
**行動化中長距離影像及物理量無線傳輸技
術之整合研究**

**Research of mobile wireless network type
mid to long range physical and motion
transfer monitor device**

執行單位：逢甲大學

執行期間：108 年 02 月 20 日至 108 年 12 月 31 日

計畫主持人：林秉賢 助理教授

行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國 108 年 12 月

（本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本局施政參考）

行動化中長距離影像及物理量無線傳輸技術之 整合研究

摘要

本研究主要透過市面上成熟的傳輸設備，整合低功耗、長距離的無線電，將前端偵測之物理量加上利用低頻率高載量無線電之頻寬擴大技術與影像壓縮技術，使得高品質大頻寬連續影像及各種物理量透過高頻寬的網路通道同步回傳到微型整合器中，最後透過公眾網路(4G 或有線網路)將遠端監測成果進行後台展示與分析。本項設備結合 IOT 傳輸之 LORA 系統與 UHF 無線電整合器，在逢甲大學校園、南投國姓九份二山及南投信義神木村進行室內及室外傳輸測試，最後針對傳輸頻寬及傳輸品質在不同氣候條件下，分別觀測室外於 1、3、7 天(24、72、168 小時)測試成果，觀察整體傳輸品質及電力消耗狀況，最後針對本行動化無線傳輸整合器(PWS)做經濟分析。

關鍵詞：低功耗、無線電傳輸、影像、IOT 傳輸、LORA、行動化

無線傳輸整合器

Research of mobile wireless network type mid to long range physical and motion transfer monitor device

Abstract

This research mainly integrates low-power, long-range radios through mature transmission equipment on the market, adds the physical quantity detected by the front end, and uses the bandwidth expansion technology and image compression technology of low-frequency and high-capacity radio to make high-quality Bandwidth continuous images and various physical quantities are synchronously transmitted back to the micro-integrator through the high-frequency network channel. Finally, the remote monitoring results are displayed and analyzed in the background through the public network (4G or wired network). This equipment combines the LORA system of IOT transmission and the UHF radio integrator to perform indoor and outdoor transmission tests on the campus of Fengjia University, Nantou Guoxing Jiufen Ershan and Nantou Xinyi Shenmu Village. Finally, the transmission bandwidth and transmission quality are Under climatic conditions, observe the outdoor test results for 1, 3, and 7 days (24, 72, and 168 hours), observe the overall transmission quality and power consumption, and finally do an economic analysis of this integrator (PWS).

Keywords: Low power consumption, Radio Transmission, Image, IOT transmission, LORA, PWS

目次

摘要.....	I
Abstract.....	II
目次.....	III
表次.....	IV
圖次.....	VI
第一章 緒論	1-1
第一節 計畫緣由	1-1
第二節 計畫目標	1-2
第三節 計畫交付項目	1-2
第四節 工作步驟	1-3
第五節 計畫甘特圖	1-5
第六節 計畫重要檢核點	1-6
第二章 文獻回顧	2-1
第三章 設備測試試驗	3-1
第一節 試驗規劃	3-1
第二節 測試結果說明	3-4
第四章 現地測試說明	4-1
第五章 模組經濟分析	5-1
第六章 結論與建議	6-1
參考文獻.....	參-1
附錄一 設備型錄	
附錄二 各期審查意見及其處理情形	

表次

表 2-1 有線網路傳輸與行動通訊特性比較.....	2-2
表 2-2 有線網路與無線網路特性比對.....	2-2
表 2-3 2G-5G 使用比較.....	2-3
表 2-4 物聯網主流短距離無線傳輸比較表.....	2-4
表 2-5 物聯網主流短距離無線傳輸比較表.....	2-4
表 2-6 物聯網主流長距離無線傳輸比較表.....	2-5
表 2-7 LPWAN 比較.....	2-5
表 3-1 常見水保監測設備規格與偵測頻率整理.....	3-1
表 3-2 設備傳輸載量測試比較表.....	3-1
表 3-3 逢甲校園測試成果比對.....	3-6
表 3-4 測試照片.....	3-6
表 3-5 九份二山 16_1_A 測試點資料.....	3-11
表 3-6 九份二山 16_2_D 測試點資料.....	3-12
表 3-7 九份二山 16_3_F 測試點資料.....	3-13
表 3-8 九份二山 16_4_G 測試點資料.....	3-13
表 3-9 九份二山 16_5_I 測試點資料.....	3-14
表 3-10 九份二山 17_1_E 測試點資料.....	3-15
表 3-11 九份二山 16_7_K 測試點資料.....	3-15
表 3-12 九份二山 16_8_甲 測試點資料.....	3-16
表 3-13 九份二山 17_乙 測試點資料.....	3-17
表 3-14 九份二山 16、17_丙 測試點資料.....	3-18
表 3-15 九份二山 16_木菇 D 測試點資料.....	3-19
表 3-16 九份二山 16_木菇 C 測試點資料.....	3-19
表 3-17 神木村 17_A 測試點資料.....	3-22

表 3-18 神木村 17_B 測試點資料.....	3-23
表 3-19 神木村 17_C 測試點資料.....	3-24
表 3-20 神木村 17_D 測試點資料.....	3-25
表 3-21 神木村 17_E 測試點資料	3-26
表 3-22 神木村 17_F 測試點資料.....	3-27
表 3-23 神木村 17_G 測試點資料.....	3-28
表 3-24 神木村 17_H 測試點資料	3-29
表 3-25 神木村 17_I 測試點資料.....	3-30
表 3-26 神木村 17_J 測試點資料.....	3-31
表 3-27 神木村 16_2 測試點資料.....	3-32
表 3-28 神木村 16_3 測試點資料	3-33
表 4-1 偵測設備及傳輸設備電力規劃.....	4-2
表 4-2 訊號品質測試成果比較.....	4-3
表 4-3 電力耗損測試成果比較.....	4-4
表 5-1 設備費用概算	5-1

圖次

圖 1-1	研究流程圖	1-3
圖 2-1	無線傳輸載量與傳輸距離關係	2-3
圖 2-2	土石流行動觀測站說明	2-6
圖 2-3	環保局行動觀測車	2-7
圖 2-4	軍方偵蒐測向機動車與干擾機動車	2-8
圖 2-5	環保局專用檢疫站	2-9
圖 2-6	水保局簡易土石流觀測站	2-9
圖 2-7	水保局簡易土石流觀測站(續)	2-10
圖 2-8	微型觀測站	2-11
圖 3-1	整合器外觀	3-3
圖 3-2	傳輸架構(直線)	3-3
圖 3-3	傳輸架構(蜿蜒)	3-4
圖 3-4	逢甲大學校園測試配置圖	3-5
圖 3-5	九份二山無線訊號測試點定位圖	3-10
圖 3-6	神木村無線訊號測試點定位圖及 A 點位置放大圖	3-21
圖 4-1	單體設備銜接架構-----	4-1
圖 4-2	測試規劃架構圖-----	4-2

第一章 緒論

第一節 計畫緣由

台灣地區自1992年花蓮縣銅門村建置國內第一座土石流預警系統，隨著科技的進步，監測設備直到2018年止，全省合計建置23處固定式土石流觀測站，以及4台車載行動式土石流觀測車和3組人力背載式或拖曳式簡易型土石流觀測模組。雖然各式土石流觀測站之建置與發展時間已近20年，各項觀測性能及成效也相當先進，但因受限於觀測站常位於山區偏遠地區，不論是固定式、行動式或簡易型土石流觀測站皆將所有觀測資訊處理、通訊傳輸及電力供應等集中於儀器屋或儀器箱上，而各項觀測設備則多以有線網路或訊號線或短距離無線方式向外延伸觀測，惟因延伸距離畢竟有限，加上有線網路傳輸具限制不易擴大其有效的觀測範圍，尤其是影像觀測結果更是受到傳輸距離之限制；且因存在道路可及、通訊傳輸及電力等問題，也無法深入溪流上游段直接觀測土石流發生的完整過程。

鑑此，為了優化既有行動式及簡易型土石流觀測站觀測資料(含影像)之無線傳輸性能(包括距離、品質、載量及經濟行等)，本研究提出了具體之解決方案，即：

- 1.前端物理量觀測與無線傳輸架構：採用 LPWAN 低功耗長距離(都會區 3-5 公里，空曠區約 5-10 公里)無線傳輸技術作為前端各種物理量之傳輸介面。
- 2.中繼或前端影像觀測與無線傳輸整合裝置：採用低頻率大頻寬及增益較佳天線之無線電傳輸整合技術，發展出低功耗傳輸整合器，除了接收前端各種物理量之觀測資訊外，亦能在非通視環境下整合影

像及物理量進行中長距離(約 3-5 公里)之無線傳輸，藉以延伸可觀測範圍。另，因該整合器電力供應係採行動電力及一般市電，體積小，方便攜帶，且容易架設及拆卸，可以作為多元水砂觀測之應用。

3.後端區域資料匯集站：接收中繼站回傳之影像及各種物理量資訊，通過 4G 無線傳輸方式將所有觀測資訊傳回管理單位。

第二節 計畫目標

本研究主要透過市面上成熟的傳輸設備，將低功耗、長距離的無線電，將前端偵測之物理量(如雨量、水位、傾斜、位移、土壤含水量等)加上利用低頻率高載量無線電之影像壓縮技術，使得高品質影像及各種物理量透過高頻寬的網路通道同步回傳到微型整合器中，最後透過公眾網路(4G 或有線網路)將遠端監測成果進行後台展示與分析。

本解決方案係選擇整合 LPWAN 之低功率無線電，加上中長距離無線傳輸技術，測試不同應用環境的限制與載量，將影像及各種物理量從較遠的距離回傳，不僅突破以往在非通視環境下動態影像傳輸距離上的瓶頸，同時因整合器體積小，耗電低，方便攜帶，且容易架設及拆卸，有助於行動化觀測技術及產品之研發及精進。

第三節 計畫交付項目

透過設備整合、測試、調整與分析完成後，主要產製一套具有物理量及影像能多元整合傳輸之行動化節能觀測設備，一方面可以改善過去僅能在有公眾網路訊號存在下，使用 4G 進行資料單點傳輸的行動化簡易觀測設備，利用低頻 UHF 頻率作高載量雙向影音或相關資訊的傳遞，亦提供可銜接 WiFi 或 LPWAN 設備之低工耗長距離傳輸的設備，可作為日後設備向上游觀測端進行延伸觀測之目標，提高對土砂災害的觸發發生以及其流動過程的物理量觀測。

第四節 工作步驟

本研究主要透過常見的監測設備進行分項整合，將雨量、水位、雙軸傾斜、位移及土壤含水量與影像進行搭配，藉由無線傳輸的方式，將資料做傳輸匯集，並且透過可控制環境與不可控制環境(即現地)兩種測試，以建立本研究解決方案之性能與限制，突破傳統僅能在下游道路可及甚至傳輸僅能單一化的限制，研製一套適合多元監測且多點式無線網絡化傳輸的行動化監測設備，其研究步驟如圖 2-11 所示。茲說明如下：

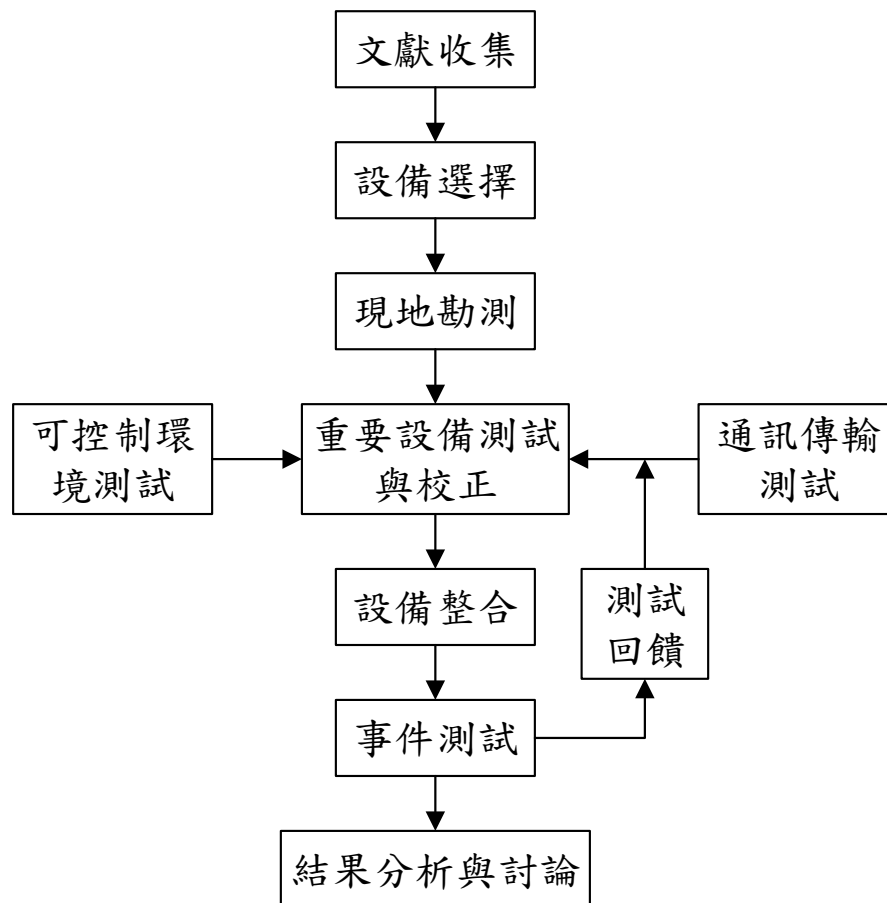


圖 1-1 研究流程圖

本研究主要整合與調教一套市面上具行動能力的觀測設備，透過 LPWAN 及低頻率 VHF 與高頻率 UHF 大載量無線電作測試與前端偵測器的銜接，利用微型電腦的整合運算做資料彙集與轉傳，如

果遇到通訊不良處，則利用長距離無線電，將較佳品質的公眾網路延伸進去觀測區，進行資料傳輸與後台展示。其研究步驟如下：

- 一、 文獻蒐集：本研究主要針對中長距離影像及物理量無線傳輸技術之優缺點及國內各單位在長期監測、固定目標式觀測及行動觀測其使用之傳輸設備限制，包含傳輸功率、能耗、載量進行比較優略分析。
- 二、 設備選擇：本項設計主要藉由設備的精緻化與節電化為設計的主軸，參考國內外常用的防水機箱，以微型處理器將物理量偵測設施以最高不超過三項監控設備做整合，通訊界面分別以搭配 LPWAN 物連網式低功耗遠距傳輸的 LoRaWAN 或其他低頻無線電傳輸器做低載量物理偵測模組之通訊銜接，其機箱內以蓄電池初步供應連續 72 小時之監測使用，其設備以每 10 分鐘為單元進行資料偵測，並做訊號解讀與編碼。另一組傳輸方案，以同樣方法，整合以攝影機為本體，搭配其他兩種物理量之偵測設施，利用 2.4GHz 或 5.8GHz 無線 WIFI 做 802.11b/g 的規範，搭配 UHF 無線傳輸器，分別無線傳輸到資料彙集器，最後透過本彙集器，進行資料訊號與編碼，將影像與整合的物理量，選擇適當頻段進行 UHF 頻段/5.8G/4G LTE 無線電做中長距離的傳輸。
- 三、 通訊測試：本項設計，傳輸部分則分為四大部分，分別為(1) 2.4G/5.8G WIFI (2)LoRaWAN (3)400-600MHz UHF 無線電傳輸及(4)4G 傳輸。測試內容主要以個別在平地與山區環境的傳輸品質與距離作測試，並考量不同天氣類型作測試與分析。
- 四、 可控制環境測試：因設備為多合一的整合，故針對整合於微型處理器後，各項偵測設施的同步資料準確性進行軟硬體測試與

資訊調校。初步參考水土保持局各項設備輸出的標準格式為基礎，並將前端偵測設施，同步進行環境人為變動，包含降雨量的給予、設備的傾斜位移變化，土壤含水量及水位的變動，以及影像與物理量的雙向測試，將資料進行核對分析與彙整。

五、現地勘測：可控制環境測試受到尺度及環境組成限制，無法真實地反映現地狀況。為此，選擇本局既有土石流觀測站作為基礎，初步選定南投縣神木村為背景，於計劃期間，進行集水區環境的踏查。勘測重點包含：

(一)選擇觀測標的，包含坡面、野溪及兼具坡面及野溪者。

(二)蒐集周邊保全對象，選擇適合做影像及物理量通訊的測試區位與電力供應方式。

(三)量測各項觀測標的基本資訊，如高度、深度、正常數值等。

六、事件測試：通過前述各種分析及觀測結果，本研究擬透過講與事件的測試，嘗試於本年汛期期間或於颱風事件前夕，於南投縣神木村進行實際測試，並將觀測成果進行分析，並就既有觀測站的成果做競合分析，以了解本項設計的成效與後續改進之依據。

七、結論與分析與討論：針對整個室內與室外測試成果做比對與修正，並且針對設備觀成效，進行討論分析與設備回饋選擇調整。

第五節 計畫甘特圖

依據工作坊法與工作步驟的說明，提出各項資料彙整與試驗討論與分析的規畫時程甘特圖：

工作項目	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1. 文獻蒐集	■	■	■	■	■						
2. 設備選擇				■	■	■					
3. 通訊測試					■	■	■	■			

工作項目	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
4. 可控制環境測試					■	■	■				
5. 現地勘測			■	■	■						
6. 事件測試							■	■	■	■	
7. 結論與分析與討論									■	■	■
各期報告				期 初			期 中			期 末	成 果

第六節 計畫重要檢核點

- 一、期初採會議方式審查、期中採書面審查、期末以聯合成果發表方式辦理聯合審查。於核定文到20日內、108年8月09日及108年11月15日前分別函送工作執行計畫書、期中(末)報告書10份，俾利辦理審查作業。
- 二、各計畫請於108年12月24日(星期二)前繳交成果報告及會計報告，俾辦理結案作業。
- 三、為提升計畫執行成效，計畫執行期間另將擇期辦理現地查核作業，計畫結束後擇優辦理研討會發表，屆時請配合辦理。

第二章 文獻回顧

本研究主要研發一套整合且具行動能力的觀測設備，透過 LPWAN 及低頻大載量無線電與前端偵測器的銜接，利用微型電腦的整合運算做資料彙集與轉傳，如果遇到通訊不良處，則利用長距離無線電，將較佳品質的公眾網路延伸進去觀測區，進行資料傳輸與後台展示。其研究步驟如下：

一、傳統現地有線觀測

為了獲得更即時的資料，網路的利用自過去的 ADSL 衍伸到電視線、社區網路到現在的光纖網路，如表 2-1 所示。在短短 20 年間，傳輸速度提升，頻寬加大，各種傳輸的特性應用領域皆不同，使得數據得以回傳到行政管理端，以方便做監控與管理。網路的應用，重點在現地資訊的上傳，如何將前端偵測的物理量資訊與影像資訊做資料傳輸，以 ADSL 當初僅有不到 0.6Mbps 的傳輸速度，僅能將單張照片上傳，到後來有了光纖網路才有較佳的上傳速度，以都會地區可達 100Mbps 以上，但是山區若有 20Mbps 的上傳速度，已堪稱極佳，相對地，以單一照片 1080P 就要快 1.5M，若要觀看連續影像，20fps 獲勝至更高的 30-60fps 4K-8K 影像，是根本不可能達成。就資訊安全或穩定度，有線網路的確有其可靠性，如表 2-2 所示。但是，前題是該區要有公眾網路業者佈設，否則對於數據的取得，以水保水利工程與大地工程領域來說，監測環境若無法取得更具觸發的代表性，就顯得較無意義，無法做到防災管理。

表 2-1 有線網路傳輸與行動通訊特性比較

上網類別	光纖	ADSL	電視線	社區網路	行動上網
上網方式	利用光線在光纖內反射來傳送訊號，可以大量傳輸訊號且衰退少，訊號穩定，獨立線路	利用一般的傳統電話線來進行高速上網的技術，獨立線路	利用有線電視傳送節目的Cable同軸纜線來做網路訊號傳輸的工作，多人共享有線電視同軸纜線	網路線路拉到整棟社區，然後拉網路線到社區每戶	使用手機的行動網路分享給家中其他設備
下載/上傳速度	中華電信光世代 6M/2M 20M/5M 60M/20M 100M/40M 100M/100M 300M/100M 500M/250M 1G/600M	中華電信 ADSL 2M/64K 5M/384K 8M/640K	XX寬頻 8M / 1M 15M / 2M 30M / 4M 60M / 5M 120M / 10M 200M/20M 300M/30M	台南XX168 社區網路 不固定	中華電信 不同區域有不同速度 (以吉米使用經驗) 4G : 30~50M/10M~30M 3G : 8 M/2M左右

表 2-2 有線網路與無線網路特性比對

Parameters	Wired	Wireless
Communication Medium	Copper, Fiber etc.	Air
Standard	IEEE 802.3	802.11 family
Mobility and Roaming	Limited	Higher
Security	High	Lower than Wired. Also easy to hack
Speed / Bandwidth	High Speed upto 1 Gbps	Lower speed than Wired Network.
Access to Network	Physical Access Required	Proximity Required
Delay	Low	High
Reliability	High	Lower than Wired
Flexibility to change	Less flexible to changes	More flexible configuration
Working principle	CSMA/CD, operates by detecting the occurrence of a collision.	CSMA/CA, hence reduces possibility of collision by avoiding collision from happening
Interference and Fluctuations vulnerability	Very Less	High
Installation activity	Cumbersome and manpower intensive	Less labor intensive and easy
Installation Time	Takes longer time to perform installation	Very less deployment time
Dedicated / Shared Connection	Dedicated	Shared
Installation Cost	High	Low
Maintenance (Upgrade) cost	High	Low
Related equipment	Router, Switch, Hub	Wireless Router, Access Point
Benefits	- Greater Speed - Higher noise immunity - Highly reliable - Greater Security	- No Hassles of Cable - Best for mobile devices - Greater mobility - Easy installation and management

二、現代無線傳輸監測

行動通訊的應用，自民國 80 年代 2G 時代開始，僅針對語音的傳遞外加簡訊的傳送，至民國 87 年 3G 上網時代可以傳送較高速度的資訊，監測資料就開始以文字資訊做無線的傳遞，至今，4G 時代，通訊頻寬的提高，上傳速率的提升，20Mbps 以上的速率提供流暢的影像上傳，預估 5G 時代的來臨，500Mbps 的速率上傳，可以獲得更高寬寬的網路傳輸，可以銜接更多高畫質清晰的影像，做後端的多元應用，如表 2-3 所示。但是隨著頻寬的變大，無線電的傳輸物理特性讓傳輸距離變短，如圖 2-1。為此，不同需求有採用不同傳輸特性的設備因應而出。

表 2-3 2G-5G 使用比較

	2G	3G	4G	5G
推出時間	1991	1998	2008	預估 2020
可使用頻寬 (上傳/下載)	9.6K/14.4K	64K/2M	50M/100M	預估 500M/1G
多工方式	FDMA/TDMA	FDMA/CDMA	FDMA/OFDM	未定
通道頻寬	200KHz	5MHz	20MHz	未定
附加用途	收發簡訊	收發簡訊 上網瀏覽	收發簡訊 上網瀏覽 觀看 FHD 影片	收發簡訊 上網瀏覽 觀看 4K 影片 整合物聯網

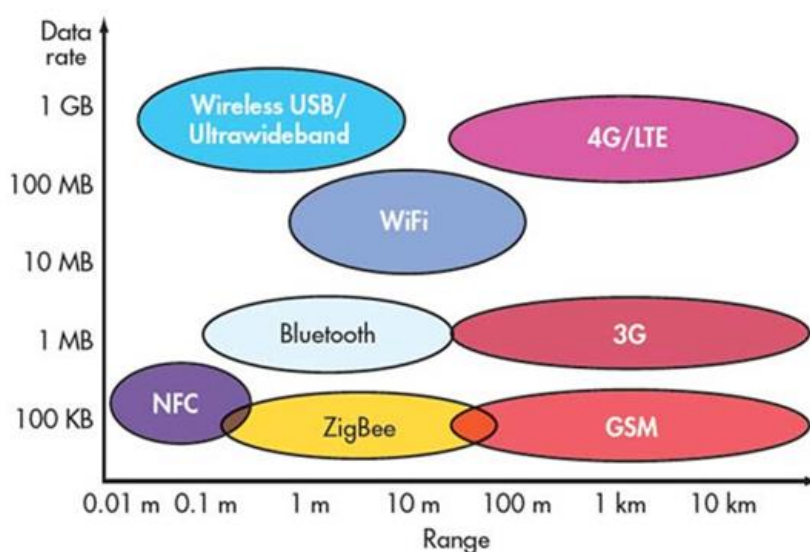


圖 2-1 無線傳輸載量與傳輸距離關係

物聯網的應用一開始以短距離的傳輸為主，如表 2-4 及表 2-5 所示，使用頻率分布很廣，上傳載量很小，僅 200-800kbps，以 RFID、Zigbee 為主，但後來發展出傳輸量較高的 WIFI 及藍芽 4.0，傳輸速度可達 20-50Mbps，但 WIFI 抗干擾與安全都甚低，傳輸距離皆控制在 300m 內，這對於影像等高載量傳輸，影響甚鉅。

表 2-4 物聯網主流短距離無線傳輸比較表

	RFID	Bluetooth	ZigBee
傳輸標準	ISO 18000/EPCglobal	IEEE 802.15.1	IEEE 802.15.4
使用頻率	LF：125或134.2KHz HF：13.56MHz UHF：433或868~956MHz MW：2.45GHz	2.4GHz	2.4GHz、868MHz、915MHz
網路連線方式	P2P	P2P、Star、Ad-hoc	P2P、Star、Mesh、Hybrid
傳輸速度	4~424Kbps	356~723Kbps	250Kbps
最大網路節點數	> 256	9	256
傳輸距離	LF<0.5m、HF<0.5m、UHF<15m、MW<100m	< 10m	< 300m

表 2-5 物聯網主流短距離無線傳輸比較表

	Wi-Fi	Bluetooth 4.0	ZigBee
國際標準	IEEE 802.11	IEEE 802.15.1	IEEE 802.15.4
傳輸距離(公尺)	35(室內)	60	10-75
傳輸速度	11-54Mbps	3-24Mbps	10-250Kbps
頻段(Hz)	2.4G+5G	2.4G	2.4G
網路節點數	32	8	65000
網路架構	Star	Star	Mesh
安全性	低	高	中
功耗	高	低	極低
抗干擾能力	低	高	中

爾後為了使傳輸距離提高，並維持低功耗，進而發展出 LPWAN 的設備，如 NBIOT，LORA、HALOW，SIGFOX 等，如表 6 及表 7 所示。表中顯示，最高傳輸距離可達 10-20km 不等，但是傳輸的傳輸速度皆不高，不超過 100Kbps，傳輸很小載量之物理數據。

表 2-6 物聯網主流長距離無線傳輸比較表

技術協定	主要推動者	成立	目前 佈建國家	基站 連接數目	使用頻段	傳輸距離	傳輸速度	技術範疇	產業生態系
SIGFOX Company	Sigfox	2009	17	100萬個	ISM Band Sub-1GHz	市區：10KM 郊區：50KM	100bps	終端設備至 前端應用	已發展
LoRaWAN Alliance	IBM/Cisco	2015	12	25萬個	ISM Band Sub-1GHz	市區：3~5KM 郊區：15KM	300bps~50kbps	通訊協定	已發展
Weightless SIG	ARM/neul	2015	3	100萬個	ISM Band Sub-1GHz	5KM+(-N) 2KM+(-P)	300bps~100kbps(-N) 100kbps(-P)	通訊協定	尚未發展
RPMA Company	Ingenu	2008	25	20萬個	2.4GHz	4KM	8bps~8kbps	通訊協定及 硬體規格	已發展
HaLow Alliance	IEEE	2013	NA	~1萬個	ISM Band Sub-1GHz	1KM	>100kbps	通訊協定	尚未發展
NB-IoT Alliance	3GPP	2016	NA	10萬個	GSM or LTE Band	20KM	~50kbps	通訊協定	尚未發展

表 2-7 LPWAN 比較

COMPARING LPWAN TECHNOLOGIES					
Technology	Frequency	Data rate (max)	Range	Power	Cost
2G/3G	Cellular bands	~10 Mb/s	Several km	High	High
Ingenu	2.4 GHz	624 kb/s	Many km	Low	Medium
LoRa	915 MHz	<50 kb/s	15 km	Low	Low
LTE-M	Cellular bands	1 Mb/s	Several km	Medium	High
NB-IoT	Cellular bands	250 kb/s	Several km	Medium	High
SigFox	<1 GHz	100-1000 b/s	Several km	Low	Medium
Symphony	915 MHz	<50 kb/s	Up to 10 km	Low	Medium
Weightless	<1 GHz	0.1-24 Mb/s	Several km	Low	Low
Wi-Fi (11af/ah)	<1 GHz	0.1-1 Mb/s	Several km	Medium	Low

三、各單位行動觀測車

(一)水土保持局

水保局行動式土石流觀測站（土石流獵人，如圖 2 為過去幾代設備）架設以需要且機動為主，包含觀測儀器、展示系統、電力系統、通訊系統及資訊系統五大部分。說明如下：

- 1.觀測系統：架設儀器包含雨量計、攝影機等。
- 2.展示系統：透過網際網路，結合土石流防災應變系統，提供各級單位現場即時資訊。

- 3.電力系統：維持自主營運的電力系統包含發電機（付掛100公升油箱）、不斷電系統、電池組等。
- 4.通訊系統：採用C頻衛星通訊傳輸，設備包含衛星天線、室內接收器及室外接受器等。
- 5.資訊系統：設備包括工業電腦、影像伺服器、集線器、遠端控制電源開關、矩陣解碼器等。
- 6.優點缺點:優點在於行動化的多元傳輸(4G/衛星)，缺點在於耗電以及體積龐大費，造價與維護費甚高。



圖 2-2 土石流行動觀測站說明

(二)環境保護局

環保局監測車主要針對非接觸性質之環境監測，包含各揮發性有機物濃度、PM2.5、PM10、風速、風向、溫度及濕度等，其電力系統包含發電機，蓄電池，內有作業電腦系統，傳輸介面以 4G 為主，除了環保署有以外，各縣市環保局亦有各種大小的行動監測車，也有可固定式貨櫃，如圖 2-3 所示。優點在於行動化多元化偵測及整合傳輸，缺點在於設備複雜、耗電且整體設備笨重龐大。



圖 2-3 環保局行動觀測車

(三)其他單位

軍方為了一般情蒐與作戰演習使用，設置相關情收與偵查行動設備，如圖 2-4 為偵蒐測向機動車與干擾機動車，偵蒐測向機動車與干擾機動車可偵測通信頻段無線電波信號，支援電子戰攻防任務為，藉由掌握戰場上通信電子設施與活動狀態，提供我方先期預警，及支援監偵識別、指管決策、作戰行動、效益評估等各項電子戰作為。具有分析、比對、辨識、記錄、儲存多種通信發射源參數，並能精確測向等功能。

機動雷達車是國人自製的長距離通訊連網裝備，除具有快速反應及靈活應變的能力外，其所配備的高效能雷達系統，可遂行遠距離搜索，早期偵獲敵軍船艦，有利我軍及早運用海、空兵力，達成制海目標。

上述兩種車，除了本身具有汽油或柴油發電系統外，資料傳輸以無線電及衛星等私有專用頻道之無線通訊。



圖 2-4 軍方偵蒐測向機動車與干擾機動車

(四)簡易行動觀測:

一般市面上最常見的簡易行動觀測站為單一的環保專用觀測站，其底部多為測量專用三腳架作為固定，掛有一個訊號資料儲存器及小電池，偵測資料則透過 3G/4G 做傳輸，適用地點以都會地區，通訊良好之區域，如圖 2-5 所示。

圖 2-6 及圖 2-7 則為行動背負式簡易觀測站，包含雨量觀測、土壤含水量及三軸地聲觀測儀，電力包含折疊式太陽能板與蓄電池，傳輸則以 3G/4G 為主，但受限於電力跟傳輸品質影響，甚多資訊以現地傳輸為主，載到通訊穩定區域作補傳。



圖 2-5 環保局專用檢疫站



圖 2-6 水保局簡易土石流觀測站



災害應變期間機動化布署擴大土石流監測範圍

▶ 依照土石流監測任務需求，提供不同功能性儀器配置，並結合固定式及行動式觀測站完善土石流觀測網絡

▶ 特色：

1. 無線傳輸：觀測資料即時傳送至災害應變中心
2. 依觀測任務需求改裝：研發支援長期觀測及輕量化之簡易站

圖 2-7 水保局簡易土石流觀測站(續)

(五)微型觀測器：

微型觀測器多為固定式，可銜接一般市電或銜接太陽能及蓄電池進行設備供電，多半設備以長期氣象觀測、水情觀測或汙水、噪音及空氣汙染偵測為主，如圖 2-8 所示。多半觀測紀錄設備都放置於防水機箱內，並搭配簡易的鋸桿做支撐，用地少，抗風性高，有時會搭配一些 LED 展示面板做即時觀測展示，亦有部分搭有攝影機做即時監控，其傳輸介面多以有線網路或 3G/4G。



圖 2-8 微型觀測站

第三章 設備測試試驗

第一節 試驗規劃

影響行動監測設施的設備是否好用，關鍵在所能整合設備的種類多寡與設備的經濟性與可靠性。針對所選擇的偵測設備與傳輸設備，可以透過瞭解其整合傳輸的載量、整合傳輸的距離以及傳輸的穩定性做測試，其規劃如下：

一、傳輸的載量

考量水土保持監測常用設備的特性，整理如下表 3-1，並透過微型電腦的計算整合，了解各設備偵測數據整合的最大檔案大小以及壓縮後的量體，接著透過無線電設備的頻寬調整，可做 3-4 種不同載量的傳輸以及傳輸速率的偵測與完整性監控，製作表 3-2 之測試分析。

表 3-1 常見水保監測設備規格與偵測頻率整理

種類	規格限制	偵測頻率
雨量計	1mm精度	至少10分鐘一筆
水位計	以非接觸式水位計為主其觀測距離可達10m，惟若環境限制，則考量採用接觸式水位計。	至少10分鐘一筆
土壤含水量計	1% RO	至少10分鐘一筆
傾斜計	0-15度，精度0.1度	至少10分鐘一筆
位移計	0-2m，精度0.5	至少10分鐘一筆
攝影機	具有至少25m夜視紅外線功能	靜態影響720P，動態連續影響至少15fps以上

表 3-2 設備傳輸載量測試比較表

種類	載量	傳輸速率/傳輸時間
物理量	4種載量	XXX bps/ YY sec
影像	靜態影像3種尺寸(640P、720P、1080P)、3種數量(1支、3支、5支) 動態影像3種尺寸(15fps、20fps、30fps)、3種數量(1支、2支、3支)	XXX bps/ YY sec

二、傳輸的距離

針對上述組合，在調整天線增益大小(3種為限)，找出 line on site 直線路段及 line off site 非通視環境的測試成果，距離變異條件亦以 3 種為限，找出傳輸最佳方案。並藉由設置區位的差異，進行水平打水平(有阻隔跟無阻隔)，低打高(較違反物理特性，但是多數針對峽谷低位階觀測但無良好工種網路環境下，藉由高處基地台作中繼轉傳)以及高打低(類似現在手機基地台特性)作雙向通訊測試。

三、傳輸穩定性

針對上述變異條件，選擇不同測試環境，在有降雨或樹木較多之區域進行資料的傳送，了解其傳輸的穩定性，並且針對行動中的傳輸做偵測，了解銜接設備的傳輸效能。

四、整體分析

根據現地測試成果，除了針對物理量與影像設備傳輸效能做傳輸載量、傳輸速度以及傳輸距離的變異分析外，亦透過經費的分析、電力分析做討論。

五、設備外觀

主要包含電力銜接、無線電天線銜接與 4G 網卡及天線的銜接，並能做到設備防水，且能進行微運算，如圖 3-1。



圖3-1 整合器外觀

六、傳輸架構

整體架構區分為兩個階段設備，如圖 3-2 及圖 3-3 所示，先針對設備的能耐作一對一的測試(TX-RX)，主要針對測試距離、測試障礙以及測試環境的改變作調整，接著再針對測試場所的高低作改變，最後再針對測試的載量，包含頻寬的調整、天線的調整已達最佳化配置。

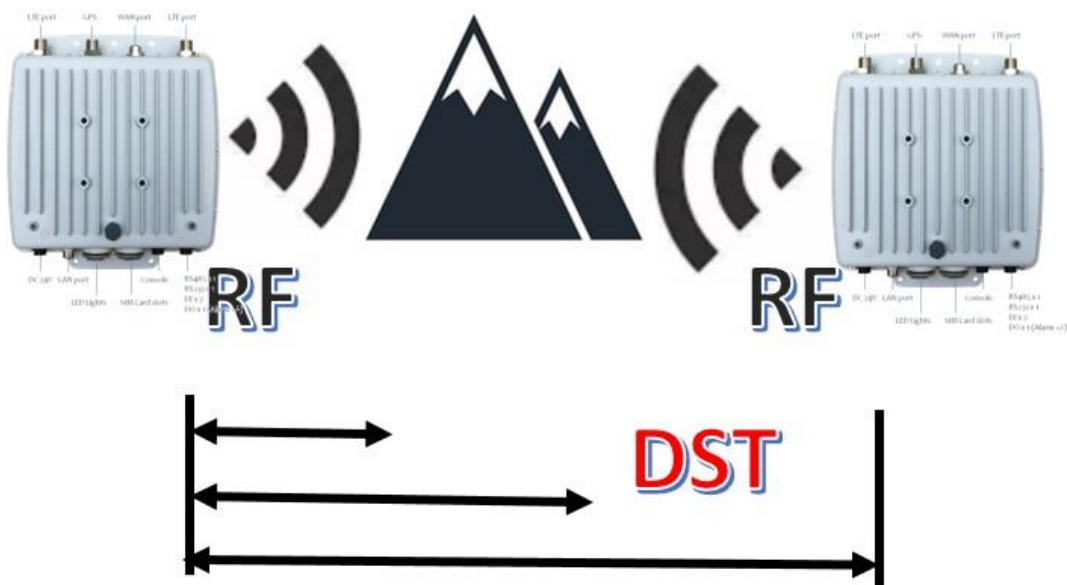


圖 3-2 傳輸測試架構(直線)

(一)逢甲大學校園測試

1.測試環境地圖

依據基站設置位置，進行室內及室外測試，放置地點包含試驗室內部以及試驗室外房屋角落，周邊遮蔽樹木甚多，針對不同教學大樓阻隔條件下，無線電通續的成效比對，如圖 3-4 所示。



圖 3-4 逢甲大學校園測試配置圖

2.測試成果

針對非通視的情況，以水平對打的方式進行設備測試，考量不同功率條件、頻寬條件以及天線條件進行測試，其

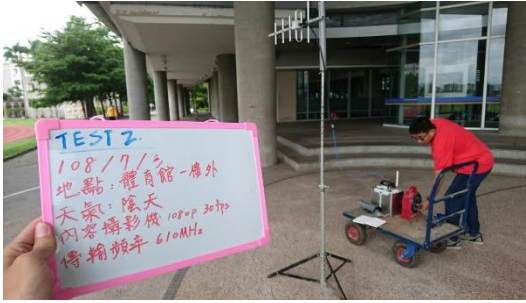
成果如下表 3-3 所示。

表 3-3 逢甲校園測試成果比對

基站位置	攝影機位置 1080P	RSSI TX	TX RATE (Mbps)	RSSI RX	RX RATE (Mbps)
B0 實驗室中央走廊	T1	-81	9.10	-74	13.62
	T2	-94	2.83	-96	3.46
	T3	-82	9.07	-79	12.86
	T4	-	-	-	-
	T5	-	-	-	-
	T6	-76	12.57	-79	12.15
B1 室外角落	T1	-77	12.36	-79	13.02
	T2	-88	7.23	-90	8.34
	T3	-65	22.75	-58	22.77
	T4	-79	11.96	-82	12.55
	T5	-73	11.59	-71	13.87
	T6	-69	12.05	-72	13.64

表 3-4 測試照片

	
T6 測試點	T4 測試點
	
T3 測試點(1)	T3 測試點(2)

	
T1 測試點(1)	T2 測試點(1)
	
T1 測試點(2)	T4 測試點
	
T3 測試點(2)	T3 測試點(3)
	
T5 測試點(1)	T5 測試點(2)



室內基站 B1

根據上述測試成果，當基站放在室內時，因為通訊較差，在多重阻隔的影響，T4 及 T5 無訊號，其他皆有 10-13Mbps 的頻寬可以用，通訊品質在發射端與接收端都有不錯的表現，在銜接 1 路 1080P 30FPS 影像條件下，還有如此大的頻寬作至少 3-4 路影像的銜接。相對的，擺在室外時，因通訊較好，但仍受周邊樹木與植物影響，無線電波透過反射與繞射，進行資料傳輸。

(二)九份二山測試

1.測試環境地圖

此次無線訊號測試起始至九份二山石門觀景平台，結束至木菇 C 點，由下圖測試點定位圖可大致看出行經路線，中間經兩座堰塞湖。測試點定位，透過「台灣大地羅盤」及「台灣大地座標轉換」手機程式取得各測點之 TWD97 二度分帶座標資料，分別將座標資料輸入於網站

「成功大學水工所大地座標轉換測試程式」中，轉換後得 TWD97 經緯度座標值，即可將其輸入至「google earth」得當時各測試點於地圖上的正確位置。本項測試，主要以低打高的方式將基站放置在現有觀測站方及國姓南港國小，傳輸距離直線達 3-4KM 以上。

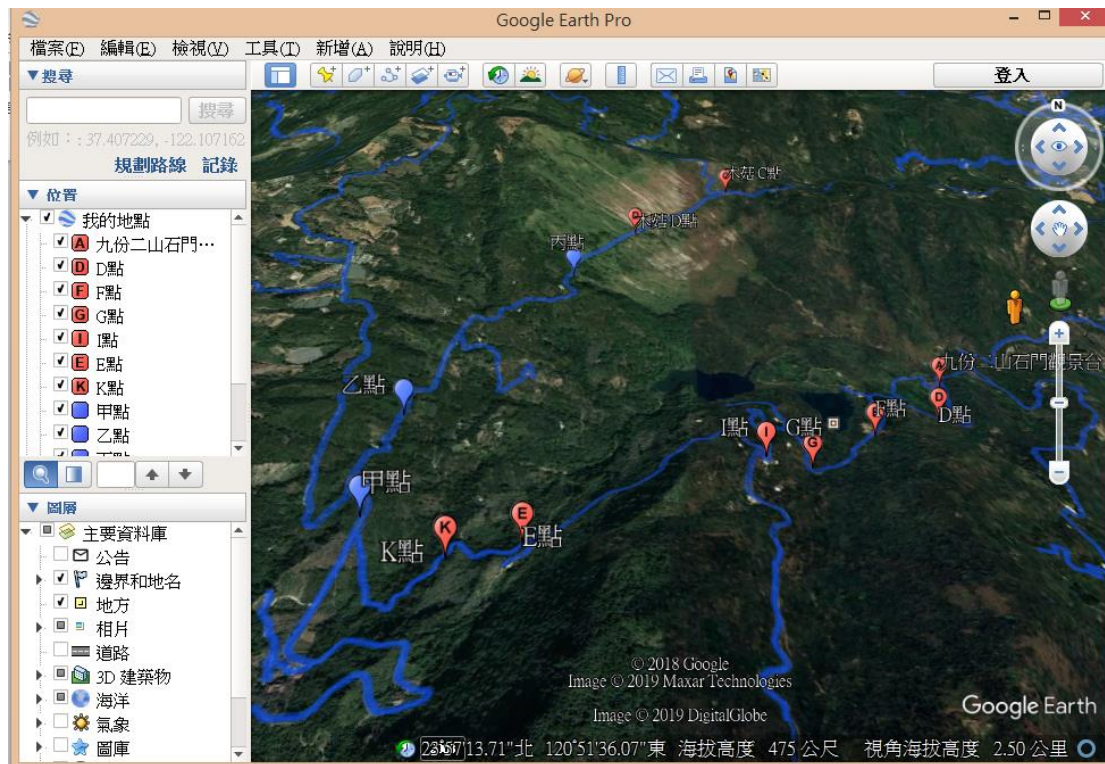




圖 3-5 九份二山無線訊號測試點定位圖

2.各測點訊號資訊及現地照片

此報告均以表格方式呈現所有觀測資料，包含傳輸頻率、TWD97 二度分帶座標值、內容攝影機設定及照片、周邊環境照片以及接收訊號(L RSSI、R RSSI)值，然而，過程中因通訊設備於深山較無法正常運作，有些資料較不

完整，只以部分代表之。

表 3-5 九份二山 16_1_A 測試點資料

2019/07/04 九份二山(A 點) 傳輸頻率 610MHz																			
X:0235249	Y:2649415																		
Wireless 1 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 610.500MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>RX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:8b</td><td>192.168.168.16</td><td>-77</td><td>-81</td><td>9.10Mbps</td><td>13.65Mbps</td><td>SS 16QAM 1/2</td><td>SS 16QAM 3/4</td></tr></tbody></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:8b	192.168.168.16	-77	-81	9.10Mbps	13.65Mbps	SS 16QAM 1/2	SS 16QAM 3/4
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation											
1	00:1b:5c:00:2f:8b	192.168.168.16	-77	-81	9.10Mbps	13.65Mbps	SS 16QAM 1/2	SS 16QAM 3/4											
內容攝影機 720p 10fps	內容攝影機 720p 30fps																		
																			
內容攝影機 1080p 10fps	周邊環境																		
																			

表 3-6 九份二山 16_2_D 測試點資料

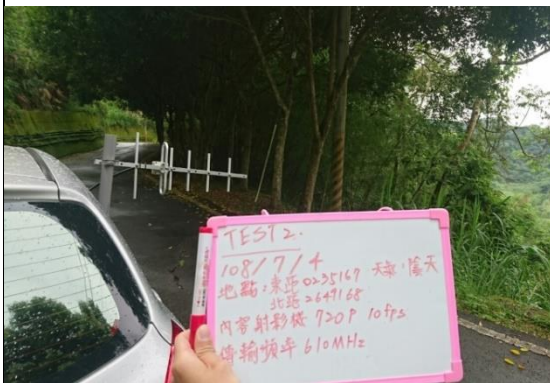
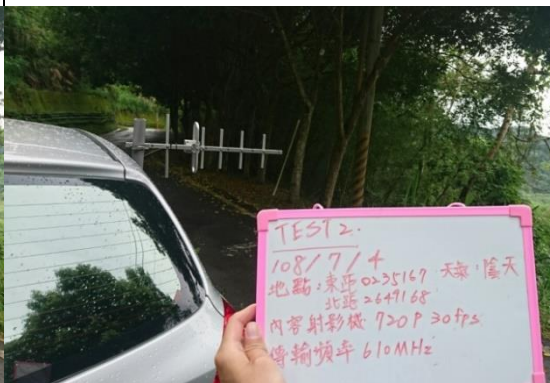
2019/07/04 九份二山(D點) 傳輸頻率 610MHz																			
X:0235167	Y:2649168																		
Wireless 1 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 610.500MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>RX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:8b</td><td>192.168.168.16</td><td>-71</td><td>-68</td><td>18.20Mbps</td><td>22.75Mbps</td><td>SS 64QAM 2/3</td><td>SS 64QAM 5/6</td></tr></tbody></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:8b	192.168.168.16	-71	-68	18.20Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 2/3	SS 64QAM 5/6
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation											
1	00:1b:5c:00:2f:8b	192.168.168.16	-71	-68	18.20Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 2/3	SS 64QAM 5/6											
內容攝影機 720p 10fps	內容攝影機 720p 30fps																		
																			
內容攝影機 1080p 10fps	內容攝影機 1080p 30fps																		
																			
傳輸點貫穿樹木	周邊環境植生茂密																		
																			
無線電傳輸靠周邊缺口找出路	上邊坡植生茂密																		

表 3-7 九份二山 16_3_F 測試點資料

2019/07/04 九份二山(F點) 傳輸頻率 610MHz																			
X:0234905	Y:2649065																		
Wireless 1 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 610.500MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>RX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:8b</td><td>192.168.168.16</td><td>-101</td><td></td><td>0Kbps</td><td>0Kbps</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:8b	192.168.168.16	-101		0Kbps	0Kbps		
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation											
1	00:1b:5c:00:2f:8b	192.168.168.16	-101		0Kbps	0Kbps													
內容攝影機 720p 10fps	周邊環境																		
																			

表 3-8 九份二山 16_4_G 測試點資料

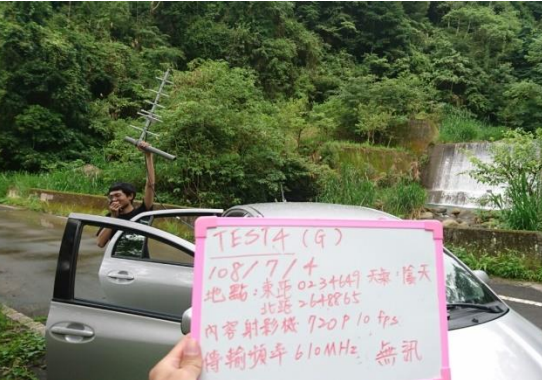
2019/07/04 九份二山(G點) 傳輸頻率 610MHz										
X:0234649	Y:2648865									
Wireless 1 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 610.500MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 0 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>RX Modulation</th></tr></thead><tbody></tbody></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation		
內容攝影機 720p 10fps	周邊環境植生茂密									
										

表 3-9 九份二山 16_5_I 測試點資料

2019/07/04 九份二山(I 點) 傳輸頻率 610MHz																			
X:0234492	Y:2648894																		
Wireless 1 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 610.500MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>RX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:8b</td><td></td><td>-101</td><td></td><td>0Kbps</td><td>0Kbps</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:8b		-101		0Kbps	0Kbps		
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation											
1	00:1b:5c:00:2f:8b		-101		0Kbps	0Kbps													
內容攝影機 720p 10fps	內容攝影機 720p 30fps																		
內容攝影機 1080p 10fps	內容攝影機 1080p 30fps																		
周邊環境	周邊環境																		

表 3-10 九份二山 17_1_E 測試點資料

2019/07/04 九份二山(E 點) 傳輸頻率 610MHz										
X:0233756	Y:2648508									
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 0 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>Tx Rate</th><th>Rx Rate</th><th>Tx Modulation</th><th>Rx Modulation</th></tr></thead></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	Tx Rate	Rx Rate	Tx Modulation	Rx Modulation
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	Tx Rate	Rx Rate	Tx Modulation	Rx Modulation		
內容攝影機 720p 10fps	周邊環境									
										

表 3-11 九份二山 16_7_K 測試點資料

2019/07/04 九份二山(K 點) 傳輸頻率 610MHz										
X:0233561	Y:2648439									
Wireless 1 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 610.500MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 0 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>Tx Rate</th><th>Rx Rate</th><th>Tx Modulation</th><th>Rx Modulation</th></tr></thead></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	Tx Rate	Rx Rate	Tx Modulation	Rx Modulation
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	Tx Rate	Rx Rate	Tx Modulation	Rx Modulation		
內容攝影機 720p 30fps	內容攝影機 1080p 10fps									
										

表 3-12 九份二山 16_8_甲 測試點資料

2019/07/04 九份二山(甲點) 傳輸頻率 610MHz																			
X:0233309	Y:2648556																		
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>RX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-101</td><td>0/0</td><td>4.55Mbps</td><td>0Kbps</td><td>SS QPSK 1/2</td><td></td></tr></tbody></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-101	0/0	4.55Mbps	0Kbps	SS QPSK 1/2	
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation											
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-101	0/0	4.55Mbps	0Kbps	SS QPSK 1/2												
內容攝影機 720p 10fps	內容攝影機 720p 30fps																		
內容攝影機 1080p 10fps	內容攝影機 1080p 30fps																		

表 3-13 九份二山 17_乙 測試點資料

2019/07/04 九份二山(乙點) 傳輸頻率 610MHz																			
X:0233328	Y:2648972																		
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>RX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-101</td><td>0 / 0</td><td>4.55Mbps</td><td>0Kbps</td><td>SS QPSK 1/2</td><td></td></tr></tbody></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-101	0 / 0	4.55Mbps	0Kbps	SS QPSK 1/2	
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation											
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-101	0 / 0	4.55Mbps	0Kbps	SS QPSK 1/2												
內容攝影機 720p 10fps	內容攝影機 720p 30fps																		
																			
周邊環境	周邊環境																		
																			

表 3-14 九份二山 16、17_丙測試點資料

2019/07/04 九份二山(丙點) 傳輸頻率 610MHz																			
X:0233796	Y:2649837																		
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>RX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-101</td><td>0 / 0</td><td>4.55Mbps</td><td>0Kbps</td><td>SS QPSK 1/2</td><td></td></tr></tbody></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-101	0 / 0	4.55Mbps	0Kbps	SS QPSK 1/2	
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation											
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-101	0 / 0	4.55Mbps	0Kbps	SS QPSK 1/2												
內容攝影機 720p 10fps	內容攝影機 720p 30fps																		
																			
內容攝影機 1080p 10fps	內容攝影機 1080p 30fps																		
																			
周邊環境	周邊環境																		
																			

表 3-15 九份二山 16_木菇 D 測試點資料

2019/07/04 九份二山(木菇 D 點) 傳輸頻率 610MHz										
X:0234038	Y:2650214									
Wireless 1 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 610.500MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 0 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>RX Modulation</th></tr></thead><tbody></tbody></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation		
內容攝影機 1080p 10fps	周邊環境									
										

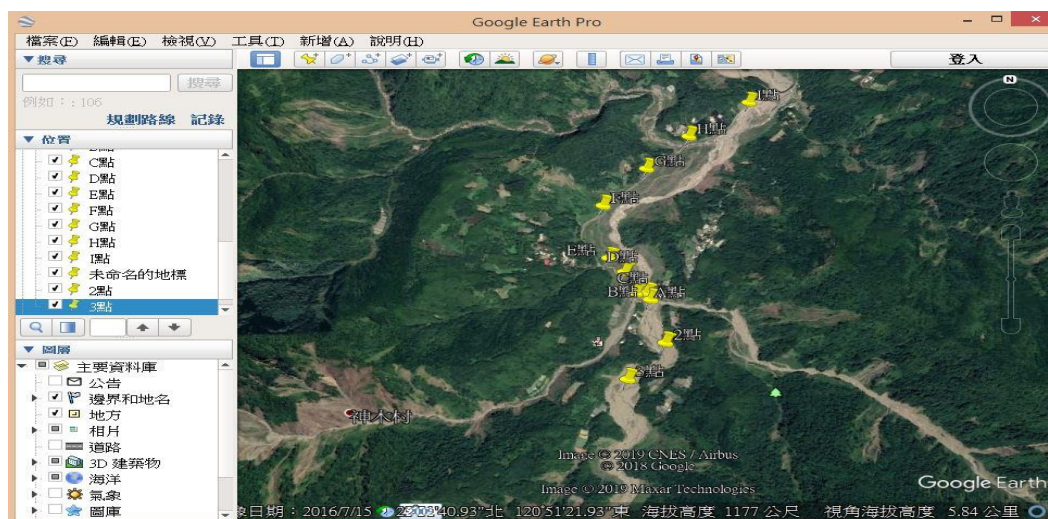
表 3-16 九份二山 16_木菇 C 測試點資料

2019/07/04 九份二山(木菇 C 點) 傳輸頻率 610MHz																			
X:0234472	Y:2650628																		
Wireless 1 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 610.500MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>RX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:8b</td><td>192.168.168.16</td><td>-79</td><td>-79</td><td>13.65Mbps</td><td>18.20Mbps</td><td>SS 16QAM 3/4</td><td>SS 64QAM 2/3</td></tr></tbody></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:8b	192.168.168.16	-79	-79	13.65Mbps	18.20Mbps	SS 16QAM 3/4	SS 64QAM 2/3
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation											
1	00:1b:5c:00:2f:8b	192.168.168.16	-79	-79	13.65Mbps	18.20Mbps	SS 16QAM 3/4	SS 64QAM 2/3											
內容攝影機 1080p 10fps	周邊環境																		
																			

(三)神木村測試

1.測試點地圖

神木村無線訊號測試是由 A 點為起始，南北不同方向出發測試，往北為英文排序，往南則為阿拉伯數字。測試點定位，透過「台灣大地羅盤」及「台灣大地座標轉換」手機程式取得各測點之 TWD97 二度分帶座標資料，分別將座標資料輸入於網站「成功大學水工所大地座標轉換測試程式」中，轉換後得 TWD97 經緯度座標值，即可將其輸入至「google earth」得當時各測試點於地圖上的正確位置。



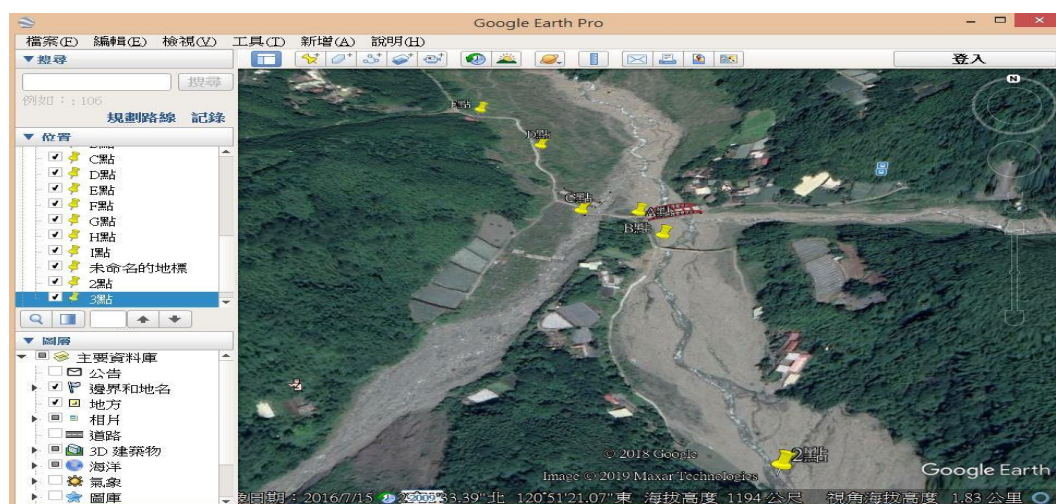


圖 3-6 神木村無線訊號測試點定位圖及 A 點位置放大圖

2.各測點訊號資訊及現地照片

本處訊號測試以河谷打河谷水平的方式，但是因為楚河谷蜿蜒帶，因此通訊受周邊地形以及植生影響較大。

表 3-17 神木村 17_A 測試點資料

2019/07/05 神木村(A 點) 傳輸頻率 610MHz																																					
X:0235266	Y:2602693																																				
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>M</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-52</td><td>-43</td><td>22.75Mbps</td><td>22.75Mbps</td><td>SS 64QAM 5/6</td><td>SS 6</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	M	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-52	-43	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 6	Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>M</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-69</td><td>-53</td><td>20.48Mbps</td><td>22.75Mbps</td><td>SS 64QAM 3/4</td><td>SS 6</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	M	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-69	-53	20.48Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 3/4	SS 6
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	M																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-52	-43	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 6																													
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	M																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-69	-53	20.48Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 3/4	SS 6																													
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>M</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-54</td><td>-62</td><td>22.75Mbps</td><td>22.75Mbps</td><td>SS 64QAM 5/6</td><td>SS 6</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	M	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-54	-62	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 6	Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>M</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-47</td><td>-44</td><td>22.75Mbps</td><td>22.75Mbps</td><td>SS 64QAM 5/6</td><td>SS 6</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	M	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-47	-44	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 6
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	M																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-54	-62	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 6																													
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	M																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-47	-44	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 6																													
內容攝影機 720p 10fps	內容攝影機 720p 30fps																																				
內容攝影機 1080p 10fps	內容攝影機 1080p 30fps																																				

表 3-18 神木村 17_B 測試點資料

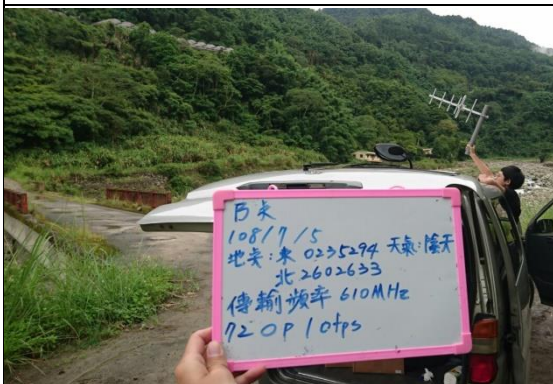
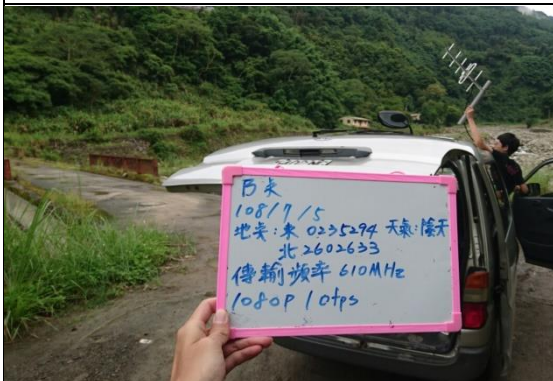
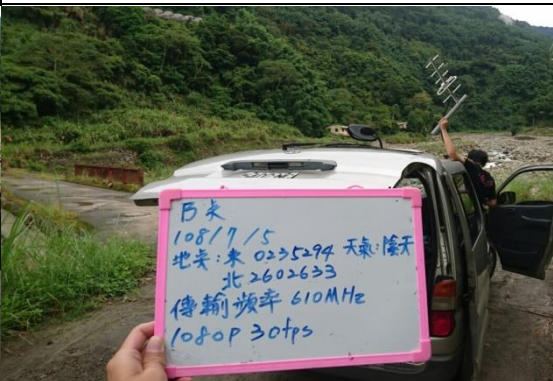
2019/07/05 神木村(B 點) 傳輸頻率 610MHz																																					
X:0235294	Y:2602633																																				
Wireless 2 Pause<< Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-57</td><td>-35</td><td>22.75Mbps</td><td>22.75Mbps</td><td>SS 64QAM 5/6</td><td>SS 64</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-57	-35	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 64	Wireless 2 Pause<< Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-61</td><td>-56</td><td>22.75Mbps</td><td>22.75Mbps</td><td>SS 64QAM 5/6</td><td>SS 64</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-61	-56	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 64
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-57	-35	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 64																													
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-61	-56	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 64																													
Wireless 2 Pause<< Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-68</td><td>-45</td><td>22.75Mbps</td><td>22.75Mbps</td><td>SS 64QAM 5/6</td><td>SS 64</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-68	-45	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 64	Wireless 2 Pause<< Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-37</td><td>-48</td><td>22.75Mbps</td><td>22.75Mbps</td><td>SS 64QAM 5/6</td><td>SS 64</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-37	-48	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 64
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-68	-45	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 64																													
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-37	-48	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 64																													
內容攝影機 720p 10fps	內容攝影機 720p 30fps																																				
																																					
內容攝影機 1080p 10fps	內容攝影機 1080p 30fps																																				
																																					
周邊環境	周邊環境																																				
																																					

表 3-19 神木村 17_C 測試點資料

2019/07/05 神木村(C 點) 傳輸頻率 610MHz																																	
X:0235195	Y:2602694																																
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-63</td><td>-48</td><td>22.75Mbps</td><td>22.75Mbps</td><td>SS 64QAM 5/6 S</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-63	-48	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6 S	Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-62</td><td>-61</td><td>22.75Mbps</td><td>22.75Mbps</td><td>SS 64QAM 5/6</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-62	-61	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation																										
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-63	-48	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6 S																										
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation																										
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-62	-61	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6																										
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-58</td><td>-52</td><td>22.75Mbps</td><td>22.75Mbps</td><td>SS 64QAM 5/6 S</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-58	-52	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6 S	Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-45</td><td>-44</td><td>22.75Mbps</td><td>22.75Mbps</td><td>SS 64QAM 5/6</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-45	-44	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation																										
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-58	-52	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6 S																										
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation																										
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-45	-44	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6																										
內容攝影機 1080p 10fps	內容攝影機 1080p 30fps																																

表 3-20 神木村 17_D 測試點資料

2019/07/05 神木村(D 點) 傳輸頻率 610MHz																																	
X:0235130	Y:2602895																																
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-68</td><td>-66</td><td>13.65Mbps</td><td>13.65Mbps</td><td>SS 16QAM 3/4</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-68	-66	13.65Mbps	13.65Mbps	SS 16QAM 3/4	Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-74</td><td>-78</td><td>4.55Mbps</td><td>4.55Mbps</td><td>SS QPSK 1/2</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-74	-78	4.55Mbps	4.55Mbps	SS QPSK 1/2
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation																										
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-68	-66	13.65Mbps	13.65Mbps	SS 16QAM 3/4																										
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation																										
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-74	-78	4.55Mbps	4.55Mbps	SS QPSK 1/2																										
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-71</td><td>-79</td><td>9.10Mbps</td><td>9.10Mbps</td><td>SS 16QAM 1/2</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-71	-79	9.10Mbps	9.10Mbps	SS 16QAM 1/2	Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-73</td><td>-80</td><td>9.10Mbps</td><td>6.83Mbps</td><td>SS 16QAM 1/2</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-73	-80	9.10Mbps	6.83Mbps	SS 16QAM 1/2
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation																										
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-71	-79	9.10Mbps	9.10Mbps	SS 16QAM 1/2																										
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation																										
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-73	-80	9.10Mbps	6.83Mbps	SS 16QAM 1/2																										
內容攝影機 720p 10fps	內容攝影機 720p 30fps																																
																																	
內容攝影機 1080p 10fps	內容攝影機 1080p 30fps																																
																																	
周邊環境	周邊環境																																

表 3-21 神木村 17_E 測試點資料

2019/07/05 神木村(E點) 傳輸頻率 610MHz																																					
X:0235029	Y:2603028																																				
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-85</td><td>-86</td><td>4.55Mbps</td><td>2.28Mbps</td><td>SS QPSK 1/2</td><td>SS E</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-85	-86	4.55Mbps	2.28Mbps	SS QPSK 1/2	SS E	Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>M</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-84</td><td>-83</td><td>2.28Mbps</td><td>2.28Mbps</td><td>SS BPSK 1/2</td><td>SS</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	M	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-84	-83	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-85	-86	4.55Mbps	2.28Mbps	SS QPSK 1/2	SS E																													
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	M																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-84	-83	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS																													
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-83</td><td>-85</td><td>4.55Mbps</td><td>4.55Mbps</td><td>SS QPSK 1/2</td><td>SS OF</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-83	-85	4.55Mbps	4.55Mbps	SS QPSK 1/2	SS OF	Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mo</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-83</td><td>-82</td><td>6.83Mbps</td><td>4.55Mbps</td><td>SS QPSK 3/4</td><td>SS</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mo	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-83	-82	6.83Mbps	4.55Mbps	SS QPSK 3/4	SS
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-83	-85	4.55Mbps	4.55Mbps	SS QPSK 1/2	SS OF																													
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mo																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-83	-82	6.83Mbps	4.55Mbps	SS QPSK 3/4	SS																													
內容攝影機 720p 10fps	內容攝影機 720p 30fps																																				
內容攝影機 1080p 10fps	內容攝影機 1080p 30fps																																				
周邊環境	周邊環境																																				

表 3-22 神木村 17_F 測試點資料

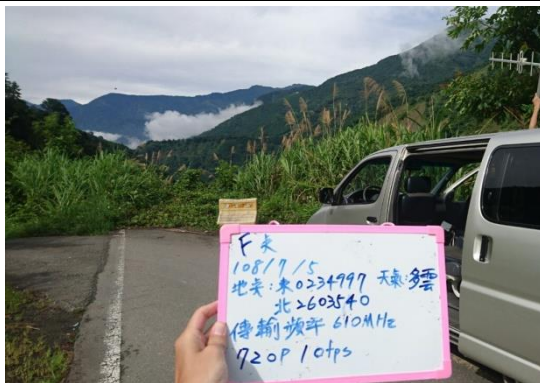
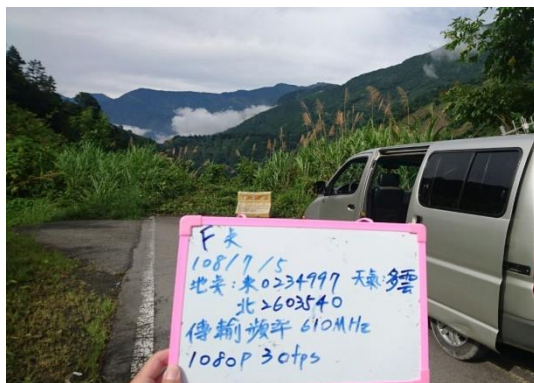
2019/07/05 神木村(F 點) 傳輸頻率 610MHz																																					
X:0234997	Y:2603540																																				
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-78</td><td>-79</td><td>2.28Mbps</td><td>2.28Mbps</td><td>SS BPSK 1/2</td><td>SS B</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-78	-79	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS B	Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>M</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-82</td><td>-81</td><td>4.55Mbps</td><td>4.55Mbps</td><td>SS QPSK 1/2</td><td>SS</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	M	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-82	-81	4.55Mbps	4.55Mbps	SS QPSK 1/2	SS
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-78	-79	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS B																													
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	M																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-82	-81	4.55Mbps	4.55Mbps	SS QPSK 1/2	SS																													
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-83</td><td>-81</td><td>4.55Mbps</td><td>2.28Mbps</td><td>SS QPSK 1/2</td><td>SS B</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-83	-81	4.55Mbps	2.28Mbps	SS QPSK 1/2	SS B	Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>M</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-74</td><td>-72</td><td>9.10Mbps</td><td>9.10Mbps</td><td>SS 16QAM 1/2</td><td>SS</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	M	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-74	-72	9.10Mbps	9.10Mbps	SS 16QAM 1/2	SS
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-83	-81	4.55Mbps	2.28Mbps	SS QPSK 1/2	SS B																													
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	M																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-74	-72	9.10Mbps	9.10Mbps	SS 16QAM 1/2	SS																													
內容攝影機 720p 10fps	內容攝影機 720p 30fps																																				
																																					
內容攝影機 1080p 10fps	內容攝影機 1080p 30fps																																				
																																					
周邊環境	周邊環境																																				

表 3-23 神木村 17_G 測試點資料

2019/07/05 神木村(G 點) 傳輸頻率 610MHz																																					
X:0235299	Y:2603897																																				
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-91</td><td>-84</td><td>2.28Mbps</td><td>2.28Mbps</td><td>SS BPSK 1/2</td><td>SS B</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-91	-84	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS B	Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-73</td><td>-76</td><td>13.65Mbps</td><td>9.10Mbps</td><td>SS 16QAM 3/4</td><td>SS B</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-73	-76	13.65Mbps	9.10Mbps	SS 16QAM 3/4	SS B
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-91	-84	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS B																													
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-73	-76	13.65Mbps	9.10Mbps	SS 16QAM 3/4	SS B																													
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-86</td><td>-88</td><td>4.55Mbps</td><td>4.55Mbps</td><td>SS QPSK 1/2</td><td>SS B</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-86	-88	4.55Mbps	4.55Mbps	SS QPSK 1/2	SS B	Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-87</td><td>-98</td><td>2.28Mbps</td><td>2.28Mbps</td><td>SS BPSK 1/2</td><td>SS B</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-87	-98	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS B
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-86	-88	4.55Mbps	4.55Mbps	SS QPSK 1/2	SS B																													
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-87	-98	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS B																													
內容攝影機 720p 10fps	內容攝影機 720p 30fps																																				
																																					
內容攝影機 1080p 10fps	內容攝影機 1080p 30fps																																				
																																					
周邊環境	周邊環境																																				
																																					

表 3-24 神木村 17_H 測試點資料

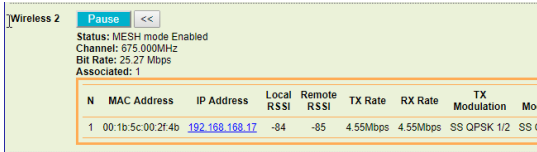
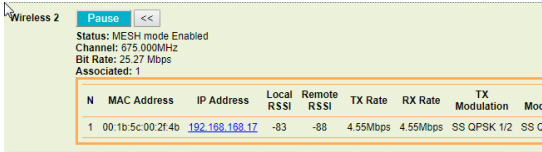
2019/07/05 神木村(H點) 傳輸頻率 610MHz	
X:0235598	Y:2604222
	
內容攝影機 720p 10fps	內容攝影機 720p 30fps
	
內容攝影機 1080p 10fps	內容攝影機 1080p 30fps
	
周邊環境	周邊環境
	

表 3-25 神木村 17_I 測試點資料

2019/07/05 神木村(I 點) 傳輸頻率 610MHz																																					
X:0236027	Y:2604563																																				
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-91</td><td>-89</td><td>2.28Mbps</td><td>2.28Mbps</td><td>SS BPSK 1/2</td><td>SS B</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-91	-89	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS B	Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-90</td><td>-86</td><td>2.28Mbps</td><td>2.28Mbps</td><td>SS BPSK 1/2</td><td>SS B</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-90	-86	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS B
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-91	-89	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS B																													
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-90	-86	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS B																													
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-87</td><td>-88</td><td>4.55Mbps</td><td>4.55Mbps</td><td>SS QPSK 1/2</td><td>SS B</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-87	-88	4.55Mbps	4.55Mbps	SS QPSK 1/2	SS B	Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>Mod</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-87</td><td>-88</td><td>2.28Mbps</td><td>2.28Mbps</td><td>SS BPSK 1/2</td><td>SS B</td></tr></tbody></table>	N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-87	-88	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS B
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-87	-88	4.55Mbps	4.55Mbps	SS QPSK 1/2	SS B																													
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	Mod																													
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-87	-88	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS B																													
內容攝影機 720p 10fps	內容攝影機 720p 30fps																																				
內容攝影機 1080p 10fps	內容攝影機 1080p 10fps																																				
周邊環境	周邊環境																																				

表 3-26 神木村 17_J 測試點資料

2019/07/05 神木村(J 點) 傳輸頻率 610MHz																			
X:0233796	Y:2649837																		
Wireless 2 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 675.000MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>RX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:4b</td><td>192.168.168.17</td><td>-87</td><td>-88</td><td>2.28Mbps</td><td>2.28Mbps</td><td>SS BPSK 1/2</td><td>SS BPSK 1/2</td></tr></tbody></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-87	-88	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS BPSK 1/2
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation											
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-87	-88	2.28Mbps	2.28Mbps	SS BPSK 1/2	SS BPSK 1/2											
內容攝影機 720p 10fps	周邊環境																		
																			

表 3-27 神木村 16_2 測試點資料

2019/07/05 神木村(2 點) 傳輸頻率 610MHz																			
X:0235379	Y:2602232																		
Wireless 1 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 610.500MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>RX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:8b</td><td>192.168.168.16</td><td>-75</td><td>-76</td><td>13.65Mbps</td><td>20.48Mbps</td><td>SS 16QAM 3/4</td><td>SS 64QAM 3/4</td></tr></tbody></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:8b	192.168.168.16	-75	-76	13.65Mbps	20.48Mbps	SS 16QAM 3/4	SS 64QAM 3/4
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation											
1	00:1b:5c:00:2f:8b	192.168.168.16	-75	-76	13.65Mbps	20.48Mbps	SS 16QAM 3/4	SS 64QAM 3/4											
內容攝影機 720p 10fps	周邊河道礫石甚多																		
																			
周邊環境河道開闊四面環山																			
																			

表 3-28 神木村 16_3 測試點資料

2019/07/05 神木村(3 點) 傳輸頻率 610MHz																			
X:0235128	Y:2601908																		
Wireless 1 Pause << Status: MESH mode Enabled Channel: 610.500MHz Bit Rate: 25.27 Mbps Associated: 1 <table><thead><tr><th>N</th><th>MAC Address</th><th>IP Address</th><th>Local RSSI</th><th>Remote RSSI</th><th>TX Rate</th><th>RX Rate</th><th>TX Modulation</th><th>RX Modulation</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>00:1b:5c:00:2f:8b</td><td>192.168.168.16</td><td>-79</td><td>-79</td><td>13.65Mbps</td><td>18.20Mbps</td><td>SS 16QAM 3/4</td><td>SS 64QAM 2/3</td></tr></tbody></table>		N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation	1	00:1b:5c:00:2f:8b	192.168.168.16	-79	-79	13.65Mbps	18.20Mbps	SS 16QAM 3/4	SS 64QAM 2/3
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation											
1	00:1b:5c:00:2f:8b	192.168.168.16	-79	-79	13.65Mbps	18.20Mbps	SS 16QAM 3/4	SS 64QAM 2/3											
內容攝影機 1080p 10fps	周邊環境																		
																			
周邊環境河道開闊																			
																			

由於地形開闊度較佳，但是受到河道蜿蜒影響，僅有一處沒有資料產生，以傳輸 RSSI 來看，最差也有-90 左右，其傳輸載量至少都有 2.3-2.5Mbps，可以藉由天線的改變或是功率的提升與位置的調高可以改善傳輸的品質。

第四章 現地測試說明

依據第三章測試成果，將設備與三組物理量及三組 CCD 影像做 IoT WPLan 無線電銜接，進行 1 日 24 小時、3 日 72 小時及 1 週 168 小時的固定式測試，資料採取現地紀錄方式，觀察過程中影像及物理量傳遞情形，其整體架構說明如下：

一、偵測端銜接架構

(一)因為 LPWAN 設備無法傳遞大載量之影像，因此採用物理量獨立銜接 IoT 傳輸設備，並於接收端與本次 PWS 測試設備透過 RS485 進行整合，做內部資訊轉傳。

(二)影像部分，透過 PWS 設備之 RJ45 孔做銜接，將影像大小設為 1080P 20FPS 進行資料傳遞。

1.單體銜接架構如下圖 4-1 所示：

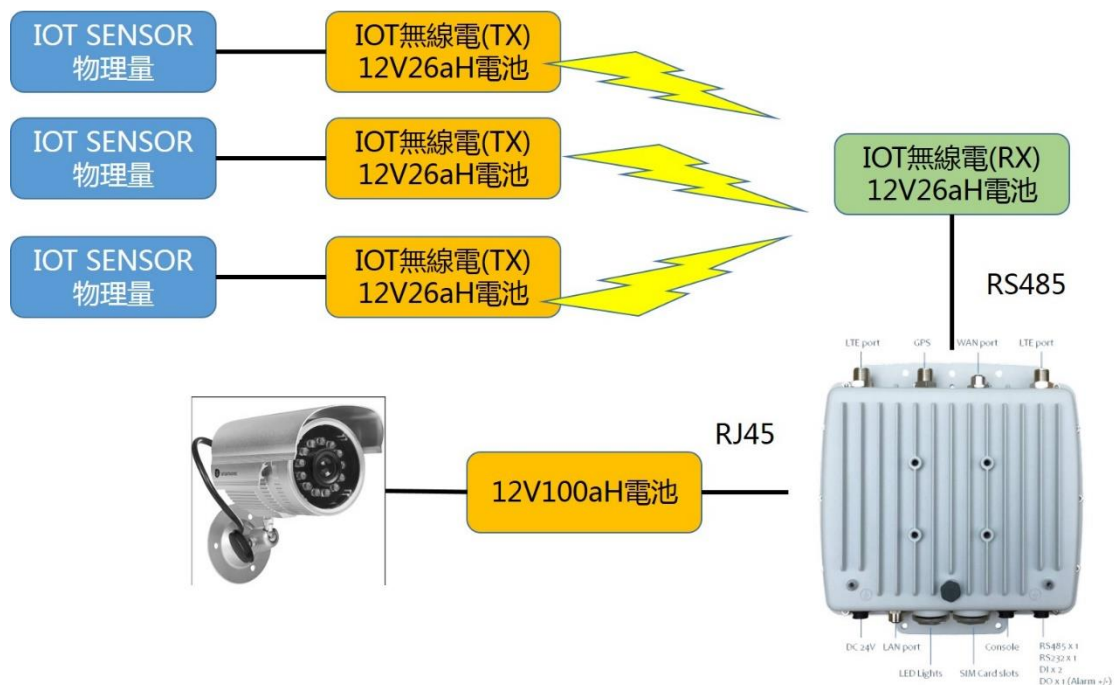


圖 4-1 單體設備銜接架構

二、電力規劃

考量 IOT 設備及影像傳輸所需電力，製作下表 4-1 作為電力評估參考。

表 4-1 偵測設備及傳輸設備電力規劃

類型	名稱	1 日	3 日	7 日
物理量	雨量計 IOT 偵測器傳輸模組	6.0W	18.0W	42.0W
	水位計 IOT 偵測器傳輸模組	7.68W	23.04W	53.76W
	傾斜計 IOT 偵測器傳輸模組	7.2W	21.6W	50.4W
影像	CCD 攝影機	36W	108W	252W
傳輸	PWS 傳輸模組	240W	720W	1680W

三、傳輸架構

依據上述規劃，將物理量各自搭配一組 CCD 進行長期資料傳輸測試，並且將資料做現地儲存。氣架構如圖 4-2 所示。

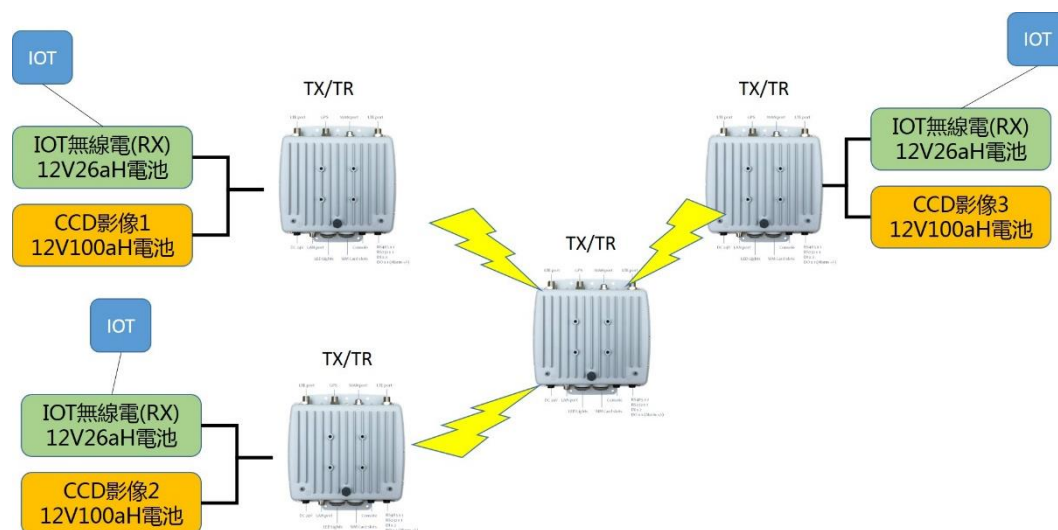


圖 4-2 測試規劃架構圖

針對上述規劃，針對九份二山及神木村測試成果，依據傳輸訊號品質及傳輸電力進行如下幾項的測試成果說明：

(一) 訊號品質測試

根據第三章現地訊號的測試，將天線轉為指向形天線分別做 1 日、3 日、7 日設備測試，經測試，隨著時間的累計，訊號因為電力衰減加上天氣影響，最大及最小 RSSI 變化不到 3dbi，而 TX/RX 的載量 rate 最大可達 22M，最少也有 1.57M，依據 1080P 20FPS 影像的連續傳遞，能剛好維持設備的正常傳輸。

表 4-2 訊號品質測試成果比較

	一日		三日		七日	
	TX/RX MAX	TX/RX MIN	TX/RX MAX	TX/RX MIN	TX/RX MAX	TX/RX MIN
九份二山 甲-BASE	-92/ 2.75M	-98/ 1.76M	-94/ 1.83M	-96/ 1.88M	-94/ 1.57M	-97/ 1.64M
九份二山 A-BASE	-77/ 12.55M	-81/ 9.28M	-79/ 11.18M	-82/ 9.12M	-82/ 9.28M	-84/ 7.88M
九份二山 D-BASE	-62/ 20.86M	-64/ 18.57M	-63/ 20.76M	-65/ 17.22M	-63/ 20.43M	-66/ 15.33M
九份二山 天氣狀況	晴天(2019/9/30)		陰雨(2019/10/1)		晴轉陰雨轉陰天	
神木村 B-BASE	-68/ 22.75M	-71/ 21.76M	-72/ 20.83M	-76/ 19.88M	-73/ 20.27M	-77/ 19.64M
神木村 F-BASE	-84/ 4.55M	-87/ 2.28M	-85/ 4.18M	-89/ 2.12M	-86/ 3.28M	-91/ 1.88M
神木村 H-BASE	-82/ 4.86M	-84/ 4.57M	-82/ 4.76M	-85/ 4.22M	-83/ 4.43M	-86/ 3.33M
神木村 天氣狀況	陰天轉雨天 (2019/9/26)		陰雨天 (2019/9/27-28)		雨天轉陰天	

(二)電力耗損測試

根據上述表 4-2 之訊號品質測試成果，針對設備的用電量進行表 4-3 之統計分析，滿電時，IOT 設備約 13.3-13.1V，26ah 電池總功率約 340-350W，而 PWS 設備，因為較耗電，外加攝影機模組，設備起始電量將 2 顆電池進行串聯，合計約 2350-2400W。

IOT 設備因為較為省電，在 7 日過後，設備多數仍有很多電量，但是，銜接 CCD 攝影機及傳輸的 PWS 設備，因耗電量較大，電池在七日後幾乎呈現關閉休眠狀態，產生低電壓保護，表示該設備可能已經接近停止運作。

表 4-3 電力耗損測試成果比較

	一日後		三日後		七日後	
	IOT 電力	PWS 電力	IOT 電力	PWS 電力	IOT 電力	PWS 電力
九份二山 甲-BASE	12.6V/ 330W	12.4V/ 2250W	12.1V/ 310W	11.9V/ 1240W	11.4V/ 284W	9.6V/ 343W
V 九份二山 A-BASE	12.4V/ 324W	12.25V/ 2138W	11.9V/ 299W	11.75V/ 1160W	11.26V/ 276W	9.4V/ 318W
九份二山 D-BASE	12.25V/ 320W	12.1V/ 2125W	11.85V/ 290W	11.8V/ 1089W	11.3V/ 280W	8.9V/ 283W
九份二山 天氣狀況	晴天(2019/9/30)		陰雨(2019/10/1)		晴轉陰雨轉陰天	
神木村 B-BASE	12.4V/ 330W	12.6V/ 2290W	11.91V/ 293W	11.9V/ 1240W	11.42V/ 286W	9.6V/ 343W
神木村 F-BASE	12.1V/ 316W	12.48V/ 2165W	11.8V/ 292W	11.65V/ 1070W	11.22V/ 266W	9.2V/ 301W
神木村 H-BASE	12.2V/ 320W	12.17V/ 2105W	11.75V/ 283W	11.6V/ 1029W	11.32V/ 273W	8.6V/ 274W
神木村 天氣狀況	陰天轉雨天 (2019/9/26)		陰雨天 (2019/9/27-28)		雨天轉陰天	

第五章 模組經濟分析

根據設備在第四章所進行的長時間測試成果，包含 1 日、3 日及 7 日在設備傳輸品質以及整體電量考量與經費考量，做以下說明：

一、傳輸品質

依據表 4-2 之測試成果，因為傳輸的距離至少達 2-3KM，加上並非直線通視，因此傳輸的載量以考量 1080P 20FPS 影像，其大小大約為 1.8M，表示本設備在通訊良好情況下，最大載量可以達 22M，考量設備受天氣、周邊環境及設備本衰減影響，建議最大傳輸影像數約為 8 支攝影機，但是當訊號品質降到僅有 4.8-4.5M 時，該環境建議降低為 720P 15FPS，單張影像約為 1.1M，此時安全載量約為 3 影像。

二、電力成效

考量測試 7 日後整體成效，設備總耗電量與計算成果相差不多，但以設備消耗能力，如果僅有 IOT 物理設備的傳輸，該設備電力耗損甚小，但是若加入攝影機，該設備整體耗電量甚大，建議若要監測 3 日以上，建議需要加裝太陽能板做電力補充。

三、設備費用

根據整體設備整合配置，包含設備支撐架、保護殼、電池、天線，整體費用估算如下表 5-1，IOT 設備整體費用大約 8000 元，而能整合多組偵測設配及影像傳輸的設備，花費大約 120000 元。

表 5-1 設備費用概算

項目	保護殼	支撐架	電池	傳輸 /CPU	總和
IOT	1,500	600	1,200	4,600	7,900
PWS	8,000	1,800	25,000	84,000	118,800

第六章 結論與建議

依據本次設備整合與測試，可以獲得以下幾點結論與建議：

- 一、利用低頻無線電的繞射能力以及軟體壓縮括頻寬技術的整合，建立一套行動化無線電基站(PWS)可有效將頻寬約20M的頻帶載入多路影像進行測試，成效甚好，可在不同阻礙與蜿蜒峽谷進行設備的傳輸。
- 二、利用PWS設備已可多元整合其他設備的銜接，包含節能且遠距傳輸低載量的IOT設備，可有效多元將偵測設備往更深山去偵測，有效擴大整體監測功能。
- 三、本項設備因為傳輸載量較高，設備較為耗電，建議日橫設備的整合銜接，需搭配穩定的電力補充，可有效延長服務能力與成效。

參考文獻

1. 行政院農業委員會水土保持局，“土石流防災資訊網”<http://246.swcb.gov.tw/>。
2. 行政院農業委員會水土保持局，“102 年宜蘭寒溪及苗栗火炎山土砂觀測站維護及建置計畫”，2013 年。
3. 行政院農業委員會水土保持局，“坡地水文及土砂觀測先期規劃”，2014 年。
4. 行政院農業委員會水土保持局，“宜蘭寒溪及苗栗火炎山土砂觀測站精進與維護暨聚落型雨量網研發計畫”，2015 年。

附錄一 設備型錄



OLTR(G)-101

IP68 Outdoor 4G / LTE Router

Features:

- Highly reliable and secure for mission-critical cellular communications
- Provide flexible options to configure LAN/WAN ports
- Support multi-band connectivity with FDD LTE/ TDD LTE/ WCDMA/ GSM/ LTE Cat4
- Built-in dual SIM for network redundancy
- Integrated dual detachable antenna against radio interference
- LED indicators for connection and data transmission status
- Industrial rated from -40 to +70°C for use in harsh environments
- IPv6/IPv4 dual stack and all applications are IPv6 ready
- Support various serial communication protocols for rich connectivity
- Enhance security and encryption for authentication and transmission
- IP68 Waterproof

Azuretec **OLTR(G)-101** 4G/LTE Router is a highly reliable and secure wireless communications gateway designed for industrial networking, Operator or WISP create their own networks to share bandwidth with customers and also for marine and coastal communication applications. It supports multi-band connectivity including FDD / TDD LTE, WCDMA and GSM for a wide range of applications and vertical machine-to-machine (M2M) markets. To enhance reliability, **OLTR(G)-101** is equipped with dual SIM that supports failover and roaming over to ensure uninterrupted connectivity for mission-critical cellular communications.

With flexible LAN / WAN Ethernet options, **OLTR(G)-101** series allows you to customize your professional applications in diverse environments. It also provides enterprise-grade software features, such as Quality of Service (QoS) for traffic prioritization, IPSec, OpenVPN, Firewall security and so on. The device is administrated via web GUI, Telnet, SSH v2 and HTTP/HTTPS.

Built for secure and uninterrupted operation in harsh environments, **OLTR(G)-101** series supports extended operating temperature from -40 to +70°C and a flexible input voltage range of 10-32V DC. **OLTR(G)-101** is an ideal cellular communications solution for heavy industrial use.

Specification

LTE Interface

- FDD LTE: B1/B3/B5/B7/B8/B12/B17/B20
- TDD LTE: B38/B40/B41
- WCDMA: B1/B5/B8
- GSM: 900/1800 MHz
- LTE Cat4

Output Power

- Class 3 (23dBm +/- 2dB) for LTE FDD
- Class 3 (23dBm +/- 2dB) for LTE TDD
- Class 3 (24dBm +/- 3dB) for TD-SCDMA
- Class 3 (24dBm +/- 3dB) for UMTS

Processor & I/O Interface

- High performance 528 MHz CPU with 512 Mbytes of DDR3 memory
- 2 x SIM Card Slots
- 1 x LAN 10/100 Mbps Ethernet port
- 1 x WAN 10/100 Mbps Ethernet port
- Reset Button
- Console: 1 x RS232 (9-pin Sub-D)
- 2 x SMA connectors for detachable LTE antenna
- 1 x GPS detachable antenna (Optional)
- 1 x RS485 (D+ / D-)
- 1 x RS232 (TXD / RXD)
- 2 x DI, 1 x DO (Alarm +/-)

Physical Characteristics

- Housing : IP68 Protection
- Dimensions (W x H x D) : 259 (L) * 250 (W) * 75 (H) ; mm

LED Display

- 1 x System status LED (Green)
- 1 x VPN status LED (Green)
- 1 x SIM1 status LED (Green)
- 1 x SIM2 status LED (Green)
- Ethernet status LEDs (Green for LINK/ACT, Yellow for SPEED)
- 2 x Mobile connection strength LEDs (Green)

Power Supply

- Power Consumption : 7 Watts(Max)
- Power Input : 24V DC

MTBF (mean time between failures)

- OLTRG-101: 155,899 hrs (MIL-HDBK-217-FN2)

Software

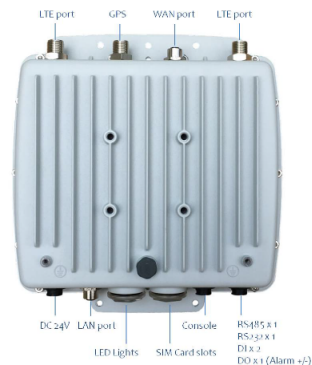
- **Network Protocols:**
IPv4, IPv6, IPv4/IPv6 dual stack, DHCP server and client, PPPoE, Static IP, SNTP, DNS Proxy, Modbus, VRRP, OSPF, Message Queue Telemetry Transport (MQTT Broker)
- **Routing/Firewall:**
NAT, Virtual Server, DMZ, MAC Filter, URL Filter, IP Filter, VLAN, Static Routing and RIP-1/2
- **VPN:**
OpenVPN, IPSec (3DES, AES128, AES196, AES256, MD5, SHA-1, SHA256)
- **Wireless Connectivity:**
Two SIM cards for failover/ roaming over/ back up
Two SIM cards data usage control
Seamless multi WAN connections switch
- **Others:**
DDNS, QoS, Virtual COM, UPnP
- **Alarm:**
DI, DO, SMS, VPN/WAN Disconnect, SNMP Trap, E-mail

Management Software

- Web GUI for remote and local management, CLI
- Dual Image firmware upgrade by Web GUI
- Syslog monitor
- SNMP, TR069
- Remote management via SSH v2, HTTPS
- Local management via Telnet, SSH v2, HTTP/HTTPS

Environment

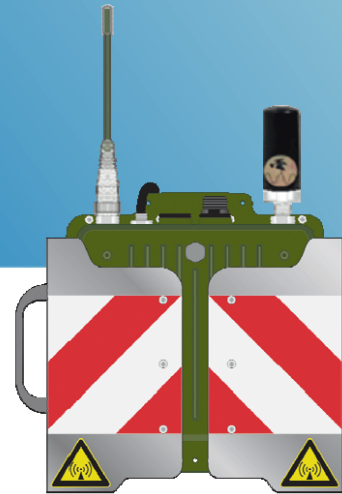
- Operating Temperature -40 ~ +70°C
- Storage Temperature -40 ~ +85°C
- Ambient Relative Humidity 10 ~ 95% (non-condensing)
- Humidity 0 ~ 95% (non-condensing)



* Features and specifications are subject to change without prior notice.

PWSA041-118

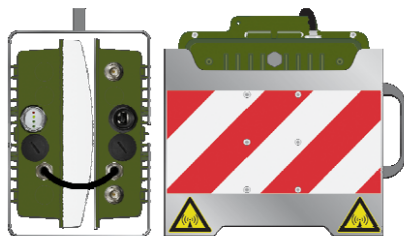
Aether 400MHz Bridge / 802.11 b/g/n AP
Powered by 12V/18AH LiFePO4 Battery



Portable / Cableless / Quickly Deployment
400MHz / 2.4GHz Dual Frequencies
Near/None Line of Sight (NLOS) Repeater
Independent Power for 15Hrs transmission

Features:

- **400MHz TDMA-OFDM Bridge for Near/None Line of Sight Link**
- **802.11 b/g/n 1x1 MIMO OFDM Radio for 2.4GHz Wi-Fi coverage.**
- **Integrated Multi-Radio Interfaces**
- **13.2V / 18AH LiFePO4 Battery with i-BMS (Intelligent Battery Management System)**
- **15hrs Independent Power Supply**
- **IP-67 Water & Dust Resistant**
- **IEC61000-4-5 Surge Protection**



The PWS (portable wireless Station) series is designed for urgent, temporary deployment or those environments that hard to be wired. With Aether high output power 400MHz NLOS Bridge and an integrated 802.11 b/g/n Access Point, this wireless station can really provides portable, cableless and quickly deployment wireless service.

The independent power for 15hrs transmission is from the best and safest battery technology – LiFePO4 battery, which supports 13.2V / 18AH capacity and i-BMS (Intelligent Battery Management System), fully protection for charge/discharge process and packed in a robust aluminum die-casting enclosure.

Product Highlights

- **Low EIRP for long distance and high capacity transmission**
Aether series improves the throughput performance up to 50~70% in long distance transmission, that means the system has the same performance with lower EIRP (smaller antenna) compare to other standard wifi products.
- **NLOS (Near / None line of sight) link by Time-Division Multiple Access (TDMA) and High output power OFDM technique**
TDMA tech can avoid the packets collision and transmit the packets more efficiency and stable. Co-work with High output power OFDM technology, that improve the capacity and quality of data transmission in long distance or NLOS (Near/ None-Line of sight) situation.
- **Proprietary Security**
Aether series uses proprietary protocol, so it can't connect to other standard wifi products. It also provides WEP-128 bits and AES-256 bits to build the highest security mechanism to prevent the malicious attacking from the internet.
- **Integrated 802.11 b/g/n MIMO 1x1 AP**
An integrated 802.11 b/g/n MIMO 1x1 AP can be associated by the mobile phone, laptop pad or other internet devices with standard 2.4GHz wifi interfaces. It's a simple and convenient function for customers to manage this PWS or contact with the people at remote sites or management center.
- **Integrated 13.2V / 18AH LiFePO4 Battery with i-BMS**
LiFePO4 battery is the best and safest Lithium battery, which is light, high capacity, great performance for DOD (Depth of Discharge), stable in wide temperature operation, highly cycle life and very low self-discharge rate. i-BMS provides status monitoring and better protection in charge / discharge process as well to extend battery's life.

Radio Specifications

RADIO				
Frequency Range	450-500MHz	2400-2482MHz		
		802.11 b/g	802.11gn (HT 20/40)	
64QAM (54Mbps)	33(±1.5) / -72	15(±1.5) / -72	MCS7 / 150	14(±1.5) / -69
16QAM (36Mbps)	33(±1.5) / -81	17(±1.5) / -78	MCS6 / 135	14.5(±1.5) / -71
BPSK (18Mbps)	36(±1.5) / -88	18.5(±1.5) / -84	MCS5 / 120	15.5(±1.5) / -73
QPSK (6Mbps)	37(±1.5) / -92	18.5(±1.5) / -90	MCS4 / 90	16.5(±1.5) / -76
CKK(DSSS)	37(±1.5) / -92	18.5(±1.5) / -90	MCS3 / 60	17.5(±1.5) / -80
			MCS2 / 45	18.5(±1.5) / -83
			MCS1 / 30	18.5(±1.5) / -85
			MCS0 / 15	18.5(±1.5) / -88
Modulation	TDMA - OFDM / (DSSS)	MIMO OFDM		
Duplex	TDD	TDD		
Channel Bandwidth	5 / 10 MHz	5/10/20/40 MHz		
Frequency Stability	± 2ppm	± 10ppm		
INTERFACES				
RF	N-Jack (Female)			
Ethernet	IEEE 802.3(10 Base-T) / IEEE 802.3u(100 Base-Tx)			
MANAGEABILITY				
Management and setup	Web-based configuration			
Network Architecture	PTP / PTMP			
Operating System	Windows 98 / 2000 / NT / XP			
SNMP agents	MIB II			
Protocol	TCP/IP, IPX/SPX, NetBEUI			
DHCP support	DHCP Client	DHCP Client / Relay / Server		
SECURITY				
Data Encryption	WEP-128 bits / AES-256 bits	WEP / WPA / WPA2		
Advanced Security	Group Name / Proprietary protocol	802.1x / MAC Access Control		
ENVIRONMENT				
Operating Temperature	-30~70℃	-20~55℃		
Storage Temperature	-30~70℃			
Humidity	95% non-condensing			
POWER SUPPLY				
	10~30 VDC			
PHYSICAL				
Dimension	259 (L) * 250 (W) * 75 (H) ; mm			
Weight	2kg			
WARRANTY				
	1 Year			
ADVANCE				
RSSI indication	Base Station Scanning			
	Watch dog			
ORDERING INFORMATION				
PWSA041-118	Aether 400MHz 37dBm radio + 802.11bgn 1x1 MIMO18.5dBm AP / 13.2V-18AH LiFePO4 Battery			
PWSE201-118	Eagle 2.4/5GHz 2x2 MIMO 21dBm radio (1* RF module) / 13.2V-18AH LiFePO4 Battery			
PWSE202-118	Eagle 2.4/5GHz 4x4 MIMO 21dBm radio (2* RF module) / 13.2V-18AH LiFePO4 Battery			
PWSE203-118	Eagle 2.4/5GHz 6x6 MIMO 21dBm radio (3* RF module) / 13.2V-18AH LiFePO4 Battery			
PWSE201H-118	Eagle 2.4/5GHz 2x2 MIMO 25dBm radio (high output power) / 13.2V-18AH LiFePO4 Battery			
PWSE202H-118	Eagle 2.4/5GHz 4x4 MIMO 25dBm radio (high output power) / 13.2V-18AH LiFePO4 Battery			
PWSE203H-118	Eagle 2.4/5GHz 6x6 MIMO 25dBm radio (high output power) / 13.2V-18AH LiFePO4 Battery			

Battery Specifications

GEB-1218

12V / 18AH LiFePO4 Battery

Intelligent BMS / Battery status indicators



Benefits and Features

■ Safety

LiFePO4 provides a stable power charge / discharge process with multi-system level protection for greater durability and reliability compared to lead acid and competing lithium ion battery technologies

■ Highly Efficiency

The higher energy density, deeper DOD (Depth of Discharge) and lower internal resistance realized the highly Efficiency.

■ i-BMS for Ultra-Long life

Long recycle life is one of the benefits of LiFePO4 originally, i-BMS (Intelligent Battery Management System) makes it better.

■ Robust packing and LED indication of battery status

Battery has robust aluminum die-casting enclosure and LED indicators that shows the status of battery.

■ Protecting the Earth

Unlike lead-acid batteries contain heavy metals and strong acid electrolyte, which can easily cause the burden of the earth. LiFePO4 battery LiFePO4 batteries provide green energy with less polluting materials to protect this planet.

GEB-12V18 is designed as high efficiency, ultra-long life, safe and green power storage device. The new generation power storage battery technology --- LiFePO4 with i-BMS realized this idea. Compares to the traditional lead acid battery, LiFePO4 supports 500% cycle life, 300% energy density, 150% energy efficiency and only 30% internal resistance.

ELECTRICAL SPECIFICATIONS	
Nominal Voltage	13.2 V
Nominal Capacity	18 Ah
Available Energy (<i>Beginning of Life</i>)	240 Wh
Maximum Pulse Current	90 A
Maximum Continuous Current	54 A
Operating Temperature	-30° C to +60° C
Charging Continuous Current	10 A
Recharge Voltage	14.4 V
Recommended Float Voltage	14.0 V
Fuse	40 A
Modularity Maximum Configuration	4 in series 6 in parallel
Storage Temperature	-40° C to +60° C

附錄二

各期審查意見及其處理情形

行政院農業委員會水土保持局
108 年度創新研究計畫-「新興科技應用(B 場)」會議紀錄

「行動化中長距離影像及物理量無線傳輸技術之整合研究」審查意見綜整如下：

審查意見	處理情形
1. 方法論及創新效益，建請強化說明？	遵照辦理，已補充在第一章。
2. 建請提供詳細測試計畫與量化評估之方式，例如天候、電力、頻寬、數據傳輸穩定性(不掉資料)。測試應選天候惡劣及地形障礙之環境為之較妥當。	此部分的關聯數據會在作初步測試後作深入分析
3. 應用情境與其限制建議可更具體，例如可連結之IoT 設備數量？電力消耗？頻寬？	此部分的關聯數據會在作初步測試後作深入分析
4. 建議評估整合郭治平教授之研究案之可行性？	此部分得先過了期中測試之後再作了解整合的可行性，基本上傳輸只要作工規設計，既可快速銜接。
5. 本計畫成果，建議評估與本	目前是以土石流觀測站(神木

局土石流觀測站或大規模崩塌現地觀測站搭配測試。	站、九份二山站)作為延伸，並且提供後續改善建議。
6. 水庫集水區崩塌位於偏遠山區，加上天氣的變化，山勢高，有即時的災害是否能即時接收其災害訊息，例如：鎮西堡、達邦地區等。過去寒溪曾使用無線電作為傳輸資料之用，但仍到天候影響，建議團隊避免寒溪所遭遇的問題。	寒溪遭遇的問題主要包含 1.資料彙集後周邊有線網路還有 4G 網路因颱風而中斷無法傳遞 2.現場設備過於耗電，現在有 LORA 及相關 RF 可以改善用電量。
7. 未來坡地防災及維生通道，其防災智慧通道適用性如何？如何傳輸？	本項設備的考量以隨插即用且透過中繼傳輸上傳到公眾網路作後端展示，日後在工程的應用以及縣性的道路監測亦可將大量影像或高載量數據作整合傳輸。
8. 請補充說明選擇感測器品牌、規格，儀器開法與設備使用說明。	遵照辦理，相關設備選擇在期末階段會進行選擇，以常見且府和防災監測用途為佳。
9. 行動化裝置應能維持72 小時自主運作之要求。	目前採用 LPWAN 的設備以及 RF 都可使用超過 72 小時的傳

	輸，以每 10 分鐘作資料傳輸為 頻率初步測試，後續會針對不同 偵測頻率與傳輸效能作
10. 宜說明可控環境與系統校正之方法。	本項測試會針對不同測試環境進行說明，包含天候與遮蔽環境的差異作比對，找出最佳設置環境建議。設備在調教上主要針對功率、頻寬、天線種類進行修正校正以達最佳測試。
11. 蒐集到的數據要放置何處？資料庫類別與格式請補充說明？	所有傳輸的資料，按照本局現有公開資訊的標準格式進行資料蒐集，並且儲存在監測網頁系統，做事件測試查詢。
12. 是否還有其他的無線傳輸方式，及無線傳輸在不同氣候下的影響說明。	本案主要針對中長距離窄頻寬 LORA 之 LPWAN 傳輸系統以及低頻率高載量 RF 系統進行傳輸測試，將物理量與影像進行整合傳輸，以延伸監測系統的深度與廣度。

行政院農業委員會水土保持局**108**年度創新研究計畫-
「行動化中長距離影像及物理量無線傳輸技術之整合
研究」期中報告書審查意見

審查意見	處理情形
一、 有關計畫工作項目及進度部分 1. 本研究旨在產製一個能整合物理量及影像資訊多元傳輸的行動化觀測設備，因應傳輸環境不穩定的觀測需求，目前工作進度大致和預期進度相符合。	感謝指教
二、 有關研究內容部分 1.依計畫甘特圖，期中報告宜完成可控環境測試，惟其測試計畫與報告均尚付之闕如。	期中已完成各項設備的環境測試，也依據測試成果修正軟體及作為長期測試的天線種類測試改善依據。
2.目前測試僅以移動式，來測試基站與測點間的傳輸距離與其穩定性為主，在載掛各類傳感器後之電力與天候測試與分析，宜待加強。	掛載其他偵測單元，因電力耗損小，且部分設備本身無須電力，因此，測試傳輸即可。唯有CCD攝影機較為耗電，可依據需求調整或增加電力。
3.後續的事件測試，宜繪製系統方塊圖，並擬定測試計畫，據以進行長時間的耐候性"全系統"測試。	感謝指教，已補充在第四章作全系統環境測試與壓力測試
4.對寒溪遭遇4G中斷與耗電之問題，宜確實提出解決對策與測試驗證。	此部分可以參考本次試驗成果進行現地設備改善之依據。
5.蒐集之數據，建議評估使用端口外接或內置記憶卡等儲存方式作後續回收驗證？	感謝指教，此部分要看後續應用端對數據監測成果的急迫性，若為即時防災，則需透過無線電系統快速傳遞，但若為常態觀測，且受限建置經費，可採用現地儲存的方式進行資料蒐集。目前市面上SD卡CLASS10以上寫入速度

	夠快，最高儲存量可達1TB，足夠儲存一年以上的資料，但是針對影像720P以上影像，單張達2M則需要重系計算偵測頻率與儲存空間。
6.後續中繼轉傳測試中，整合機除接收端與發射端，本身能否作為現有系統之中繼機，以及整合機與整合機之間的中繼機?(藉由模組化作節點間傳輸、溝通)	目前市面上無線電多數為雙向傳輸，本身亦可作為中繼，只要設定最終出口端即可，將資料上公眾網路，即可在遠端後台瀏覽
7.建議評估無線傳輸的通訊鏈路，做到雙向控制的可行與耗電程度，或透由端口作外掛模組或內置?	目前本模組為雙向IP控制，已可同時作為中繼，操作數台設備做系統訊號強弱的控制。但是若是周邊環境所早成的干擾，因為目前僅有兩個頻段進行測試，610及675MHZ，因此，若通訊不良可在施作前進行波普分析，掃描躁訊強度。為減少設備衝突干擾，多數建議模組為內建，以減少不可控制因素。
8.通訊測試及後續結果中，建議補附外接天線端的調整數據，以及現有LPWAN訊號強化方式的成本評估?	遵照辦理，請參考第四及第五章分析成果。
9.後續事件測試建議以現有歷史紀錄中，較為惡劣的傳輸環境案例，測試上述訊號增強、耐候性，以及建議可因應之作法與成本?	因目前設備調整後，無較惡劣天候做為試驗對象，因此，此部分可以建議來年若有機會，可將設備拿去測試調教。
10.以上需求建議，可依硬體及觀測情境列出優先權重做研發或測試分析；需求情境可與評估模式、建議方案一同列表，提供後續相關研發應用之寶貴依據及經驗。	遵照辦理，相關應用環境限制與建議，參見第五章。
三、 有關報告撰寫文字勘誤部分 1. p3-8，第二行[...訊號，其他	感謝指教，此部分已全數修正如

皆有10~...] > ..皆有.. 2. p3-8，第三行[...與接收端都有步錯的...] > ..不錯.. 3. p3-8，第四行[...至少3-4錄影像的銜...] > ..路影像.. 4. p3-32，第四行[...改善傳輸的品質.....] > ..傳輸..	P3-8及P3-32
--	------------

行政院農業委員會水土保持局**108**年度創新研究計畫-
「行動化中長距離影像及物理量無線傳輸技術之整合
研究」期末報告書審查意見

審查意見	處理情形
1. 對耐候性與天氣不佳條件下，是否可運行及效果與損失率如何?請說明。	針對短中長時間的測試，為連續測試，因此，在未來拿去其他現地也同樣經得起天氣的影響，照樣完成傳輸
2. 本研究是否考量惡劣環境下雨衰及其耐用性?另，如何確保雨衰不致影響應變時之傳輸?請說明。	因為頻寬夠大，考量雨衰20-30%載量也是足夠應用。尤其單一設備載量的大小，是調整的關鍵，
3. 電力供應除綠能供電外，是否有申請臨時電力供應或其他可能?請說明。	電量承接一般的市電應訂沒問題，但整體規劃本來就需考量不同惡劣天候條件下如果斷電的可能性
4. 建議可考量監測物理量後續之應用，如進行次階或二階分析、所需資料時間間格擷取頻率適當調整等，以節省耗電量，期能在未來實際應用性更高。	基本上利用IOT傳輸，一方面資料載量很小另一方面省電，因此在銜接時先到後台再去分析效能較好。
5. 資料傳輸仍需透過中繼站，如無較優良之中繼站，該如何處理?請說明。	基本上傳輸的分析關鍵在於經費，經費足夠，即可多種中繼站傳輸出去或尋找固定網路走公眾網路上雲端，最差狀況就是現地儲存。但一切要看該資料的重要性與急迫性來做規劃
6. 建議此設備可與現行4G 傳輸、LoRa 之優缺點進行比較。	在資料蒐集第二章有做比較，請參考。
7. 此研究可否在網路環境時直接上傳觀測資料，以雲端資料庫的方式解決中繼站之問題?請說明。	上雲端資料庫的前提就是公眾網路要良好，但是如果該區域網路不穩定，建議還是利用中繼站繼續進行傳輸，直到穩定上公網為止。

審查意見	處理情形
1. 對耐候性與天氣不佳條件下，是否可運行及效果與損失率如何?請說明。	針對短中長時間的測試，為連續測試，因此，在未來拿去其他現地也同楊經得起天氣的影響，照樣完成傳輸
2. 本研究是否考量惡劣環境下雨衰及其耐用性?另，如何確保雨衰不致影響應變時之傳輸?請說明。	因為頻寬夠大，考量雨衰20-30%載量也是足夠應用。尤其單一設備載量的大小，是調整的關鍵，
3. 電力供應除綠能供電外，是否有申請臨時電力供應或其他可能?請說明。	電量承接一般的市電應訂沒問題，但整體規劃本來就需考量不同惡劣天候條件下如果斷電的可能性
4. 建議可考量監測物理量後續之應用，如進行次階或二階分析、所需資料時間間格擷取頻率適當調整等，以節省耗電量，期能在未來實際應用性更高。	基本上利用IOT傳輸，一方面資料載量很小另一方面省電，因此在銜接時船到後台再去分析效能較好。