



6G國際發展趨勢觀察

鍾曉君 資深產業分析師
產業情報研究所 (MIC)
財團法人資訊工業策進會
2020.12.16

kayreg@iii.org.tw
mic.iii.org.tw



大綱

- ❖ 主要國家6G發展方向
- ❖ 關鍵業者6G通訊願景
- ❖ 結論



6G發展願景將與聯合國永續發展目標鏈結

Linking 6G & SDGs

Greener, Smarter and Sustainable



人與物的溝通連結



建構更廣闊通訊環境



解決社會問題

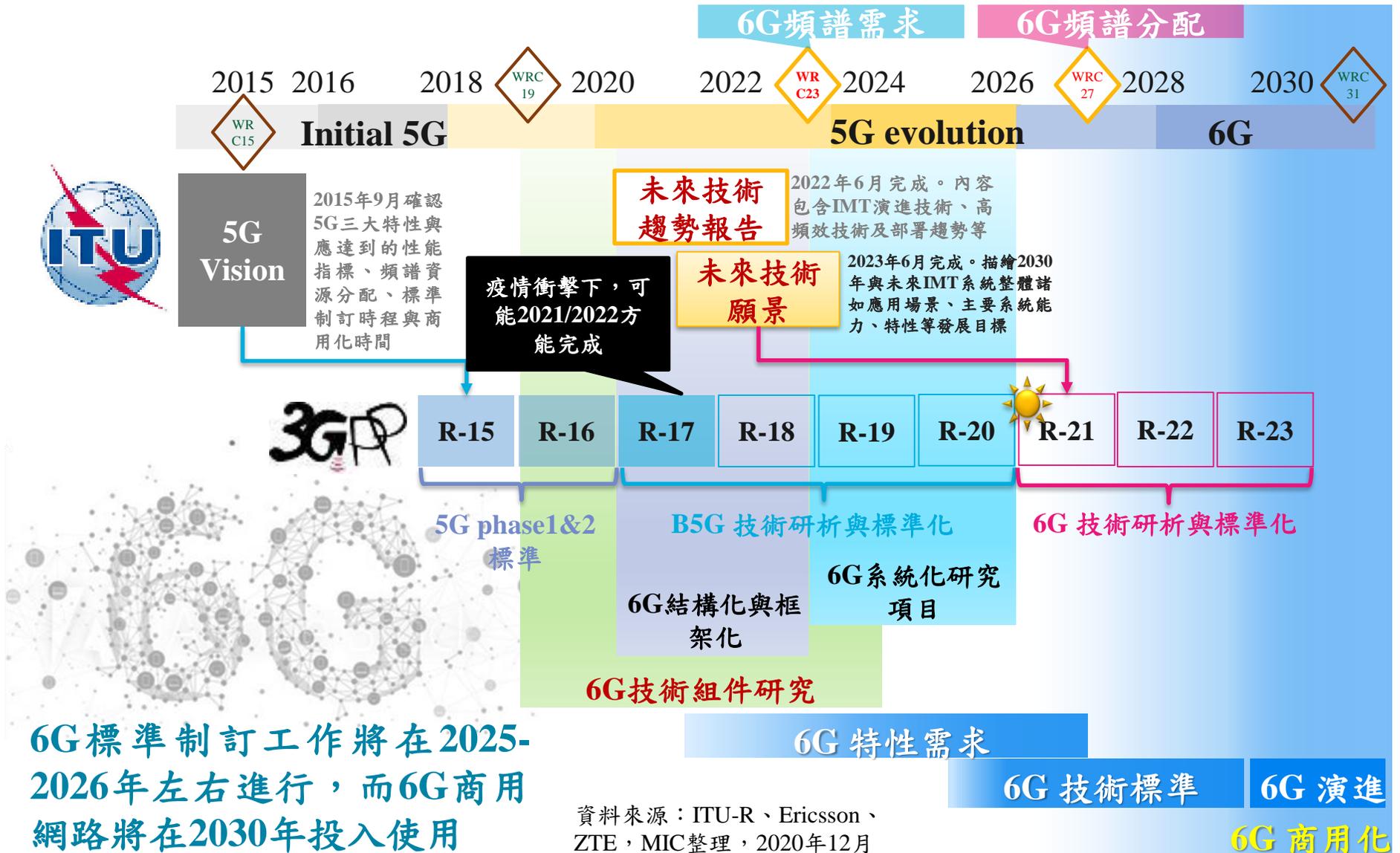


實現複雜的虛實融合

資料來源：Interdigital、6G Flagship，NTT DOCOMO「6G白皮書」，MIC整理，2020年12月



6G標準制訂樂觀預計5年後開展



資料來源：ITU-R、Ericsson、ZTE、MIC整理，2020年12月



主要國家6G發展方向

產學研驅動



芬蘭6G Flagship計畫引領產學研邁向6G研究

2030年願景：未來社會是數據驅動，通過近乎無限的無線連接實現



2018年4月芬蘭Oulu大學就以”支持6G的無線智慧社會與生態系統 (6Genesis)”為主題，向芬蘭科學院申請國家研究資助計畫中的旗艦研究項目，獲得8年2.5億歐元的研究資金（2018-2026），同年5月正式啟動6G旗艦研究計畫（6G Flagship）

戰略研究領域



無線連結

開發新穎無線接取技術與解決方案，在THz頻段實現超可靠、低延遲、超大容量和安全的服務交付，包括先進PHY技術和新動態和虛擬化網路技術



分布式運算

開發動態連接節點的新型AI增強協作。在Cloud RAN架構下，開發優化雲端、邊緣伺服器和RRH之間訊號處理功能分離機制等



元件與半導體技術

研究包括納米等新興材料和3D結構、開發新RF收發器、IC設計及新型THz電子封裝解決方案



新興應用與服務

進一步探索6G應用場景可能需要的基本技術元件發展，瞄準無線連接等領域和分散式智慧運算

- 主要合作夥伴：阿爾拖大學、奧盧商業大學、Nokia、奧盧應用科學大學和芬蘭VTT技術研究中心和InterDigital。截至2020年4月已有75家產學研機構參與研究



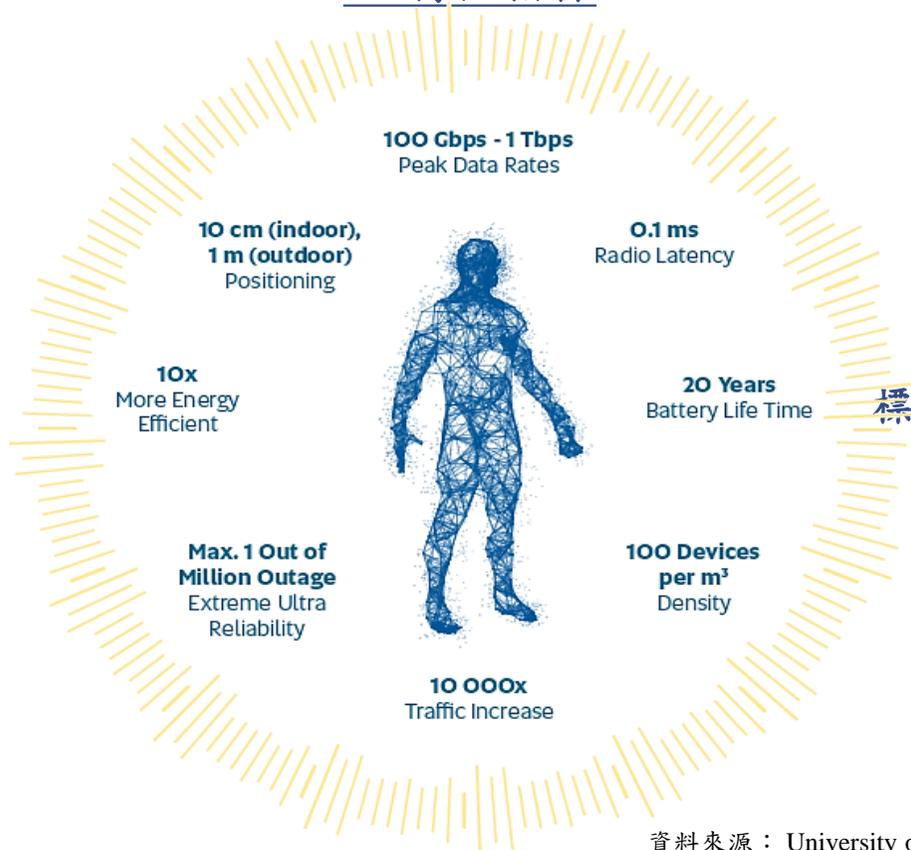
備註：6Genesis = the 6G-Enabled Wireless Smart Society & Ecosystem 資料來源：Oulu大學，MIC整理，2020年12月



全球首版6G白皮書2019年下旬出爐

- 芬蘭Oulu大學於2019年9月中由75名專家合作編撰、發表全球第一版6G白皮書：“Key Drivers and Research Challenges for 6G Ubiquitous Wireless Intelligence”
- 6G白皮書七大主題：「6G社會與商業驅動力」、「6G使用案例與新設備形式」、「6G頻譜與KPI目標」、「無線網路硬體的進步與挑戰」、「物理層與無線系統」、「6G網際網路」、「新服務啟用」

6G特性指標



6G初期發展關鍵績效指標之設定方向

- 延遲率
- 時基誤差 (Jitter)
- 鏈路預算KPIs
- (全球) 擴展範圍/ 覆蓋範圍 (包含衛星)
- 3D投影準確度KPIs
- 基於既有5G指標 調整的KPIs (包含行動寬頻)
- 位置精度與更新率
- 成本KPIs
- 能源KPIs

- 在技術要求與標準化的定義裡頭將垂直參與者納入其中
- 透明度KPIs (e.g. 與AI相關)
- 隱私/安全/信任
- 面向全球用例的 APIs
- 受聯合國可持續發展目標 (UN SDG) 啟發之KPIs
- 一切可開源
- 針對倫理道德的 KPIs

可持續發展和社會驅動的關鍵績效指標

資料來源：University of Oulu，MIC整理，2020年12月



Oulu大學推出第二版6G白皮書系列草案



White Paper on 6G Drivers and the UN SDGs



6G White Paper on Validation and Trials for Verticals towards 2030's



6G White Paper on Machine Learning in Wireless Communication Networks



6G White Paper on Networking



White Paper on Broadband Connectivity in 6G



6G White Paper on RF & Spectrum



6G White Paper on Connectivity for Remote Areas



White Paper on Business of 6G



6G White Paper on Edge Intelligence



6G White Paper: Research Challenges for Trust, Security and Privacy



White Paper on Critical and Massive Machine Type Communication towards 6G



6G White Paper on Localization and Sensing

- ❖ 由於第一版6G白皮書已大致訂定了關鍵KPI，且設想了不同領域的關鍵研究議題。故針對第二版的撰寫，選擇不將思想集中在狹窄的解決方案或完整的系統模型
- ❖ 2019年11月，芬蘭Oulu大學基於out-of-the-box thinking，並廣泛討論使6G實現所需，最有希望甚至令人驚訝的技術組件組合，而設定12項特定領域（如左圖）。公開徵集邀請全球350名專家參與起草12篇各主題項下的6G白皮書，於2020年1月開始撰寫
- ❖ 2020年4月30日起開始於arXiv中發表數篇白皮書草案，2020年6月陸續完成全球第二版6G系列之12本白皮書
- ❖ 6G Flagship期望相關成就，可作為ITU起草第一版的IMT-2030需求規範之參考

資料來源：OULU大學，MIC整理，2020年12月

Innovation, Compassion, Effectiveness

MIC®

© 2020 Institute for Information Industry



歐盟-美國合作進行跨大西洋先進無線技術研究

歐盟-美國EMPOWER計畫



EMPOWER = **EM**powering
transatlantic **Plat****O**rms for
advanced **WirE**less **R**esearch

- 期程：36個月（2018/11 - 2021/10）
- 總預算：**1,999,120**歐元
（由H2020-EU.2.1.1資助）
- 計畫目標：與美國**NSF**旗下**PAWR**合作，創建一個聯合
歐盟-美國之**先進無線生態系統**

- 2020年2月開始針對「**6G KPI演變**」、「**技術趨勢**」、「**實驗挑戰**」三項目，進行為期一個月的“B5G/6G發展藍圖”之公眾諮詢*
- 2020年6月提出”**EMPOWER白皮書-先進無線平台的未來趨勢分析**”

Top 10 technology trends

1. Wireless AI fusion (18%)
2. Sub-THz technology (14%)
3. Ultra-low power (12%)
4. Multi-access (10%)
5. Flying UEs/Nodes (8%)
6. Positioning (7%)
7. Holographic MIMO (7%)
8. IAB (6%)
9. Sensing and Comms (5%)
10. Advanced waveforms (5%)

備註*：收集超過60多份來自產業（40%）與學研界（60%）之專家回覆

資料來源：歐盟Horizon 2020 research and innovation programme、EMPOWER Project，MIC整理，2020年12月



促進北美6G技術取得領先地位， Next G聯盟正式成立



- 2020年10月13日宣布成立，11月舉辦成立大會
- 2021年初成立工作小組

創始會員



目標：

在B5G/6G發展過程中，確保北美在塑造下一代無線通訊技術研發與標準化、網路架構，系統設備及其最終部署等，重取全球領導地位

三大關鍵戰略目標：

- 創建Next G國家議程：制定6G國家路線圖，確保北美成為Next G技術研發、標準化、製造與市場商用的領導者
- 打造成功的策略模型：制定6G技術產業國家核心優先事項，作為影響政府政策規劃與資金補助指標
- 確立全球領導力：定義6G從研究到實踐全生命週期，助力加速邁入商用化、且促進國際廣泛採用

ATIS：北美相關產業必須進一步制定合作路線圖，以在未來十年內提升其作為全球領導者的地位



歐盟擬於2021年啟動Hexa-X計畫協同產學 研界探索6G

計畫願景：加速和促進6G研究並推動歐洲在6G時代的領先地位



- 2021年1月1日正式啟動
- 期限：2.5年
- 歐盟H2020計畫資助
- Nokia擔任計畫主持者，Ericsson負責技術經理

Hexa-X計畫伙伴

Project lead
(coordinator)

NOKIA

Technical
manager

ERICSSON

A!
Aalto University

Atos

b.com



cea

SZTAKI

intel

NEXTWORKS

orange



qamcom

SIEMENS

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAIERSLAUTERN

TIM

Telefonica

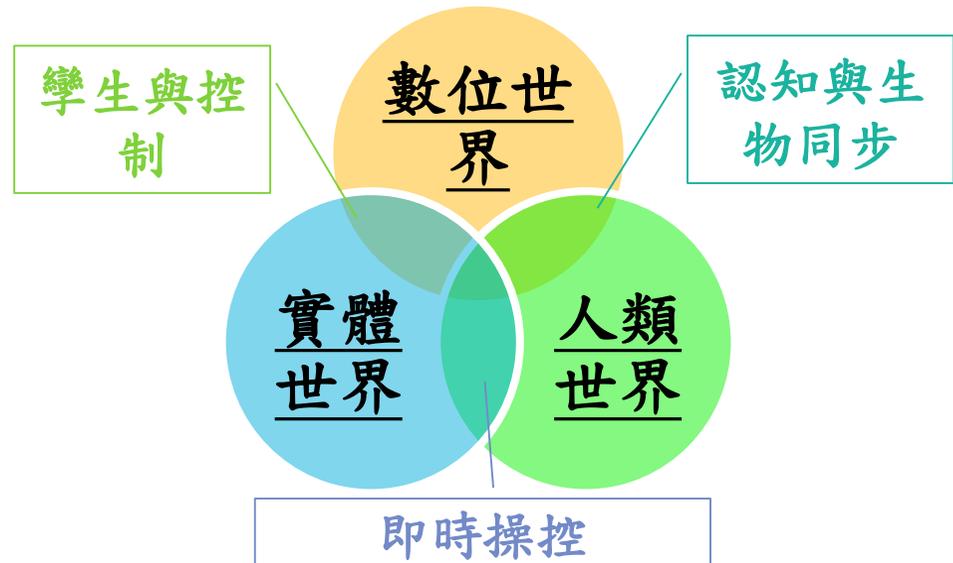
uc3m
Universidad
Carlos III
de Madrid

UNIVERSITY
OF DUBLIN

UNIVERSITÀ DI PISA

WINGS

Hexa-X 6G場景



Hexa-X 6G六大研究領域

連接智能

全球服務
覆蓋

網絡中的
網絡

極致體驗

可持續性

可信任度

資料來源：Hexa-X，
MIC整理，2020年12月



主要國家6G發展方向

政府扮演推動要角

南韓未來行動通訊 (6G) R&D推動計畫之願景與推動方案



願景

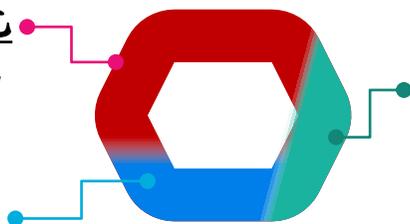
成為6G時代的領先者

策略目標

為達成6G全球商用首發，確保核心技術、完備主導6G全球市場的基礎

推動策略

於下世代技術領域領先
開發產業界較少投資之高
風險技術
同步打造研究、產業基礎
育成高階人力促進國產化



確保高附加價值專利
主導6G國際標準及確保
相關專利

推動方案

於下世代技術領域領先

- 推動6大技術領域、10大策略課題
- 國際共同研發及技術交流
- 策略產業示範服務併行

確保高附加價值專利

- 將R&D成果反映於國際標準
- 確保國際標準主導權
- 網綁支援R&D+標準+專利

同步打造研究、產業基礎

- 6G零組件、設備國產化
- 高階、實務人力育成

主要KPI

最大
傳輸速度
1Tbps

使用頻段
~300Ghz

支援高度
~10km

無線延遲
~0.1ms

終端間
延遲
~5ms

可信賴度
隨時資安



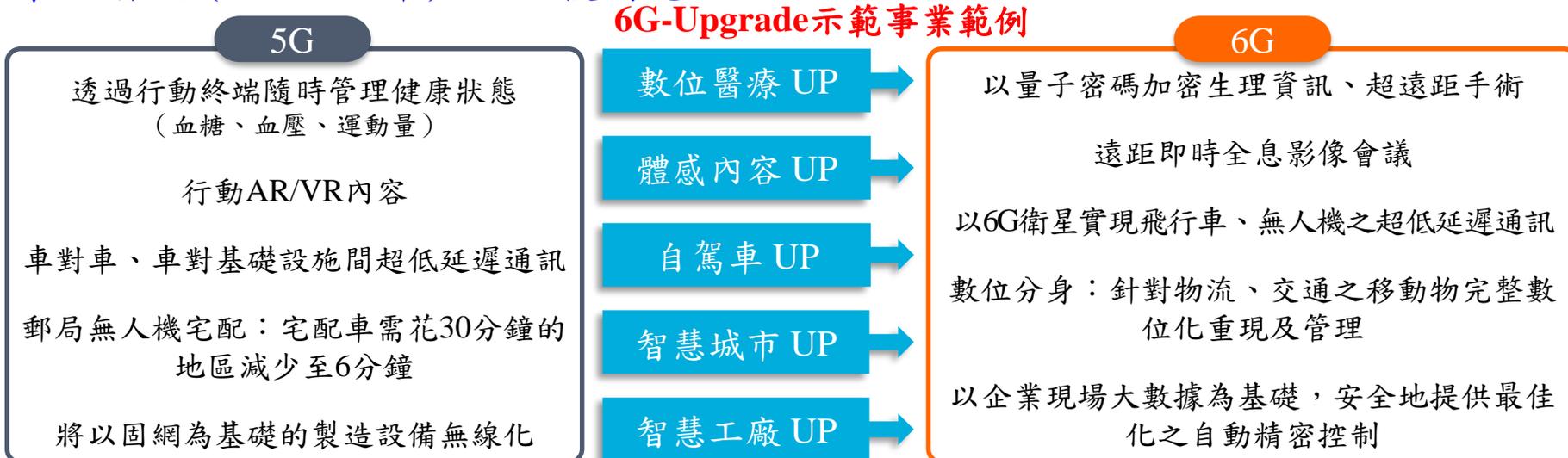
南韓6G推動策略分為核心技術研發與應用 導入兩階段

第一階段 (2021-2025年) : 6G核心技術研發

預算 : 2,147億韓元



第二階段 (2026-2028年) : 6G技術應用



資料來源：南韓MIST，MIC整理，2020年12月



南韓聚焦十大6G技術策略課題

| 既有技術 (5G) 的侷限 | 重點領域 | 策略課題 | 主要成果 |
|--|------|---|--|
| 實現融合服務的技術極限 * 5G 的傳送速度 (20Gbps) 對普及超高速融合服務有所侷限 -自動駕駛、體感 AR/VR | 超性能 | ◎實現 1Tbps 級傳送速度 * 1Tbps = 1,000Gbps 1. Tbps 行動通訊 2. Tbps 光通訊 | Tbps 等級行動通訊技術 Tbps 等級光通訊技術 |
| | 超寬頻 | ◎為實現 Tbps 級傳送速度，亦包含 100-300GHz 頻段 * 5G 僅使用 100GHz 以下頻段 3. THz RF 零組件 4. THz 頻段 | 大功率低雜音的功率放大器、Sub THz 收發器 各頻段之傳輸模型及 DB |
| 未考量到有線、終端間的延遲 * (5G 延遲) 無線通訊 10→1ms / 有線通訊仍為數十 ms | 超精密 | ◎縮短有線、行動延遲時間 (行動 0.1ms、有線 5ms) * 5G 下行動 1ms、有線數十 ms 7. 終端間超精密網路 | 超低延遲、高精密封包傳輸 H/W 模組 |
| 未考慮運用空間之覆蓋範圍 * 最多離地 120m，支援 KTX 級的移動性需求 | 超空間 | ◎服務範圍擴大至離地 10Km (透過衛星應用飛行汽車、無人機) * 5G 服務是以地面為中心 5. 空間行動通訊 6. 空間衛星通訊 | 3D 移動物體傳輸協定 SW 衛星 / 地面整合接取及設備技術 |
| AI 應用仍為初步階段 * 現存 AI 的 5G 應用技術僅適用於核心網、未支援行動網路 | 超智慧 | ◎將升級的 AI 技術應用於全網路區間 * 5G 將 AI 應用於部分網路 8. 智慧型無線存取 9. 智慧型網路 | 自動化及智慧型系統 |
| 需持續增加資安功能 * 5G 標準中，僅將最低限度的資安功能列入規格 | 超可信賴 | 6G 自設計階段起即嵌入 (Embedded) 資安技術 * 5G 為根據環境變化選擇性擴充 (Add-on) 資安技術 10. 6G 品質全天候保障安全技術 | 內嵌保障 6G 品質的安全技術 |

資料來源：南韓 MIST，MIC 整理，2020 年 12 月



中國大陸學研單位探索6G技術與應用發展

2018年11月中，中國大陸工信部啟動6G概念研究

2019年6月，中國6G無線技術組舉行第一次會議

主導：中國大陸工信部主導成立，由北京清華大學無線與移動通信技術研究中心副主任暨6G無線技術組組長暨工信部IMT-2020（5G）無線技術工作組組長粟欣主持

目的：

- 確認6G無線技術組的目標與任務、工作思路、方法和計劃
- 面對6G應用需求，匯聚產學研用各方力量，聚焦新興無線空中介面技術及新型頻譜利用技術，提前佈局研析超大規模天線、先進調製編碼、新型雙工、THz、可見光和軌道角動量等技術
- 參與者：中國聯通、中國移動、華為、中興、中國信通院、中國信科（原大唐電信）、中國普天等四十多家電信營運商、設備業者、大學和科研單位

- 2019.8 第二次工作會議（西安）：確認新興無線通訊技術研究發展方向
- 2019.12 第三次工作會議（成都）：從無線AI、水下通訊和全息無線電等層面，聚焦潛在新型無線空口技術及新型頻譜利用技術。並確認6G潛在研究方向，與各研究任務組職責

2019年9月下旬：中國電子學會主辦“2019年全國通信理論與技術學術會議暨通信領域創新發展論壇”，從學術角度探究5G、B5G與6G之發展趨勢

發表包含對6G未來展望、THz通訊技術、6G世代非陸地/衛星通訊相關頻譜態勢智能感測、輻射原檢測與定位技術相關議題，諸如《6G技術挑戰與容量再提升》、《空天地資訊網路融合技術》及《面向6G的立體緻密無線網路》等主題

資料來源：中國電子學會、北京清華大學，MIC整理，2020年12月



中國大陸科技部啟動6G技術研發工作

中國大陸科技部11月3日會同國家發展改革委員會、教育部、工信部、中科院、自然科學基金委在北京組織召開**6G技術研發工作啟動會**



成立國家6G技術研發推進工作組和總體專家組

- **6G技術研發推進工作組**：由中國大陸相關政府部門組成，負責推動6G技術研發工作的實行
- **6G總體專家組**：由產學研界共37位專家組成
 - a. 負責提出6G技術研究佈局建議與技術論證：開展6G技術研發方案的制訂工作，開展**6G技術先期研究、探索可能的技術方向**。藉系統化地佈局6G技術研發，聚焦解決行動通訊與資訊安全領域所面臨一系列基礎理論、設計方法和核心技術問題，以爭取在基礎研究、核心關鍵技術與標準規範等方面的突破
 - b. 針對重大決策提供諮詢與建議：針對**6G技術研發態勢及未來發展思路**給予建議，為行動通訊產業發展和建設創新型國家奠定堅實科技基礎

- 2019.11.16 第一次6G總體專家會議：訂定**6G願景與需求**
- 2019.12.04 第二次6G總體專家會議：確認**6G研究項目指南**，並與芬蘭6G Flagship等組織進行國際合作

資料來源：中國大陸科技部，MIC整理，2020年12月



中國大陸加速6G技術研發與推動工作

中國大陸已在衝向6G的賽道上準備衝刺



2020 Q1

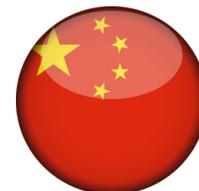
- 根據國家重點研發計畫「寬頻通訊及新型網路」重點專項展開新型網路技術、高效傳輸技術、衛星通訊技術三大6G技術研究項目。擬提供補助研究經費約**人民幣3.3億元（約4,900萬美元）**

2020.1

- 工信部信息通信發展司表示，2020年要扎實推進6G前瞻性願景需求及潛在關鍵技術預研，形成6G總體發展思路

2020.9.16-18

- 未來移動通信論壇主辦全球6G技術大會



資料來源：中國大陸工信部、中國大陸科技部，MIC整理，2020年12月



日本Beyond 5G 推進戰略-通往6G的路線圖



實現虛擬/實體空間一體化，實現“資料導向社會”

基本方針

研究開發

目的：世界最高級研發環境
目標：2025年確立關鍵技術、2030年推出B5G/6G服務

智財/標準化

目的：翻轉市場（降低供應風險、創造市場進入機會）
目標：B5G/6G SEP專利佔比10%以上

推展部署

目的：實現B5G-ready環境
目標：2030年附加價值44兆日圓

盡早平順地導入Beyond 5G

借Beyond 5G強化國際競爭力
(取得30%以上通訊基礎設備市占率)

與國際夥伴共建國際合作體制

Beyond 5G推動Consortium（產官學戰略合作平台）

- 計畫2021年匡列70億日圓預算，助總務省轄下NICT開展6G研發所需測試環境等官民共用設施

資料來源：日本總務省，MIC整理，2020年12月



Beyond 5G推進戰略（一）：研究開發

- 針對實現 Beyond 5G的關鍵先端技術（包含日本強項技術與不可欠缺技術），集中資源投入「萌芽階段」技術
- 一併考慮Global first戰略，建立以取得國內外市場為目標的制度與計畫
- 整備研發據點，並導入電波開放等制度，建立世界最高水準之研發環境

目標：2025年確立關鍵技術+進入3GPP標準、2030推出B5G服務

先端關鍵技術研發

- 期間限定、跨部會的集中合作（如研發平台與財政支援）

B5G研發平台建置

- 提供各種testbed與emulator
- 推動產官學共同研究（由NICT）

促進研發稅制

- 擴充促進民間研發之稅制

頻率開放

- 簡化使用THz等高頻段進行實驗之手續
- 滿足特定條件之實驗，大幅減少取得頻率手續（違反則加重懲罰）

育成破壞性創新人才

- 獎金競賽（無線challenge）（仿美國DARPA Spectrum Collaboration Challenge）



Beyond 5G推進戰略（二）：智財/標準化

- 智財與標準化原為民間產業議題，但B5G相關技術將創造自身企業以外的關聯效果，因此應由國家推動B5G核心技術的國際標準化
- 關鍵議題：全光化、開放化、極限虛擬化、海天擴張、根本性資安強化
- 除技術研發之外，需與國內關係人共同進行智財保護

目標：B5G SEP專利全球佔比10%以上（5GSamsung8.9%，華為8.3%，高通7.4%）

智財化/標準化, 開放化, 實質標準化

國家強項的技術項目，在國家研發計畫中要以重視標準化實績為目標設定戰略目標

- 整備實驗網/測試模擬場域
(testbed/emulator) 以促進虛擬/實體環境之跨供應商互通性，降低採用成本
- 透過國際政府協議或國際機關，促進民間欲推動標準化業者之國際市場展開
(ORAN alliance, IOWN network, HAPS alliance等)

建立戰略合作夥伴制度

- 擴大對國家/企業進行國際研發合作之規模，以國際標準化為目標

標準化據點/促進智財標準化

- 整合產官學設立「B5G智財與標準化戰略中心」，協助企業進行智財戰略、參與國際標準組織、組成各種論壇等
- 強化推動計畫與標準化目標間之關聯。如將研發成果採用、新頻段/開放規格受採用、對國際標準化之貢獻度等做為計畫成果要件



Beyond 5G推進戰略（三）：部署

- 為了盡早導入B5G至社會各領域與地區，需要建置「Beyond 5G-ready」的環境。主要方向為先增加5G在產業與公部門的運用

目標：增加國內外應用案例並擴大環境整備，2030年5G附加價值44兆日圓（運用無線技術達成生產能力提升與GDP貢獻）

覆蓋率擴大

- 運用5G投資促進稅制、補助金、制度調整等工具，擴充5G基地台與導入Local 5G。
（目標2023年底建置21萬座5G基地台）
- 推動包含基地台等基礎建設共享、並推動促進個人終端、車輛、智慧燈桿、看板、人孔等設備/設施加裝基地台之相關制度。

實現常態Cyber-Security

- 設定security/privacy-by-design規格
- 營運商與設備商導入自動弱點偵測技術
- 推動公開金鑰加密與量子加密的實際採用

資助/擴大課題解決導向用例

- 針對可解決社會課題之5G解決方案，進行計畫性實證（遠距醫療/教育/防災等於2020-2024集中資源進行實證）
- 運用各地大學等據點、協助5G服務落地後所需的人培與實證後商業化支援等工作
- 對於5G應用所產生的資料如何安全流通並靈活運用，進行相關配套制度
- 各種5G智慧城市解決方案，透過「5G解決方案中心」，以SaaS方式提供
- 結合國家戰略特區制度，配合大阪萬博，建立living testbed for beyond 5G
- 為讓國民有感，改善設備與服務的人機介面，並推動無障礙使用環境



Beyond 5G應用需求與關鍵技術 (1/2)

日本總務省於Beyond 5G推進戰略中歸納了實現B5G/6G應用所需之關鍵技術

| 日本投入資源強項 | Beyond 5G (6G) 關鍵特性 | 性能 | 實現Beyond 5G (6G) 的關鍵技術 |
|--|---------------------|---------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • THz • 全光網路AON | 超高速、大容量 | 5G特性再提升 | <ul style="list-style-type: none"> • 接取端速度 10X • 核心通訊速度 100X |
| <ul style="list-style-type: none"> • 感測 | 大規模同時連網 | | <ul style="list-style-type: none"> • 5G同時連接數的10X |
| <ul style="list-style-type: none"> • 虛實同步 | 超低延遲 | | <ul style="list-style-type: none"> • 延遲 1/10 • CPS零延遲 • 與輔助網路高度同步 |

資料來源：日本總務省，MIC整理，2020年12月



Beyond 5G應用需求與關鍵技術 (2/2)

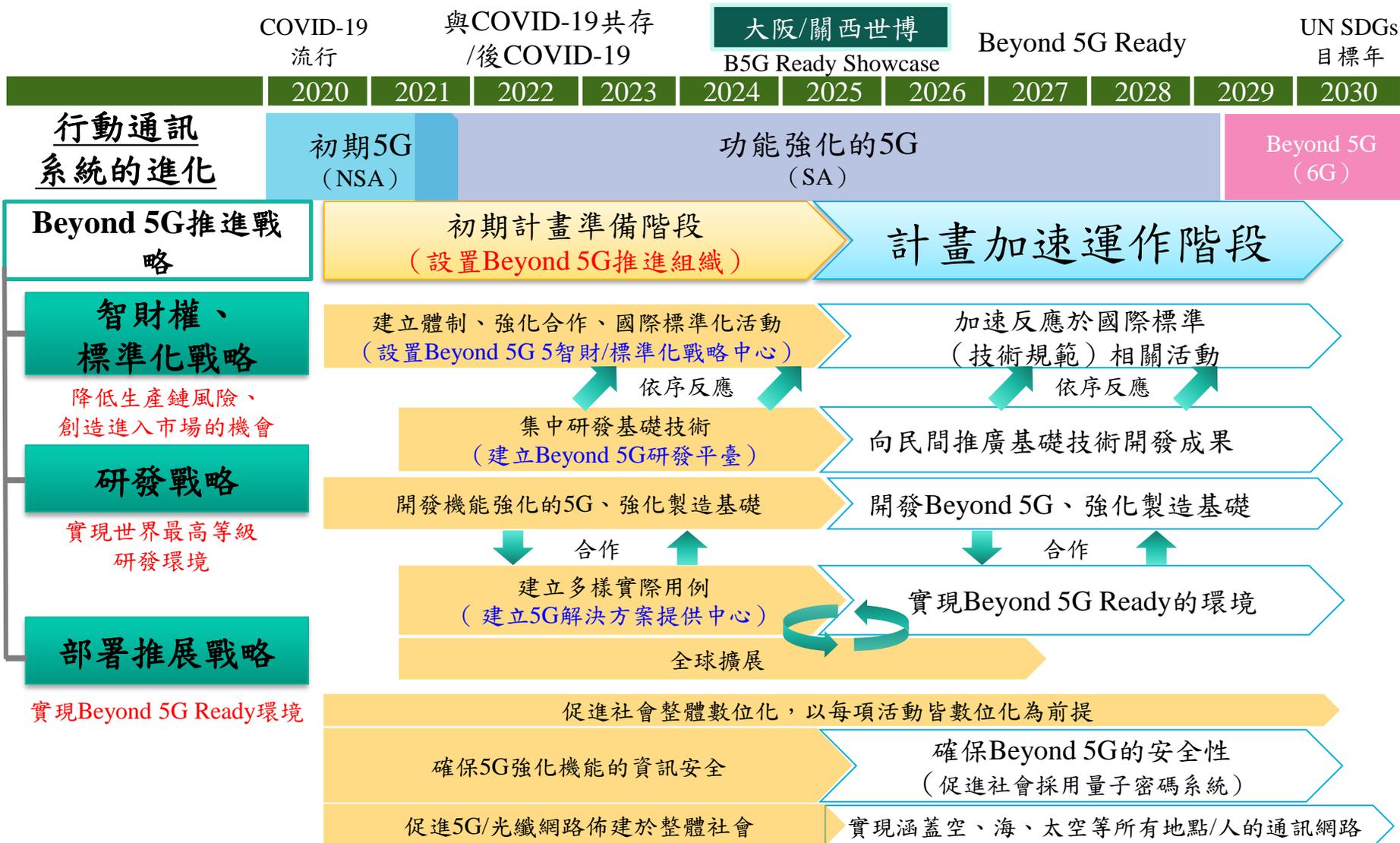
| 日本投入資源強項 | Beyond 5G (6G) 關鍵特性 | 性能 | 實現Beyond 5G (6G) 的關鍵技術 |
|----------------------------------|------------------------|---|--|
| 低功耗半導體 | 超低消耗電力 | <ul style="list-style-type: none"> 耗電量為目前 1/100 2030 IT相關耗電將較2016成長36倍 | <ul style="list-style-type: none"> 光子加速技術 (全光網路等) 氧化鎵半導體電子元件 高密度、異質整合光電技術 (silicon-photonics, 化合物半導體等) Nano-hybrid 基礎技術 腦型AI (腦情報通信技術) |
| 完全虛擬化 | 自律性 (自主性) : 按使用者需求自動調整 | <ul style="list-style-type: none"> Zero-touch 機械自主聯動 混合有線/無線進行網路構築最佳化 | <ul style="list-style-type: none"> Zero-touch運作技術 (運用未來腦型AI技術) 網路自主、分散、協調等控制技術 可程式化光網路技術 (programmable photonic network) 軟體化/虛擬化/開放化/分離化技術 |
| Inclusive-interface HAPS 高空平台 | 擴張性 : 全覆蓋 | <ul style="list-style-type: none"> 整合衛星/HAPS (無人機發射電波) 終端設備基站化 (終端) 設備互聯 (類MESH) | <ul style="list-style-type: none"> 行動通訊統合運用技術 (衛星、HAPS、空中、地面) 無線充電 (含光輸電) 光感測/無線感測 THz 音波/光融合 (水中通訊) 衛星/光融合 (衛星通訊) 遠端感測 (Remote sensing) <p style="text-align: center;"><u>介面應用</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 腦機介面 基於常識之語音對話 多語言同時翻譯 超臨場感技術 |
| 量子加密 | 超安全、可信賴性 | <ul style="list-style-type: none"> 常態性資安 受災瞬間復原 | <ul style="list-style-type: none"> 量子加密通信 可預知並對應災害之網路控制技術 數據驅動型cyber security技術 超傳導量子位元 運用AI/digital twin之自我防禦管理技術 對應新興技術之網路安全技術 |

創造新價值所需的新機能

資料來源：日本總務省，MIC整理，2020年12月



日本Beyond 5G推進戰略藍圖



資料來源：日本總務省，MIC整理，2020年12月



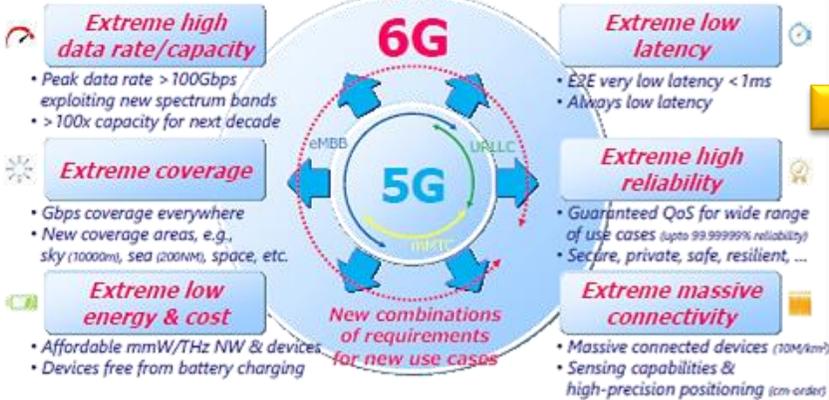
關鍵業者6G通訊展望



NTT docomo 2020年即推出兩版6G白皮書

「5G演進和6G」白皮書 Ver. 1 2020/1 Ver. 2 2020/7

6G 特性需求



6G Use cases



目標：6G扮演連接網路虛擬和實體空間的神經系統，進而實現超智能社會

| | |
|-----------|---|
| 超高速大容量通訊 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 峰值速率>100Gbps ■ >100x容量 (for下個十年) |
| 超廣泛覆蓋 | <ul style="list-style-type: none"> ■ Gbps全覆蓋 ■ 新覆蓋區域 (如天空、海洋與太空等) |
| 超低功號與成本降低 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 支持mmW/THz 網路與終端 ■ 終端無需電池充電 |
| 6G 特性需求 | |
| 超低延遲 | <ul style="list-style-type: none"> ■ E2E超低延遲 (<1ms) ■ 總是低延遲 |
| 超可靠通訊 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 受保證的QoS適用於各種用例 (7個9) ■ 安全隱私... |
| 超大規模連結與感測 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 大規模終端連結 (10M/平方公里) ■ 感測功能與公分級的高精度定位 |

資料來源：NTT DoCoMo，MIC整理，2020年12月



NTT docomo提出七類6G技術領域、共25項挑戰課題

| 6G技術研究領域 | 技術挑戰課題 |
|----------------------|--|
| 新網路拓撲 | <ul style="list-style-type: none"> • 部署高密度分佈式天線的干擾控制技術 • 低成本的分佈式天線部署方法 • 前傳和回傳技術 |
| 包含非地面網路的覆蓋範圍擴展 | <ul style="list-style-type: none"> • 擴展與NTN兼容的無線接口 • 如何在高效的地面網絡中使用頻率 • 如何實現配備HAPS的電台與地面網絡之間的合作 • 擴大對宇宙的覆蓋範圍 |
| 頻率擴展和改進頻譜利用率 | <ul style="list-style-type: none"> • 闡明THz帶電波的傳播特性 • 建立傳播模型 • THz頻帶的設備技術問題（小型化，低功耗，高散熱等） • 建立適合THz訊號波形和無線技術等 • 優化包括現有頻段在內的多個頻段的使用 |
| mMIMO技術與無線傳輸技術的進一步發展 | <ul style="list-style-type: none"> • 檢驗多元素/多層mMIMO技術 • 分佈式MIMO中的傳播路徑控制技術 • 針對現有頻段的新無線電技術的開發 |
| 增強uRLLC和工業物聯網 | <ul style="list-style-type: none"> • 支持包括極其嚴格的要求和“混合流量”在內的各種要求 • 實現更高的可靠性和更高的安全通信 • 公共網絡與單個網絡和網絡結構之間的合作 |
| 除了行動通訊技術外的多種無線技術擴展集成 | <ul style="list-style-type: none"> • 與其他技術的合作或集成方法 • 控制技術無法使用戶知道他們正在使用哪種無線技術 |
| 行動網路的多功能化和泛在人工智慧 | <ul style="list-style-type: none"> • 同時實現無線通信和傳感技術，無線電源技術等 • 審查適合引入AI技術的無線標準 |
| 網路架構 | <ul style="list-style-type: none"> • 網路拓撲結構 • 靈活的網路功能配置 • 網路的簡化 • OAM的精巧 • 支持多種接入技術 |

資料來源：NTT DoCoMo，MIC整理，2020年12月



中國移動展望2030年以後的6G樣貌

「2030+願景與需求」報告

中國移動的6G願景：
數位學生、智能泛在 (Ubiquitous Intelligence)

2030 網路特色

需量反應網路

On-demand fulfillment
Network, 按需量自動配置

精簡網路

架構簡化、可快速佈署、隨
插即用的網路架構

軟體化網路

依靠軟體/雲端架構，建立使
用者導向的自動組態網路

原生AI

自終端、設備、平台到雲，
盡由AI自動驅動

原生資安

基於互連個體的「智慧共識」、
主動AI防護、端到端資安聯防



中國移動
China Mobile

6G Use cases

聯覺網路

智慧農業

雙生身體
感測網路

智慧交通

智慧互動

精準醫藥

智慧產業

虛擬體驗

6G網路技術特徵

按需服務

- 客戶訂製
- 極致性能

至簡網路

- 即播即用
- 易於部署

智慧內生

- 智慧網元
- 智慧連接

柔性網路

- DICT融合
- 全軟定義
- 能力開放

安全內生

- 信息的智
慧共識
- 網路的智
能防禦

數字學生

- “0”維護
- 自生成
- 自演進

資料來源: 中國移動研究院, MIC整理, 2020年12月



Nokia Bell實驗室： 6G將即時連結數位世界、物理世界與生物

效能需求

大流量：
>100Gbps

低延遲：0.1ms

大連結：
每平方公里1千
萬裝置

精度：
公分級+1%以下失誤

新組態適應時間：
1秒+zero touch

裝置特性：
零耗能/次網路/直覺介面

6G的關鍵應用場景

產業AR

遙現
Telepresence

安全監視/瑕疵
檢測

分散式運算/自
動化

動態數位雙生/
虛擬世界

資料中心無線化

零耗能裝置

集群機器人/無
人機

生體感測與AI

設計6G時的六個基礎面向

頻譜

覆蓋

效率

資料

因應自動化需求

運算

邊緣運算為關鍵

能源

網路與裝置雙方

6G的六項關鍵技術

AI與
機器學習

利用新頻譜

定位精度

逼近網路極
限

新型
網路架構

資安,隱私與
信任



Samsung認為6G將提供下一個 「超級互連體驗」

6G 關鍵服務

■ 真正的沉浸式XR (Truly Immersive XR)

- XR結合VR、AR和MR。目前XR要成功發展仍需解決硬體上的需求及更大的無線容量
- Samsung認為硬體可靠計算分載來改善；未來XR容量更需超越AR一秒0.44GB來達到更棒的效能



■ 高度逼真的行動全息顯示 (High-Fidelity Mobile Hologram)

全息顯示將是下一代能夠展現手勢、表情的新技術



■ 數位複製 (Digital Replica)

未來人類能夠透過自己的數位複製人，在虛擬世界中探索和偵測問題，甚至和其他數位複製人互動



資料來源: Samsung, MIC整理, 2020年12月

MIC®



Samsung提出6G世代的通訊效能與候選技術

效能需求

1. 峰值數據速率應達到每秒1,000 Gb
2. 空中傳輸延遲應低於100微秒 (μs)
3. 峰值數據速率是5G的50倍
4. 延遲時間則是5G的十分之一

架構需求

1. 解決因行動裝置運算能力有限引起的問題
2. 在技術開發的最初階段及早導入AI技術，實現新網路實體的靈活整合

信賴需求

解決因廣泛使用用戶數據和人工智慧技術而衍生的安全及隱私問題如：

1. 基於硬體、能提供程式碼安全運作且保護憑證的環境
2. 採用Secure-by-design，確保軟硬體均可信任
3. 透明化:確保系統能夠辨認AI系統何時、如何獲取與個資相關的程式碼或數據。同時也要知道AI如何應付對手的機器學習系統
4. 可安全使用空前大量資訊且嚴格保證資料隱私的機制

候選技術

Terahertz Technologies
THz (THz)
技術

Novel Antenna Technologies
新型天線技術

Evolution of Duplex Technology
先進的雙工技術

Evolution of Network Topology
網路拓撲的發展

Spectrum Sharing
頻譜共享

Comprehensive AI
AI的全方位應用

Split Computing
分流運算

High-Precision Network
高精確度網路

資料來源: Samsung, MIC整理, 2020年12月



結論



結論

- ❖ ITU-R已開始準備進行針對2030及6G通訊相關研究工作，但3GPP正式的6G標準制訂時程約在2025-2026年方啟動
- ❖ 歐美、南韓、日本、中國大陸等以政府之力投入6G前瞻技術、集結產學研能量展開先期研究，確保掌握下世代通訊技術與應用話語權
- ❖ 關鍵大廠/營運商亦開始進行6G技術探索，並擘劃應用樣貌，期在5G方興未艾之際，率先掌握6G利基之地



智慧財產權暨引用聲明

- ❖ 本活動所提供之講義內容或其他文件資料，均受著作權法之保護，非經資策會或其他相關權利人之事前書面同意，任何人不得以任何形式為重製、轉載、傳輸或其他任何商業用途之行為
- ❖ 本講義內容所引用之各公司名稱、商標與產品示意照片之所有權皆屬各公司所有
- ❖ 本講義全部或部分內容為資策會產業情報研究所整理及分析所得，由於產業變動快速，資策會並不保證本活動所使用之研究方法及研究成果於未來或其他狀況下仍具備正確性與完整性，請台端於引用時，務必注意發布日期、立論之假設及當時情境