

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

大專/社會組 科學文章表單

文章題目：數發部「應變網路行動車」如何在大地震後提供緊急聯繫？

摘要：4月3號上午7點58分，規模7.2大地震重創花蓮、撼全台！災難發生當下紛紛傳出部分地區電信服務中斷（斷網）災情。數位發展部緊急派出「應變網路行動車」，為花蓮災區民眾及救災人員提供緊急通訊網路，究竟「應變網路行動車」是怎麼運作的呢？讓我們一起來看看！

文章內容：（限500字~1,500字）

根據數位發展部所提供的資料，這台大名鼎鼎的「應變網路行動車」內部搭載了非同步軌道衛星終端及Wi-Fi等設備，能夠在電信網路中斷、沒有電力供應的緊急情況下，提供周遭災民及救災人員緊急聯繫使用。



數位發展部moda (Ministry of Digital Affairs) 21小時 · 🌐

臺灣第一輛搭載非同步軌道衛星終端設備的「應變網路行動車」，首次在災難時出動，現在已經抵達花蓮、並加入救災應變系統當中！

配合當地救災應變指揮體系調派，初步將先提供救災人員通訊使用👉

應變網路行動車由數位部支持、財團法人電信技術中心（TTC）建置，車上搭載非同步軌道衛星終端及WiFi等設備，能在 #商用通訊網路中斷、#沒有電力供應 的緊急情況下，提供周遭災民及救災人員緊急聯繫使用，救災人員也可以透過衛星網路，將災區現況回報應變中心。

不同於行動基地臺仍需要仰賴後端傳輸網路才能正常運作，#應變網路行動車 在災區既有傳輸網路中斷的時候，能夠協助電信業者快速建立衛星後端傳輸網路，恢復商用網路正常服務。

數位部的 #應變或戰時應用新興科技強化通訊網路數位韌性計畫，即在驗證重大災害或緊急情況下，可藉由非同步軌道衛星通訊管道提供災區的緊急通訊需求，確保緊急指揮體系仍可保持基本運作，建立通訊韌性。

應變網路行動車 已抵達
馳援花蓮！

什麼是非同步軌道衛星？

一般來說，衛星通訊系統根據軌道高度大致分為三類，分別是地球同步軌道衛星（GEO），中軌道衛星（MEO）和低軌道衛星（LEO），其中低軌道和中軌道衛星，都是俗稱的非同步軌道衛星。

	同步軌道	非同步軌道	
衛星種類	GEO	MEO	LEO
海拔高度	35,786 km	7,000-25,000 km	300-1,500 km
覆蓋率	大	中	小
傳輸延遲	高	次之	低

表（一）比較不同軌道高度之衛星系統；表自製

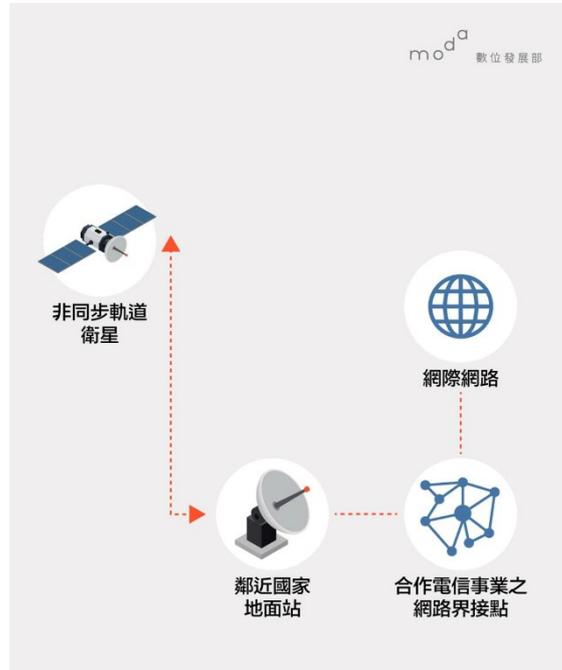
地球同步軌道衛星（GEO，Geostationary Equatorial Orbit）指的是那些被送至地表上方約 36,000 公里處地球靜止軌道的衛星。這些衛星繞地球一圈的時間與地球自轉一周的時間相同，因此從地面觀察，就似乎一動不動，就好像跟著同步轉動！！因此，科學家就稱呼在地球靜止軌道上的衛星為地球同步衛星，也稱為定軌衛星！由於 GEO 衛星位於遙遠的地球同步軌道，它們主要用來觀測海象條件，輔助氣象預測等……功能。

那所謂的非同步軌道衛星，指的是那些運行周期與地球不同步的衛星，包括了低軌道衛星和中軌道衛星。低軌道衛星，顧名思義，就是被發射到相對較低的軌道上（海拔 300 至 1,500 公里），同時也是距離地表最近的衛星系統。由於距離地表最近，因此可覆蓋的範圍最小，但優點就是延遲最低。馬斯克 SpaceX 公司進行的星鏈計劃，就是發射上千顆低軌道衛星，通過數量來補償覆蓋範圍小的限制，從而提供廣大的網路覆蓋。

而本篇文章的主角，是由數位發展部和財團法人電信技術中心（TTC）聯手建置的「應變網路行動車」，其內部搭載了非同步軌道衛星終端，主要是由 SES 的中軌道衛星提供通訊服務。中軌道衛星，位於地球同步衛星與低軌衛星之間，其運行高度介於 7,000-25,000 km（SES 的中軌道衛星大約在 8,000 Km 的高度）。由於中軌衛星相較同步衛星而言，距離地面更近，因此其延遲大約僅有同步衛星的四分之一，並且與低軌衛星相比，它能提供更大的覆蓋範圍。這樣的延遲時間，在提供一定覆蓋面積的緊急通訊需求面前，完全符合需求，甚至可說是綽綽有餘！

那這台「應變網路行動車」的架構及運作流程是如何設計的呢？

首先，衛星向「應變網路行動車」提供網路訊號之前，必須先與其他國家或合作夥伴的地面站進行連接，以此來接取網路。一旦中軌衛星成功獲取網路存取，隨後便開始向行動車傳輸網路訊號。



圖（一）中軌衛星透過連接他國或合作網路供應商之地面站獲得網路存取

當行動車上的天線搜尋到衛星訊號後，即開始追蹤衛星，當成功追蹤並測量通訊品質符合標準，便會建立連線，開始接收來自衛星的訊號。

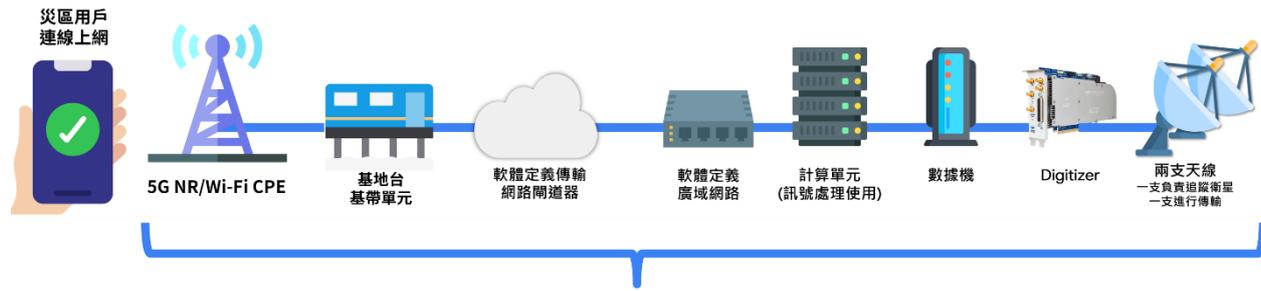


圖源：數發部

圖（二）紅框-最新相控陣列天線（傳統為可轉動式碟盤天線）

藍框-行動基地台提供災區網路服務

但由於衛星訊號使用的頻段非常高 (Ka : 26.5–40GHz) , 因此傳下來的訊號無法直接與地面網路系統對接 , 仍需進一步將訊號降頻 , 並經過一系列類比/數位轉換和訊號處理步驟 , 最終訊號變成封包 , 以 IP 的形式連接地面網路系統 (如 : 5G O-RAN 基地台、Wi-Fi CPE、乙太網路) 串接。如此一來 , 地面網路設備即可發出 5G/LTE/Wi-Fi 訊號提供災區緊急通聯使用。



圖源：數發部

圖 (三) 小小的行動車 , 整合了上圖所有設備
可謂我國技術和智慧之結晶 ; 圖經重製

相較於傳統行動基地台 , 它提供了什麼關鍵作用 ?

相較我們過去在演唱會看到由電信商派出的行動基地台不同之處在於 , 這些**行動基地台的運作需依靠後傳網路(backhaul network) 的支持**。然而 , 在遭遇嚴重天災或戰爭等情況時 , 整個區域的網路系統可能會全面失效。因此 , 在災害導致網路全面中斷時 , 我們需依賴具直連衛星功能的「應變網路行動車」, 以迅速抵達斷網地區重建網路系統 , 提供災區的緊急通訊需求。

總結

親愛的台灣人民 , 我們心愛的家園正面臨重大災難 , 你我都是接受高等教育的知識分子 , 現在正是我們殫精竭智、貢獻所學之時。面臨危機時 , 沒有正解只有最佳解 , 擁有**多元異質的通訊網路 , 才是維持通訊韌性的重要基石** , 確保冗餘備援(Redundancy) , 平時做好演練 , 才能把傷害降到最低。

參考資料

1. <https://www.facebook.com/moda.gov.tw/posts/pfbid02GphVLVKZsN9Z1RCjAhRqBSSmBrNkgVaTmjNL9FrMEtPoECZDRRemgS4dxJN927el>
2. <https://www.facebook.com/moda.gov.tw/posts/pfbid0DTDJiTxxwqXV9dD8xzn3N3XAaJdCSe4FE7RG5aLHJ3WJgkdUXPyUgUgXwiz9Yxvbl>
3. <https://nccnews.com.tw/202309/ch2.html>
4. <https://www.facebook.com/moda.gov.tw/posts/pfbid0yzMpCAiCZn5TiceegVSYquSPoVH4ocMcWB6hJXHdvyx9VTVDap1VTaQtLVQeZ21Wrl>
5. 圖（一）、（二）相片取自數位發展部 Facebook
6. A Software-Defined Baseband for Satellite Ground Operations, <https://youtu.be/m4126uQk0T8>

註：

1. 未使用本競賽官網提供「科學文章表單」格式投稿，將不予審查。
2. 字數沒按照本競賽官網規定之限 500 字~1,500 字，將不予審查。

PS.摘要、參考資料與圖表說明文字不計入。

3. 建議格式如下：

- 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
- 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
- 字體行距，以固定行高 20 點為原則
- 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖