

What is the airship? and what it can do

飛船的應用

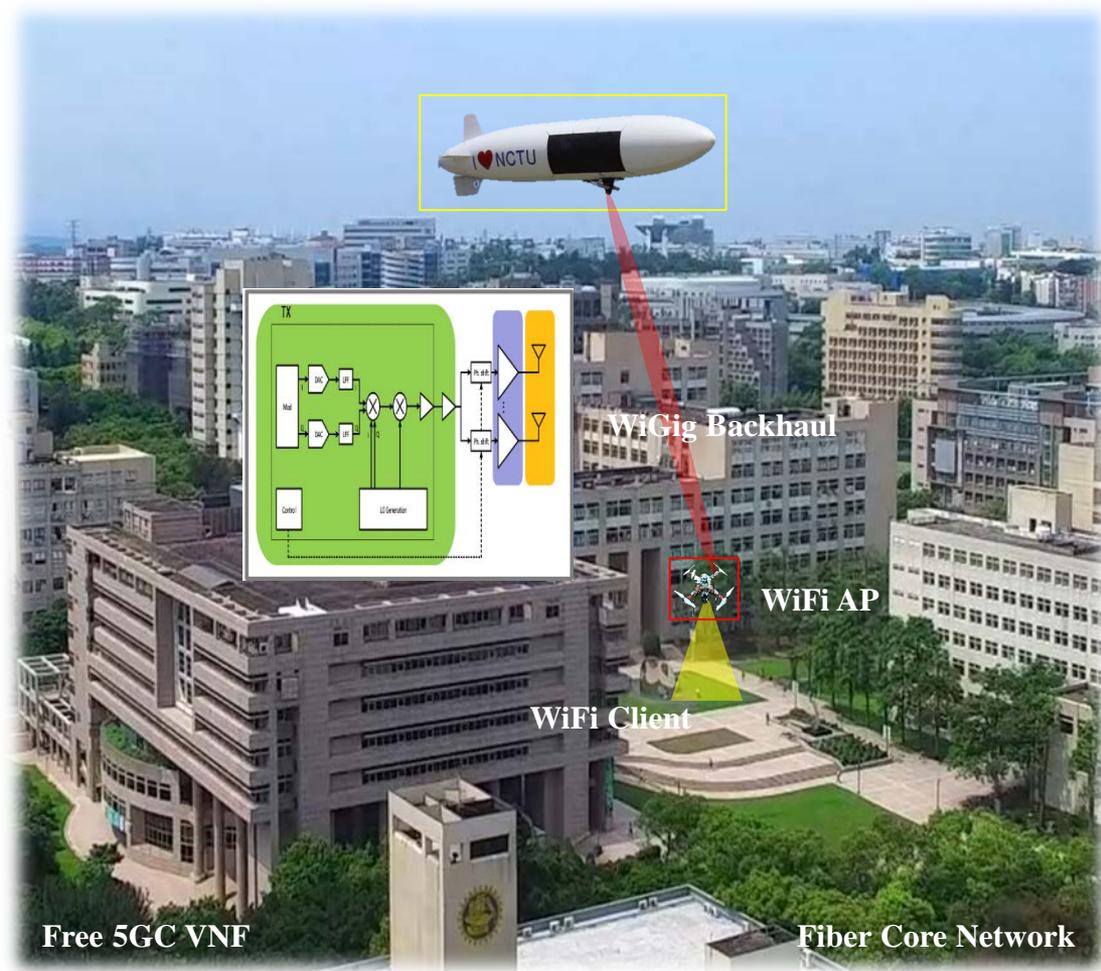


報告人：陳俊勳 教授
國立陽明交通大學
國際半導體產業學院

2021年6月6日

三維通信網路技術及其在智慧校園之應用

計畫總主持人：張懋中校長、林一平副校長(105.10.01-108.09.30)



<https://map.iottalk.tw/map/>

The screenshot shows the IoT map interface with various service tiles and data tables. The tiles include:

- 影像辨識 (Image Recognition)
- 即時影像 (Real-time Video)
- 教學, VR (Teaching, VR)
- 公車動態 (Bus Status)
- 停車位狀態 (Parking Status)
- 宿舍/洗衣機狀態 (Dormitory/Washing Machine Status)
- 環境監測 (Environment Monitoring)

The bus status tile shows:

NCTUBus_高鐵大巴
Update Time: 2019-3-18 17:58:29
History 公車動態

The washing machine status tile shows:

ID	時間	狀態
NSPW01	...	●
NSPW02	12:38	●
NSPW03	...	●

The environment monitoring tile shows:

PM2.5: 62 µg/m³ 高 活動建議
溫度: 22.37°C 濕度: 82%
PM 2.5

The environment monitoring chart shows a line graph of PM2.5 levels over time, with a peak around 22:00 and a low around 02:00.

毫米波寬頻無線電陣列天線系統與單晶片
飛船無人機三維異質網路

校園物聯網地圖

智慧無人載具系統研發與建置



軍民多面向飛船系統應用潛力

• 光學遙測酬載測試平台

- 衛星通訊測試
- 衛星遙測與GNSS定位

• 氣候研究與預報

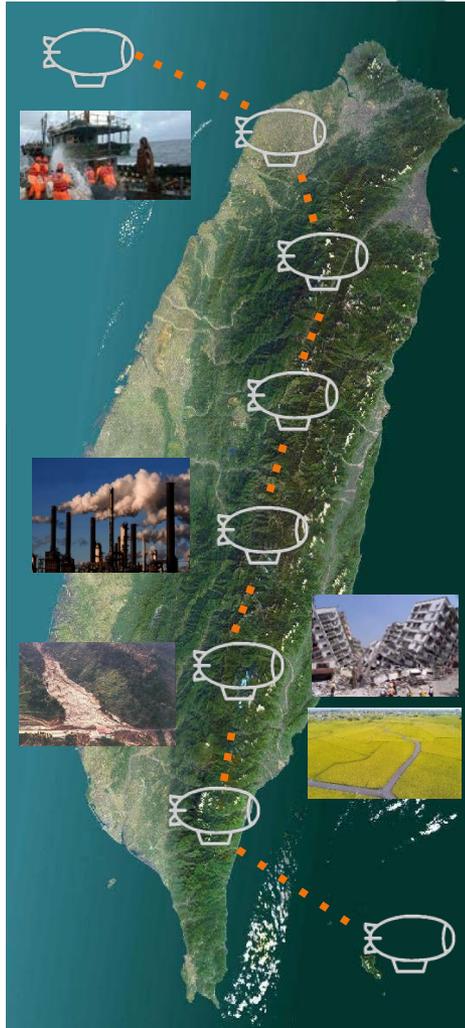
- 提供影像、數據給超級電腦模擬極端氣候研究
- 天氣預報

• 農林規劃、土地利用

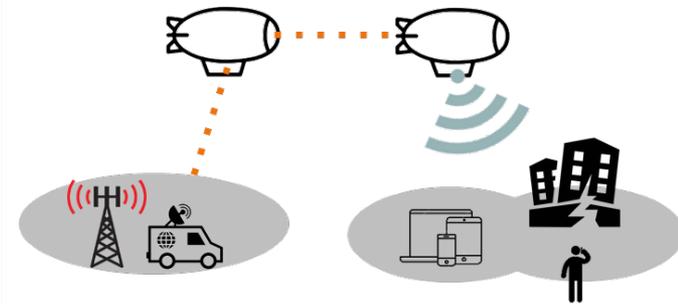
- 利用影像大數據分析農作量、漁貨量、林木生長與健康狀況，以供計畫生產與預防

• 國土監測

- 水源、環境保護區監測
- 汙染與廢棄物防護
- 受災土地的災後評估與復建規劃參考。



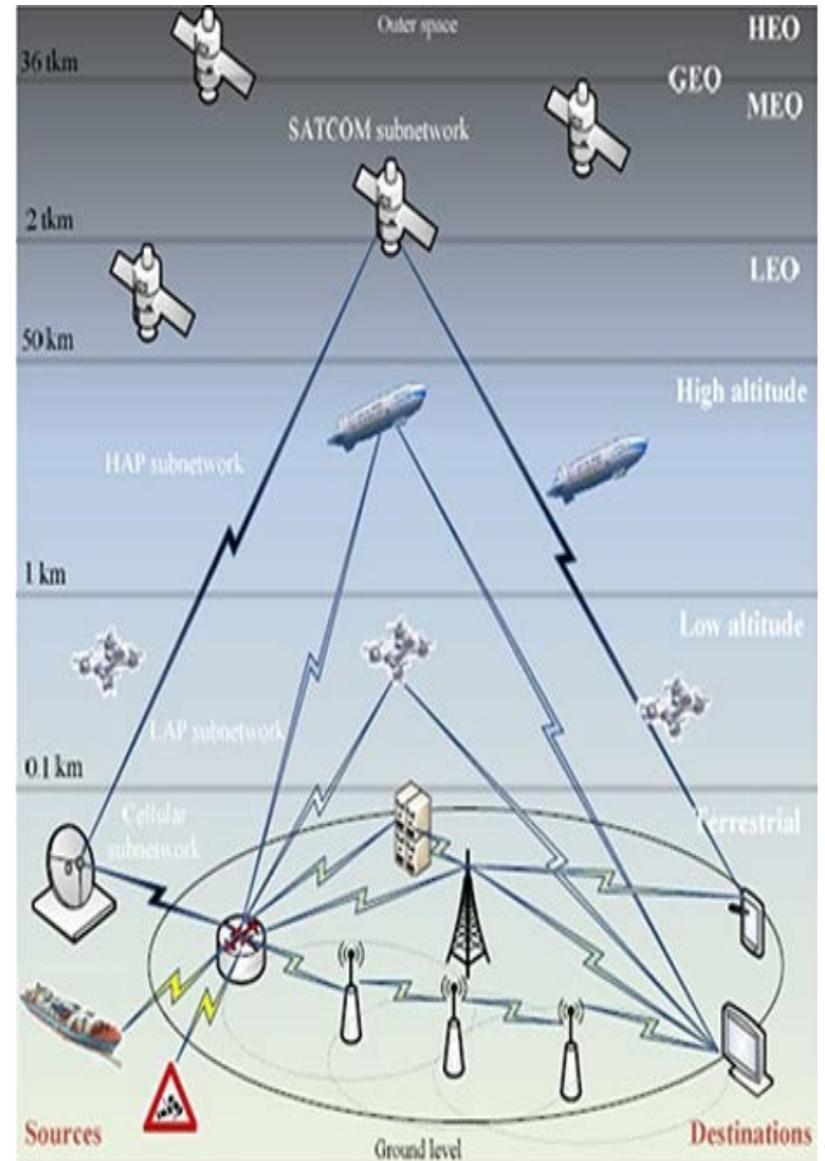
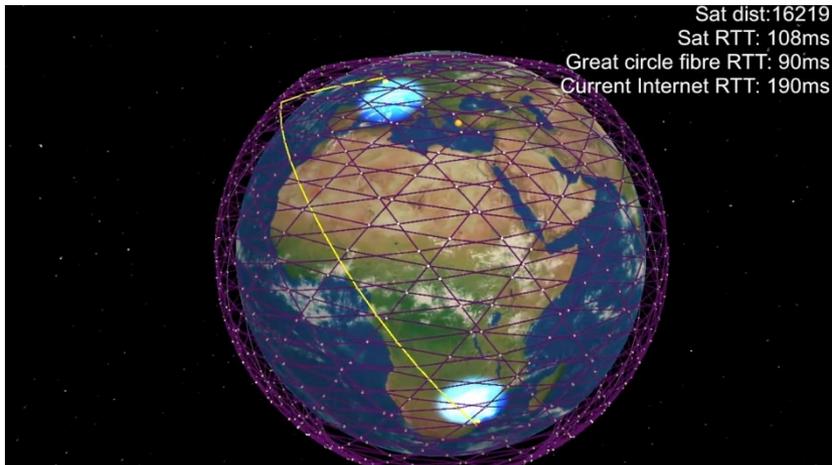
- 提供4G/5G/6G信號中繼
 - 無線中繼通信骨幹
 - 救災用通訊



- 提供國防需求
 - 偵查、預警、定位監控

非地面網路(NTN)

- 非地面網路(Non-terrestrial Networks; NTN)技術使用衛星或飛船作為通信中繼，彌補5G地面網路難以覆蓋的區域→提供全地形、全空間立體無縫服務，例如: IoT應用、緊急救災網路、廣播/群播服務
- 新興衛星運營商如SpaceX、OneWeb和Telesat，計畫在未來幾年內大量發射衛星，向全球提供衛星通訊服務
 - SpaceX Starlink project



無人飛船之國防上情、監、偵應用

● 早期預警

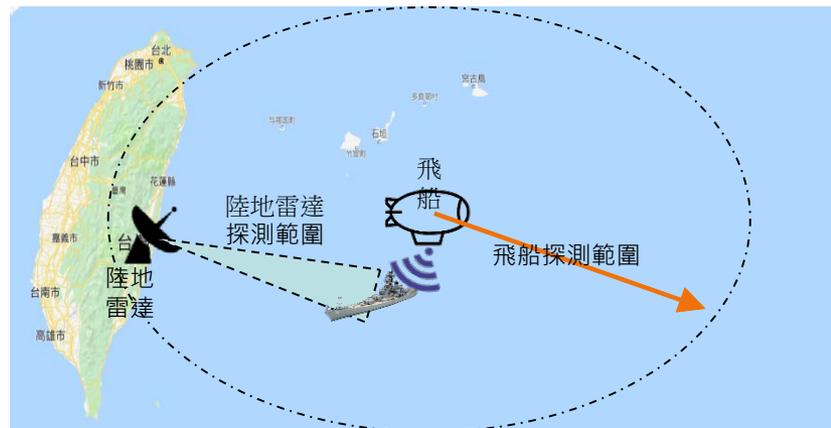
- 低成本滯空，空中24小時連續監視地面和水面移動目標
- 蒐集電戰參數

● 通信中繼與強化聯站指管能力

- 高空通信時視距遠，克服地球曲度，可作為機動雷達車的備援
- 戰時無需跑道即可升空，增加戰場存活度

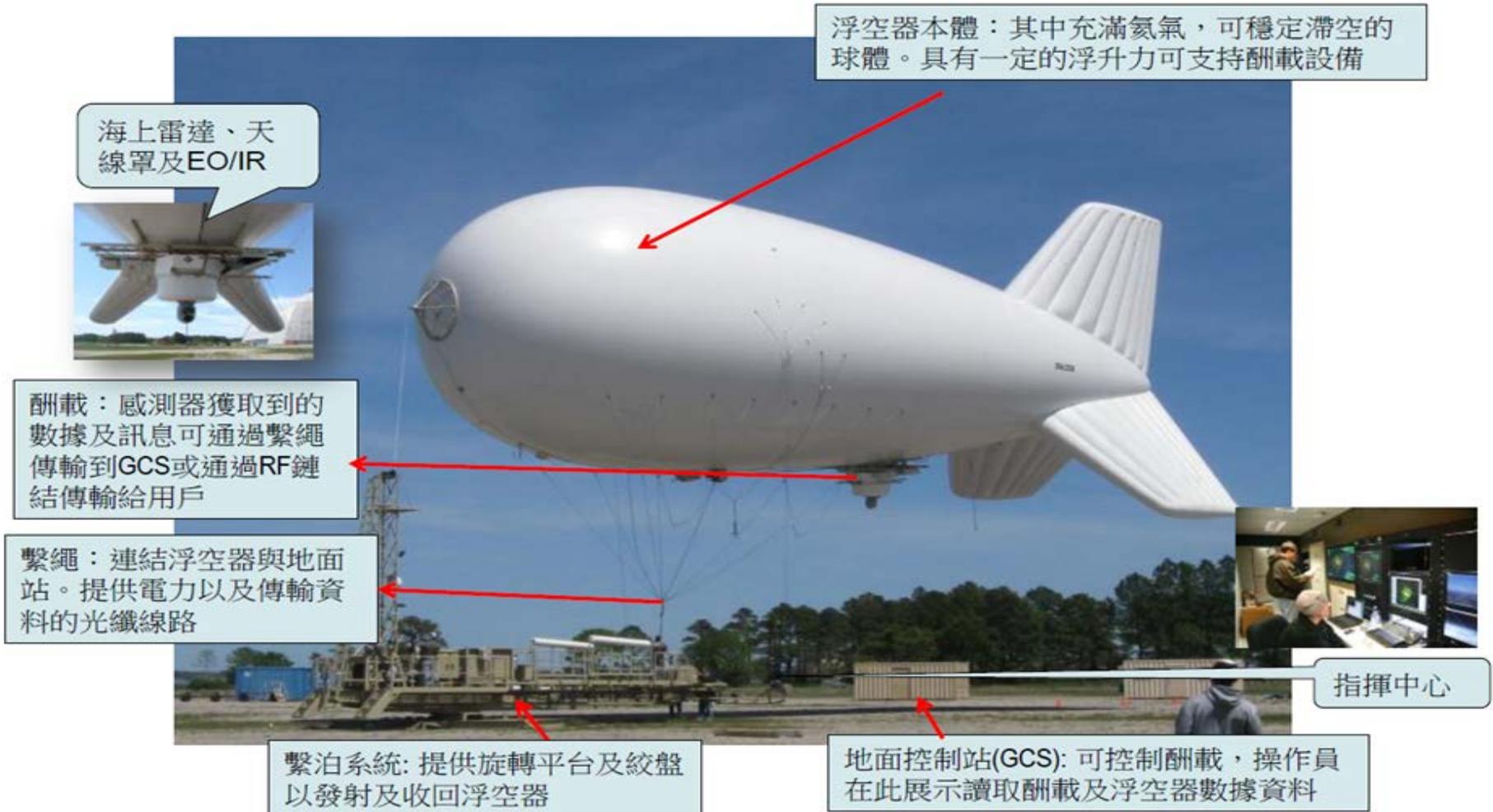
● 反潛作戰、海上聯合偵蒐作業

- 作為水面船艦或反潛機執行反潛作戰的輔助平台，彌補預警機滯空時間不足問題
- 飛船可降低艦隊對陸地雷達站的通信倚賴，獨力擴展遠洋監偵範圍



無人飛船全系統架構

- 飛船本體
- 酬載系統
- 繫泊系統 (有/無繫繩)
- 地面控制站(含指揮中心)



TCOM 22M級浮空器

- TCOM 22M級浮空器
 - 浮空器尺寸：22m
 - 酬載重量：193kg
 - 酬載電力：2.0kW
 - 操作高度：900m
 - 飛行持續時間：14 天
 - 可承受風速：可正常操作 50節
最大可抵抗 70節 (127.75Km/h)



<https://tcomlp.com/wp-content/uploads/2017/06/28M-Aerostat-System-US-and-Metric.pdf>
<https://www.youtube.com/watch?v=0-MN7IH5yYY>

TCOM Aerostat System ROM Price (\$USD)

22M Aerostat System

- Aerostat: \$2,300,000

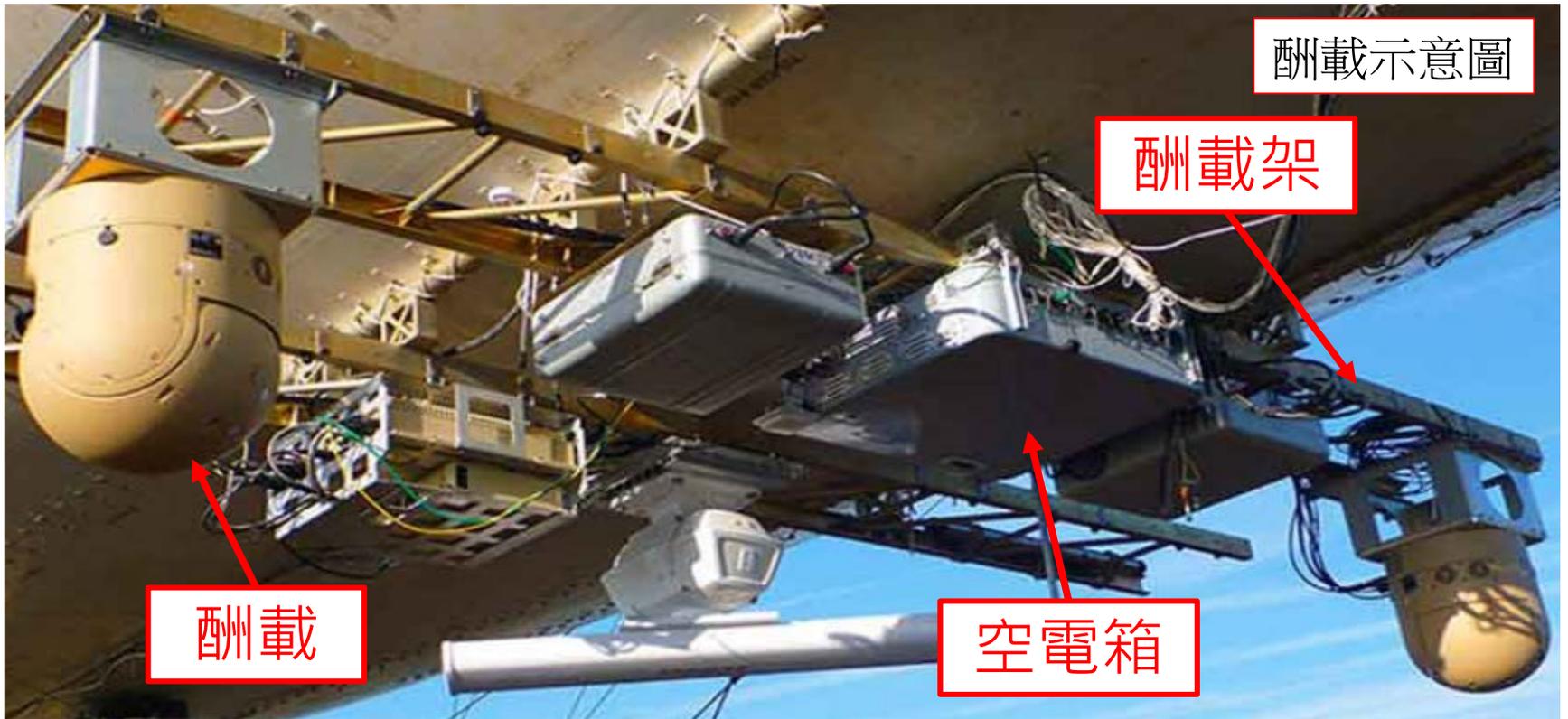
- One year spare parts: \$250,000

- Training: \$350,000

Total: \$2,900,000

-> NT\$87,000,000

遠距偵蒐酬載系統



無繫繩飛船(駕駛艙)



GZ-20 非剛性飛船



齊柏林NT07 半剛性飛船



興登堡號 剛性飛船



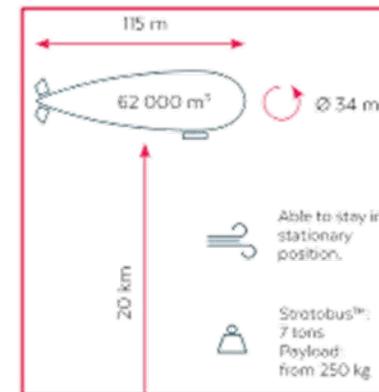
Airlander 混合式飛船

無人飛船

- 船體充滿了氦氣，氦氣比空氣輕的性質使其能夠“漂浮”，從而產生升力。對於**Airship**而言，這種升力抵消了飛機的重量，可以使用更少的推力來保持機載
 - 氣動升力 (40%)
 - 氦氣浮力升力
 - 推力向量 (用於起飛)
-
- 與傳統的固定翼和旋翼飛機相比，效率較高



Stratobus™ key data



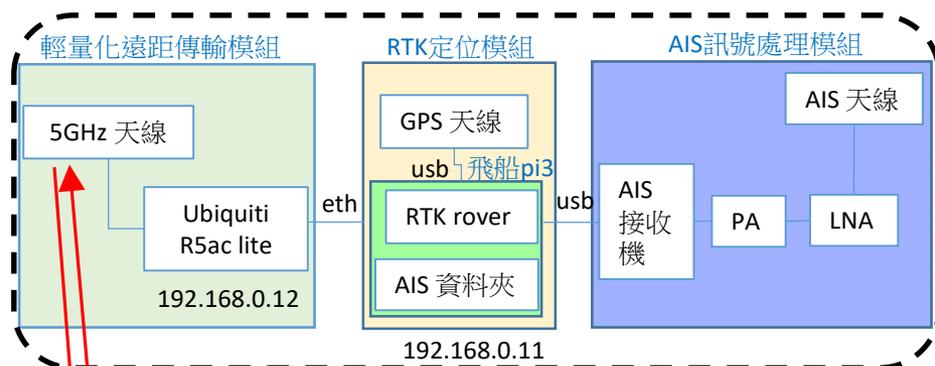
- Observation radius of 500 km
- > Military security
 - > Sensitive sites and borders surveillance
 - > Environmental check-ups
 - > Telecommunications

目前技術能量(工研院)

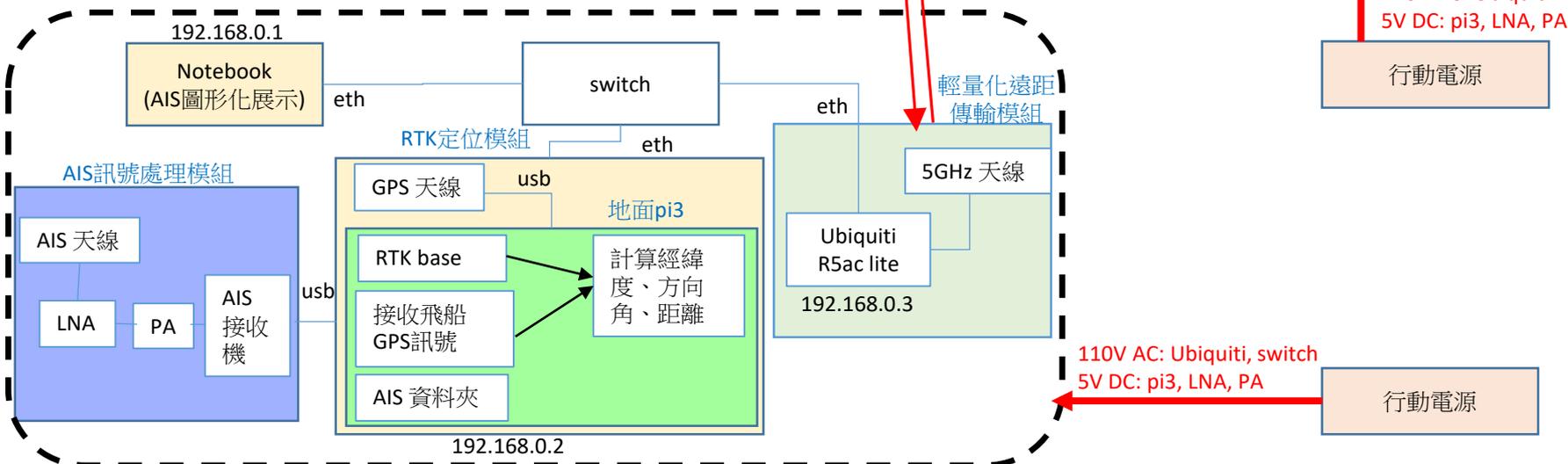
通訊酬載系統整合

- 輕量化遠距傳輸模組
 - Ubiquiti、5GHz天線
- AIS訊號處理模組
 - pi3、AIS接收機、PA、LNA、AIS天線
- RTK定位模組
 - pi3、RTK base、RTK rover、GPS天線
 - 計算飛船經緯度、方向角、距離

飛船

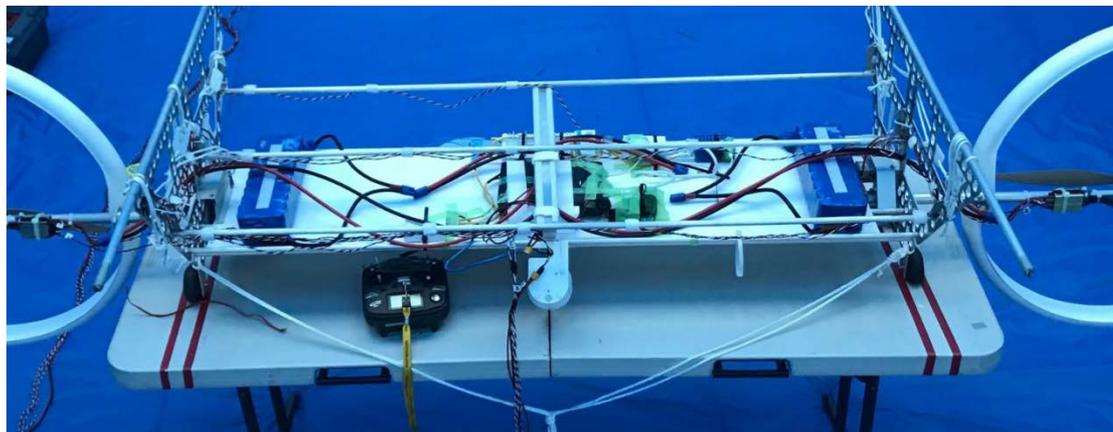


地面



硬體模組介紹

飛船端模組



地面端模組



接輕量化遠距
傳輸模組

接GPS天線

輕量化遠距傳輸模組

- 定向天線由於具有最大輻射或接收方向，因此能量集中，增益相對全向天線要高，適合於遠距離點對點通信，同時由於具有方向性，抗干擾能力比較強

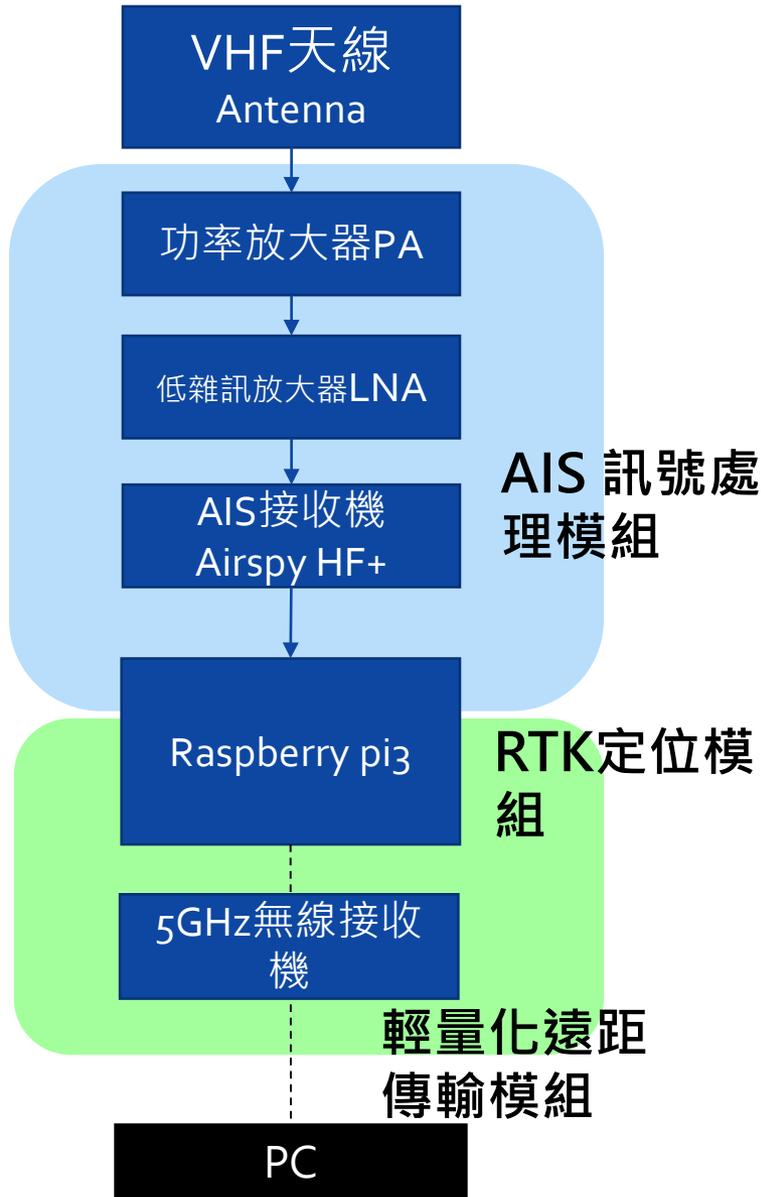


<https://www.itsfun.com.tw/%E6%A5%B5%E5%8C%96%E6%96%B9%E5%90%91/wiki-489297-002947>

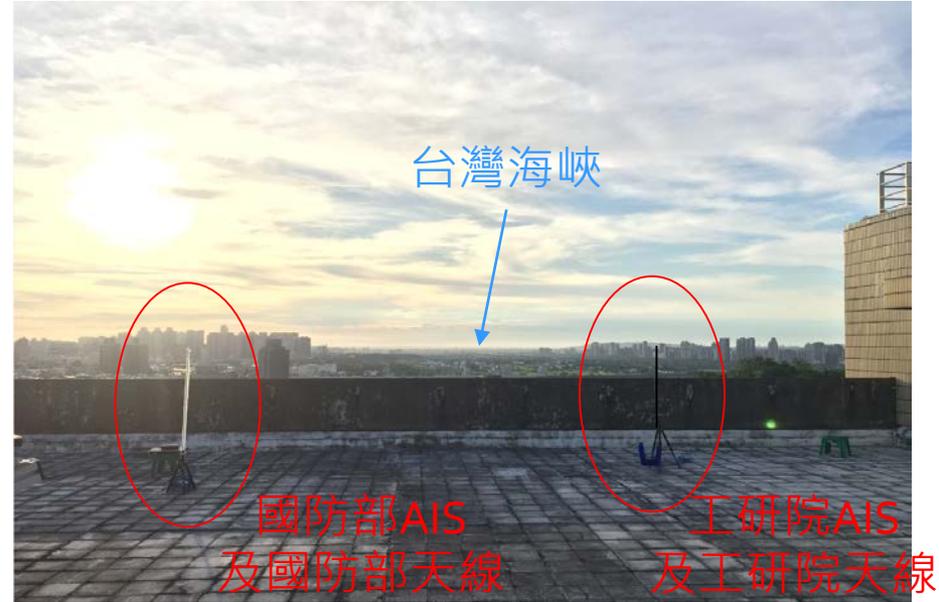


通訊酬載模組功能整合驗證

設備架構圖



量測現場圖



通訊酬載模組功能整合驗證

- 整合AIS、RTK定位資訊於同一部Windows電腦圖資化呈現

AIS接收資料
地面RTK接收資料
飛船RTK接收資料

兩點經緯度、方向
角及距離等資訊
(未來呈現於螢幕上)

地面RTK與飛船
RTK資料於圖資
上呈現

AIS接收於
圖資上呈現

The screenshot displays a Windows desktop environment with several windows open. On the left, there are three terminal windows showing AIS and RTK data. The top terminal window displays AIS data in NMEA format. The middle terminal window shows RTK data including GPGSV, GLGSV, and GAGSV messages. The bottom terminal window shows RTK data including target horizontal and vertical angles and distance. On the right, a map application (BANDICAM) displays a map of the Fuzhou area with various vessel icons (AIS) and RTK data points (ground and ship). A large 'Meters' label is overlaid on the map. At the bottom, a NMEA Debug Window shows real-time data.

```
!AIVDM,1,1,A,403t?GivAa6Be`Sv3v>TW`W008Jf,0*2D
!AIVDM,1,1,B,19t6R@h01G8`krh>=Qw`HViJ0@Ju,0*4D
!AIVDM,1,1,B,15QnG<01RA`QwD>>iHANQ;N04i8`0*4A
!AIVDM,1,1,B,16:hb40014`U1Qv>PTN`NVkd0@0S,0*12
!AIVDM,1,1,A,19NSRS@1kK`V`kT>Eg>iJQ7b080R,0*1A
!AIVDM,1,1,B,403t?IivAa6Bn`SKdr>dv0G004i8,0*65
!AIVDM,1,1,B,403t?GivAa6Bo`Sv3v>TW`W000S:,0*69

jywang@52-0A70138-91: ~
GPGSV,2,2,06,19,46,30,33,28,63,191,42,,,,,1*6F
GLGSV,1,1,04,65,41,148,38,77,36,244,28,78,24,306,31,88,25,315,37,1*7B
GAGSV,2,1,07,02,18,314,37,04,34,004,18,09,23,163,38,11,51,359,19,7*75
GAGSV,2,2,07,24,35,189,39,25,50,263,41,36,29,293,40,,,,,7*4C

jywang@52-0A70138-91: ~
0.0164 0.0178 0.0503 0.0070 -0.0107 -0.0179 0.99 2.7
020/06/18 06:19:12.000 24.777134762 121.041946024 147.1066 1 14
0.0165 0.0178 0.0504 0.0070 -0.0107 -0.0179 0.99 2.7
020/06/18 06:19:13.000 24.777134738 121.041946028 147.1172 1 14

target_horizontal_angle= 340.19 degree
target_vertical_angle= 2.94 degree
target_Distance= 204.70 meter

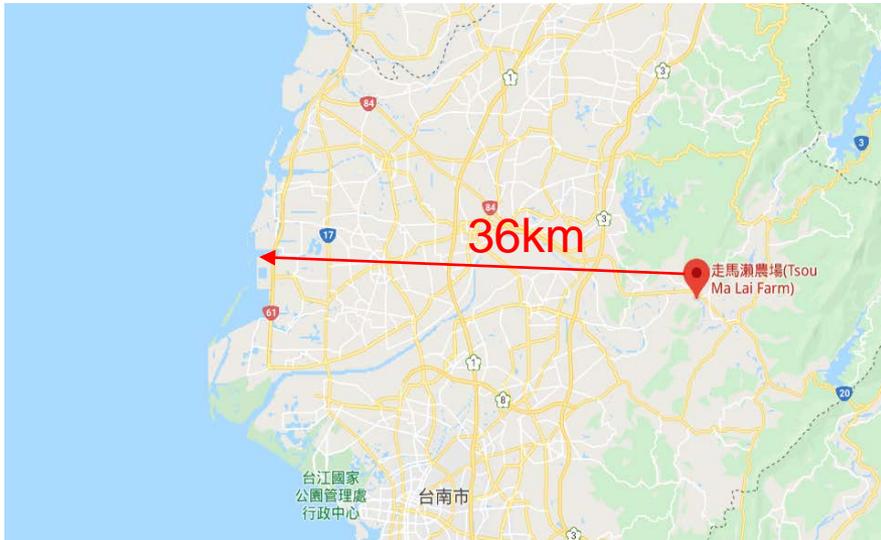
ORI= 24.777134773°N 121.041946032°E 147.1000m
AVE=E:-0.0006m N:-0.0016m U: 0.0080m
STD=E: 0.0008m N: 0.0014m U: 0.0075m
RMS=E: 0.0010m N: 0.0021m U: 0.0104m 2D: 0.0045m
AVE=E:-10.1259m N:-7.0276m U:-36.1242m
RMS=E:10.1259m N: 7.0276m U:36.1242m 2D:24.6512m

[R]2020/06/18 06:19:14.00 GPST : 24.777134758°N 121.041946032°E 147.1130m Q=1:FIX
```

高空實測展示

● 測試場地簡介(走馬瀨農場)

- 走馬瀨農場由曾文溪中游三面環繞，阿里山支脈烏山嶺四邊環抱。面積達120公頃，其中40公頃為草原
- 實驗場地(草原)高度海平面63m，附近丘陵約100~200m。
- 實驗場地距離西海岸約36km



自主發展無人飛船載具

- 國產無人飛船

飛船最大長度	14.9m
飛船最大直徑	2.85m
操作高度	800m
飛船淨載重	4kg
飛行持續時間	30分鐘
飛船氣囊材質	熱塑性聚氨酯(TPU) 0.126mm
可承受風速	最大可抵抗13.6節(25.18Km/h)
最大通訊範圍	20km



節定義:每小時
1.852公里

目前成果與後續發展規劃

- 實測展示成果

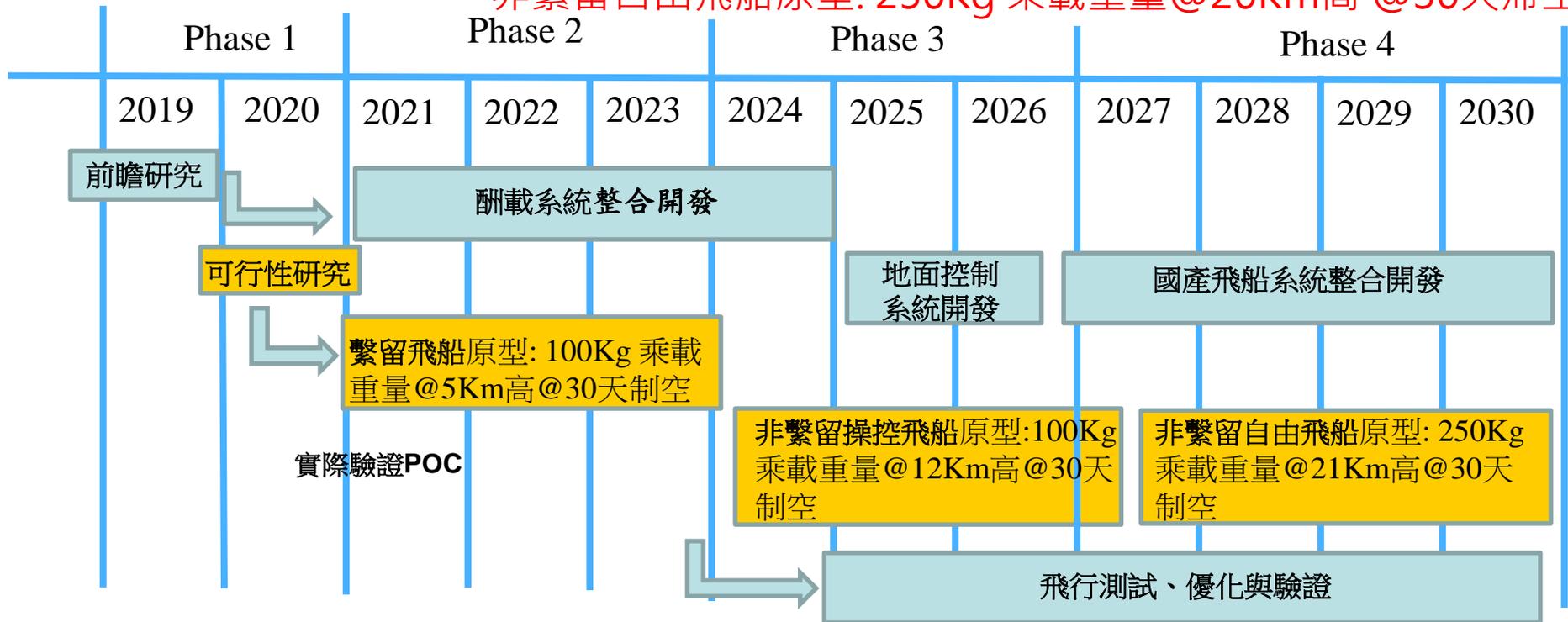
- 整合遠距傳輸、AIS訊號蒐集、RTK定位資訊於同一部電腦圖資化呈現，滿足飛船高度達750公尺，資料傳輸0%封包遺漏。



全程研究目的與時程規劃

目的: 開發高空飛船無人運行載具，軍用時能搭載軍用設備進行定位與通訊使用涵蓋，救災時須能提供災民與救災民用通訊

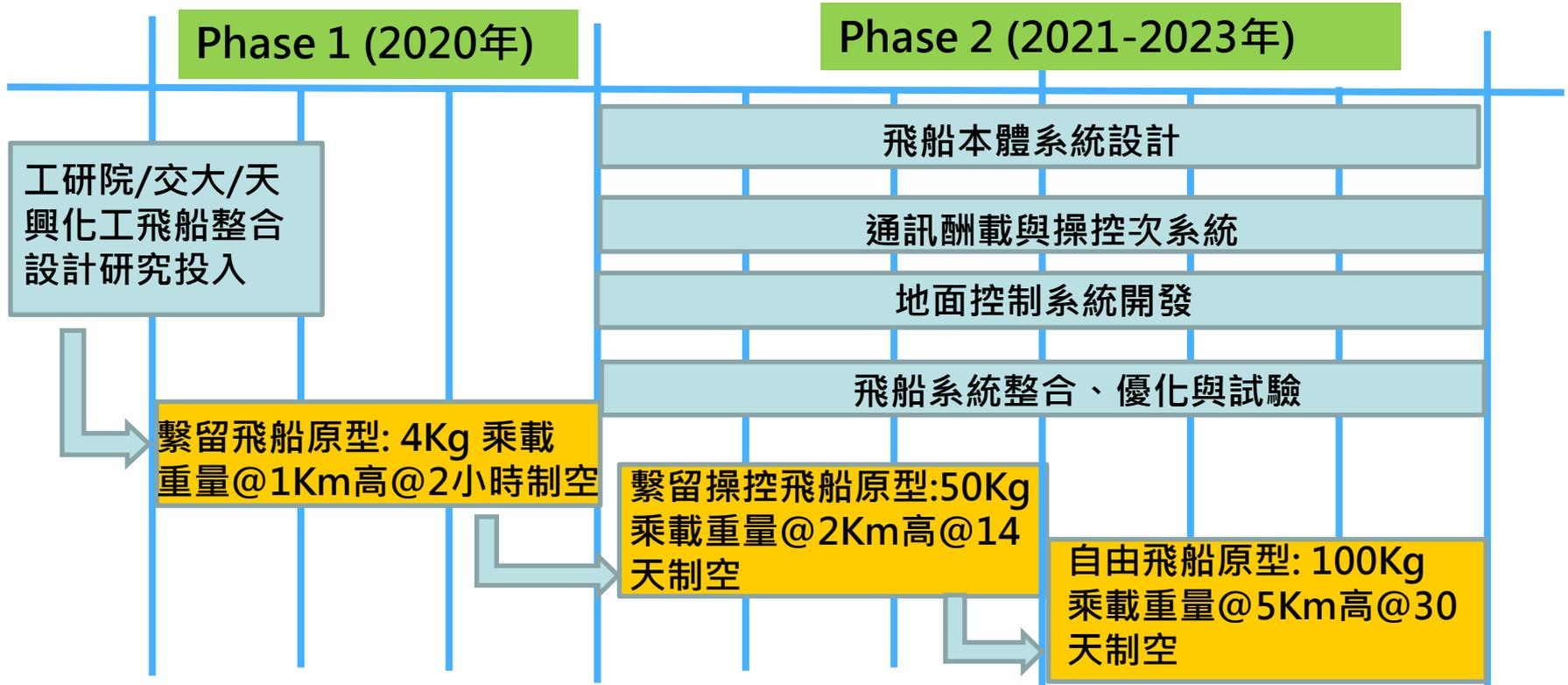
- 重要發展里程碑 繫留飛船原型: 100Kg 乘載重量@5Km高@30天制空
非繫留操控飛船原型: 100Kg 乘載重量@12Km高@30天滯空
非繫留自由飛船原型: 250Kg 乘載重量@20Km高 @30天滯空



Phase 2 目標與時程

目標:開發高空飛船無人運行載具，軍用時能搭載軍用設備進行偵蒐、定位與通訊使用涵蓋，全程達成建置國產新高空飛船與通訊酬載系統架構(高度2公里:穩定制空2到14天、承載50到100公斤及高度5公里:穩定制空2到14天-30天、承載100公斤)

- 重要發展里程碑 繫留操控飛船原型: 4Kg 乘載重量@1Km高@2小時制空
繫留操控飛船原型: 50Kg 乘載重量@2Km高@14天制空
繫留操控飛船原型: 100Kg 乘載重量@5Km高 @30天制空
- 重要發展時程

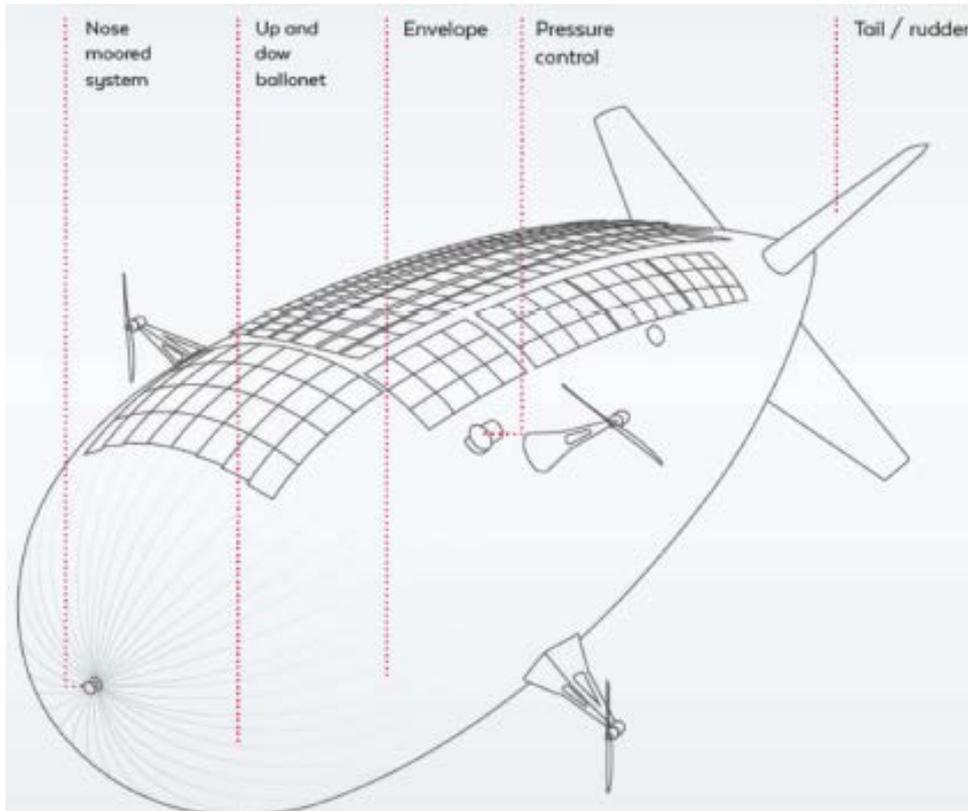


新高空飛船通訊酬載系統規劃

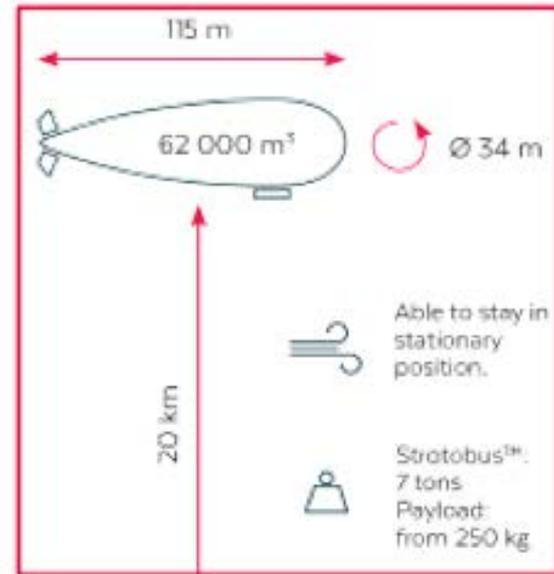
	2021年	2022-2023年
飛船本體		
型式	繫繩操控飛船	繫繩/自由操控飛船
推進動力	有	有
飛行高度	2公里	2公里到5公里
飛行時間	2到14天	14天到1個月
負載重量	50公斤	100公斤
能源控制	(1). 地面電力系統，透過繫繩提供電力。 (2). 太陽能+鋰電池儲能及能源管理系統的智能整合	包含(1)及(2)外，並增加 (3). 風力發電及能源管理系統的智能整合
回收能力	(1). 地面繫泊系統設施 (2). 旋轉平台及絞盤，用以發射及收回	包含(1)及(2)外，並增加 (3). 旋轉平台及絞盤再加大型體
酬載裝備		
防水/凍箱	(1). 飛船皮囊包覆通訊設備	包含(1)外，並增加 (2). 絕熱智慧溫控設備
偵蒐/監控 數據分析 功能模組	(1). 輕量化遠距傳輸模組 (2). AIS訊號處理模組 (3). RTK定位模組 (4). VHF訊號接收測向偵蒐模組	包含(1)-(4)外，並增加 (5). 電光/紅外線/雷達系統模組
AI操控 定點滯留	(1). 以人工智慧及多內氣囊做飛船總體積及樣態保持。 (2). 以及飛航控制技術並配合 GNSS 精準定位，作為高度及定位之精準控制	包含(1)及(2)外，並增加 (3). 利用不同高度之不同方向氣流加上飛行動力調整姿態，維持<1Km區域滯留

終極目標之飛船規格

- 長115m、最大直徑34m、總體積62000m³
- 氣壓調節: 1130 kPa(地面)~5kPa(高空), 最大高度20Km
- 最大承重: 250Kg
- 氦氣充填



Stratobus™ key data (全尺寸規格)

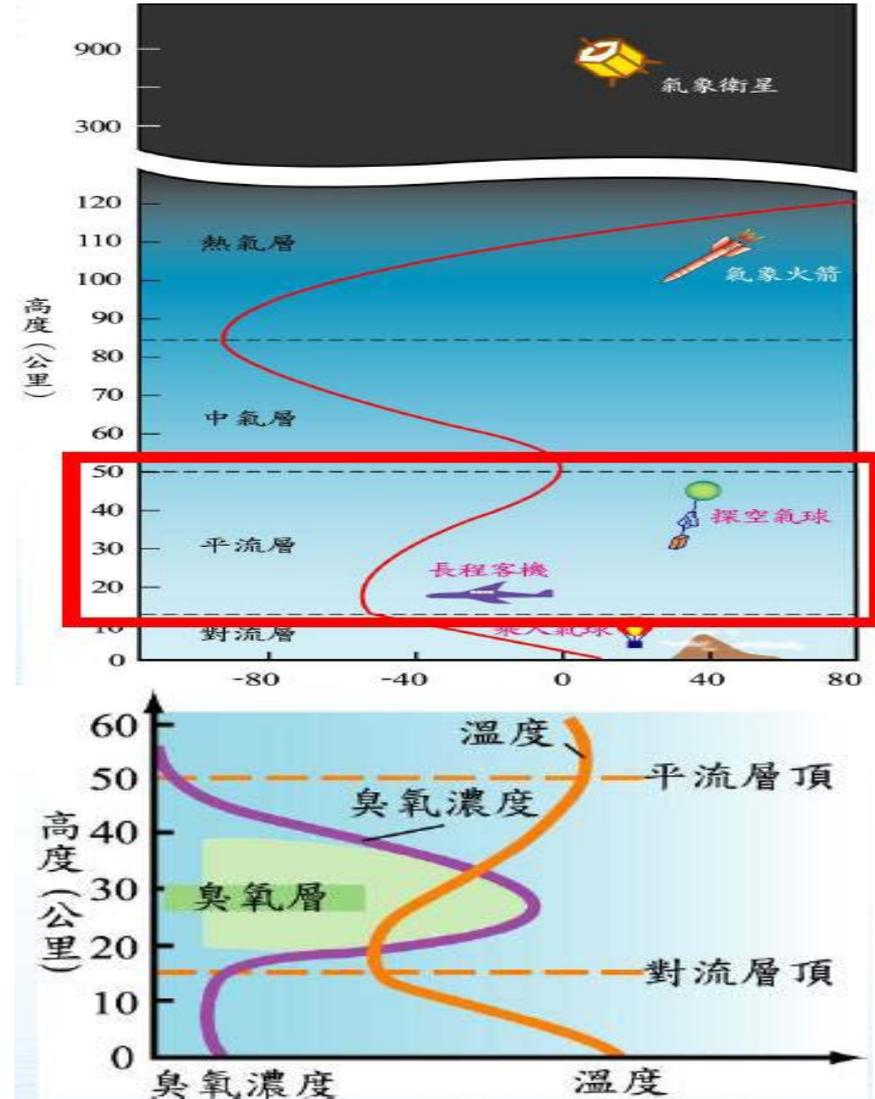


Observation radius of 500 km

- > Military security
- > Sensitive sites and borders surveillance
- > Environmental check-ups
- > Telecommunications

高空環境挑戰

- 無人氣球/飛船可運行於平流層頂以下，包含平流層(11km~50km)與對流層(11km以下)
- 對流層到平流層大氣壓力變化：
 - 海拔高度: 0 (海平面) => 大氣壓力: 101.3Kpa
 - 海拔高度: 5km (對流層) => 大氣壓力: 44.84Kpa
 - 海拔高度: 8km (對流層頂) => 大氣壓力: 11.24Kpa
 - 海拔高度: 20km (平流層) => 大氣壓力: 5.47Kpa
- 平流層溫度變化
 - 由於臭氧層吸收紫外線，氣溫隨高度而上升，然而，20km附近約-58C



船體-蒙皮

蒙皮：由數層複合材料所組成(以AIRLANDER為例)

Vectran-耐切割、低吸水性(意指潮濕環境下也可使用)

Kevlar-抗拉性能極佳，常用於防彈背心

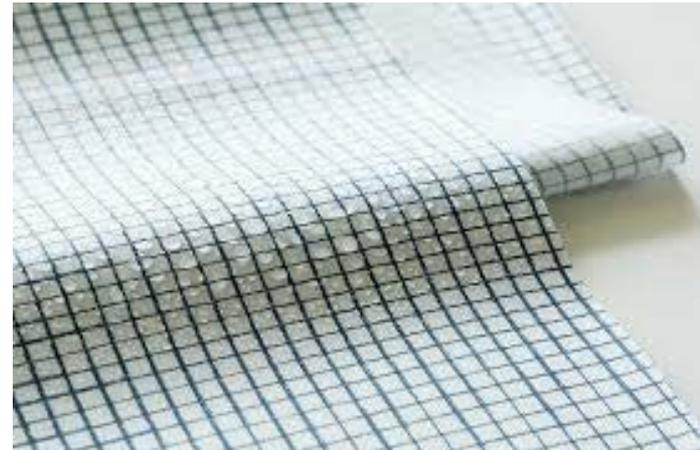
Tedlar-抗紫外光、耐候性，常用於太陽能背板

Polyurethane-低導熱係數，耐磨、密封、隔音

Mylar-良好的絕緣特性

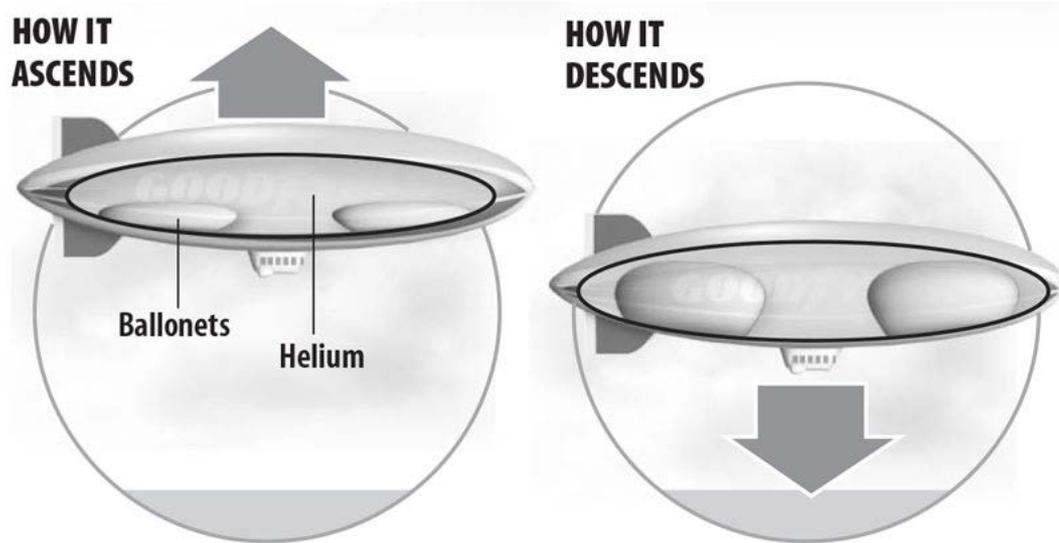
Challenge:

在高空需考量低溫低壓(船體膨脹)因素



升降及安全機制概念設計

- 若發生緊急狀況，如：船體受到破壞，可關閉閥門並利用隔板，來保存飛艇內艙室的氦氣，進而保留升力
- 且可以利用飛船內的氣囊(Ballonets)來調節氣體壓力



Because air is heavier than helium, less air in the ballonets will cause the blimp to rise

When air is pumped into the ballonets the blimp will begin to descend.

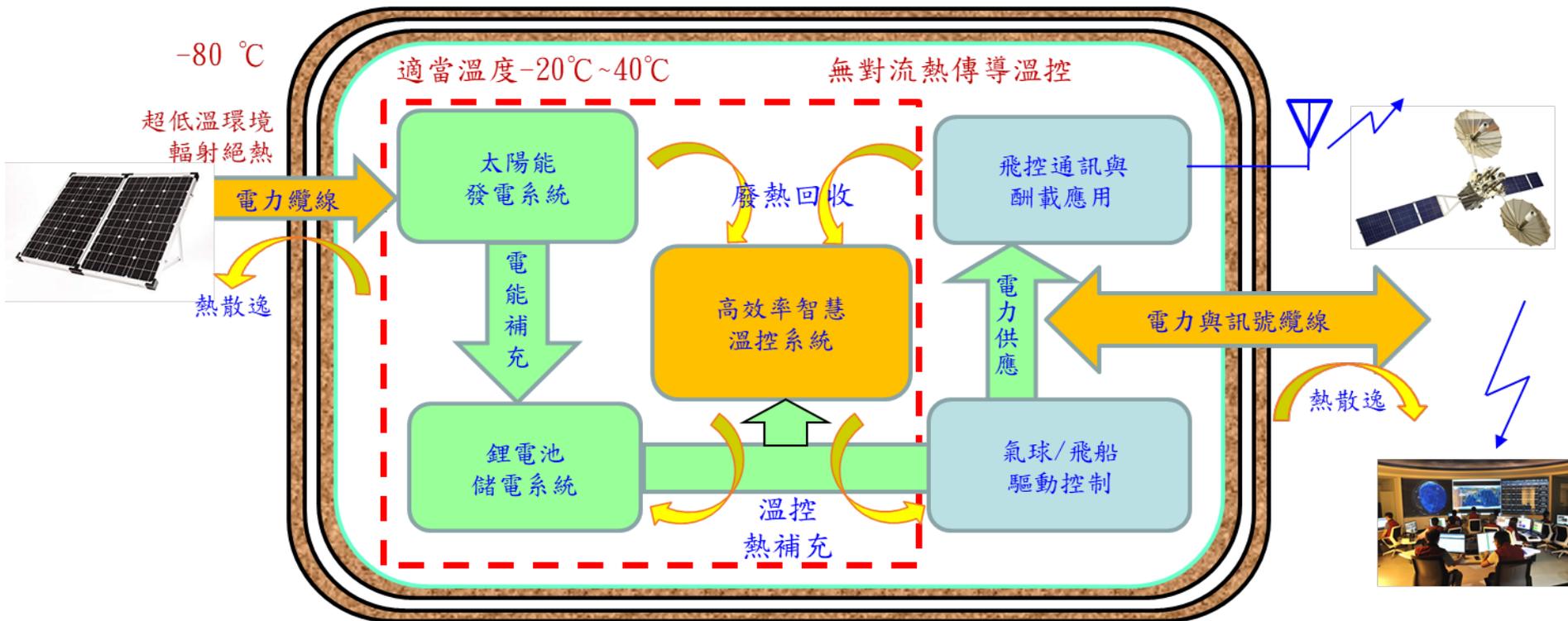
SOURCES: Goodyear Blimps, HowStuffWorks.com, The American Blimp Corporation, Sun-Sentinel research

Staff graphic/Karsten Ivey, Belinda Long

酬載系統保溫方案

● 高效能智慧溫控系統:

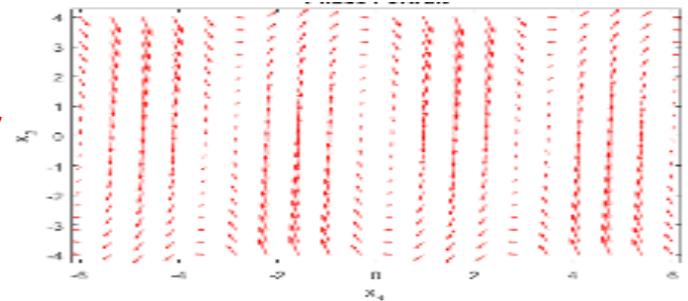
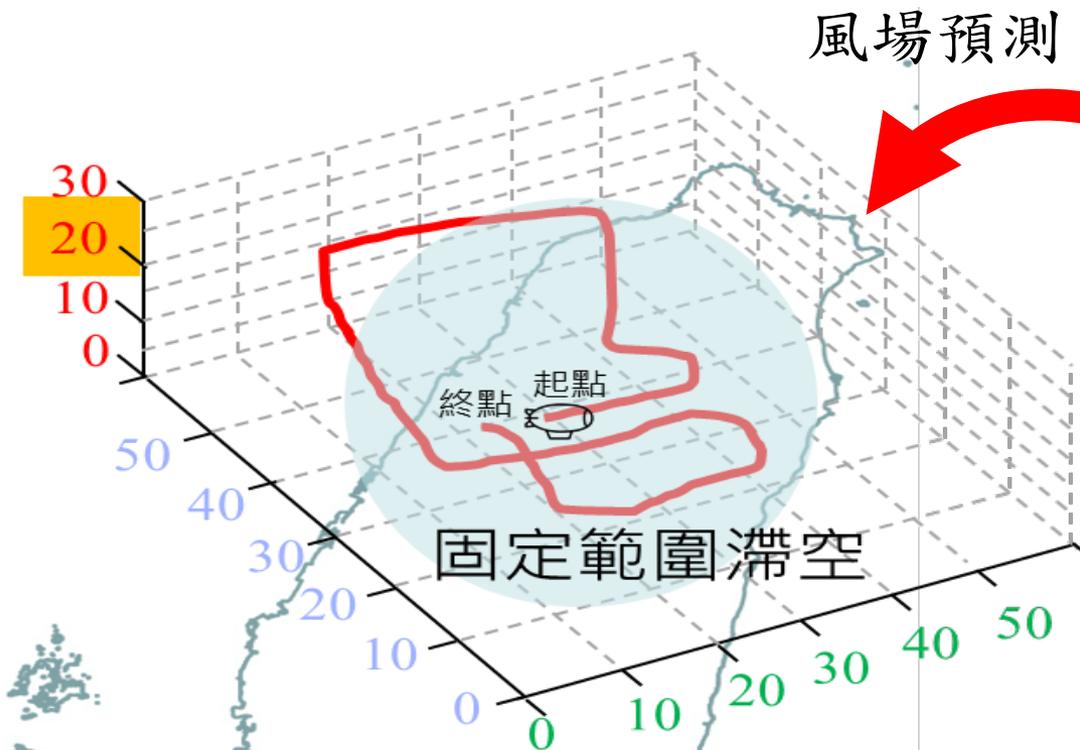
- 依據廢熱回收溫控熱補充機制能量收支預測，規劃各項功能任務的優先次序，維持長時間不間斷系統基礎功能；並整合**太陽能發電**、**鋰電池儲電系統**以**遠端監控**、即時分析與任務修正等方式累積操作實務經驗



酬載系統軌跡控制方案

● 高空風場AI模型與偵測技術

- AI訓練15-25Km各層風場，預測高空風場及飛行軌跡
- 地對空訊號通訊追蹤系統，追蹤飛船至20km高空
- 太陽能能源採集、儲電管理系統，提供飛船24小時能源平衡運作



Acknowledgements

感謝

張懋中及陳信宏前校長和林一平教授的支持；
工研院研究團隊和天興化工的合作；
國防部軍備局和中科院電通所的支持

研究經費來源：

工研院資通所：「斷金計畫」

交通大學大產學合作計畫：「三維通信網路技術及其在智慧校園之應用」

交通大學：「深耕計畫(國際競爭重點領域人才培育補助)」

國防部：「平流層無人飛船系統整合設計、通訊與電子偵蒐酬載評估研究計畫」

科技部：「國立交通大學前瞻資電科技與材料研究中心」(New)



感謝各位聆聽

Comments and Suggestions are welcome
to send to

chchen@nycu.edu.tw