

2023 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：如何「強化全民數位韌性」？先來聊聊什麼是 O-RAN 吧！

摘要：數位發展與全體國民的日常生活息息相關，我國數位發展部（以下簡稱數位部）成立的核心理念，即是為了「強化全民數位韌性」，可是瑞凡「數位韌性」這個詞，對於全體民眾而言，似乎還太過遙遠，多數民眾對數位發展仍缺乏概念，也不了解數位到底如何發展？這乃是數位發展政策執行面上長久以來的痛點，因此，為了以俾日後社會全面數位化發展順利，數位發展專有名詞的科學普及教育實為勢在必行。

本篇文章以民眾日常生活中一定會接觸到的**行動通訊基地台**為題，並針對於我國數位發展的最新應用技術 O-RAN 來進行科普介紹，帶領讀者了解什麼是 O-RAN？以及數位部是如何應用 O-RAN 強化我國數位韌性，實現「科技島」願景，就讓我們接著看下去吧~

文章內容：（限 500 字~1,500 字）

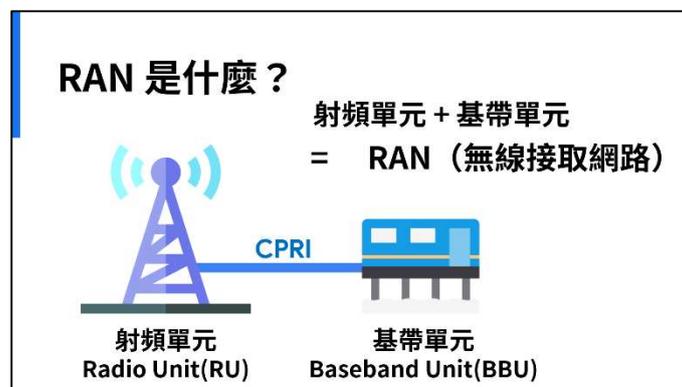
前言：行動通訊的高速演進，促進社會朝向全面數位化發展，現代人的生活無論求學、工作、娛樂，都早已離不開行動通訊，但當你在享受數位發展帶來生活便利的同時，有沒有想過數位發展究竟是透過什麼樣的工具來實現。本文將會分為三個部分進行科普，首先簡介行動通訊概論及其演進歷史，而後帶領讀者了解為促進我國數位發展、強化數位韌性背後的重要功臣「O-RAN」究竟是什麼，以及為何我們需要 O-RAN？最後說明 O-RAN 強化我國數位韌性的應用案例。

行動通訊概論及其演進歷史簡介：

在了解什麼是 O-RAN 之前，我們先來了解什麼叫做 (RAN, Radio Access Network)。

所謂的 RAN 就是「無線電接取網路」，聽到這個專有名詞，大家可能還是很模糊。

我們換成另一個日常生活稱呼「**基地台**」，大家應該就比較耳熟能詳，而就是 RAN 它發出了 4G、5G 的無線電訊號（如：手機、智慧手錶 等...）接收到訊號後，並與 RAN 互相收發訊號、交換資訊，就實現我們所謂的無線上網啦！



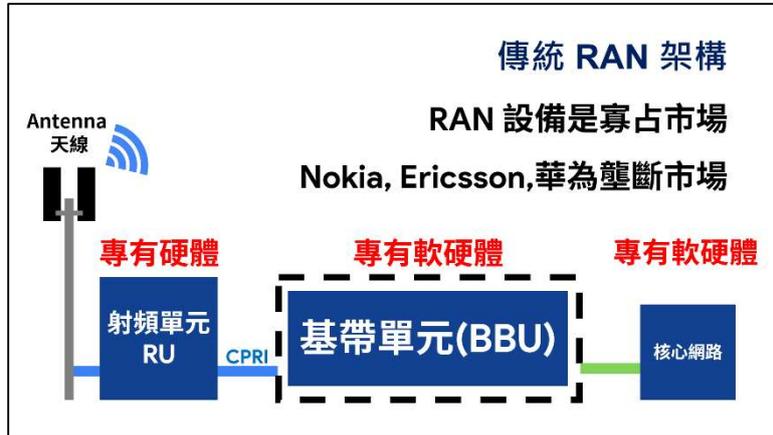
圖(一) RAN 的基本架構，需包含(RU 射頻單元)和(BBU 基帶單元)，兩者連接才能組成完整的 RAN

「什麼是 O-RAN ? 敢是路邊攤个黑輪 ? 這是啥可以吃嗎 ? 」 :

讀者對於 RAN 有初步的瞭解後，現在就可以詢問「O-RAN 是什麼？為何會需要它呢？」

下圖(二)可以看到，在過去 RAN 的所有軟/硬體組件及介面，都是專有設備(Proprietary)。而傳統 RAN 組件的市場堪稱寡佔市場，RAN 的市場被為數不多的供應商所壟斷

(如：Nokia、Ericsson、華為)，這也意味著這些供應商得以控制、哄抬組件的價格，同時這些專有技術也大幅度限制了行動通訊的發展。



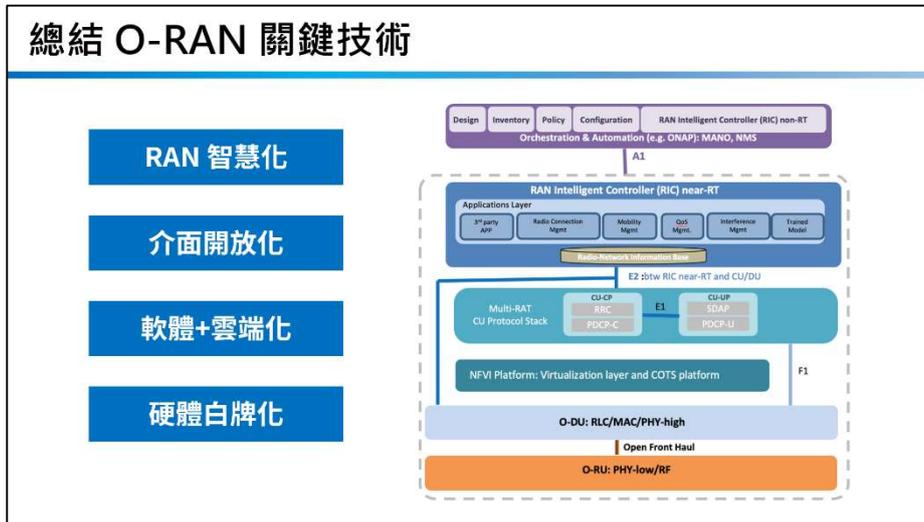
圖(二) 在傳統 LTE 時期，組成 RAN 的所有軟/硬體組件及介面皆為專有技術

為了解決少數供應商掌握專有技術壟斷市場的問題，世界各國的電信龍頭相約組成了 O-RAN 聯盟 (O-RAN Alliance)，共同制定組件間連接的標準開放介面，使 RAN 可以由不同供應商的 (白牌設備) 所組成，並且將 RAN 的架構分解，避免受到少數人掌握特定重要元件，進而哄抬、控制價格，此外，RAN 架構分解也促成了組件產業鏈的形成，提供電信商更多的組件選擇，正所謂「規模經濟」以量制價，電信商建置基地台的成本也因此得以降低，而基地台建置降低的成本，最終也將回饋到用戶本身的資費上。

	4G LTE Single vendor 單一供應商	5G O-RAN Multiple vendors 多重供應商
PDCP	BBU	O-CU
RLC		O-DU
MAC		
PHY -H		
PHY -L	CPRI	O-RAN FH
RF	RRH	O-RU

圖(三) 傳統 LTE RAN 與 O-RAN 組件的比較圖表

從圖(三)可以看到傳統 LTE RAN 架構，都是同一個顏色 (淺藍色)，意旨組成 RAN 的組件皆需源於同一間供應商，而 O-RAN 進行了架構分解，將 RAN 分成了 CU (集中單元)、DU (分布單元)、RU (射頻單元) 三個組件，並透過標準化的開放介面進行連接，使得 RAN 可由多供應商 (Multivendor) 的組件來組成。



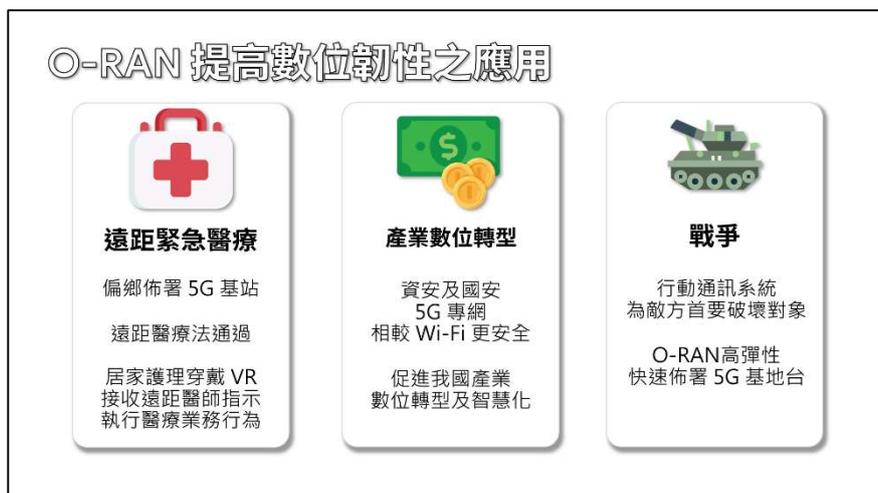
圖(四) O-RAN 關鍵技術摘要

O-RAN 四個創新關鍵技術摘要：

O-RAN 支援以虛擬機 (VM) 或是微服務架構 (Container) 進行基地台的部屬，同時 O-RAN 也新增了 RAN 智慧控制器 (RAN Intelligent Controller, RIC) 用於實現網路智慧化，提供用戶設備之間穩定的行動網路連線；O-RAN 介面的開放化以及標準化，使 O-RAN 基站可由多間白牌供應商的組件來組成，進一步降低基地台以及專用網路的建置成本。

應用 O-RAN 強化我國數位韌性之介紹：

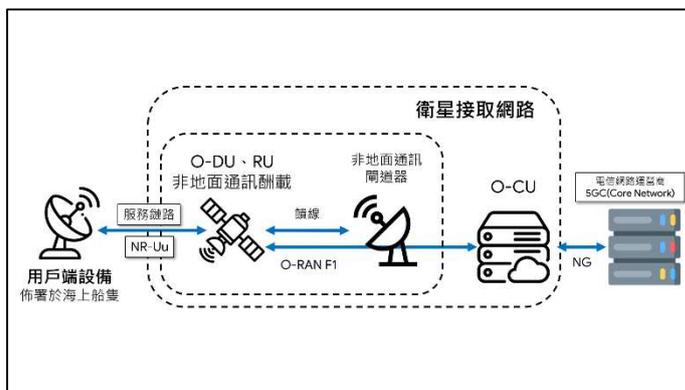
意旨應用 O-RAN 架構高彈性佈署之特性，讓台灣在受到各種天然災害、緊急危難或重大變故後，能迅速恢復電信網路系統，確保緊急通訊順暢。



圖(五) O-RAN 數位韌性通訊系統應用場域

以下會以圖(五)中的不同應用場景，說明 O-RAN 如何加速數位轉型並強化數位韌性：

- 醫療韌性：遠距醫療法正式通過，國發會及合作廠商研發 O-RAN 專網結合可移動衛星之數位韌性通訊系統，當災害發生時，醫師得以遠距方式立即提供災情第一線人員急救之醫療指示，縮短黃金搶救時間。
- 數位轉型：不只「資安及國安」，產業經濟如果不安全，同樣動搖國本！O-RAN 降低基站建置成本，助於加速我國產業數位轉型，此外 5G 通訊相較於 Wi-Fi 更安全，並有更高的網路傳輸量。
- 戰爭：當發生戰爭時，電信系統將是敵方破壞之首要對象，以俄烏戰爭為例，戰爭期間烏克蘭實體通訊鏈路遭破壞，但由於烏克蘭有與 Starlink 公司簽署低軌衛星 (LEO) 網路通訊之服務，得以保持通訊服務不致中斷！O-RAN 開放架構特性，得以快速佈署基站，並與低軌衛星或附近基站進行連線，強化數位韌性提供災區通訊服務。



圖(六) O-RAN 與衛星連線架構示意圖

提供此圖，讓有興趣的讀者進一步理解 O-RAN 連線低軌衛星的實際情形，可配合參考文獻[2]開始自主學習



圖(七) O-RAN 開放架構特性使得
基站體積可縮小至一個皮箱大小

參考資料

1. Polese, Michele, et al. "Understanding O-RAN: Architecture, interfaces, algorithms, security, and research challenges." IEEE Communications Surveys & Tutorials (2023).
2. Xiao, Z., Yang, J., Mao, T., Xu, C., Zhang, R., Han, Z., & Xia, X. LEO Satellite Access Network (LEO-SAN) towards 6G: Challenges and Approaches. IEEE Wireless Communications (2022).
3. Introduction to 5G O-RAN Architecture, SGESC, <https://ssgesc.info/archives/4901>
4. O-RAN Technology Evolution and information security What's Advantages and Disadvantages, SGESC, <https://ssgesc.info/archives/25488>
5. 數位發展部的核心理念是「強化全民數位韌性」 <https://moda.gov.tw/press/clarification/2512>
6. 提升災害防救緊急救援通訊！竹市府攜手四家科技大廠打造全台首套 5G O-RAN 數位韌性通訊系統 <https://n.yam.com/Article/20230310793251>
7. 完備亞灣 5G 資安互通驗證場域 耀睿 O-RAN 實驗室啟用 <https://n.yam.com/Article/20230310116056>