

國科會工程處 114 年

「下世代通訊系統關鍵技術研發專案計畫(第二期)」

徵求公告

壹、計畫背景及目的

未來下世代通訊系統能帶來的新穎應用令人充滿想像與期待，世界各國均已積極投入大量資源展開下世代通訊系統各項關鍵技術開發與布局。在 2023 年中旬，國際電信聯盟無線電通訊部門(ITU-R)提出了下世代通訊系統 IMT-2030 的框架，全球行動網路領導者 NGMN 也於 2024 年回應並展望在 IMT-2030 框架下 6G 的未來發展。而眾所周知，3GPP 也計畫於 2025 年正式啟動 6G 通訊標準的制定工作。此外，歐盟推動的「智慧網路與服務聯合計畫」(SNS-JU)於 2024 年進入第二階段，預計投入約 1.29 億歐元，旨在加強 6G 無線通訊技術的發展，並促進技術的快速突破。美國方面，國家科學基金會(NSF)自 2022 年啟動「Resilient and Intelligent Next-Generation Systems」(RINGS)計畫，投入 4000 萬美元，著重於提升 6G 網路的穩定性技術。美國國家電信和資訊管理局(NTIA)於 2023 年通過 15 億美元的公共無線供應鏈創新基金支持具開放性與安全韌性之 6G 無線網路開發，確保在全球 6G 中的領導地位。在芬蘭，Business Finland 於 2023 年初推出「6G Bridge」計畫，規模達 1.3 億歐元，目標是將芬蘭打造成為全球下一代通訊技術的領導者，並優先推動工業與學術界的深度合作。日本總務省則於 2023 年撥出 4.5 億美元，用於支持 6G 無線網路的研究，並促進私人投資以推動技術創新。韓國科學技術情報通信部於 2023 年公佈了 6G 網路的研發計畫，預算達 4404 億韓圓(約 3.245 億美元)，並宣佈「K-Network 2030」戰略，推動 6G 技術的公私合作，促進軟體為基礎的行動網路創新，強化網路供應鏈。

在各國均為發展下世代無線通訊系統快速布局的同時，我國應積極整合產官學研各界能量，基於已有的晶片與資通訊產業優勢與技術，透過專利研發搶

占未來下世代通訊技術標準之市場影響力。本計畫為應對國際 6G 通訊標準發展時程，積極推動產學兩界之間的學研能量整合，目標為鏈結學界及業界之研究量能，針對下世代通訊的前瞻及關鍵技術進行研發、擴展優勢並整合應用，落實學術及產業密切結合之目標，並強化我國於國際標準制定之影響力。使我國在 6G 標準制定過程當中能夠在關鍵技術發展上可以持續與國際軌道同步，甚至是領先的地位。本計畫鼓勵學界尋求與國際 6G 先進研究團隊合作並持續參與 3GPP 通訊標準制定活動，藉此提升我國的國際能見度與影響力，並培育下世代通訊的高階科研人才。

為達成上述目標，本計畫推動由學界組成研究團隊，進行下世代通訊行動通訊關鍵技術研發。未來國際 6G 關鍵技術的發展包含電波與天線技術、通訊與傳輸技術、網路技術與通訊軟體等面向，除了進行智慧財產權布局，亦可展示軟體或硬體實現成果，著重的技術議題為 IMT-2030 之 6G 框架中我國具優勢或有潛力之技術應用情境，針對「衛星與非地面網路 (Satellite and Non-terrestrial Network)」、「沉浸式通訊 (Immersive Communications)」、「整合 AI 與通訊 (Artificial Intelligence and Communications)」等領域深化技術實力。以下針對此三項研發重點領域分項說明：

一、 衛星與非地面通訊關鍵技術

為實現聯合國永續發展目標 (SDG) 以促進數位平權，透過有效連接未開發和連接不足地區 (如鄉村、深山和遠洋等人口稀少地區) 縮小數位落差，並解決網路連線能力、覆蓋、容量、數據速率和終端移動性等挑戰，隨時隨地可提供廣域覆蓋且成本可負擔的網路連線能力是下世代網路的一項重要目標。在目前的國際趨勢中，考慮延伸至非地面網路 (Non-terrestrial network, NTN) 的網路環境(低軌道衛星通訊、高空平台、無人機等)被視為重點關鍵技術。強健非地面網路的建立與發展也密切關係到國際地緣戰略或自然災害等安全議題，在面對不穩定的環境時所展現之韌性、可靠性和安全性扮演極關鍵的角色。此外，IMT-2030 的架構中提及無所不在的運算與智慧能力，也

需要非地面網路 NTN 的網路環境方可實現。根據 Precedence Research 的調查，2023 年 5G 非地面通訊市場已達到 42 億美元的規模，預期在 2034 年將有超過 1140 億美元的市場，由此可窺見 NTN 未來發展的潛力與各界推動的積極程度。就技術層面而言，NTN 廣域的覆蓋需求可能使網路的连接裝置數量大增，服務需求更多元，因此系統可能需要提供不同的連線速率、更有效率的演算法和天線與電路設計來降低能源消耗與碳排、高速移動環境下之資源配置與波束管理、配合高速移動與衛星通道特性之新穎訊號波形設計、非地面與地面網路頻譜共享技術、以及更高的網路安全性和可靠性。這些情境下的複合型異質行動通訊系統預期將會整合衛星網路與高空平台及原有地面電信系統，並可能催生更多創新應用，是下世代通訊的核心重點之一。

二、 沉浸式通訊關鍵技術

為擴展強化行動寬頻(eMBB)，下世代通訊網路將提供互動豐富的影片、多媒體體驗，包括與機器介面的互動，涵蓋熱點、城市和鄉村等多種環境，帶來比 5G 的 eMBB 更多的需求。典型應用情境包括沉浸式延展實境通訊、遠端多感官臨場和全像式通訊等。支援混合影片、音訊和環境數據的同步是沉浸式通訊的核心，還包括獨立的語音支援。為提高頻譜效率、同時保持一致服務體驗並平衡高傳輸速率和移動性是不可或缺的。然而，在全球永續發展的目標考量之下，如何在節能減碳的框架當中發展高傳輸速率的無線通訊網路將是一大課題。其中亦有許多的應用情境需高可靠性、低延遲的通訊以實現對實際和虛擬對象的靈敏並準確的互動，同時可能需要支援連接眾多設備的更大系統容量。為此，6G 新無線接取波形設計、通道編解碼與傳收機設計、極大規模多輸入多輸出(E-MIMO)技術、開發新的適用不同情境的通訊頻段(如中高頻、次太赫茲感測/通訊系統等)、邊緣運算、網路切片管理、6G 寬頻與物聯網通訊協定設計等，已被廣泛討論將應用於未來系統中，是達到高速傳輸的關鍵技術。另一方面，為了強化應用服務品質，下世代通訊系統也將提供廣域的多維度感測，並且將提供關於未連網目標、已連網設備的位置、

速度等資訊和該裝置周圍環境的空間狀態，透過精準的雷達定位和感測資訊技術以擴展虛實整合之效能。

三、 整合 AI 與通訊關鍵技術

機器學習、人工智慧至生成式人工智慧技術的積極發展預示著智慧化將普及至通訊網路系統各個部分，以作為智慧城市和社區構建的根基。在下世代網路架構裡，人工智慧將被視為通訊系統不可或缺的一部分。透過引入人工智慧模型對通訊網路系統進行最佳化(AI for Communication/Networking)，我們將能在資源分配、傳輸排程、功率控制、頻譜分享、網路管理等傳統網路議題中有所突破，並顯著提升通訊網路效能。然而，當通訊網路當中引入了大量的人工智慧技術的同時，對於網路能源和資源消耗的負擔將是極其可觀的，為此我國必須發展降低整合人工智慧與通訊能耗之關鍵技術以達到永續發展目標。此外，下世代通訊網路系統將成為能人工智慧應用服務的基礎設施(Communication/Networking for AI)，實現端到端的人工智慧應用、通訊與計算的融合。為了因應許多潛在的不同人工智慧服務的差異化需求，下世代網路的設計宗旨中應考慮以服務人工智慧應用為前提，對整體架構、協定設計、網路服務品質等進行改革，以滿足未來大量快速成長的人工智慧應用需求。此外，考慮到未來人工智慧的演進，完全以人工智慧所構成的人工智慧原生網路(AI Native Networking)將應運而生，並藉由人工智慧和機器學習與通訊系統的完整雙向結合，可實現自主運行的人工智慧原生網絡，包括自主監控、自主管理、自主優化和自主修復，成為可隨時間需求進行自我演化的新世代通訊系統。最後，考慮到傳統網路設備和架構缺乏支援上述人工智慧技術的關鍵元件，為了能滿足更彈性與動態的人工智慧服務需求部署與管理，我們預期富有彈性且快速演化中的開放式網路架構將成為結合人工智慧與通訊網路的關鍵平台。

貳、計畫研發重點

針對上述三項研發重點領域，本計畫徵求之研究重點如下：

一、衛星與非地面通訊關鍵技術

- (一) 低軌道衛星與地面站/手持通訊前端及天線系統
- (二) 衛星新無線接取波形、通道編解碼與傳收機設計
- (三) 衛星前瞻多重接取技術
- (四) 三維通訊與衛星通訊協定
- (五) 無人機與高空平台通訊
- (六) 其他 6G 衛星與非地面通訊關鍵技術

二、沉浸式通訊關鍵技術

- (一) 6G 新無線接取波形、通道編解碼與傳收機設計
- (二) 6G 極大規模多輸入多輸出 (extreme MIMO)
- (三) 6G 寬頻與物聯網通訊協定
- (四) 結合通訊之雷達與感測技術
- (五) 超低延遲通訊
- (六) 6G 寬頻射頻前端系統
- (七) 其他 6G 沉浸式通訊關鍵技術

三、整合 AI 與通訊關鍵技術

- (一) 以 AI/GAI 強化的通訊及網路技術
- (二) 強化 AI 的通訊及網路技術
- (三) AI 原生網路 (AI native)
- (四) 整合 AI 與開放式通訊網路技術
- (五) 其他 6G 整合 AI 與通訊關鍵技術

參、計畫內容與審查重點

1. 計畫團隊：申請人近五年於計畫相關領域與產業技術研發之整體表現。
2. 研究項目：計畫研究主題必須具有前瞻性、關鍵性、創新性及高度整合性，且符合本計畫所徵求研究項目。
3. 目標導向：計畫內容須規劃四年期技術發展路程圖(technology roadmap)及專利地圖分析，並說明與國際 6G 發展趨勢以及潛在 6G 標準發展方向之相關性，每年可達成之量化規格及其驗證方式，與計畫期滿時之最終效益(end-point)。有專利組合規劃及實體運作展示者尤佳。
4. 國際影響力：須提出提升團隊在國際影響力的目標及策略方法，積極參與國際相關活動，如：國際性競賽獲獎、擔任國際會議主席、擔任國際相關組織具決策能力者等，若能與國際頂尖 6G 團隊計畫合作者尤佳。如有國際合作研究規劃，請填寫國際合作研究計畫資料表(申請書表 IM01-IM03)。
5. 產學研合作：計畫須有國內或國外企業/研究機構實質參與(如：提供經費、派員參與計畫執行、耗材或研究設備供計畫使用，或其他參與實質合作之方式等)，且須有計畫全程結束後之後續應用與推廣規劃；計畫第一年為資源鏈結期，第一年結束前須提供產學/學研合作計畫或技轉授權明確佐證(如用印合約書)，確認計畫鏈結國內或國外企業/研究機構資源績效，以達研發成果落地成效。申請人於計畫提出前須與業界或法人洽談計畫內容及共同研發之進行方式，並簽署附件一「合作意願書」，另填寫附件二「計畫審查重點項目說明」；如有實體運作展示規劃，請填寫附件三「軟硬體平台開發與成果驗證說明」(附件一至三請附於申請書表 CM03 研究計畫內容最後一頁)。計畫書未附附件一「合作意願書」及附件二「計畫審查重點項目說明」，恕不予受理審查。衍伸合作與 6G 關鍵技術開發相關者為佳。
6. **標準會議參與及研究**：每個計畫團隊須提出一個子計畫專門代表該計畫

團隊參與 3GPP 標準會議。此子計畫主持人須提出提升團隊在 3GPP 國際影響力的目標及策略方法（鼓勵與法人或業界合作，如有合作機制與規劃亦可提出），及可達成之預期成果產出與效益。此子計畫每年應協助動態調整整體計畫研究方向，能自證與國際 6G 發展趨勢相符。所有計畫團隊負責此 3GPP 標準會議之子計畫主持人每年須輪流規劃至少兩場全國性 3GPP 標準進度推廣研討會；在計畫啟動會議時，會在各團隊參與標準會議的子計畫主持人中推派一位協調負責人。本專案以參與 3GPP 標準制定會議為原則，但若所提計畫有需要，經計畫辦公室同意之後，得在計畫執行期間參與 IMT-2030 所訂 6G 範疇相關之其他標準制定會議。

肆、計畫申請、審查及核定

一、申請注意事項

1. 申請機構及計畫主持人資格須符合本會補助專題研究計畫作業要點之規定。
2. 計畫主持人以申請/執行一件本專案計畫為限(含擔任主持人、共同主持人、協同研究人員等)。
3. 研究型別：以申請單一整合型研究計畫為限。計畫總計畫及所有子計畫內容彙整成一份計畫書，須包含三件(含)以上子計畫，且總計畫主持人須同時執行一件子計畫。各主持人應實質參與研究，計畫書應詳實註明各主持人負責之研究主題，整合之計畫需有整體明確的目標。未依規定申請者，恕不予受理審查。
4. 執行期間：須規劃申請 4 年期計畫，自 114 年 6 月 1 日至 118 年 5 月 31 日。
5. 申請經費：以申請每年 1,000 萬元為限。
6. 申請程序：

- (1) 計畫申請作業，自即日起接受申請，請申請人依本會補助專題研究計畫作業要點規定，研提計畫申請書(採線上申請)，各類書表請務必至本會網站 (<http://www.nstc.gov.tw>) 進入「學術研發服務網」製作。申請機構須於 114 年 2 月 27 日(星期四)前函送本會(請彙整造冊後專案函送)，逾期恕不予受理。
 - (2) 計畫申請書請採用本會專題研究計畫申請書格式。線上申請時，請選擇「專題類-隨到隨審計畫」；計畫類別點選「一般策略專案計畫」；研究型別點選「整合型」；計畫歸屬點選「工程處」；學門代碼點選「E9868：下世代通訊系統關鍵技術研發計畫」。
7. 有關計畫頁數限制請務必依照本會公告之「專題研究計畫申請書表 CM03 研究計畫內容頁數限制一覽表」內工程處之規定，整合型多年期計畫 CM03 內容至多 40 頁(不含附件)，超出部分不予審查。

二、審查及核定

1. 審查方式包括初審及複審，如有必要將通知計畫申請人進行簡報審查。
2. 審查未獲通過者，恕不接受申覆。
3. 本計畫經核定補助後，列入本會專題研究計畫件數計算。

伍、執行與考評

- 一、計畫執行團隊須配合本會及專案計畫辦公室進行成果追蹤、查核、考評及成果發表會之報告。計畫申請書及成果報告將提供相關管考單位進行評估考核。
- 二、計畫書內需明列技術里程碑、查核點、評量指標及技術的產業應用性，以為評審委員查核之依據。各年度執行中查核時間依管考單位要求繳交進度報告，必要時將安排進行口頭報告或成果實體展示；合作企業及法人單位資源鏈結與參與程度等成果審查結果將列為下一年度計畫是否繼續補助及經費調整之依據。

- 三、各年度所需經費如未獲立法院審議通過或經部分刪減，本會得依審議情形調減補助經費。
- 四、計畫成果發表除須註明本會補助外，亦請註明本計畫名稱或計畫編號。
- 五、本計畫之簽約、撥款、延期與變更、經費結報及報告繳交等，應依本會補助專題研究計畫作業要點、補助專題研究計畫經費處理原則、補助研究計畫成果報告審查作業規定、專題研究計畫補助合約書與執行同意書及其他有關規定辦理。
- 六、其餘未盡事宜，請依本會補助專題研究計畫作業要點及其他相關規定辦理。

陸、計畫聯絡人

專案召集人：吳宗霖教授(國立臺灣大學電機系/電信所)

Tel：(02)3366-3690

E-mail：tlwu@ntu.edu.tw

專案共同召集人：楊谷章教授(國立中興大學電機系)

Tel：(04) 2285-1549#228

E-mail：gcyang@dragon.nchu.edu.tw

專案共同召集人：簡鳳村教授(國立陽明交通大學電子研究所)

Tel：(03)571-2121#54194

E-mail：ftchien@nycu.edu.tw

專案共同召集人：王志宇研究員(中央研究院資訊科技創新研究中心)

Tel：(02) 2787-2300 #2339

E-mail：cywang@citi.sinica.edu.tw

國科會工程處承辦人：簡志洪助理研究員

Tel：(02)2737-7276

E-mail：ch2chien@nstc.gov.tw

國科會工程處專任助理：謝玉娟小姐

Tel：(02)2737-7983 E-mail：soa222@nstc.gov.tw

有關計畫申請系統操作問題，請洽國科會資訊處系統服務專線：

Tel：0800-212-058、(02)2737-7590、7591、7592