

出國報告（出國類別：其他—國際會議）

2015 IEEE 無線通訊與網路研討會

服務機關：中正大學通訊工程學系

姓名職稱：潘仁義 副教授

派赴國家：美國

出國期間：2015年3月9日至2015年3月18日

報告日期：2015年3月31日

—

摘要

2015 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC, 中譯: IEEE 無線通訊與網路研討會), 在美國紐奧良舉行, 會議時間自 2015 年 3 月 9 日至 3 月 12 日。此次參加會議的目的為口頭發表本人所著論文。此外, 也參與了一場座談。其中令人印象深刻的是, 第五代行動通訊的場景與關鍵技術, 及與會者一致的發展推動第五代行動通訊的技術與標準。在此感謝中正大學及 AIM-HI 的經費補助, 本人在此會議受益良多, 建議我國應加強研究與落實相關技術發展, 並多多與國際合作, 急起直追。

目次

一、參加會議目的	1
二、參加會議過程	1
三、座談討論活動	3
四、與會心得	9
五、建議	10
六、攜回資料名稱及內容	10

出席國際學術會議心得報告

日期：2015 年 3 月 31 日

出國人員姓名	潘仁義	服務機構及職稱	中正大學通訊工程學系 副教授
會議時間	2015 年 3 月 9 日至 2015 年 3 月 12 日	會議地點	美國，紐奧良
會議名稱	(中文) 2015 IEEE 無線通訊與網路研討會 (英文) 2015 IEEE Wireless Communications and Networking Conference		
發表題目	Coordinative Switch Beamforming Scheduler for Guaranteed Service with Service Area Subsectorization in Next Generation Cellular Network		

一、參加會議目的

此次參加會議的目的為在 2015 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (中譯:IEEE 無線通訊與網路研討會)中的“MAC-06: Next Generation Cellular Networks”(中譯:下世代行動網路)場次，口頭發表本人所著論文。

二、參加會議過程

2015 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (簡稱 WCNC, 中譯:IEEE 無線通訊與網路研討會)，在美國紐奧良舉行，會議時間自 2015 年 3 月 9 日至 3 月 12 日。WCNC 為 IEEE Communications Society(中譯:電機電子工程師學會通訊協會)主辦的國際會議，是全球首屈一指的專注在無線領域的旗艦級會議，匯集業界專家、學者，和政府機構和其他機構的代表，以交換無線通訊和網路技術的最新資訊和創

意。會議包含了技術議程、工作坊、教學課程、主題講座、領袖論壇等等。本次會議共有來自 55 個國家約 1000 件論文投稿，390 篇被接受發表，共有四大技術領域，67 場 Technical sessions(科技場次)、6 場 Keynote speeches(主題講座)及 5 場 Executive panels(領袖論壇)。

參加會議經過簡述如下：

- (一) 本人於 2015 年 3 月 9 日從臺灣出發至美國路易西安那州，3 月 10 日抵達紐奧良市區。
- (二) 3 月 10 日當天前往會場報到，領取會議資料，如圖 1，並參與領袖論壇，詳見“三、座談討論活動”。當晚居住在紐奧良市區。
- (三) 3 月 11 日下午前往會場進行口頭發表及意見交流。如圖 2。詳見“四、與會心得”。
- (四) 最後於 3 月 18 日返國。



圖 1 WCNC 會場

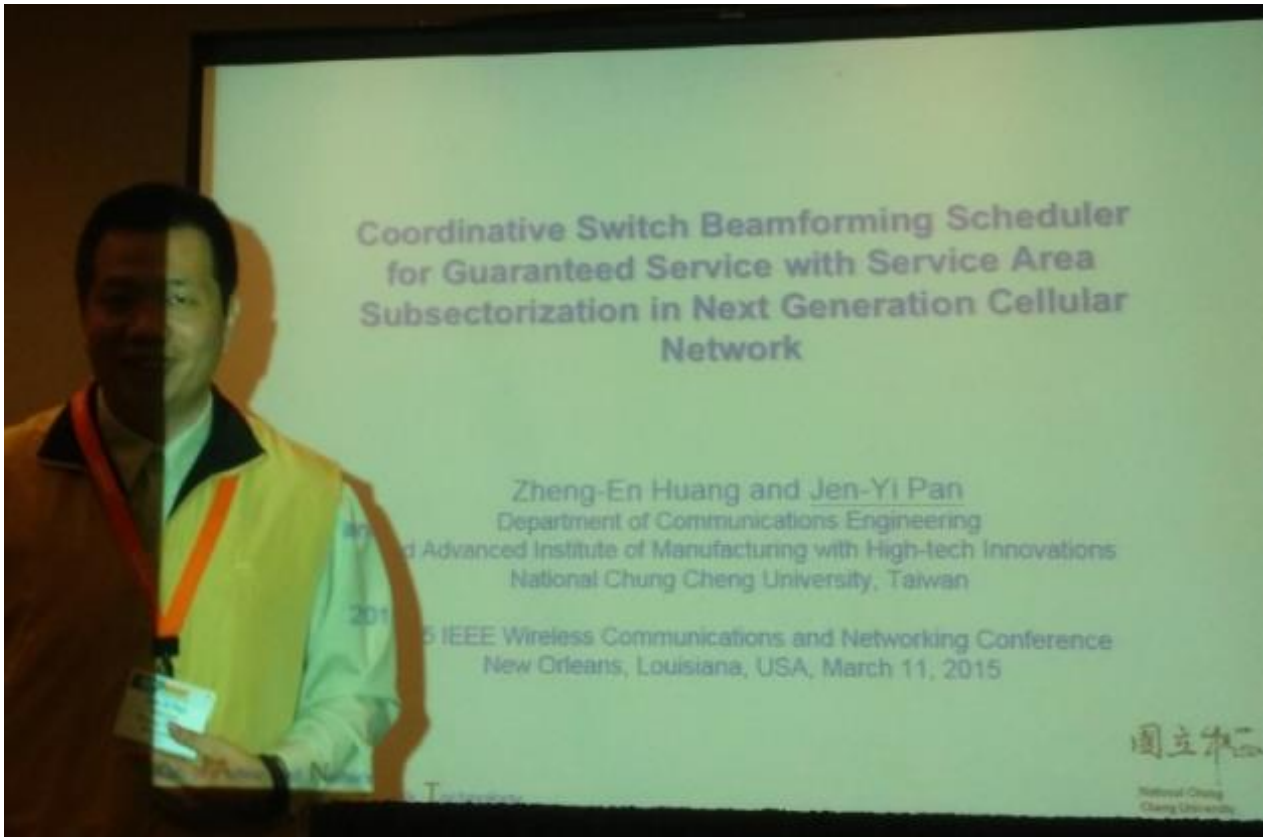


圖 2 口頭發表過程及意見交流，機構單位為通訊系及前瞻中心

三、座談討論活動

我所參加的領袖論壇為“5G Visions and Requirements”（中譯：第五代行動通訊的願景與需求），會中有六位業界與國際組織的代表參與討論，分別代表歐洲、美洲、中國、日本、韓國、國際標準。由於內容相當長，僅摘錄來自中國的中興通訊(ZTE)代表 IMT 2020 Promotion Association(中譯：國際行動通訊 2020 促進協會)報告“5G Concept”（中譯：第五代行動通訊概念）。以下摘錄值得留意的部分內容作說明：

第五代行動通訊的推手

5G 已成為全球研發的主要焦點，2016 年初即將啟動 5G 的標準制定。5G 主要的推手，是行動互連網及物聯網。行動互連網的資料量，預估 2020 年將會是 2010 年的千倍。行動裝置的連線數，在 2020 年將達到一百億。而物聯網的連線數，在 2020 年也將相當於全球的人口數。在 2030 年將會是人口數量的 20 倍。下一代的行動通訊必須要支援如此大的資料量與連線數。行動通訊已經深刻地改變了生活，人們對於更高性能的行動通

訊的渴望永無止境。展望未來，有幾個趨勢將使得現有的無線網路勢必遇到瓶頸。這些包括：數據流量的爆炸式增長；在互聯設備的數量大幅增加；新的服務和應用場景不斷湧現。

第五代（5G）行動通訊系統將超越上一代系統，滿足前所未有的新需求。5G 會滲透到未來社會的每個角落，並創建一個全方位，以用戶為中心的資訊環境。5G 將打破時間和空間的限制，創造身臨其境的互動式用戶體驗。5G 還將縮短人與物之間的距離，實現人與萬物之間的無縫接軌。5G 將為用戶提供光纖網路等級的數據速率和“零”延遲的用戶體驗。5G 將能夠在超高流量密度、超高連接密度、超高移動性的情況下，提供一致的使用者經驗。5G 也將能依服務及用戶狀態來提高能源和成本效率數百倍，使我們可實現 5G 的願景：“信息隨心至，萬物觸手及”。

第五代行動通訊的技術需求

由圖 3，我們可知 5G 主要的技術需求，應該達到的目標說明如下：

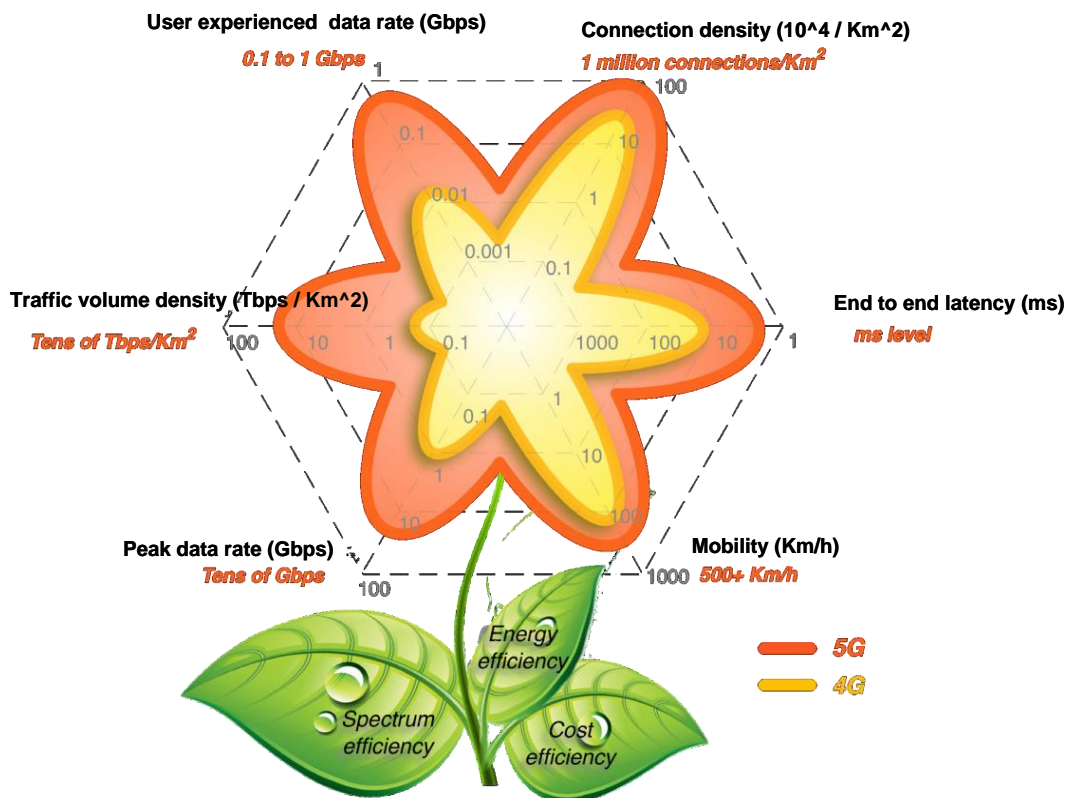


圖 3 第四代行動通訊與第五代行動通訊的需求比較

- 0.1~1 Giga bps 用戶體驗資料傳輸率
- 每平方公里百萬個的連接密度
- 毫秒級的終端到終端延遲
- 每平方公里幾十 Tera bps 的資料傳輸量
- 高於每小時 500 公里移動速度
- 幾十 Gbps 的最高資料速率

下面的葉子代表三個方面的關鍵效率，分別為頻譜效率、能源效率及成本效率，以保證 5G 的發展具可持續性。

5G 需要滿足未來生活各方面多樣化的服務需求，如居住、工作、休閒和運輸。最終極的服務體驗，包括超高清晰度視訊、增強現實、虛擬現實、雲端桌面和線上遊戲，都可在各種場合享用，甚至在超高流量密度、連接密度和高速移動下的場合也都適用，像密集住宅區、辦公室、體育場館、露天公共集會、捷運、高速公路、高速鐵路等等。

另外，5G 也會滲透到物聯網和各種其它的產業，並且與工業設施、醫療設備，車輛等等整合，以滿足各種不同產業的服務要求，像製造業、醫藥、運輸等等，實現真正的“物聯網”。

第五代行動通訊的技術場景

5G 將解決各個廣泛領域中所面臨的效能需求挑戰。其中，不同的關鍵績效指標，如用戶體驗的傳輸速率、資料流量密度、延遲時間、能源效率和連線密度是最具挑戰性的。從行動網路和物聯網的應用情境、服務需求、關鍵挑戰中，我們可歸納出四種典型 5G 的技術場景，分別為無縫廣域覆蓋、大容量熱點上網、低功率巨量連線、低延遲高可靠性通訊等四種情況。

無縫廣域覆蓋和高容量的熱點是行動網路迎向 2020 年及以後的主要技術場景。應當注意的是，它們同時也是 4G 的主場景。然而，5G 時代應滿足更高的效能要求。

無縫廣域覆蓋是行動通訊的基本情境。在這種情況下，主要的目的是提供無縫服務給用戶端。主要的挑戰是要隨時隨地提供超過 100Mbps 的用戶體驗傳輸速率，甚至在用戶高速移動時，或在無線基地台的服務範圍邊緣，都不應該有任何例外。

高容量的熱點上網主要是針對當地的熱點地區(Hot spot)，應提供給用戶超高傳輸速率和超大傳輸流量。主要的挑戰是提供 1 Giga bps 的用戶體驗傳輸速率，數十 Giga bps 的最高傳輸速率，以及每平方公里幾十 Tera bps 的資料流量密度。

低功率巨量連線和低延遲高可靠性通訊的場景主要針對物聯網和各種其它的產業的服務，在傳統通訊系統不能很好地滿足其效能要求。這些就是 5G 延伸的場景。

低功率巨量連線的情況主要著重在感測網路和資料收集的使用案例，如智慧城市，環境監測，智慧農業和森林防火。此方案的特色包括小資料封包，低功耗和低成本。在一般情況下，這些類型的設備具有廣泛的地理分佈。為了支持這類應用，5G 需要支援每平方公里至少百萬連線和總量一兆個連線，而且要讓終端設備以超低耗能和超低成本的方式來連線。

低延遲高可靠性通訊主要著重在車載通訊和工業控制。這種情境需要保證毫秒級的端點延遲和接近 100% 的傳輸可靠性。

第五代行動通訊的關鍵技術

5G 的技術創新來自於無線和網路技術。在無線技術方面，巨量多輸入輸出天線 (Massive MIMO)、超緻密網路 (UDN)、新穎的多重存取技術，和全頻譜存取技術已成為全球電信業的焦點。在網路技術方面，基於軟體定義網路 (SDN) 與網路功能虛擬化 (NFV) 的全新的網路架構已成為全球普遍的看法。

第五代行動通訊的無線關鍵技術

巨量多輸入輸出天線 (Massive MIMO) 允許比 4G 系統更多的天線，同時可傳輸幾十個獨立的資訊流。這有助於改善數倍的多用戶系統的頻譜效率。它將在滿足 5G 的容量需求方面扮演重要角色。在 5G 系統部署巨量天線之前，一些關鍵的技術問題必須先解決，其中包括頻道測量和反饋、參考信號的定義、天線陣列的設計，和降低製造成本。

超緻密網路 (UDN) 理論上可以透過部署更密集的基地台以無限增加頻譜重覆使用率。事實上，即使受限於周遭頻率干擾、站點的可用性，及部署成本的限制，此技術仍可以在熱點地區達成幾百倍的容量改善。干擾管理和抑制、虛擬基地台、聯合存取和反饋亦是超緻密網路中非常重要的研究領域。

新穎的多重存取技術可以藉由空間/時間/頻率/碼域上重疊多個用戶的信號而顯著改善 5G 的頻譜效率和存取能力。

此外，直接取用資源的多重存取方式可顯著地減少信令成本、存取延遲和終端設備的功率消耗。目前，業界提出的可行方案包括稀疏碼多重存取（SCMA）、多用戶共享存取（MUSA）、樣式分工多重存取（PDMA）和非正交多重存取（NOMA）等等。

全頻譜存取技術可以利用行動通訊的各種頻譜資源，包括高、低頻段，成對和不成對頻段，有執照和免執照的頻段，連續的和非連續的頻段，來提高傳輸速率和系統容量。低於 6 GHz 的頻段，由於其良好的傳播特性，是優先選用的。6 GHz 和 100 GHz 之間大量的未使用頻段，可以作為 5G 的補充頻段。全頻譜存取技術的主要挑戰包括頻道測量和建模，高低頻段一致的存取技術，和射頻（RF）元件的實作。

第五代行動通訊的網路架構與技術

圖 4 說明了第五代行動通訊的網路架構。

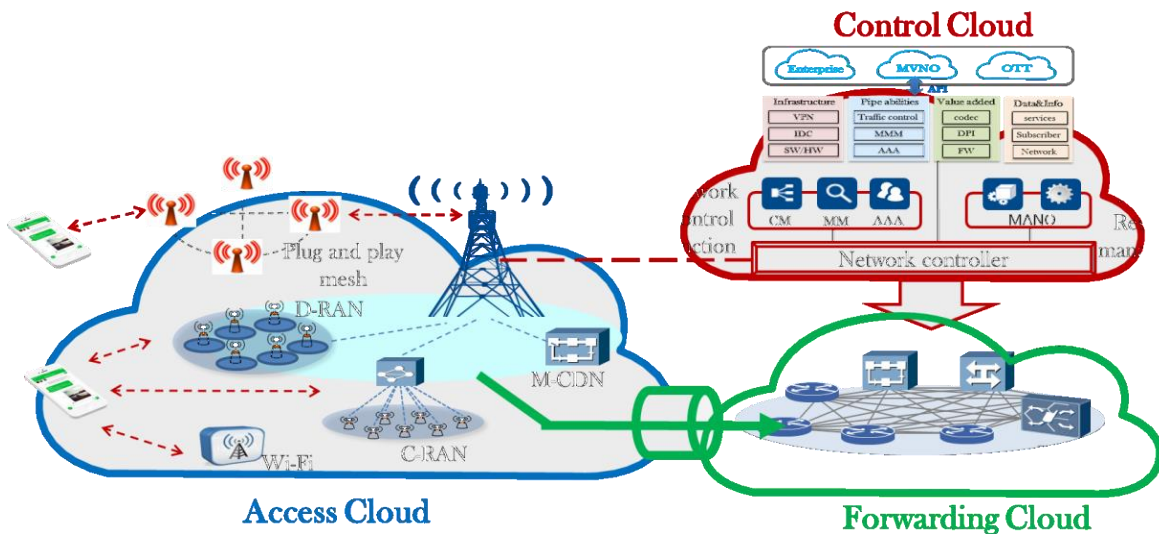


圖 4 第五代行動通訊的網路架構

相較於傳統網路，5G 網路架構將利用軟體定義網路（SDN）、網路功能虛擬化（NFV）和雲端計算實現更靈活、更聰明、更有效率、更開放的網路。5G 網路架構包含了三種雲：存取雲(Access cloud)、控制雲(Control cloud)和轉送雲(Forwarding cloud)。

存取雲(Access cloud)提供多種無線存取技術，整合了集中式和分散式兩種架構，並適應各種骨幹鏈路。這些特色有利於更靈活的部署和更有效的無線資源管理。

5G 網路的控制和資訊轉送功能將大幅脫鉤，變成了集中統一的控制雲(Control cloud)和靈活高效率的轉送雲(Forwarding cloud)。

控制雲(Control cloud)負責區域和全域網路控制功能，如服務會談控制、移動性管理和體驗品質(QoE)的保障。它也提供了開放服務介面以善用網路能力，並滿足範圍廣泛的不同服務要求和提高服務部署的效率。

轉送雲(Forwarding cloud)，建立於通用硬體平台之上。藉由控制雲有效地控制和調度資源，轉送雲能夠以高可靠性、低延遲的負載平衡方式，有效地傳輸巨量資料。

基於“三雲”的這個新 5G 網路架構，是未來行動網路的發展趨勢。除了新的服務和場景的需求，讓目前的行動網路和平演進也應考慮在內。轉移到新的網路架構需要一個中間階段，以允許一些局部變化。通訊和資訊技術的融合將由核心網路逐漸蔓延到無線存取網路，最終實現整個網路的改造。

第五代行動通訊的技術場景與關鍵技術的關連性

5G 的四個主要的技術場景，包括無縫廣域覆蓋、大容量熱點上網、低功率巨量連線、低延遲高可靠性通訊，都有著非常不同的並具有挑戰性的性能需求。應考慮不同技術之間的相容性，以便選擇關鍵技術的適當組合，滿足特定場景的這些需求。

在無縫廣域覆蓋的場景下，基地台位置和頻譜資源是有限的。為了實現 100Mbps 的用戶體驗傳輸速率，必須要有顯著的頻譜效率改善，並且需要配置更多的低頻頻段。在這種情況下，巨量多輸入輸出天線是最重要的技術之一，配合新穎的多重存取技術，可進一步提高頻譜效率和多用戶存取能力。至於網路架構方面，可以通過整合各種無線存取技術，並集中地協調網路資源和服務品質控制，來實現更穩定的用戶體驗傳輸速率。

在高容量熱點的場景下，主要的挑戰是提供極高的用戶體驗傳輸速率和處理超高資料流量密度。超緻密網路可以顯著提高頻譜重覆使用率，提高頻譜效率。全頻譜存取技術可以充分利用低頻和高頻頻段資源，以獲得更高的系統容量。巨量多輸入輸出天線和新穎的多重存取技術可以與超緻密網路和全頻譜存取技術相結合以進一步提高頻譜效率。

在低功率巨量連線的場景下，面臨的主要挑戰是要以極低的功耗和低建置成本來連

接大量設備。新穎的多重存取技術，可以重疊多個用戶的信號而數倍地提升連線數量。通過直接取用資源的多重存取技術，可以大大減少信令負荷，並允許終端設備休眠更長的時間以降低功耗。新的多載波技術，包括過濾正交分頻多工技術(Filtered-OFDM)和多載波濾波技術(FBMC)，可利用零散頻段，支援窄頻和小封包傳輸，並降低了功耗和成本。此外，裝置對裝置通訊技術(D2D)也可以使用在這種情況下，因為它可以避免基地台和行動裝置之間長距離傳輸，以降低功耗。

在低延遲的高可靠性的情況下，由無線介面、網路轉送和重新傳送產生的等待時間應最小化。因此，需要採用較短的無線封包和更簡潔的信令流程。新穎的多重存取技術和裝置對裝置通訊技術(D2D)是減少信令過程和資料轉送延遲的最佳候選技術。此外，先進的編碼調變技術和先進的重傳技術可提高傳輸的可靠性。從網路架構的角度來看，控制雲(Control cloud)應該將傳輸路徑最佳化，並將所需的服務資料預先調配到轉送雲(Forwarding cloud)和存取雲(Access cloud)的前線，以大量減少網路傳輸的延遲。

四、與會心得

本人參與“MAC-06: Next Generation Cellular Networks”(中譯:下世代行動網路)這個場次的口頭發表，論文題目為“Coordinative Switch Beamforming Scheduler for Guaranteed Service with Service Area Subsectorization in Next Generation Cellular Network”。與會聽眾皆仔細聆聽並互相交流，例如台下聽眾提問：文章中是否有證明問題的複雜度；基因演算法的近似最佳解與我所提出的方法解有何不同；是否有考慮多用戶的多重輸出輸入天線的情況。本人在此會議受益良多，會場中也遇見許多國內其他頂尖大學的教授們。特別值得一提的，會場的中國大陸學者比例相當高，而且最佳論文獎有半數幾乎是中國學者獲得，此與我前幾年所看到的現象差異很大。感謝AIM-HI 補助，使我能有機會參與這次的 IEEE WCNC 2015 國際研討會，學習到許多新研究領域的知識，對增進國際學術研究的互動關係有非常大的幫助。所謂知彼知己，方能百戰百勝，要能有好的學術研究成果就是要多多增加國際觀，以避免停留在自己的舊思維中。由會議交流中也觀察得到，世界各國在通訊方面進展迅速，尤其是中國大陸，值

得注意。對亟於追求通訊技術領先的我國，確實有諸多值得參考之處。

五、建議

通訊技術日新月異，我國應加強研究與落實相關技術發展，並多多與國際合作，急起直追。

六、攜回資料名稱及內容

Proceedings of 2015 IEEE WCNC - USB Flash Drive 一支