工程學研究所-教授、國立臺灣科技大學機械工程系-特聘教授、國立陽明交通大學電子所-講座教授、國立陽明交通大學國際半導體產業學院-吳添立副教授、國立台灣大學電機系暨光電工程學研究所-教授、國科會工程處-副研究員
出國時間	112 年 01 月 09 日至 112 年 01 月 14 日	出國地點	日本-東京、名古屋、京都、大阪

一、 參訪目的與介紹

化合物半導體領域為國內重點發展之研究領域，近年來，國內各主要大學紛紛設立半導體學院，期望在臺灣半導體產業發光發熱的此刻，為國家培育足夠之相關優秀人才，迎向未來嚴峻的國際挑戰。如何有效提升國內化合物半導體研究與技術水平為半導體學院之重要議題。日本半導體研究技術乃國際領先國家，其優秀之學術品質，精湛之研發量能與產業發展實力，加上近年來與台灣關係越加緊密，日本自然成為本專案參訪之首選。

本參訪團乃由國內化合物半導體相關領域之 9 位教授/專家及國科會工程處黃士育副研究員所組成，由國科會「次世代化合物半導體前瞻研發專案計畫」召集人徐碩鴻教授率隊，並召集 6 位整合型計畫總主持人、專案執行長及規劃委員共同參與。此行參與之教授/專家來自於國內不同大學與機構、擁有不同研究專長，對於未來之規劃與發展具有高度影響力。本參訪團參訪日本 7 間化合物半導體頂尖機構與大學，包含：

- 1) 東京－ NTT Advanced Technology Corporation
- 2) 東京－ DISCO Corporation
- 3) 名古屋－名古屋大學
- 4) 名古屋－AIST Chubu and AIST GaN-OIL
- 5) 京都－羅姆半導體集團- ROHM Semiconductor
- 6) 京都－京瓷株式會社
- 7) 大阪－大阪大學

本次參訪與上述大學與單位之化合物半導體研發及策略規劃管理階層相關人員會面，亦將參訪上述機構之頂尖實驗室，了解其發展現況，以作為專案計畫未來先進實驗室及設備規劃之參考。探討下列主題：

- 1) 與上述機構負責人交流，了解化合物半導體領域現在及未來發展趨勢
- 2) 瞭解日本政府對化合物半導體推動政策及具體作法
- 3) 瞭解日本學界推動產學合作之模式與作法
- 4) 瞭解各校及業界前瞻之研究構想與進展、研究目標及經費規劃
- 5) 討論在化合物半導體領域，台日之間的合作機制及互動模式，以及國科會、學界等所扮演之角色

本參訪團此行主要行程為日本本州島，包含日本三座城市，於 112 年 1 月 9 日自台灣出發，並於 1 月 14 日離日返國。此行主要參訪之重點機構如下：

參訪機構	東京－NTT Advanced Technology Corporation
機構簡介及參訪目的	NTT AT 正式成立於 1990 年，是世界著名的電信業務提供商，日本 NTT 集團的重要成員之一。提供無線通訊系統，保全系統、虛擬化應用等領域服務，並且協助企業進行系統整合及網路整合。

	<p>在化合物半導體領域上，NTT-AT 是全球著名的 GaN 磊晶廠商，已有超過 10 多年的磊晶經驗，並且可以生產 8 吋的 GaN 磊晶晶片。本次參訪拜訪該公司的總經理，技術長以及產品開發部長。主要目的為：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) NTT-AT 在化合物半導體的產品/產業發展策略布局 2) NTT-AT 在化合物半導體領域的技術/規格，以及後續發展 3) 參觀以下之 NTT-AT 實驗線及 Show Room 4) 技術與趨勢交流
參訪機構	東京—DISCO Corporation
機構簡介及參訪目的	<p>DISCO 公司是日本的精密工具製造商，該公司所生產用切削設備及雷射設備對於半導體產業後加工製程非常重要，對於半導體產業有極大的貢獻。本次參訪拜訪 Disco 社長、研發部長及產品部長。其主要目的為：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 交流及討論未來化合物半導體產業趨勢及狀況 2) 了解 Disco 設備發展方向與最新成果 3) 參觀 Disco 內 KABRA 雷射切片設備運作
參訪機構	名古屋—名古屋大學
機構簡介及參訪目的	<p>名古屋大學 2018 年成為全國頂尖五校「指定國立大學法人」之一，2020 年組成最大的日本國立大學法人「東海國立大學機構」。名古屋大學學術排名日本第三、世界百強，亦是物理學「坂田學派」、化學「平田學派」的根據地。截至 2021 年已產生諾貝爾獎得主 7 人、菲爾茲獎得主 1 人。</p> <p>本次參訪將於 112 年 1 月 11 日上午前往名古屋大學，將前往拜訪名古屋大學校長、工學院院長、可持續性材料與系統研究所所長以及赤崎勇、天野浩等化合物半導體相關教授。本次拜訪目的為：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 了解名古屋大學在化合物半導體最新的研發成果 2) 參觀名古屋大學內工學部實驗室 3) 討論未來可能的合作模式
參訪機構	AIST Chubu and AIST GaN-OIL
機構簡介及參訪目的	<p>產業技術綜合研究所(AIST)隸屬於日本通產省，其下負責監督管理 15 個國家實驗室，是日本國內最大且人數最多的研究機構，並且該研究機構以未來科技革新及產業技術的研究發展而聞名。在化合物半導體領域，該機構為日本化合物半導體著名的認證機構，也是日本非常重要的化合物半導體研究開發單位。本次參訪將於 112 年 1 月 10 日上午前往 AIST 產業技術綜合研究所，拜訪 AIST 的理事長、先進功率電子研究中心 (Advanced Power Electronics Research Center)所長等。其主要目的為：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 了解 AIST 及日本政府目前主要的研究方向 2) 針對化合物半導體最新技術進行交流 3) 了解半導體認證機制及相關設備 4) 參觀 AIST 內的實驗室
參訪機構	名古屋—DENSO 電裝株式会社
機構簡介及	Denso 世界第二大的汽車零部件供應商，母集團為豐田汽車，主要生產

參訪目的	<p>汽車的空調系統、點火系統以及汽車晶片及電子零件等。在汽車業轉向電動、聯網和自動駕駛後，車用晶片未來會持續升溫。Denso 為全球前五大車用晶片廠商，碳化矽(SiC)專利數也是全球排名第 5，是重要的化合物半導體晶片生產商。</p> <p>本次參訪將於 112 年 1 月 11 日下午前往 DENSO 電裝株式會社，將前往拜訪 Denso 會長、科技長以及市場部主管。本次拜訪目的為：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 交流及討論未來化合物半導體產業趨勢及狀況 2) 了解 Denso 發展方向與最新成果 3) 參觀 Denso Showroom
參訪機構	名古屋－豐田合成株式會社
機構簡介及參訪目的	<p>豐田合成創立於 1949 年，母集團為豐田汽車，主要生產汽車的橡膠及樹脂等高分子技術，為日本著名的 LED 及螢光粉體廠商。自 2010 年起開始切入 GaN 功率半導體領域，主要研究「直立型 GaN 功率半導體」以及 GaN 晶種與基板開發。目前「直立型 GaN 功率半導體」已達到 100 安培的大電流操作，GaN 晶種與基板已完成 6 吋開發，預計 2025 年進行 GaN 相關產品商品化。</p> <p>本次參訪將於 112 年 1 月 12 日前往豐田合成株式會社，將拜訪豐田合成會長、科技長以及市場部直立型 GaN 功率半導體研究單位主管。本次拜訪目的為：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 交流及討論未來化合物半導體產業趨勢及狀況 2) 了解 GaN 事業單位的發展及最新成果 3) 參觀豐田合成 Showroom
參訪機構	京都－羅姆半導體集團- ROHM Semiconductor
機構簡介及參訪目的	<p>羅姆 (Rohm) 是全球著名半導體廠商之一，創立於 1958 年。羅姆半導體是全球第四大碳化矽半導體元件商，在化合物半導體領域布局已久，近年來更與台達電合作開發氮化鎵功率半導體，使得該公司在化合物半導體領域相關產品更加完整。</p> <p>本次參訪將於 112 年 1 月 13 日上午前往羅姆半導體集團，將前往拜訪羅姆半導體社長、經營戰略本部部長、研發長、功率、離散元件事業部部長。本次拜訪目的為：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 交流及討論未來化合物半導體產業趨勢及狀況 2) 了解 ROHM 在化合物半導體發展策略與最新成果 3) 參觀 ROHM Showroom
參訪機構	大阪－大阪大學
機構簡介及參訪目的	<p>大阪大學是日本「指定國立大學法人」之一，綜合實力僅次於東京大學與京都大學，名列日本最高學府之林。近年來大阪大學投入於 GaN 長晶與高頻通訊元件之研究，其成果包括 6" GaN 晶體及高導電性 6G 半導體成膜技術，著名教授有森勇介教授、藤平哲也准教授、酒井朗教授、西正幸副教授等。</p> <p>本次參訪將於 112 年 1 月 13 日下午前往大阪大學，將前往拜訪大阪大學</p>

校長、工學院院長、以及森勇介教授等化合物半導體領域教授。本次拜訪目的為：

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1) 了解大阪大學在化合物半導體最新研發方向及結果2) 參觀大阪大學內電氣電子學院實驗室3) 討論未來可能的合作模式 |
|--|

整體而言，藉由此次參訪行程深入瞭解並整理當前日本產官學研在化合物半導體之政策、研究重點與未來發展方向，作為化合物半導體領域未來發展重點與計畫專案推動之參考，並藉由本次的參訪促成國內學者與日本先進實驗室以及企業實質的研究與合作，將臺灣研發成果真正落地，產生實際效應。

二、 訪問行程與會面人員

(一) NTT Advanced Technology Corporation 厚木研究開發中心

1. 會面人員(日方)

- NTT 先端技術總合研究所 所長
- NTT-AT 綠能及產品創新商業部 資深副總
- NTT 物性科學基礎研究所 所長
- NTT 基礎科學研究所 所長

2. 參訪行程

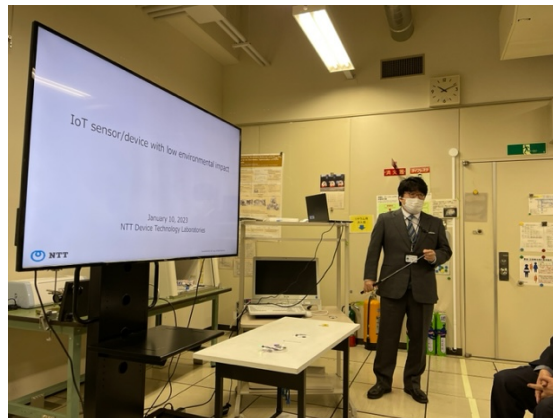
本次日本訪問的首站是 NTT，1 月 10 日早上至神奈川縣厚木市 NTT 厚木研究開發中心。就像美國的 AT&T 一樣，NTT 是日本最大的電信公司，其營業範圍除了傳統的電信局端消費端的軟硬體服務外，下世代通訊系統模組、網路通訊、AI、資安、半導體材料及元件，以及應用軟體也是其研發及產品的範疇。

與 NTT 及 NTT-AT(NTT advanced technology corporation) (為其先進技術商用化的子公司)高層交換名片，以及贈送禮物後，首先由 NTT 副總裁介紹 NTT 及 NTT 研究中心。隨著語音及資料通訊的多年演進，NTT 以促進社會、科技及工業進步為目標，開發通訊相關的尖端技術。目前全球有 2300 位研發人員，研究主題從基礎科技開始，延伸至商業應用。在此基礎上，NTT 非常強調開放性的創新，跨領域合作，以及跨域(政府、學界、產業界)的合作。



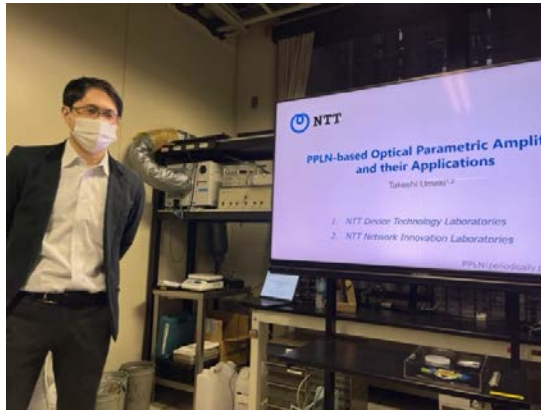
圖：徐碩鴻院長與 NTT 副總裁互換禮品，日方開場介紹 NTT 研究開發中心

接下來，由 NTT-AT 介紹其業務，特別是在台灣的生意往來。NTT-AT 肩負將 NTT 所開發的技術及產品商業化，目前他們開發了光通訊產品、GaN HEMT 磊晶、Nano-imprint、機器人自動化、材料分析、感測分析元件等等，根據介紹的 Sakai-san 說，台灣是 NTT-AT 第二大的海外市場。台灣訪問團是由領隊徐碩鴻院長代表介紹此行的目的、參訪團人員簡介，以及化合物半導體專案計畫中各計畫的內容及目標。緊接著，由 NTT 研發人員帶領，我們分 AB 兩組至各實驗室參觀。在 IoT 實驗室，他們非常強調 Low environmental load 的 sensor 及電路，現場展示了可分解的電池，以及供 IoT 使用可分解的電路硬體。



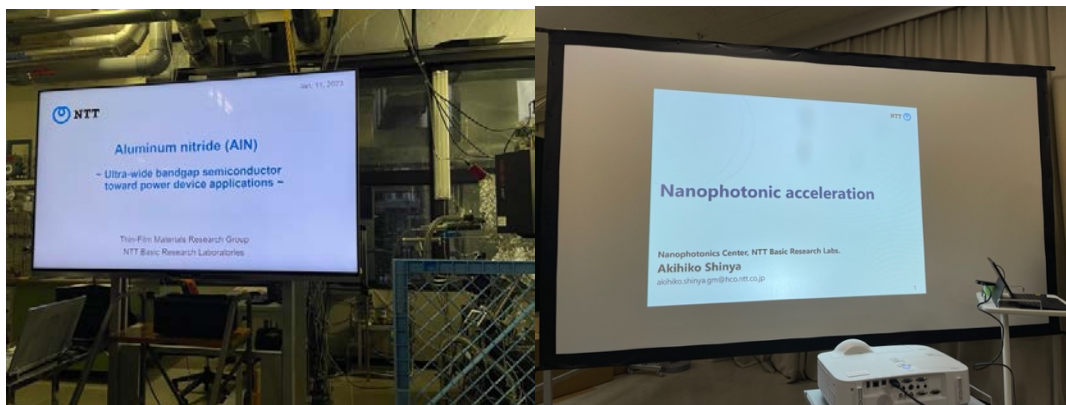
圖：IoT 實驗室簡介

第二站至光通訊實驗室，由 NTT 同仁介紹了長程通訊用的 PPLN (periodically poled lithium niobate)，他們花了 20 多年的時間，開發非線性材料，用以調製光通訊雷射波段，能夠長期累積扎實的基本功及實驗經驗，實在非常令人佩服。



左：光通訊實驗室簡介

第三站來到一個有眾多半導體磊晶腔體的研究室，主辦人員可能是因為我們一行有諸多教授做 Wide bandgap semiconductor，特別安排介紹 AlN ultra wide bandgap 磊晶的成果，這是一個以磊晶為研究核心的實驗室，他們展示了以 MOCVD 成長在 SiC 的 AlN based FET。



左：磊晶實驗室簡介 右：Nanophotonics 技術發展簡介

(二) DISCO

1. 會面人員(日方)

- Disco 公司台灣分公司經理，回日本協助接待與翻譯
- Disco 公司執行副社長，接待及開場致歡迎詞
- Disco 公司亞太業務部門主管

2. 參訪行程

在 Disco 參訪行程是，先由執行副社長接待及開場致歡迎詞，亞太業務部門主管也致歡迎詞及說明台灣是 Disco 公司重要市場與重要客戶所在，今天參訪重點是跟化合物半導體 SiC wafer processing 相關技術，在國科會計畫團隊介紹，由日方進行簡報介紹公司的技術發展及相關應用。隨後即分成 A/B 組，A 組先進行實體設備操作，B 組在原會議室由同仁簡報 SiC wafer dicing 最新技術與應用，之後再 A/B 組互換。



圖：徐院長與執行副社長互換禮品合影



圖：國科會參訪團與 Disco 人員合照

(三) 名古屋大學

1. 會面人員(日方)

- 名古屋大學 校長 衫山直教授
- 名古屋大學 副校長 水谷法美教授
- 名古屋大學 諾貝爾物理獎得主 天野浩教授
- 名古屋大學 GaN 研究戰略長 須田淳教授

2. 參訪行程

名古屋大學的參訪行程包含由名古屋大學介紹氮化鎵及碳化矽相關研究，以及參訪團團長徐碩鴻教授介紹次世代化合物半導體專案中各計畫的成員及目標。此外，本參訪團也很榮幸可以和諾貝爾物理獎得主天野浩教授及名古屋大學校長衫山直當面交流。

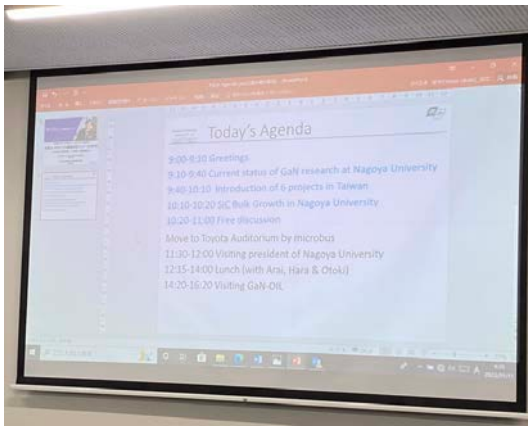


圖:名古屋大學參訪行程表及天野浩教授團隊教授

首先由須田淳教授簡介名古屋大學在垂直 GaN-on-GaN 上最新研究成果，須田淳教授表示目前他們所帶領的研究團隊為目前全日本最大的氮化鎵研究團隊，主要有三個主題: 1) 雷射二極體 2) 高頻氮化鎵元件 3) 垂直 GaN-on-GaN 功率元件。



圖: 須田淳教授介紹 GaN-on-GaN 功率元件現在的狀況及未來的發展。



圖: Toru Ujihara 教授介紹碳化矽相關研究。



圖: 徐碩鴻教授介紹介紹台灣次世代化合物半導體計畫目標及成員。



圖: 與天野浩教授等人全體合照。



圖：訪團及駐日科技組鄒顧問與名古屋大學校長衫山直教授等人全體合照。

(四) 產業技術綜合研究所 (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, AIST)

1. 參訪行程

AIST 由名古屋分部的 Director General Dr. Ichiro Matsubara 親自出來接待。Dr. Yutaka 負責介紹 AIST, AIST 在 2001 年結合 15 個研究單位成為目前的 AIST 的架構。每年研究經費 26B NT dollar, 70% 來自 core funding from government, other 30% from the projects of industry or government. 到目前為止 AIST 總共產生 153 Starts-up 公司, 有兩家 IPO。旗下有 7 個單位: Energy and Environment, Life Science and Biotechnology, Information Technology and Human Factor、Material and Chemistry、Electronics and Manufacturing、Geological Survey of Japan、National Metrology Institute of Japan。

AIST Chubu (中部) 包含在名古屋的分部, 98 位研究員(佔 AIST 4.3%), 研究部門有 Innovative Functional Material Research, Multi-Material Research, Magnetic Powder Metallurgy Research Center。GaN Advanced Device Open Innovation Lab (OIL): 第一期 2016-2021, 第二期 2021-2025, 坐落在名古屋大學, 和名古屋大學有很強的關聯和合作。研究主題包含: Power device technology、Micro LED devices、High temperature crystal growth of BN、High-efficiency and high-directionality GaN micro LED。還有 SiN substrate with high thermal conductivity for SiC power semiconductor。

(五) ROHM 羅姆株式會社

1. 參訪行程

羅姆株式會社 (英語: ROHM Co., Ltd.) 是 1958 年於日本成立的電子公司。羅

姆半導體 (ROHM SEMICONDUCTOR) 前稱 Rohm，品牌和商標的「R」代表公司初始產品電阻，「OHM」代表電阻測量單位歐姆 (Ω)。首先，訪問團與 ROHM 接待人員寒暄交換名片後，由徐團長贈送見面禮物給 ROHM CSO。



圖：徐團長贈送見面禮物給 ROHM CSO

由徐團長代表訪問團介紹台灣正在進行的次世代化合物半導體前瞻研發專案計畫 (Next Generation Compound Semiconductor Project)，其中包括 6 個計畫，並介紹訪問團內的各計畫主持人。



圖：徐團長介紹台灣正在進行的次世代化合物半導體前瞻研發專案計畫

由 ROHM 公司 Dr. Kazuhide Ino (CSO, Managing Executive Officer) 介紹 ROHM 公司的營運情況與營運項目。ROHM 公司的產品主要有三大類，包括 ICs (analog, logic, memory, MEMS)，Discrete Semiconductor Devices (diodes, transistors, optical diodes, laser diodes,...)，Modules (printheads, optical modules, power modules)，以及各式電阻 (Resistors)。全公司員工有 23400 位，已成長為一國際化旗公司，在日本有 21 個據點，在海外也有 74 個據點。



圖：ROHM 公司介紹公司的營運情況與營運項目



圖：ROHM 公司介紹公司的研發重點技術項目

訪問團參觀 ROHM 公司的展示廳(Showroom)以及 8 吋晶圓廠，因機密限制不能拍照。其中 8 吋晶圓廠給來賓觀看晶圓廠生產情況的「觀賞平台」，值得晶圓廠房建置時的參考。最後，在 ROHM 公司會議室外面的開放平台上，訪問團成員與 ROHM 公司的接待人員一起合影，照片後方的高樓建築物即是 ROHM 公司的晶圓廠房。



圖：訪問團成員與 ROHM 公司的接待人員一起合影

(六) KYOCERA Corporation (京瓷株式會社)

1. 會面人員(日方)

- General Manager, Ceramic Materials Semiconductor Components Division, KYOCERA Asia Pacific Pte. Ltd.
- Sales Manager, Ceramic Packages Department, Ceramic Materials Semiconductor Components Division, KYOCERA Asia Pacific Pte. Ltd. Taipei Branch.
- Manager, Section 2, New Business Development Department, Sales Division 3, Corporate Ceramic Materials Semiconductor Components Group, KYOCERA Corporation Head Office.
- Senior Sales Manager, Communication Components Sales Section 2, Sales Division 3, Corporate Ceramic Materials Semiconductor Components Group, Core Components Segment, KYOCERA Corporation Head Office.
- Assistant Sales Manager, Communication Components Sales Section 2, Sales Division 3, Corporate Ceramic Materials Semiconductor Components Group, KYOCERA Corporation Head Office.
- Expert, Communication Components Sales Department, Sales Division 3, Corporate Ceramic Materials Semiconductor Components Group, Core Components Segment, KYOCERA Corporation Head Office.
- Deputy Manager, Design Section, Metalized Division, KYOCERA Corporation.

2. 參訪行程

參訪團於 1 月 13 日週五早上拜訪京瓷株式會社，京瓷駐台灣公司總經理與業務經理為接待專案團隊特別飛回日本，並於 09：00 在京瓷總部門口迎接專案團隊，並展開拜會行程。

行程的第一站為參觀京瓷總部的精密陶瓷館以及展覽廳；精密陶瓷館位於京瓷總部二樓，於 1998 年開設，空間廣大，展品內容豐富，除了以豐富的文字、大量的圖片搭配實體提供精密陶瓷的技術變遷、特點、用途與優勢等科普知識外，還有一個專區說明精密陶瓷與半導體封裝的發展歷史，對陶瓷專業人員而言，這裡也是一個可以一次蒐集精密陶瓷資料的寶庫。



寬廣的精密陶瓷館

圖：寬廣的京瓷精密陶瓷館



左圖：精密陶瓷的製造過程

右圖：精密陶瓷的材料樹



圖：京瓷陶瓷封裝與半導體產業的歷史

展覽廳的主題則為精密陶瓷的「技術創新」，內部展示了近年來京瓷在物聯網、行動科技所創造的尖端產品、技術發展、以及解決方案；在能源解決方案專區內展示了自用發電不可或缺的太陽能發電系統以及京瓷的全球發電業務；在綠色產品專區則展示了京瓷特有的環保產品。此外，展覽廳內還介紹了京瓷在汽車產業、資通、醫療、工業設備等領域的最新產品及服務。



圖：展覽內展示京瓷在不同領域的最新產品及服務

09：40～10：00 由徐碩鴻院長向京瓷簡報國科會團隊的成員及 6 個專案計畫的技術內容；10：00 之後由京瓷的同仁先簡報該公司的營運概觀，京瓷的全球業務概分成工業及車用事業、半導體事業、電子事業、工業工具事業、文件解決方案事業（如印表機）、以及通訊事業，年銷售產值超過 100 億美元，全球員工人數有八萬多人。

接著京瓷的同仁簡報該公司封裝技術在高頻與散熱的解決方案；在高頻解決方案方面，京瓷有經有完善的研究與發展成果，可應用的產品包括 5G 通訊、Wifi-7、衛星等。在京瓷的封裝技術簡報過程中，雙方團隊已經就技術合作議題進行熱烈的意見交換與討論，陽明交通大學張翼副校長建議京瓷考慮在開發半導體使用的新材料、新產品時，應考慮採用台灣學術界豐沛的半導體研究能量，透過異業技術合作，將可大幅提高成功率。

（七） 大阪大學

1. 會面人員(日方)

- 副校長：河原源太博士 (Dr. Kawahara Genta, Executive Vice President)
- 東亞區/全球學術媒合主任：小溝愈一博士 (Dr. Komizo Yu-ichi, East Asian Center for Academic Initiatives, Center for Global Initiatives, Regional Director)
- 3D 系統整合研究所所長：菅沼克昭博士 (Dr. Katsuaki Suganuma, Flexible 3D

System Integration Laboratory, Director)

- 電氣電子情報工學教授：舟木剛博士 (Dr. Tsuyoshi Funaki, Division of Electrical, Electronic and Information Engineering)
- 電氣電子情報通信工學教授：森勇介博士 (Dr. Yusuke Mori, Dept. of Electrical, Electronic and Information and Communication Engineering)
- 東亞區/全球學術媒合特任助理教授：張希西博士 (Dr. Xixi Zhang)
- 3D 系統整合研究所特任副教授：陳傳彤 (Dr. Chuantong Chen)
- 3D 系統整合研究所特任研究員：謝明君小姐
- 台灣國科會訪問團隊和台北駐日經濟文化代表處顧問：鄒幼涵博士

2. 參訪行程

- 副校長河原源太博士歡迎致詞
- 徐碩鴻院長簡介國科會團隊技術
- 鄒幼涵博士/顧問說明台灣和大阪大學的交流機會和經驗
- 舟木剛教授實驗室成果介紹，交流和參觀
- 森勇介教授實驗室成果介紹，交流和參觀
- F3D 研究所由菅沼克昭教授介紹交流，並安排參觀



左圖，大阪大學副校長暨訪問團全體合照 右圖，大阪大學副校長和訪問團團長徐碩鴻院長交換禮物

除了行政單位的副校長和東亞區/全球學術媒合主任會面起頭後，有完整的三個權威教授的實驗室成果分享和參觀，三位教授的研究都跟寬能隙半導體(GaN 和 SiC)元件和封裝有關。

舟木剛教授實驗室主要之研究在於(1) Design and fabricate power module and circuit, (2) Test reliability of power module and circuit, (3) Assess EMC performance of power conversion circuit, (4) Evaluate applicability to power system。該實驗呈現由功率元件到模組測試，最後到電力電子應用端的完整研究。

森勇介教授實驗室之研究主要在於(1) Na-flux for large GaN crystal, (2) OVPE for

low resistive GaN, (3) CsLiB6O10 for deep UV generation。呈現跟 Toyoda-Gosei 的合作，磊晶出世界最大的 6-吋 GaN 晶片，突破目前 2-4 吋的瓶頸。

菅沼克昭教授主導的 F3D 研究所，則針對其成果進行說明。包括(1) Advanced power modules & reliability, (2) Ag sinter joining, (3) Substrate and Ni-P plating, (4) Thermal property measurement and management, (5) Reliability and lifetime prediction by AE sensing。菅沼克昭教授在封裝技術方面很有經驗，也出版過二本書，SiC/GaN 功率半導體封裝和可靠性評估技術和無鉛軟鈎焊技術基礎。

三、心得與建議

首先在 NTT 部分，可以感受到 NTT 接待方熱心且細緻的安排。NTT 的科技發展跳脫了短期可以獲利多少，如何融入產業的榮枯的一般企業方向，而是以改善人類生活，創造一個更友善的環境為各部門技術發展的終極目標。另外，就如其網頁列出的 slogan “NTT R&D for creating a Smart World where technology becomes so pervasive part of society that people are unaware of its presence”，可以了解 NTT 希望技術能融入人類生活中，是因人類的需求及願景而存在。

在 Disco 公司部分，Disco 自 86 年前由廣島 Kuwabata plant 起家，Disco 為 Dai Ichi Seitoshu Company 的縮寫，最剛開始的產品技術是鋼筆筆尖加工，延伸至切柏油路鑽石鋸片及半導體矽晶圓封測前的薄化(Wafer thinning)和晶粒切割(Dicing)以及晶圓加工的切磨拋製程(Kiru, Kezuru, Migaku)。執行副社長自我介紹也提到他已在 Disco 任職 48 年，見證不少製程技術演進，Disco 公司在 2019-2021 因半導體產業需求，公司業務大幅成長，也在台灣自設分公司，目前總公司在東京大田區，除廣島外，在長野也有設廠。Disco 公司也想了解台灣可能的化合物半導體加工模式及化合物半導體 Power Device IC 和通訊 IC 可能趨勢。但 Disco 公司目前未考慮在海外投資設廠或製作設備模組等，因此未來可能合作模式為製程整合開發或 CMP 加工耗材。此次，參訪 Disco 總公司及實體設備，更有助於了解實際製程的過程與方法，也可協助解決目前 SiC wafer processing 製程研發的問題。

在名古屋大學部分，本次參訪很榮幸可以跟諾貝爾物理獎得主天野浩教授及名古屋大學校長衫山直教授等人當面討論如何持續深化台灣和日本相關的學術交流。藉由須田存教授的報告，可以清楚了解日本持續耕耘氮化鎵相關的技術並持續認為氮化鎵是未來半導體相當重要的一個技術。目前市面上主流氮化鎵產品為矽基板橫向氮化鎵元件，不過名古屋大學已經開始著手在全垂直的氮化鎵元件，全垂直氮化鎵元件被認


為具有完美的材料匹配性，故預期可以將氮化鎵功率元件性能提升至高電壓高電流的操作，非常適合應用於電動車內。台灣目前全垂直氮化鎵功率元件研究相當稀少，故確實值得像名古屋大學學習及請益。此外，與名古屋大學校長衫山直教授等人會談中，衫校長也多次表示希望可以與台灣的大學及研究機構多多交流，共同提升台日學術研發能量。目前天野浩教授已與陽明交大張翼教授的團隊有合作，衫山直校長、天野浩及須田淳教授也允諾將規劃來台訪問行程。為提升雙方交流互動，建議可以舉辦台日化合物半導體研討會，讓雙方研究人員可以了解最新研究動態及技術合作之處。

回國後，本次參訪的台灣半導體中心同仁即聯繫京瓷駐台灣 Akira Takahashi 總經理與蘇奕紘經理，邀請京瓷討論雙方可能的合作主題，雙方後續將進行進一步資訊與意見交換。


在大阪大學部分，菅沼克昭教授去年 2022 年在台灣一個月訪問期間，曾到台達電位在中央大學的聯合研究中心訪問，中央電機系辛裕明教授因和台達電在 GaN 元件方面有密切合作關係，所以也同時參與。後續也將進一步聯合相關公司如台達電，或是同欣電子等公司在 SiC/GaN 功率半導體封裝和可靠性上深入研發。

四、 訪問團成員


Shawn S. H. Hsu (徐碩鴻 特聘教授)

Affiliation	Distinguished Professor Department of Electrical Engineering National Tsing Hua University (NTHU)	
Position	<ul style="list-style-type: none"> - Dean, College of EECS, NTHU (2022/08-present) - Director General, Dept. of Engineering and Technologies, Ministry of Science and Technology (MoST) (01/2018-12/2020) - Chair, Dept. of Electrical Engineering, NTHU, 08/2015-12/2017 	
Research	<ul style="list-style-type: none"> - MMIC/RFIC - GaN MW/power semiconductor devices - MW/RF system-in package (SiP) 	


Edward Yi Chang (張翼 講座教授)

Affiliation	Chair Professor Department of Material Science and Engineering, National Yang Ming Chiao Tung University (NYCU)	
Position	<ul style="list-style-type: none"> - 2014-2022.7, Dean of International College of Semiconductor - 2015-2021, Senior Vice President of National Chiao Tung University - 2021-present, Chief Director of Microelectronics and Information Research Center (MIRC) - 2021-present, Associate Dean of Industry Academia Innovation School - 2021-present, Director of NYCU-WIN Joint Research Center at NYCU - 2013-present, Director of TSMC Center at NYCU 	
Research	<ul style="list-style-type: none"> - GaN epitaxy and device technologies - GaN RF & Power Electronic - III-V(GaN, GaAs, InAs)/Ge/Si heterogeneous materials Integration - Packaging technologies of III-V high-speed and high-frequency electronic devices 	


Yue-ming Hsin (辛裕明 特聘教授)

Affiliation	Department of Electrical Engineering National Central University	
Position	- Distinguished Professor - Director, Optical Science Center (2019/08 – 2022/07)	
Research	- Compound Semiconductors - Wide-bandgap Power Devices - High-speed Transistors - Power Amplifiers	


Jian-Jang Huang (黃建璋 特聘教授)

Affiliation	Graduate Institute Photonics and Optoelectronics, National Taiwan University	
Position	- Distinguished Professor - Director, Innovative Photonics Advanced Research Center (iPARC), National Taiwan University	
Research	- Bioelectronic sensors - Micro LEDs for displays - GaN power devices	


Da-Chiang Chang (張大強 研究員兼任組長)

Affiliation	Chip Integration Technology Division, Taiwan Semiconductor Research Institute	
Position	Director and Research Fellow	
Research	- Panchromatic/color CMOS Image Sensor system. - Non-volatile Memory (RRAM, MRAM) arrays. - Integrated Passive Device process for RF/sub-THz applications. - Integration of IPD passives, antenna arrays, and GaN MMIC for mm-wave and sub-THz applications.	


Ming-Dou Ker (柯明道 講座教授)

Affiliation	Institute of Electronics National Yang Ming Chiao Tung University	
Position	<ul style="list-style-type: none"> - IEEE Fellow (2008~) - Director of Institute of Pioneer Semiconductor Innovation (2022/02~) - Chair Professor (2022/08~) 	
Research	<ul style="list-style-type: none"> - Reliability and quality design for nanoelectronics and gigascale systems - Circuits and systems for biomedical applications - Electrostatic Discharge and Immunity 	

Chao-Chang Arthur Chen (陳炤彰 特聘教授)


Affiliation	Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology (NTUST)	
Position	<ul style="list-style-type: none"> - Distinguished Professor of NTUST (2012/06 ~ Now) - Deputy General Director of CENTER FOR MEASUREMENT STANDARDS, ITRI (2020/05 ~ Now) - Director of CMP Innovation Center (CIC) (2013/08 ~ 2022/07) 	
Research	<ul style="list-style-type: none"> - Wafer Processing (Wire-sawing/CMP/Pad condition) - Precision Molding Process for Optical Elements - CAD/CAM/CAE for Mold Design and Manufacturing 	

Tian-Li Wu (吳添立 副教授)


Affiliation	Associate Professor International College of Semiconductor Technology, National Yang Ming Chiao Tung University (NYCU)	
Position	<ul style="list-style-type: none"> - Vice Dean, International College of Semiconductor Technology, NYCU (2022/08-present) - Executive director, NSTC "Next-generation compound semiconductor technologies" (2021/11-present) - Research Scientist / Ph.D. researcher, imec, Belgium (2011.09-2017.01) 	

	– Visiting researcher, IBM, USA (2016)	
Research	– GaN and SiC for power/6G applications – Sub-5 nm beyond CMOS – Reliability evaluation and degradation analysis – AI-assisted device design and reliability predictions	

JHIH-YI WU (吳志毅 教授)

Affiliation	Professor Department of Electrical Engineering Graduate Institute of Photonic and Optoelectronics Graduate Institute of Electronic Engineering	
Position	Director, NTU-TSMC Join Research Center (2022/02-now) Vice President and Senior Technology Expert, Industrial Technology Research Institute (2022/04-now) Vice President and General Manager, Electronic and Optoelectronic System Research Lab (2016/04-2022/03)	
Research	– 2D material and devices – Compound semiconductor – Optoelectronics	

Shih-Yu Huang (黃士育副研究員)

Affiliation	Department of Engineering and Applied Sciences, National Science Council	
Position	Program Manager	
Research	– Science & technology management – Software Engineering – Information Security	