

科技發展觀測平台

Science, Technology & Innovation Policy Outlook

焦點主題



低功耗廣域網路發展與應用案例

2022/08/10

低功耗廣域網路發展與應用案例

- Frost & Sullivan預測，2026年全球物聯網(IoT)裝置將達到657億個，約平均每人有8個連網裝置，而無線連網技術種類包含短距離的藍芽、ZigBee、Wi-Fi等，以及傳輸涵蓋範圍較廣的4G、5G、衛星通訊與低功耗廣域網路等。
- 低功耗廣域網路(Low Power Wide Area Network, LPWAN)的低功耗、少量資料傳輸、低廉的裝置成本、覆蓋範圍廣且能連結許多裝置的特性，相當適合應用於物聯網，2021年，全球以LPWAN技術連結的物聯網裝置已達6.65億個，估計至2025年將成長至19.9億個。



註：(1)資料傳輸率：以每秒傳輸 kilobits/megabits評估；(2)距離：最遠可傳輸距離

低功耗廣域網路的技術

- 適合作為機器對機器(machine-to-machine, M2M)與物聯網通訊的非關鍵性任務應用的無線廣域網路，具有覆蓋區域範圍大、低頻寬、低能耗、低成本特性。
- LPWAN在都會區的通訊範圍可達10公里，在郊區則達40公里，電池壽命則至少有10年以上，且大量生產的模組價格可低於5美元。

01 LPWAN之授權頻段連網技術

- 主要技術包含：
 - 窄頻物聯網(NB-IoT)，又稱LTE Cat NB1
 - LTE-M (LTE-Machine to Machine)，又稱eMTC(enhanced Machine Type Communication)或是LTE Cat M1
- 3GPP(3rd Generation Partnership Project)在release 13中訂定LTE-M與NB-IoT標準，2015年全球行動通訊系統聯盟(Global System for Mobile Communication Association)提出行動物聯網計畫(GSMA IoT initiative)，以加速LPWAN授權頻段LTE-M與NB-IoT的商業化應用，**主要應用於智慧量測裝置、資產追蹤與農業監測。**
- 與免授權的專屬型(proprietary) LPWAN不同，**因LTE-M與NB-IoT使用授權頻段(Licensed Band)，故能提供高傳輸率、低延遲性與高品質的服務。**
- 根據全球行動設備供應商協會(Global Mobile Supply Association, GSA) 統計，至2021年4月，約有139個營運商在64個國家提供NB-IoT或LTE-M的連網服務。

02 LPWAN之免授權頻段連網技術

目前約有13個免授權頻段的LPWAN，包含LoRaWAN®、Sigfox、Wi-SUN®、Ingenu (RPMA®)、DASH7、On-Ramp Wireless、Weightless、Nwave與Mioty等，這些專屬型LPWAN使用免授權且符合政府規範的免費頻段，皆具有低功耗與長距離傳輸的特性。



- LoRa是將資料調變成電磁波的技術，使用線性調頻展頻技術(Chirp Spread Spectrum) 傳輸
- 2015年LoRa聯盟提出LPWAN的LoRaWAN，定義LoRa基礎架構實體層參數，並作為網路通訊協議與系統架構。
- 至2021年9月，全球有156個LoRaWAN網路運營商在171個國家提供服務。



- Sigfox提出的超窄頻(Ultra Narrow Band, UNB) 技術，利用射頻進行通訊，能在物聯網裝置間傳送與接收少量訊息，不需要安裝閘道(gateways)或SIM卡。
- Sigfox在2022年1月面臨銷售低於預期，並進入破產程序，後續由Sigfox在亞洲的供應商優納比(UnaBiz)接管。



- Ingenu開發可用於公用事業基礎設施的機器對機器技術，並擁有以分碼多重存取(Code Division Multiple Access, CDMA) 技術為基礎的隨機相位多重存取(Random Phase Multiple Access, RPMA)專利技術，為低成本的無線長程通訊系統。
- Trilliant於2015年收購Ingenu的智慧電網資產與專利，並透過平台即服務(PaaS)提供終端對終端解決方案。



- 非營利組織Wi-SUN聯盟，成立宗旨為促進智慧城市、公用事業與工業物聯網的互操作無線解決方案發展。
- 聯盟為戶外區域網路(Field Area Networks, FAN)與家庭網路(Home Area Networks, HAN)無線裝置互操作性的認證機構。

資料來源：Frost & Sullivan，科技發展觀測平台整理

引用請標註來源：STPI，科技發展觀測平台，<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news?id=4b11410081f30cf50181f5224e69026c>

03 低功耗廣域網路技術(LPWAN)比較

指標		授權頻段之技術		免授權頻段之技術			
		NB-IoT	LTE-M	LoRaWAN	Wi-SUN	Sigfox	Ingenu (RPMA)
距離 (公里)	都會區	5	1	5	5	10	12
	郊區	20	10	15	15	40	40
資料傳輸 率(kbps)	上傳	158	380	0.3~50	300	0.1~0.6	78
	下載	127	300			0.6	19.5
電池	壽命	15年	10年	20年	20年	10年	20年

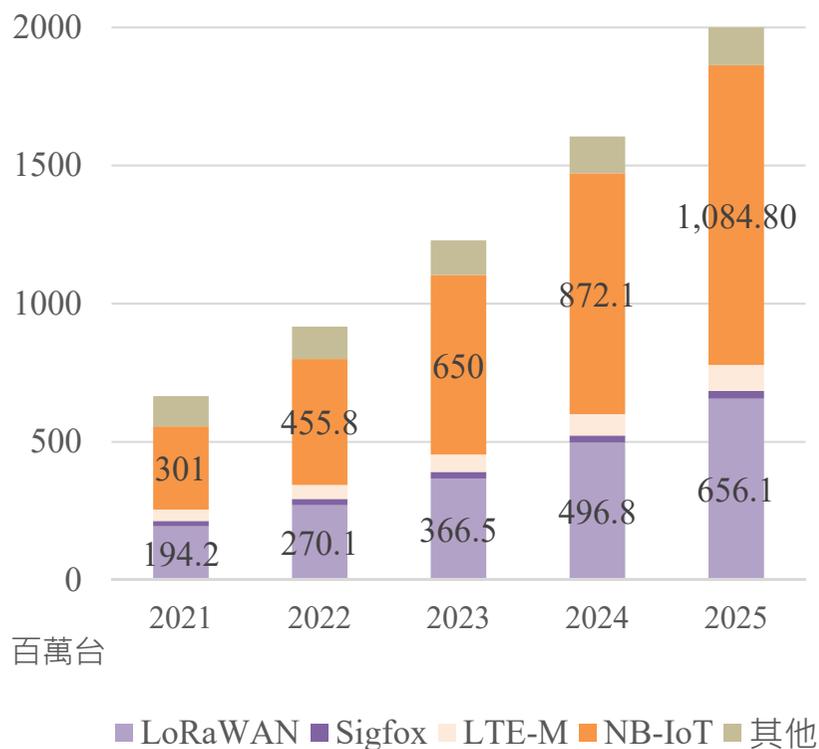
資料來源：Frost & Sullivan，科技發展觀測平台整理

引用請標註來源：STPI，科技發展觀測平台，<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news?id=4b11410081f30cf50181f5224e69026c>

2021-2025年LPWAN全球市場發展預測

➤ 以連網技術來看，使用授權頻段LPWAN(包含NB-IoT與LET-M技術)的物聯網裝置數量，在2021年占全球LPWAN比例為51.4%，連網裝置數量達3.42億個，預計2021年-2025年期間的年均複合成長率(CAGR)為36.3%，占全球比例將持續攀升至2025年的58.9%。

▼ 2021-2025年全球以低功耗廣域網路連網之裝置數量發展預測(以技術分)



- 01 NB-IoT**
 NB-IoT占LPWAN連網裝置比例最高，2021年達48%，至2022年因市場成熟，成長速度逐漸放緩，估計至2025年，以NB-IoT技術進行連網的裝置數量將占LPWAN市場56.4%
- 02 LET-M**
 因Verizon 與 AT&T佈建，LET-M將在北美地區占有一席之地，估計2021年-2025年期間的CAGR為23.2%
- 03 Sigfox**
 2021年-2025年期間的CAGR為9.3%，未來發展將視該公司破產重整的情況而定。
- 04 LoRanWAN**
 占2021年市場比例30.8%，估計至2025年的市場占比將達34.1%，因開放生態特性與建置彈性，使其能以多種商業模式運作

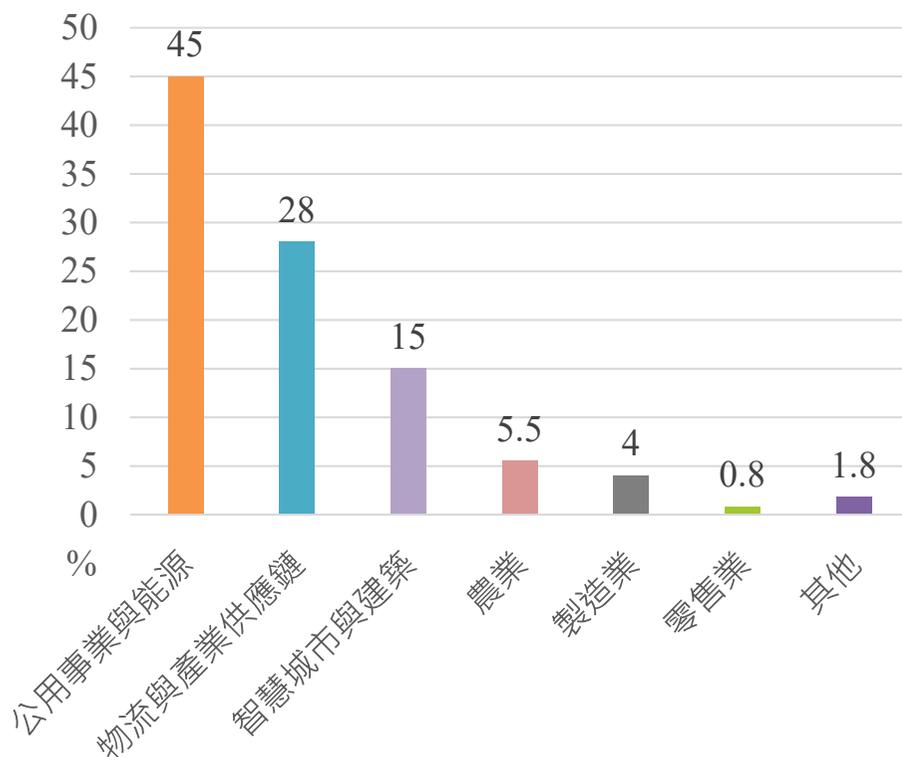
資料來源：Frost & Sullivan，科技發展觀測平台整理

引用請標註來源：STPI，科技發展觀測平台，<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news?id=4b11410081f30cf50181f5224e69026c>

2021-2025年LPWAN全球市場發展預測(續)

- 使用LPWAN的主要產業包含：公用事業與能源、物流與供應鏈，以及智慧城市與建築
- 對公用事業的智慧讀表(smart meter)，如智慧水表、智慧電表與智慧天然氣讀表的需求，將帶動對LPWAN的投資

▼ 2021年各產業使用低功耗廣域網路之連網裝置占比



公用事業與能源



最早採用LPWAN的產業之一，主因該產業需要低傳輸量、低成本、電池壽命較長且可大量部署的讀表器與感測器

物流與供應鏈



物流與供應鏈使用LPWAN的情況將大幅增加，主要來自於對資產追蹤的需求，如貨物管理、行車路線管理等

智慧城市與建築



地方政府正投資LPWAN以建置永續基礎設施，如智慧停車場、廢水管理系統、路燈與具能源效率的建築

農業



需要能長距離傳輸、低成本與電池壽命長的感測器，以持續追蹤溫溼度，進而提高產出，不過面臨維持獲利與成本的困境，以及無線網路覆蓋率不足等挑戰

製造業



製造業為了改善供應鏈效率，已使用機器對機器(M2M)相互連接，為最早採用LPWAN的產業之一。透過感測器偵測產線機器異常情況，以及物聯網服務鈴以加速訂單處理流程

資料來源：Frost & Sullivan，科技發展觀測平台整理

引用請標註來源：STPI，科技發展觀測平台，<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news?id=4b11410081f30cf50181f5224e69026c>

LPWAM應用案例



日本能源公司
Nippon Gas Co導入
Sigfox與智慧天然氣讀表

- 日本能源公司NICIGAS的液化天然氣(LPG)與電力部門，需要將能源使用量數位化，並提供顧客精準與即時的使用資訊。在未導入智慧天然氣讀表前，公司需要每月以人工方式記錄顧客的天然氣用量，成本較高、容易出錯且需要大量勞工。
- NICIGAS與物聯網硬體供應商UnaBiz、物聯網資料管理平台Soracom合作開發解決方案，改造現有讀表器使其具備智慧功能，並利用網路控制單元(Network Controlling Unit, NCU)Space Hotaru，透過日本京瓷集團關係企業的Sigfox網路進行資料傳輸。
- 智慧天然氣讀表可每小時記錄使用量資訊，並每天將資訊傳輸至NICIGAS的中央物聯網資料平台NICIGAS Stream，不僅可預測用戶端的天然氣存量，當意外發生時，亦能自動記錄並回報。



德國飲料商
Krones AG工廠
的智慧按鈕使用
NB-IoT連網

- 飲料廠商Krones AG在全球有超過100間子公司，其面臨主要問題為，當工廠內的商品完成時，需要進行商品配送與重新訂購材料，此時員工常需要暫停手邊工作，並與同仁協調處理工廠流程，公司需要物聯網協助自動進行廠內物流配送，以加速材料遞送速度。
- Deutsche Telekom的物聯網服務鈴(IoT Service Button)，能執行自動化重新下單，具有隨插即用的設計，並具備獨立電源，使其不需要受限於電力供應與網路，不過需要內嵌預付SIM卡。當工廠人員完成生產並按下物聯網服務鈴，訊息將透過NB-IoT網路傳送至Deutsche Telekom雲端物聯網平台，平台即以簡訊或郵件要求物流部門至工廠收取產品。

LPWAM應用案例(續)



Telstra利用 LTE-M進行資 產追蹤

- 企業常面臨資產與貨物遺失的問題，每年因此損失的貨物或資產可達10%。傳統的追蹤機制常無法顯示即時資料，使得企業很難清楚確認資產位置，且手動追蹤與盤點的效率很低。澳洲Telstra推出以太陽能供電的資產追蹤解決方案，讓企業能追蹤貨櫃、拖車與鐵路貨車位置。
- Telstra的追蹤裝置利用LTE-M傳輸資料，並配有太陽能板與GPS晶片，可協助企業監控資產，接收資產的相關資訊。該追蹤裝置備有大型天線，使其能在都會區接收GPS訊號，裝置使用壽命可達7年，且在平均每小時回報的使用情形下，約4個月才需更換電池。此外，可調整追蹤裝置的回報時間，如當資產固定時，每4小時進行回報，若當資產移動時，則可改為每小時回報。



Laird Connectivity使 用LoRaWAN監 測食品冷鏈配送

- 冷鏈的食品配送需要確保其在運送過程中，儲存在正確的溫度，避免食物腐敗或是滋生病菌而無法符合標準規範，根據美國FDA統計，有91%的餐廳並沒有食物管理系統。
- 感測器與閘道廠商Laird Connectivity與LoRaWAN網路伺服器廠商The Things Industries合作，透過將無線感測器連到LoRaWAN，定期監視與量測即時溫度，以更有效率控制冷鏈監測系統。單一閘道可蒐集上千台感測器的資料，且閘道收到資料後就能將資料傳輸出去，使顧客能自行選擇網路營運商以管理這些裝置。

結論

- LPWAN逐漸成為需要大量連網的IoT所偏好使用的技術，尤其是公用事業與能源、物流與供應鏈、智慧城市與建築等產業，此三個產業利用LPWAN連網的裝置即占2021年裝置數量88%。
- 因LPWAN技術有十多種，部分企業亦提出需要能適用不同LPWAN標準與技術的解決方案。

科技發展觀測平台

Science, Technology & Innovation Policy Outlook

To Gain An Accurate and Deep Understanding of STI Trend



指導單位：國家科學及技術委員會 前瞻及應用科技處

執行單位：財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心

「科技發展觀測平台」為執行國科會「科技發展觀測平台建置及服務計畫」之成果