



歐洲6G發展動態觀察

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

2021.9.15

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

MIC[®]



簡報大綱

- ❖ 國際6G先期發展綜觀
- ❖ 歐盟6G研究計畫動態
- ❖ 主要國家6G研究準備
- ❖ 結論

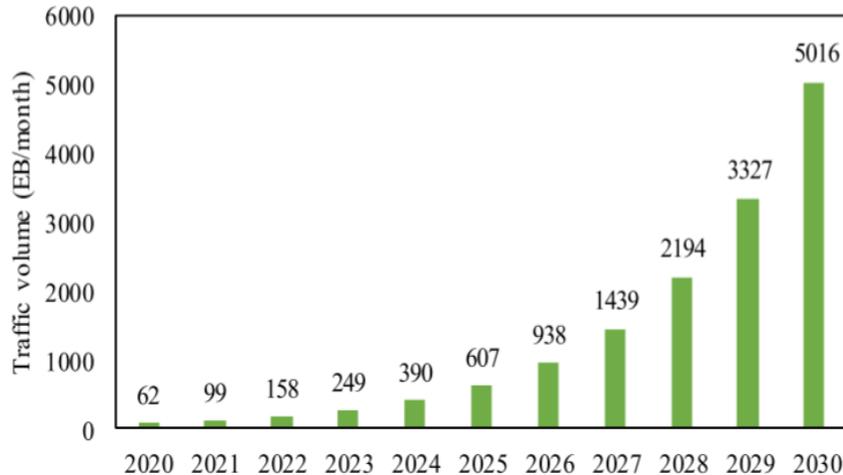


國際6G先期發展綜觀

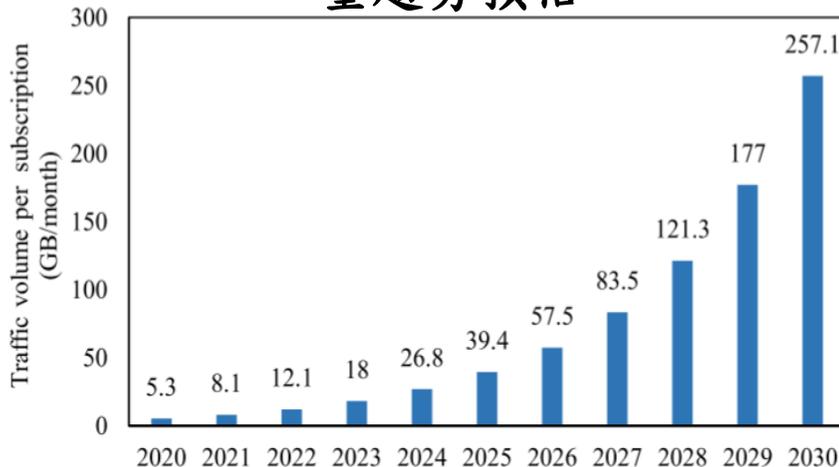


全球行動用戶、終端與流量持續成長

2020-2030年全球行動流量趨勢預估



2020-2030年全球單一用戶行動流量趨勢預估



2010-2030年全球行動用戶/連網終端數量、傳輸流量比較

Issue	2010	2020 (Predicted)	2030 (Predicted)	Unit
Mobile subscriptions	5.32	10.7	17.1	Billion
Smartphone subscriptions	0.645	1.3	5.0	Billion
M2M subscriptions	0.213	7.0	97	Billion
Traffic volume	7.462	62	5016	EB/month
M2M traffic volume	0.256	5	622	EB/month
Traffic per subscriber	1.35	10.3	257.1	GB/month

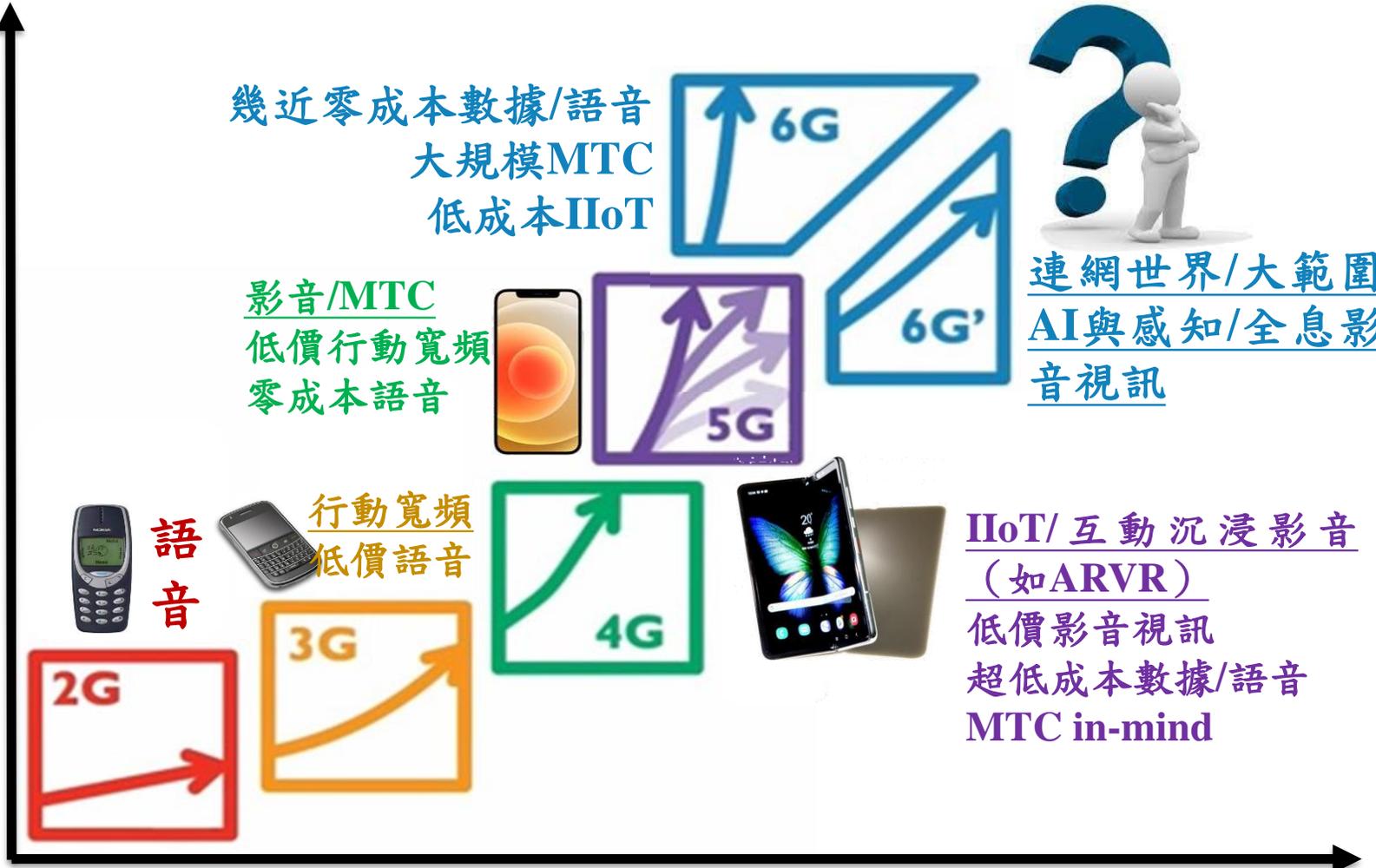
資料來源：IEEE ComSoc “6G Wireless Communication Systems: Applications, Requirements, Technologies, Challenges, and Research Directions (2020/11)”，2021年9月



各世代通訊技術趨勢發展

需要花多少錢？

Amount of traffic/sub/month



資料來源：imec，MIC整理，2021年9月

of subscribers (=用戶數或設備/機器數)

可以賺多少錢？





用例情境是驅動市場發展的重要力量

Communication at a distance	人	擬人 (Pretend-People)	機器
人	語音、視訊通話	娛樂、遊戲、 Xbots	Body-machine 介面
		XR	
擬人 (Pretend-People)		對話機器人、訓練	神經網路訓練
機器			自動化
			代理對代理 (agent-2-agent)

資料來源：imec、IDlab，MIC整理，2021年9月



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，2021年9月



國際6G發展綜觀

1. 2015/03英國政府投入**1,500萬英鎊**，提早培育6G手機技術所需要的量子工程師
2. 2020/11 Surrey大學成立**6G研發中心(6GIC)**推動6G技術與創新應用發展，並發表6G白皮書

1. 2018/5芬蘭以**8年2.5億歐元**支持6G Flagship計畫引領產學研邁向6G研究
2. 2019-2021年Oulu大學領頭召開三次6G Wireless Summit。前兩次集結國際產學研發佈一系列6G白皮書

1. 2019/07南韓MSIT啟動6G十年發展計畫
2. 2020/08南韓正式啟動未來行動通訊(6G)R&D推動計畫，**前五年投入1.7億美元**，**列舉14項發展項目**
3. 2021/06正式宣布於2025年前投資**1.93億美元**發展6G技術

1. 2021年4月9日，德國BMBF啟動6G技術研究計畫。直到2025年將為6G技術研究提供高達**7億歐元**資金

1. 2019/03美國聯邦通信委員會(FCC)投票，決定正式開放「**太赫茲波**」頻段(95GHz~3THz)，提供6G技術試驗
2. 2020/11北美電信組織(ATIS)創立**Next G Alliance**
3. 2021/3/25 ATIS宣布其NextG聯盟及其指導小組的選舉結果，並啟動了“**國家6G藍圖(National 6G Roadmap)**”制訂工作
4. 眾議院要求FCC成立“**6G工作小組**”

1. 2018/11 歐盟-美國合作進行**EMPOWER計畫**，以創建**聯合歐盟-美國之先進無線生態系統**，由H2020-EU.2.1.1資助
2. 2019/03 由歐盟**Horizon 2020**及日本**NICT**情報通信研究機構資助產官學界6G研發
3. 2021/1 5G PPP啟動**6,000萬歐元**的首批6G先期研究發展計畫：**Smart Connectivity beyond 5G**。以6G旗艦項目**Hexa-X**為首，建構6G系統概念；接續開展針對6G具體技術的8個研發項目
4. 2021/6 5G IA發佈“**歐洲6G網路生態系統願景**”

1. 2019/11中國大陸科技部成立**國家6G技術研發推進工作組和總體專家組**
2. 2020Q1國家重點研發計畫「**寬頻通訊及新型網路**」重點為**新型網路技術、高效傳輸技術、衛星通訊技術**
3. 2021/4/26中國大陸國家智慧財產權局智慧財產發展研究中心發佈《**6G通信技術專利發展狀況報告**》
4. 2021/6/6·中國大陸工信部旗下IMT-2030(6G)推進組發佈“**6G總體願景與潛在關鍵技術**”白皮書

1. 2020年創建**2,200億日元**基金，鼓勵日本企業研發「**後5G**」技術
2. 2020/6日本提出**Beyond 5G**推進戰略，**列舉30餘項關鍵技術**
3. 2020財政年度第三次補充預算預留**500億日元**用於6G研究
4. 2021/6日本產業團隊“**Beyond 5G產業聯盟**”與芬蘭“**6G旗艦計畫**”簽署MoU
5. 規劃2022/3出版“**Beyond 5G白皮書**”v1.0

資料來源：各國，MIC整理，2021年9月



主要國家跨國合作投資6G先期研發



- 2021年4月20日美國與日本相共同投資**45億美元**以發展下一代通訊技術6G
- 致力於擴大美日通訊合作至「**第三國**」，以提升國際連網安全



- 2021年5月21日，南韓與美國峰會期間同意在未來**下世代新興技術**需建立更緊密的伙伴關係，如**AI、6G、數據、量子技術**等
- **美國NSF和韓國IITP**簽署MoU以尋求在新興科技領域合作研究機會，並開始在**6G領域**開展聯合研究



- 2021年6月美英兩國根據更新後的大西洋憲章協議，宣布計畫制定一項詳細**科技合作協議**，將包括關於6G技術發展的戰略合作條款。預估2022年兩國將製定一份意向聲明，重點是推進“**關於6G等未來技術的建議**”，並加強在“**數位技術標準**”方面的合作



- 日本內政和通信部的**Beyond 5G 推進聯盟**與芬蘭**6G Flagship**簽署了關於針對**6G技術相互合作研發**的MoU



- 芬蘭**6G Flagship**與新加坡新成立且投入**7,000萬美金**，由新加坡科技與設計大學(SUTD)主持的**未來通信研發計畫 (FCP)**建立6G研發合作夥伴關係

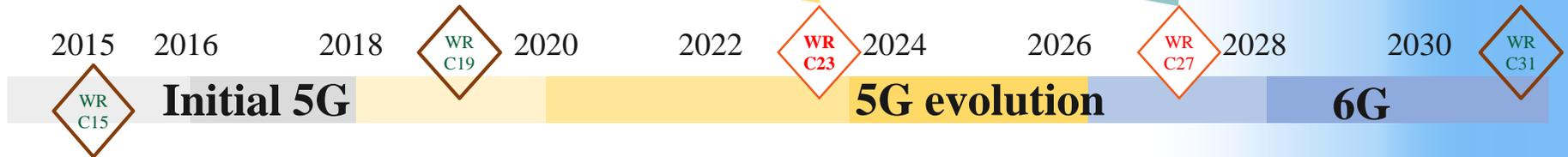
資料來源：各國，MIC整理，2021年9月



疫情下B5G/6G標準制訂進程或有延後，但 6G商用預計2030年啟動

6G頻譜需求

6G頻譜分配



5G Vision

2015年9月確認5G三大特性與應達到的性能指標、頻譜資源分配、標準制訂時程與商用化時間

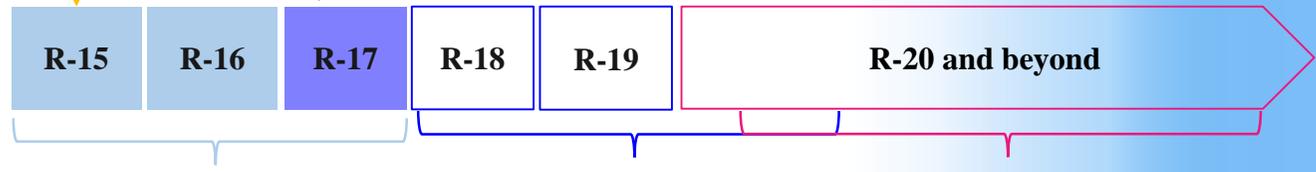
未來技術趨勢報告

2022年6月完成。內容包含IMT演進技術、高頻效技術及部署趨勢等

未來技術願景

2023年6月完成。描繪2030年與未來IMT系統整體諸如應用場景、主要系統能力、特性等發展目標

疫情衝擊下，可能2022Q3方能完成



5G 標準制訂完成

B5G 技術研析與標準化

6G 技術研析與標準化

6G標準制訂工作將在2025-2026年左右進行，而 6G 商用化
6G 商用網路預計將在2030年投入使用

資料來源：ITU、3GPP，MIC整理，2021年9月





歐盟6G研究計畫動態

5GPPP 6G先期研究發展計畫



歐盟 Smart Connectivity beyond 5G : 6G發展項目

- 2021年1月開始，5G PPP啟動6,000萬歐元的首批6G先期研究發展計畫：Smart Connectivity beyond 5G
- 以6G旗艦項目Hexa-X為首，建構6G系統概念；接續開展針對6G具體技術的8個研發項目

 6GBRAINS	 AI@EDGE	 DAEMON
 DEDICAT 6G	 Hexa-X	 MARSAL
 REINDEER	 RISE-6G	 TeraFlow

資料來源：EU，MIC整理，2021年9月



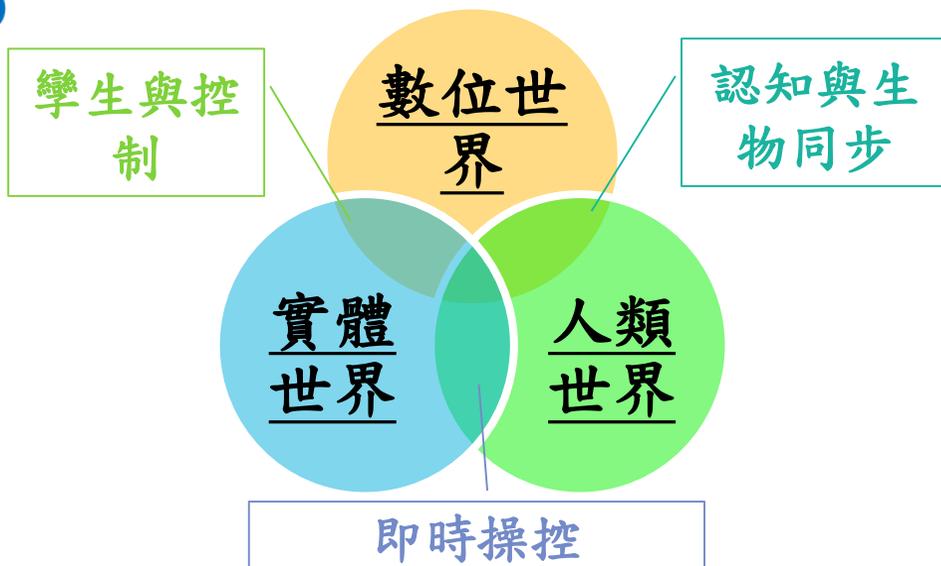
歐盟於2021年啟動Hexa-X計畫 協同產學研界探索6G

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（~2023/6/30）
- 歐盟H2020計畫資助：
1,190萬歐元
- **Nokia**擔任計畫主持者，
Ericsson負責技術管理

Hexa-X 6G場景



Hexa-X計畫伙伴

Project lead
(coordinator)

NOKIA

Technical
manager



A!

Aalto University

Atos

b.com



CHALMERS



intel

NEXTWORKS

ENGINEERING FORUMS



qamcom

SIEMENS

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN

TIM

Telefonica

uc3m

Universidad
Carlos III
de Madrid



UNIVERSITY
OF DUISBURG
ESSEN

UNIVERSITÀ DI PISA

WINGS

連接智能

全球服務
覆蓋

網路中的
網路

極致體驗

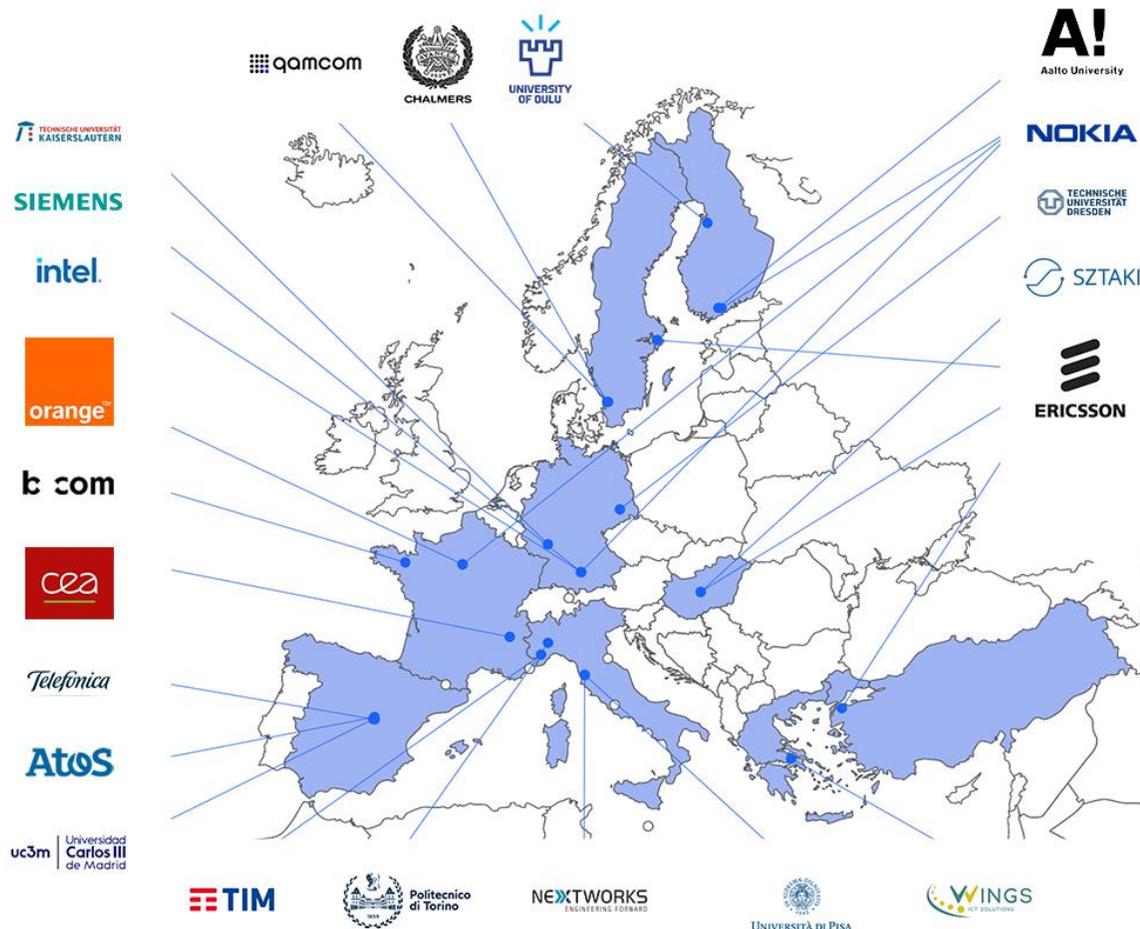
可持續性

可信任度

資料來源：Hexa-X，
MIC整理，2021年9月



Hexa-X計畫成員分布與整體願景



計畫願景：

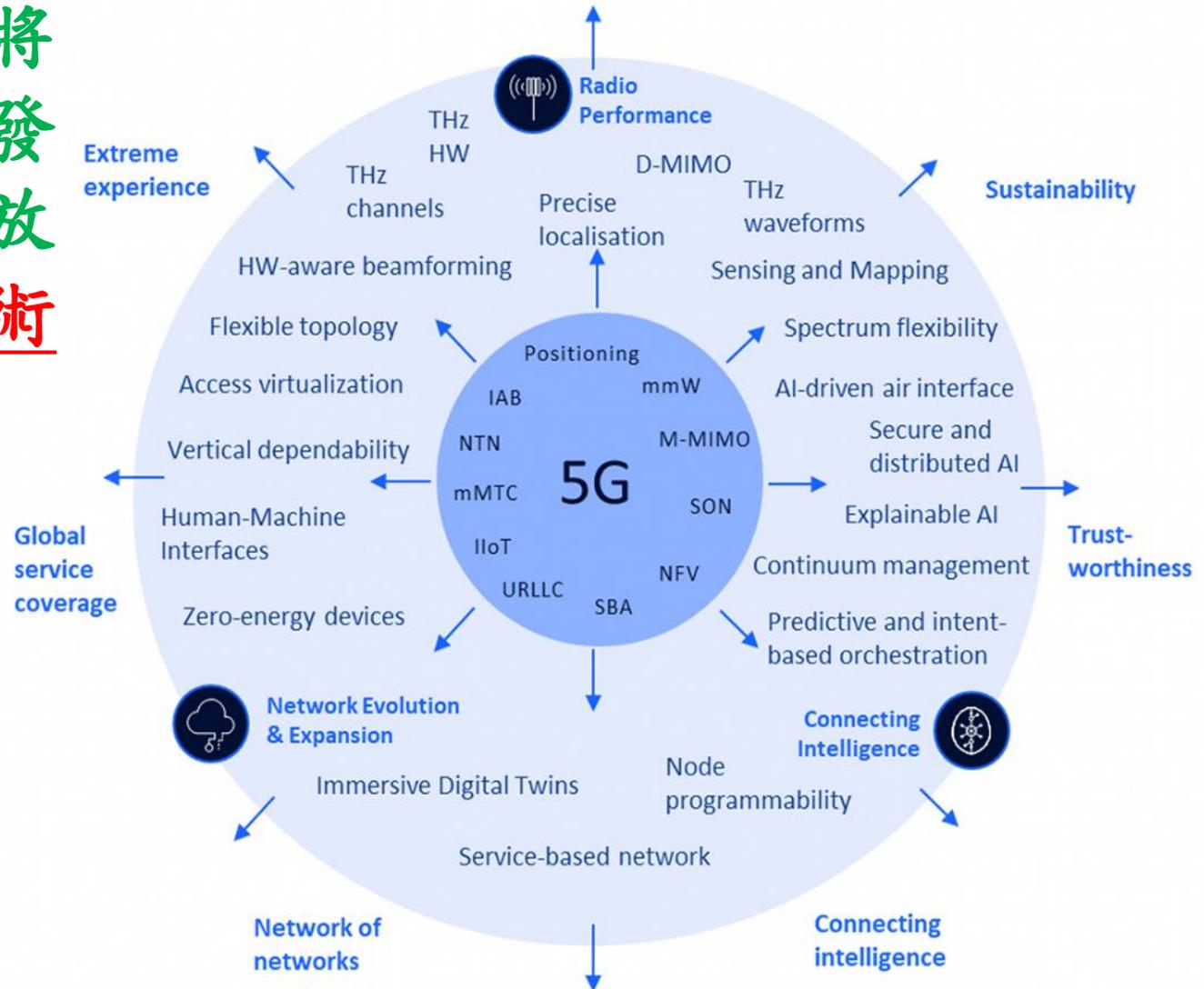
加速和促進6G研究並推動歐洲在6G時代的領先地位。目標是打造6G世代獨特的用例與解決方案，同時開發相關基礎技術，且將6G關鍵技術整合於智慧網路架構中，實實在在地構建新世代通訊網路

資料來源：Hexa-X，MIC整理，2021年9月



基於5G技術衍生6G潛在技術探討

Hexa-X 計畫將
基於5G技術發展，將重點放在革命性技術
與產品探索上



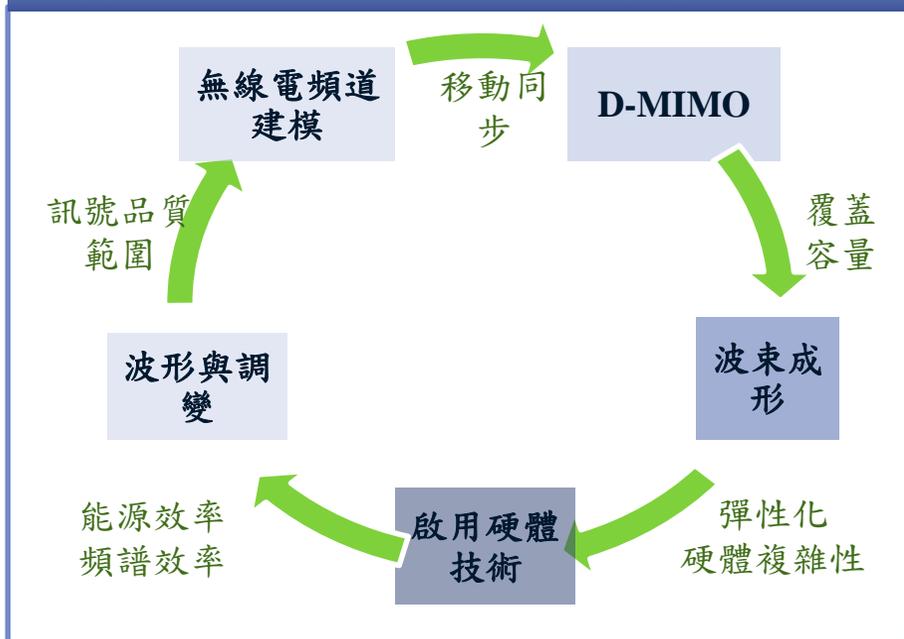
資料來源：Hexa-X，2021年9月



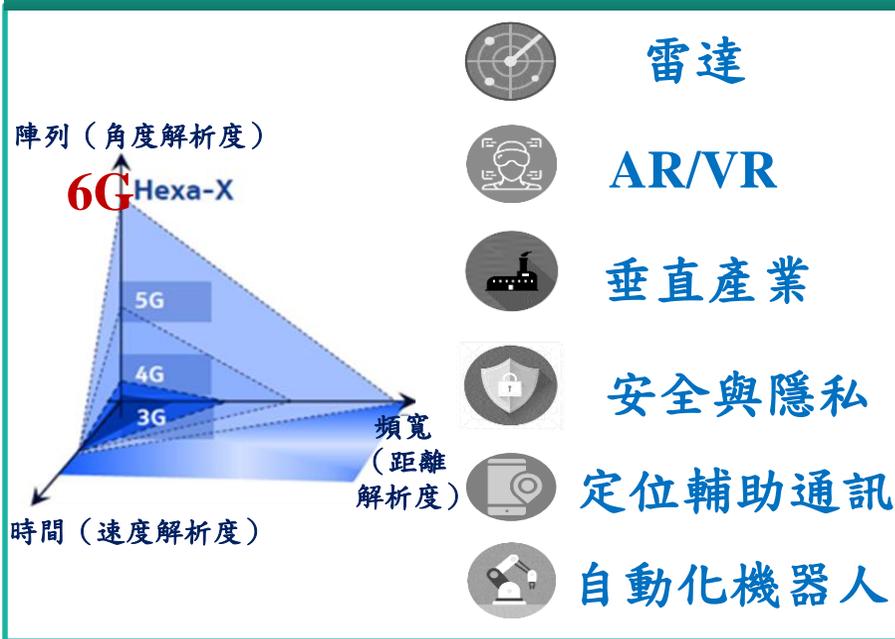
Hexa-X 計畫：6G無線網路性能

通過開發更高頻段的接取、新興天線技術概念和先進的定位方法，為下世代開發關鍵的無線電技術來提供卓越的性能

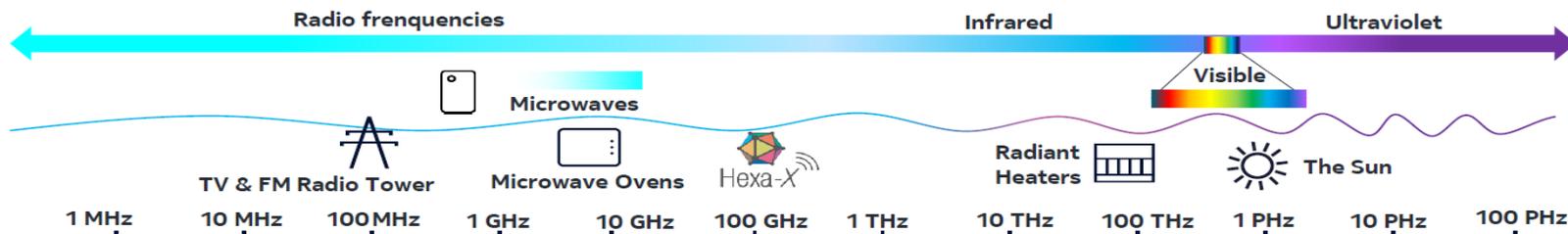
實現近似無限的容量與數據傳輸速度



6D高解析定位與感知



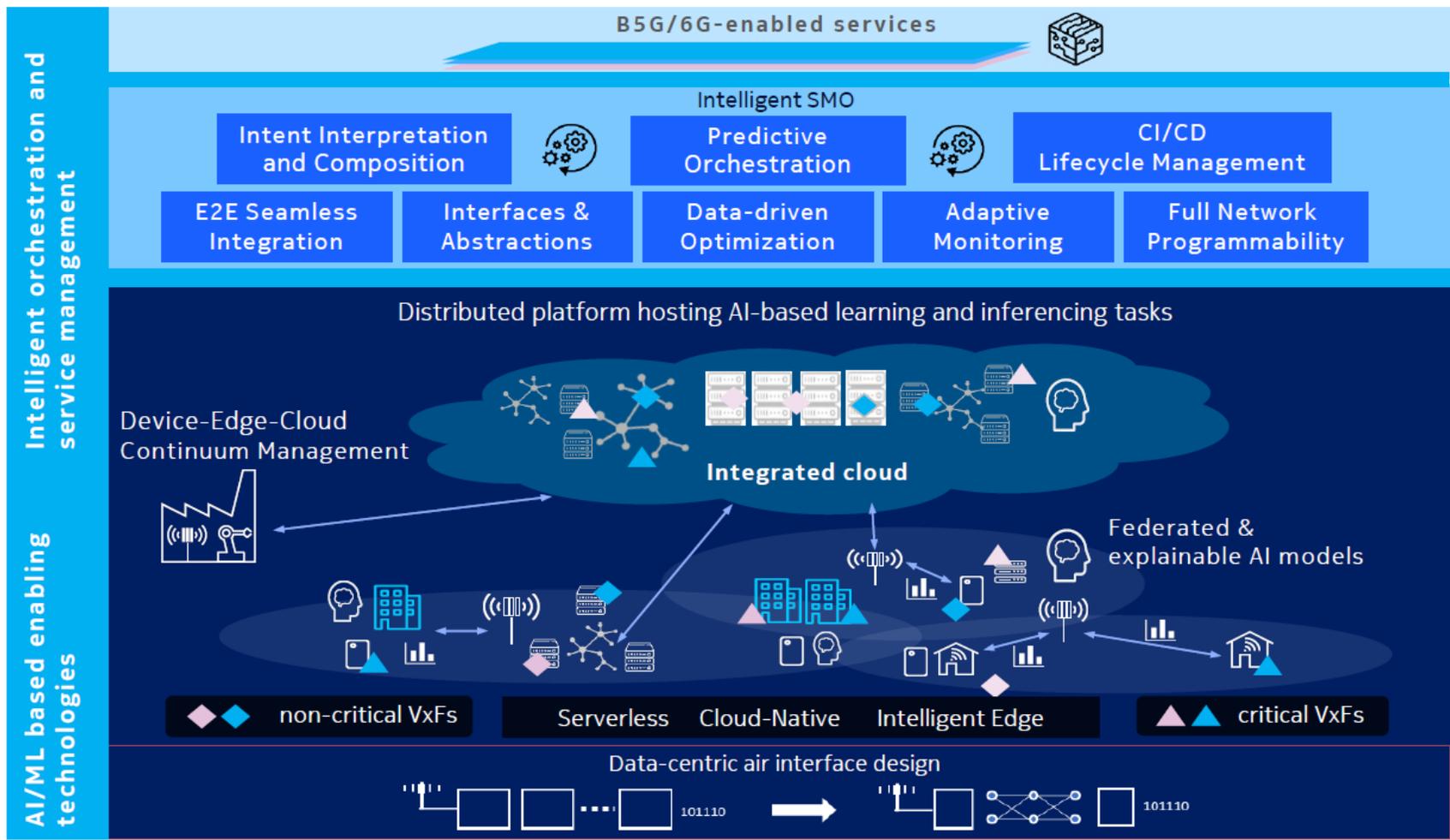
資料來源：Hexa-X，MIC整理，2021年9月





Hexa-X計畫：6G智能連結

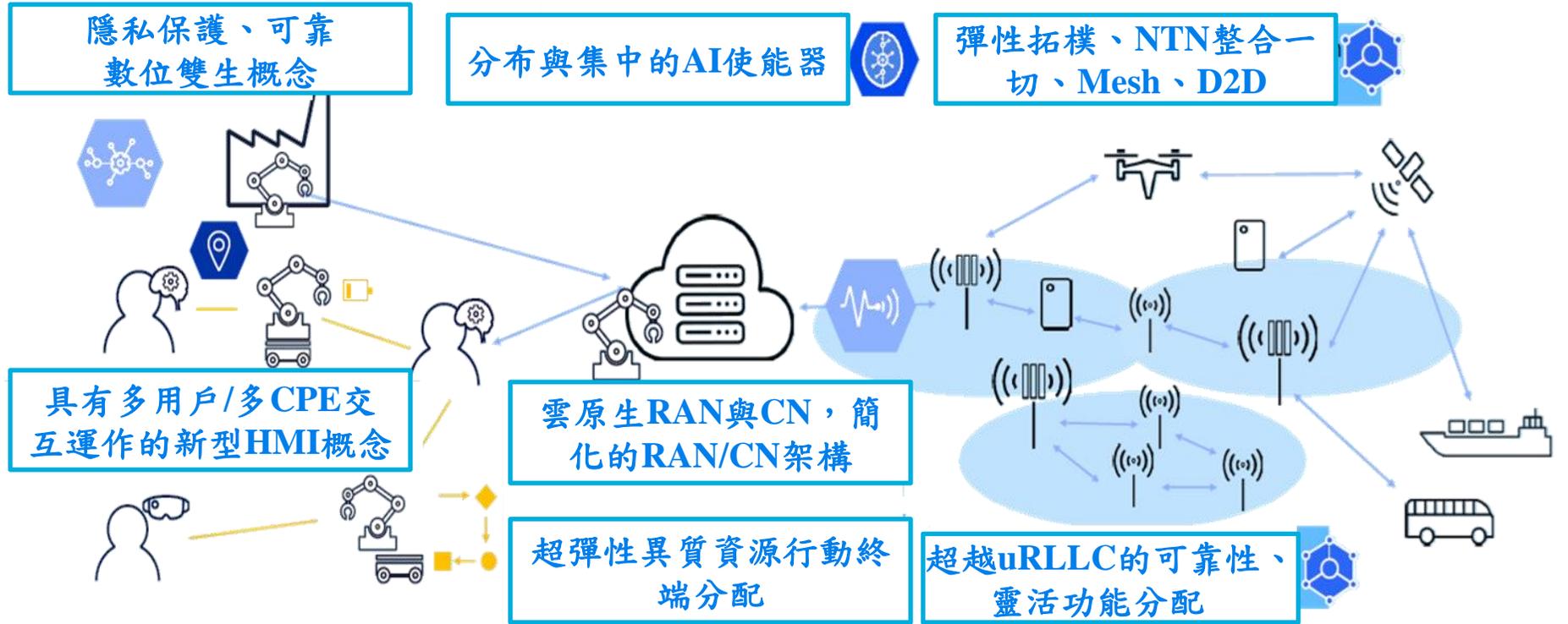
目標是充分利用應用於網路的AI技術，如通過AI驅動的空中介面和AI管理、AI原生網路開發方法、運算法和體系結構



資料來源：
Hexa-X，
MIC整理，
2021年9月



Hexa-X 計畫：6G網路演進與擴展



通過網路解耦和動態可靠性，為6G系統骨幹提供智能網路支持。藉由專用和靈活的網物，如網狀網路、NTN、D2D、Cell-Free MIMO和本地設備網路，同時滿足極端性能和全球服務覆蓋範圍要求



6G先期研究發展計畫項目：6G-BRAINS



6G BRAINS：將強化學習帶入無線電光網路以實現大規模連結 (Bringing Reinforcement learning Into Radio Light Network for Massive Connections)

參與成員：產學研共**14**家

- 補助經費：**570萬歐元**
- 計畫期程：**三年計畫**，2021年1月啟動
- 目的：引入AI驅動的**多主體深度強化學習 (DRL)**，藉由包括THz和光無線通信 (OWC) 在內的新頻譜鏈路，在大規模機器類型通訊下執行資源分配，以增強容量性能，提升未來工業網路可靠性和延遲



主要技術發展目標：

- **AI驅動D2D無細胞網路架構**，用於高動態和超密集連接
- **基於AI的端到端定向網路切片**，在高動態網路上保證 QoS
- **AI驅動3D室內位置圖數據融合**，藉由異構定位方法實現1cm定位精度和1°定向精度
- **先進新頻譜鏈接：OWC 和 THz**

資料來源：6G BRAINS，MIC整理，2021年9月



6G先期研究發展計畫項目：AI@EDGE



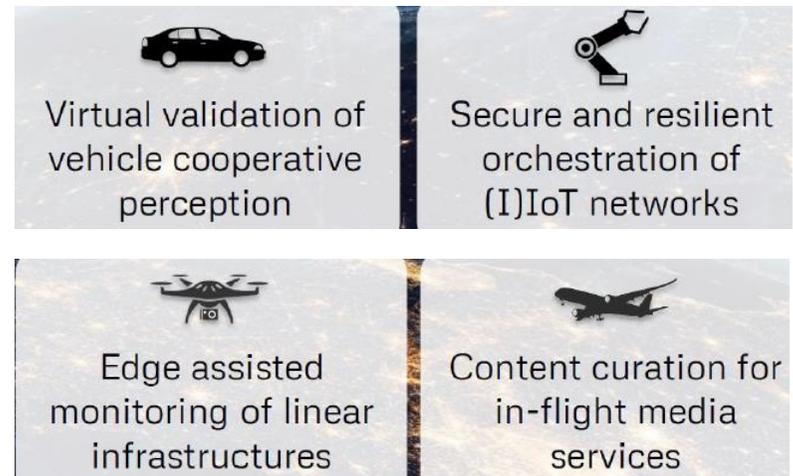
AI@EDGE：用於 5G 網路邊緣計算的安全且可重複使用的人工智慧平台 (A Secure and Reusable Artificial Intelligence Platform for Edge Computing in Beyond 5G Networks)

- 經費：800萬歐元
- 期程：三年計畫，2021年1月啟動
- 願景：實現歐盟範圍內AI-For-Network對產業相關方面的影響以及在B5G與6G系統中Network-For-AI範示
- 主要目標：建立基於**AI-for-Network**和**Network-for-AI**的平台和工具，實現大規模邊緣和雲端運算基礎設施的安全和自動化部署，並接近**零接觸**之底層異構MEC資源（網路/儲存/運算資源）
- 方法：
 1. 創建並利用可重用、安全、可信賴AI/ML模型，建立**AI-For-Network概念之閉環網路自動化通用框架**，支持靈活可程式化管道
 2. 創建和管理能夠支持各種彈性、安全之端到端網路切片與AI網路應用程式之**融合接取運算 (connect-compute)** 平台

參與成員：產學研共**20**家



AI於融合連接及運算扮演關鍵角：
更好自動化性能、增加效能、縮短新功能上市時間、更綠色環保



資料來源：AI@EDGE，MIC整理，2021年9月



6G先期研究發展計畫項目：DAEMON



DAEMON：自適應和自我學習行動網路的網路智能
(Network intelligence for aDAptive and sELf-Learning
MOBILE Networks)

參與成員：產學研共**12**家



- 補助經費：**500萬歐元**
- 計畫期程：**三年計畫**，2021年1月啟動
- 目的：為B5G設計具備**自適應和自我學習**的端到端**網路智能 (Network intelligence, NI)** 架構，該架構可完全協調NI輔助功能

6G將是零接觸，其成功很大程度取決於實際 (de-facto) 管理網路基礎設施的NI品質優劣

實現正確的NI集成所需填補的設計缺口

- 必須透過批判性分析了解符合潮流的黑盒 (black-box) AI模型局限性
- NI演算法必須考慮網路規範之設計 (例如，延遲)
- NI並非在每個控制器、協調器或域中都在真空中運行，這需要對部署在網路中的NI實例進行全局協調

DAEMON兩個互補角度解決這些缺口

1. Re-thinking AI for NI

根據網路管理KPI和運算要求制訂 (hybrid) AI、統計、分析以及優化模型

2. Re-thinking network architectures for NI

根據SDO目前標準技術發展趨勢創建更新的行動網路架構，並原生 (和最佳) 地支持NI運作



資料來源：DAEMON，MIC整理，2021年9月



6G先期研究發展計畫項目：DEDICAT 6G



DEDICAT 6G：發展從5G至6G之動態覆蓋擴展和分佈式智能，以支持具安全、隱私和信任且”以人為本”的應用 (Dynamic coverage Extension and Distributed Intelligence for human Centric Applications with assured security, privacy, and Trust: from 5G to 6G)

- 補助經費：646萬歐元
- 計畫期程：三年計畫，2021年1月啟動
- 願景：旨在開發一使用 **AI和區塊鏈技術** 的智能連接平台，使6G網路能將現有通訊基礎設施與邊緣智能（數據、計算和儲存）的新穎分佈相結合；且不僅靈活、高能效地實現所設想的即時體驗

參與成員：
產學研共

14家



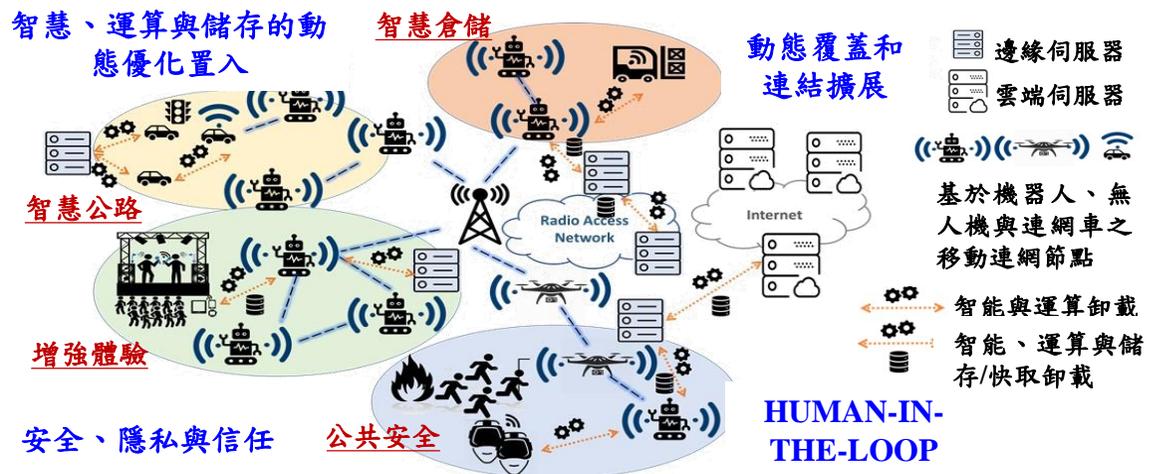
計畫目標是實現：

- 更有效地利用資源；
- 減少延遲、反應時間和能耗
- 減少營運和資本支出
- 加強安全、隱私和信任

專注於四個用例開發：

智慧倉儲、增強體驗、公共安全和智慧公路

DEDICAT 6G計畫概念架構



資料來源：DEDICAT 6G，MIC整理，2021年9月



6G先期研究發展計畫項目：MARSAL



MARSAL：基於機器學習的5G和超越智能網路之網路運算基礎設施資源管理 (Machine learning-based, networking and computing infrastructure resource management of 5G and beyond intelligent networks)

- 補助經費：613萬歐元
- 計畫期程：三年計畫，2021年1月啟動
- 願景：提供面向B5G的演進架構，在基礎設施的所有層級提供前所未有的靈活性和閉環自主性，並通過Cell-Free網路顯著提高頻譜效率

參與成員：產學研共**14**家

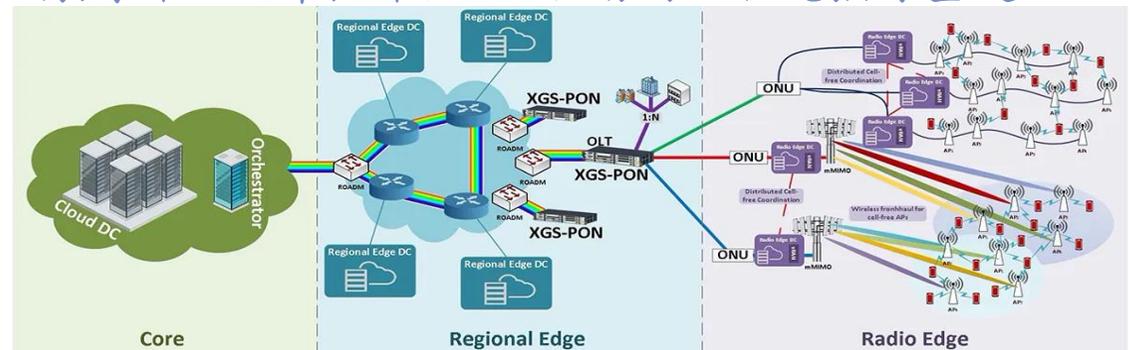


目標：

1. 設計演示支持大規模AP部署的可擴展、分佈式**Cell-Free**大規模 **MIMO**網路
2. 實現用於**B5G**的**Cell-Free vRAN**，並與O-RAN聯盟架構保持一致
3. 為FMC構建一個分解的**SDN**控制平面
4. 使用**雲原生技術**部署彈性**MEC**架構
5. 多租戶基礎設施中策略驅動的**安全、隱私和信任**
6. 提供具有普遍性、**ML**驅動控制的自驅動基礎設施
7. MARSAL 解決方案的實施和**概念驗證**
8. MARSAL 成果之**擴散、標準化和開發**

資料來源：MARSAL，MIC整理，2021年9月

通過在網路基礎設施、網路管理和網路安全領域進行創新，設計和評估**ML**驅動的融合光無線基礎設施



概念研究三方向：

- 支持完全彈性邊緣雲和對無線/光的動態切片，為MEC應用提供零感知延遲
- 為RAN和前傳網路提供創新Cell-Free和Hybrid MIMO技術組合
- 關注多租戶基礎設施的安全和隱私影響，為最終用戶和租戶提供整體框架



6G先期研究發展計畫項目：TERAFLOW



TERAFLOW：SDN流程 (Secured autonomic traffic management for a Tera of SDN flows)

- 補助經費：587萬歐元
- 計畫期程：30個月，2021/-2023/6
- 願景：將為5G以外的網路創建**新興雲原生SDN控制器**，能夠與當前**NFV和MEC**整合集成；並為多租戶提供包含流聚合、服務層管理、網路設備集成及基於AI/ML的安全和取證等革命性功能

參與成員：產學研共**14**家



目標：

創建**新型安全雲原生SDN控制器**，並透過**TeraFlow OS**實現包含：

- 加速傳輸和IP網路創新，支持電信商為提供更好的連結體驗
- **與分佈式運算（包括MEC）集成**，以藉由傳輸網路切片實現多租戶和域間連接
- 通過映射實體資源實現**傳輸網路切片**的自動化服務管理
- 開發基於**ML之入侵檢測系統（IDS）**
- 使用**區塊鏈和智能合約**設計、開發之可擴展、可信賴**分佈式帳本（DLT）**

在應用場景方面主要支持：

”Beyond 5G自治網路”、”汽車”和”網路安全”等創新用例

TeraFlow 由三個主要支柱所構建而成



自動化網路和運算集成

運算集成：
高可用性/可服務性、服務質量/體驗質量、性能和效率、可擴展性、安全、零接觸操作、傳輸網路切片全生命週期管理



基於ML的網路安全

攻擊預防、檢測、減輕（Mitigation）、反擊（Counter-attack）、彈性機制（Resilient mechanisms）



可信多租戶 (MULTI-TENANCY)

各租戶的資源分配、優化網路資源使用、隔離機制、分配資源的取證分析、基於區塊鏈的新型分佈式帳本技術、可追溯性、智能合約

資料來源：TeraFlow，MIC整理，2021年9月



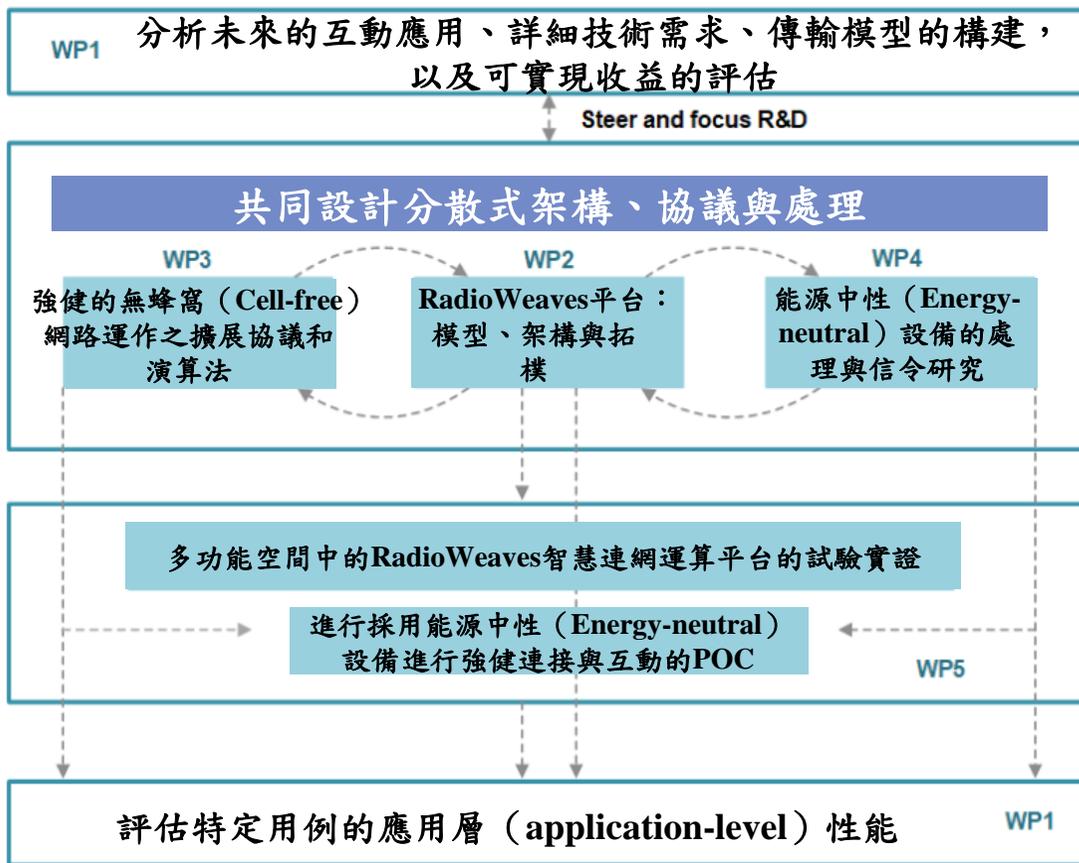
6G先期研究發展計畫項目：REINDEER



REINDEER項目全稱為”利用高能校且距高度多樣性的RadioWeaves技術實現彈性的交互式應用（REsilient INteractive applications through hyper Diversity in Energy-Efficient RadioWeaves）

REINDEER項目之工作小組分工

- 補助經費：464.5萬歐元
- 計畫期程：42個月，2021/1/1～2024/06/30
- 目標：開發和建構一對未來6G至關重要的**智慧連網運算平台**，該平台容量可擴展至準無限（quasi-infinite），並讓極龐大的嵌入式設備得以進行**零延遲感知與互動傳輸**作業。開發新的多天線無線接取基礎架構-“**RadioWeaves**”技術，主要由分散式無線電、運算和儲存結構組成一巨大的**分佈式天線陣列**



資料來源：REINDEER，MIC整理，2021年9月

成員來自四個國家（奧地利，比利時，瑞典和西班牙）的共9個產學研合作夥伴組成





6G先期研究發展計畫項目：RISE-6G



RISE-6G：6G無線網路下可重構持續傳輸環境（Reconfigurable Intelligent Sustainable Environments for 6G Wireless Networks）

- 補助經費：650萬歐元
- 計畫期程：三年計畫，2021年1月啟動
- 願景：開發並測試智慧化且能源可持續技術，主要針對**可重構智能表面（Reconfigurable intelligent surfaces, RIS）**進行設計，該技術將使**可程式化控制**且行塑無線傳播環境成為可能

合作成員：法國、英國、德國、義大利、瑞典、希臘、丹麥共七個國家、13個產學研合作夥伴

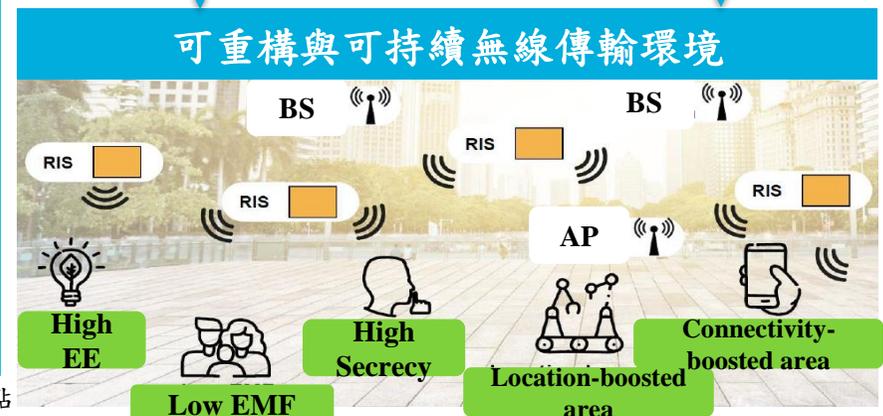


發展目標

- 定義並整合多元**RIS新興網路架構和營運策略**
- 利用建議已驗證實現的無線電波傳播模型來識別新系統的基本限制
- 設計基於**動態可程式化**無線傳播環境解決方案，使高容量連接性、能效、電磁波發射和精準定位可在線上實現，同時**符合法規對頻譜使用、數據資安保護及電磁波釋放標準**之特定法規要求
- 透過**垂直產業**（如菲亞特工業4.0生產基地和SNCF火車站）原型輔助基準試驗，提出原型參考創新建議

無線環境即服務（Wireless Environment as service）

結合MEC與基於Edge AI之網路零元件優化/編排



資料來源：RISE-6G，MIC整理，2021年9月 備註：BS=基地台；AP=接取點



歐盟6G研究計畫動態

智慧網路和服務（SNS）計畫



歐盟智慧網路和服務 (SNS) 計畫策略

發展項目



計畫內容研擬之主要組織



計畫參與組織

超過1,000家

6G網路的研究與創新：
連接、終端與服務基礎建設

新應用：“Internet of Sense”、XR/VR、數位雙生、全息型通訊

加強歐洲的技術領先地位

維護歐洲價值觀（安全與隱私）

實現大規模數位化與綠色轉型以促進垂直產業的低碳足跡

適用於所有人與任何地方，具成本效益且負擔得起的解決方案，以增強歐洲數位經濟發展

資料來源：EU SNS，MIC整理，2021年9月



5G IA發佈歐洲6G白皮書

在 5G PPP 中，5G 基礎設施協會（5G-Infrastructure Association, 5G IA）代表私人方面，歐盟委員會代表公共方面。5G IA 致力於推動 5G 在歐洲的發展

- 2020年6月5G IA在Horizon Europe框架內建立新的“**智慧網路和服務（Smart Networks and Services, SNS）歐洲夥伴關係計畫**”。旨在幫助解決社會挑戰，實現**數位化和綠色轉型**，支援有助經濟復甦的技術發展；幫助**開發歐洲6G技術**，作為2030年前未來數位服務基礎
- 5G IA與歐盟委員會確認**SNS歐洲聯合事業（European Joint Undertaking, JU）**的合作夥伴關係立案後，將從歐盟2021-2027年預算中提供**9億歐元**作為公共投資經費（私部門預計也將投入9億歐元）

SNS JU目標

- 透過研究和創新（R&I）計畫，規劃**2025年**實現概念和標準化，提供符合歐洲社會需求和價值觀解決方案，為6G早期市場採用做好準備，助歐洲掌握十年**6G技術主權**
- 動員廣泛的利益相關者解決**網路和服務價值鏈**的戰略領域，從**邊緣和基於雲端的服務**，為智慧型手機外的新元件和設備提供新市場機會
- 鑑於發展數位領先市場及實現**社經數位化和綠色轉型**，SNS JU將協調歐洲互聯通設施相關計畫之戰略指導，包含5G走廊，以**強化歐洲5G部署**



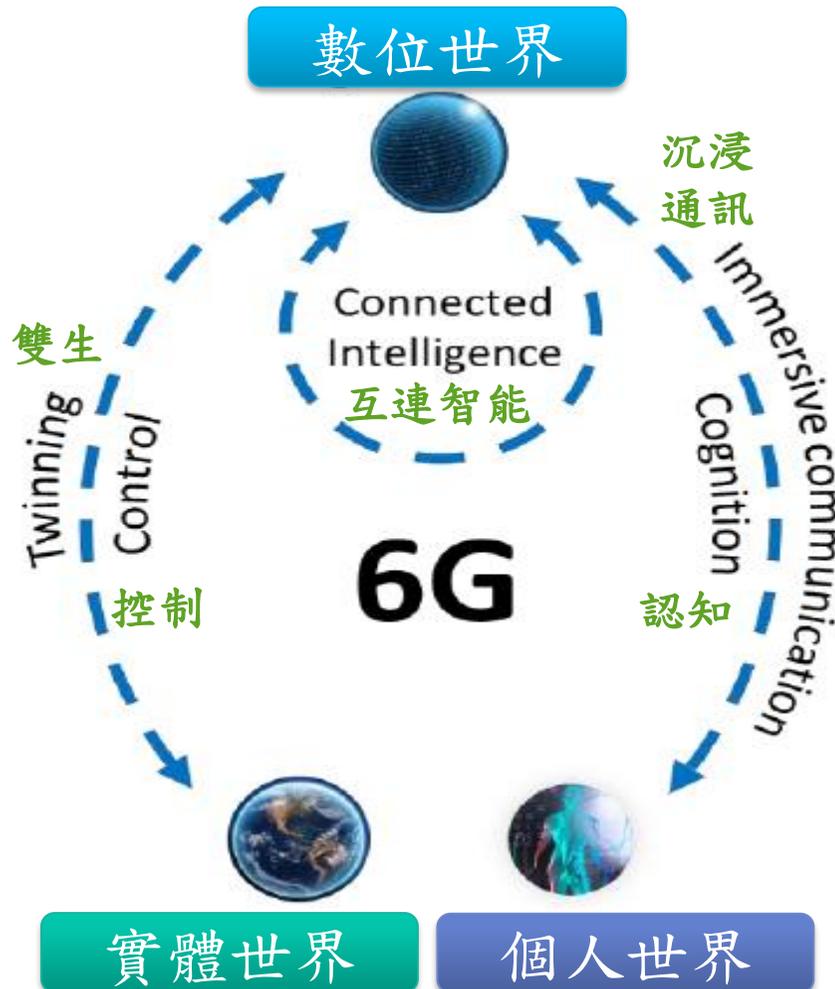
2021年6月7日，5G IA旗下“願景與社會挑戰工作小組”聯合歐洲產學研超過50家，包含**Telefonica、Orange、Ericsson、Nokia、華為、德國、芬蘭VTT**等，合撰、發佈“**歐洲 6G 網路生態系統願景（European Vision for the 6G Network Ecosystem）**”白皮書

資料來源：5G IA，MIC整理，2021年9月

“歐洲 6G 網路生態系統願景”：實體/數位/個人世界融合



6G實現實體/數位/個人世界融合



資料來源：5G IA，MIC整理，2021年9月

5G IA所發佈歐洲6G白皮書指出：6G將2030年代的社經發展中發揮關鍵作用，實現**數位、實體和個人世界之間深度融合**

- **跨領域雙生系統 (Twining of systems between domains)**：透過感測器和執行器的緊密同步，實現城市、工廠甚至個人身體的數位雙生
- **互連智能 (Connected intelligence)**：提供基於AI提供具有高容量、超低延遲E2E和安全運算的關鍵基礎網路建設。並實現虛擬與實體的數位訊息即時傳遞
- **沉浸通訊 (Immersive communication)**：藉由傳輸高解析度視覺、空間影像，並透過數位化擴展觸覺或其他感官體驗，實現身歷其境沉浸通訊
- **認知 (Cognition)**：藉由AI/ML結合感測器等技術工具主動對用戶意圖、情緒等產生相應反應與動作



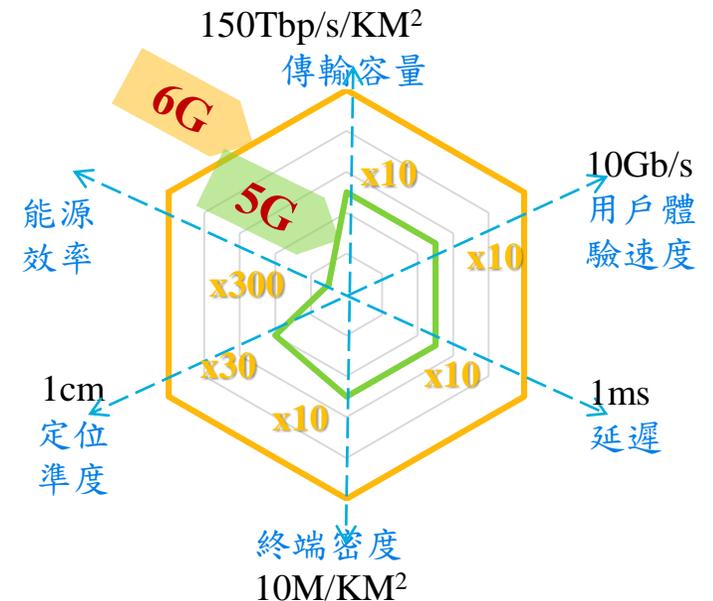
“歐洲 6G 網路生態系統願景”：5G vs 6G

5G 和 6G 網路架構差異

	5G	6G
服務類型	點對點QoS傳輸	點對多點傳輸，包括可配置的邏輯網路所覆蓋，具有管理品質屬性的拓撲和支持運算、同步與AI服務的網路應用（net-app）認知意識
資源類型	通訊	通訊+運算+感測
架構範疇	RAN+CN	終端+RAN+CN
雲原生	僅控制平面（Control plane, CP）在5G核網中	E2E與跨平面，包含用戶平面/控制平面/管理平面（User plane / Control plane / Management plane）
微型服務	NO	Yes。E2E與所有平面（planes）
資源意識	只有空中介面	Yes。所有使用的資源，包括運算、傳輸、無線
可信任度	值得信賴的節點	值得信賴的自適應服務/網路中的網路（network of network）
AI/ML整合	Over-the-top	原生整合
准入控制	接取控制	執行控制
終端/節點解耦	CU/DU, IAB	全彈性化

歐洲6G白皮書中認為：6G是將**網路、運算至感測端**直接整合，因此6G網路系統整體架構擴及**終端與RAN和核網**，形成**完整端到端的資源意識**。藉此6G功能和應用將可**按需提供微服務**，並確保完全可信賴服務

6G的技術指標要求

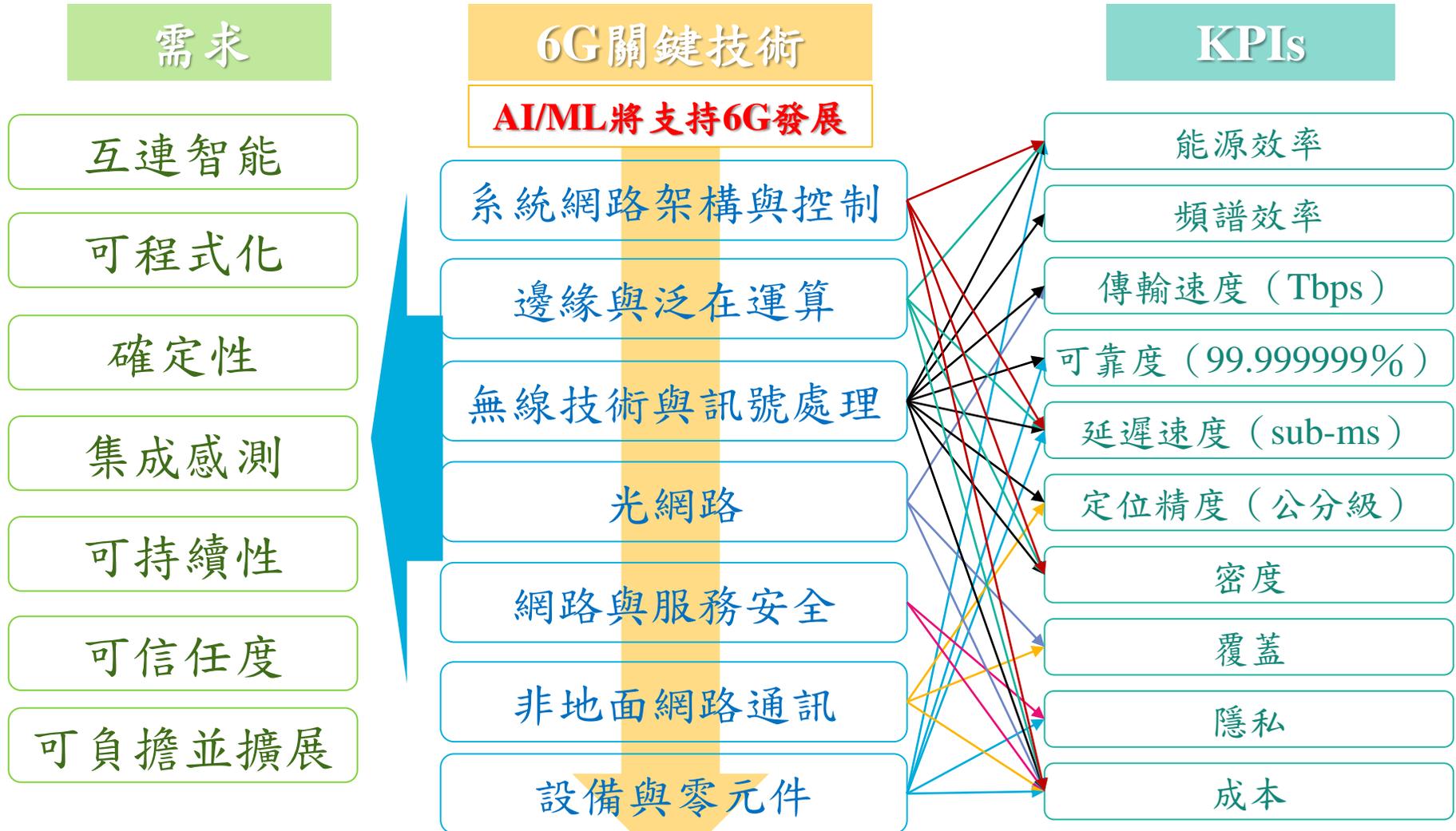


資料來源：5G IA，MIC整理，2021年9月



“歐洲6G網路生態系統願景”：6G需求與KPI

對不同 6G 要求和 KPI 影響較大的技術領域



資料來源：5G IA，MIC整理，2021年9月



“歐洲 6G 網路生態系統願景”：

6G 關鍵技術 (1/2)

系統網路架構與控制

6G 技術應為高效、可持續、智能和值得信賴分佈式運算架構。另從服務管理角度切入，將需要 AI/ML 維持未來 6G 複雜的服務與營運成本效益

- 需要協同設計「網路內 AI 治理」
- AI/ML 機制對自動化決策過程極重要
- AI/ML 將支持在 6G 中進行預測性編排
- 所有基礎設施和服務都需自主分佈式機制

無線技術與訊號處理

- 頻譜再利用
- 毫米波通訊
- 光無線通信 (OWC)
- THz 通信，包括半導體技術和新材料
- Massive and Ultra-Massive MIMO
- 波形/多址和全雙工設計
- 增強編碼和調變
- 整合集成定位、感測和通訊
- 巨量連接的隨機接入
- 無線邊緣快取

邊緣與泛在運算

在 6G 網路的整個電信架構朝基於分佈式（微）服務架構過渡，邊緣和泛在運算重要性將更高，“零延遲”的 6G 承諾使「本地處理」成為場景中唯一可行選擇

- 需要大量的開發運算平台和虛擬化技術
- 建構針對 6G 網路更靈活高效的多平台架構
- 需要收集用於 AI/ML 的分佈式數據和快取以便在邊緣和核心能即時利用的方法

光網路

6G 將繼續依賴光纖基礎設施增強之容量、更低的延遲、先進的可編程性與可重構性、增加環境強化，以及顯著降低功耗

- 光和無線技術網路基礎設施更緊密融合集成
- 結合光學、射頻和數位電子功能的光子整合技術推動 ICT 設備創新，如 MCM 在同一封裝基板包含高集成 CMOS 和高速光學驅動晶片
- 集成矽光子開發、新材料的挖掘、發展

資料來源：5G IA，MIC 整理，2021 年 9 月

“歐洲 6G 網路生態系統願景”：

6G關鍵技術 (2/2)



網路與服務安全

6G系統中的安全性將探索顛覆性策略；

- 虛擬化與軟體化：從基本功能到使用切片的端到端虛擬邊界；使靈活性和可程式化安全機制與編排系統/服務智慧化集成
- 建立如欺騙或移動目標的防禦概念
- 整個資安技術方法從原始零元件/代碼即涵蓋全生命週期發展（如，AI量子）
- 雲化：提供「安全即服務」，定義營運SNS服務屬性。集成於基於服務之模式中

專用網路/子網路

垂直領域對 6G 的需求增加，並應用於特殊用途網路或更小範圍、本地化的“子網路”。如人體內子網路、機器人到車內以及無人機群子網路。子網路將成為6G架構變化關鍵驅動因素



子網路用例：in-body and in-vehicle

非地面網路通訊

歐盟針對NTN架構願景和創新議程，將集成到 6G 網路進行研究與發展：

- 作為單一接入網架構設計
- 星系節點分層設計
- 雲端運算儲存的智能NTN
- 以基礎設施為資源的優化
- 動態頻譜管理/共存/共享
- THz以外的新頻譜
- AI開發NT動態
- 具有靈活性和適應性的無線接入技術
- 具超越當前技術的NTN元件

設備與零元件

無線網路高度依賴電子技術，尤其零元件和設備，包括處理器、儲存器、模擬、RF、DAC/ADC、天線、封裝等元件和光學元件

- 半導體：CMOS、SiGe和III-V半導體（AsGa、InP、GaN等）
- 潛在技術：電路封裝、波束成形（包括真實時間延遲）、大型陣列、on-chip天線
- 光領域：光元件和CMOS單片集成、光子學元件、新的on-chip元件

資料來源：5G IA，MIC整理，2021年9月

“歐洲 6G 網路生態系統願景”：

歐洲6G發展建議



歐洲目標應是確保其在全球6G戰略領域上的領導地位，發展安全可信的技術與供應體系；使歐洲成為6G世代公共和專用網路技術解決方案和應用服務發展的關鍵推手

歐洲6G白皮書對歐盟之建議：

- 公共和私人 (Public and private) R&I 投資應側重於 6G 關鍵技術。歐洲需要通過私人和公眾參與促進創業投資計畫，並輔以針對初創企業的稅收政策
- 6G最終應為全球標準，並確保發展全球皆可負擔、可擴展的 6G 系統。歐洲應建構健全監管和治理機制，打造共同的認證過程，確保歐洲地區6G產業生態系統的完善
- 6G世代將有更多專業化、本地化子網路應用，此或將牽涉網路中立規則和數據保護法規 (ePD與GDPR)適用性。故應思考6G世代「網路中立」、「隱私保護」規範機制
- 6G世代網路將更基於AI自動化進行運作。無論從網路傳輸到應用終端服務領域，故將需要基於符合道德原則的歐洲法規標準之制訂。同時可能需要重新確認智慧財產權制度 (IPR)，且衡量當前地緣政治趨勢
- 為了在6G領域開展全球競爭，歐洲需要世界一流、無論在通訊、IT、光電、半導體（至少在設計端）、材料相關之產學研界人才資源庫

資料來源：5G IA，MIC整理，2021年9月



歐盟6G研究計畫動態

歐洲6G產業組織：one6G協會



one6G協會致力於歐洲6G研究與生態系統發展

成立時間：2021年4月

(one6G)

願景使命：發展、測試和推廣基於蜂窩和無線技術的下一代通訊解決方案。藉由支持全球6G研究和標準化工作，加快其採用和整體市場滲透，同時滿足社會和產業對先進行動連網需求。促進先進自動駕駛/製造/智慧醫療健康/遠程教育等領域的新服務和應用開發

one6G 協會的目標

- 解決**6G連結、運算、能耗和通訊挑戰**，包括無線和行動接取網路、安全、信任、功能安全、隱私、身份驗證、分佈式雲端架構、技術組合、無線電技術、協議和數據格式原則
- 詳細說明**技術選擇和路線圖演進策略**，包括**頻譜分配**要求
- 開展**集成、驗證、認證和試驗的聯合創新和開發活動**
- 定義和協調**用例、商用計畫和進入市場的想法**
- 確定**監管**方面並促進**政策變革**

one6G 創始成員



one6G 會員



資料來源：one6G，MIC整理，2021年9月





one6G協會旗下四大工作組將支持6G潛在 核心技術應用研析與推廣

one6G協會將推動6G核心技術之研究，進而支持數位經濟與社會朝更安全、可持續性且有彈性發展，進而建立完全連接、智能且更具包容性的世界

one6G 協會工作小組

Working Group 1：場景用例、KPIs、未來市場與商用情境

收集/分析6G相關用例、場景和需求

目標是在6G商用 (>2030年) 時間範圍內定義一系列相關用例和場景

Working Group 2：6G技術與系統架構

塑造整體6G技術基礎

Working Group 3：溝通與傳播

社區建設和推廣：主要工作為起草和發佈one6G協會關於6G定位文件、建立網站，即時更新活動、時事通訊/新聞、與相關舉措，辦理網路研討會等

Working Group 4：評估、測試平台和試點

從開發到部署：主要工作為展示“集成通信和感測”的功能和優勢。並且建構測試程序、認證以及測試平台

one6G 核心關鍵技術

- 非地面網路
- 更高的頻率
- 無線光通訊
- 6G無線電建構模塊 (Blocks)
- 集成感測與通訊
- 下世代MIMO
- 彈性的可程式化架構
- 分布式/聯合(Federated) AI
- E2E軟體定義安全方法
- 在不完全值得信賴環境中的安全執行
- 大規模IoT/IIoT
- AR/VR沉浸用例
- 體域網路

資料來源：one6G，MIC整理，2021年9月



one6G協會作為6G研發與创新中心期促進 6G技術與應用服務相輔相成



綠色轉型的智
能網路



能源領域



汽車、交通與
海事領域



智慧工業/工廠
領域



衛生領域



城市與公共服
務領域



媒體娛樂領域



旅遊與文化遺
產領域

- ❖ one6G協會將作為” 6G Innovation Hub”將來自各技術與應用領域以及垂直領域的利益相關者聚集在一起
- ❖ 目標是促進其可針對經濟和社會需求的 6G 解決方案建立緊密合作夥伴關係，進一步實現6G 解決方案的知識轉移、驗證和驗證



主要國家6G研究準備

德國



德國聯邦教育和研究部 (BMBF) 將投資 7億歐元開展6G技術研究

2021年4月9日，德國聯邦教育和研究部 (BMBF) 宣布，啟動德國第一個6G技術研究計畫。並規劃直到到2025年將為6G技術研究提供高達7億歐元 (約8.33億美元) 資金

計畫目標：為圍繞 6G 的未來通信技術相關創新生態系統奠定基礎。實現德國科學和經濟參與者在塑造6G技術基礎方面發揮重要作用

“作為全球技術提供商發揮領先作用，幫助在早期階段塑造技術變革”

第一階段約2-3億歐元投入於：

- 創建6G研究中心，為下一代行動通訊及其所需光纖網路發展做準備
- 打造名為“未來通信技術和6G平台”，以協調活動、定義和推動其他項目；並與其他國際機構聯絡，以解決監管和標準化問題

計畫KPI相關項目：

- 6G相關專利數量
- 參與6G標準化委員會的貢獻數量、與其他國家6G項目的合作數量
- 6G研究中心領域的企業基金會數量
- 企業對6G研究中心測試場使用次數
- 以及對德國在頻率協調方面的利益考量

資料來源：BMBF，MIC整理，2021年9月



BMBF支持建立6G研究中心與技術平台以 利6G技術應用發展

BMBF 6G 計畫一部分經費資助方向是對未來通信技術的研究，以專門支援並拓展德國的6G研究和開發。故第一階段將資助 “6G 研究中心” 和 “未來通信技術和 6G 平台”

6G 研究中心

總共資助6G研究中心。依賴大學和研究所、研究法人等在6G領域進行合作研究

主要工作與發展方向：

1. 就未來通信技術和6G領域關鍵挑戰開展專題和組織工作
2. 發展廣泛、多元的技術。如IT安全、軟體和AI；或材料、元件/半導體和模組方面
3. 制定並啟動長期研究戰略。尤其克服開發新（開放）行動通訊標準當前和未來挑戰
4. 致力於面向未來的應用場景，利用顛覆性技術方法作為全新應用的基礎
5. 為企業提供測試和整合及研究合作機會，以建立德國/歐洲強大技術供應生態系
6. 通過分包給企業，特別是中小企業，早期提供新技術和支持未來價值鏈的發展創造實驗條件
7. 為初創企業製定戰略並支持其在生態系統發展

資料來源：BMBF，MIC整理，2021年9月

未來通信技術和 6G 平台

旨在處理與未來 6G 標準基礎研究和開發相關的總體問題

主要工作與發展方向：

1. 6G領域規範化和標準化準備措施
2. 介面協調和開放，確保各方案互操作性，並與6G標準架構達成共識
3. 促進與國際6G計畫鏈結，協調各種6G願景、倡議和歐洲6G計畫
4. 與德國工業和利益集團建立網路，從用例引導對未來行動系統之要求
5. 建構6G綜合發展“藍圖”、考量整體供應價值鏈；評估對技術和數位主權目標貢獻並制定戰略建議
6. 在標準組織（如ITU）引入戰略頻譜協調和6G架構等主題，以利6G倡議協調討論
7. 與其他相關國際聯盟協調合作，並納入藍圖一環



BMBF投資約2.5億歐元成立6G研究中心

- 2021年8月1日起，BMBF規劃投資高達2.5億歐元資助建立四座6G技術研究中心。主要由共有約50名，來自4所大學聯合4家來自科學和工業領域之非大學研究機構一同進行6G潛在技術研析
- 目的：與國家重要研究活動網綁，為未來通信世代奠定技術基礎。關注德國和歐洲研發製造的新興技術和關鍵元件，實現技術主權並確保數據安全

6GEM

亞琛工業大學

目標：開發完整從硬體到軟體之6G系統，提供靈活網路基礎設施，以支持未來6G在社會和工業高度相關用例中的附加價值。規劃在七個產學研單位場域中的數位手術室、智慧醫院、救援機器人中心、物流中心、智慧工廠、港口與高速公路等場景建立配備6G的測試站點

6G-RIC

Fraunhofer HHI與
Fraunhofer 電信研究所

6G研究與創新集群(6G-RIC)研究中心由11所大學與跨領域協會組成，並獲得BMBF資助7,000萬歐元

目標：開發具有跨越所有技術邊界、開放介面的行動無線系統。除了實際技術開發，重點亦包含建立一高性能的測試基礎設施

6G-life

德列斯敦工業大學和慕
尼黑工業大學

獲7千萬歐元資金，其中1千萬歐元將用於初創企業，共40位教授參與，將建新6G研究中心

目標：聚焦人機協作，結合雙方在觸覺網路、5G、量子通信、後夏農理論、AI、自適應柔性軟體平台等領域的前期研究。並著眼網路安全（量子通訊/後量子安全）等

Open6GHub

Kaiserslautern德國人工
智慧研究中心

願景：6G將作為未來基於人工智慧和機器學習的移動和高度安全應用的基礎設施

目標：設計2030年後滿足用戶和社會需求之完整6G系統，該系統將節省資源和節能，確保個人數據的保護並保證網路的高可用性。並考慮網路化工廠、農村和農業中的應用場景

資料來源：BMBF、各研究中心，MIC整理，2021年9月



主要國家6G研究準備

英國 6GIC



英國SURREY大學6GIC啟動6G先期研究

6GIC發佈6G白皮書：

“6G無線：新戰略願景（6G Wireless：A New Strategic Vision）”

前瞻應用

- 4D影音（瞬間移動）
- 使不可見事物可見
- 增強邊緣至用戶環境之優勢

先進用例

- 極低延遲
- AI與量子
- 超精細時間同步
- 超高精度地理位置
- 超高頻感測（THz）
- “記憶”網路

資料來源：SURREY大學
6GIC，MIC整理，2021年9月

SURREY大學表示，其對6G技術研究願景側重於“無處不在的覆蓋範圍以及行動網路如何橋接物理和虛擬世界”

網路技術架構

透過波束成形達成衛星對用戶直接通訊

- 衛星MIMO
- 大規模智慧表面
- 用於分佈式（混合）MIMO的超（大規模）天線陣列技術

為實現關鍵技術的多學科研究，例如新材料、合成生物學





下世代AI將支持6G由短距、廣域與衛星網路 整合組成的全覆蓋服務



SURREY大學6GIC兩大研究主題：

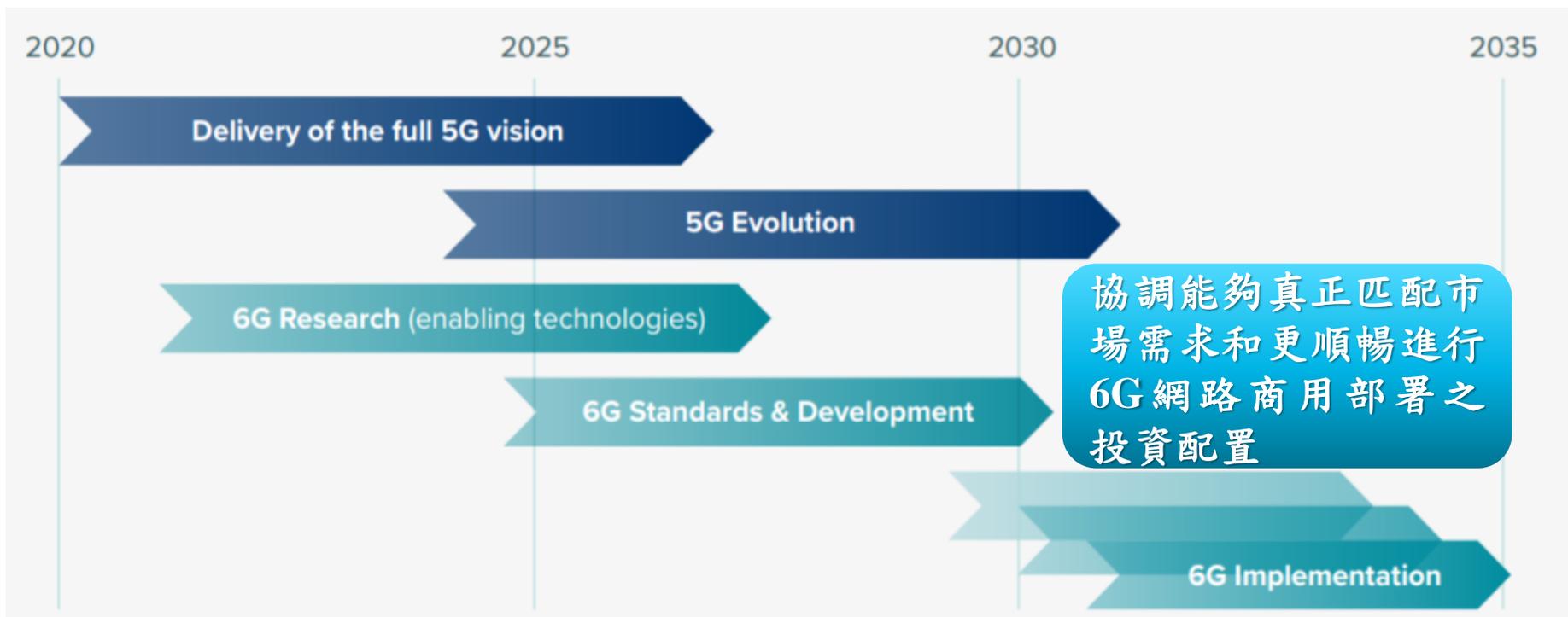
資料來源：SURREY大學6GIC，MIC整理，2021年9月

- ❖ **環境資訊**：物理和虛擬世界的融合，由高解析度感測、地理定位和無線技術的整合給予支持，以實現將人類感知、環境和遠程數據能夠緊密聯繫在一起的新興數位服務。
- ❖ **無所不在的覆蓋範圍**：藉由顯著改善室內覆蓋範圍，使用可重構智慧表面（Reconfigurable intelligent surfaces, RIS），並研究衛星技術使各地都可以透過6G連結創新服務，消弭數位落



SURREY大學認為2030年仍是6G技術標準發展制訂階段

Surrey大學認為直至2030年都還是6G技術標準發展階段，6G的實際規模商用有待各方無論是市場需求或投資供給面向上的相互匹配發展，確實的達到供需端協調，方能進行



資料來源：SURREY大學6GIC，MIC整理，2021年9月





英國工程技術學會呼籲政府從社經角度發展6G

英國工程技術學會（IET）認為6G的重點應該放在應對“社會挑戰”上，6G行動通訊技術應用應優先考慮社會利益，而非如往常專注於“更高的數據容量、速度和頻段需求”。而英國國會議員與Ofcom表示認同

2021年2月IET發佈“面向政策制定者的6G（6G for policy makers）”白皮書。目的是讓政策制定者了解6G帶來的機遇，以塑造更美好的未來、國家無線基礎設施，並告知研究重點

成功推動6G發展的建議

1. 需要新的行動通訊世代變革方法，使6G擺脫難以持續的傳統商業模式
2. 面對多變社會挑戰，為6G設定遠大目標。且6G需要一個足夠預標準化研究階段
3. 6G應是催化劑，通過共同標準的協調引入，維持互操作性或確保全球規模經濟
4. 6G研究應在最有希望的研究方向上達成共識，以確保規模化；但亦應同時對出乎意料外的突破性研究發現敞開大門。
5. 6G應作為一滾動改進發展計畫，確保至2030年代後期平滑進入商用規劃和投資

國際標準體系的現代化

- 3GPP等國際標準組織必須更現代化，以應對未來10到15年的挑戰。地區標準機構鼓勵歐洲電信標準協會儘早思考全球標準化的改革方向，以對應6G標準制訂的挑戰

政府監管機關的作用

1. 政府針對6G應考慮國家基礎設施的長期目標提供一個良好發展框架。應思索包含數位、行動通訊與未來固移融合網路之建設
2. 政府需要從開始就與產業界合作，並維持長期研究、創造合適的發展條件，並最終在升級國家基礎設施方面進行新的投資
3. 成功的6G行動基礎設施將需要支持性的頻譜政策，尤其需有效使用<6GHz廣域覆蓋頻段
4. 6G世代市場將大不同，監管規範與6G技術/應用之創新需要同步發展

資料來源：IET，MIC整理，2021年9月



英國布里斯托大學和倫敦國王學院啟動 6G Futures 虛擬研究中心

6G Futures



智慧連網實驗室
(Smart Internet Lab)



電信研究中心
(CTR)

目標：奠定全球領先地位，確保英國在下一代行動網路研究和創新作為領頭羊

6G潛在技術趨勢 (How)

- 頻譜：最有前途的頻段是**140-350GHz**
- 無線電技術：
 1. 新的調變方式出現，如OTFS、SAM、OAM，及新興AI設計方案
 2. 新興天線技術：虛擬大規模天線、新興天線元件、大型可重構智慧表面 (RIS)
 3. 新穎多路接取方案，例如NOMA、速率拆分 (RS) 或新興AI驅動方法

6G應用場景展望 (Why)

6G網路將支持涵蓋傳統、新興與尚未出現的三大類應用

尚未被設計出的應用
(Yet-to-Emerge)

- 機器自主驅動服務
- 連續性服務體驗

More-of-5G
應用

- AR/VR等
- 觸覺網路



新興技術 (Emerging Tech)

- 全息社會
- Internet of skills
- 數位雙生

備註：Internet of skills意指一種技術過程，人們可透過連網方式即時轉移知識、專業知識和技能。如遠端AR/VR協作、教學

資料來源：6G Futures，MIC整理，2021年9月

• 網路和架構

1. 非3GPP原生網路和無線系統的**異質網路融合**
2. 實現**開放**且與供應商無關的網路建構
3. **非IP-based**網路協議
4. 以資訊為中心和**基於意圖**的網路 (ICN)
5. 完全“扁平化”6G的**運算-儲存-傳輸能力**
6. 3GPP架構中除了用戶/控制平面應導入**AI平面 (AI Plane)**等

- **其他6G潛在關鍵技術**：量子技術甚至後量子密碼學、分佈式帳本技術 (DLT)、與AI



6G Futures向英國政府提出6G發展建言

6G 將對產業、創新周期和電信技術發展格局產生深遠影響，同時為國家和國際市場成長提供正向積極地發展機會

為確保5G邁向6G從社經角度的革新能夠掌握最佳發展條件，6G Futures向英國政府提出以下建議：

6G治理協調論壇 (Coordinating Forum for Governance of 6G)

- 負責建立臨時治理機制，有權召集所有利益相關者以成功建立以下工作小組
 - 協調工作小組的規劃，並幫助確定每個工作小組的任務

協調工作組委員會

指導原則

- 以人為本
- 透明化
- 可持續性
- 廣泛包容
- 有效姓
- 高效率

跨政府技術與基礎建設工作小組

成立時間表：2021/2022
 組建單位：政府部門、DCMS Barrier Busting Team、IPA

建立針對國家數位、交通、行動通訊、頻譜監管等基礎建設提供建議和治理的工作小組

跨域監管沙盒

成立時間表：2022/2023
 組建單位：政府、關連產業、監管機構

建立跨領域監管沙盒，建立機制以確保監管機構保持創新，解決過度監管和監管不足等問題

電信技能卓越中心

成立時間表：2022/2023
 組建單位：政府、產業聯盟、大學院校

建立虛擬和實體研究中心，以發展B5G/6G相關技術、跨學科能量（例如，可持續性和道德）、領導力及需求方所需技術

以人為本 (Human-centric) 6G工作小組

成立時間表：2022/2023
 組建單位：政府、產業聯盟、消費者聯盟

確保6G設計原則以人為本和具包容性；建立有效溝通機制，透明地且廣泛傳達6G機會和風險；建立評估6G端到端碳足跡框架

資料來源：6G Futures，MIC整理，2021年9月



結論



結論

❖ 國際6G發展綜觀

- 主要國家已從產官學研逐步切入6G先期研究
- 多國已從政府端啟動進行跨國合作，投資6G先期研究
- 國際標準組織已展開6G相關技術趨勢之討論

❖ 歐盟6G先期研究

- 5G PPP啟動多項6G研究計畫，聯合產學研領域共同為6G基礎技術奠基
- 5G IA發表“歐洲 6G 網路生態系統願景”，為擘劃出歐洲6G技術與應用發展目標與方向，並給予歐盟6G發展建議，期能確保歐洲諸國在全球6G戰略領域上的領導地位
- one6G協會於歐洲發跡，致力於下世代行動無線通訊技術解決方案發展，並支持全球6G研究和標準化工作。期望實現促進先進自動駕駛/製造/智慧醫療健康/遠程教育等領域的新服務和應用開發，實現社經需求

❖ 德英6G研究佈局

- 德國政府啟動6G技術研究計畫，並提供7億歐元資金為德國6G研究奠基。初期以2.5億歐元成立四座6G技術研究中心，鏈結產學研共同鑽研6G潛在技術
- 英國學研界啟動6G先期研究，並向政府提出6G發展推動政策相關規劃建言，期許掌握國際6G研究領先地位



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，務必注意發佈日期、立論之假設及當時情境