

5G 頻譜資源特性與技術關聯

一、5G 頻譜資源特性與技術關聯

無線電頻率使現代無線及行動通信服務及產業成為可能。無線中繼通信、衛星通信、無線區域網路（如 Wi-Fi）等無線通信服務，以及高速普及的行動通信服務，都需要頻譜資源。

無線電頻率是自然界存在的物理現象及資源，其特性依據頻率的高低與環境互相搭配，並且依據需求速率決定頻寬大小，同時亦考慮基地台與終端間的上下行頻譜配置與相對應設計之雙工器。頻譜的物理特性，與對應 5G 與 IoE 應用搭配的頻譜，如圖 1。

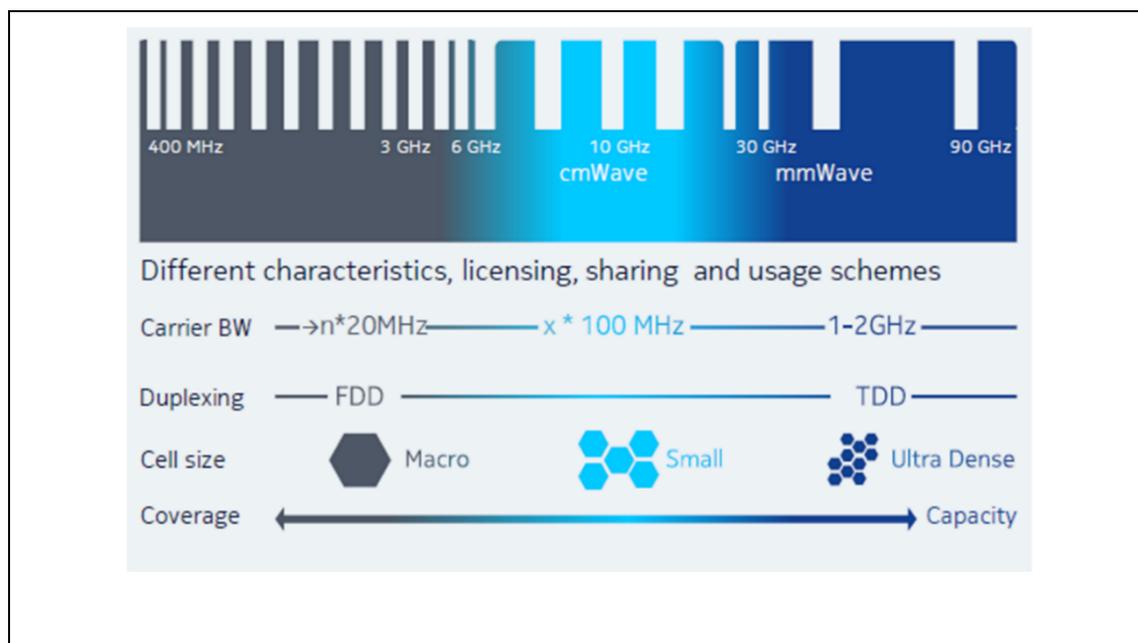


圖 1：頻譜特性研究

資料來源：5G America, 2016 年

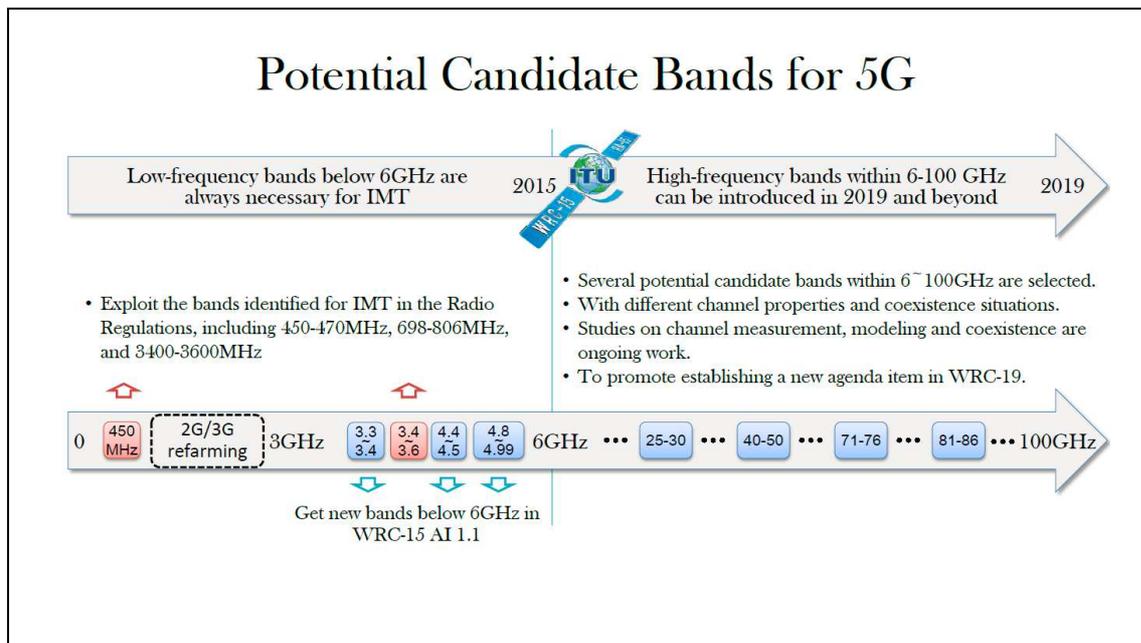


圖 2：5G 候選頻段

資料來源：IMT2020 PG, 2015 年

5G 頻譜方面，將採高低頻段協同，以中低頻為基礎，高頻為補充，如圖 2：

- 1GHz 以下頻段主要提供涵蓋，可關注 600-700MHz 之利用；
- 6GHz 以下頻段：關注於 3.5GHz 頻段（3300-3600MHz），確定地面與衛星業務之防止干擾解決方案；另外亦研究 WRC-15 IMT 新頻譜，爭取 3300-3400、4800-4990、4400-4500MHz 頻段之釋出；中期，著重於 6GHz 以下頻段之 5G 規模試驗和試運轉；長期，則為 6GHz 以下頻段商轉 5G 網路。
- 24GHz 以上頻段：近期，重點聚焦於 24-40GHz 頻段、開展 WRC-19 週期對 5G 新頻譜的研究工作；中期，將確立 WRC-19 新頻譜後，探索高頻段組網方案，視產業發展情況開展技術試驗；長期，則

以 24GHz 以上頻譜作為高傳輸率頻段，部署高頻段 5G 網路，開展 45GHz 以上頻段的試驗。

由各國國際組織及大廠對於候選頻段之選定及測試，可歸納出歐洲及中國主要由 6GHz 以下頻段開始布局測試，日本由於對於行動寬頻的應用較有興趣，因此對 6GHz 以上之頻段著墨較多，美國現階段看來則採取高低頻段均重的策略。

觀察各國電信業者之布局，6GHz 以下頻段以 3.5GHz 及 5GHz 為重要頻段。由於 3.5GHz 其相鄰頻寬累計連續可達 400MHz，因此為各國政府或產業利害相關人所重視；另外由於 5GHz 之可用頻寬較 2.4GHz 多，為了與 Wi-Fi 和平共處，也因此衍生 LTE-U、LTE 授權輔助接入（License-assisted Access, LAA）、LWA 等聚合技術。此外，高頻部分如 28GHz、39GHz、73GHz 等亦是各國布局之重點，原因為 6GHz 以上頻段之頻率特性，其氧氣吸收率（損耗率）較低，能傳輸距離較遠。

3GPP 於 2018 年通過第 15 版（Release 15）規格，對於 5G 新無線電（5G New Radio, 5G NR），以 6GHz 頻段為界線，區分為第一型頻率範圍（Frequency Ranges 1, FR1）與第二型頻率範圍（Frequency Ranges 2, FR2），FR1 頻段範圍為 450-6000 MHz，FR2 頻段範圍則為 24250-52600 MHz，如下圖 3。

Frequency range designation	Corresponding frequency range
FR1	450-6000 MHz
FR2	24250-52600 MHz

圖 3：5G NR 頻段劃分

資料來源：GSA (2018)

FR1 頻段中，以 3.5GHz 頻段為最熱門且最快有商用系統的頻率，其原因在於系統採用分時雙工 (TDD) 設計可動態調整上下行傳輸速率、一個載波頻寬可到 100MHz 將可以實現 3Gbit/s 峰值速率 (如下表 1) 才能滿足 eMBB 與 mMTC 兩種情境需求、頻段有利於傳統大型基地台與小細胞基地台同時佈建。

表 1：5G 載波頻寬大小與理論速率值

RF channel Bandwidth	Peak data rates ¹	Average data rates ²
40 MHz	1.2 Gbit/s	0.312 Gbit/s
100 MHz	3 Gbit/s	0.78 Gbit/s
200 MHz	6 Gbit/s	1.56 Gbit/s
400 MHz	12 Gbit/s	3.12 Gbit/s

資料來源：GSA

目前 3GPP 持續發展 FR1 與 FR2 之頻段配置方式，FR1 頻段除將 4G 主要頻段納入外，亦將 3.3-4.2 GHz、4.4-5.0 GHz 等頻段視為 5G NR 頻段，3GPP FR1 頻段配置方式如下表 2。¹

表 2：3GPP 5G NR FR1 頻段配置方式

NR 運作頻段	上行頻率	下行頻率	多工模式
n1	1920-1980 MHz	2110-2170 MHz	FDD
n2	1850-1910 MHz	1930-1990 MHz	FDD
n3	1710-1785 MHz	1805-1880 MHz	FDD
n5	824-849 MHz	869-894 MHz	FDD
n7	2500-2570 MHz	2620-2690 MHz	FDD
n8	880-915 MHz	925-960 MHz	FDD
n12	699-716 MHz	729-746 MHz	FDD
n20	832-862 MHz	791-821 MHz	FDD
n25	1850-1915 MHz	1930-1995 MHz	FDD
n28	703-748 MHz	758-803 MHz	FDD
n34	2010-2025 MHz	2010-2025 MHz	TDD
n38	2570-2620 MHz	2570-2620 MHz	TDD
n39	1880-1920 MHz	1880-1920 MHz	TDD
n40	2300-2400 MHz	2300-2400 MHz	TDD
n41	2469-2690 MHz	2469-2690 MHz	TDD
n51	1427-1432 MHz	1427-1432 MHz	TDD
n66	1710-1780 MHz	2110-2200 MHz	FDD
n70	1695-1710 MHz	1995-2020 MHz	FDD
n71	663-698 MHz	617-652 MHz	FDD
n75	n/a	1432-1517 MHz	SDL
n76	n/a	1427-1432 MHz	SDL
n77	3300-4200 MHz	3300-4200 MHz	TDD
n78	3300-3800 MHz	3300-3800 MHz	TDD
n79	4400-5000 MHz	4400-5000 MHz	TDD

¹ GSA (2018), Spectrum for terrestrial 5G networks: Licensing developments worldwide..

NR 運作頻段	上行頻率	下行頻率	多工模式
n80	1710-1785 MHz		SUL
n81	880-915 MHz		SUL
n82	832-862 MHz		SUL
n83	703-748 MHz		SUL
n84	1920-1980 MHz		SUL
n86	1710-1780 MHz		SUL

3GPP FR2 頻段則主要為 24.25 GHz 以上頻段，目前有 4 組，皆為 TDD 配置，如下表 3。

表 3：3GPP 5G NR FR2 頻段配置方式

NR 運作頻段	上行頻率與下行頻率	多工模式
n257	26500-29500 MHz	TDD
n258	24250-27500 MHz	TDD
n260	37000-40000 MHz	TDD
n261	27500-28350 MHz	TDD