



無人機產業 第三篇分享貼文:

『多層次的群飛飛控與多層次的忠誠僚機』的無線訊號覆蓋架構與技術應用

###

前言

這幾天與監控與無人機產業界，進行更多有關無人機的解決方案的應用創意討論

除了第一篇貼文所模擬的海巡署海上與岸際的無人機/船/車的定期巡邏與偵測及監控應用外

又新增了許多新的解決方案創意:

不管是海上風力發電機組的定期 AI 巡檢與緊急物資補級...等

或是兩個離島間 15Km 的緊急物資補級與海上環境生態的 AI 監測

或是山林間的各個部落，在颱風或地震或走山或土石流...等天然意外災害後的緊急物資補級

都可透過 AI 無人機進行解決方案的全面提升

以前做不到的!! 以前執行難度很高的!! 以前要花費大把金錢成本的!! 以前要花費十分耗時的過程的!! 以前要冒著生命危險的!!

現在, 都可以輕鬆與低成本及更快速的達成

這是無人機產業一直讓人感到興奮的地方

###

本周測試新的無線軟體分位很成功

傳輸穩定度很高, 不同的無線連線切換很順

正等待更多的室外無人機大範圍環境的飛控測試

驗證是否如我們對無人機+高速移動無線的倍增效益的預期

成功後, 我們就可突破

1. 無人機無法飛的遠與 N 倍擴充距離
2. 解決切換不同無線基站連線的延遲
3. 2.4 & 5.8GHz 的換手變頻連線
4. 50~400Mbps 超大頻寬傳輸
5. 更穩定群組飛行控制
6. 忠誠僚機群組控制
7. 多層次的無線訊號覆蓋與切換控制及頻寬傳輸



.....

這些落實的過程，希望讓台灣的無人機市場與面向

有些許的變動幫助

特別是在民間的解決方案應用上有所助力

上次第二篇分享文中預告

第三篇文的重點在：『多層次的群飛飛控與多層次的忠誠僚機』的無線訊號覆蓋架構與技術應用

因為最後的 MP to MP Mesh Network 的軟體開發還沒完成

貼文先就現有的技術導入，經驗判斷，還是可以達到營運使用目標

當然，還是要再經過實際實戰測試驗證過後，才能證實，但起碼是個開端第一步

可惜的是，台灣很難有適當的測試場地與環境及更多配合的技術人員（人才不易培養啊!!）

產業界應該更加把勁才是!!

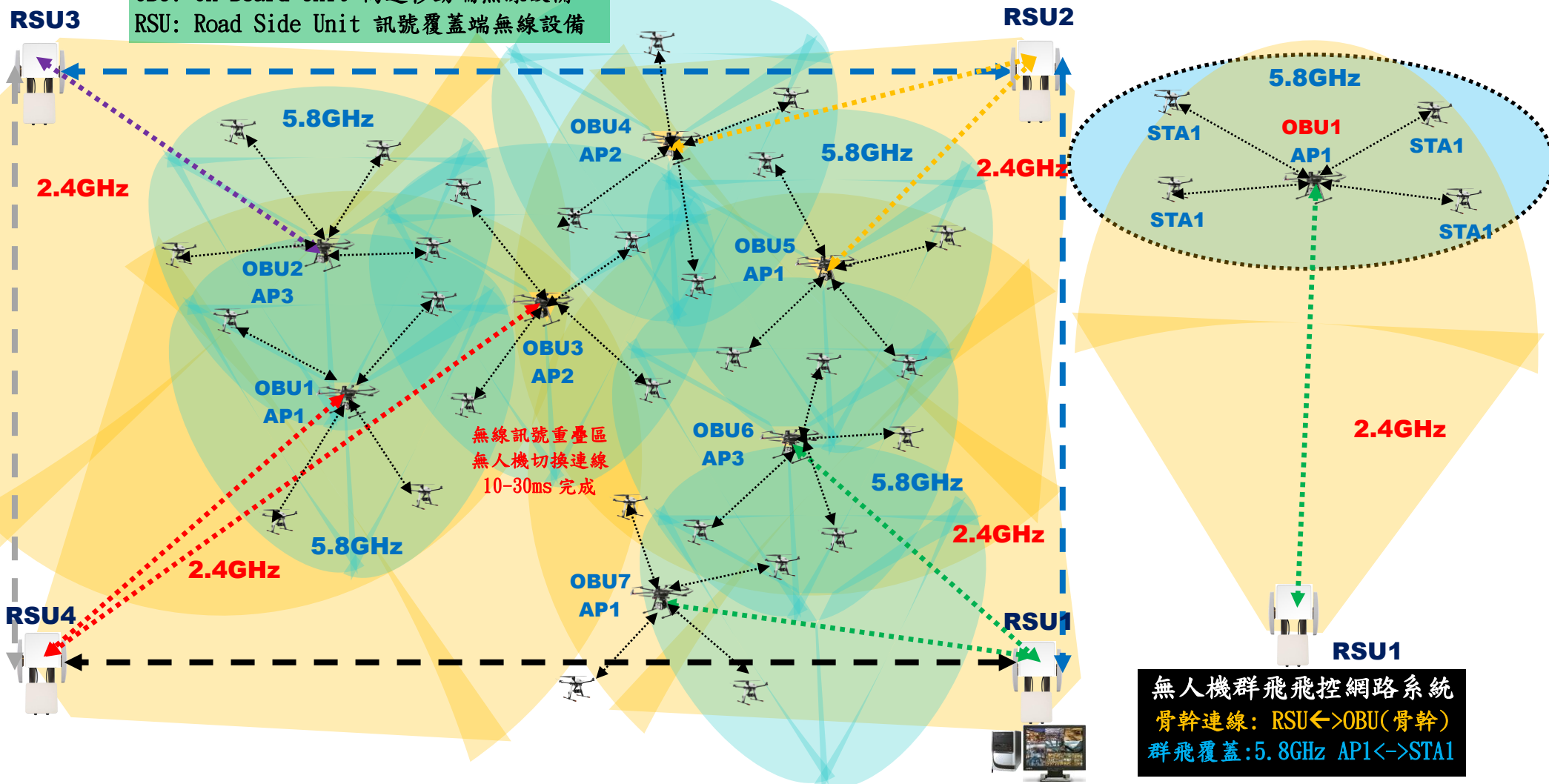
WiFi 無線高速移動傳輸技術—應用於無人機(船/車)『多層次』飛控傳輸模式

1. 大範圍的『集中區域無線訊號覆蓋』應用於『無人機群飛傳輸與群組飛控』需求

專有名詞註解:

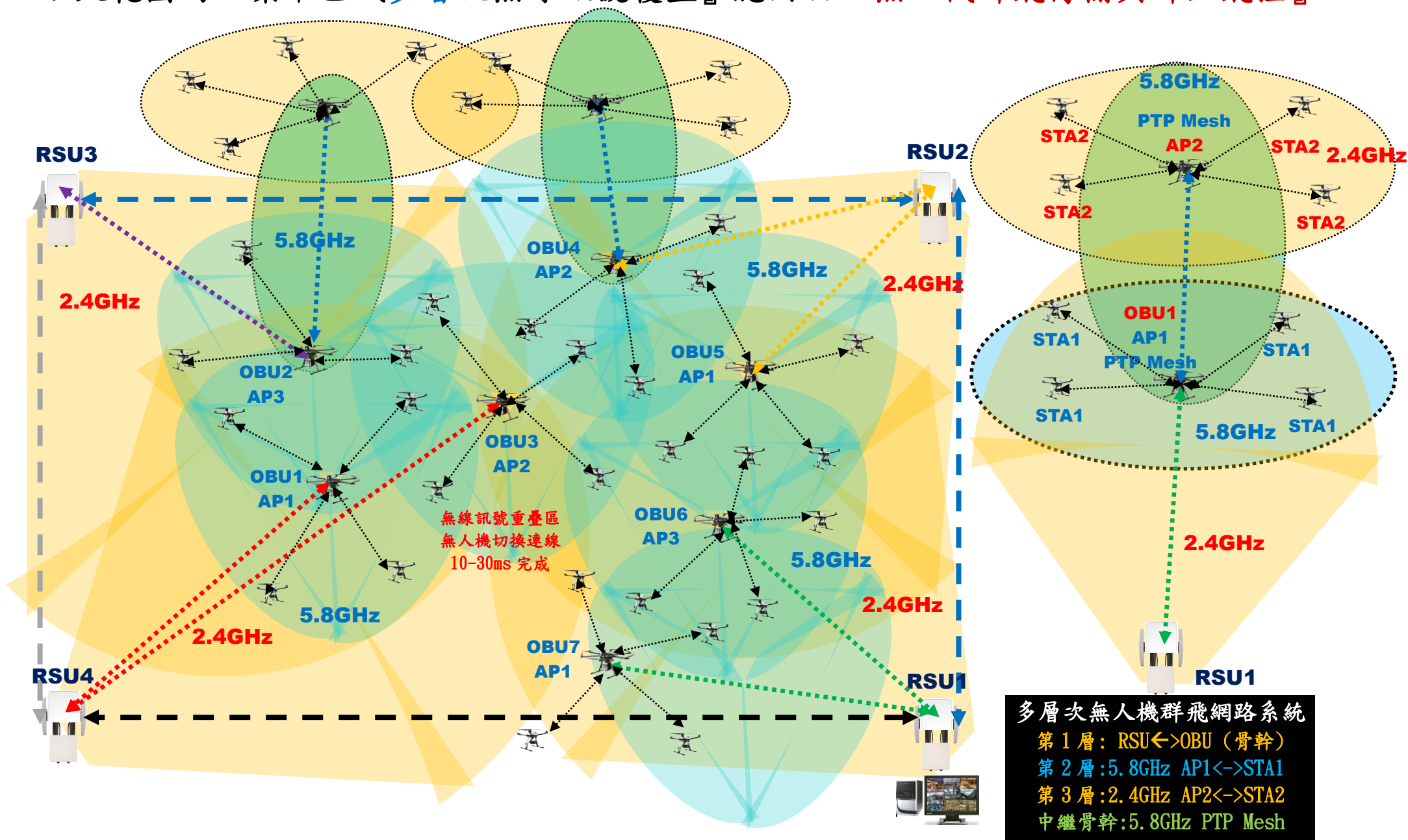
OBU: On Board Unit 高速移動端無線設備

RSU: Road Side Unit 訊號覆蓋端無線設備



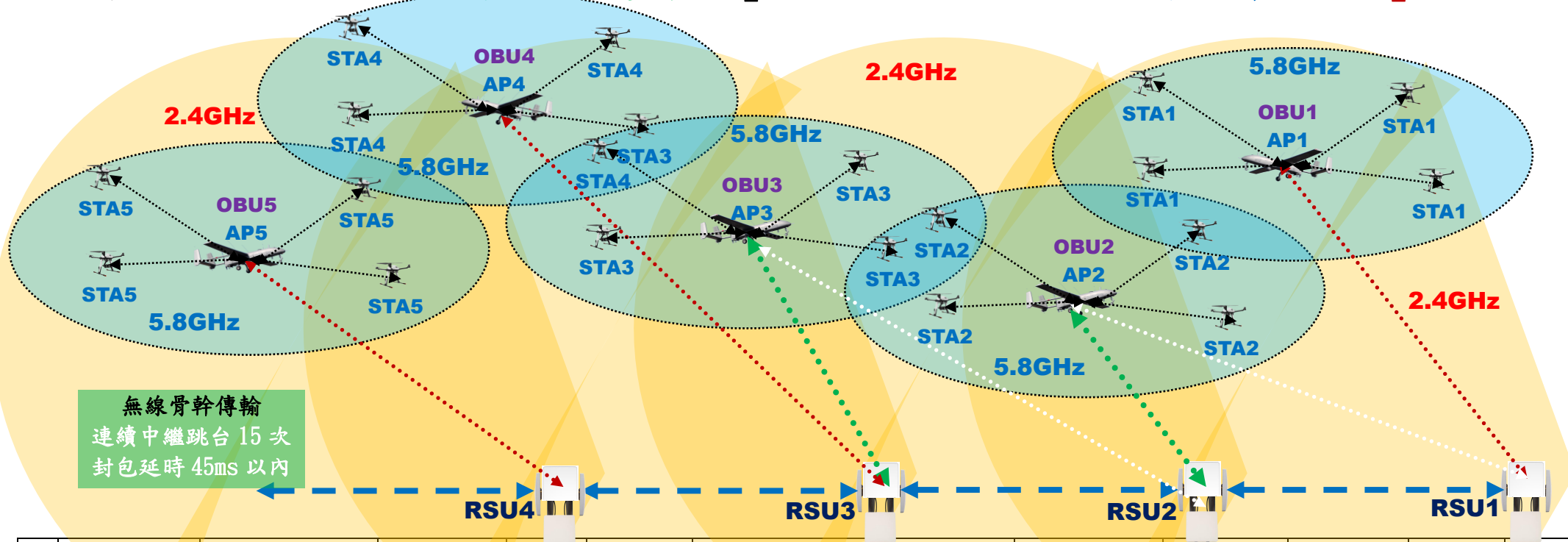


2. 大範圍的『集中區域多層次無線訊號覆蓋』應用於『無人機群飛傳輸與群組飛控』





3. 長條形的『2.4GHz 無線訊號重疊覆蓋』，應用於『無人機忠誠僚機群飛飛控』



編號	高速移動 無線設備	無線設備 型號	無線 技術	無線 頻率	無線頻寬 (Mbps)	搭配天線 頻率/增益/角度	天線架設	傳輸距離 長度(公尺)	水平覆蓋 寬度(公尺)	垂直覆蓋 高度(公尺)	3D 空間 覆蓋 Km ³	
1	RSU * 4 台 * N 無線訊號覆蓋	DAC2P-S255-HM (三模組+雙頻率)	802.11gn 802.11an/ac	2.4GHz 5.8GHz 5.8GHz	120~180 240~360 240~360	2.4GHz 12dBi 扇形 H-75° V-25° 5.8GHz 18dBi * 2	上仰角度 6° 水平角度 0° 水平角度 0°	20~2000 20~3000 8Km*80%=6.4Km	2675*4*80% = 8560	875	14.98	重疊 覆蓋
2	OBU * 5 台 移動端連線	DAC2P-E250-HM (雙模組+雙頻率)	802.11gn	2.4GHz	120~180	2.4GHz 2.5~4.5dBi 全向 H-360° V-30° 5.8GHz 5 - 7dBi 全向 H-360° V-15°	2 支水平架設 2 支垂直架設	20~2000	6336	1071	13.57	單頻 連線
3	STA 僚機*4*5	DAC2P-E250 (雙模組+雙頻率)	802.11an/ac	5.8GHz	240~360	5.8GHz 5 - 7dBi 全向 H-360° V-15°	1 支水平架設 1 支垂直架設	20~2000	6336	352	4.47	單頻 連線

4. 無人機高速移動無線的 RSSI 訊號強度與傳輸距離及頻寬效益測試驗證推估

■ 5. 8GHz PTP Mesh 無線傳輸骨幹，點對點連線訊號強度計算

>> 距離 **3Km** : **-57.7dBm +-3dBm** -- 預估骨幹傳輸頻寬 : **360Mbps** 以上 @**HT80MHz**

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	Frequence 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)	25	1	18	92.4	5.45	3	0	0	18	1
計算結果 (Calculation Results)	-57.7									

■ 2. 4GHz OBU(移動端)與 RSU(訊號覆蓋端)，點對點連線訊號強度計算

>> 距離 **2Km** : **-68.7dBm +-3dBm** -- 預估連線頻寬 : **50Mbps** 以上 @**HT40MHz**

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	Frequence 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	12	92.4	2.45	2	0	0	4.5	1
計算結果 (Calculation Results)	-68.7									

■ 5. 87GHz OBU(移動端)與 RSU(訊號覆蓋端)，點對點連線訊號強度計算

>> 距離 **2Km** : **-69.1dBm +-3dBm** -- 預估連線頻寬 : **100Mbps** 以上 @**HT80MHz**

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	Frequence 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)	25	1	14	92.4	5.45	2	0	0	7	1
計算結果 (Calculation Results)	-69.1									

5. 高速移動無線傳輸設備介紹：

>> 無線設備：



單機 3 無線模組 RSU 訊號覆蓋端
IOP-EBLL4-DAC3P-E255-HM * 3 台

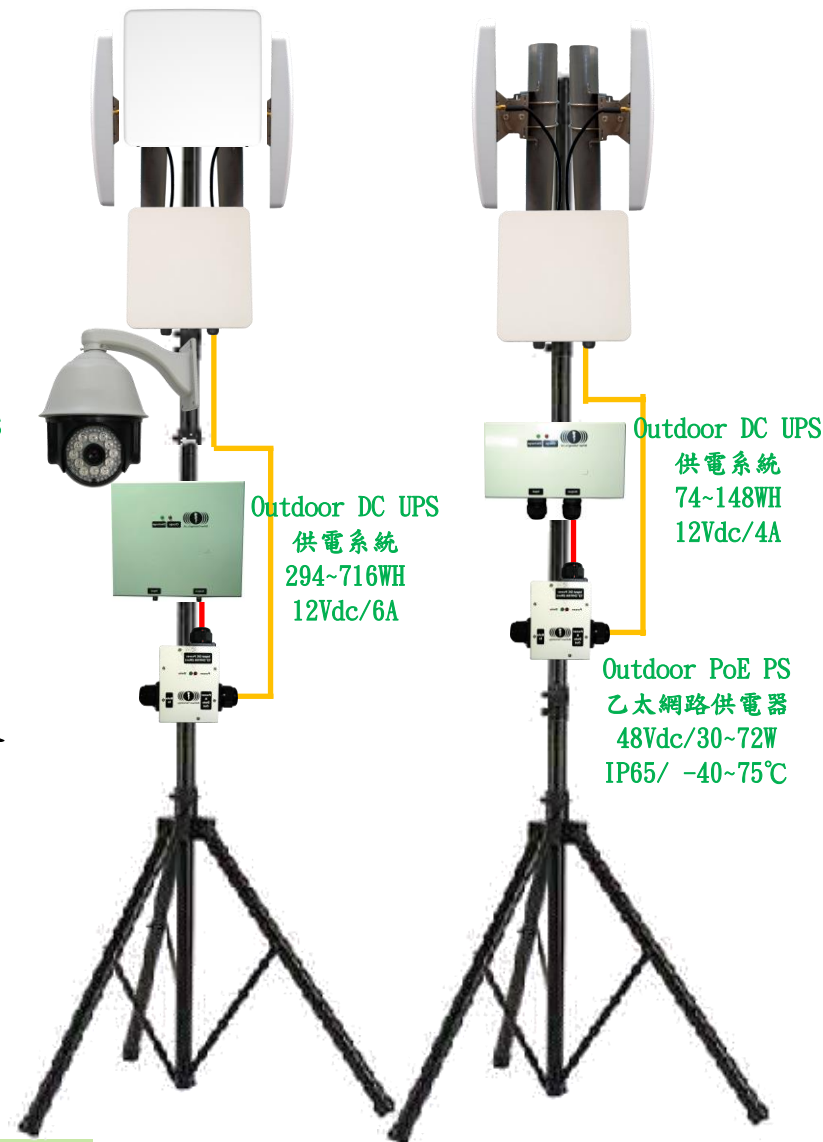
- IOP-PANFO-5M2001213 * 2 支
(板狀指向天線)
- IOP-SANFO-2M1207525 * 1 支
(板狀扇形天線)



單機 2 無線模組 OBU 移動端設備
IOP-EBLL4-DAC2P-E250-HM * 2 台

- IOP-OANMO-DB0536030 * 2 支
2.4GHz & 5.8GHz 雙頻單極化全向天線
(鋁壓鑄殼 or 鐵烤漆小殼)

Outdoor DC UPS
供電系統
74WH
12Vdc/4A



Outdoor DC UPS
供電系統
294~716WH
12Vdc/6A

Outdoor DC UPS
供電系統
74~148WH
12Vdc/4A

Outdoor PoE PS
乙太網路供電器
48Vdc/30~72W
IP65/ -40~75°C

■ 註解說明

『無線中繼跳台架設預先規畫』特別說明：

1. 無線中繼跳台間距距離，依據實際空間環境與訊號強度需求調整
2. 無線中繼跳台次數，盡可能控制在 15 跳以內，必要時架設迴路備援模式
3. 採用 802.11ac 無線技術，盡可能距離間距控制在 2Km 以內

無人機無線高空廊道覆蓋空間與傳輸頻寬及距離

- A. 支援 80 台左右無人機，進行高速移動連線傳輸
- B. 提供每架無人機 50Mbps 無線高速移動傳輸頻寬
- C. 提供無人機系統 500Mbps 以上總傳輸頻寬
- D. 提供 5Km* 5Km* 5Km= 125Km³ 無線訊號立體覆蓋空間
- E. 降低無線傳輸率與無線頻寬要求，無人機連線傳輸距離與範圍，可達到 10Km*10Km* 10Km= 1000Km³

>>PTP Mesh 無線骨幹板狀指向天線：

IOP-PANFO-5M2001213

5GHz 18-20dBi 雙極化 MIMO 指向天線



電氣規格	
頻率範圍	4900 - 6100MHz
標準頻率	18 - 20dBi +0.5dBi
天線增益值	■ 5150 - 5250MHz:18.5-19.5dBi ■ 5250 - 5550MHz:19.0-20.5dBi ■ 5550 - 5850MHz:18.0-18.5dBi
特殊頻率	■ 4900 - 4950MHz:13.0-16.0dBi ■ 5000 - 5100MHz:16.5-18.5dBi
天線增益值	■ 5900 - 5950MHz:18.0-18.5dBi ■ 6000 - 6100MHz:15.5-17.5dBi
VSWR (載波比)	2.0 : 1 (Max.)
極化方向	90度雙極化 垂直極化/水平極化
隔離值	20 dB Typical
HPBW/H-Plane 水平角度	12°
HPBW/V-Plane 垂直角度	13°
前後比	30dB
功率承載	5W
輸入阻抗	50 歐姆
接頭規格	SMA / N Plug x 2
連接線/長度/線徑損失	RG233, 100cm, 最大 1.7dB
防雷擊感應保護	DC Grounding 接地
機械規格和環境特徵	
尺寸大小	266 x 266 x 40 mm
重量	1000g
天線罩顏色	白色
天線罩材料	PC, 抗 UV 紫外線 完全符合 UL746C 等級
使用溫度	-40°C to 80°C
使用濕度	95% @ 55°C
承載風壓 / 風力級數	250Km/hr / 蒲福氏 17 級
防水等級	IP67
萬用不銹鋼固定架*	■ 牆壁/車用固定方式 ■ 桿式固定方式(1吋~ 2.5吋) ■ 路燈桿固定方式(金屬束帶) ■ 電線桿固定方式(金屬束帶)
型號:IOP-UHMK-VESA75-1	
長 x 寬 x 高:125x125x77mm	
重量:0.9 公斤	
*支援國際 VESA 標準固定安裝尺寸 : 75 X 75mm	
*支援室外設備一般固定安裝尺寸:60 X 60mm ~ 75 X 75mm	
*支援三角固定點固定方式	
*支援螺絲固定點迫緊方式	
*支援 +40° 天線角度調整功能	

IOP-PANFO-2M1403335

2.4GHz 14dBi 雙極化 MIMO 指向天線



電氣規格	
頻率範圍	2400 - 2500MHz
天線增益值	2400MHz 14dBi +0.5dBi
VSWR (載波比)	2.0 : 1 (Max.)
極化方向	90° 雙極化: 垂直極化/水平極化
隔離值	20 dB Typical
HPBW/H-Plane -3dB 水平角度	33° +-2°
HPBW/V-Plane -3dB 垂直角度	35° +-2°
前後比	25dB
功率承載	5W
輸入阻抗	50 歐姆
接頭規格	SMA / N Plug x 2
連接線/長度	RG233, 100cm, 最大
防雷擊感應保護	DC Grounding 接地
機械規格和環境特徵	
尺寸大小	266 x 266 x 40 mm
重量	1000g
天線罩顏色	白色
天線罩材料	PC, 抗 UV 紫外線 完全符合 UL746C 等級
使用溫度	-40°C to 80°C
使用濕度	95% @ 55°C
承載風壓 / 風力級數	250Km/hr / 蒲福氏 17 級
防塵防水等級	IP67
外殼辨識方式	橘色字標示於外殼上下方
萬用不銹鋼固定架*	■ 牆壁/車用固定方式 ■ 桿式固定方式(1吋~ 2.5吋) ■ 路燈桿固定方式(金屬束帶) ■ 電線桿固定方式(金屬束帶)
型號:IOP-UHMK-VESA75-1	
長 x 寬 x 高:125x125x77mm	
重量:0.9 公斤	
*支援國際 VESA 標準固定安裝尺寸 : 75 X 75mm	
*支援室外設備一般固定安裝尺寸:60 X 60mm ~ 75 X 75mm	
*支援三角固定點固定方式	
*支援螺絲固定點迫緊方式	
*支援 +40° 天線角度調整功能	



>> RSU 無線覆蓋+-45 度扇形天線 :

IOP-SANFO-2M1207525

2.4GHz 12dBi 雙極化 MIMO 扇形天線



電氣規格	
頻率範圍	2400 - 2500MHz
天線增益值	12dBi ± 0.5 dBi
VSWR (載波比)	2.0 : 1 (Max.)
極化方向 (+- 45 度雙極化)	+45 度垂直極化 +45 度水平極化
隔離值	20 dB Typical
HPBW/H-Plane -3dB 水平角度	75°
HPBW/H-Plane -6dB 水平角度	100°
HPBW/H-Plane -9dB/-12dB 水平角度	120° / 140°
HPBW/V-Plane -3dB 垂直角度	25°
HPBW/V-Plane -6dB 垂直角度	35°
HPBW/V-Plane -9dB/-12dB 垂直角度	40° / 45°
前後比	30dB
功率承載	5W
輸入阻抗	50 歐姆
接頭規格	SMA / N Plug x 2
連接線/長度/線徑損失	RG233, 100cm, 最大 1.7dB
防雷擊感應保護	DC Grounding 接地

機械規格和環境特徵	
尺寸大小	266 x 266 x 40 mm
重量	1000g
天線罩顏色	白色
天線罩材料	PC, 抗 UV 紫外線 完全符合 UL746C 等級
使用溫度	-40°C to 80°C
使用濕度	95% @ 55°C
承載風壓 / 風力級數	250Km/hr / 蒲福氏 17 級
防塵防水等級	IP67
外觀辨識方式	紅色字標示於外殼上下方
萬用不銹鋼固定架*	■ 牆壁/車用固定方式 ■ 桿式固定方式(1 吋~ 2.5 吋) ■ 路燈桿固定方式(金屬束帶) ■ 電線桿固定方式(金屬束帶)
型號: IOP-UHMK-VESA75-1	
長 x 寬 x 高: 125x125x77mm	
重量: 0.9 公斤	
*支援國際 VESA 標準固定安裝尺寸: 75 X 75mm	
*支援室外設備一般固定安裝尺寸: 60 X 60mm ~ 75 X 75mm	
*支援三角固定點固定方式	
*支援螺絲固定點迫緊方式	
*支援 +-40° 天線角度調整功能	

IOP-SANFO-5M1506010

5GHz 14-15dBi 雙極化 MIMO 扇形天線



電氣規格	
頻率範圍	4900 - 6100MHz
標準頻率	14 - 15dBi ± 0.5 dBi
天線增益值	■ 5150 - 5250MHz: 14.5-14.7dBi ■ 5250 - 5550MHz: 14.6-15.2dBi ■ 5550 - 5850MHz: 15.2-15.0dBi
特殊頻率	■ 4900 - 4950MHz: 13.9-14.3dBi ■ 5000 - 5100MHz: 14.4-14.5dBi
天線增益值	■ 5900 - 5950MHz: 14.6-15.1dBi ■ 6000 - 6100MHz: 14.3-12.5dBi
VSWR (載波比)	2.0 : 1 (Max.)
極化方向 (+- 45 度雙極化)	+45 度垂直極化 +45 度水平極化
隔離值	20 dB Typical
HPBW/H-Plane -3dB 水平角度	60°
HPBW/H-Plane -6dB 水平角度	80°
HPBW/H-Plane -9dB/-12dB 水平角度	100° / 120°
HPBW/V-Plane -3dB 垂直角度	10°
HPBW/V-Plane -6dB 垂直角度	15°
HPBW/V-Plane -9dB/-12dB 垂直角度	20° / 25°
前後比	30dB
功率承載	5W
輸入阻抗	50 歐姆
接頭規格	SMA / N Plug x 2
連接線/長度/線徑損失	RG233, 100cm, 最大 1.7dB
防雷擊感應保護	DC Grounding 接地

機械規格和環境特徵	
尺寸大小	266 x 266 x 40 mm
重量	1000g
天線罩顏色	白色
天線罩材料	PC, 抗 UV 紫外線 完全符合 UL746C 等級
使用溫度	-40°C to 80°C
使用濕度	95% @ 55°C
承載風壓 / 風力級數	250Km/hr / 蒲福氏 17 級
防塵防水等級	IP67
外觀辨識方式	黑色字標示於外殼上下方
萬用不銹鋼固定架*	■ 牆壁/車用固定方式 ■ 桿式固定方式(1 吋~ 2.5 吋) ■ 路燈桿固定方式(金屬束帶) ■ 電線桿固定方式(金屬束帶)
型號: IOP-UHMK-VESA75-1	
長 x 寬 x 高: 125x125x77mm	
重量: 0.9 公斤	
*支援國際 VESA 標準固定安裝尺寸: 75 X 75mm	
*支援室外設備一般固定安裝尺寸: 60 X 60mm ~ 75 X 75mm	
*支援三角固定點固定方式	
*支援螺絲固定點迫緊方式	
*支援 +-40° 天線角度調整功能	

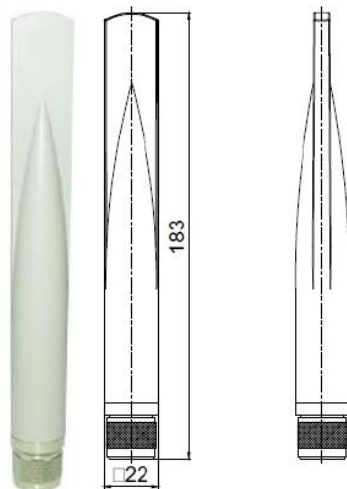


>> OBU 移動端雙頻單極化全向天線 :

IOP-OANMO-DB0536030

2.4 & 5GHz 2.5 & 5dBi Dual Band Omni Antenna

Electrical Specification		
Frequency range	2400 – 2483MHz	5150 – 5875MHz
Peak gain	4.5 dBi	7.0 dBi
Average gain	2.5 dBi	5.0 dBi
VSWR	2 : 1 Max.	2 : 1 Max.
Polarization	Linear, Vertical	Linear, Vertical
HPBW / Horizontal	360°	360°
HPBW / Vertical	30°	15°
Power handling	2W (cw)	2W (cw)
Impedance	50 Ohms	50 Ohms
Connector	N Plug	N Plug
Environmental & Mechanical Characteristics		
Survival wind speed	216Km/hr	
Temperature	-40°C to +70°C	
Humidity	95% @ 55°C	
Radome color	Gray	
Radome material	ABS	
Weight	70g	
Dimensions	Φ22 × 183 mm	



H-plane Co-polarization pattern

