

# 下世代Network Slicing模組設計

## 課程單元：5G與網路切片導論

國立中山大學 資訊工程系  
授課教師：李宗南教授  
教材編撰：劉軒佑

# 目錄

## CONTENTS

01 課程目標

02 簡介

03 5G應用場景

04 5G需求與相關技術

05 5G發展時程

06 結論

# 01 課程目標



# 課程目標

---

- 介紹何謂5G、5G目前的發展、5G的規格、5G所使用的頻譜範圍以及5G所需的技術。
- 同學們可以認識5G的三大應用場景、為什麼需要網路切片以及實現網路切片所需用到的NFV(Network Functions Virtualization)與SDN(Software Defined Networking)技術。
- 最後透過5G商用實例，讓同學能夠了解目前各大電信集團在投入5G研發後有哪些成果展現。

# 02 簡介



# 簡介

- 經過三十多年的快速發展，行動通訊已經成為應用最廣泛與普及的訊息通訊技術。隨著移動互聯網、物聯網及行業應用的爆發式增長，未來行動通訊將面臨千倍之多的數據流量增長與千億個設備聯網需求。
- 過去傳統蜂巢式網路基礎架構，難以符合未來5G多元化應用需求。為此，國際標準組織紛紛推動5G網路切片技術，讓營運商利用SDN與SFV進行網路切片，劃分數個不同應用服務情境，提供客製化的網路服務。
- 5G作為全新一代的行動通訊技術發展方向，將在提升移動互聯網使用者業務體驗的基礎上，進一步滿足未來物聯網應用的大量需求，並與工業、醫療、交通等行業深度融合，實現真正的「萬物互聯」。



## • Key Scenarios to be Addressed throughout the Multiple Stages of 5G Development

1

### Mission Critical Service

- Full reliability & high availability
- Real-time responsiveness
- On-the-fly coverage scalability for disaster situations

4

### Fixed Broadband

- Next-generation broadband
- Multi-Gbps peak throughputs
- Alternative to costly fibre
- New VAS possibilities for fresh revenue generation

2

### Massive IoT

- Connectivity for a new wave of device types
- High density deployments
- Networks-as-a-Service to meet each service provider's needs
- Robust QoE / QoS management
- New revenue opportunities

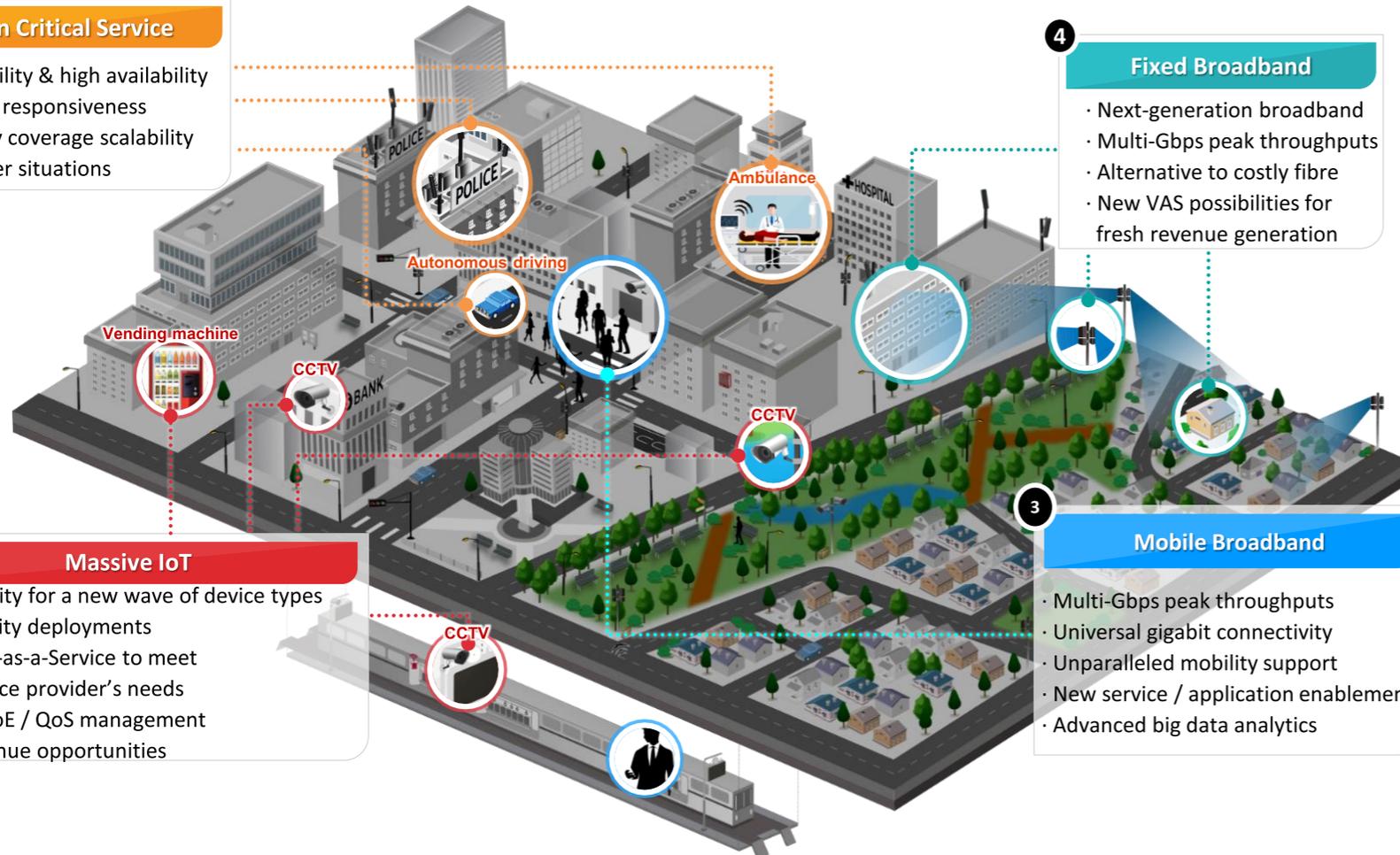
3

### Mobile Broadband

- Multi-Gbps peak throughputs
- Universal gigabit connectivity
- Unparalleled mobility support
- New service / application enablement
- Advanced big data analytics

### Requirements

- 10x bandwidth per connection
- Low-ms latency
- Five 9's reliability
- 100% coverage
- >10x connections
- 50Mbps per connection everywhere
- 1000x bandwidth/area
- 10 year battery life
- Reduction in TCO



# 03 5G應用場景

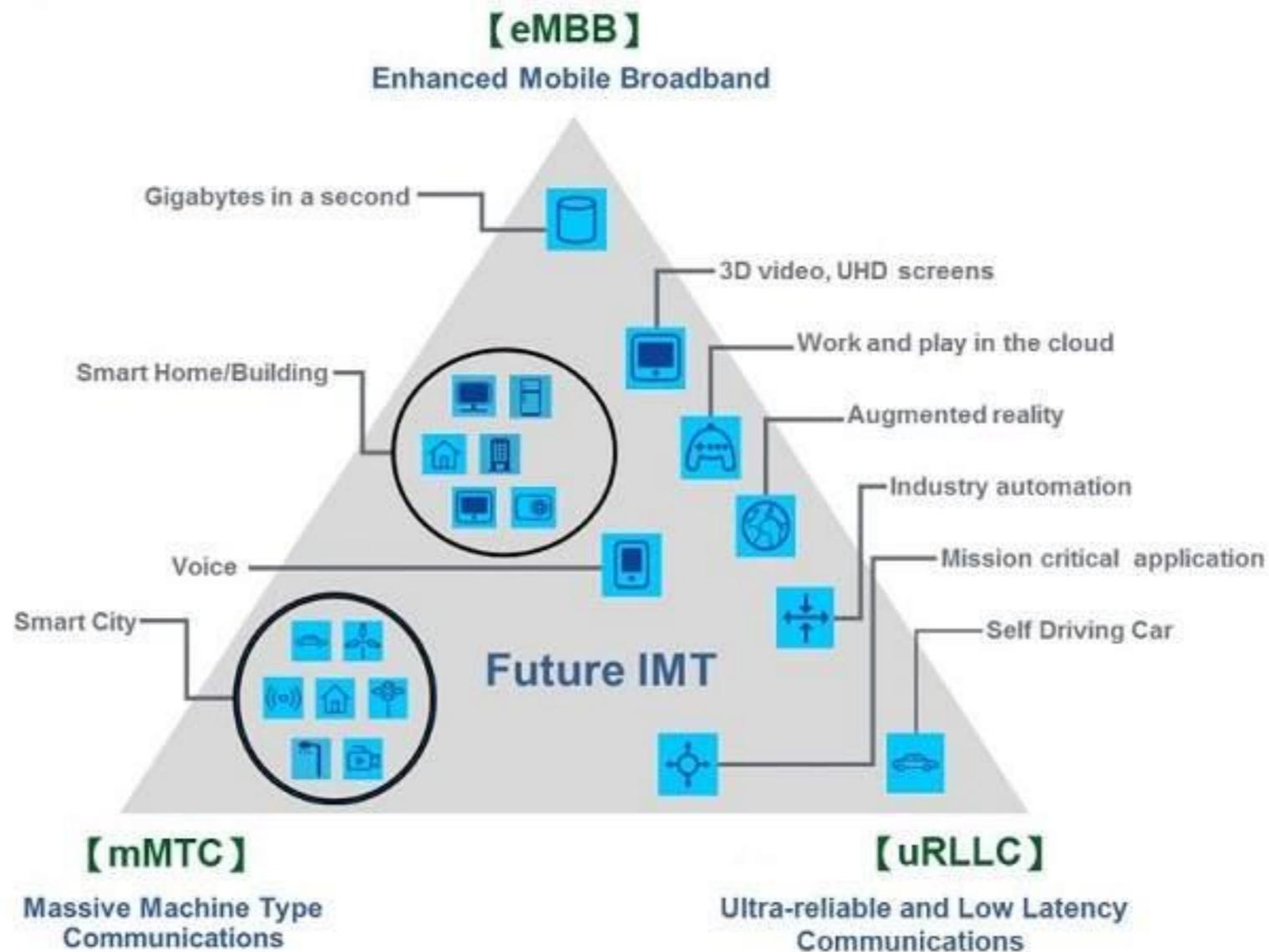


# 5G應用場景

---

- 5G網路將來不僅僅用於人與人之間的通訊，還會應用於人與物、物與物之間的通信。而目前5G應用大致可以分為三種場景：
  - 增強型行動寬頻通訊(Enhanced Mobile Broadband, eMBB)
  - 大規模機器型通訊(Massive Machine Type Communications, mMTC)
  - 超可靠度和低延遲通訊(Ultra-reliable and Low Latency Communications, URLLC)
- 5G網路需要針對以上三種應用場景的不同安全需求提供差異化的安全保護機制。

# 5G應用場景



# 5G應用場景

- 增強型行動寬頻通訊(Enhanced Mobile Broadband, eMBB)
  - eMBB除了針對現有的通訊服務提供其傳輸效能並給予用戶無縫的傳輸體驗外，亦可進一步開拓新的應用領域和需求。
  - eMBB 聚焦於對頻寬有極高需求的業務，例如高解析度影片、VR/ AR等，滿足人們對於數位化生活的需求。eMBB 廣泛的應用場景將帶來不同的安全需求，同一個應用場景中的不同應用其安全需求也有所不同，例如，VR/AR 等個人應用可能只要求對關鍵信息的傳輸進行加密，而對於行業應用可能要求對所有訊息的傳輸進行加密。



# 5G應用場景

- 大規模機器型通訊(Massive Machine Type Communications, mMTC)
  - mMTC負責對於連線密度需求較高的應用場景，約每平方公里內有100萬個裝置的機械間通訊需求，例如智慧城市、智慧農業等，滿足人們對於數位化社會的需求。
  - 在mMTC場景中將存在各種不同的物聯網設備，如在惡劣環境中的物聯網設備、或是技術含量低但機器壽命長的物聯網設備等。
- 超可靠度和低延遲通訊(Ultra-reliable and Low Latency Communications, uRLLC)
  - uRLLC負責對於注重延遲以及可靠性的場景，例如自動駕駛、遠程醫療手術、無線控制等。像是在車聯網的應用場景中，如果在通訊時受到安全威脅則可能涉及到生命安全，因此嚴格的安全保護措施及不能額外增加通訊延遲，且這些場景皆需要高可靠度(錯誤率低於 $10^{-5}$ )且低時間延遲(低於1毫秒)的通訊應用。

# 5G應用場景

## 超高速 (eMBB)



- Gbps等級速率
- 大容量
- 用戶體驗一致性

## 大連接 (mMTC)



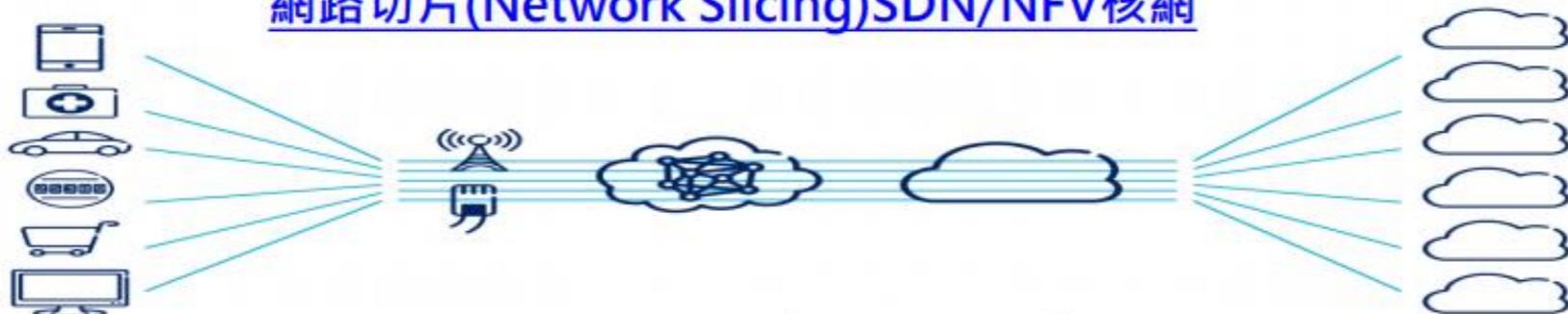
- 高連結數
- 低耗電
- 低成本

## 低時延 (URLLC)



- 低延遲
- 高可靠度
- 高可獲性

## 網路切片(Network Slicing)SDN/NFV核網



# 5G應用場景

- 為了提高系統的靈活性和效率並且降低成本，5G 網路架構將引入新的IT 技術，如SDN（Software Defined Network,軟體定義網路）和NFV（Network Functions Virtualization,網路功能虛擬化）
- 新技術的引入，使得5G 網路架構能夠透過導入虛擬化技術實現了軟體與硬體的溝通，透過NFV 技術的部署，使得部分功能單元以虛擬功能單元的形式部署在雲端化的基礎設施上，網路功能由軟體實現，不再依賴於專用通訊硬體平台

# 5G應用場景

- 未來5G網路所構築的三大關鍵應用，分別對傳輸速度、容量、覆蓋率、安全性有不同等級的需求，促使營運商在建構5G網路時需更為靈活有彈性。針對前述性能指標可動態調整、組合，以滿足不同應用個性化之要求。
- 因此，營運商可以透過雲端運算、軟體定義網路(SDN)，以及網路功能虛擬化(NFV)等工具，進行網路切片，將一個實體網路劃分為多個對應不同應用服務情境之虛擬邏輯網路，為5G未來廣泛多元應用情境提供最優化、具動態性、安全性與彈性之服務。

# 04 5G需求與相關技術

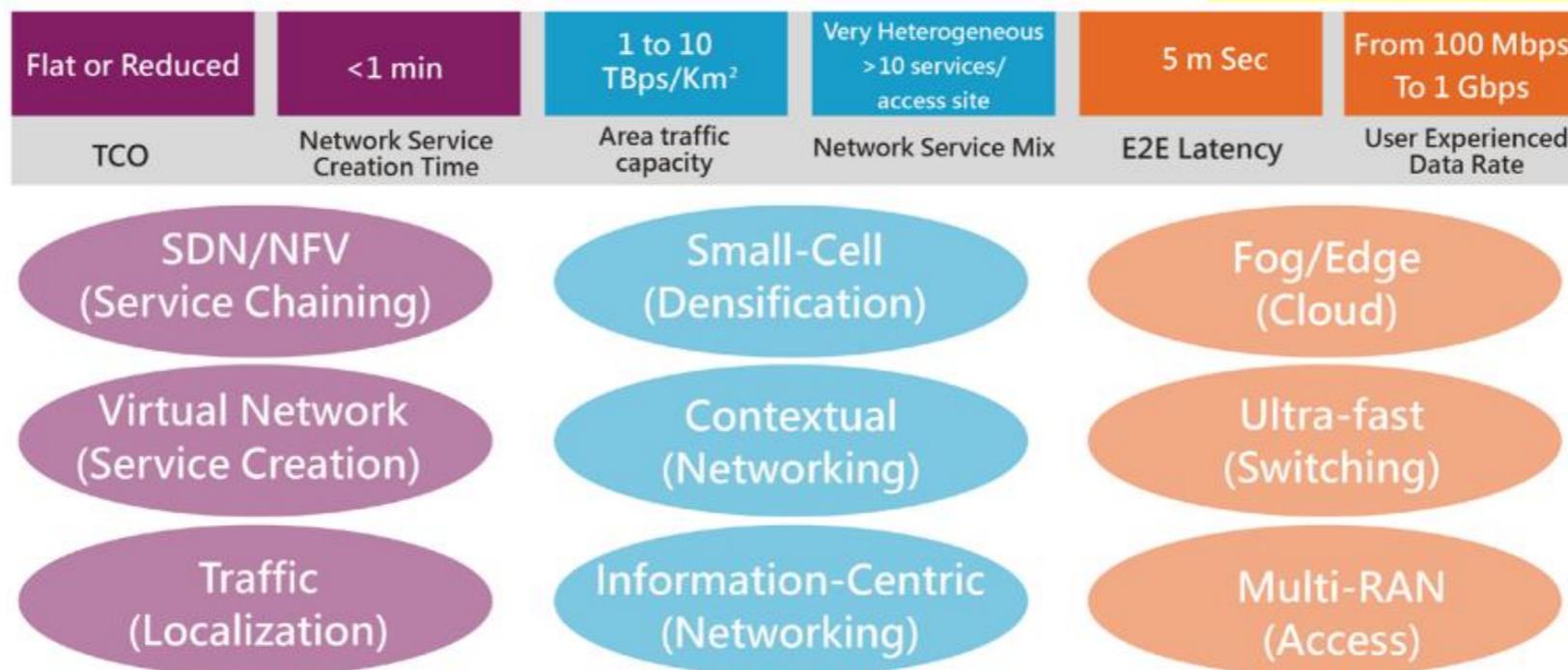


# 5G需求與相關技術

## 5G Network: initial requirements & enablers

Global consensus emerging on initial requirements and enabling concepts 【ITU-R】 ...

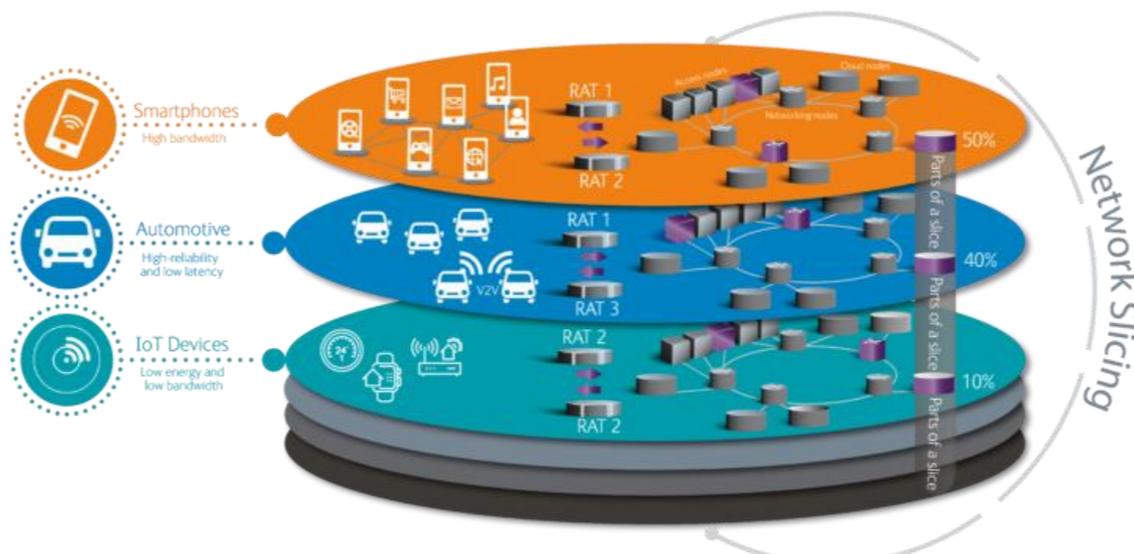
From: InterDigital



- 達成5G需求所需的技術有：新無線存取技術、交換技術、以訊息為中心網路技術、快速交換技術、雲端技術、小基站、邊緣運算、服務鏈等

# 5G需求與相關技術 – 網路切片(Network Slicing)

- 網路切片是次世代網路中非常重要的一個特色。
- 「網路切片」是將網路/系統從靜態的單一頻寬大小泛用於所有服務轉換為**按需求創建**(created “on demand” ), 也因此網路切片具有適當的隔離資源與優化的拓樸以服務特定目的或是個別客戶。
- 為了實現網路切片，則必須使用到NFV(Network Functions Virtualization) 以及SDN(Software Defined Networking)技術。



## 5G需求與相關技術 – 網路切片(Network Slicing)

- 傳統蜂窩網採用 “一刀切” 的網路架構明確的指向行動手機用戶的需求。在5G時代若是繼續採用單一物理網路似乎難以滿足不同使用者的需求
- 除了信號域多載波技術，在網路端透過網路切片技術將不同應用場景劃分在不同通道，優化了任務的開展實施，為典型的應用場景分配獨立的網路切片。
- 網路切片基於網路功能虛擬化 (NFV) 展開，對於不同的應用提供不同的服務。通過切片技術，雲端和終端形成了直連的道路，服務效率實現了最佳化。不同切片(Slice)的網路功能、擁塞、過載、配置調整都不對其他切片造成影響。

# 5G需求與相關技術 – 網路切片(Network Slicing)

- 名詞解釋：
  - **Network Slice** :
    - 透過網路切片實例(Network Slice Instance)來實現系統行為的概念。
  - **Network Slice Instance (NSI)**:
    - 透過NST所創建的實例。
  - **Network Slice Template**:
    - 是提供所需電信服務和網路功能所必須的NF和相對應資源要求的邏輯表示。
  - **Network Function (NF)**:
    - 指在網路中執行的功能。

# 5G需求與相關技術 – 網路切片(Network Slicing)

- 縮寫:

NS : Network Slicing

NF : Network Functions

NFV : Network Functions Virtualization

VNF : Virtualized Network Function

NSI : Network Slice Instance

NSMF : Network Slice Management Function

NSSAI : Network Slice Selection Assistance Information

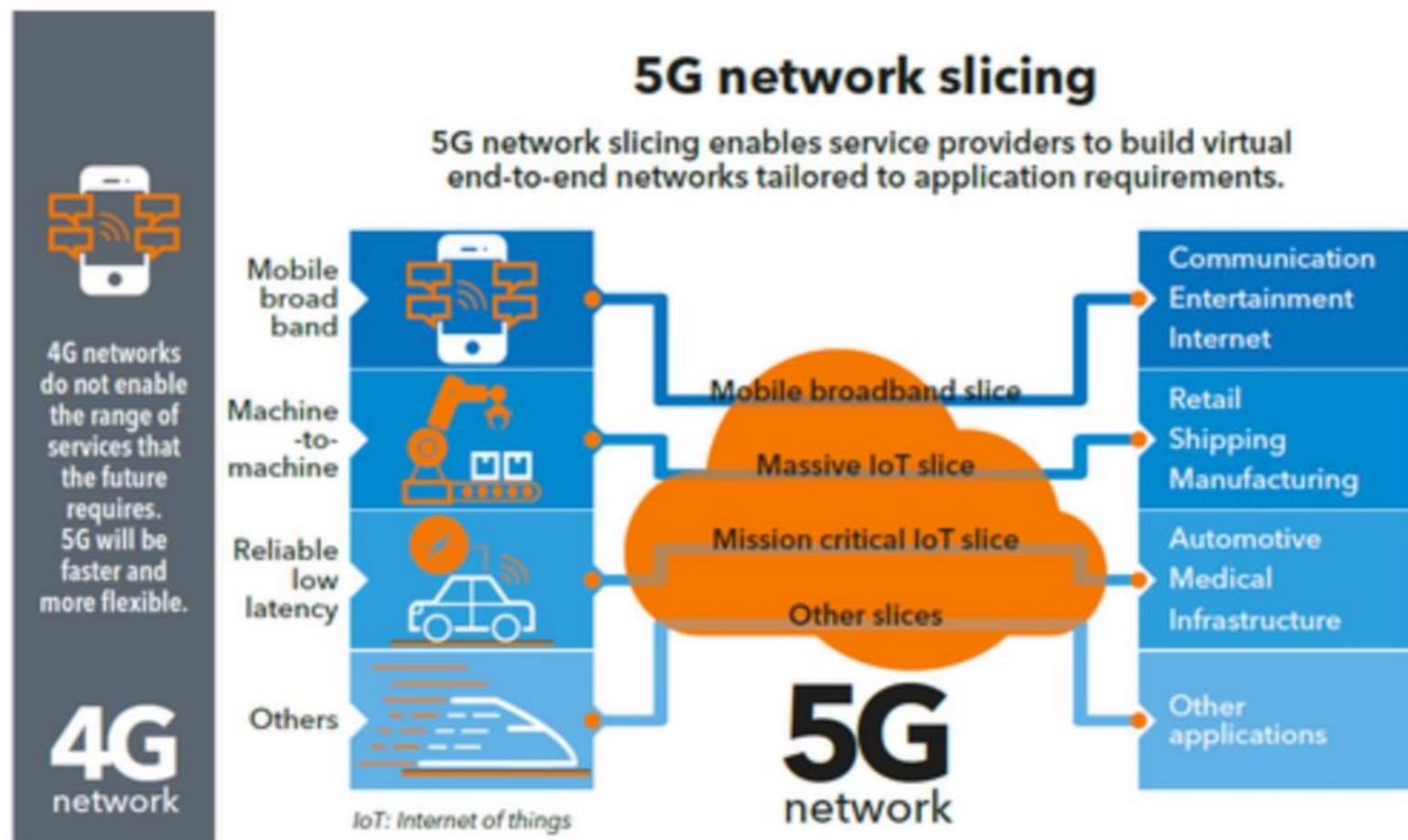
NST : Network Slice Template

NSSMF : Network Slice Subnet Management Function

CSMF : Communication Service Management Function

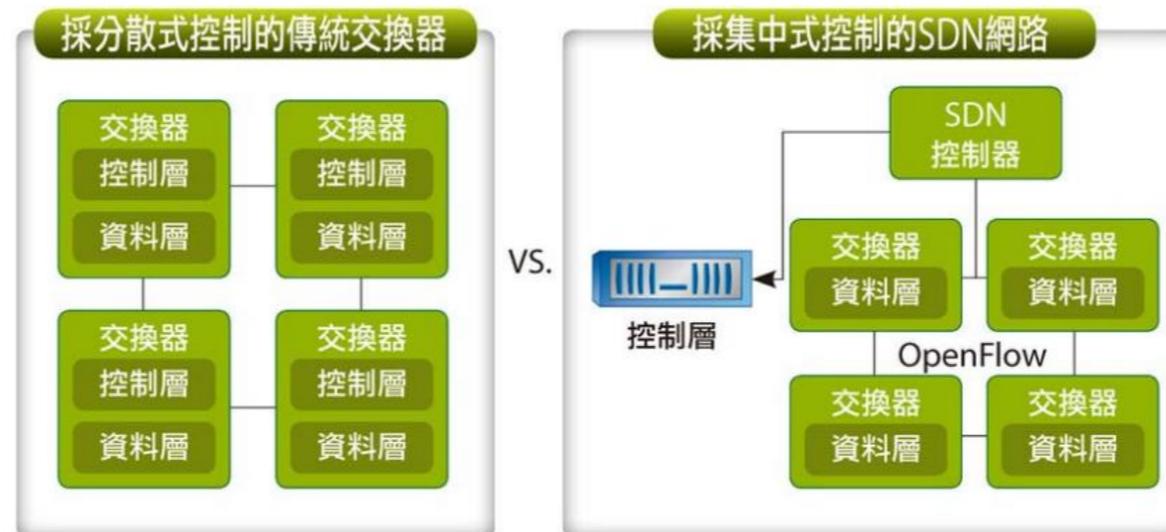
# 5G需求與相關技術 – 網路切片(Network Slicing)

- 網路模組組成不同的**網路切片**，以便支持不同的網路服務
- 由一個實體網路變成**多個邏輯網路**
- 最佳化**資源配置與獨立**



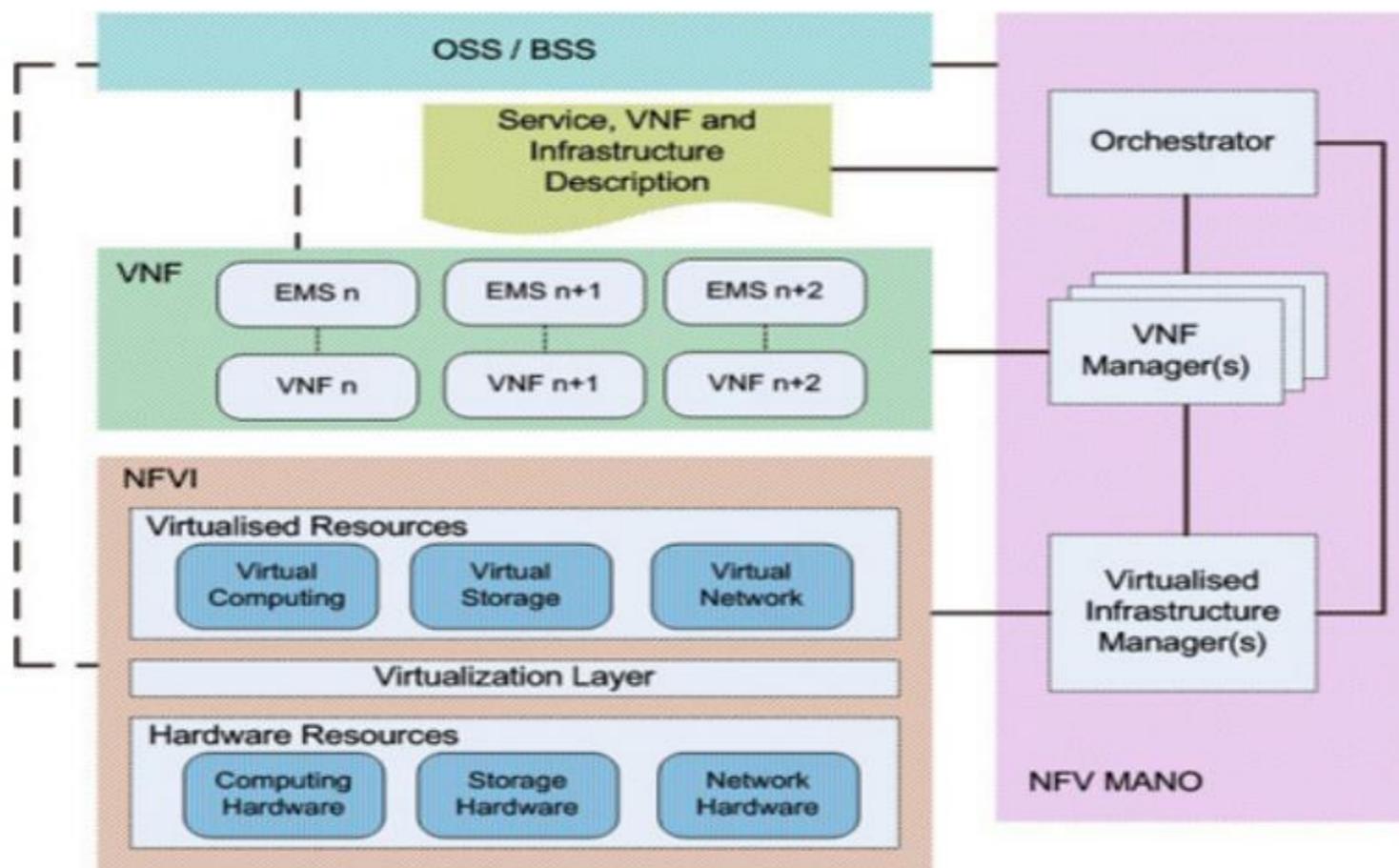
# 5G需求與相關技術 – Software-defined Networking (SDN)

- SDN為一種新的網路架構，主要利用OpenFlow協定，將路由器的**控制平面**（control plane）從資料平面（data plane）中分離出來，以軟體方式進行實作。
- 這個架構可以讓網路管理員，在不更動硬體裝置的前提下，以中央控制方式，用程式重新規劃網路，為控制網路流量提供了新的方法，也提供了核心網路及應用創新的良好平台。



# 5G需求與相關技術 – Network Functions Virtualization (NFV)

- **核心網路軟硬體分離**: 具NFVI標準硬體伺服器，促成核心網路功能虛擬化，可彈性部署核心網路軟體，建構虛擬化核心網路系統，有利於佈建**網路切片**功能

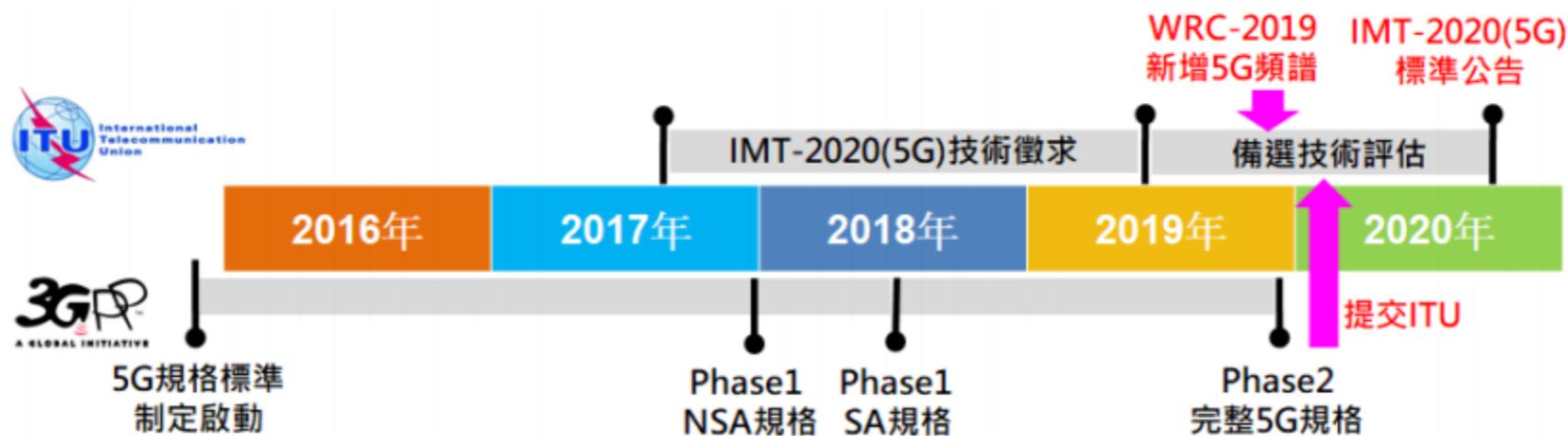


# 05 5G發展時程



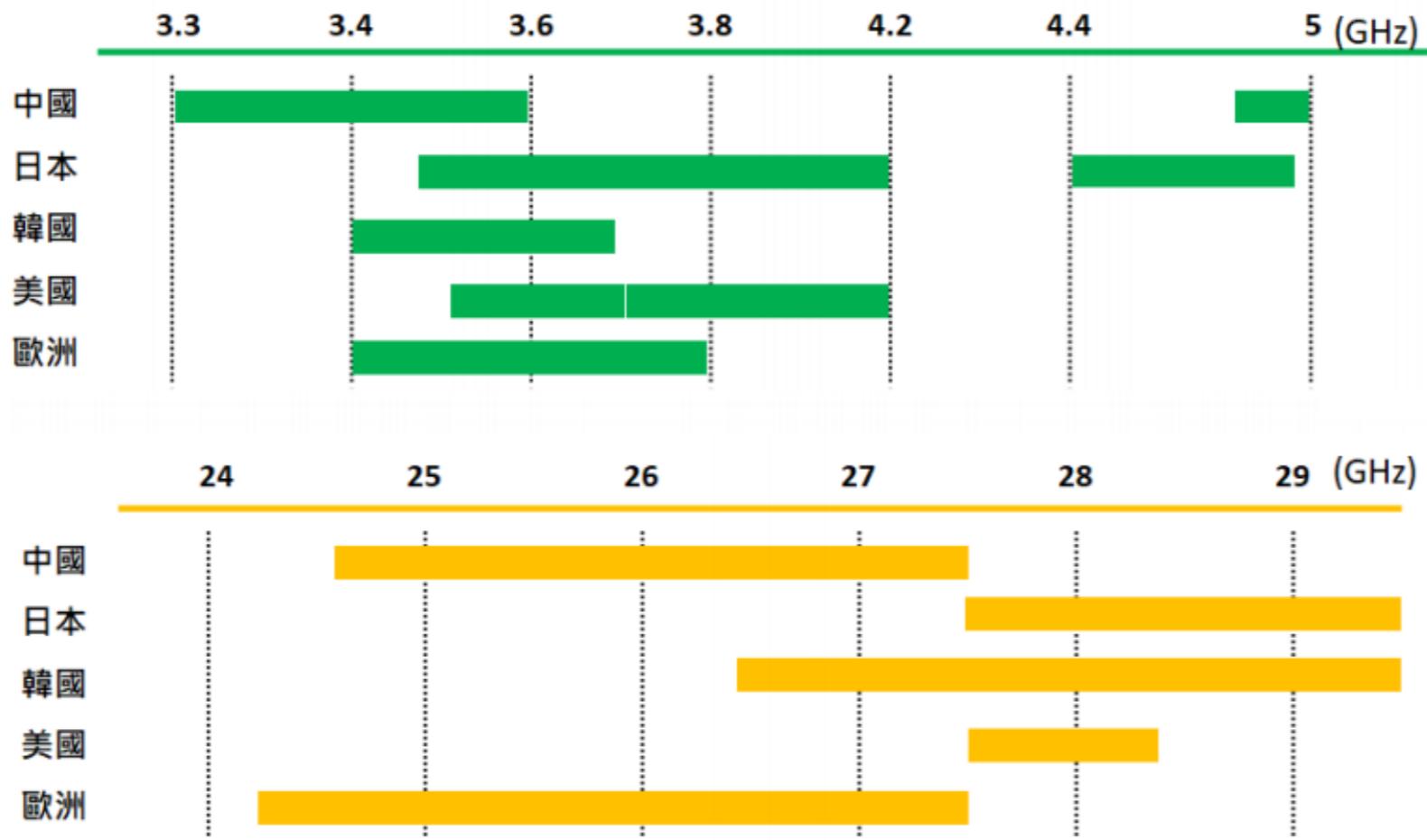
# 5G發展時程

- 3GPP 5G 技術規格
  - 2017/Q4 Phase 1 NSA (Non-Stand Alone) 規格凍結
  - 2018/Q2 Phase 1 SA (Stand Alone) 規格凍結
  - 2019/Q4 Phase 2 規格凍結
- ITU (國際電信聯盟) 5G活動
  - 2019/Q4 WRC會議配置新增5G頻譜
  - 2020年公告全球IMT-2020(5G)標準
- 預計2019年底、2020年有5G商用網路



# 5G發展時程

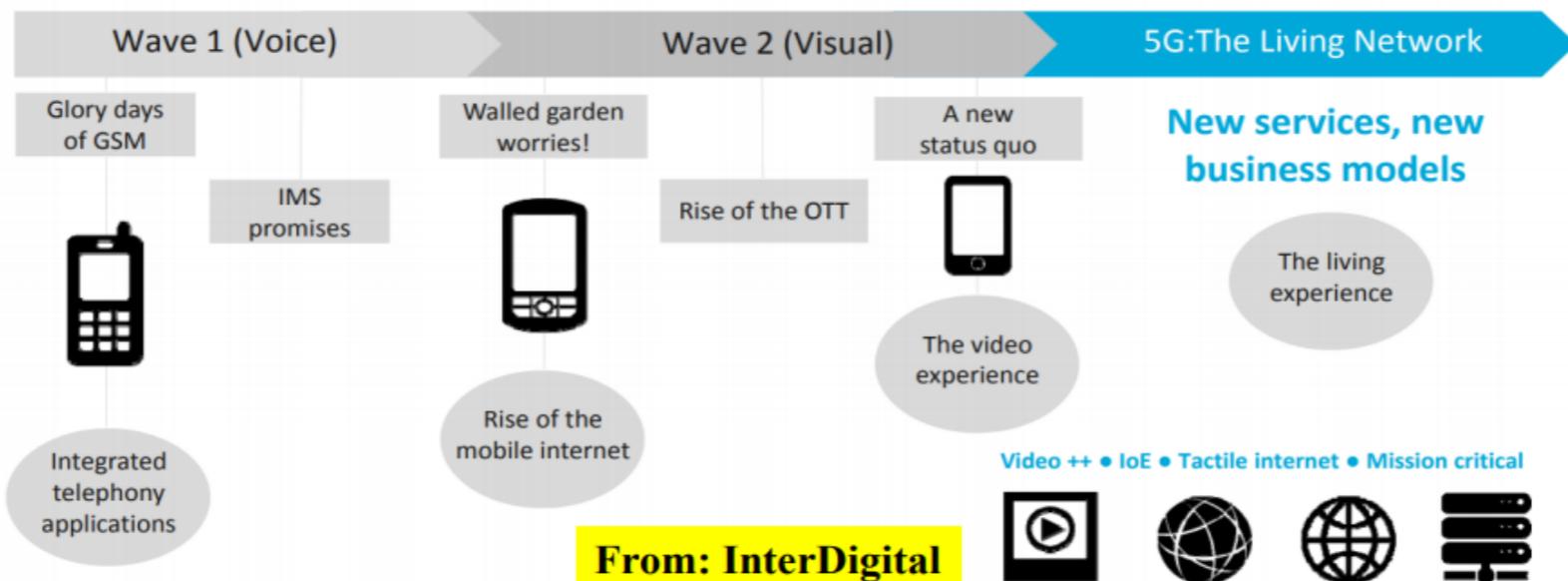
- 5G頻譜往更高頻率發展，強調更大的頻寬
- 初期以3.5GHz(3.3~4.2GHz)、28GHz(24.25~29.5GHz)最熱門



# 5G發展時程 – 行動通訊服務演進

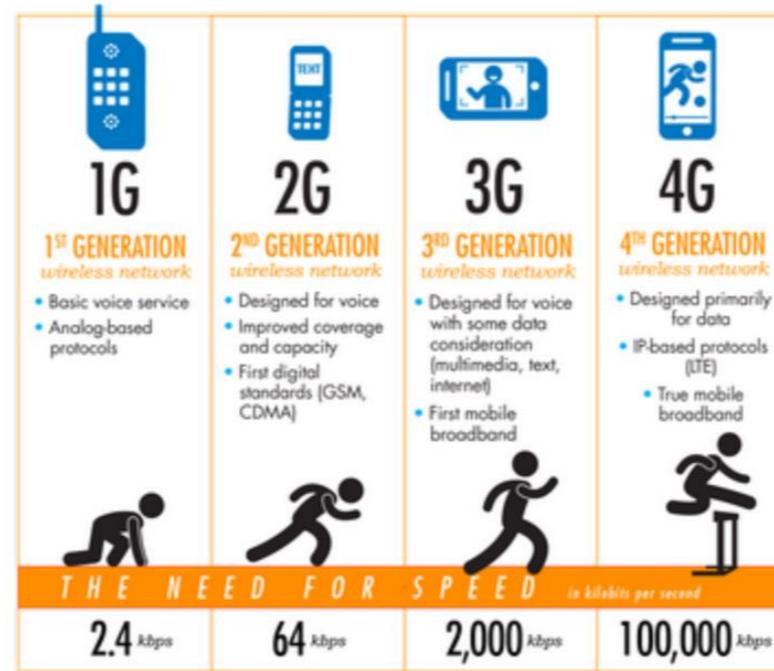
## Services: the evolution to the smarter, living network

5G will deliver next level of experience and enabling business models



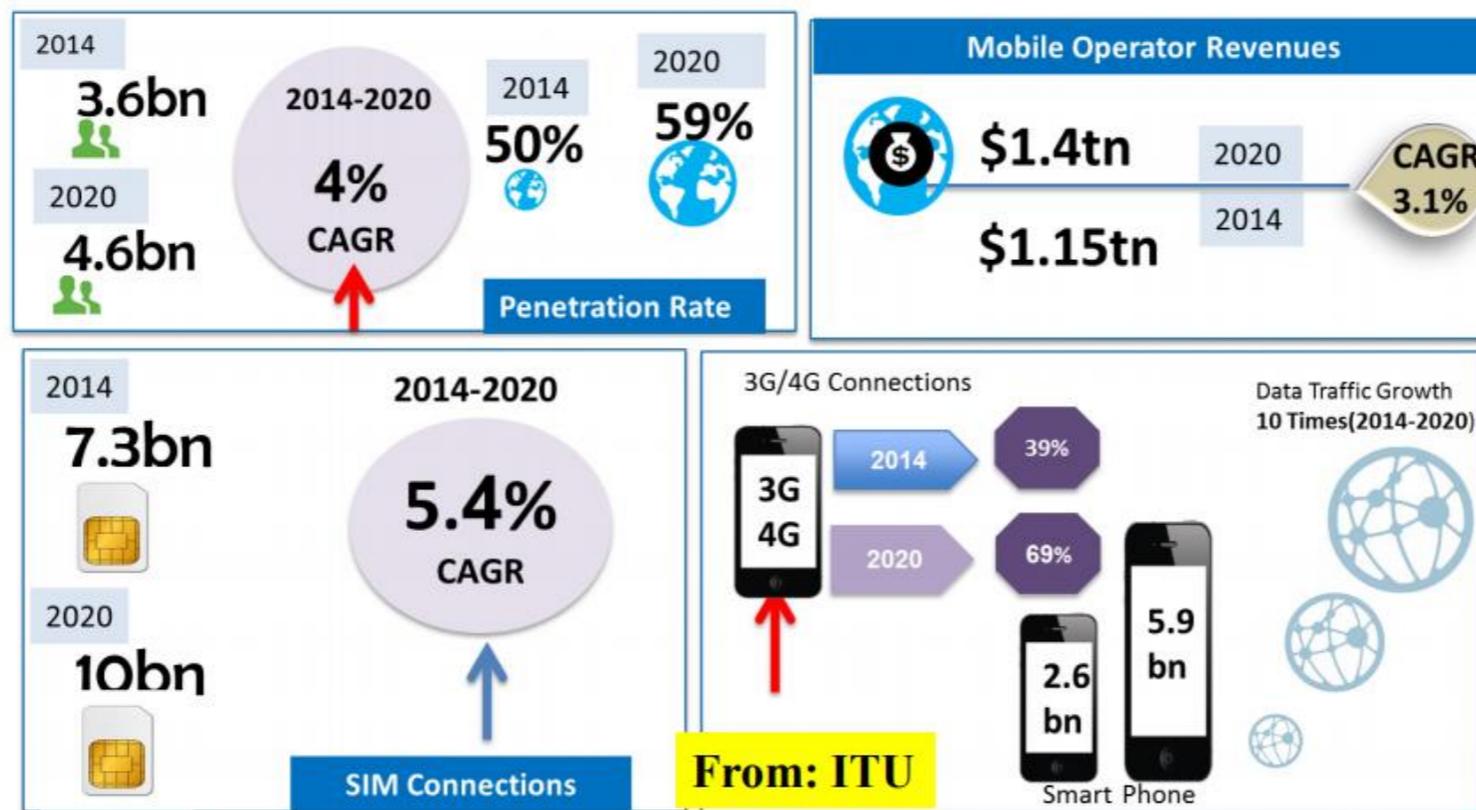
- 第一波是整合行動電話的應用服務，第二波是Mobile Internet的興起，大量的OTT與線上影音服務產生。
- 5G 預期將會提供畫質更好的視訊服務(UHD)、萬物聯網(IoT/IoE)、感知的網際網路(1ms/10GBps)，以及關鍵任務型服務(如：車聯網)。

# 5G發展時程 – 行動通訊服務演進



- 1G：語音服務，基於類比訊號傳輸
- 2G：語音+文字+圖片服務，基於數位訊號傳輸。
- 3G：語音多媒體，互聯網服務，提供更高的速度。從3G網路開始，視訊通話開始廣泛應用
- 4G：為數據傳輸而設計，開始支援網路遊戲、高畫質影片傳輸等。

# 5G發展時程 – 行動通訊市場預估



- 國際電信聯盟預估2014至2020行動業者收入的複合成長率達**3.1%**，行動服務的滲透率對人或國家都有大幅成長。
- 因物聯網應用預期連線的複合成長率達**5.4%**，且資料流量成長**10倍**。

# 5G發展時程 – 目前商用概況

- 當前ETSI NFV、ITU、3GPP、CCSA等標準組織正在制定或即將開始相關技術的標準工作，而產業界也正積極投入行動網路切片的研究和試驗。
- 愛立信(Ericsson)作為概念的提出者，與SK 電訊在2015年10月23日成功演示了5G網路切片技術。該演示在南韓SK電訊企業研發中心進行，演示創建了專為超多視點、AR、VR、大規模物聯網以及企業解決方案等應用優化的虛擬網路切片。而2016年2月，華為也分別聯合中國移動、德國電信等演示了5G端到端網路切片技術。



# 5G發展時程 – 目前商用概況

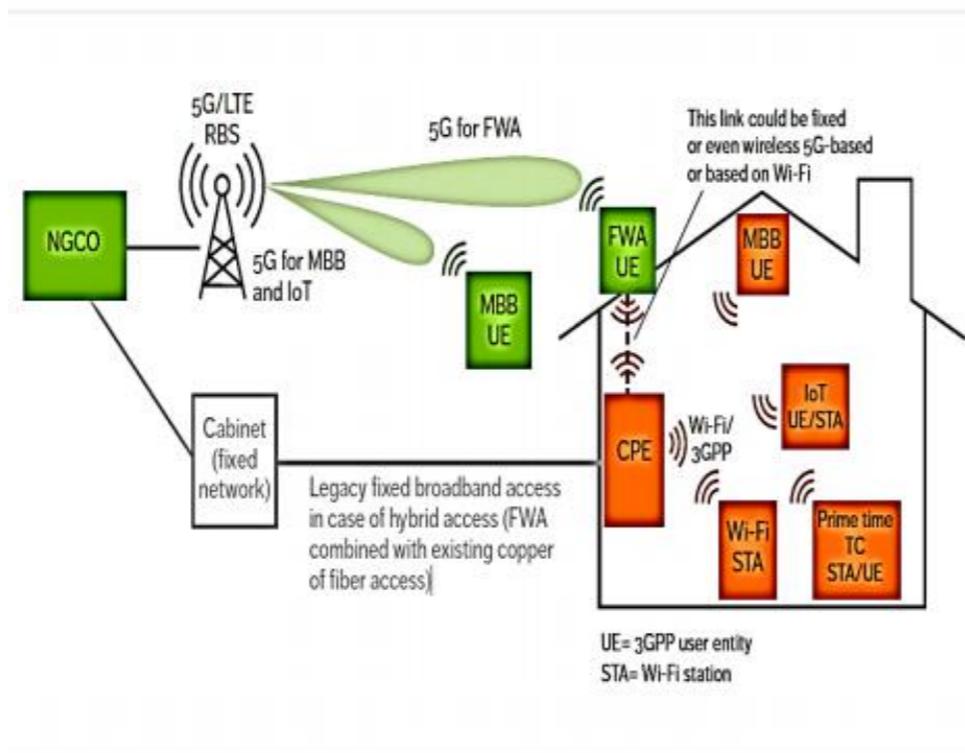
- 遠傳電信使用5G實驗室累積的技術，成為全台第一家完成NB-IOT全島覆蓋的業者，於2018年第3季，開始配合國家政策推動5G計畫，建設下一代新型無線網路，攜手工研院、愛立信、國內小型基地台供應商等合作夥伴共組「遠傳5G先鋒隊」。
- 遠傳5G國家先鋒隊，藉著5G實驗室累積的技術能量與覆蓋全國NB-IoT生態圈，足以展現遠傳在5G科技上的潛力，未來將積極投入『大人物』，包含大數據、人工智慧、物聯網創新應用，加上5GAA國際級的汽車通訊產業鏈資源，未來打算率領國內車聯網生態圈業者共同組隊、參與世界盃盛事。



# 5G發展時程 – 目前商用概況

## 2018年 US Markets

### Fixed Wireless Access (FWA)



Source: Ericsson

## 2018年平昌冬奧

### 360° VR, Synch View, Hologram 3D



Source: KT

# 5G發展時程 – 目前商用概況

## 2020東京奧運 NTT docomo 5G展示



# 5G發展時程 – 目前商用概況

- 5G終端發展：
  - 預計2019年底會有初步的5G商用手機
  - 期待產業發展更多元型態之5G終端設備

2015 MWC  
Ericsson Terminal



2016 MWC  
Ericsson Terminal



2017

Huawei  
C-Band CPE

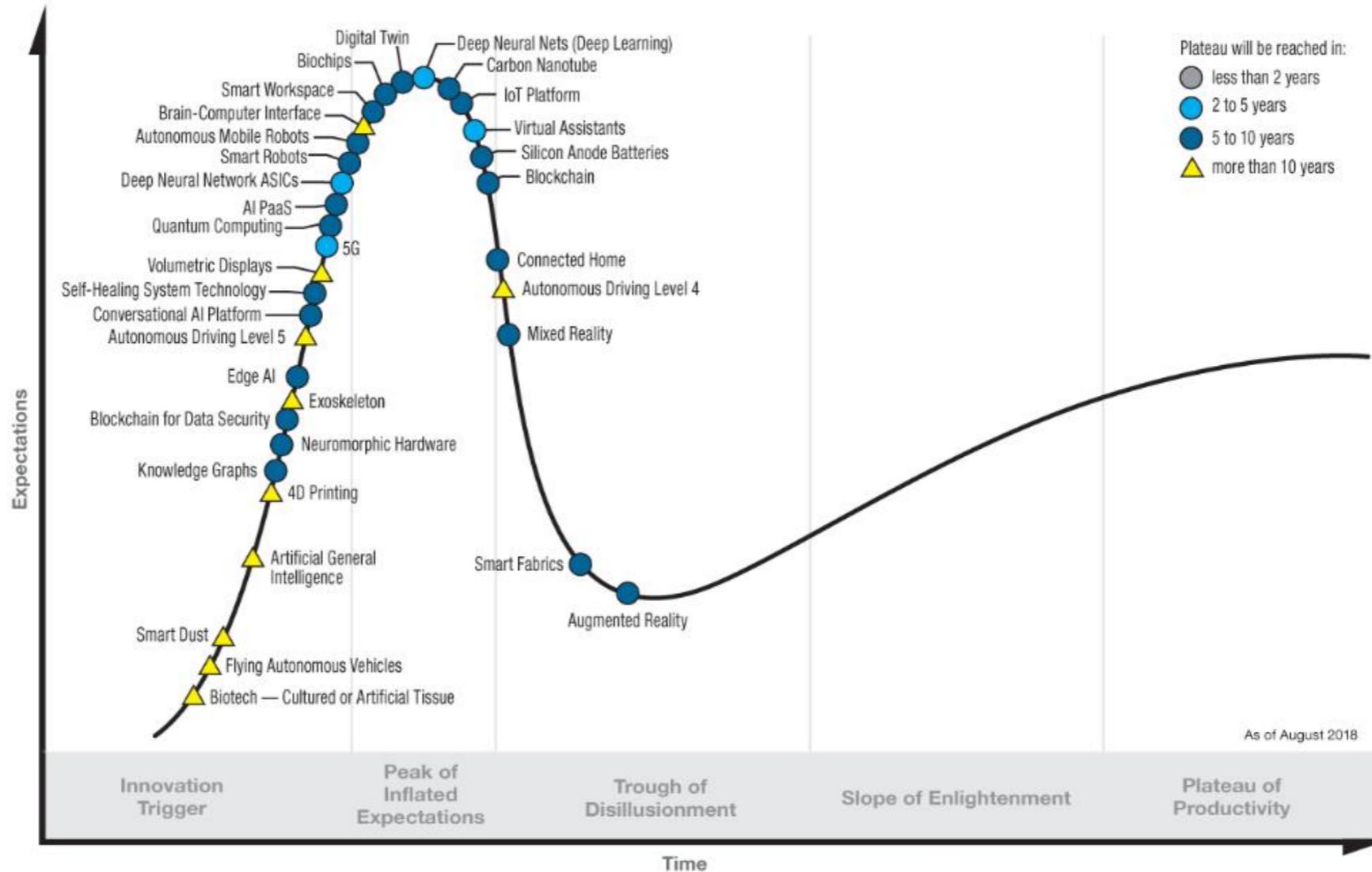


Qualcomm  
mmWave Phone

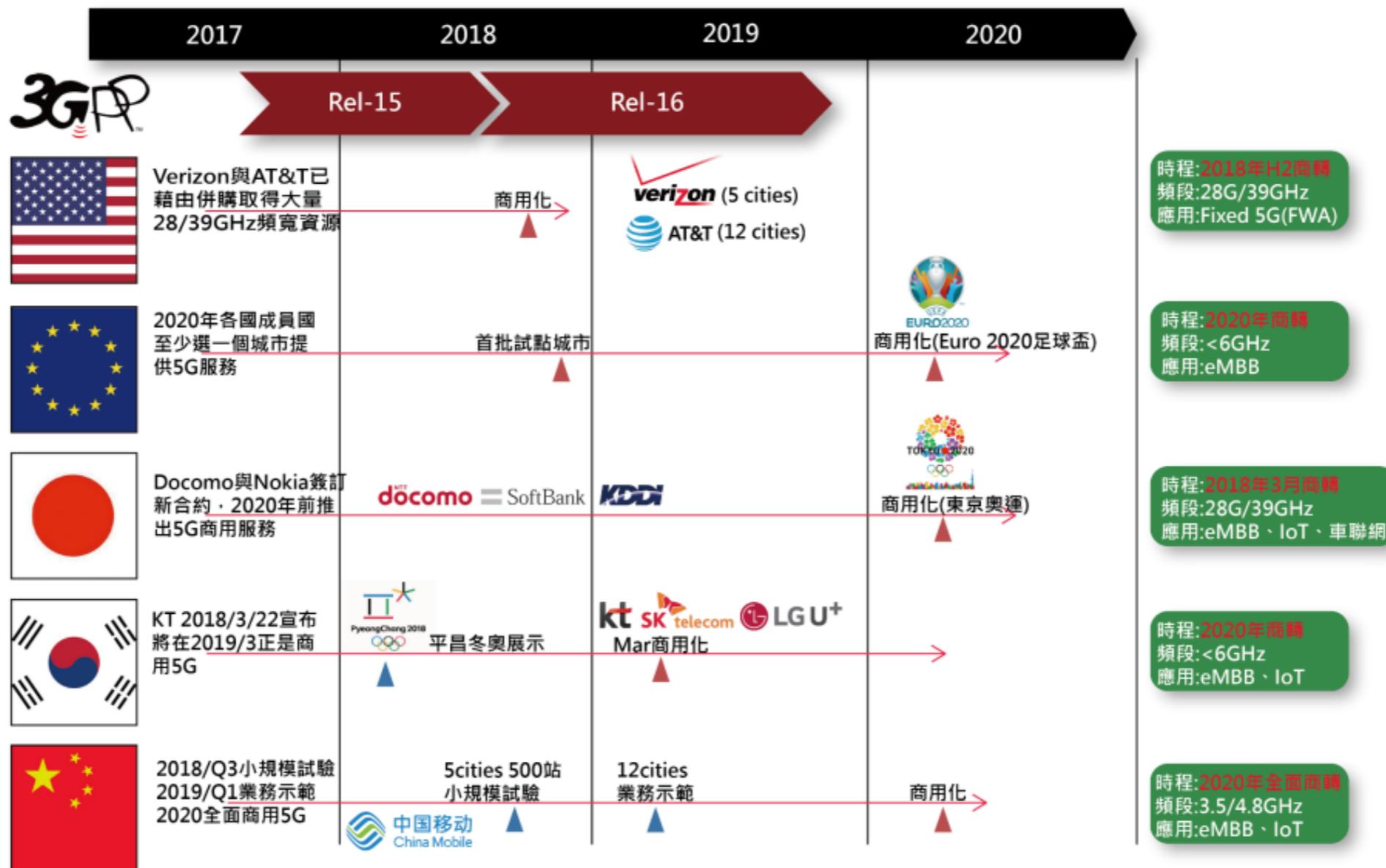


# 5G發展時程 – 目前商用概況

- Gartner預估5G成為主流技術尚需5~10年



# 5G發展時程 – 目前商用概況



# 06 結論



## 5G發展時程 – 目前商用概況

- 國際領導電信業者在5G投入重點，在三大應用中均以 eMBB相關應用(如 UHD影音串流、AR/VR/MR內容傳輸等) 發展較快、IoT次之。
- 5G主要發展國家預計2018~2019會建置5G示範場域，大約在2020年會有商用化的5G服務。
- 在5G演進過程中，軟體定義網路、網路功能虛擬化、網路切片、行動邊緣運算是重點技術，可實現應用客製化。
- 台灣電信業者、設備業者、晶片業者已陸續與國際大廠透過策略聯盟、聯合開發，加速5G相關技術與服務的發展。

[1] IMT-2020 5G白皮書

[2]新通訊

<https://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/tech/F20D9109E8FC4D34B9CC25B24A786283>

[3] 5G技術更新

<https://opm.twnic.net.tw/30th/presentation/220101.pdf>

[4] SK, Ericsson demo First end-to-end 5G Network

<https://www.iteto5g.com/sk-ericsson-demo-first-end-end-5g-network/>

[5] 電信產業談我國5G發展

[http://www.ipv6.org.tw/summit2017/pdf/1212/1212\\_1\\_1.pdf](http://www.ipv6.org.tw/summit2017/pdf/1212/1212_1_1.pdf)

[6] Gartner

<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/>

[7] SDNLAB

<https://www.sdnlab.com/20680.html>

[8] 5G – Enabling technology for web integration?

<https://www.w3.org/2018/Talks/web5g/dan-web5g.pptx>