附件一：「學研合作 5G 產業技術開發專案計畫」重點推動研發項目

〔註〕下表為法人各單位所提之實務研發議題。請直接與擬合作單位聯絡，並據以提出計畫申請書。

項次	法人合作單位	主題	研究內容	聯絡人及聯絡方式
1	工業技術研究院資訊與通訊研究所-K 組	Interference Mitigation for LTE and its implementation on the OpenAirInterface platform	因為 5G 網路時代將要來臨，大家相信為了達到 5G 的 1000X 資料傳輸量的要求，高數量、高密度的小型基地台(Small Cell)佈建將會是必然的趨勢。因此高密度的基地台佈建相關研究近幾年來逐漸被討論，在高密度的基地台佈建環境中，兩兩基地台間的距離非常近(小於 30 公尺)，當使用者在這種環境中進行資料接收與傳送時，會受到鄰近基地台的嚴重干擾，使得傳輸效率不彰，浪費頻譜資源。 本計畫主要目標是透過 SON 技術解決在高密度小型基地台佈建環境中的干擾問題，希望研究者能利用 USRP (Universal Software Radio Peripheral) 硬體，結合開源軟體 OpenAirInterface(OAI)平台，實現 pre-5G 基地台間的干擾抑制技術，解決在高密度小型基地台佈建環境中資料傳輸干擾問題。本合作案預計產出包含： 1. 於 OAI 平台上實作干擾抑制技術之系統設計與效能測試報告 2. OAI 平台之干擾抑制軟體模組	邱碧貞 JaneChiu@itri.org.tw 03-5912428
2	工業技術研究院資訊與通訊研究所-K 組	Inter-Cluster Mobility for User Centric Ultra Dense Network	行動網路容量(Mobile Network Capacity)提升是第五代行動網路系統之主要目標。超高密度網路系統經由大量佈建小型基地台，可大幅度提升單位面積之行動網路容量。然而在超高密度網路環境中，由於基地台間的矩離大幅縮小，基地台間之干擾將大幅提升。另一方面，使用者在移動過程中，也會產生大量的換手程序。基地台間之干擾及頻繁換手程序，將造成使用者傳輸品質下降。在國內外之 5G 計畫，研發 Virtual Cell/Cluster 技術，將多個小型基地台聚合成單一多天線之虛擬基地台(或稱為一 Cluster)， 並利用 Network MIMO 技術來消除各基地台間之干擾問題，以達成網路容量可隨 Cluster 內基地台之數量成線性成長，此外使用者在此 Cluster 內移動將不會啟動換手程序。在本合作	顏在賢 chgan@itri.org.tw 03-5918065

項次	法人合作單位	主題	研究內容	聯絡人及聯絡方式
			研究案中，將借助學界專長，進一步研究在此Cluster 架構中，使用者跨Cluster 移動時，如何快速及高效率的處理 Inter-Cluster Mobility。另一方面，當使用者在移動時，其所服務之 Cluster 能夠隨使用者所在之位置，動態形成新的 Cluster 來提供使用者高品質傳輸服務。本合作案預計產出包含: 1. Inter-Cluster Mobility 機制研究與效能評估 2. Patent Survey & Planning 3. Simulation Model for Inter-Cluster Mobility	
3	工業技術研究院資訊與通訊研究所-K 組	Applications development for MEC	因應未來 5G 高頻寬、低延遲及大量終端等需求，ETSI 提出 MEC(Mobile Edge Computing)概念，於 edge 端建置 MEC Cloud，讓服務可更靠近使用者的位置，就近處理行動網路資料流，不須回到行動核心網路。藉由導入 MEC 技術與架構，不僅可結合區域特性提供新穎的行動網路應用服務外，並可降低服務 Latency 及 Backhaul 網路頻寬建置成本，提升 QoE。在本合作研究案中，主要希望能藉助學界專長，研發適合於 ETSI MEC 架構下之新穎應用服務，並與 ITRI MEC 平台完成整合驗證，提供能展現 low latency/high bandwidth 效果之行動網路創新應用服務.本合作案預計產出包含： 1. MEC APP 之系統需求規格書 (包含與 ITRI MEC 平台之整合介面需求)以及效能指標 2. MEC APP 之軟體原始碼(包含 APP Server 及 Client)，並與 ITRI MEC 平台完成整合驗證 3. MEC APP 之測試報告 4. MEC APP 系統安裝與設定文件	何永盛 ShawnHo@itri.org.tw 03-5917824
4	工業技術研究院資訊與通訊研究所-M 組	Large-scale phase antenna array efficient on-line calibration methodology	針對未來 5G 毫米波巨量(i.e.256)天線陣列，有關波束因時間等因素造成指向方位誤差之在線校準機制，特別是因天線單元數目非常多， 傳統兩兩天線單元之偶合校準需耗費許多時間，須有一高效機制與演算法來加速，以大幅減少在線調校所需之時間 (i.e. 200us -> 10 us @ 30.72MHz clock)	陳文江 chiang0626@itri.org.tw 03-5912868

項次	法人合作單位	主題	研究內容	聯絡人及聯絡方式
5	工業技術研究院資訊與通訊研究所-M 組	Advanced digital pre-distortion algorithm for mm-wave PA efficiency enhancement	1. 針對未來 5G 毫米波使用巨量天線陣列與多個功率放大器，特別是在毫米波頻段之功率放大器 PAE 效率不高 再加上 OFDM 64-QAM 調變需有 10dB back-off, 導致非常低的 PAE 與非常嚴重散熱問題 2. 針對毫米波頻段之功率放大器 PAE 效率之提升，尋求一高效演算法可以以數位 pre-distortion 方式，大幅提升功率放大器之 PAE 效率，從現有不到 20%提升至>40%	陳文江 chiang0626@itri.org.tw 03-5912868
6	工業技術研究院資訊與通訊研究所-M 組	RF calibration procedure	1. RF 收發機需有精準的調變/解調品質，因此需藉由數位輔助的方式校正 IQ imbalance 及 DC offset。 2. 針對 5G 高通道頻寬(80MHz)開發數位校正演算法，RF carrier frequency = 0.6~6GHz。TX 部分經由 envelope detector 回傳發射訊號資訊，進行數位校正。TX 校正完成後 loopback 回 RX，進行 RX 部分的校正。 3. 需提供數位輔助射頻校正的軟體模擬平台以及數位校正演算法之 Matlab 程式碼。校正完成後達成 TX LO leakage < -45dBm, RX DC offset < 1mV, IQ magnitude error < 0.05dB, IQ phase error < 0.5 deg。	鍾豐旭 fschung7@itri.org.tw 03-5914736
7	工業技術研究院資訊與通訊研究所-M 組	wide-band CMOS digital phase-shifter(3.5GHz)	射頻相移器是多天線(巨量天線)系統中的關鍵元件，在混合式波束成形的架構中，相移器提供次陣列(sub-array)中每個射頻鍊路所需的相位差；在數位波束成形的架構中，相移器可補償每個射頻鍊路的相位不平衡。 本計畫將以 65nm CMOS 製程開發 3.5GHz 的射頻相移器，規格如下: ● 頻寬>250MHz ● 解析度=5bit ● 數位控制介面 ● 內建可變增益放大器以補償相位調整時造成的振幅變異 ● 需於計畫結案前提供 chip level 量測資料、射頻相移器設計報告書和 65nm CMOS 製程所開發的射頻相移器 layout	李威璁 itriA20363@itri.org.tw 03-5914657
8	工業技術研究院資訊與	Holographic Antenna	1. 5G 巨量天線系統利用空間分集的技術，同時連線多個使用者，大幅	吳俊熠 jonathan_wu@itri.org.tw 03-5918371

項次	法人合作單位	主題	研究內容	聯絡人及聯絡方式
	通訊研究所-M 組		提升系統的容量、可靠度與頻譜效率。由於系統需要整合與控制上百個天線與射頻系統的資料傳輸與相位調整，最佳化的架構需要在天線、射頻前端的訊號品質與基頻的訊號處理硬體成本之間取得平衡。創新的波束成形架構將是值得探討的方向。 2. 光學上的全像(holographic)技術主要是利用散射自待測物(object)與參考光源(reference light)在全像片(hologram)上產生繞射圖案(diffraction pattern)。當參考光源入射該全像片之後可以投射出物像。本計畫目標是借用光學上之全像原理來設計印刷式平面全像天線，研究電子式波束掃描物理機制。由於該天線不同於陣列系統，僅需一套收發機(transceiver)，因此預期將可減輕相位陣列系統所需繁複之系統校正工作。	
9	工業技術研究院資訊與通訊研究所-M 組	5G NR UL random access and UL multiple access technology	**Work description:** <u>UL random access</u> 1. Design UL random access detection algorithm for NR basestation, where the algorithm should include: ● PRACH sequences detection ● UL timing synchronization between gNB and UE ● UE transmission power adjustment 2. Provide the performance evaluation, where performance should meet the RCT (Radio conformance testing) requirements <u>UL multiple access:</u> 1. Design multiple access detection algorithm for NR basestation, where multiple access includes: ● Synchronous/scheduling-based orthogonal multiple access for eMBB ● Non-orthogonal multiple access: ✓ UL-grant free transmission ✓ Contention-based transmission ✓ Scheduling-based multiple access 2. Provide the performance evaluation, where performance should meet the RCT (Radio conformance testing)	吳秋萍 TammyWu@itri.org.tw 03-5918036

項次	法人合作單位	主題	研究內容	聯絡人及聯絡方式
			requirements **Deliverable:** 1. Detection algorithm for UL random access 2. Detection algorithm for UL multiple access	
10	工業技術研究院資訊與通訊研究所-M 組	5G NR Polar code software IP and hardware IP technology	**Work description:** 1. Evaluate the performance of 5G NR Polar code encoder/decoder ● Performance evaluation for different decoding algorithms based on 5G NR discussion results (e.g., CA-Polar or PC-Polar) 2. Design Polar code software IP ● Encoder with variable block length and code rate ● Decoding algorithm development (e.g., List decoder) ✓ Desired FAR performance (at least the same as LTE) ● The values of block length and code rate are based on 5G NR discussion results ✓ Max. mother code size: 1024 ✓ Info. block length: 32, 48, 80, 120, and 200 bits ✓ Code rate: 1/12, 1/6, 1/3, 1/2, and 2/3 3. Design Polar code hardware IP ● Design Polar code encoder/decoder architecture ● Performance evaluation for different architectures ✓ Evaluate the performance, clock rate, power area, cost for architecture trade-off ● Hardware architecture porting on FPGA ● Performance evaluation for FPGA prototype ✓ Analysis the maximum clock rate, timing and resource utilization **Deliverable:** Polar code software IP and hardware IP	林敬衒 JingShiunLin@itri.org.tw 03-5914743
11	資策會智通所	5G uRLLC 通道編解碼硬體架構及 FPGA 實作	In TR 38.913 (V14.1.0), there are three 5G applications defined: eMBB、mMTC and uRLLC。For eMBB, it is agreed that Polar code is for control channel while the LDPC code for data channel. In uRLLC, however, the channel code has not been	高繼賢 chihsien@iii.org.tw 02-6073131

項次	法人合作單位	主題	研究內容	聯絡人及聯絡方式
			finalized yet.。 The main target of this project is to investigate the channel code meeting the special requirements for the uRLLC applications. To be more specific, these are including: 1. BLER < 10e(-5) at least is mandatory for all SNR、payloads、code rates (very low rate)、error floor. Link level simulation and analysis is required following the RAN1 #84b common assumptions. Fixed point simulation C code is assumed. 2. Decoding latency < 100us (TBD) at least。 Data rate throughput (transport block) could be at least 100Mbps (as apposed to eMBB @ 10 ~20Gbps). 3. For FPGA implementation, the final design quality should be close to the commercial IP core level quality with competitive die size and power consumption. The final design notes documents、Verilog source code will be provided。 It should be also integrated into the III uRLLC hardware platform together。	
12	資策會智通所	5G uRLLC HARQ enhanced grant-free transmission	URLLC (Ultra Reliable and Low Latency Communication) is one of the three usage scenarios for future 5G and has been envisioned as one of the enablers for future vertical applications, i.e., industrial automation, remote surgery, autonomous driving. For URLLC, UL transmission scheme without grant has been supported in 3GPP R14. UL grant-free transmission can achieve lower latency and lower signaling overhead than grant-based transmission since UE does not need to send scheduling request and wait for UL grant before data transmission. Apart from that, in order to achieve the extreme level of reliability, HARQ is an essential function necessary for URLLC, given that low latency requirement is not compromised. This task is to build a system simulation platform to model HARQ enhanced grand-free transmission and its corresponding performance. A corresponding lower MAC layer protocol	紀文瑋 wwchi@iii.org.tw 02-6073519

項次	法人合作單位	主題	研究內容	聯絡人及聯絡方式
			taking into account possible HARQ enhancements to fulfill rigid requirements in URLLC UL transmission shall be designed to address issues discovered from the simulation results. The URLLC grand-free transmission protocol will be contributed to the 3GPP standard by III, and the lower MAC layer protocol algorithm will be implemented in the URLLC HW platform for verification and validation.	
13	資策會智通所	5G vEPC SGW and PGW Selection Policy (LIPA and SIPTO)	智慧型手持裝置日漸普及，加上多元化的應用發展，導致資料數據爆炸性成長，基地台的負荷愈來愈重，資料分流及卸載愈發重要。 本地 IP 存取(Local IP Access, LIPA)與選擇 IP 流量卸載(Selected IP Traffic Offload, SIPTO)技術，是基於 Femtocell 提出的，目的是將使用者的資料數據卸載到家裡的有線網路，藉此降低基地台負荷，也讓使用者能夠享受高頻寬的服務。 為了支援 5G 高頻寬低延遲之應用，如果透過核心網路傳送，無法滿足需求，因此需藉由本地區域網路卸載來達成，本計畫期望研發適合於 5G vEPC 中使用之 SGW 及 PGW 選擇機制，使 MME 能夠依據使用者所在區域及傳輸目的地選擇合適之 SGW 及 PGW，達成與 LIPA 及 SIPTO 相同之效果(縮短資料傳輸路徑及分流機制)。	林志信 chihshinlin@iii.org.tw 02-66073744
14	資策會智通所	5G vEPC SGW and PGW C/U Split Mechanism (SDN Based)	研發適合於 5G vEPC 中使用之 C/U Split 機制，將 SGW 及 PGW 之控制封包(C)與資料封包(U)路徑分離，結合 SDN、SDN switch 及 NFVI 之 OVS，資料封包由 SDN 路徑規則直接送往目的地，控制封包則送進所屬之 SGW 與 PGW，藉此提升 5G vEPC 大頻寬傳輸效能。 本計畫期望能夠達成以下目標： 1. 資料傳輸延遲時間 < 50ms 2. 資料封包傳輸速度至少大於 80% 線速(line speed) [e.g. 10G 網路卡希望封包傳輸速度大於 8Gbps]	林志信 chihshinlin@iii.org.tw 02-66073744
15	中科院電子所	毫米波相列波束旁波帶抑制之技術	毫米波頻段之陣列天線礙於陣列結構之排列拘限，天線輻射易出現較高的旁波束，他對於動態波束掃描或多波束的電磁覆蓋會產生相互干擾的現象，因而影	余建德 yudar99@gmail.com

項次	法人合作單位	主題	研究內容	聯絡人及聯絡方式
			響通訊傳輸率，本計畫希望發展旁波帶抑制技術，以多波束覆蓋為基準點，讓波束間的覆蓋優化，此波束間的優化關係可以應用於射頻切換之智慧型天線及多阜的多波束天線的優化設計。 以現行 4G 基地站的規格(八個天線單元)約-15~-18dB，因為此為陣列天線的特性，因此可以訂為至少-18dB，若天線單元增加則可以進一步提升，可再增加為-20dB	
16	中科院電子所	毫米波大頻寬的校正之技術	毫米波的射頻元件輸出具備高度的不確定誤差，包括差頻間的輸出誤差及因製程引起的元件間的輸出誤差，誤差度隨頻率之增加而上升，亦產生頻帶間的差異，進而影響了電磁波輻射的波束分布，對通訊覆蓋產生不確定性。礙於在一個選定的頻帶上，其射頻元件控制碼僅能一組，因此必須以電磁優化演算法來針對頻帶間的元件輸出變化進行優化，使得系統天線的輻射波型在所屬頻帶內均能得到最佳化的波型。 因為是校正，自然希望校正後的波束偏移與旁波束能回來，因此可以訂為旁波束誤差小於 20%，波束角度偏移小於30%誤差	余建德 yudar99@gmail.com