

# 『AI 人工智慧農場』LoRa + 4G-LTE + PTP Mesh 無線監控傳輸系統規劃設計

## 1、『AI 人工智慧農場』LoRa + 4G-LTE + PTP Mesh 無線監控傳輸系統環境定義



AI 第 1 號農場 A 區



AI 第 1 號農場 B 區 (無線監控架設點)



AI 第 1 號農場 C 區



AI 第 2 號農場 A 區



AI 第 2 號農場 B 區



AI 第 2 號農場 C 區

## 2、『AI 人工智慧農場』各種偵測系統與傳輸設備



偵測儀器-LoRa Gateway  
400M~520MHz 無線傳輸



氣象/偵測儀器-LoRa Gateway  
400M~520MHz 無線傳輸



偵測儀器-LoRa 傳輸



微氣象站-868MHz  
FHSS 無線傳輸



偵測儀器-LoRa 傳輸



偵測儀器主機-LoRa 傳輸



偵測儀器-LoRa 傳輸



氣象偵測儀器- FHSS 無線傳輸

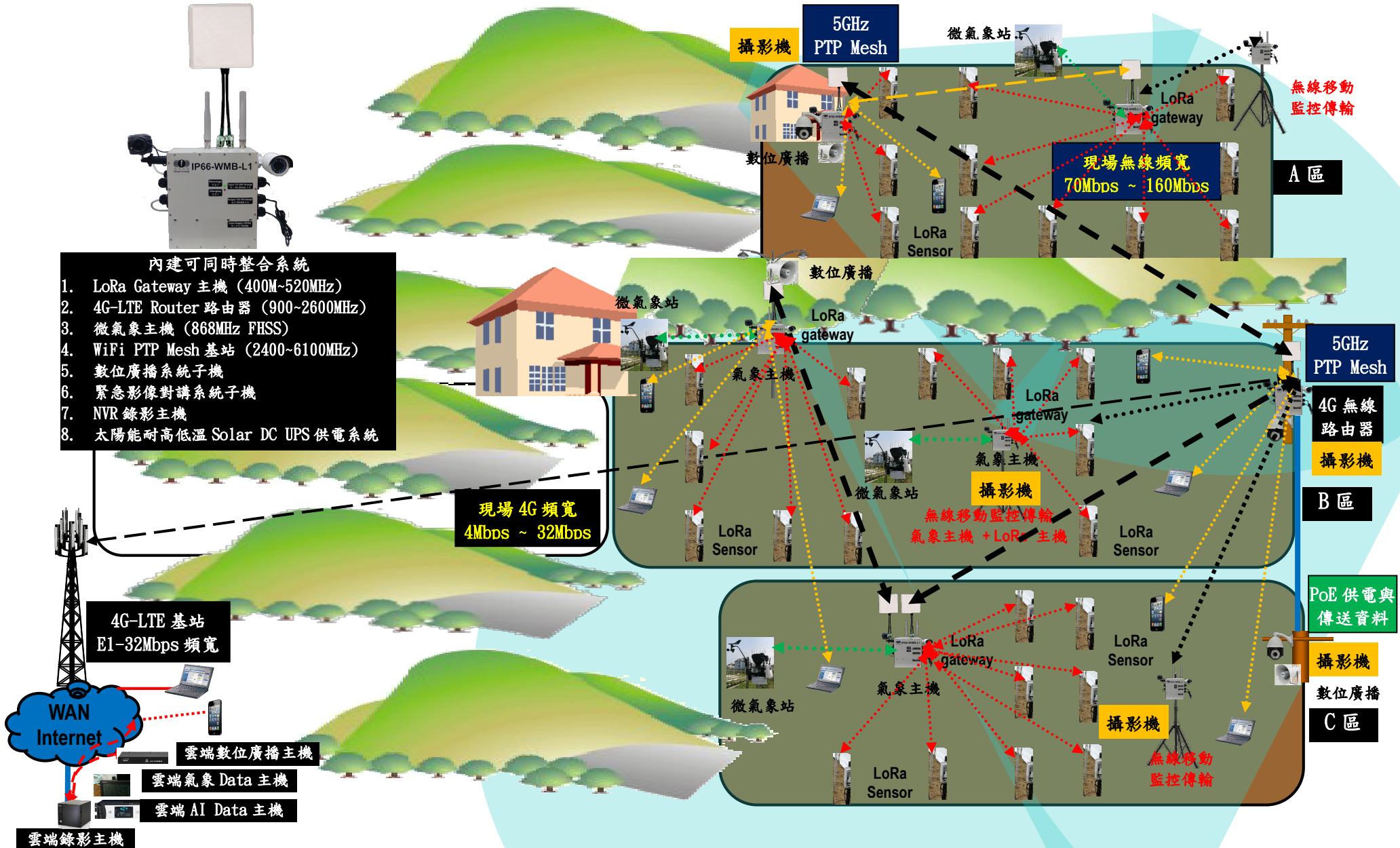


偵測儀器-LoRa 傳輸

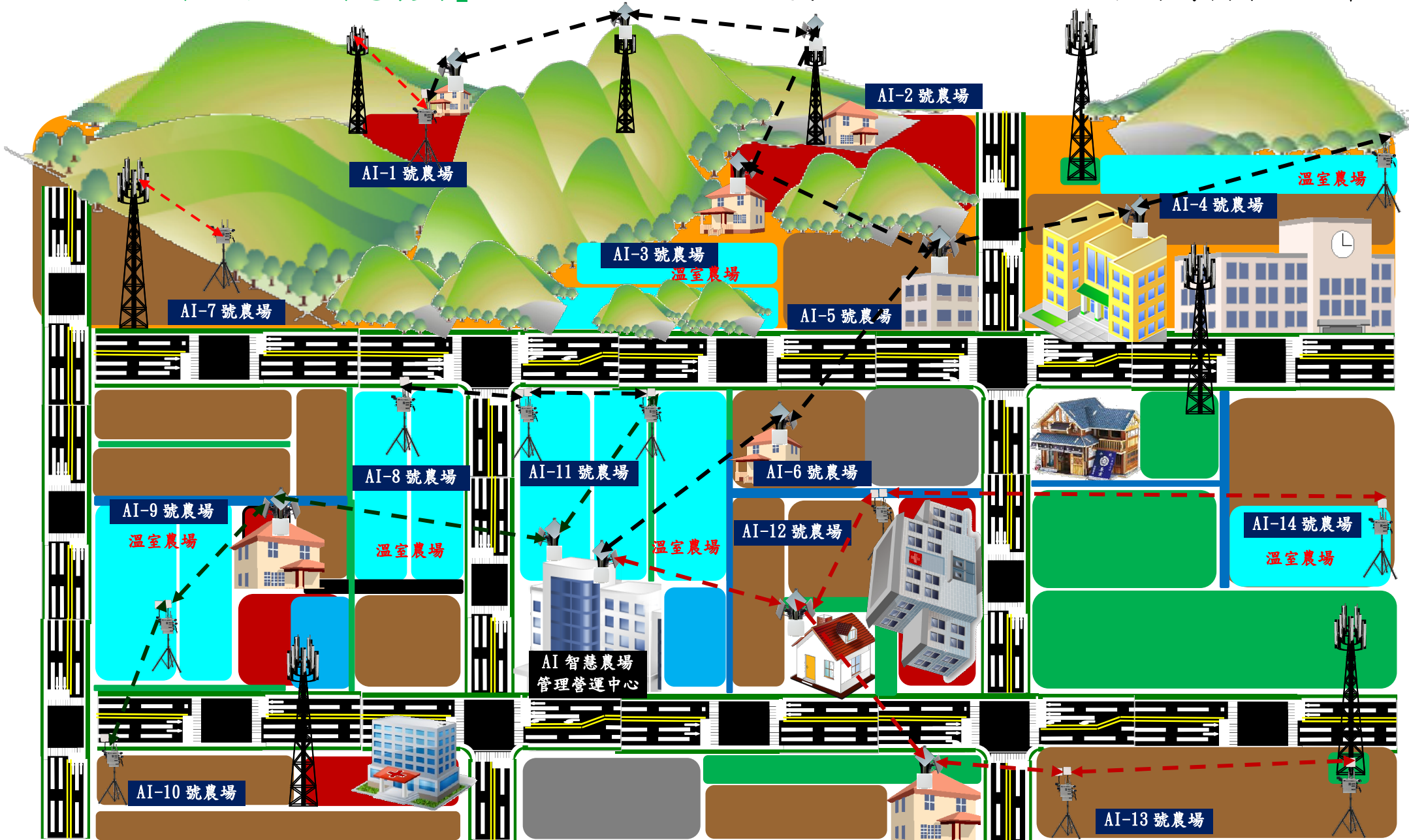




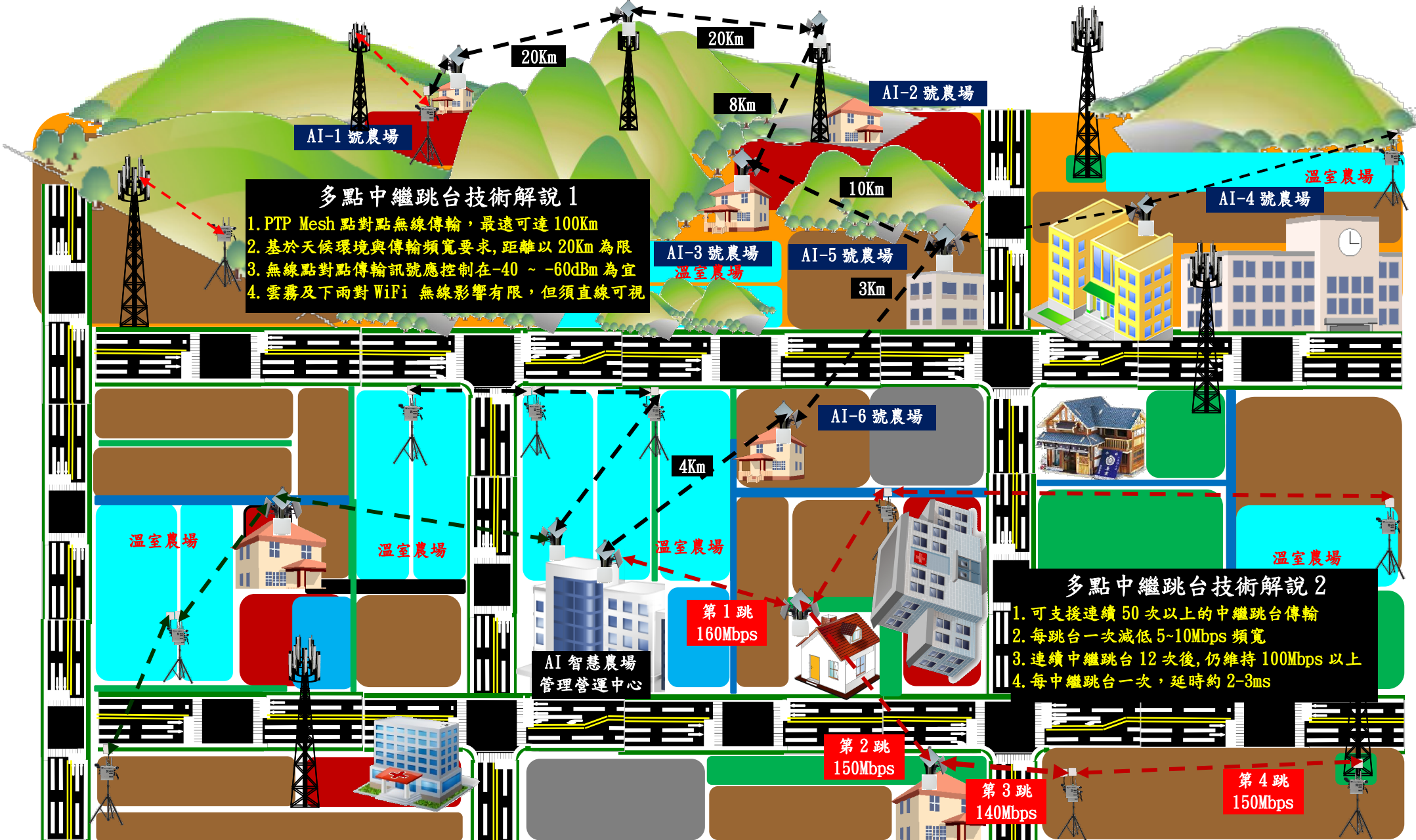
# 5、『第 2 號農場』LoRa + 4G-LTE + 微氣象台 FHSS + PTP Mesh 無線監控/上網傳輸系統設計



## 6、『匯集 14 座 AI 智慧農場』LoRa + 4G-LTE + 微氣象台 FHSS + PTP Mesh 無線傳輸系統設計



# 7、 『匯集 14 座 AI 智慧農場』 PTP Mesh 多點中繼跳台無線骨幹傳輸 65 公里系統設計說明



## 8、無線監控傳輸系統傳輸下雨訊號衰減公式計算

- 設定 5GHz 的無線傳輸 1Km 雨衰值，以 100mm/hr 時雨量計算既可；計算結果：雨衰約 0.5dBm 以內。
- 設定 5GHz 的無線傳輸 5Km 雨衰值，以 100mm/hr 時雨量計算既可；計算結果：雨衰約 2dBm 以內。
- 設定 5GHz 的無線傳輸 10Km 雨衰值，以 100mm/hr 時雨量計算既可；計算結果：雨衰約 3.5dBm 以內。

WiFi 2.4 ~ 2.485GHz & 5.25 ~ 5.85GHz 電波大雨衰減(Rain Attenuation)估 算單位：dB													
PtP		2.4GHz ~ 2.485GHz Frequency							5GHz ~ 5.85GHz Frequency				
Rainfall Rate		100mm/hr			200mm/hr				100mm/hr			200mm/hr	
Km	EPD/Km	2.4	2.45	2.485	2.4	2.45	2.485	5.25	5.5	5.85	5.25	5.5	5.85
1	0.64	0.06	0.07	0.07	0.15	0.16	0.16	0.41	0.46	0.53	0.96	1.07	1.23
10	2.88	0.28	0.3	0.31	0.66	0.7	0.72	1.85	2.06	2.38	4.29	4.78	5.5
15	5.11	0.5	0.52	0.54	1.18	1.24	1.28	3.27	3.65	4.21	7.6	8.46	9.75

註 1: 以台灣環境的實務經驗驗證，颱風天 5km 的 5GHz 無線雨衰約 2dB 以內，八八風災 30Km 的無線傳輸雨衰約 2dB，實測結果只影響訊號品質 2dBm，但 30Km 傳輸頻寬並未受影響。

註 2: 濃霧對 WiFi 5GHz 的無線傳輸影響低於雨衰，自 2010 年架設於馬祖的 5 島及南竿環島無線傳輸，運作 5 年來並未受馬祖的濃霧影響無線傳輸頻寬與穩定度(訊號強度同雨衰一樣衰減 2dBm 以內)。

註 3: 大陸日益嚴重的霧霾問題，理論來說應會影響無線傳輸的訊號衰減，實務的長期觀察無線傳輸的訊號結果，證實有影響，但同樣也只達 2dBm 左右訊號值，尚未觀察到嚴重影響現象發生。

註 4: 上表為純理論計算值，實務上無線傳輸雨衰值很少超過 2dB，影響無線訊號值一樣未達 2dBm，因此無線傳輸鏈路計算以 2dBm 雨衰值定義。



## 9、無線監控傳輸系統傳輸訊號估算

### ■ 無線骨幹傳輸訊號值計算：


依據設計的多點中繼跳台，點對點的距離大都在 10Km 以內(最遠 20 公里左右)

→建議 2Km 以內架設點採用 5GHz 16dBi 定向板狀天線

→建議 5Km 以內架設點採用 5GHz 20dBi 定向板狀天線

→建議 12Km 以內架設點採用 5GHz 23dBi 定向板狀天線 (距離超過 12Km 以上, 建議採用 31dBi 的 Grid/Dish 碟型天線)

既可取得無線骨幹連線訊號值預估-60dBm 以上強度, 可以達到 160Mbps 的滿速傳輸頻寬。



IO-Power Technology Co., Ltd 1F., No.100, Jinzhu Rd., North Dist., Hsinchu City 30055, Taiwan  
 勁電科技有限公司 台灣新竹市30055北區金竹路100號1樓  
 Tel:+886 3 5429395 Fax:+886 3 5357297 Skype: jmj10101 Copy Right by : Jacky Cheng  
<http://www.io-power.com> <http://www.io-power.com.cn> e-mail: [io-power@io-power.com.tw](mailto:io-power@io-power.com.tw)

TX Antenna Gain  
dBi

RF Cable Loss  
≤ 1 dB

RF Output Power  
dBm

Air Space Loss = - 92.4dBm -20\*LOG(Frequency)-20\*LOG(Distance)

Point to Point Receive Sensitivity (RSSI) Suggest

1. for Wireless Backbone System : -50dBm < RSSI < -30dBm
2. for Wireless Surveillance System : -55dBm < RSSI < -35dBm
3. for Wireless Surf Internet Coverage System : -60dBm < RSSI < -40dBm

Note: Receive Sensitivity (RSSI) don't under > -20dBm, it will have effect of Hearing Loss

RX Antenna Gain  
dBi

RF Cable Loss  
≤ 1 dB


RF Receive Sensitivity  
dBm

### 無線鏈路訊號值(dBm)計算 (Wireless PtP Signal Sensitivity Calculation)

傳輸鏈路訊號計算 (Signal Selectivity Calculation)	RF Output Power dBm (Maxmium)	RF Cable Loss dB (1m=0.6dB)	TX Antenna Gain dBi	Space Loss = 92.4	Frequency Loss GHz	Distance Loss Km	Rain Loss = 2 dB	Tree Loss 1m=5dB	RX Antenna Gain dBi	RF Cable Loss Db (1m=0.6dB)
參數定義 (Parameter Definition)	無線最大輸出功率	RF線損耗	天線增益	空間衰減	頻率衰減	距離衰減	雨衰	樹衰	天線增益	RF線損耗
請填入數據 (Please fill in your data)	23	1	20	92.4	5.45	5	0	0	20	1
計算結果 (Calculation Results)	-60.11									

## 10、架設設備清單數量

### 室外 PTP MESH 無線傳輸系統設備清單

編號	設備名稱	設備型號	簡述規格	數量	備註
1	勁電科技 IOP-IP66-WMB-L1 系列 -具備多功能整合與延伸擴充機能- 	IOP-E1PX-XXXX-PSED-000 	1. 內建室外 PTP Mesh 無線傳輸設備 EL-N-1, 含防干擾盒 支援 2x2 MIMO 802.11an 傳輸率 300Mbps/頻寬流量 160Mbps 3. 內建 PS-PoE 乙太網路供電器 72W 強攻型 4. 內建 RJ-45 乙太網路防雷擊突波衝擊保護器 5. 內建 1DC to 4DC 防雷擊突波衝擊保護器 6. 不鏽鋼桿式/壁式/燈柱式固定架 7. 防爆 DC UPS 臨時停電 4 小時供電與穩壓供電保護 可擴充內建系統包含: 1. LoRa Gateway 主機 (400M~520MHz) 2. 4G-LTE Router 路由器 (900~2600MHz) 3. 微氣象主機 (868MHz FHSS) 4. WiFi PTP Mesh 基站 (2400~6100MHz) 5. 數位廣播子機 6. NVR 錄影主機 7. 太陽能耐高低溫 Solar DC UPS 供電系統		
2	PTP 點對點無線 Mesh 網路基地 台 	EL-N-1 (1 模組) 	1. 1 個 WiFi MIMO 2*2 4.9~6.1GHz 無線單頻射頻模組 (802.11an) 2. 系統操作 PTP Mesh 點對點多路徑網路連線傳輸 3. 無線輸出功率單頻網卡 25dBm (最大) 4. 支援 PTP Mesh / AP / STA 三種運作模式 5. 經過 10 次的中繼跳台後, 仍可維持 15ms 以下的回應時延 6. 支援 IGMP 的廣播封包協定功能 7. 最大骨幹頻寬 200Mbps (40MHz) 8. 無線搭配有線串接跳台 >= 8hops 最大頻寬 150Mbps (40MHz)		

3	PTP 點對點無線 Mesh 網路基地台	EL-N-2 (2 模組) 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2 個 WiFi MIMO 2*2 4.9~6.1GHz 無線單頻射頻模組 (802.11an)</li> <li>2. 系統操作 PTP Mesh 點對點多路徑網路連線傳輸</li> <li>3. 無線輸出功率單頻網卡 25dBm (最大)</li> <li>4. 支援 PTP Mesh / AP / STA 三種運作模式</li> <li>5. 支援多介面模塊 PTP Mesh 點對點多路徑網路系統備援架設</li> <li>6. 經過 10 次的中繼跳台後，仍可維持 15ms 以下的回應時延</li> <li>7. 支援 IGMP 的廣播封包協定功能</li> <li>8. 最大骨幹頻寬 300Mbps (40MHz)</li> <li>9. 無線搭配有線串接跳台 &gt;= 8hops 最大頻寬 150Mbps (40MHz)</li> </ol>	
4	PTP 點對點無線 Mesh 網路基地台	EL-N-3 (3 模組) 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3 個 WiFi MIMO 2*2 4.9~6.1GHz 無線單頻射頻模組 (802.11an)</li> <li>2. 系統操作 PTP Mesh 點對點多路徑網路連線傳輸</li> <li>3. 無線輸出功率單頻網卡 25dBm (最大)</li> <li>4. 支援 PTP Mesh / AP / STA 三種運作模式</li> <li>5. 支援多介面模塊 PTP Mesh 點對點多路徑網路系統備援架設</li> <li>6. 經過 10 次的中繼跳台後，仍可維持 15ms 以下的回應時延</li> <li>7. 支援 IGMP 的廣播封包協定功能</li> <li>8. 最大骨幹頻寬 300Mbps (40MHz)</li> <li>9. 無線搭配有線串接跳台 &gt;= 8hops 最大頻寬 150Mbps (40MHz)</li> </ol>	
5	2.4&5GHz 2.5 & 5dBi 雙頻全向天線	IOP-OANMO-580536025 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 頻率范围:2400~2500MHz;5150~5875 MHz</li> <li>2. 增益: 4dBi@2.4GHz; 7dBi@5GHz</li> <li>3. HPBW / 水平角度 360°</li> <li>4. HPBW / 垂直角度 30°</li> <li>5. 接头规格:N-Type Plug * 1</li> <li>6. 重量: 0.07Kg</li> <li>7. 尺寸:Φ22 × 183 mm</li> </ol>	

6	<p>基地台用 MIMO 天線 -板狀定向中型增益天線</p>	<p>IOP-PANJO-5M1602422</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 指向性平板天線</li> <li>2. 5GHz 15-16dBi 室外天線</li> <li>3. 頻率範圍：5.150-5.875GHz</li> <li>4. 水平/垂直角度：水平 H:17-24° / 垂直 V:17-24°</li> <li>5. 連結器接頭：RG233, 70cm &amp; N Jack x 2</li> <li>6. 重量：0.8Kg</li> <li>7. 尺寸：210 x 210 x 73 mm</li> <li>8. IPX5, 耐風壓 216Km/hr</li> </ol>		
7	<p>基地台專用 MIMO 天線 -室外 5GHz 20dBi 板狀天線</p>	<p>IOP-PANFO-5M2001010</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 指向性平板天線</li> <li>2. 5GHz 20dBi 室外天線</li> <li>3. 頻率範圍：5.1-5.85GHz</li> <li>4. 水平/垂直角度：水平 H:10° / 垂直 V:10°</li> <li>5. 連結器接頭：N-Jack *2</li> <li>6. 802.11n MIMO 45 度雙極化天線</li> <li>7. 重量：1.24Kg</li> <li>8. 尺寸：320 x 320 x 20 mm</li> <li>9. IP67, 耐風壓 216Km/hr</li> </ol>		
8	<p>基地台專用 MIMO 天線 -室外 5GHz 23dBi 板狀天線</p>	<p>IOP-PANFO-5M2300808</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 指向性平板天線</li> <li>2. 5GHz 23dBi 室外天線</li> <li>3. 頻率範圍：4900 - 5875 MHz</li> <li>4. 水平/垂直角度：水平 H:8° / 垂直 V:8°</li> <li>5. 連結器接頭：N-Jack *2</li> <li>6. 802.11n MIMO 90 度雙極化天線</li> <li>7. 重量：2.5Kg</li> <li>8. 尺寸：371 x 371 x 165 mm</li> <li>9. IPX7, 耐風壓 216Km/hr</li> </ol>		

9	<b>基地台天線延長線</b> <b>CFD400 1.5M RF Cable</b>	<b>IOP-RFCFD-400150NMR</b> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 連接器為 N Type Jack Male</li> <li>2. 長度:1.5 米</li> <li>3. 線徑:CFD-400 銅線</li> <li>3. 耐溫: - 40 ~ + 85°C</li> <li>4. 阻抗: 50Ω</li> <li>6. 重量: 0.3Kg</li> </ol>		
10	<b>熱融膠帶</b>	<b>IOP-RMTOC-173830510B</b> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 拉斷力: 2Kg 以上</li> <li>2. 黏著力/剝離力: 2cm 以下</li> <li>3. 黑色, 厚度: 1.7mm±0.5mm</li> <li>4. 吸水率 0.2% 以下</li> <li>5. 穩定度 130°C/100hrs 不流膠</li> <li>6. 延伸率 1000% 以上</li> </ol>		
11	<b>室外 4G 路由器</b>	<b>4G Router -- R200LC</b> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 支援 4G-LTE, 向下相容支援多頻段 3G 網路</li> <li>2. 支援 WEP, WPA / WPA2 / TKIP/AES 等多種認證加密方式</li> <li>3. 支援虛擬數據與專用網 (APN/VPDN)</li> <li>4. 支援 TCP/IP 協議, Telnet, HTTP, SNMP, PPP, PPPoE 等網路協議</li> <li>5. 支援 VPN Client(PPTP, L2TP), Open VPN, IPSec, HTTPs, SSH 等</li> <li>6. R200LC 支援 1Port LAN &amp; 1Port WAN 或雙 LAN Port</li> </ol>		
12	<b>WiFi 無線移動監控</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 內建室外 PTP Mesh 無線傳輸設備 EL-N-1, 含防干擾盒</li> <li>2. 內建 PS-PoE 乙太網路供電器 72W 強攻型</li> <li>3. 內建 RJ-45 乙太網路防雷擊突波衝擊保護器</li> <li>4. 內建 1DC to 4DC 防雷擊突波衝擊保護器</li> <li>5. 防爆 DC UPS 臨時停電 8 小時供電與穩壓供電保護</li> </ol> <p>可擴充內建系統包含:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. LoRa Gateway 主機 (400M~520MHz)</li> <li>2. 4G-LTE Router 路由器 (900~2600MHz)</li> <li>3. 微氣象主機 (868MHz FHSS)</li> </ol>		