

出國報告（出國類別：考察）

5G 技術發展於公司之應用

服務機關：台灣中油股份有限公司資訊處電信所

姓名職稱：張育瑞 通訊工程師

派赴國家/地區：美國德州

出國期間：112 年 10 月 28 日至 112 年 11 月 4 日

報告日期：112 年 11 月 08 日

摘要

5G(5th generation mobile networks) 是最新一代行動通訊技術，具有高速率、低延遲、節省能源、降低成本、大規模裝置連接等優勢。因此本次出國考察前往美國德州三個城市獲取5G相關之應用作為未來本公司發展5G專網應用之參考：

1. 達拉斯(Dallas)NOKIA 研發中心，了解 5G 專網架構及 IOT 技術應用。
2. 米德蘭(Midland)現地考察 iNET 公司建置油田整合網路服務之環境。
3. 休士頓(Houston)參訪 iNET 公司與該公司開發設計之網路設備。

本次參訪自 112 年 10 月 28 日至 112 年 11 月 4 日，共計 8 天，含交通往返。

目次

壹、目的.....	04
貳、過程.....	05
參、具體成效.....	19
肆、心得及建議.....	21

一、目的

目前台灣政府大力推動 5G 技術發展並開放 4.8GHz 至 4.9GHz 之頻譜，共計 100M 之頻帶供企業 5G 建置專網。而本公司亦響應政府推動「高雄亞洲新灣區 5G AIoT 創新園區」，成立「台灣中油 5G AIoT 推動專案辦公室」，將最新的技術應用於生產、儲運、銷售、工安與環保各面向，朝智慧化企業發展，藉由資通訊技術與智慧物聯網的結合，應用於公司及工廠管理，提升整體績效。

全球在 5G 基站建置及相關 IOT 開發應用正蓬勃發展，5G 基站(Base Station)設備以華為(Huawei)、易利信(Ericsson)、諾基亞(NOKIA)為大宗佔全球 75%的市佔率。這次首先參訪全球 5G 行動通訊網路設備領導廠商之一的 NOKIA，該公司目前為中華電信、台灣大哥大、遠傳與台灣之星等行動通訊業者 5G 設備之唯一或主要之供應商。接著參訪提供當地油田整合網路服務商 iNET，考察建置 5G 網路架構及其研發之 IOT 相關應用。

5G 之高速率傳輸、低延遲性、多連結之特性並結合 IOT 設備在石化業是有相當大的發展潛力，期望藉由這次參訪，將 5G 最新的技術應用於公司各項業務，達到智慧化企業發展目標、提升工作場域安全、降低事故風險成本，並增進公司各方面的業務效率，作為未來本公司建置 5G 專網及業務相關應用之參考。

二、過程

當地時間	地點	行程摘要
112 年 10 月 30 日	達拉斯(Dallas)	參訪 NOKIA 研發中心(如圖 1)了解以下主題： (1) IP/MPLS 搭配 LTE(Long Term Evolution)專網架構。 (2) 5G 通訊設備串聯及無線專網應用。
112 年 10 月 31 日	達拉斯(Dallas)	參訪 NOKIA 研發中心了解 5G 展示應用及參觀。
112 年 11 月 1 日	米德蘭(Midland)	油田網路系統整合商 iNET 公司人員陪同並介紹目前建置於油田之無線網路及相關整合應用。
112 年 11 月 2 日	休士頓(Houston)	參訪油田網路系統整合商 iNET 公司並介紹目前德州油田建置網路之近況。



圖 1、NOKIA 研發中心位於美國德州達拉斯

112 年 10 月 30 日：參訪 NOKIA 研發中心

上午 NOKIA 研發中心之研究人員 Eric 展示 NOKIA 內部自建之 LTE 專網 (Private LTE)串聯 IP/MPLS 之架構(如圖 2)，在 Dallas 的員工可以手機連線辦公室的 LTE 專網，透過 IP/MPLS(骨幹網路或外部網路 ISP)與 Finland 的員工手機溝通，甚至遠在 Finland 的員工可以用手機遠端遙控 Dallas 研發中心的機器人。在 4G(LTE) 時代，美國已開放 LTE 專網供政府機關、企業行號等自行建置，而台灣則是由電信業者競標頻譜使用，並無開放由企業或政府機關自建 LTE 專網；直到 5G 時代來臨，台灣政府開放了企業自建 5G 專網，然而 4G(LTE)及 5G 除了設備名稱及核心技術不同之外，其架構是大同小異，如圖 3 所示。

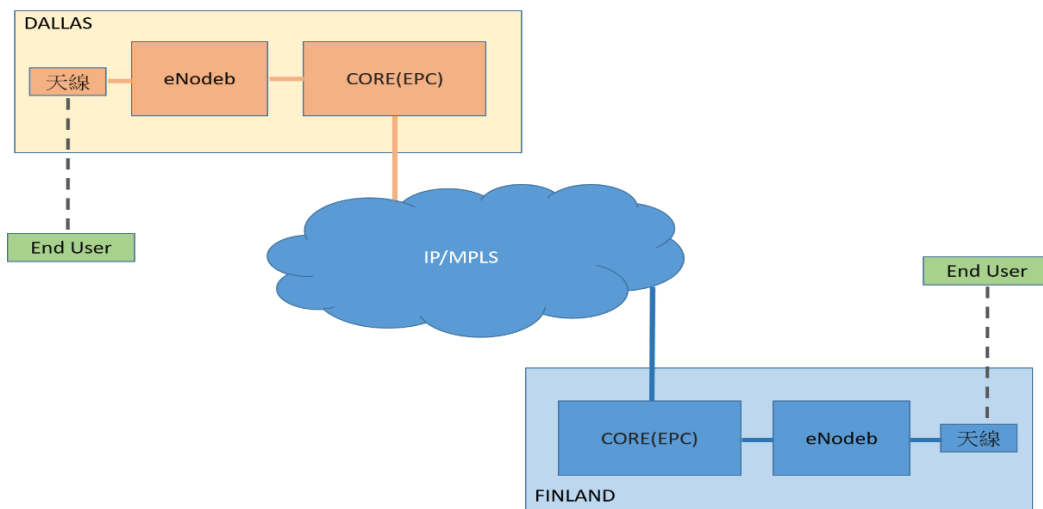


圖 2、NOKIA LTE 專網架構

無論是 4G 或 5G 網路皆可拆分為 Core Network 核心網路及 RAN(Radio Access Network)無線電存取網路，核心網路主要是提供網路功能上之服務並與企業內部骨幹或外部網路業者(IP/MPLS)做連接；RAN 的架構與一般實體網路之 OSI 七層之下三層功能相似，以 5G 之網路架構舉例(如圖 3 右)，RU 為第一層實體層部分利用無線電作為媒介傳送載波資料；DU 為媒體存取控制相當於第二層資料連結層功能，CU 為第三層網路層，連結並控制多個 DU 形成蜂巢式網路型態，實現移動式網路(Mobile Network)的目標，讓通訊設備只要在蜂巢式網路之涵蓋範圍中移動不會斷訊失聯。

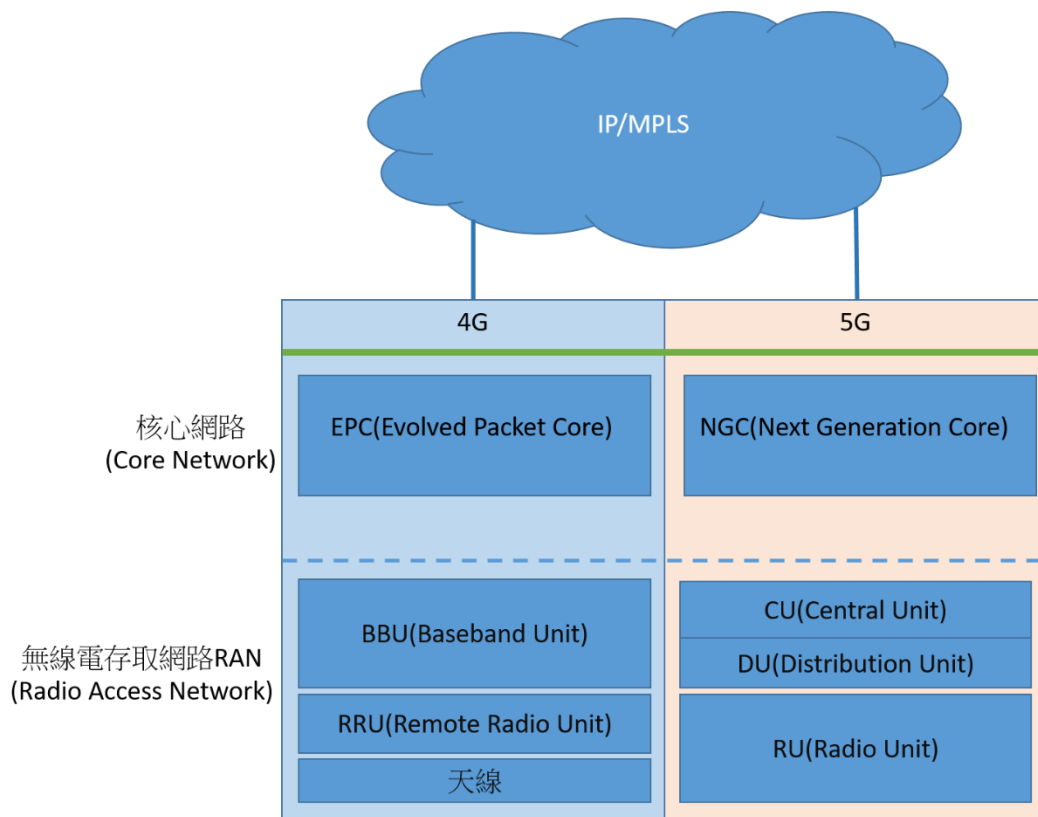


圖 3、4G 及 5G 網路架構圖

下午由研發人員 Mike 展示 5G 專網應用，共有三種不同的應用情境：

- (1)在人物場景建置，如圖 4 之攝影棚場景搭配圖 5 之高畫質 4K 攝影機，配合電腦運算單元將人與虛擬背景相結合，透過 5G 網路高速率傳輸以及低延遲性之特性呈現出圖 4 之電視螢幕畫面，現場展示 4K 畫面傳輸非常流暢且無任何延遲產生，比較特別的是，現場展示一個礦坑環境如圖 6 的場景配合該攝影機會偵測人物是否有戴著安全帽，若無配戴安全帽會產生紅色警示燈亮起的互動效果。本公司相當重視工安的環節，若廠區內建置 5G 專網，可搭配攝影機偵測安全帽影像或是利用紅外線溫度偵測裝置擷取抽菸的行為，並回報工安以控管個人不安全行為的發生，降低工安意外發生機率及提升個人面臨工安意外時的防護力。



圖 4、NOKIA 研發中心自建攝影棚場景

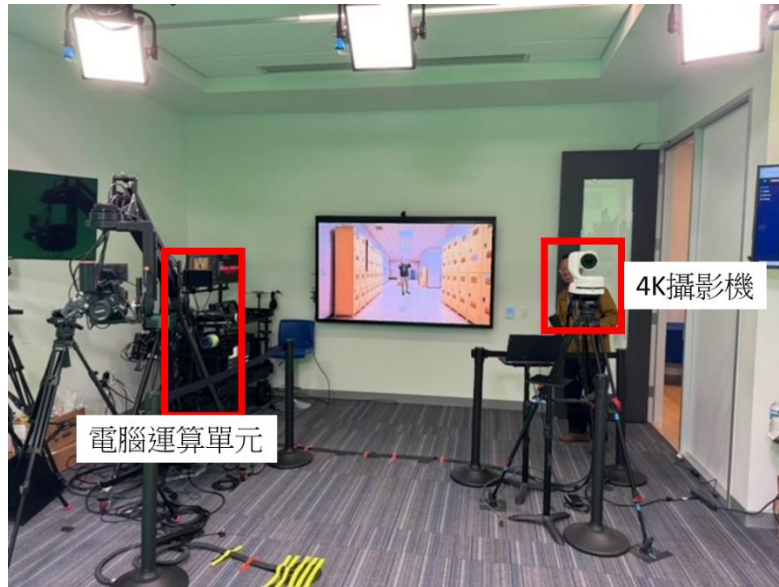


圖 5、利用 4K 攝影機配合電腦運算顯示在電視螢幕上

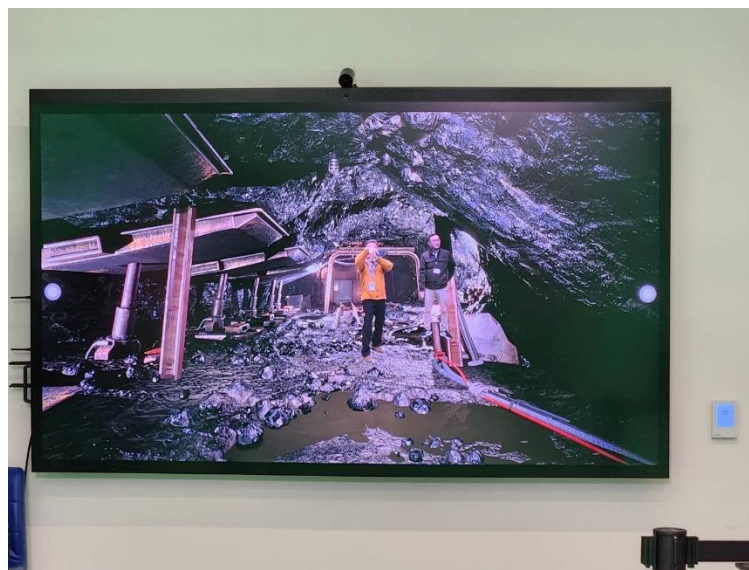


圖 6、礦坑場景展示

(2)利用穿戴式裝置搭配擴增實境顯示出工廠之管線及煉製元件之配置圖，並可以手指操作該配置圖與之互動，藉以獲取管線或煉製元件之其他資訊，圖7的左側電視螢幕顯示目前人員搭配擴增實境之顯示畫面。



圖 7、穿戴式裝置顯示虛擬實境的工廠管線配置。

現場我試戴穿戴式裝置去操作，我發現工廠之管線及煉製元件都屬於較大體積的設備，該設備利用擴增實境技術去觀看，會容易讓人產生眩暈的症狀，擴增實境比較適合用於顯示簡單的圖表或數值，例如：到煉製工廠的現場戴上穿戴式裝置針對小物件(管線、爐)顯示其之壓力、輸送內容物、長度、溫度等較為簡易

可以顯示之資訊。而大體積的設備比較適合用虛擬實境來展示作為教育訓練課程使用。

(3)手機利用 5G 專網操作可移動式機器人移動，機器人本身配備 4K 攝影機及麥克風，手機可以看到機器人身上的攝影機畫面，並且可以透過麥克風來講話(如圖 8)，甚至遠在芬蘭的研發中心透過 ISP(網路服務業者)之網路連線 5G 專網來遠端操控機器人。

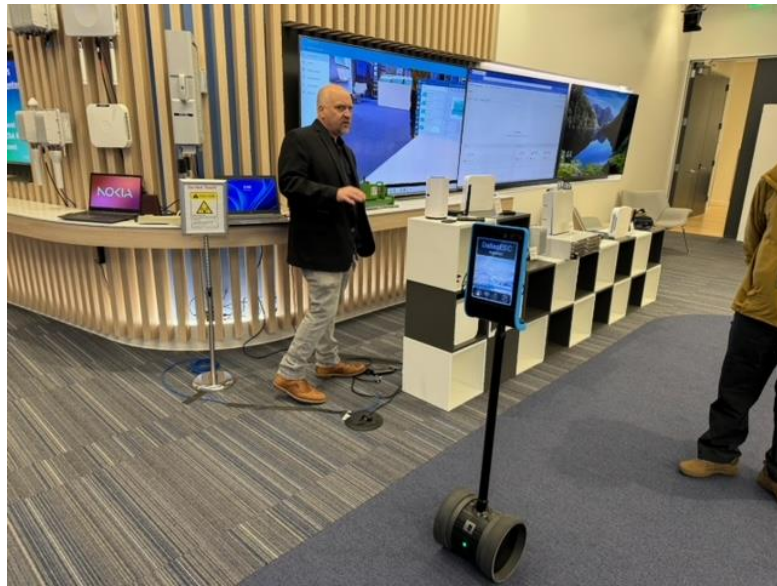


圖 8、可移動式機器人展示

112 年 10 月 31 日：參訪 NOKIA 研發中心

NOKIA 人員 Raymond 穿戴具備回傳影像及麥克風通話功能之裝置，模擬在 5G 基站架設處遇到一些困難並回傳即時影像給監控室，可供其他監控室 IT 人員參考，或協助透過麥克風功能回饋進行疑難排除，讓 5G 基站架設處之現場人員順利完成工作(如圖 9)。



圖 9、穿戴式裝備回傳即時影像

介紹完 NOKIA 之 5G 展示情境之後，接著介紹了室內環境及室外環境的無線電單元(Radio Unit)(如圖 10)。

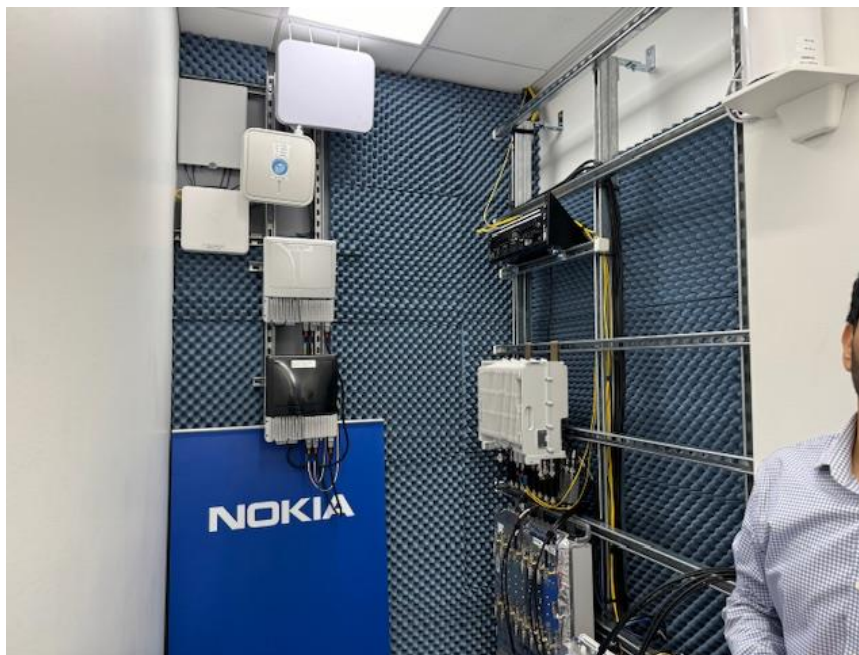


圖 10、上為室內 RU，下為室外 RU

參觀完天線設備之後，接著去研發中心的 4F 參觀 LAB 以及電信機房，在美國三大電信業者 AT&T、Verizon、T-Mobile 在佈建 5G 基站使用了非常多 NOKIA 的 5G 設備及骨幹網路設備，因此可能會遇到一些困境或是環境需要克服的部分，會先在 NOKIA 的 LAB 進行實驗獲得數據便可進行微調作業，基於 LAB 及電信機房之機密性無拍照留存。電信機房則是做為美國三大電信業者擺放 5G 基站及 IP/MPLS 網路設備，以用來透過 5G 基站連接網際網路。

最後一個項目為 5G+VR 眼鏡之體驗展示，VR 眼鏡展示影片是可以互動的，只要伸出手就有一個控制面板可以快轉倒轉，甚至可以點選影片中的物件(如圖 11)。最後與 NOKIA 研發中心之團隊及機器人進行合照(如圖 12)



圖 11、使用 VR 眼鏡觀看影片並與影片互動。



圖 12、NOKIA 研發中心團隊合照。

112 年 11 月 1 日：德州米德蘭油田實地參訪

德州之網路系統整合商 iNET 副總 Stanley 開車帶我們前往油田之場域中，由於當地油田有工安疑慮之因素，故只能帶我們至接近油田的地方介紹 iNET 公司建置之整合網路服務，iNET 租用美國電信業者架設之鐵塔建置 LTE 基站(如圖 13) 連接當地油田之 LTE 基站(如圖 14)形成網路，另外還提供美國低軌衛星業者 STARLINK 之備援網路(下載 300Mbps、上傳 30Mbps)提升網路可靠度，LTE 基站之間以光纖網路串接，形成一個德州超大型油田網路，除了在陸地上的油田，也提供海底光纜搭配 LTE 基站的整合網路服務給墨西哥灣上開採油田的業者。目前全美國之油田開採設備有 75%皆租用他們的整合網路服務。

iNET 副總提到油田及天然氣開採業者目前只有跟他們承租網路服務並無申請其他 IOT 服務，但有分享現地目前架設多個雷射光 IOT 裝置搭配 LTE 網路，以 STAR 狀拓樸偵測天然氣及油田開採洩漏之位置，可做為本公司建置 5G 專網來偵測洩漏之參考。



圖 13、當地三大電信業者之鐵塔(高度 400 英尺)



圖 14、油田現地之 LTE 基站

112 年 11 月 2 日：參訪 iNET 公司

iNET 副總 Stanley 向我們展示該公司開發設計的 LTE 移動式基站，可以用來延伸 LTE 訊號，該車輛具有 LTE 基站設備、網路交換器及供電設備(如圖 15)屬於機動式非常態性使用。圖 16 表示鐵塔架設完成之車輛完整樣貌。



圖 15、移動式 LTE 基站(包含 LTE 基站、網路交換器、供電設備)



圖 16、架設移動式 LTE 基站之車輛完整樣貌。

此外 iNET 有與美國低軌衛星業者 StarLink 合作建置車輛使用之低軌衛星天線(如圖 14)可安裝在汽車頂板，當車子處於無 5G 專網或 LTE 專網之訊號且無實體內部網路的位置時，可以透過低軌衛星之無線電網路連線公司內網。



圖 14、可安裝至汽車頂板之低軌衛星天線。



圖 15、與 iNET 公司副總 Stanley 合影。

三、具體成效

1.以 5G 專網為例：

(1) 廠區網路全面覆蓋：

本公司為石化煉製業者，廠區管線交錯複雜，若新建、搬遷、移除廠房新設、遷改線路(網路線、光纖)實屬不易，建置 5G 基站克服佈線問題，且能完全將網路訊號涵蓋整個廠區，利用 5G 高速率傳輸、低延遲、多連接的特性，無論是數量較多的 IOT 設備監控或作業網路資料回傳，皆不會產生延遲。

(2) 工安監控無死角：

由於廠區範圍廣大，無論是維護、生產、檢修等各項工作都有一定的風險，利用機器人巡檢廠區加上廣泛架設無線 CCTV 攝影機(甚至具備太陽能自足供電)監控廠區環境，透過 5G 基站回傳影像或是現場偵測違規行為(未戴安全帽、抽菸、未有許可證)並透過機器人麥克風廣播通知並制止違規行為，以科技手段達成 0 工安的績效目標，創造一個人身安全無虞的智慧工廠。

(3) 即時獲得內網監控數據：

以電信所為例，在機房建置 5G 基站，利用擴增實境技術在機房進行網路查修作業，透過穿戴式裝置獲得網路設備之光功率及其他站點之設備狀態，迅速查修線路，甚至能知道機房內之網路設備型號及每個網路孔使用狀態、用途等。

以工安層面為例，建立 5G 基站搭配氣體偵測、油氣洩漏之 IOT 設備，當發生洩漏時，控制室第一時間能知曉情況，能更快速應付突發情況，以降低工安危害發生的機率。

(4) 遠距協助作業：

當廠區現場施工人員遭遇一些困境需要領班或資深人員協助幫忙時，可以透過穿戴式攝影機及麥克風結合的安全帽，即時回傳當地影像並利用麥克風溝通以排除困難，以利施工作業持續進行。

2.以 5G 專網搭配 ISP(網路服務業者)5G 公網為例：

台灣開放企業建置 5G 專網各大 ISP 業者(中華電信、遠傳、台哥大)針對 5G 公網利用網路切片(Network Slice)技術達成 VPN 的效果，類似 5G 公網中拉一條專線供企業使用。

(1) 儲運體系及管線巡檢：

本公司執行業務性質有蠻多具備移動的特性，如加油站的油槽車、巡檢管線(油管、天然氣管、工業用管線、光纖電信)、管線開挖工程，大多數的業務工作皆非在廠區、場站、辦公室執行，執行業務也屬於較為被動地由現場執勤人員提供相關資訊(目前位置、管線情況等)，若能搭配 ISP 業者之 5G 公網搭配轄區(如供油中心、供氣中心、電信所網管中心)之 5G 專網，自動且即時回傳影像和訊息，一方面現場執勤人員可以更加專注在現場勤務工作，一方面轄區之監控者能第一時間掌握現場執勤狀況，以利後續應付突發情況。

(2) 備援線路提升：

本公司加油站以及部分電信所光纖無法到達之辦公室，目前皆使用中華電信的 VPN 線路進行資訊交換及網路服務，若能在各大加油站及使用中華線路之辦公室建立 5G 基站，配合 ISP 業者 5G 公網形成分流，甚至當作是備援線路使用，以提升本公司網路服務品質及韌性。

四、心得及建議

台灣自 2020 年 6 月 5G 正式開台至今已有三年多的時間，在機場、醫療、港口也有 5G 應用的豐富展現，而本公司身為石化、天然氣的龍頭業者亦積極推動 5G 專網之應用，在管線洩漏偵測、智能化油罐車等智能應用有作出亮眼的成績。然而 5G 專網的無線網路模式有著「無限」的商機及發展，在這次 NOKIA 及 iNET 公司的考察行程中，獲取 5G+AR、5G+VR、5G+CCTV、5G+機器人等不同模式應用，若各項 IOT 設備之間進一步再互相連動，便可使應用更加的廣泛。

本公司廠區幅員廣大，且設備體積(如煙囪、油槽等)相當高大，建議可以將無人機納入 5G 專網應用之考量，本次考察介紹的設備除了機器人以外，都需要人員近端操作 IOT 設備，而無人機在 5G 專網的範圍中皆可以遠端操控，甚至在 5G 專網搭配公網的環境下，也能執行任務。此外，5G 專網的應用幾乎是以廠區為主，故資安是相當重要的一環，需要做好應對 5G 的資安措施，避免駭客入侵造成危害，引發公共問題。因目前台灣在 5G 專網應用上才開始起步，希望未來本公司無論是 IT 資訊人員、網管人員積極參加 5G 相關應用之交流會、展覽，以培養 5G 產業應用之人才並應用於公司，讓公司從各方面提升整體績效。