

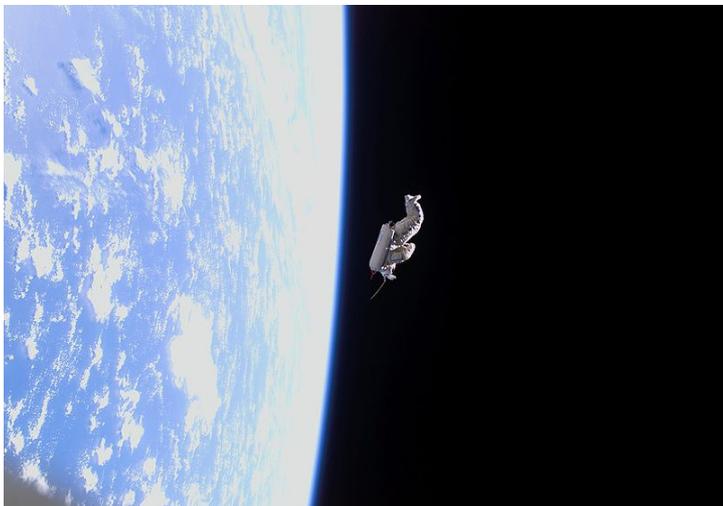
## 業餘衛星 ARISSat-1 簡介

### 前言

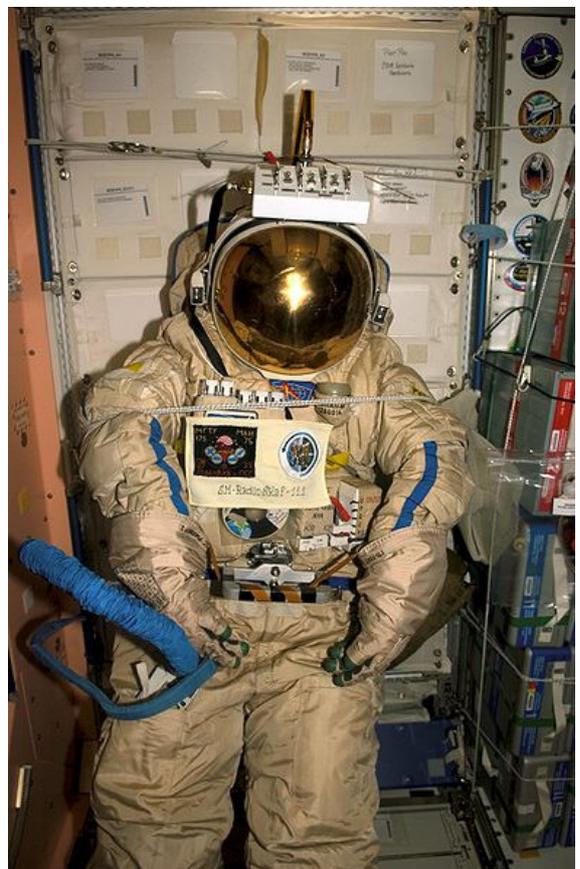
2006 年 2 月 3 日，國際太空站（ISS）上的俄羅斯籍太空人在執行 EVA（艙外活動）任務時，用手“發射”了一個名為 SuitSat 的人造衛星，用來做業餘無線電的通訊教育實驗。SuitSat 是用退役下來的俄羅斯太空衣—歐蘭（Orlan）改裝而成的，實際上只是在太空衣的頭盔上裝了一個小型的無線電發射機和天線，電池是原來太空衣裡面專用的電池。原本的實驗計畫是讓 SuitSat 不停發射訊號直到電池的電力用完為止（大約可持續一個月的時間）。

在它發射後的 15 分鐘曾利用 ISS 上的設備將 SuitSat 發出的訊號用較大功率轉發到地面，讓等待中的學生都即時收聽到了衛星訊號內容，但沒想到 SuitSat 在繞了地球 2 圈之後（約 3 小時）無線電訊號就大幅衰落，根據信標資料內容顯示因低溫環境使電池效能驟降，兩星期之後就再也沒有人收到它的訊號了，使得這次極富創意的實驗猶如曇花一現，SuitSat 終如預測於同年 9 月 7 日墜入地球大氣層燒毀。

經過這次實驗的教訓之後，俄羅斯的 ARISS 團隊和美國 NASA 就積極準備第二次的實驗，同樣是利用太空衣（存放在 ISS 上的第二件 Orlan 太空衣）配合更完備的無線電通信裝置做成太空衣衛星，取名 SuitSat-2，實驗內容也將大幅增加，包括：U/V 頻帶線性轉頻器（供業餘電台通訊）、FM 遙測資料、FM 人聲錄音廣播以及 SSTV 影像傳送等，並採用 SDR 接收機（軟體定義接收機），以加強接收機頻譜的使用彈性。



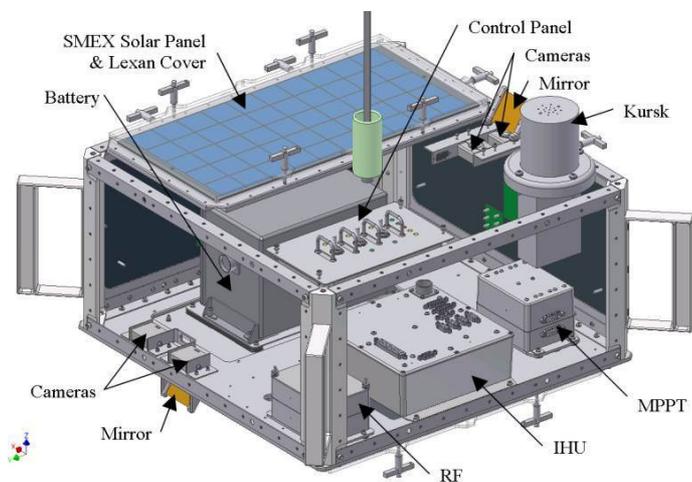
SuitSat 擲出 ISS 後開始飄浮



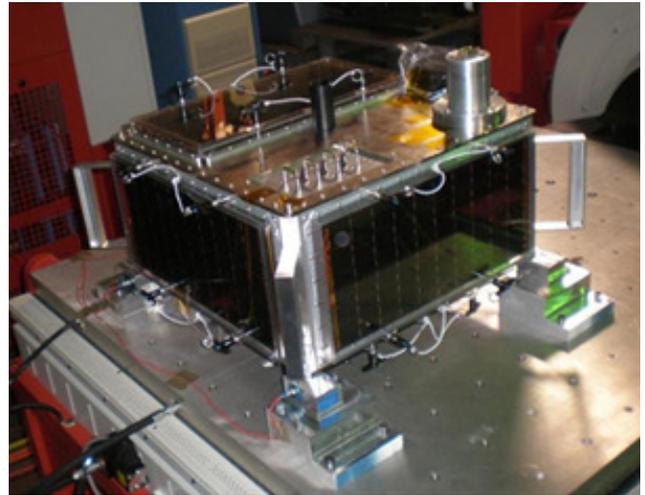
SuitSat 測試中

## ARISSat-1 的誕生

在 SuitSat-2 計畫進行的過程中，有些新的設備要增加進來，譬如 CCD 攝影機和太陽能電池板等，好讓衛星的功能更多且延長使用壽命到半年左右。然而一個大轉變出現了，ISS 上的第二件 Orlan 太空衣因 ISS 儲存空間不足的問題被丟棄了，計畫只好重新建構，特別是 SuitSat-2 的外觀，要它的原來系統架構納入一般業餘衛星的框架中，並且要考慮太空人在太空漫步時容易抓取和丟出(加上手把)。這時候實際參與計畫的單位是：NASA、AMSAT-NA、RSC Energia 和 ARISS team，衛星的名稱也更改為 ARISSat-1，俄羅斯根據他們自己的歷史事件，也將 SuitSat-2 改稱為 RadioSkaf-V 及 KEDR 兩種不同稱呼。(註：在 NASA 的兩列式軌道參數資料中，此衛星的名稱是：RadioSkaf-B，在衛星追蹤軟體中要搜尋這個名稱)



ARISSat-1 架構圖



ARISSat-1 實物照片

雖然 ARISSat-1 在 2010 年底已建造、測試完成，並且在 2011 年元月 8 日就由俄羅斯運補船 Progress 41 運送至 ISS 上，但礙於種種因素（例如要配合既定的 EVA 時程）而遲遲未能丟出，只有在 4 月初和 7 月底做過兩次通電測試並開啟 2 米波段發射機，但衛星還是放在 ISS 內。最後 ARISSat-1 的發射時程終於敲定在 8 月 3 日，由 ISS 上的第 28 探險隊員在 EVA-29 任務中執行，於當天 18:43 UTC 時，太空人抓著 ARISSat-1 往 ISS 飛行的反方向拋擲出去，完成發射任務。

ARISSat-1 發射前還發生了一段小插曲，太空人走出 ISS 太空艙外才發現 UHF 頻段（線性轉頻器的上連頻段）天線不見了，只剩下一段短短的天線座，大家都搞不清楚到底是忘了接上或是衛星攜離太空艙時半路撞掉了，只好暫停發射工作，等澄清事情始末再決定是否停止 EVA 收回衛星，經過一番折騰，最後是以“天線本來就這麼短”做結論，還是把它丟出去了！所以現在業餘無線電台要利用它的線性轉頻器來通訊會有一點難度，上連的 UHF 頻段要具備指向性天線和稍大的輸出功率效果才會好些。

## ARISSat-1 的工作頻率和模式

ARISSat-1 在業餘衛星的頻段內工作，下連包含 4 種不同調制模式的訊號，功能說明如下：

- 一、FM 模式：各國學生錄製的問候語、SSTV 照片或影像、語音合成讀出遙測資料數據
- 二、CW 模式：傳送遙測資料，在衛星處於最壞的情況下時，此模式依然會工作
- 三、BPSK 模式：完整的遙測資料描述衛星電路的各項參數、酬載實驗數據
- 四、U/V 線性轉發器模式：業餘無線電台透過衛星中繼轉發通訊（反相式轉頻器）

ARISSat-1 運作於業餘衛星的 B 模式（U band 上連，V band 下連）：

上連頻率範圍：435.740 MHz ~ 435.760 MHz，頻寬 20 KHz，只供線性轉發器用

下連頻率範圍：145.918 MHz ~ 145.958 MHz，頻寬 40 KHz，用於：

CW2：145.919 MHz

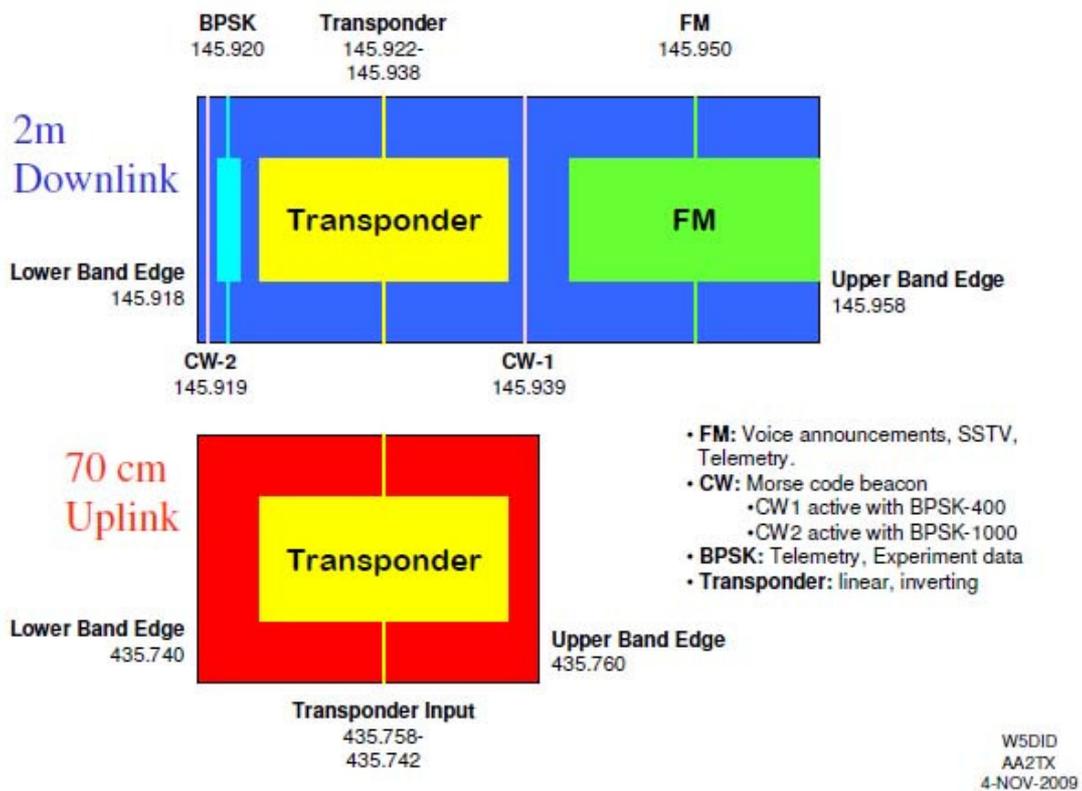
BPSK：145.920 MHz

線性轉發器：145.922 MHz ~ 145.938 MHz

CW1：145.939 MHz

FM：145.950 MHz

## ARISSat-1 Band Plan



ARISSat-1 的彩色頻譜圖

在白天衛星有日光照射時，收發機的工作週期是全時的，到了晚上為了節省電力，工作週期調整為 40 秒 ON、120 秒 OFF。根據最近的報導，有時候即使在白天有日光照射的情況下，如果衛星上電池電壓未被充電到超過 35V 以上，工作週期也會進入夜間模式，專家分析此現象顯示電池效能並不佳，衛星壽命可能撐不到預計的 6 個月時間。

## ARISSat-1 訊號內容與遙測資料解讀

### 一、FM 模式

FM 模式的訊號由 4 段聲音組合播出：Voice ID、24 段使用 15 種不同語言的問候語、語音合成遙測資料、SSTV 影像訊號。範例說明如下：

範例一：Voice ID，內容是：Hi this is ARISSat-1 Amateur Radio Satellite RS01S（英語，女聲）

範例二：語音合成遙測資料

咚.... - 提示音，表示以下內容為遙測資料

MET is 7431 minutes - 從上次 Reset 之後系統的執行時間長度

IHU Temp is +27 deg C - 衛星整體系統管理單元 (IHU) 之溫度，單位 C

Control Panel Temp is +26 deg C - 控制面板之溫度，單位 C

Battery Voltage is 34.00 Volts - 電池電壓是 34.00 伏特

Battery Current is +341 milliAmps - 電池電流是正 341 毫安，正值表示電池在充電

範例三：問候語之一（英語）

範例四：SSTV 影像訊號，格式為 Robot-36

### 二、CW 模式

傳送遙測資料和 Voice ID，內容和 FM 模式相同，但使用文字較為簡短

範例五：\*\*\*\* cp +21 c bat 35.65 v -12 ma rf 467 ma hi this is arissat1 rs01s i2kbd \*\*\*\*

### 三、BPSK 模式

訊號內容為完整衛星遙測資料以及實驗酬載之資料，Baud Rate 為 1000 bps，需要專用軟體來解碼（如下節所述），此軟體之設計是在 ARISSat-1 計畫執行時同步進行，程式中也會同時解碼出 CW 內容文字，接收時將收發機頻率設定在 145.920 MHz(USB mode)，會同時聽到 BPSK 和 CW 訊號的聲音（範例五）。

## ARISSat-1 BPSK 遙測資料解碼程式

安裝程式可以從這個網站下載：<http://www.arissattlm.org/>，下載完成後請先在系統使用者資料夾（XP 是 C:\Documents and Settings\Administrator，Vista 和 WIN7 請自行找出其相對資料夾）中建立一個名為 DeskTop 的子資料夾再執行安裝程式，並且依照畫面的指示操作很快就能安裝完畢，隨即執行主程式 arissattlm.exe 就會出現四個視窗，分別是：

#### 1. ARISSatTLM Version 0.50

主視窗，包含 Files 和 Tools 兩個功能選項，Files 中可以選擇開啟和關閉音效卡、開啟已存檔的 WAV 聲音檔來解碼、清除視窗內容及結束本程式，選 Tools 會啟動另一小視窗，可設定將解碼資料即時上傳至專屬網站的功能。視窗下半部顯示已解碼的最新一筆 BPSK 資料。

#### 2. Tuning Indicator

3. 調諧指示器視窗，左下角有一啟動/停止的按鈕來控制解碼動作，接收時調整接收機頻率將 CW 訊號對準 Put signal 指示的藍色線條即可正確解碼 BPSK 內容

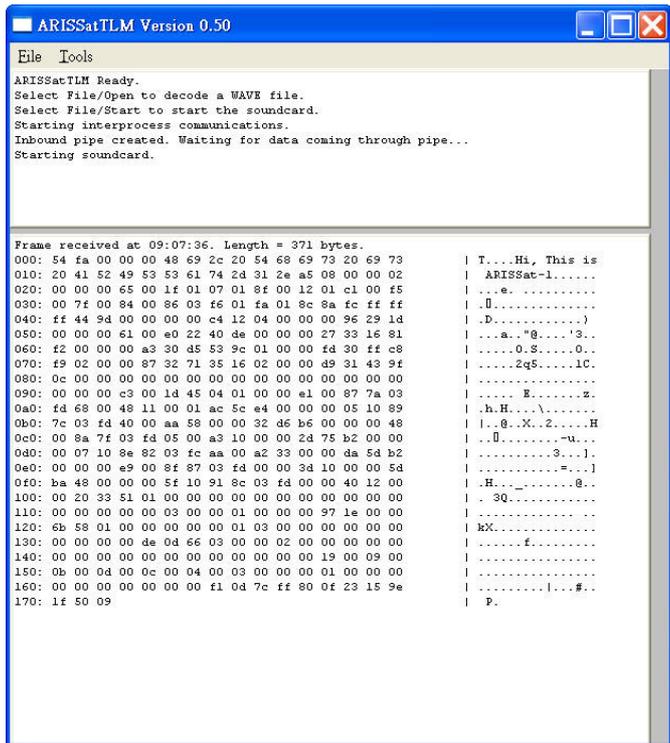
#### 4. Morse Code Decoder

解碼出來的 Morse Code 文字內容顯示在這視窗，以一系列文字的高度在視窗內顯示

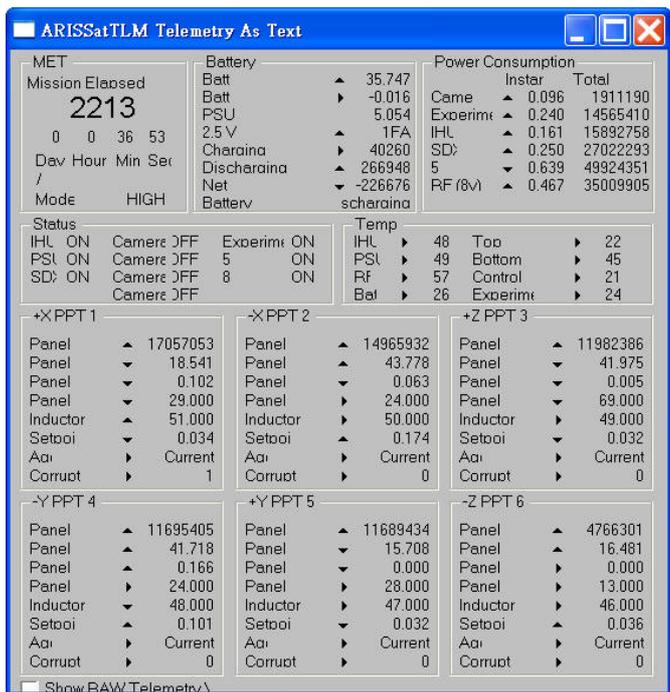
#### 5. ARISSatTLM Telemetry As Text

完整的衛星遙測資料解碼在這視窗中，視窗分成 11 個區域存放不同群組的資料

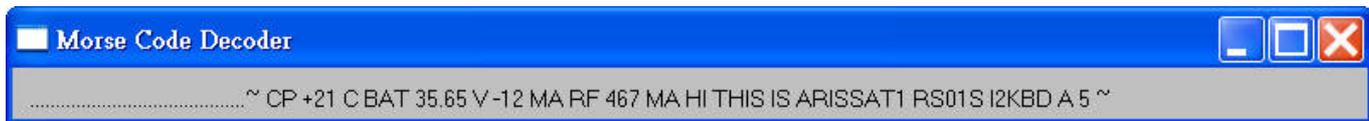
以下是在實際接收解碼當中這四個視窗顯示內容的截圖：



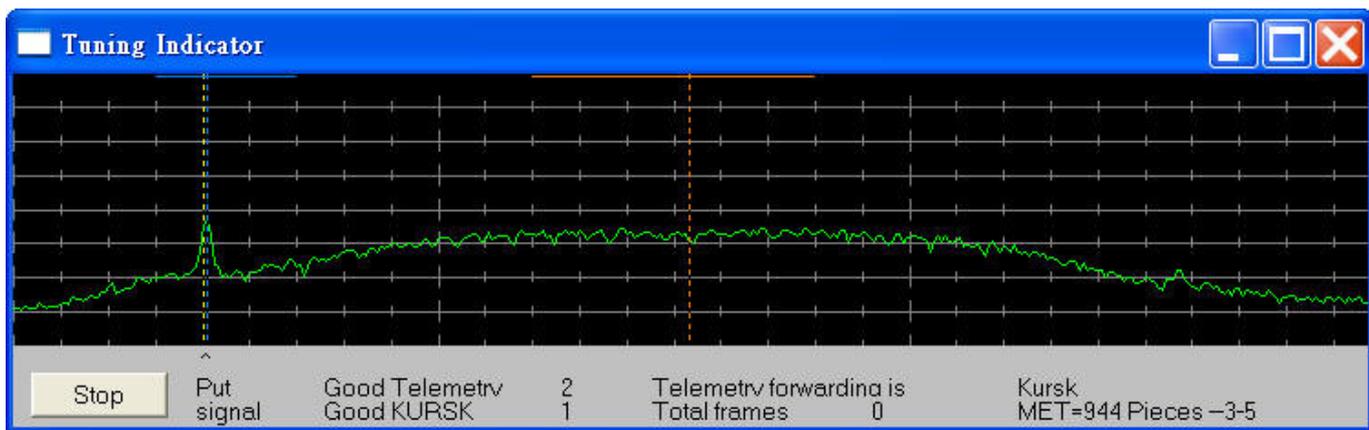
主視窗



遙測資料視窗



摩斯碼文字視窗



調諧指示器視窗

本文作者：莊焜亮 / BX1AD

Email: bx1ad@amsat.org