

109 年度  
「數位創新經濟基礎網路環境建構  
支援平台計畫(3/3)」  
研究報告



執行單位：台灣野村總研諮詢顧問股份有限公司

委託機關：交通部

中華民國 109 年 12 月



# 109 年度「數位創新經濟基礎網路環境建構 支援平台計畫(3/3)」研究報告

受委託單位：台灣野村總研諮詢顧問股份有限公司

研究主持人：陳志仁

協同主持人：陳文字

研究期程：中華民國 109 年 3 月至 109 年 12 月

研究經費：新臺幣捌佰貳拾伍萬元

**交通部 委託研究**

中華民國 109 年 12 月

(本報告內容純係作者個人之觀點，不應引申為本機關之意見)

國家圖書館出版品預行編目資料

「數位創新經濟基礎網路環境建構支援平台計畫  
(3/3)」研究報告. 109 年度 /

陳志仁、陳文字、張正武、陳禹潔、侯思茹等著.

-- 初版. --

臺北市：交通部，民 109.12

面；公分

ISBN 978-986-531-208-4 (平裝)

1. 電信管理 2. 電信政策

557.7

109020301

109 年度「數位創新經濟基礎網路環境建構支援平台計畫(3/3)」  
研究報告

著者：陳志仁、陳文字、張正武、陳禹潔、侯思茹

出版機關：交通部

地址：10052 臺北市仁愛路一段 50 號

網址：<http://www.motc.gov.tw>

電話：(02)2349-2900

出版年月：中華民國 109 年 12 月

印刷者：BIGHAND 大手印

版(刷)次冊數：初版一刷 30 冊

定價：1200 元

本書同時登載於交通部網站

展售處：五南文化廣場 40042 臺中市中區中山路 6 號

電話：(04) 2226-0330 轉 10 或 28

<http://www.wuan.com.tw>

國家書店松江門市 10485 臺北市松江路 209 號 1 樓

電話：(02) 2518-0807

國家網路書店：<http://www.govbooks.com.tw>

GPN：1010902329

ISBN：978-986-531-208-4

著作財產權人：交通部

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求著作  
財產權人書面同意或授權。



# 交通部郵電司委託研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：109 年度「數位創新經濟基礎網路環境建構支援平台計畫(3/3)」研究報告			
國際標準書號(或叢刊書)	政府出版品統一編號	計畫編號	
978-986-531-208-4	1010902329	1070410coco-2	
主管：王廷俊 聯絡電話：02-23492200 傳真號碼：02-23813928 e-mail：m17210@motc.gov.tw 承辦人：陳明昌 聯絡電話：02-23492220 傳真號碼：02-23813928 e-mail：mc_chen@motc.gov.tw	研究單位：台灣野村總研諮詢顧問股份有限公司 計畫主持人：陳志仁 聯絡電話：02-2718-7620 #131 傳真號碼：02-2718-7621 e-mail：c-chen@nri.co.jp 研究人員：陳志仁、陳文字、張正武、陳禹潔、侯思茹 通信地址：台北市敦化北路 168 號 10 樓 F 室 聯絡電話：02-2718-7620 #131	其他參與合作研究團隊 無 研究期間 自 109.3 至 109.12 研究經費 捌佰貳拾伍萬元整	
關鍵詞：兆元級寬頻網路、寬頻網路環境指標、固定寬頻、行動寬頻、網路交換中心、數位人權、5G、物聯網、無人機、監理沙盒、電信產業			
摘要： 為協助建構有利數位創新之基礎環境，並擬定促成網路創新應用與落實數位人權之政策，本計畫以「高速寬頻環境推動與國際接軌」、「寬頻技術與創新應用發展趨勢掌握」、「利於 IX 及創新寬頻服務發展之環境建構」、「我國高速寬頻與偏鄉寬頻網路建設帶動」，以及「我國電信領域專業人才培育」為計畫目標，針對寬頻環境建設與創新寬頻應用之關鍵議題進行討論。透過對於如美國、英國、日本、韓國、新加坡、德國等標竿國家之電信與寬頻產業、兼顧數位人權的寬頻政策調研，標竿 IX 與 ISP 發展調研，寬頻技術應用發展與沙盒機制、相關法規調適調研等，瞭解國際高速寬頻環境與應用發展之趨勢，研析我國發展高速寬頻網路之利基與缺口。並且，透過我國寬頻網路環境指標之調查、我國寬頻環境發展課題與需求研析、寬頻發展關係人訪談與專家座談會舉辦，及電信政策多元實習方案之推動，深入瞭解國內高速寬頻發展之現況與瓶頸，結合國際推動之經驗，提出我國兼具數位人權之高速寬頻網路環境相關政策與配套措施。期待透過此計畫之推行，最終能夠協助交通部未來於推動高速寬頻網路相關議題上更加順暢，以真正促成高速寬頻環境推動國際調研與接軌、提升寬頻技術與創新應用發展趨勢掌握度、協助利於 IX 及創新寬頻服務發展之環境建構、帶動我國高速寬頻與偏鄉寬頻網路建設，並且促進我國電信領域專業人才培育。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
109 年 12 月	309	1200	凡屬機密性出版品均不對外公開，普通性出版品；公營、公益機關團體及學校，由本部依業務性質函送參考，其他需要者可函洽本部免費贈閱，或逕進入 <a href="http://www.motc.gov.tw">www.motc.gov.tw</a> 之出版品項下下載。
機密等級： <input type="checkbox"/> 限閱 <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 (解密【限】條件： <input type="checkbox"/> 年 月 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密) <input type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS DEPARTMENT OF  
POSTS & TELECOMMUNICATIONS  
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

<b>TITLE :</b> Supporting Platform for Construction of the Digital Innovation Economic Infrastructure, 2020			
<b>ISBN(OR ISSN)</b>	<b>GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER</b>	<b>PROJECT NUMBER</b>	
978-986-531-208-4	1010902329	1070410coco-2	
<b>DIRECTOR GENERAL :</b> Wang, Ting-Jun PHONE : 02-23492200 FAX : 02-23813928 E-MAIL : m17210@motc.gov.tw <b>SPONSOR STAFF :</b> Chen, Ming-Chang PHONE : 02-23492220 FAX : 02-23813928 E-MAIL : mc_chen@motc.gov.tw		<b>RESEARCH AGENCY :</b> Nomura Research Institute Taiwan, Ltd. <b>PRINCIPAL INVESTIGATOR :</b> Chen, Chih-Jen PHONE : 02-27187620 #131 FAX : 02-27187621 E-MAIL : c-chen@nri.co.jp <b>PROJECT STAFF :</b> Chen, Chih-Jen , Chen, Wen-Tz, Chang, Cheng-Wu , Chen, Yu-Chieh, Hou, Ssu-Ju <b>ADDRESS :</b> Room F, 10F, No.168, Dunhua N. Rd., Taipei, 105 <b>PHONE :</b> 02-27187620 #131	
<b>PROJECT PERIOD</b>	From: March 2020 To: December 2020	<b>PROJECT BUDGET</b>	NT \$ 8,250,000
<b>KEY WORDS :</b> megabits broadband network, environmental indicators of the broadband network, fixed broadband, mobile broadband, internet exchange (IX), digital human rights, 5G, Internet of Things (IoT), unmanned vehicle, supervisory sandbox, telecommunication industry			
<p>To build infrastructure in favor of digital innovation, and formulate the policies that promote the innovative internet application and digital human rights, this project is designed with major frameworks which contain, "promoting high-speed broadband environment to be geared to international standard", "understanding broadband technology and innovation application development trends", "the construction of an environment conducive to the development of IX and innovative broadband services", "the digital human rights in rural area", and "the telecommunications field professional talent cultivation". Through the research such as the development of telecommunication and broadband, the policies of digital human rights, the development of internet exchange and ISP, and the development of broadband techniques, supervisory sandbox mechanism, and legislation in benchmarking countries, this project is committed to analyzing the cons and pros of the development of high-speed broadband in Taiwan.</p> <p>In addition, through the investigation of domestic broadband environment index, the analysis of the issues and demand in domestic broadband environment, the interviews and seminars with broadband experts and stakeholders, and the active the program of telecommunication internship, the project proposes the policies and provides potential action plans recommendation for development in Taiwan.</p> <p>The project is expected to assist the Ministry of Transport in promoting the domestic broadband policies; therefore, it will enhance Taiwan broadband and digital environment, make Taiwan keep up with the art-of-the-date trends and technologies, set up the IX and innovative services, construct the broadband environment in rural area, and also cultivate the talented in telecommunication field.</p>			
<b>DATE OF PUBLICATION</b>	<b>NUMBER OF PAGES</b>	<b>PRICE</b>	<b>CLASSIFICATION</b> <input type="checkbox"/> SECRET

December 2020	309	NT \$ 1200	<input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications			



## 全文摘要

為協助建構有利數位創新之基礎環境，並擬定促成網路創新應用與落實數位人權之政策，本計畫以「高速寬頻環境推動與國際接軌」、「寬頻技術與創新應用發展趨勢掌握」、「利於 IX 及創新寬頻服務發展之環境建構」、「我國高速寬頻與偏鄉寬頻網路建設帶動」，以及「我國電信領域專業人才培育」為計畫目標，針對寬頻環境建設與創新寬頻應用之關鍵議題進行討論。透過對於如美國、英國、日本、韓國、新加坡、德國等標竿國家之電信與寬頻產業、兼顧數位人權的寬頻政策調研，標竿 IX 與 ISP 發展調研，寬頻技術應用發展與沙盒機制、相關法規調適調研等，瞭解國際高速寬頻環境與應用發展之趨勢，研析我國發展高速寬頻網路之利基與缺口。並且，透過我國寬頻網路環境指標之調查、我國寬頻環境發展課題與需求研析、寬頻發展關係人訪談與專家座談會舉辦，及電信政策多元實習方案之推動，深入瞭解國內高速寬頻發展之現況與瓶頸，結合國際推動之經驗，提出我國兼具數位人權之高速寬頻網路環境相關政策與配套措施。期待透過此計畫之推行，最終能夠協助交通部未來於推動高速寬頻網路相關議題上更加順暢，以真正促成高速寬頻環境推動國際調研與接軌、提升寬頻技術與創新應用發展趨勢掌握度、協助利於 IX 及創新寬頻服務發展之環境建構、帶動我國高速寬頻與偏鄉寬頻網路建設，並且促進我國電信領域專業人才培育。

關鍵詞：兆元級寬頻網路、寬頻網路環境指標、固定寬頻、行動寬頻、網路交換中心、數位人權、5G、物聯網、無人機、監理沙盒、電信產業

## 目錄

第一章、	前言 .....	11
第一節、	計畫簡介 .....	11
一、	計畫範圍 .....	11
二、	計畫目標 .....	12
三、	廠商對此計畫期望達成之目標及預期效益等之總摘要說明 .....	13
第二章、	研究目的 .....	15
第一節、	研究背景與目的 .....	15
第二節、	計畫重要性 .....	15
第三章、	研究方法 .....	17
第一節、	研究方法 .....	17
一、	文獻分析法 .....	17
二、	標竿事例研究法 .....	17
三、	深度訪談法 .....	17
四、	產官學研界座談研討法 .....	18
五、	產學合作推動 .....	18
第二節、	採用本方法之原因 .....	19
一、	文獻分析法 .....	19
二、	標竿事例研究法 .....	19
三、	深度訪談法 .....	19
四、	產官學研界座談研討法 .....	20
五、	產學合作推動 .....	20
第三節、	預計完成之工作項目 .....	21
一、	Task 1：國際寬頻網路環境與網路交換市場發展研析 .....	23
二、	Task 2：標竿國家高速寬頻網路與數位人權推動政策研析 .....	24
三、	Task 3：新興寬頻技術與創新服務發展趨勢暨相關法規調整調研 .....	25
四、	Task 4：我國寬頻環境發展課題與需求研析 .....	26
五、	Task 5：我國寬頻發展產官學研界意見交流座談研討會舉辦 .....	28
六、	Task 6：產學合作推動 .....	29
七、	Task 7：我國寬頻網路環境指標調查報告 .....	30
八、	Task 8：我國寬頻環境相關政策與配套措施建議 .....	31
第四節、	預計產出之項目 .....	33
一、	國際接軌面向 .....	33
二、	技術創新面向 .....	33
三、	產業活絡面向 .....	33
四、	數位社會面向 .....	33
五、	人才培育面向 .....	34

第五節、	預期具體成果 .....	35
第四章、	研究成果 .....	36
第一節、	期末報告研究成果內容說明 .....	36
第二節、	我國寬頻環境現況 .....	41
一、	我國於國際寬頻環境指標表現狀況 .....	41
二、	我國寬頻市場現況 .....	45
三、	我國寬頻環境相關政策建議 .....	56
第三節、	我國網際網路新互連路由推動 .....	74
第四節、	高速寬頻網路與數位人權推動政策 .....	85
一、	標竿國家寬頻市場發展 .....	88
二、	標竿國家偏鄉高速寬頻網路佈建 .....	117
第五節、	5G 垂直領域創新服務發展與我國 5G 相關政策建議 .....	131
一、	國際 5G 垂直場域市場發展 .....	140
二、	我國 5G 寬頻相關政策建議 .....	153
第六節、	無人機物流發展 .....	175
一、	國際無人機管理系統發展現況 .....	178
二、	國際無人機物流發展現況 .....	192
三、	我國無人機常規物流服務測試規劃輔導 .....	201
四、	小結 .....	206
第七節、	我國寬頻網路環境報告 .....	209
一、	我國寬頻網路環境指標調查報告 .....	209
二、	我國偏鄉寬頻網路環境現況與數位應用需求調查報告 .....	226
第五章、	結論 .....	237
第六章、	附錄 .....	241
附件 1-	座談會會議記錄 .....	241
一、	第一場座談會—「交通部產業輔導獎勵辦法機制研擬」座談會 .....	241
二、	第二場座談會—「我國網際網路交換中心 (IX) 新互連路由建置方案」座談會 .....	246
三、	第三場座談會—「我國固行網數位匯流 5G 及兆元級網路推動策略」座談會 .....	249
四、	第四場座談會—「交通部電信產學合作輔導獎勵推動」座談會 .....	256
五、	第五場座談會—「大眾交通及沿線管道工程溝通協調機制研擬」座談會 .....	261
六、	與會者滿意度及意見回饋 .....	268
附件 2-	中外文對照表 .....	269
附件 3-	期中審查意見對照表 .....	275

附件 4- 期末審查意見對照表 .....	288
第七章、 參考文獻 .....	302



## 表目錄

表 1 工作項目與期末報告章節對應表 .....	39
表 2 各國寬頻建設政策與政策重點 .....	85
表 3 5G 製造領域案例 .....	146

## 圖目錄

圖 1 本計畫整體架構 .....	14
圖 2 全程計畫工作架構 .....	21
圖 3 109 年度計畫工作架構 .....	22
圖 4 本計畫工作時程表 .....	38
圖 5 我國於 WEF 世界競爭力年報之 ICT 各項指標變化 (2016-2019) .....	42
圖 6 我國於 WEF 世界競爭力年報之 ICT 各項指標與標竿國家之比較 (2019) .....	43
圖 7 IMD 世界數位競爭力技術發展與建設我國 2019-2020 年表現 .....	44
圖 8 我國固定寬頻技術變遷 .....	45
圖 9 我國寬頻客戶市佔率 .....	46
圖 10 我國有線電視用戶數與上網戶數變遷 .....	47
圖 11 我國有線電視普及率縣市別(2019 年第四季).....	47
圖 12 我國 1Gbps 覆蓋率 (2020 年 7 月) .....	48
圖 13 已推出 1Gbps 方案業者列表 .....	48
圖 14 國際標竿國家寬頻政策目標 .....	49
圖 15 各國兆元級家用寬頻服務資費比較 .....	50
圖 16 NTT 東西日本光纖服務演進 .....	51
圖 17 《促進電信事業產業創新及研究發展輔導獎勵辦法草案》架構	56
圖 18 《促進電信事業產業創新及研究發展輔導獎勵辦法草案》預告公 告版本之第五條及第六條 .....	58
圖 19 各單位對電信事業輔導獎勵項目之修改建議 .....	59
圖 20 交通部與經濟部於產業輔導角色分工 .....	59
圖 21 《促進電信事業產業創新及研究發展輔導獎勵辦法草案》預告公 告版本之第七條及第八條 .....	59
圖 22 各單位對電信事業輔導獎勵措施及申請程序之修改建議 .....	61
圖 23 國土資訊系統十年計劃三階段 .....	62
圖 24 管線資料庫建置運作模式 .....	63
圖 25 內政部營建署公共設施管線資料庫公開資訊 .....	63
圖 26 管道土木工程協調機制討論會議 .....	64
圖 27 我國行動寬頻服務品質規範之評鑑機制之實際訪查量測 .....	65
圖 28 大眾交通運輸管道工程協調機制運作架構 .....	66
圖 29 各單位對管線圖資共享系統之建議 .....	67
圖 30 各單位對跨機關溝通協調機制之建議 .....	69
圖 31 我國大眾交通運輸工具免費網路服務提供情形 .....	70
圖 32 各國鐵路免費 Wifi 提供情形 .....	71

圖 33 各單位對定期品質揭露與回饋檢討機制之建議 .....	72
圖 34 我國可發展之大眾交通寬頻相關跨機關溝通協調機制優化構想	73
圖 35 網際網路交換中心強化方案之可行性評估 .....	75
圖 36 打造我國成為亞太網路電纜暨分散式高速網路交換樞紐需求角 色 .....	76
圖 37 我國具有全台網路之主要 ISP 業者國內外互連資源（除 HiNet） .....	77
圖 38 我國現有 IX 發展情形 .....	77
圖 39 方案一：推動國網中心與 TPIX 合作強化 IX 服務 .....	78
圖 40 方案二：推動具環台高速骨幹 ISP 業者代理國際頻寬 .....	78
圖 41 業者對新互連路由方案建議及參與意願評估 .....	83
圖 42 公部門對新互連路由方案建議 .....	83
圖 43 美國固行網寬頻市場 .....	91
圖 44 美國固網主要業者發展策略 .....	92
圖 45 Verizon 在 5G 時代營運結構 .....	93
圖 46 Verizon 智能邊緣網路(Intelligent Edge Network)架構 .....	94
圖 47 英國固行網寬頻市場 .....	95
圖 48 英國固定網路技術別訂閱數變遷 .....	96
圖 49 英國網路服務提供商的市場競爭 .....	97
圖 50 Vodafone 寬頻網路 .....	98
圖 51 住友商事、J:Com 與愛知 CATV 合作之 Local 5G 示範實驗...	101
圖 52 日本東京都港區 Local 5G 實驗 .....	102
圖 53 Grape One 介紹 .....	102
圖 54 富士通與 CATV 業者的 Local 5G 合作計畫 .....	103
圖 55 韓國 CJ Hello 介紹 .....	105
圖 56 KT GiGAtopia 之 5G 策略 .....	107
圖 57 德國固行網訂閱數市占率(2019).....	108
圖 58 德國 Vodafone 兆元級網路投資計畫 .....	110
圖 59 德國 DT 5G 策略 .....	111
圖 60 國際寬頻網路市場競爭型態 .....	115
圖 61 兆元級網路建設模式 .....	118
圖 62 DCMS 的光纖網路補助計畫（LFFN/PSAT）介紹 .....	120
圖 63 DCMS 的公部門光纖網路補助計畫（PSAT）介紹 .....	121
圖 64 公部門的網路建設資本支出策略 .....	122
圖 65 WSCC 之光纖網路補助金額與新建地點 .....	122
圖 66 英國 Bristol 城市光纖網路建置案例 .....	123
圖 67 英國 Bristol 公部門高速寬頻建設與智慧城市發展 .....	125
圖 68 Bristol 5G 與光纖網路建設 .....	126

圖 69 Bristol 5G 智慧旅遊 .....	126
圖 70 日本總務省高度無線環境整備補助金 .....	127
圖 71 公家相關光纖建設資源開放 .....	128
圖 72 各國偏鄉高速寬頻網路建設推動作法 .....	129
圖 73 5G 通訊之潛在核心技術、特性與應用 .....	131
圖 74 5G 之低中高頻頻譜潛在應用方向 .....	132
圖 75 國際 5G 頻譜規劃、拍賣現況 .....	133
圖 76 垂直專網自營網路之優勢 .....	134
圖 77 各國 5G 垂直場域專用頻譜 .....	135
圖 78 5G 垂直場域建設模式 .....	138
圖 79 龍仁 Severance 醫院中控中心 .....	142
圖 80 漢堡港交通控制系統 .....	145
圖 81 Bosch 5G 工廠 .....	148
圖 82 5G 服務產業生態鏈 .....	149
圖 83 5G 世代下電信營運商企業市場服務模式變化 .....	150
圖 84 5G 邊緣雲計算服務案例 .....	151
圖 85 Corning x Verizon 5G 工廠實驗場域 .....	152
圖 86 我國資通訊產值變化(2016-2019) .....	154
圖 87 我國資通訊服務營收及支出變化(2016-2019) .....	154
圖 88 我國電信產業佔資通訊服務營收變化(2016-2019) .....	155
圖 89 5G B2B2X 商業模式 .....	156
圖 90 我國中央部會產學合作相關計畫 .....	157
圖 91 經濟部中小企業處中小企業創育機構發展計畫-類型及額度 ..	158
圖 92 中小企業創育機構發展計畫主題式國際創育加速器-5G 加速器 服務內容及指標 .....	159
圖 93 我國中央部會產學合作推動角色與目的 .....	160
圖 94 各單位產學合作經驗與未來需求分享 .....	161
圖 95 交通部於創新科技進程之輔導獎勵政策工具 .....	162
圖 96 通用型 5G open lab 示意圖 .....	163
圖 97 機關辦理補助案之作業類型 .....	164
圖 98 電信創新成果獎勵方式建議 .....	165
圖 99 我國偏遠地區 5G 建設發展課題及願景 .....	168
圖 100 我國各中央部會對偏遠地區定義分析 .....	169
圖 101 偏遠 67 鄉鎮區列表 .....	170
圖 102 偏遠 67 鄉鎮區以 10*10 公里網格劃分為 335 個定位點 .....	171
圖 103 偏遠 335 網格之寬頻佈建規劃 .....	171
圖 104 偏遠地區建設高速網路基礎設施商業收入來源推估 .....	172
圖 105 偏鄉 5G 共網設施各單位權利義務 .....	174

圖 106	標竿國家及我國無人機物流服務發展進程 .....	176
圖 107	交通部《交通科技產業政策白皮書》無人機發展 Roadmap..	177
圖 108	美國商用無人機服務管理相關法規 .....	180
圖 109	Skyward USS 介紹.....	180
圖 110	NASA UTM 架構圖 .....	181
圖 111	3MAAP 試點計畫介紹.....	182
圖 112	MAAP 示意圖.....	183
圖 113	飛行計劃管理概念架構 .....	184
圖 114	動態管理概念架構 .....	185
圖 115	Terra Drone UTM Solution 介紹 .....	186
圖 116	福島 RTF 試驗場域無人機交通感知圖 .....	186
圖 117	福島 RTF 試點 API 種類 .....	187
圖 118	位置情報共有 API.....	188
圖 119	韓國 UTM 架構示意圖 .....	189
圖 120	GOF USPACE 架構圖 .....	190
圖 121	無人機雲系統與周邊網路示意圖 .....	191
圖 122	日本樂天猿島無人機超市商品配送服務 (2019 年 7 月 ~ 10 月) .....	193
圖 123	日本航空偏遠地區集貨物流測試 .....	195
圖 124	順豐速運物流樞紐間之運輸模式 .....	197
圖 125	順豐速運「三段式空運網覆蓋全國物流網絡」概念圖 .....	197
圖 126	GS Caltex 物流無人機飛行試驗.....	198
圖 127	各業者物流樞紐間運輸方式比較 .....	199
圖 128	我國無人機物流場域輔導測試各單位角色 .....	202
圖 129	阿里山鄉各村位置及衛生所至轄下衛生室直線飛行距離 .....	203
圖 130	偏鄉地區必要性且常規性的無人機物流服務模式 .....	204
圖 131	偏鄉無人機物流試營運服務模式測試規劃 .....	205
圖 132	創新科技應用推動架構 .....	207
圖 133	無人機常規物流示範推動架構 .....	208
圖 134	各國人均 GDP 與 IMD 數位競爭力排名(2020 年)之關係圖...	209
圖 135	DIGI+2025 政策與選擇指標之關聯.....	210
圖 136	我國寬頻網路環境報告建議調查項目 .....	211
圖 137	FTTH Council 光纖到府/建物滲透率 2019 年國際表現與排名	212
圖 138	FTTH Council 光纖到府/建物滲透率我國 2015-2019 年國際排名 .....	213
圖 139	Opensignal 公布之我國 2016-2020 4G 可用率表現與國際排名	214
圖 140	Opensignal 公布之國際 5G 可用率表現與國際排名 .....	215
圖 141	WEF 公佈之我國個人上網率變遷及國際排名 .....	216

圖 142	我國行動寬頻普及率變遷及國際排名 .....	217
圖 143	我國行動寬頻平均網速變遷及國際排名 .....	218
圖 144	我國與標竿國家行動寬頻月資費比較 .....	219
圖 145	我國與各國 5G 行動寬頻月資費比較 .....	220
圖 146	我國與各國主要業者 4G 與 5G 月資費比較 .....	221
圖 147	我國固定寬頻普及率變遷及國際排名 .....	222
圖 148	我國固定寬頻平均下載與上傳網速及國際排名 .....	223
圖 149	我國和標竿國家市場上推出 1Gbps 固網資費及 GNI 佔比 .....	224
圖 150	我國行動寬頻與固定寬頻使用評比表現 .....	225
圖 151	NCC 電信法定義之偏遠地區 .....	226
圖 152	我國偏鄉寬頻環境調查問卷架構 .....	227
圖 153	受訪地區比例 .....	228
圖 154	我國偏鄉寬頻環境調查問卷架構 .....	229
圖 155	受訪者網路使用現況 .....	230
圖 156	各單位受訪者固行網之使用狀況 .....	231
圖 157	既有與創新數位應用業務類別 .....	232
圖 158	偏鄉地區數位應用需求程度 .....	233
圖 159	偏鄉地區各單位網路與數位應用概況 .....	235
圖 160	偏鄉寬頻環境課題與潛在解決方案 .....	236
圖 161	本計畫執行進度、政策推動及建議 .....	240

## 第一章、 前言

### 第一節、 計畫簡介

#### 一、 計畫範圍

為協助建構有利數位創新之基礎環境，並擬定促成網路創新應用與落實數位人權之政策，本計畫設計有「高速寬頻推動措施與法令調適規劃」、「高速寬頻網路建設之推動與協調」與「無人機交通相關應用及其他配合 DIGI+ 方案事項」等 3 大工作構面。

將透過標竿國家之兼顧數位人權之高速寬頻政策推動與法令配套等經驗，研析我國高速寬頻推動之利基與缺口，並借鏡標竿國家經驗研擬相關政策與推動配套措施。同時，基於對於國內高速寬頻網路面臨課題之盤點，藉由建立串連中央部會與地方政府之跨機關溝通與協調機制，排除寬頻網路建設過程中潛在之阻礙，並提出潛在之協助與誘因。並且，藉由相關措施之推動，促進市場競爭，促成兼顧數位人權之高速寬頻網路普及。此外，藉由對無人機與其他創新寬頻服務發展趨勢調查研究，研討無人機在物流應用的可行性，及相關創新服務之監理沙盒或實證實驗機制；配合 DIGI+ 方案相關應辦措施，提供相關資料收集與研析。

## 二、 計畫目標

蔡總統曾於科技政策談話中發表「數位國家、智慧島嶼」之理想，隨後行政院提出「數位國家·創新經濟發展方案（2017-2025年）」，期望藉由此方案發展活躍網路社會、推進高值創新經濟、建構富裕數位國家。本研究計畫便希望可以透過下述各項目標之達成與整合，最終得以協助建構有利數位創新之基礎環境，並擬定促成網路創新應用與落實數位人權之政策。

(1) 針對兆元級寬頻聯網之推動、網路交換中心(IX)發展環境之改善、寬頻數位人權與包容之推動、寬頻網路創新服務發展之法規沙盒機制建立等議題進行國際調研與國內政策及配套措施之研擬；

(2) 針對高速寬頻網路環境建立指標，做為未來每年度調研與報告之基礎，發揮促進產業競爭與引導電信產業投資高速寬頻網路之效果；

(3) 針對無人機於交通領域之應用進行調研，分析於台灣推動郵件、物流投遞相關之無人機應用的可行性，作為未來交通部推展業務之參考；

(4) 協助交通部推動「數位國家·創新經濟發展方案（2017-2025年）（DIGI+方案）」之相關辦理措施；



### 三、 廠商對此計畫期望達成之目標及預期效益等之總摘要說明

為協助建構有利數位創新之基礎環境，並擬定促成網路創新應用與落實數位人權之政策，研究團隊認為針對基礎寬頻環境建設及創新寬頻應用共有 6 大關鍵議題需要被解決，分別是：IX 互連量少、兆元級市場缺乏競爭、電信業者於偏鄉投資不具商業回收可行、跨機關管道工程溝通協調效率低、電信服務產值下滑，缺乏創新投資，以及創新寬頻應用缺乏法規配套。為此，研究團隊將以我國寬頻環境現況掌握、網際網路新互連路由推動、高速寬頻網路與數位人權推動政策、5G 垂直領域創新服務發展、無人機物流發展為討論主軸。

透過對於美國、英國、法國、德國、芬蘭、冰島、日本、韓國、新加坡、澳洲等標竿國家之電信與寬頻產業、兼顧數位人權的寬頻政策調研，標竿 IX 營運模式與發展調研，寬頻技術應用發展等，瞭解國際高速寬頻環境與應用發展之趨勢，研析我國發展高速寬頻網路之利基與缺口。並且，透過我國寬頻網路環境指標之建構，我國寬頻環境發展課題與需求研析，寬頻發展關係人訪談與專家座談會舉辦，及電信產學合作之推動，深入瞭解國內高速寬頻發展之現況與瓶頸，結合國際推動之經驗，提出我國兼具數位人權之高速寬頻網路環境相關政策與配套措施。

期待透過此計畫之推行，最終能夠促成高速寬頻環境推動國際調研與接軌、提升寬頻技術與創新應用發展趨勢掌握度、協助利於 IX 及創新寬頻服務發展之環境建構、帶動我國高速寬頻與偏鄉寬頻網路建設，並且促進我國電信領域專業人才培育。

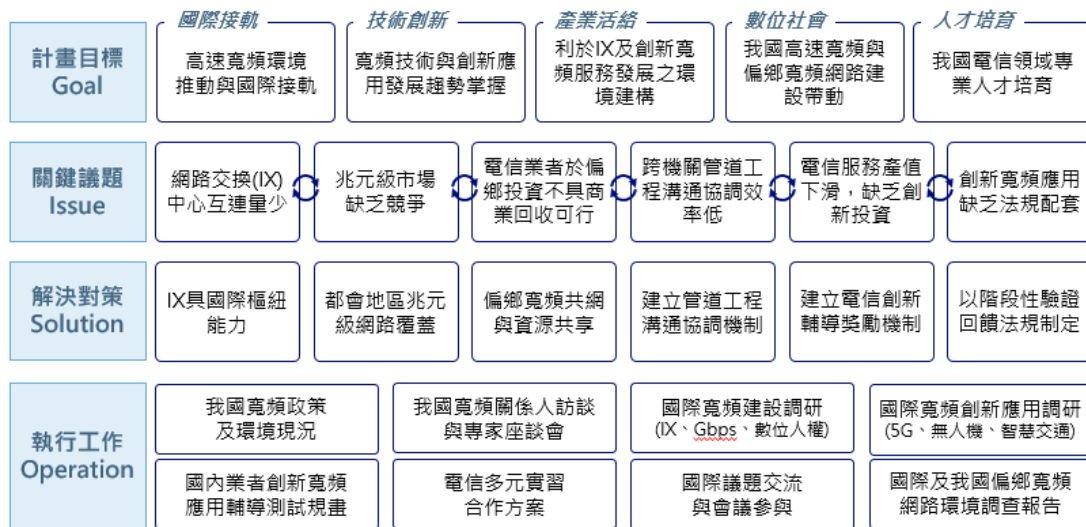


圖 1 本計畫整體架構  
資料來源：研究團隊製作

## 第二章、 研究目的

### 第一節、 研究背景與目的

行政院於 106 年度起推動「數位國家·創新經濟發展方案」。期望藉由此方案發展活躍網路社會、推進高值創新經濟、建構富裕數位國家。其中，交通部將負責建構有利數位創新之基礎環境，並擬定促成網路創新應用與落實數位人權之政策，協助提升 Gbps 等級網路之涵蓋率、建立亞太網路電纜暨分散式高速網路交換樞紐，及研析無人機等國內創新應用之具體政策。

為協助交通部推動高速寬頻網路環境之願景，本研究計畫將透過國際寬頻網路環境指標盤點，國際標竿國家之兼顧數位人權之高速寬頻網路推動政策與配套措施調研，國際標竿網路交換中心經營現況調研，寬頻技術與無人機等相關創新應用服務發展及推動其發展之監理沙盒機制調研，建構我國寬頻網路環境指標，並且針對「兆元級高速寬頻特定場域覆蓋」、「網路交換中心具國際樞紐能力」、「偏鄉數位人權有線無線寬頻互補」、「創新寬頻服務與法規調適參考」等 4 大面向提出政策與配套措施建議。

### 第二節、 計畫重要性

數位匯流已是全球發展趨勢，數位經濟的發展及創新與國家資通訊政策規劃息息相關。長年以來，我國以推動「國家資訊通信發展方案」、「e-Taiwan 計畫」、「M-Taiwan 計畫」、「u-Taiwan 計畫」、「智慧台灣計畫」、「數位匯流發展方案」等計畫，無不期待能透過匯流網路的建設與普及，建構具競爭優勢的資通訊環境。106 年起

行政院開始推動「數位國家·創新經濟發展方案」，期望藉由此方案發展活躍網路社會、推進高值創新經濟、建構富裕數位國家。

為增進我國高速寬頻網路之建設與推動，及建構有利於數位經濟發展之環境，本計畫將透過國際標竿案例調研與國內產業發展現況與需求盤點，為我國之高速寬頻網路建設及新興應用環境擬定完備之推動政策與相關協調配套措施，本計畫亦將考量保障寬頻人權，確保弱勢及偏鄉民眾擁有基本寬頻上網之權利，使全民皆能平等享有數位創新發展機會。此外，本計畫也配合交通部之執掌，探討國際上熱門之無人機發展，蒐集無人機應用於郵件、物流投遞之應用情況，與在我國推動之可行性分析。今年度更將協助智慧交通創新應用在地方政府層級進行場域之整合技術與應用發展的規劃。

### 第三章、 研究方法

#### 第一節、 研究方法

##### 一、 文獻分析法

文獻分析法是一種對文獻內容作客觀且系統性定量分析的專門方法，其目的是弄清或測驗文獻中本質性的事實和趨勢，揭示文獻所含有的隱性情報內容，對事物發展作情報預測。基本做法是把媒介上的文字、非量化的有交流價值的資訊轉化與整理，建立有意義的類目及內容以分析資訊的特徵。

##### 二、 標竿事例研究法

標竿事例研究法係透過尋求並研究對相關議題之最佳作業典範事例，汲取對方的優點，並找出並填補組織本身與最佳作業典範在績效之間的差距，使組織能夠有效的提昇能力。

##### 三、 深度訪談法

深度訪談法是指由受訪者與施測者進行面對面溝通討論的一種方法，以廣泛的蒐集所需要的資料。通常使用此法時，施測者會儘可能使用最少的提示與引導問題，而是鼓勵受訪者在一個沒有限制的環境裡，就主題自由的談論自己的意見，因此深入訪談法除可增加資料蒐集的多元性外，更能藉此瞭解受訪者對問題的想法與態度。

#### 四、 產官學研界座談研討法

產官學研界座談研討法是將與探討議題各界關係人連結於同一個平台上，在同一時間與地點內，面對面提出想法互相交流溝通的一種方法。可廣泛地蒐集不同立場的想法，並且進行初步地各界意見收斂，甚至加速不同立場的想法互相融合。

#### 五、 產學合作推動

本計畫透過與電信相關之學術研究單位合作，共同研析我國城市智慧交通發展課題，透過共同拜會地方交通或資訊局處，掌握地方現況需求及各項推動元素，以整合政府、學研單位意見，共同規劃智慧交通城市藍圖，作為進一步政策建議的依據。

## 第二節、 採用本方法之原因

### 一、 文獻分析法

本計畫以文獻分析法作為各個子項或細項研究議題之基礎與素材。經由廣泛收集國際組織、各國主管機關、國際知名業者、國內相關業者等，於寬頻環境推動之現況、重要未來規劃或政策法令、技術發展進程與新興寬頻應用服務等相關次級資料，找出與本計畫相關的資訊，作為進一步政策建議或是分析的依據。

### 二、 標竿事例研究法

透過標竿事例研究法，本計畫可從標竿國家之高速寬頻、IX 產業、數位人權等推動政策與相關措施中，歸納國際上寬頻環境建構之趨勢，與相關政策規劃之方向，以作為我國政策制定的參考；同時研究各國發展寬頻相關創新應用服務（包含：PPDR、無人機、5G 與 IoT 相關應用）之情境，及各國對於寬頻創新應用服務之監理沙盒機制，作為我國未來寬頻需求評估與創新服務推動之重要參考作法。

### 三、 深度訪談法

由於文獻分析法以及標竿事例研究法的研究素材以次級資料為主，深度訪談法可用來輔助佐證，增強本研究專案的務實性和在地性，以掌握相關單位所面臨之現實議題。此外，藉由一對一訪談，可針對特定議題，深入瞭解關係人對於此議題之想法，以確保高速寬頻環境推動政策制定貼近實際現狀與需求。並且亦可透過一對一訪談之機會，進一步了解國內寬頻環境建構需求以

及所遭遇之瓶頸。

#### 四、 產官學研界座談研討法

如同深度訪談法之理由，產官學研界座談研討法亦有增強本研究專案的務實性和在地性之機會。透過舉辦產官學研界座談研討會，可建立產官學研界的互動交流機制，透過意見交換取得共識，以確保高速寬頻環境推動政策制定貼近實際現狀與需求。並且透過產官學研界座談研討會之場合，有機會拓展更多議題關係人之連結，使得議題或政策擬定之探討更加全面。

#### 五、 產學合作推動

產學合作推動方案為研究團隊長年觀察所發現之國內電信領域人才發展議題，為強化學生在校時對於電信領域相關政策與議題之敏銳度，因此特別提出此方案，藉由研究團隊與國立成功大學交通管理科學系暨電信管理研究所教授合作我國智慧城市交通研析議題，搭配學生以務實角度進行國內外個案分析，除對交通資通訊議題有更全面的掌握，亦可深入了解國內外電信與寬頻相關發展現況，進而培育未來電信政策或法規領域之人才。



### 第三節、 預計完成之工作項目

「數位創新經濟基礎網路環境建構支援平台計畫」委託研究計畫，將透過 107 至 109 年度之 3 年期計畫，推動我國高速寬頻網路環境。根據公告之委託研究計劃之研究主題與重點，研究團隊彙整 3 個年度之重要工作項目與進程如下圖。延續 107 年國際寬頻政策及產業環境調研結果與對我國之初步建議，以及 108 年協助國內寬頻環境的具體推動，109 年度除將持續追蹤國內外寬頻議題，更會在寬頻環境的推動測試上，針對無人機物流服務測試、國網中心與國際 tier 1 業者合作推動我國網際網路新互連路由 (IX) 等議題進行延續性的輔導推動。另，根據 107 年提出之我國寬頻環境指標調查機制建議，108 年與 109 年也將實際產出調查報告並與產官學研單位進一步分析結果以提出提升排名之具體建議。

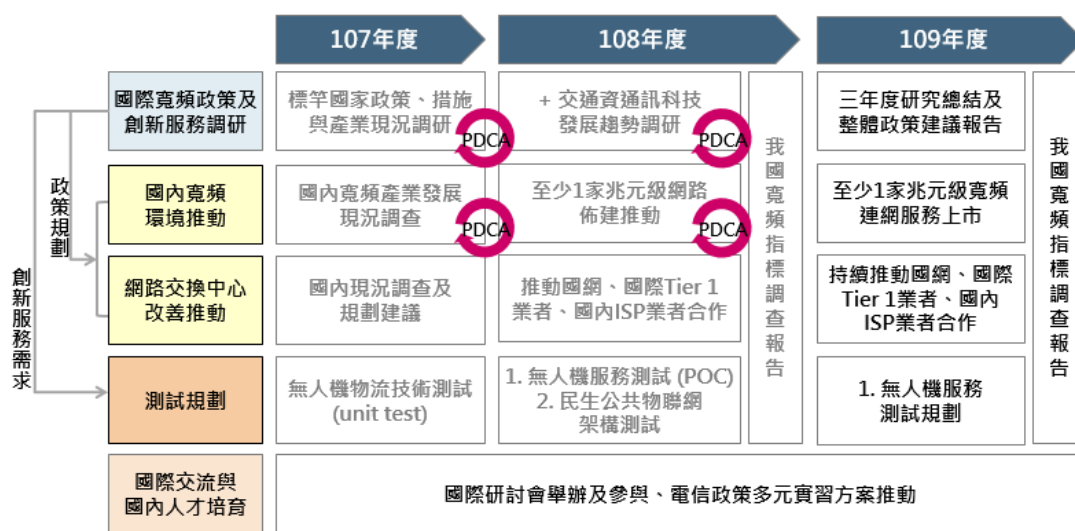


圖 2 全程計畫工作架構

資料來源：本計畫製作

為於 109 年度「數位創新經濟基礎網路環境建構支援平台計

畫」委託研究計畫內完善國內外之調研，以利於建立我國寬頻指標與後續各項政策擬定，研究團隊預計透過以下工作架構與工作項目(Task)，逐步進行本研究計畫之調研分析，如下圖所示。

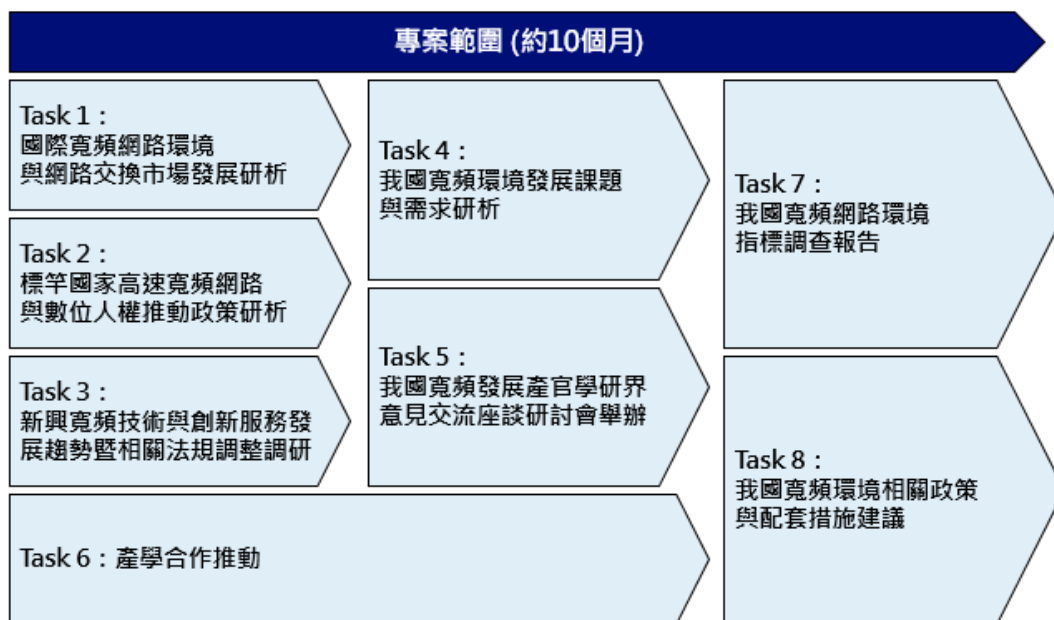


圖 3 109 年度計畫工作架構

資料來源：本計畫製作

## 一、 Task 1：國際寬頻網路環境與網路交換市場發展研析

### ● Task 1-1 國際寬頻網路環境調研

延續 107 年、108 年所蒐集之各國際組織、各國政府製作及統計之寬頻網路環境指標報告，如：ITU 之 ICT Development Index (IDI)、FTTH Council 之 FTTB/H 國際排名、WEF 之 Global Competitiveness Index、IMD 世界競爭力排名，持續追蹤標竿國家與我國寬頻網路環境排名，並追蹤分析我國排名近五年更迭之情形與原因，以作為政策研擬之參考。

### ● Task 1-2 標竿國家網路交換市場研析

為協助交通部推動我國成為亞太網路電纜分散式高速網路交換樞紐，107 年已針對國際上知名且為區域重要之網路交換中心，透過公開資料、產業公協會資訊、研究報告等，探討其經營與營運模式、市場競爭狀況。今年將持續透過公開資料、產業公協會資訊、研究報告等，探討當地政府為活絡網路交換中心市場而推動之相關政策、法令與配套措施，並調查標竿國家網路服務及內容服務市場、當地海纜佈建狀況，與當地政府對於上述發展之政策方向。108 年為配合 DIGI+ 方案之相關交通部主辦辦理措施，亦延續 107 年之我國完備網路交換中心 (IX) 建置環境規劃，詳細研析該項規制之網路建置、交換機制、費用分析以及如何導入 TANet 及 GSN，並與相關業者及 IX 溝通了解意見，協助交通部研提規劃書，109 年度將持續協助與 NCC、科技部、國網中心或有線電視業者等利害關係人凝聚共識以提出完整規劃書。

預計產出：我國完備 IX 環境規劃書

## 二、 Task 2：標竿國家高速寬頻網路與數位人權推動政策研析

- Task 2-1 標竿國家高速寬頻網路政策與相關配套措施研析

透過公開資料、產業公協會資訊、研究報告等，持續彙整並分析標竿國家推動高速寬頻網路之政策、行動方案與相關配套措施，此外亦探討標竿國家高速寬頻網路市場的主要業者發展策略以及市場競爭現況，除了解市場情形，亦為政策推動成效之追蹤。

同時，因應我國 DIGI+ 2020 年寬頻目標為達到 1Gbps 有 90% 覆蓋率，2025 年寬頻目標為達到 2Gbps 有 90% 覆蓋率，今年將了解我國可提供 1Gbps 服務之潛在業務發展情況，並提出提升用戶數及應用服務之建議；此外將前瞻性的觀察國際面對 2Gbps 的政策展望，作為我國未來面向 2Gbps 的初步政策參考。

- Task 2-2 標竿國家數位人權推動政策、案例與相關配套措施研析

持續透過公開資料、產業公協會資訊、研究報告等，彙整並分析標竿國家推動寬頻數位人權之政策、行動方案與相關配套措施，並追蹤偏遠地區推動數位人權政策後垂直場域的應用發展。政策方向包含但不限於：促進同業或異業合作、補助偏遠地區建設、鼓勵新興商業模式發展、推動新應用帶動需求。

預計產出：研析標竿國家高速寬頻與數位人權推動做法

### 三、 Task 3：新興寬頻技術與創新服務發展趨勢暨相關法規調整 調研

- Task 3-1 國際新興寬頻技術與創新服務發展趨勢調研

透過公開資料、產業公協會資訊、研究報告等，持續彙整並探討新興寬頻或通信技術與相關寬頻創新應用服務之發展趨勢，包含但不限於：有線通訊之光纖傳輸、無線通訊之 5G 與 IoT。同時，關注伴隨第五代行動通訊技術之發展，而潛在發生之固定與行動混和之異質網路發展趨勢。

- Task 3-2 交通資通訊科技發展趨勢調研

為協助交通部於導入新興資通訊系統、基礎建設及相關技術服務，本研究將透過公開資料、產業公協會資訊、研究報告等，盤點國際上交通運輸相關新興資通訊系統之商業建設面的發展趨勢。

- Task 3-3 無人機交通相關研究

延續 107 年度與 108 年度國際的無人機物流應用、商業模式、商用法規發展研析，今年度除了追蹤上述面向的發展趨勢，調研重點將放在無人機交通管理系統之面向，以及無人機物流結合 5G 的發展，探討無人機於我國偏遠地區使用條件可行性分析。並且，結合偏鄉數位人權通訊平台或選定其他區域，規劃無人機交通相關試驗計畫、分析其執行成本與效益，以及探究國內提供郵務業者之經營實況，協助相關應用情境於國內實證進而商轉提供服務。

#### 四、 Task 4：我國寬頻環境發展課題與需求研析

##### ● Task 4-1 國內寬頻環境與產業發展現況調研

延續 Task 1-1 對於 ITU、FTTH Council、WEF、IMD 等國際組織寬頻網路環境指標探討，分析近年來台灣於 FTTH Council、WEF、IMD 等國際寬頻網路環境指標中之表現，進行國內與國外發展之差異分析，結合國內電信與寬頻產業相關關係人之訪談，探討國內潛在發展面臨之瓶頸。探討議題包含但不限於：寬頻建設面臨之瓶頸與未來規劃導入之新技術、寬頻應用服務推動之困難與未來潛在發展方向、因應 5G 發展所作之固定網路提升推動與基礎設施共用鬆綁。

此外，近來 IoT 技術與其相關應用興起，固定、行動等寬頻或窄頻技術將會根據不同需求被搭配使用，本研究將持續追蹤國際寬頻網路創新服務發展趨勢、國內產業結構與競爭現況，並結合國內相關政策或公家機關新興通訊系統與應用導入需求，包含：交通相關部會之通訊系統、測試場域建構需求，探討國內寬頻網路之需求。同時，配合 Task 7 之我國寬頻網路環境指標調查，提出我國寬頻網路建置精進方向，以作為政策與措施研擬參考。

此外，因應 DIGI+ 針對我國高速寬頻網路發展目標為 2020 年達到 1Gbps 90% 覆蓋率，2025 年達到 2Gbps 90% 覆蓋率，本研究亦將持續研析地方兆元網路需求、關注國內固網業者兆元級網路資費方案、寬頻普及補助措施成效等議題。

##### ● Task 4-2 國內寬頻環境發展相關配套措施現況調研

延續 Task 4-1 掌握到產業界對於寬頻建設或未來新技術導入

之想法，將持續透過相關主管單位之訪談，探討國內現行相關寬頻環境建置之配套措施與其主管或相關單位，包含但不限於：交通設施之行動通訊改善、大眾運輸工具隧道之基地台共站或共構事宜；政府持有之專用電信網路、公共交通建設管道與建物等之釋出；電業或其他公用事業管道共構或光纖共構事宜；無人機應用於物流配送之潛在作法。

預計產出：研析我國寬頻產業與環境發展現況與相關配套措施整備度

## 五、 Task 5：我國寬頻發展產官學研界意見交流座談研討會舉辦

### ● Task 5-1 國內產官學研界意見交流座談研討會舉辦

舉辦 5 場國內產官學研界意見交流座談研討會，透過座談研討會與產官學界交流國際寬頻環境發展趨勢、我國寬頻環境發展現況與政策配討規劃方向之看法。今年辦理主題包含：「交通部輔導獎勵辦法機制建立」、「我國網際網路交換中心 (IX) 新互連路由建置方案」、「我國固行網數位匯流 5G 及兆元級網路推動策略」與「交通部電信產學合作輔導獎勵推動」與「我國大眾交通及沿線管道工程溝通協調機制研擬」。

預計產出：綜合國際與我國產官學意見作為後續規劃建議方向



## 六、 Task 6：產學合作推動

### ● Task 6-1 產學合作推動

延續 107 年及 108 年所推動之多元學習方案，已針對國際間標竿創新寬頻應用服務進行個案分析，今年度將進一步延伸至國內城市智慧交通規劃之課題研析。透過持續與成功大學交管系暨電管所之教授或學生共同合作，共同拜會地方交通局或資訊處，由整體城市規劃角度，掌握地方現況需求及各項推動元素，以規劃一個未來可複製到其他城市之智慧交通城市規劃藍圖，整合中央機關、地方政府及學研界意見，進一步回饋到政策建議。

預計產出：培育潛在電信政策與法規人才

## 七、 Task 7：我國寬頻網路環境指標調查報告

### ● Task 7-1 我國寬頻網路環境指標調查

基於 107 年度所提出之我國寬頻網路環境指標與其調查機制，108 年度已透過主管機關統計資料詢問與業者公開資料盤點，進行我國寬頻網路環境量化分析，並製作我國寬頻網路環境指標報告，今年度將持續根據此指標報告進行我國寬頻網路環境的調查，並透過國內電信與寬頻產業相關關係人之深度訪問與產官學研座談會，追蹤分析我國排名更迭之情形與原因，探討國內潛在發展面臨之瓶頸，並提出促進我國排名之綜合建議，作為我國未來政策推動方向之參考。

### ● Task 7-2 我國偏鄉地區寬頻網路環境調查

延續 Task 4 對於我國寬頻網路環境發展現況之掌握，將鎖定 NCC 定義之偏鄉地區及教育部定義之非山非市地區，如公所、衛生所、消防局、警察局、郵局、中小學等公家單位，亦即偏鄉地區之重要節點，進行量化問卷調查。期望透過偏鄉寬頻環境現況調查結合 Task 7-1 之全國性的整體寬頻環境之比較，了解我國城市與偏鄉寬頻網路發展之差距，並切實掌握地方寬頻網路發展需求。調查內容如下：寬頻平均網速、達 1Gbps 連網情形、高速寬頻網路需求、政府對資通訊的重視程度等。

預計產出：我國寬頻網路環境指標調查報告與我國偏鄉地區寬頻網路環境調查報告

## 八、 Task 8：我國寬頻環境相關政策與配套措施建議

### ● Task 8-1 我國跨機關溝通協調機制建立建議

為有效推動我國兆元級聯網形成，本計畫除透過蒐集先進國家對 Gbps 等級寬頻服務推動情形，也將研析路權單位與大眾交通運輸主管機關（如公路總局、縣市政府、高鐵局、台鐵局等）對於沿線通訊服務提供情形及管道光纖、基地台等工程議題。最後，據以提出我國跨機關溝通協調機制建議，以期透過協調會議或平台，進行服務品質、上網行為分析，進而針對管道工程申請、路權、共構等議題進行溝通協調。

### ● Task 8-2 我國寬頻環境相關政策與配套措施建議

綜合 Task 1-2、Task 2 與 Task 3 的國際發展與政策調研結果，及 Task 4 與 Task 5 的國內寬頻環境發展現況與課題討論，持續修正 108 年度所提出之我國寬頻環境相關政策與配套措施之初步建議。預計討論議題包含：高速寬頻推動政策方向、IX 發展環境建構方向、數位人權推動政策方向、創新服務之法規調適、無人機物流應用可行性，及智慧交通創新應用示範場域整合規劃之建議。另外，將從上述討論議題中，整合國內外發展現況，提出 6 份研究報告。

此外，電信管理法將於 109 年正式上路，行政院可能指定交通部推動電信事業產業創新及研究發展之輔導獎勵，本計畫也將蒐集電信業者意見，以及我國政府機關對其他事業之輔導作法及相關辦法之內容，並透過舉辦產官學共識凝聚會議，協助交通部研擬電信事業輔導辦法。

預計產出：我國寬頻環境相關政策與配套措施建議

## 第四節、 預計產出之項目

### 一、 國際接軌面向

- 國際組織與標竿國家寬頻環境指標與作法調研
- 標竿國家高速寬頻環境推動政策與措施調研
- 標竿國家偏鄉寬頻網路建設推動政策與措施調研

### 二、 技術創新面向

- 有線與無線寬頻技術及異質網路發展趨勢追蹤
- 無人機、5G 等相關應用情境等寬頻創新應用發展趨勢掌握

### 三、 產業活絡面向

- 利於網際網路交換中心(IX)發展之環境建構建議
- 鼓勵創新寬頻服務發展之法規調適建議
- 5 場國內產官學研界意見交流座談研討會及深度訪談等溝通平台之建立

### 四、 數位社會面向

- 我國高速寬頻網路建設推動政策與措施建議
- 我國偏鄉寬頻建設推動政策與措施建議
- 我國無人機應用於郵件或物流投遞之可行性探討

## 五、 人才培育面向

- 產學合作推動

## 第五節、 預期具體成果

為完成上述國際接軌、技術創新、產業活絡、數位社會、人才培育等 5 大面向之工作項目，研究團隊將以「網路交換中心具國際樞紐能力」、「兆元級高速寬頻特定場域覆蓋」、「偏鄉數位人權有線無線寬頻互補」、「創新寬頻服務與法規調適參考」為 4 大討論主軸，展開「國際寬頻網路環境與網路交換市場發展研析」、「標竿國家高速寬頻網路與數位人權推動政策研析」、「新興寬頻技術與創新服務發展趨勢暨相關法規調整調研」、「我國寬頻環境發展課題與需求研析」、「我國寬頻發展產官學研界意見交流座談研討會舉辦」、「產學合作推動」、「我國寬頻網路環境指標調查報告」、「我國寬頻環境相關政策與配套措施建議」等 8 種執行手段，於 109 年度達成「國內外寬頻環境議題研究報告」6 份。

## 第四章、 研究成果

### 第一節、 期末報告研究成果內容說明

本計畫於 2020 年 3 月初正式啟動、2020 年 6 月 15 日交付期中報告初稿、2020 年 7 月 8 日完成期中報告審查，並於 2020 年 10 月 26 日交付期末報告初稿，以下說明期末報告中各工作項目以及其所對應之章節。

已完成【Task 1：國際寬頻網路環境與網路交換市場發展研析】，詳細內容於「第二節、我國寬頻環境現況」及「第三節、我國網際網路新互連路由推動」。

已完成【Task 2：標竿國家高速寬頻網路與數位人權推動政策研析】，針對標竿國家之寬頻市場競合進行分析，並針對主要業者之 5G 動態，以及標竿國家城市高速寬頻網路建置模式進行研析，詳細內容於「第四節、高速寬頻網路與數位人權推動政策」。

已完成【Task 3：新興寬頻技術與創新服務發展趨勢暨相關法規調整調研】，已針對 5G 相關政策，包含電信事業 5G 產業創新推動機制，以及偏鄉 5G 寬頻共網，與無人機物流進行分析。詳細內容於「第五節、5G 垂直領域創新服務發展與我國 5G 相關政策建議」及「第六節、無人機物流發展」。

已完成【Task 4：我國寬頻環境發展課題與需求研析】，於「第二節、我國寬頻環境現況」及「第五節、二、我國 5G 寬頻相關政策建議」。

已完成【Task 5：我國寬頻發展產官學研界意見交流座談研討會舉辦】，期中前，於 2020 年 4 月 28 日假集思台大會議中心 B1 亞里



斯多德廳，舉辦「交通部產業輔導獎勵辦法機制研擬」專家座談會，並於 2020 年 6 月 9 日假集思交通部會議中心 202 會議室，舉辦「我國網際網路交換中心 (IX) 新互連路由建置方案」座談會；期末前再舉辦三場：2020 年 8 月 18 日假集思交通部會議中心 202 會議室，舉辦「我國固行網數位匯流 5G 及兆元級網路推動策略」座談會、2020 年 9 月 25 日假集思交通部會議中心 202 會議室，舉辦「電信產學合作輔導獎勵推動機制研擬」座談會、2020 年 10 月 20 日假集思交通部會議中心 202 會議室，舉辦「我國大眾交通及沿線管道工程溝通協調機制研擬」座談會。詳細會議記錄請參考「第六章、附錄」之附件 1。

推動【Task 6：產學合作推動】，與成大團隊共同推動電信產學合作方案，並針對國內外寬頻政策、無人載具相關政策與推動措施，以及我國城市智慧交通發展課題進行研析。

針對【Task 7：我國寬頻網路環境指標調查報告】與【Task 8：我國寬頻環境相關政策與配套措施建議】之內容，基於對國際案例之掌握，與國內相關單位討論政策與配套方向，並針對我國數位創新經濟基礎網路環境建置支援平台推動提出建議，請參考「第二節、我國寬頻環境現況」以及「第五節、二、我國 5G 寬頻相關政策建議」。

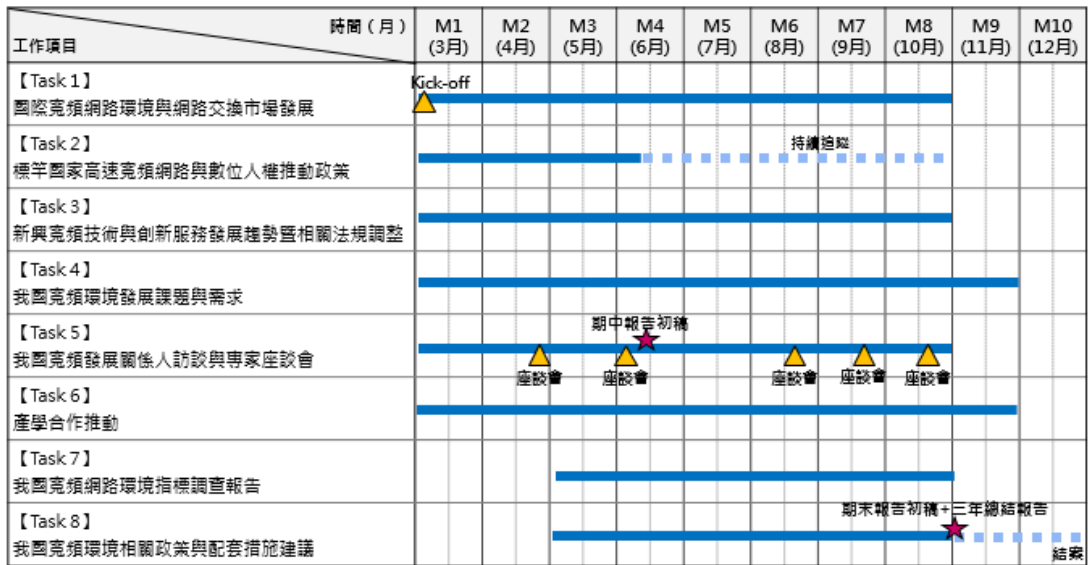


圖 4 本計畫工作時程表

資料來源：本計畫製作

表 1 工作項目與期末報告章節對應表

工作項目	對應期末報告章節	
<p>Task 1： 國際寬頻網路環境與網路交換市場發展研析</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Task 1-1 國際寬頻網路環境調研</li> <li>● Task 1-2 標竿國家網路交換市場研析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第四章第二節、我國寬頻環境現況</li> <li>● 第四章第三節、我國國際網路新互連路由推動</li> </ul>
<p>Task 2： 標竿國家高速寬頻網路與數位人權推動政策研析</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Task 2-1 標竿國家高速寬頻網路政策與相關配套措施研析</li> <li>● Task 2-2 標竿國家數位人權推動政策、案例與相關配套措施研析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第四章第四節、高速寬頻網路與數位人權推動政策</li> </ul>
<p>Task 3： 新興寬頻技術與創新服務發展趨勢暨相關法規調整調研</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Task 3-1 國際新興寬頻技術與創新服務發展趨勢調研</li> <li>● Task 3-2 交通資通訊科技發展趨勢調研</li> <li>● Task 3-3 無人機交通相關研究</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第四章第五節、5G 垂直領域創新服務發展與我國 5G 相關政策建議</li> <li>● 第四章第六節、無人機物流發展</li> </ul>
<p>Task 4： 我國寬頻環境發展課題與需求研析</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Task 4-1 國內寬頻環境與產業發展現況調研</li> <li>● Task 4-2 國內寬頻環境發展相關配套措施現況調研</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第四章第二節、我國寬頻環境現況</li> <li>● 第四章第五節、二、我國 5G 寬頻相關政策建議</li> </ul>
<p>Task 5： 我國寬頻發展產官學研界意見交流座談研討會舉辦</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Task 5-1 國內產官學研界意見交流座談研討會舉辦</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第四章第二節、我國寬頻環境現況</li> <li>● 第四章第三節、我國國際網路新互連路由推動</li> <li>● 第四章第五節、5G 垂直領域創新服務發展與我國 5G 相關政策建議</li> <li>● 第六章附錄、附件 1-座談會會議記錄</li> </ul>

工作項目		對應期末報告章節
Task 6： 產學合作推動	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Task 6-1 產學合作推動</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第四章第二節、我國寬頻環境現況</li> <li>● 第四章第三節、我國網際網路新互連路由推動</li> <li>● 第四章第五節、5G 垂直領域創新服務發展與我國 5G 相關政策建議</li> </ul>
Task 7： 我國寬頻網路環境指標調查報告	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Task 7-1 我國寬頻網路環境指標調查</li> <li>● Task 7-2 我國偏鄉地區寬頻網路環境調查</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第四章第二節、我國寬頻環境現況</li> <li>● 第四章第七節、我國寬頻網路環境報告</li> </ul>
Task 8： 我國寬頻環境相關政策與配套措施建議	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Task 8-1 我國跨機關溝通協調機制建立建議</li> <li>● 我國寬頻環境相關政策與配套措施建議</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第四章第二節、我國寬頻環境現況</li> <li>● 第四章第五節、二、我國 5G 寬頻相關政策建議</li> </ul>

資料來源：本計畫製作

預算依提案規劃，總預算 8,250 千元，至期末實際支用共 8,250 千元，支用比率為 100%。

## 第二節、 我國寬頻環境現況

本計畫首先持續追蹤探討國內目前最上位之資通訊政策—「數位國家·創新經濟(DIGI+)」發展方案相關之國際寬頻環境指標表現及國內寬頻市場現況，並因應《電信管理法》，協助交通部掌握電信業者與各部會意見，修訂〈促進電信事業產業創新及研究發展輔導獎勵辦法〉。

### 一、 我國於國際寬頻環境指標表現狀況

為了解國內發展狀況與國際標竿國家之差異，研究團隊持續針對我國寬頻環境於國際各大指標中之表現狀況進行盤點；包含世界經濟論壇 (World Economic Forum, WEF) 之網路整備度、歐洲 FTTH 委員會 (FTTH Council Europe) 之 FTTH/B Ranking 與瑞士洛桑管理學院之 IMD 世界數位競爭力年報 (IMD World Digital Competitiveness Yearbook)。透過與標竿國家比較以了解國內寬頻網路環境發展上之缺口，以及未來政府應持續推動之方向。以下將針對上述指標我國表現狀況進行說明：

#### ➤ 世界經濟論壇 (World Economic Forum, WEF) 之世界競爭力指標 (Global Competitiveness Index)

根據世界經濟論壇 2019 年公告之世界競爭力指標，我國的 ICT 環境 (ICT Adoption) 排名為第 11 名，由 2016 年第 30 名、2017 年第 25 名、2018 年第 13 名逐年穩定進步當中。細部探究各子指標，行動上網每百人訂閱率及網路使用人數百分比逐年小

幅度的上升，前者至 2019 年來到 111%，為全球第 23 名，後者至 2019 年達到 92.8%，為全球第 14 名；固定寬頻每百人訂閱率則變化不大，2019 年統計 24.1%，為全球第 46 名。

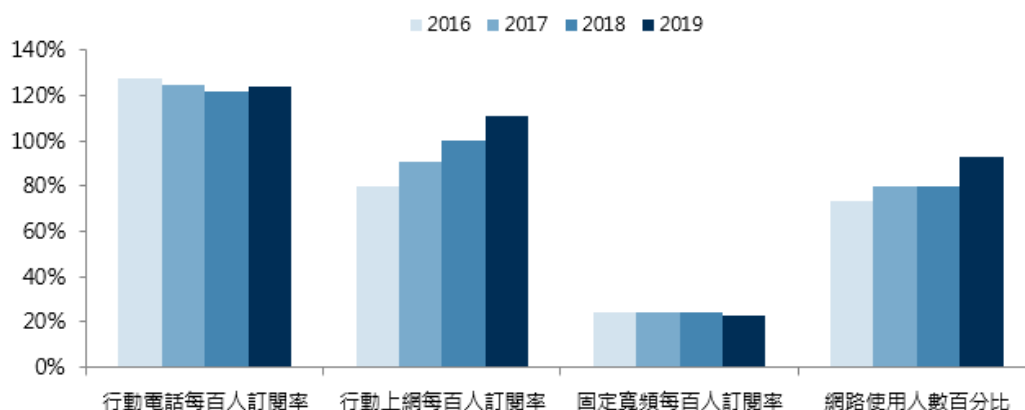


圖 5 我國於 WEF 世界競爭力年報之 ICT 各項指標變化 (2016-2019)

資料來源：WEF 公開資料，本計畫製作

研究團隊進一步將台灣與世界高經濟發展之標竿國家進行比較如下圖。與台灣相似，可觀察到民眾以行網為主、固網為輔的現象為各高所得國家，特別是人口較密集國家的趨勢，如新加坡。而大陸型國家，如歐洲和美國，家戶訂閱固網服務的比例仍未有下降的趨勢。然不論是 4G 或 FTTH 等網路服務，背後都需要足夠強健的固網作為 backhaul，這也成為我國 DIGI+ 將兆元級覆蓋視為重要指標之原因之一。而 WEF 世界競爭力年報也將光纖網路每百人訂閱率於 2018 年首度納入評比，我國於 2018 年評比中顯示有 15% 的光纖訂閱率，世界排名第 11，然至 2019 年表現未有顯著進步，訂閱率 15.3%，排名也些微下滑，為世界排名第 16。

	台灣	韓國	新加坡	日本	冰島	芬蘭	美國	法國	澳洲	英國	德國
行動電話 每百人訂閱率 (%)	123.7	129.7	145.7	139.2	126.1	132.2	123.7	108.4	113.6	117.5	129.3
行動上網 每百人訂閱率 (%)	111.0	113.6	145.7	188.9	125.5	156.4	142.5	91.6	134.1	96.9	81.6
固定寬頻 每百人訂閱率 (%)	24.1	41.6	25.9	32.2	40.6	31.5	35.6	44.8	32.2	39.6	41.1
光纖網路 每百人訂閱率 (%)	15.3	31.9	22.3	23.8	16.9	14.2	4.2	5.0	6.5	0.5	0.9
網路使用 人數百分比 (%)	92.8	95.9	88.2	84.6	99.0	88.9	87.3	82.0	86.5	94.9	89.7
ICT環境 整體排名	11 <sup>th</sup>	1 <sup>st</sup>	5 <sup>th</sup>	6 <sup>th</sup>	7 <sup>th</sup>	13 <sup>th</sup>	27 <sup>th</sup>	28 <sup>th</sup>	29 <sup>th</sup>	31 <sup>st</sup>	36 <sup>th</sup>

圖 6 我國於 WEF 世界競爭力年報之 ICT 各項指標與標竿國家之比較 (2019)

資料來源：WEF 公開資料，本計畫製作

### ➤ IMD 世界數位競爭力年報 (IMD World Digital Competitiveness Yearbook)

IMD 世界數位競爭力年報評比涵蓋三個面向：教育與科學研究 (Knowledge)、技術發展與建設 (Technology)、預備未來能力 (Future Readiness)；寬頻網路環境與 IMD 世界數位競爭力年報中的技術發展與建設面向有較直接關係。

觀察 2020 年公告之 IMD 世界數位競爭力報告中的技術發展與建設評比，我國表現為世界第 11 名，相較 2019 年評比進步 2 名，主要於技術發展與建設及預備未來能力兩面向。細究其中的眾多指標，台灣於 3G & 4G 網路市場佔行動網路市場百分比名列世界第 1 名，而無線寬頻覆蓋率及通訊技術對商業需求滿意度之評比表現也有所進步；尤以平均網路頻寬速度以及對電信之投資佔 GDP 之百分比表現進步最顯著，顯示我國近年積極加強基礎網路佈建，面對 5G 等新興通訊技術之國際市場變化，在政策以及相關建設上已有更多計畫與配套推動，期望強化電信事業之產

業發展。

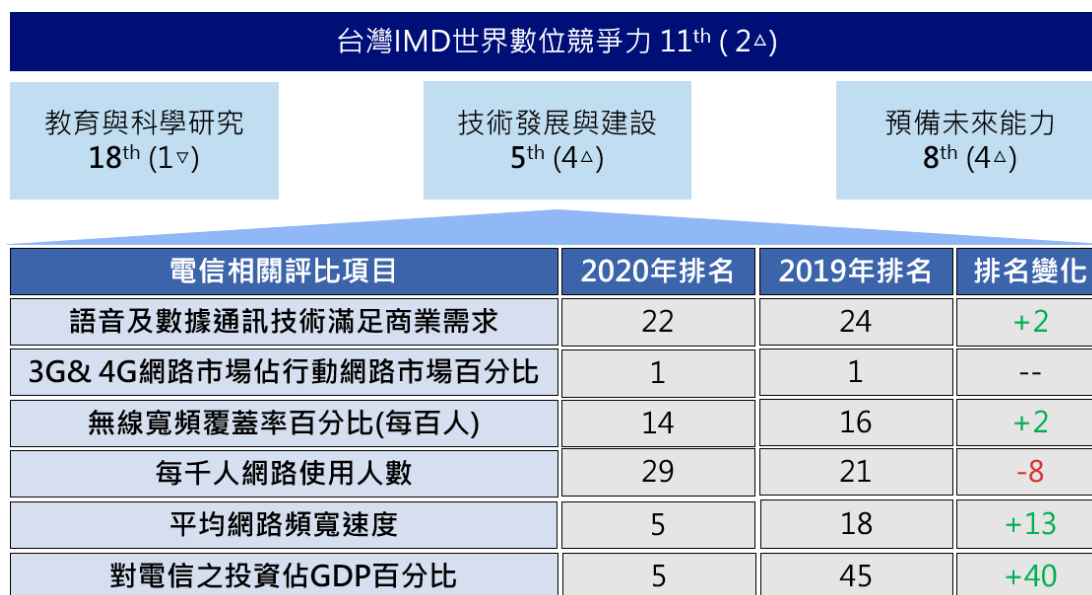


圖 7 IMD 世界數位競爭力技術發展與建設我國 2019-2020 年表現  
資料來源：”IMD World Digital Competitiveness Ranking 2020”，本計畫製作

### ➤ FTTH Council 之 FTTH/B 排名

FTTH Council 固定於每年九月公布前一年 FTTH/B 排名，根據其 2020 公告之 FTTH/B 全球排名，台灣以 FTTH 與 FTTB 之整體比例 42.5%，名列第 19 名；相較部分歐美國家光纖佈建成果較佳，但與新加坡、中國、韓國、香港、日本等亞太鄰近競爭國家有所差距，顯示我國之光纖普及仍有改善空間。



## 二、 我國寬頻市場現況

觀察我國固定寬頻用戶之變遷，總用戶數持續成長，至 2019 年底來到 583 萬戶，家戶普及率則持續維持 66%。

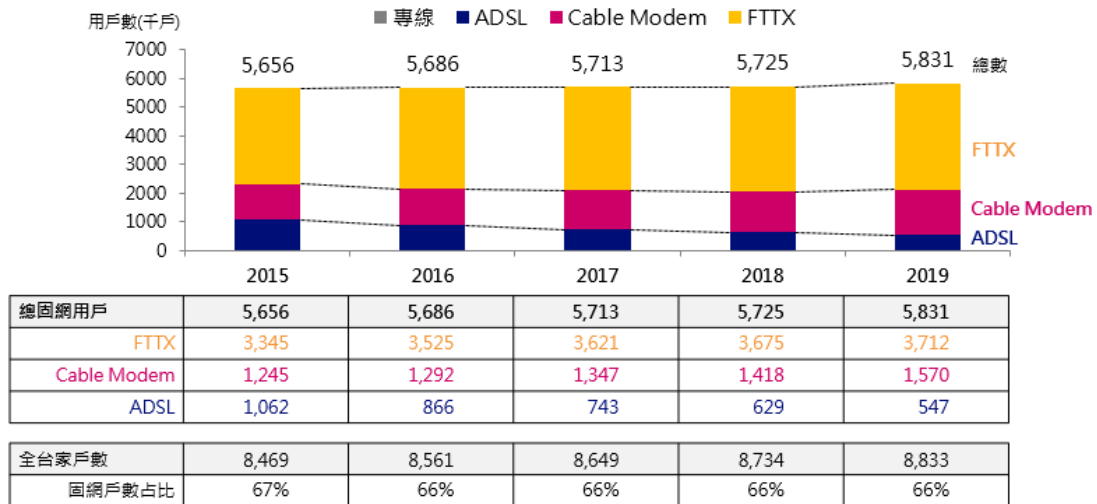


圖 8 我國固定寬頻技術變遷

資料來源：NCC 公開資料，本計畫製作

進一步了解各固網業者市場狀況，中華電信雖長期為市場主導者，但觀察其近五年固網市場資料發現，其用戶數長年維持在 440 萬戶左右、未有明顯起伏；而中華電信相較於其他固網業者之市場佔比也逐年減少，根據業者年報資料顯示，中華電信之固定寬頻市佔率由 2015 年 76% 下降至 2019 年 68%，顯示其他固網業者的勢力正在崛起當中。

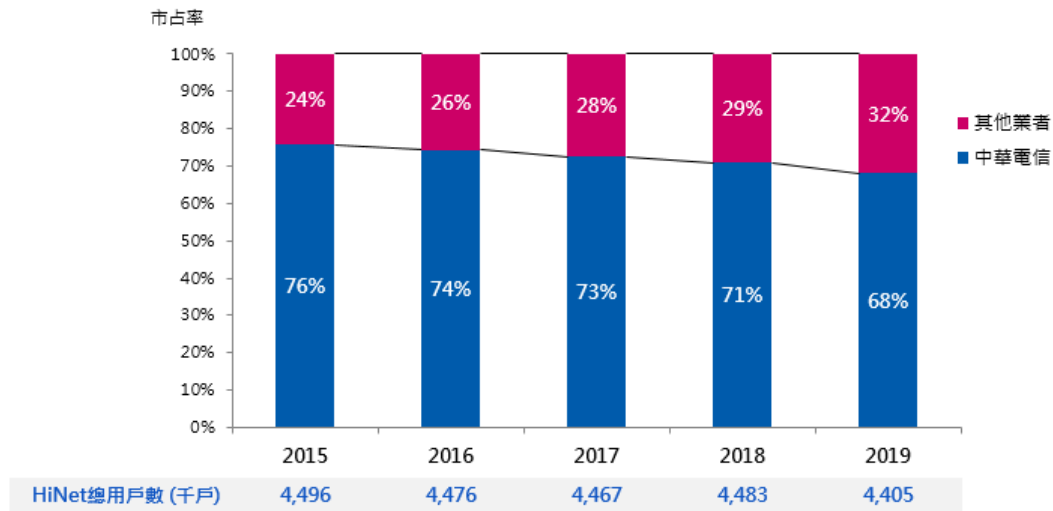


圖 9 我國寬頻客戶市佔率

資料來源：業者公開資料，本計畫製作

單看有線電視市場，可發現整體有線電視訂閱戶數在 2018 年開始下降，由 2017 年到 2018 年減少了 15 萬用戶，至 2019 年再減少 10 萬用戶，有線電視普及率也降到 56%。此現象可能與近幾年 OTT 與 IPTV 興起有關，例如中華電信 MOD 持續強化內容製作並朝向結合智慧家庭的服務，據業者資料顯示，中華電信 MOD 用戶數在 2019 年達 208 萬。然而，有線電視上網的用戶數在 2019 年卻有大幅度的增長，至 2019 年底統計有 157 萬用戶，佔整體有線電視用戶的 32%。

綜合以上，在數位匯流的趨勢下，台灣的傳播產業與電信環境正面臨新的挑戰與營運模式，而影音收視也從家庭升級到個人，服務終端亦從單一客廳移轉到多點的移動終端。因此，有線電視如何跳脫傳統內容服務提供者的角色，將既有的視訊服務與內容提供之角色延伸到寬頻上網的領域，發展如 OTT 或 IPTV 等新興多媒體影音平台，或拓展新的智慧增值服務，將為當前，甚至是面對 5G 時代來臨，CATV 業者的當務之急。

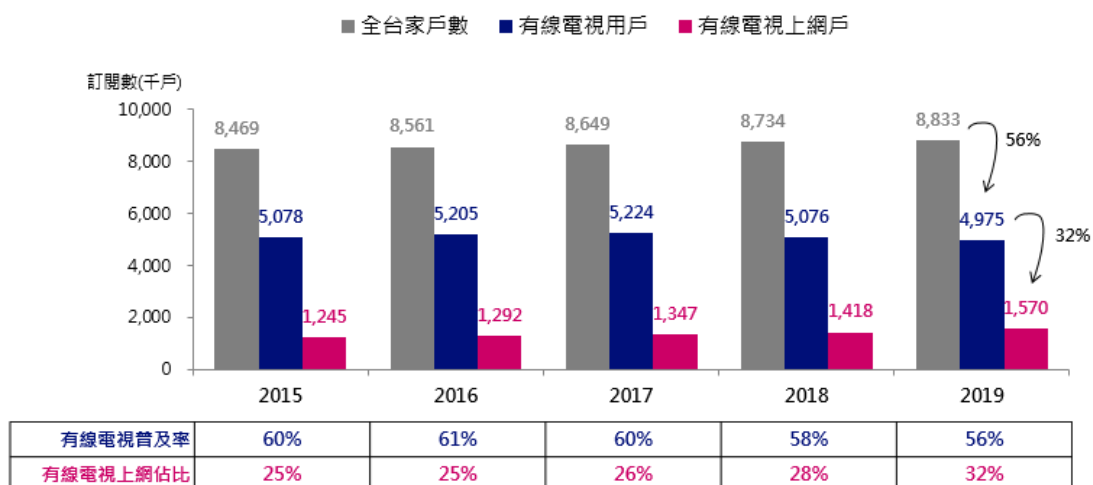


圖 10 我國有線電視用戶數與上網戶數變遷

資料來源：NCC 公開資料，本計畫製作

縣市	有線電視普及率	縣市	有線電視普及率
新北市	66%	苗栗縣	52%
新竹市	60%	宜蘭縣	51%
台南市	59%	嘉義市	51%
桃園市	57%	雲林縣	44%
基隆市	57%	南投縣	42%
高雄市	57%	花蓮縣	41%
新竹縣	57%	澎湖縣	39%
台中市	57%	嘉義縣	39%
台北市	56%	台東縣	37%
屏東縣	53%	連江縣	35%
彰化縣	52%	金門縣	18%

圖 11 我國有線電視普及率縣市別(2019 年第四季)

資料來源：NCC 公開資料，本計畫製作

呼應到 DIGI+ 之兆元級網路發展目標：於 2019 年達到 1Gbps 70% 覆蓋、最終於 2020 年達到 1Gbps 90% 覆蓋，觀察我國目前達

成狀況如下圖。截至 2020 年 7 月統計，排除 NCC 所定義之 85 個偏鄉區域，我國目前 1Gbps 總覆蓋率已經達到 85%，顯示過去幾年，在交通部大力推動 Cable 業者推出 1Gbps 服務方案的努力之下，已有顯著成果發生，在全台 65 間有線電視業者中，目前已有 27 間業者推出 1Gbps 的服務。

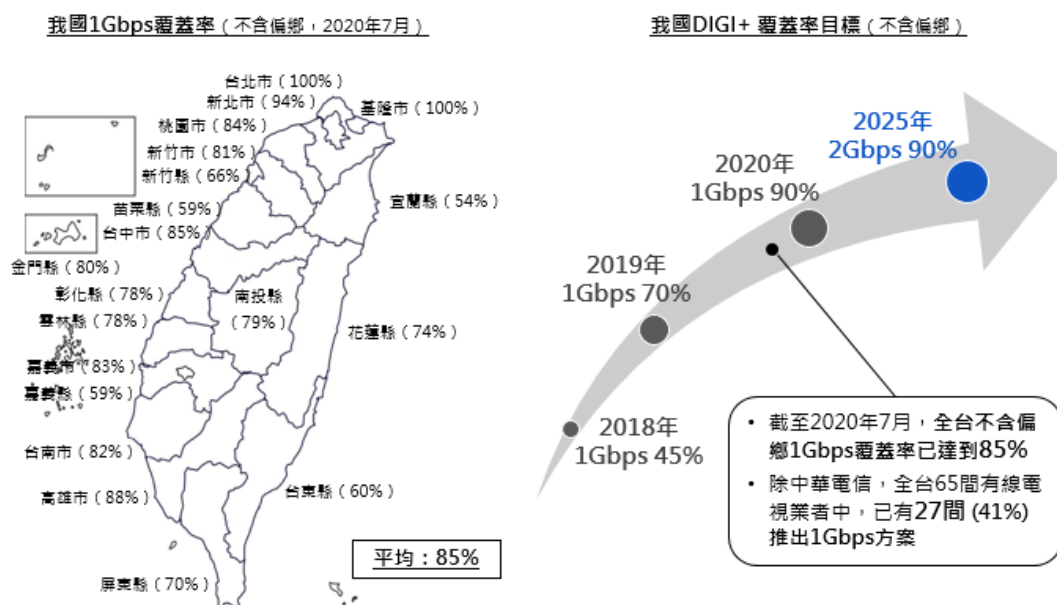


圖 12 我國 1Gbps 覆蓋率 (2020 年 7 月)

資料來源：NCC 公開資料，本計畫製作

業者	收視區	1Gbps 月資費
台固	<ul style="list-style-type: none"> <li>永佳樂 (新北)</li> <li>觀天下 (新北)</li> <li>紅樹林 (新北)</li> </ul>	\$1,499
凱擘	<ul style="list-style-type: none"> <li>陽明山 (台北)</li> <li>金頻道 (台北)</li> <li>新台北 (台北)</li> <li>大安文山 (台北)</li> <li>全聯 (新北)</li> <li>新唐城 (新北)</li> <li>北桃園 (桃園)</li> <li>新竹振道 (新竹)</li> </ul>	\$1,499
中嘉 (全經營區皆上市)	<ul style="list-style-type: none"> <li>吉隆 (基隆)</li> <li>長德 (台北)</li> <li>麗冠 (台北)</li> <li>萬象 (台北)</li> <li>新視波 (新北)</li> <li>家和 (新北)</li> <li>北健 (桃園)</li> <li>三冠王 (台南)</li> <li>雙子星 (台南)</li> <li>慶聯 (高雄)</li> <li>港都 (高雄)</li> </ul>	\$999
台灣寬頻 (全經營區皆上市)	<ul style="list-style-type: none"> <li>南桃園 (桃園)</li> <li>北視 (新竹)</li> <li>信和 (苗栗)</li> <li>吉元 (苗栗)</li> <li>群健 (台中)</li> </ul>	\$1,489
中華電信		\$2,399

圖 13 已推出 1Gbps 方案業者列表

資料來源：業者公開資料，本計畫製作

配合 DIGI+行動方案計畫正在討論下一階段 2025 年的推動目標，研究團隊亦針對原定 2025 年的 2Gbps 90% 覆蓋率目標進行分析。

首先，綜觀全球先進國家兆元級寬頻網路發展，除新加坡因已完成全國光纖電纜佈建而達成全國 1Gbps 覆蓋外，我國、盧森堡、中國大陸與美國預定於 2020 年達成不同程度的覆蓋目標；歐盟國家，如德國、芬蘭、瑞典及英國則預定於 2025 達成部分覆蓋；而奧地利則計畫於 2030 年達到 100% 的 1Gbps 覆蓋。但若進一步展望 2Gbps 的發展，目前除了我國 DIGI+行動計畫預計於 2025 年達成 2Gbps 90% 覆蓋之外，目前尚未有其他國家也將 2Gbps 佈建設為國家寬頻建設覆蓋目標。

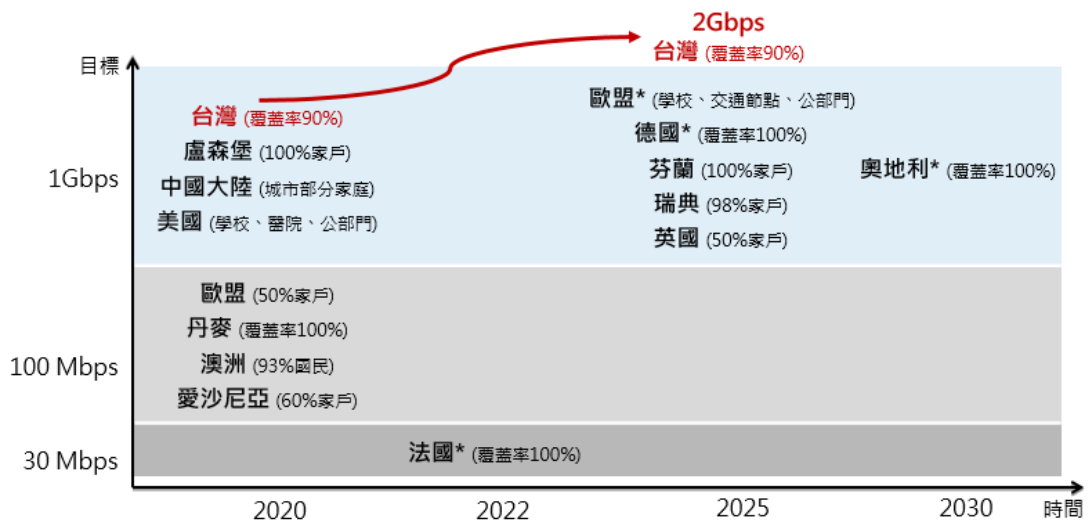


圖 14 國際標竿國家寬頻政策目標

資料來源：各國公開資料，本計畫製作

然而，在寬頻服務市場上，美國、日本、韓國等國家的主要電信業者或有線電視業者都早已推出 1Gbps、2Gbps、5Gbps，甚

至是 10Gbps 的家用網路方案，以 10Gbps 為例，Sintel 配合新加坡國家全光纖建設計畫，最早於 2016 年推出 10Gbps 家用光纖服務，而 KT 與 NTT 東西日本也分別於 2018 年及 2020 年跟進推出。





		 NTT	 kt	 Singtel	 COMCAST
<b>1 Gbps</b>	月資費 (USD)	56.26	30.65	32.06	84.99
	年資費佔GNI	1.6%	0.9%	0.4%	1.6%
<b>2 Gbps</b>	月資費 (USD)	---	---	45.18	299.95
	年資費佔GNI	---	---	0.6%	5.7%
<b>5 Gbps</b>	月資費 (USD)	---	47.83	---	---
	年資費佔GNI	---	1.4%	---	---
<b>10 Gbps</b>	月資費 (USD)	65.64	69.66	123.14	---
	年資費佔GNI	1.9%	2.0%	1.7%	---

圖 15 各國兆元級家用寬頻服務資費比較

資料來源：業者公開資料，本計畫製作

各國兆元級網路市場變化可溯源於新興通訊市場之競爭，以 NTT 東西日本為例，NTT 東西日本為 NTT 集團下負責地區通訊事業之公司，在日本 FTTH 市場中佔比約 66%。然而，面對與行動通訊或 MVNO 等新興通訊之市場競爭，NTT 東西日本之 FTTH 網路服務 Flet's 光意識到成長幅度的漸緩，於 2014 年開始推出 1Gbps FTTH 服務，並於 2015 年開始轉換銷售模式，推出光纖批發服務 (Hikari collaboration business)，即將 Flet's 光服務以批發價轉售給其他通訊業者，承租光纖的業者便得以用自己公司的品牌重新與其他網路應用服務組合包裝後銷售，而原先使用 Flet's

光的客戶，也得以轉租使用與 NTT 合作之光纖服務批發業者之新服務，此舉促使停滯不前的光纖訂閱戶數開始增長，而 NTT 東西日本之訂閱戶比例也於 2017 年開始以批發為主、零售為輔。直到 2020 年，NTT 東西日本則意識到 5G 為滿足 4K/8K 或 AR/VR 等更高速且大容量的傳輸需求快速增長，光纖網路必須進一步提升至 10Gbps 以上，才得以穩固光纖批發市場，因此於 2020 年 4 月推出 10Gbps 的網路服務，以穩固其光纖批發整合銷售服務，由此可見，兆元級寬頻在過去於家戶市場推動 1Gbps 之滲透率雖仍有極大進步空間，但面臨 5G 時代，更高速的固網已轉型為支援 5G 實踐優質網路服務表現之角色。

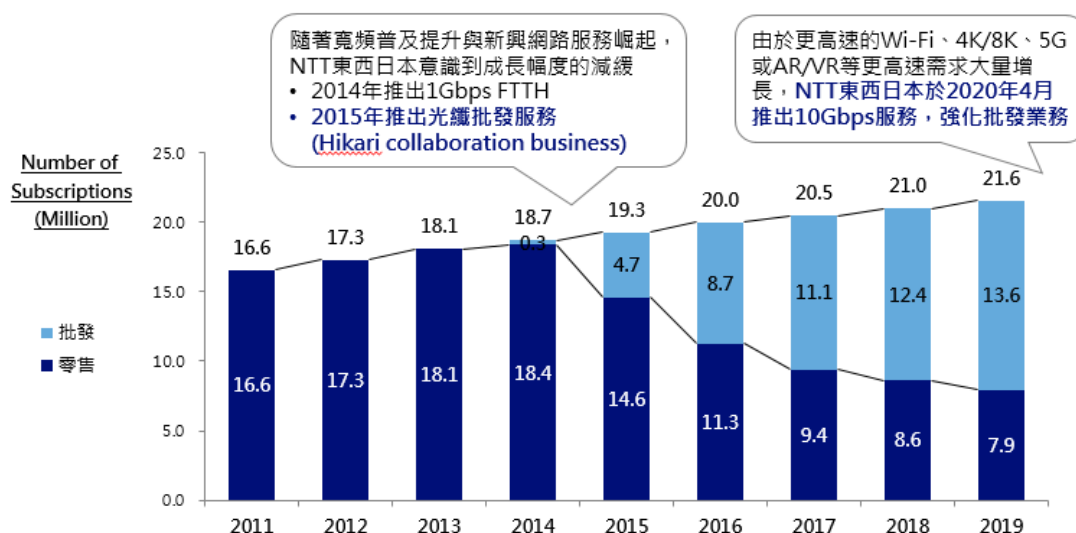


圖 16 NTT 東西日本光纖服務演進

資料來源：NTT 東西日本公開資料，本計畫製作

另由兆元級寬頻網路技術可行性進行評估，目前市場上主要的寬頻使用技術：光纖及 Cable modem，其技術發展理論值皆能達到 2Gbps 以上。Cable modem 於 2013 年發布 DOCSIS 3.1 規格，透過 HFC 網路提供上行速度最大值 2Gbps 與下行速度最大值



10Gbps 的網路接取，為目前市場主要的技術規格；而 2017 年發布之下一代 DOCSIS 4.0 規格，則在技術上採用全雙工通訊，亦即上行與下行流量同時使用同一頻譜，此與過去分頻雙工的做法不同，因此上下行速度皆可達到 10Gbps，將可滿足 5G 需求，支援 5G 應用服務傳輸 4K/8K 規格的高畫質影像，或車聯網、遠距醫療或教育現場等應用的低延遲、高流量傳輸需求。

據通傳會公開資料顯示，我國過去在 DIGI+行動方案的推動之下，至 2020 年 7 月底統計，不含偏鄉的 1Gbps 覆蓋率已達 85%，除了中華電信以及台北市的台灣智慧光網外，我國有線電視業者自 2019 年第三季開始進軍兆元級寬頻網路市場，目前已有 27 家業者推出 1Gbps 的家用寬頻服務，其中，中嘉及台灣寬頻甚至在全台經營區皆已上架 1Gbps 寬頻方案。然而，1Gbps 的網路服務對家戶市場的吸引力仍然不大，據國內有線電視業者表示，目前市佔率較高的方案仍以 100M-300M 為主，一般家戶對於更高速、甚至達 1Gbps 的寬頻服務需求不高也無明顯感受。因此，國內有線電視業者推出 gigabit 等級服務之技術宣示意味較為強烈，需求者仍以企業用戶為主，但 1Gbps 服務於企業用戶市場之滲透亦有極大的進步空間。

家戶市場對於固定寬頻的上網需求雖不超過 1Gbps，但面對 5G 技術興起，固網已轉型成為 5G backhaul 的必要角色。根據日本總務省定義 5G 高度特定基地台建設義務定義，5G 高度特定基地台是指使用理論值最快 10Gbps 回線之基地台，因此，無論是光纖或同軸電纜，作為 5G backhaul 都必須達到 10Gbps 的傳輸速度才能符合 5G 高速基地台的回傳需求。據此，國內電信業者與有線電視業者也表示，目前已達 1Gbps 覆蓋的區域，未來面對速度升級的需求將可直接由兩端網通設備的更換（如改為 10G-



PON) 達到 10Gbps，技術上是可行的，且 10G-PON 也為各業者目前技術推動方向。

然而，在 1Gbps 市場需求仍有大幅成長空間的現況之下，國內有線電視業者暫無意願投入資金再將技術規格升級到 2Gbps；而針對 5G 對於固網技術的間接需求，有線電視業者則持保守態度，將被動等待垂直場域需求者、企業專網需求者或電信業者提出合作需求，再行評估升級至 10Gbps 之商業可行性。

總結以上，在各項固、行網技術的演進及市場需求變化之下，國家寬頻網路建設的發展將由固網、行網的分野，轉為固、行網整合發展的形式。市場上雖未對於 1Gbps 以上的寬頻網路有直接需求，但當固網服務提升至 10Gbps 以上時，也得以作為 5G backhaul，因此，固定寬頻及行動寬頻之發展政策應被視為一整體行動方案進行規劃。據此，研究團隊於 2020 年 8 月 18 日舉辦「我國固行網數位匯流 5G 及兆元級網路推動策略」座談會，邀集我國電信業者與寬頻業者，討論 DIGI+ 2.0 之寬頻目標設定。

因應我國 5G 建設義務為：「3.5GHz 頻段得標者，應於 5 年內使用其新標得的 3.5GHz 頻段建置，或用其擁有之原 4G 頻段升級建置 5G 基地臺，涵蓋全國人口比例至少達 50%，並使用其標得之 3.5GHz 頻段，建置至少 1000 臺 5G 基地臺」，座談會中電信業者首先針對 5G 基地台之光纖 backhaul 支援整備規劃發表意見，與會業者皆表示現有 4G 基地台之 backhaul 速度不夠 5G 使用，未來會以至少 10Gbps 做規劃，但升級範圍將先以市場需求為考量，而非直接以整體覆蓋率計算；另亦有業者表示光纖網路將先以租用為主，未來再評估自建。

而針對 DIGI+ 2.0 之目標設定，研究團隊於座談會中提出三

項方案討論：1) 過去以非偏鄉地區達 1Gbps 90%為覆蓋率，未來轉以偏鄉 1Gbps 為目標、2) 非偏鄉地區持續升級至 2Gbps、5Gbps 或 10Gbps 為目標、3) 過去以家用 (FTTH) 1Gbps 為目標，未來以支援 5G 基地台所需之 backhaul 光纖達理論值 10Gbps 為目標。

針對第 1 項方案，業者普遍認為寬頻建設須視市場需求而定，偏鄉地區人口密度低，不建議以地理覆蓋計算目標值；而針對第 2 項方案，與會業者則認為即便日本、韓國等國以推出 2Gbps、5Gbps，甚至 10Gbps 的家戶上網方案，但國家並未將其視為寬頻政策目標，而依市場機制自由發展，在我國>1Gbps 家戶上網市場需求尚未明朗前，業者並未有升級意願；最後針對第 3 項方案，業者則認為國際目前沒有以行動基地台 backhaul 光纖網路作為覆蓋目標的先例，我國若要以此做為訂定標準應再多加評估目標值之設定，且日本總務省雖定義 5G 基地台為 backhaul 達 10Gbps，但 10Gbps 為理論值，實際運行速率可能不足。

總結以上，DIGI+行動方案對於高速寬頻建設至 2020 年目標為：非偏鄉地區 1Gbps 達 90%覆蓋，在交通部過去兩年的推動之下，雖有顯著成果，但對業者而言，其配合政策之技術宣示意味較為強烈。即便目前固網技術演進已可達到 2Gbps 以上，但在 1Gbps 寬頻服務市場需求不高的情況下，業者持續進行技術升級的意願不高，因此，政策面由 1Gbps 覆蓋提升為 2Gbps 覆蓋的意義也不大。

另一方面，未來高速寬頻網路對於 5G 應用服務雖然扮演重要角色，但建議不應將其覆蓋率視為一獨立目標。目前我國 5G 頻譜拍賣之建設義務為：要求人口比例達百分之五十的覆蓋，在台灣人口稠密的環境之下，可以預想其建設勢必會集中在大都市地

區，偏鄉需求可能被忽略。因此，對於非偏鄉地區，未來電信業者為拓展 5G 消費市場，勢必同時投資強化其固網能量；但針對偏鄉地區，雖然 5G 對於各部會的偏鄉施政應用有具體垂直場域需求，但由於單一電信業主不具有商業回收的基地台建設與固網升級意願，偏鄉地區的高速固網普及建設則回歸到政府對於 5G 之期待是否像日本一樣，期望可以解決偏鄉數位落差課題，避免城鄉之間的差距持續擴大，尤其針對公部門之公共服務，不管是醫療、觀光、防災、安全等應用，透過創造安全、便利的生活環境，緩和人口流失之現象亦吸引人口流入，達到地方創生之成效。

最後，回應 DIGI+行動計劃之主要推動策略：持續推動通訊傳播基礎網路建設、推動數位經濟發展所需創新服務，以及完備數位人權法制環境，使全民共享數位匯流服務之果實。在非偏鄉地區已完成 1Gbps 寬頻佈建，且 2Gbps 無市場吸引力的背景之下，建議 DIGI+ 2.0 應優先考慮將偏鄉地區之高速寬頻普及建設納入考量，透過政策支持偏鄉兆元級高速寬頻及 5G 佈建，才有利於新興科技技術導入偏鄉，達到縮短城鄉數位建設落差的目的；而針對非偏鄉地區，由於電信業者皆以 10Gbps 光纖作為 5G 基地台 backhaul 目標，技術走向 10G-PON 的方向明確，表示不論是行網或固網皆有品質維持與持續升級到 10Gbps 超高速寬頻網路的需求，主管機關亦可順勢將超高速寬頻網路佈建（家戶上網提供 10Gbps 方案或足以支援 5G 基地台頻寬）之覆蓋做為 DIGI+下一階段目標。

### 三、 我國寬頻環境相關政策建議

#### (一) 促進電信事業產業創新及研究發展輔導獎勵辦法擬定建議

電信管理法於 108 年 6 月 26 日經總統令公布，於 109 年 7 月正式上路，該法第九十四條第一項規定：「為促進電信產業創新及研究發展，行政院指定機關得辦理電信事業輔導、獎勵事宜。」及第二項規定：「前項輔導或獎勵之對象、資格條件、審核基準、申請程序及其他相關事項之辦法，由行政院指定機關定之。」；行政院已於 109 年 3 月 10 日指定交通部為負責機關，交通部爰訂定《促進電信事業產業創新及研究發展輔導獎勵辦法草案總說明》，辦法草案共計 24 條，主要說明輔導獎勵對象、項目、措施及計畫審查與追蹤管理辦法，並於 109 年 4 月 13 日預告公告。



圖 17 《促進電信事業產業創新及研究發展輔導獎勵辦法草案》架構

資料來源：交通部公開資料，本計畫製作

本辦法為交通部辦理電信事業輔導獎勵措施之法源依據，必需可長可久，因應不同時代的 ICT 市場發展有足夠的彈性，其相關細節仍則在每年的綱要計畫中做訂定，例如訂定未來三~四年的 5G 產業創新及研究發展推動之中程綱要計畫，四年後再依據

未來新的 ICT 技術衍進訂定新的綱要發展計畫等。因此，為協助本辦法草案考量完備，研究團隊於今年度計畫中協助交通部掌握經濟部等有相似產業輔導機制之運作經驗，並一一拜會電信業者、協助了解業者對辦法草案之預告公告版本有無執行上之疑義。

各單位針對本辦法之輔導獎勵對象、項目，以及措施之討論及建議如下：

➤ **輔導獎勵對象（辦法第四條）**

各單位認為輔導獎勵對象不應侷限於電信事業，若此輔導獎勵辦法的目的是為鼓勵產業發展，則未來 5G 所帶來的新興服務如邊緣運算、雲端、或各類終端應用服務業者都應該納入，其相對電信業者之創新能量較強，且若期望國際輸出，則國際化的企業多為 SI 而非電信事業，但卻無法成為輔導獎勵對象。

然而，因本辦法之法源依據電信管理法，母法內已指明輔導獎勵對象為電信事業，在法定輔導獎勵對象無法修正的情況下，研究團隊認為此辦法可迫使電信事業必須強化異業結盟策略、推動電信事業轉型作為創新應用的系統整合者，並有機會利用電信產業技術升級，轉而推動電信業者服務之中小企業進行數位轉型，對我國整體的數位經濟與 ICT 產業發展將有深遠的影響，而交通部應規劃其相關執行細節，訂定〈電信事業 5G 產業創新及研究發展推動計畫〉，研究團隊也將建議之推動作法於第五節、二、我國 5G 寬頻相關政策建議章節中說明。

## ➤ 輔導獎勵項目（辦法第五條及第六條）

- |  |  |
|--|--|
| <p>■ 辦法第五條：主管機關得辦理以下產業創新之輔導與獎勵</p> <ol style="list-style-type: none"><li>一. 建立異業合作模式，提供創新商品或創新服務</li><li>二. 拓展國際市場、建立自有品牌</li><li>三. 電信產業之創業育成及電信專業人才之培植</li><li>四. 建立產業合作模式或整合地方資源，建置高速寬頻網路或普及高速寬頻網路服務</li><li>五. 其他有關電信產業新技術之應用或服務普及事項</li></ol> | <p>■ 辦法第六條：主管機關得辦理以下研究發展之輔導與獎勵</p> <ol style="list-style-type: none"><li>一. 新興通信技術與設備</li><li>二. 與電信服務品質之提升與改善有關之技術或設備</li><li>三. 與電信網路有關之技術與設備</li><li>四. 與數位匯流有關之技術或設備</li><li>五. 有利電信產業與數位匯流發展之營運模式、經營管理或創新服務</li></ol> <p>■ 第一項第一款至第四款具技術或設備研究發展性質者，研究發展之技術或設備應具有實用性或商品化潛力</p> <p>■ 第一項第五款具營運模式、經營管理或創新服務研究發展性質者，研究發展之營運模式、經營管理或創新服務應具有可行性與商業化潛力</p> |
|--|--|

圖 18 《促進電信事業產業創新及研究發展輔導獎勵辦法草案》預告公告版本之第五條及第六條

資料來源：交通部公開資料，本計畫製作

針對第五條及第六條關於輔導獎勵項目的部分，各界表達以下建議：

(1) 原第五條第四款：

應避免重複補助電信業者取得頻段後必須履行的權利義務。

(2) 交通部與經濟部的角色模糊：

原第六條研究發展項目包含許多電信網路技術設備等項目，應屬於經濟部鼓勵創新研發的角色，在技術認可的軟硬體整合後，由交通部推動服務整合輸出。此外，服務整合將牽涉到新的商業合作模式或新興服務模式，也可

做為創新的一種形式。

單位	輔導獎勵項目(草案第五、六條)
台北市電腦公會	<ul style="list-style-type: none"> <li>原第五條第四款「建設高速寬頻網路」：應避免重複補助電信業者取得頻段後必須履行的權利義務</li> <li>這是很好的輔導獎勵方式，但現實是台灣的電信業者幾乎無法跨到國際市場，建議在草案的輔導獎勵項目應主要放在解決方案，才能做到產業面的國際輸出</li> </ul>
工研院	<ul style="list-style-type: none"> <li>經濟部與交通部的角色劃分應更清晰：草案中第五條與第六條分別談到產業創新與技術設備研發，目前看來這兩條是相互矛盾，建議將設備歸給經濟部，即系統整合上半部服務由交通部主管，系統整合下半部設備由經濟部主管，來推行軟體設備整合，建置成功後將服務輸出</li> <li>第五條 建議增列「推出高附加價值服務或創新營運模式」等項目</li> <li>第六條 建議將技術設備相關項目刪除，應屬經濟部職責，朝向提升客戶滿意度、提升創新附加價值的方向著手</li> </ul>
科會辦	<ul style="list-style-type: none"> <li>「普及服務」的用詞必須小心，對NCC而言是專有名詞</li> </ul>

圖 19 各單位對電信事業輔導獎勵項目之修改建議

資料來源：109年4月28日「交通部產業輔導獎勵辦法機制研擬專家座談會」紀錄，本計畫製作

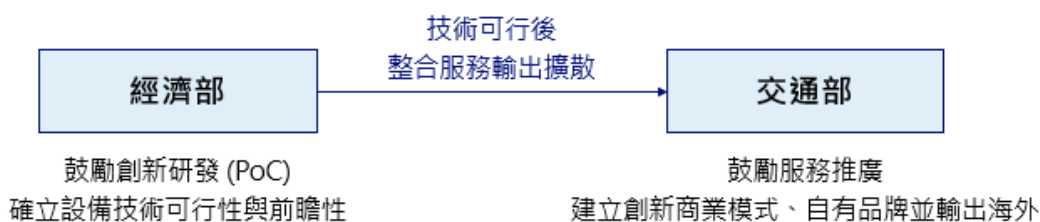


圖 20 交通部與經濟部於產業輔導角色分工

資料來源：本計畫製作

### ➤ 輔導獎勵措施（辦法第七條及第八條）

#### ■ 辦法第七條：本辦法之輔導措施如下

- 一. 提供顧問輔導
- 二. 提供諮詢服務

#### ■ 辦法第八條：本辦法之獎勵措施如下

- 一. 對於產業創新或研究發展之成果發給獎狀、獎座、獎牌，或受與榮譽或其他榮譽
- 二. 對於計畫辦理產業創新或研究發展，提供部分經費之補助

圖 21 《促進電信事業產業創新及研究發展輔導獎勵辦法草案》預告公告版本之第七條及第八條

資料來源：交通部公開資料，本計畫製作

針對本辦法草案，電信業者多表示此辦法與經濟部現行之科專補助方式類似，因過去申請及執行科專計畫遭遇許多不便，包含申請案件限制、員額限制、補助金額類別、財務稽核等。同時，因應前述單位對交通部及經濟部角色分工認定，研究團隊建議交通部除訂定綱要計畫提供業者做創新研發技術申請外，也應設計一套有別於經濟部產業補助計畫之輔導獎勵模式，減輕業者申請計畫及機關內辦理計畫申請之負擔。

研究團隊建議利用辦法內所設計之獎勵措施，於辦法第八條中增加「發給獎金措施」，以提供獎金的方式，未來在細部計畫中，鼓勵電信業者推出創新應用服務後，得以申請成果獎勵金。其辦理方式可包含：

- (1)在各垂直領域中推出一定數量之創新應用服務給予適當獎勵。
- (2)與異業建立商業合作共同推出創新商品或服務給予適當獎勵。
- (3)成立自有品牌給予適當獎勵。
- (4)於國外上市創新服務或商品給予適當獎勵。
- (5)針對取得我國認可之國內外認證、標章或評比之業者給予適當獎勵。
- (6)透過比賽機制，針對評比優選之業者給予獎勵金。

經由專家座談會及與電信業者的討論，與會單位表示原則上



認同此種做法，因可簡化業者得到補助的模式，也可區隔出交通部服務推廣的角色，但仍提出以下建議：

- (1) 各界對「認證」、「標章」、「評比」的認知及定義不同，用詞可再酌修，以免造成誤解。
- (2) 由於國際上目前較少有電信相關的標章，若我國未來考慮自行創造，則必須考量對市場的吸引力，初期不建議採實質技術認證，而可考慮服務品質及滿意度之認證或評比，待未來國際間有新技術相關之公信力的認證，我國可再納入獎勵標準之考量。

綜整上述各界建議，交通部考量該輔導獎勵辦法之適用性必須可長可久，可在不同技術演進與市場變化之下皆能適用，因此後續評估決議不寫入輔導獎勵辦法，但可考量放入綱要計畫內實施，力求法規授權的多樣性，以因應未來不同需求，研究團隊也據此協助擬定 5G 中期綱要計畫，將於第五節、二、我國 5G 寬頻相關政策建議章節中說明。

單位	輔導獎勵措施(草案第七、八條)
台北市電腦公會	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 會計科目問題：原則上補助、輔導與獎勵是屬於同一層的內容，且在會計認列的科目不同，導致調撥款的方法不一。以經濟部為例，補助辦法有50%的上限，而輔導辦法沒有，交通部應再與主計釐清</li> <li>• 認證的概念比較新但不反對，其定義與目的可以再討論：(1)若是由國內政府使用的服務，審核的嚴格度拿捏或是包括非陸資的審核標準皆需再探討；(2)若是朝國際合作的方向，則服務認證應有較大的彈性空間</li> </ul>
工研院	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 國際上很難找到電信相關的標章，即使自行創造，也必須考量對業者的吸引力</li> <li>• 導入認證標章制度：用詞可再酌修，因大家對認證及標章的認知與定義不一樣</li> <li>• 可考慮國際上具有公信力的電信產業聯盟做像航空業 rankingQS 服務品質的評比</li> </ul>
單位	申請程序(草案第十二~十八條)
工研院	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 業者計畫申請是事前申請，而成果獎勵是事後申請，成果獎勵的申請要求可以再簡化，例如不需要談及遭遇困難及因應等</li> </ul>

圖 22 各單位對電信事業輔導獎勵措施及申請程序之修改建議

資料來源：109 年 4 月 28 日「交通部產業輔導獎勵辦法機制研擬專家座談會」紀錄，本計畫製作

## (二) 大眾交通服務沿線寬頻管道工程溝通協調機制建議

為了提升城鄉生活品質，統合公共管線之配置，我國於民國 89 年制定共同管道法，並由內政部成立「公共設施管線資料庫分組」推動相關政策及制度，以利各部會及各機關之協調，加速建設並確定標準。而民國 95 年開始實行之《國土資訊系統十年計劃》則陸續推動國土資料庫建置，致力於管線系統的標準統一、新舊管線資料建置、檢測與補正及 3D GIS 管線查詢，使其能夠作為政府政策推動的重要輔助工具。直至 106 年，行政院核定「共同管道建設綱要計畫」，鼓勵地方縣市設置專責單位，並建立共管經濟誘因機制，促進各部會以及民間業者的合作，減少管道挖掘的頻率，提升國家建設效率，並提供國民更便捷的服務以及道路的即時資訊。

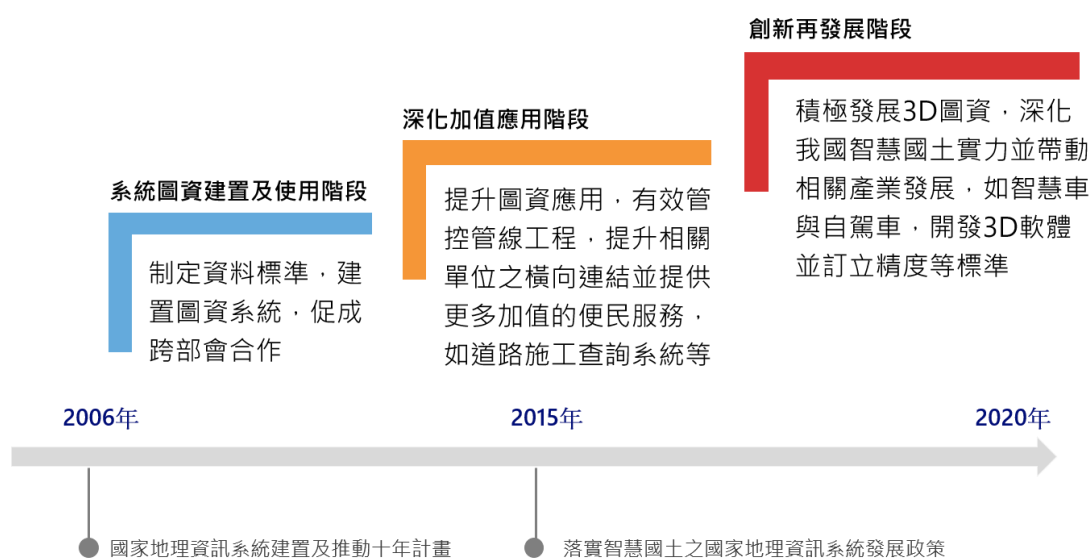


圖 23 國土資訊系統十年計劃三階段

資料來源：國發會，本計畫製作

我國目前管道圖資系統由內政部統籌及督促全國各機關建立管線資料庫，而地方政府負責訂定規範與相關配套措施，要求

當地電信、電力、自來水等管線機關以標準格式建立及更新圖資，同時，電信與固網業者的圖資建立，會經由國家通訊傳播委員會進行協調與督導，而路權機關則作為圖資上傳完成後的核備單位，對圖資的屬性及其合理性進行判斷與檢視。

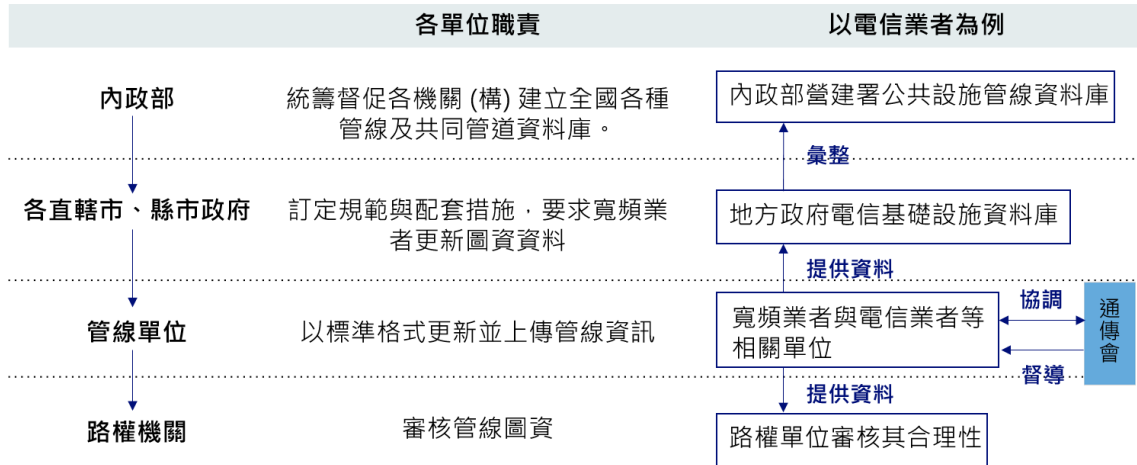


圖 24 管線資料庫建置運作模式

資料來源：內政部營建署，本計畫製作



圖 25 內政部營建署公共設施管線資料庫公開資訊

資料來源：內政部營建署，本計畫製作

另一方面，由於寬頻網路建設之佈建成本甚高，挖馬路佔電信業者投資極大的成本，因而降低業者於偏鄉建設之意願，因此，我國在 DIGI+ 方案中，也針對不同交通場域提出相關管道建設協調的改善辦法以提升我國各項運輸系統中的寬頻建設，期望業者能在資訊更加透明的情況下，得以更即時掌握各單位施工情形，進而協商。因此，2018 年由公路總局主責之管道工程協調機制討論會議，即透過與各管線機構組成之協調小組共同對於公路的管道工程進行協商。公路總局或地方路權單位於每半年固定召開管線協調會，公告未來預定的路面工程，而各管線單位則須每三個月提報次一季的預定工程案件，並交由公路總局或路權單位審核，若其他單位有異議或該地因其他緣故不得施工，則會再召開分組討論。

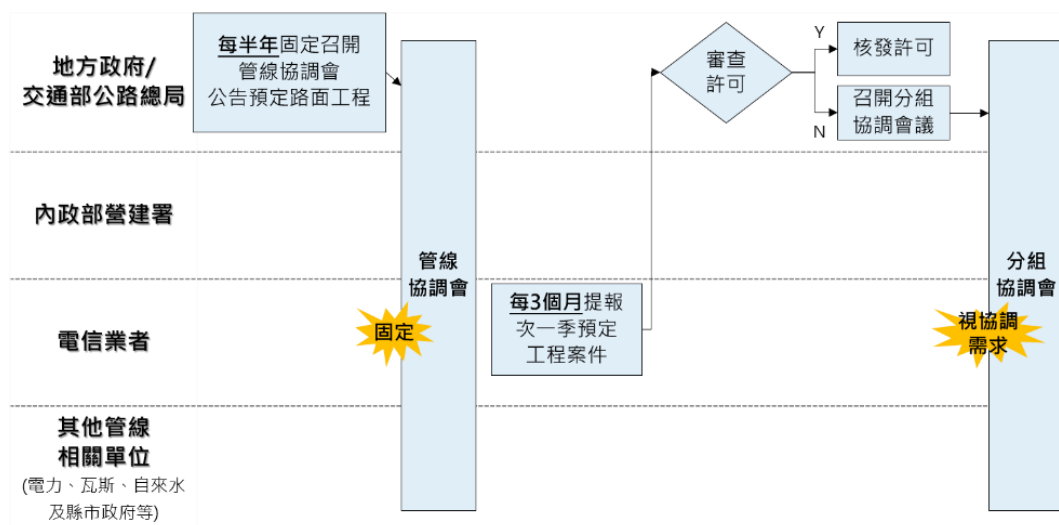


圖 26 管道土建工程協調機制討論會議

資料來源：交通部，本計畫製作

以上建設最終目的是為提升我國寬頻品質及帶給國民更為便利的生活，因此需要相關的評鑑機制及規範作為政策目標達成的準則與檢視方針。目前我國國家通訊傳播委員會依《行動寬頻

業務管理規則》辦理定期評鑑，檢視我國五大電信業者之行動寬頻服務品質，並針對服務效能、客服中心、客訴處理以及帳務服務進行評鑑，同時，也委託財團法人電信技術中心實施業者端的實地訪查以及消費者的問卷調查，並由通傳會給予改善建議即將研究結果公開，然而其並無針對此評鑑結果對電信與固網業者作出強制的要求，也並無將結果回饋至最初的規劃與執行面。

### I. 定點量測

- 全國7,851個公眾場所：  
村里長辦公室、郵局、警局派出所、捷運站、火車站、百貨公司



項目	數據	全國平均 (Mbps)	第 10 分位速率 (Mbps)	第 50 分位速率 (Mbps)	第 90 分位速率 (Mbps)
4G 下載速率	108.33	54.86	104.95	167.13	
4G 上傳速率	27.18	12.73	27.85	39.92	
雲端下載速率	95.64	48.3	92.04	147.96	

### II. 移動量測

- 各縣市主要道路、高速公路、快速道路：  
以正常行車速率駕車量測
- 高鐵、台鐵、北捷、高捷：列車內量測



上網類別	量測路線	平均下載速率(Mbps)	平均上傳速率(Mbps)
4G	縣市	38.71~69.03	8.35~20.52
	國道	48.69~87.81	15.16~19.42
	快速道路	40.77~79.18	11.85~23.42
	大眾運輸	36.46~124.77	8.36~19.60

圖 27 我國行動寬頻服務品質規範之評鑑機制之實際訪查量測

資料來源：通傳會、TTC 公開資料，本計畫製作

綜合以上，我國推動相關政策至今也行之有年，然而因牽涉單位眾多，過去管線標準規範複雜不一以及原有法規與新制度的關聯性不高等問題，因此不論為地方的管線圖資系統以及中央政府所推動之相關協調會和評鑑機制，為業者以及國內建設所帶來的效益可能有限，遂研究團隊邀請國內相關單位，包含電信業者、大眾運輸單位以及地方工程與資訊單位等，於 2020 年 10 月 20 日舉辦「我國大眾交通及沿線管道工程溝通協調機制研擬」座談會，詳細的會談內容將於第六章附錄、附件 1 內的座談會會議紀錄內說明。研究團隊也將就現況的改善作為建議方向。



如上所述，我國自民國 89 年以來，即開始推動管線設置之法規及計畫，然中央與地方政府之間缺乏整體規劃、相關單位協調不易，導致執行效果不彰，因此研究團隊建議大眾交通管道通訊工程協調應包含三項元素互相協作：管道設施圖資共享、跨機關協調溝通平台以及定期品質揭露與回饋檢討機制。我國已建立此三項機制之基礎，但尚有優化空間，以下將針對此三項元素分別進行討論及建議。

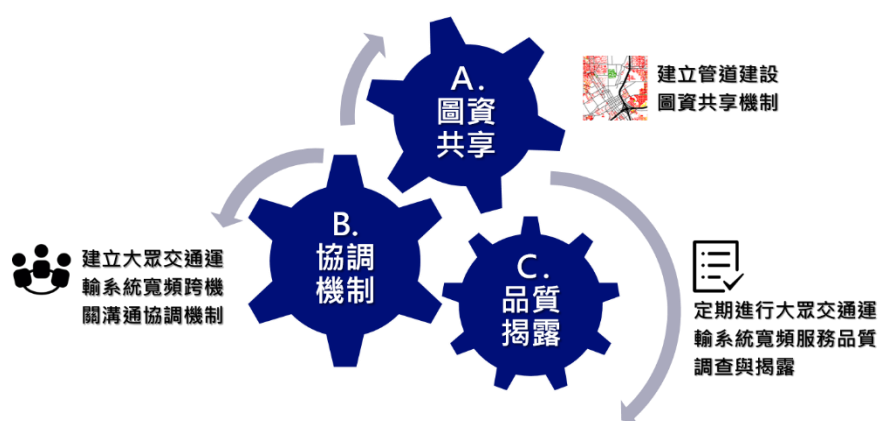


圖 28 大眾交通運輸管道工程協調機制運作架構

資料來源：本計畫製作

### ➤ 管線圖資共享：

管線圖資系統能夠作為業者進行工程申請前的輔助資料，協助其檢視所需的圖資及數據，確保施工時不受其他施工單位影響，並有助於事前的規劃，避免衝突管線的發生。而有鑑於道路挖掘工程耗時且影響層面大，因此建議於必要管線佈建時，比對並同步更新舊有管線資訊、確認管線資料標準一致性，減少不同單位間的溝通障礙，同時檢查管線狀況，進行風險控管，減少災害可能發生的機率。

而管線單位施工時，此系統應能自動通知當地其他管線單位，作為各單位彼此之間工程進行的緩衝提醒。在竣工後，工程負責單位也須以標準格式上傳管線資訊，並由路權機關檢視其合理性。而以電信管線而言，則須由國家通訊委員會協助進行督導，其於2020年針對「市內及國內長途陸纜電路出租業務通信網路審驗技術規範」、「市內網路業務通信網路審驗技術規範」、「國際海纜電路出租業務通信網路審驗技術規範」、「綜合網路業務通信網路審驗技術規範」及「有線廣播電視系統工程查驗技術規範」等5種技術規範修正草案預告，均各增列「符合地方政府3D管線圖資格式之證明文件」，作為未來通傳業者申請相關技術審驗案之應備文件。促使各地方政府掌握管線3D圖資，以強化系統鋪設效率，並避免誤挖導致服務中斷或造成危害。

中央政府於105至109年度已編列4.34億台幣經費於管線圖資系統的更新，期望補齊埋深資料並測製全國都市計畫區8米以上的道路，補足人手孔及管線之屬性、空間位置及詮釋資料；在管線圖資3D化的部分，目前已補助新北市、桃園市、台中市、台南市、高雄市、新竹市，以及嘉義市，每縣市500萬元，將既有2D管線轉換為3D管線之示範作業，透過實作，尋求可行技術、方法並估算成本，未來可望推展至全國。

單位	管線圖資共享系統
新北市工務局	● 為符合智慧國家的處理方式，雖設立資管將會提高成本，管線單位的配合度也是一大問題， <b>未來可能會採取較強硬手段，包含裁罰機制。</b>
新北市資訊中心	● 未來希望能夠將資料標示更清楚，以協助規劃更便利、快速。

圖 29 各單位對管線圖資共享系統之建議

資料來源：109年10月20日「我國大眾交通及沿線管道工程溝通協調機制研擬」座談會，本計畫製作

➤ **跨機關協調溝通平台：**

為達到圖資系統及跨單位協調溝通平台之一致性，研究團隊建議以圖資系統作為主管機關與管線單位協調之依據，以達成資源利用之最大化，並能避免各單位溝通基準不一，且能確保圖資系統能夠不斷更新。

在《公共設施管線工程挖掘道路注意要點》第 7 點規定：「辦理多種管線工程必須挖掘同一道路者，除緊急搶修外，道路管理機構應協調各有關機構一次辦理完成，且協調辦理後之道路，非有第十一點之情形，三年內不得因管線工程再行挖掘。」因此應由地方政府作為主管機關，定期辦理公共設施管線說明會，並於管道工程設計之初，邀請管線單位針對既有管線及預計新建管線作討論，以期各業者對於未來可能佈建管線盡早進行規劃與協調，並能以國家長期發展為立基點，進行長期營運之考量及經費籌措。而根據業者建議，因不同機關管線之建設方法不同，所需成本也有差異，期望能將電信相關管線統合配置管道，同時也能夠減少不同機關之間的溝通成本。

而竣工後，主管機關也應針對過程與結果進行檢討，如目前台南市工務局於每季定期召開道路挖掘完工績效檢討會，一方面確保申挖品質及後續工程之改善，另一方面也能督促圖資資訊之上傳作業執行，達到意見交流、作業品質回報以及管線資訊建置之三重目的。



單位	跨機關溝通協調機制
公路總局	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 每半年召開協調會，要求各管線單位及電信業者提供未來預計施工路段，以減少禁挖情形。</li> <li>● 禁挖期一般為兩到三年，每年也會公布禁挖路段。但若有必要施挖的狀況，也能透過與地方政府及營建署等單位協調處理。</li> </ul>
中興工程顧問股份有限公司 (桃捷監工)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各單位應在共同管道設計初期共同討論，確定是否可行，且後續還有出了車站接續的問題，建設上有其困難。</li> </ul>
亞新工程顧問股份有限公司 (桃捷監工)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 因共同管道建置複雜且費用高，至少能夠針對電信及光纖做整體管路的管理。</li> </ul>
凱擘大寬頻	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 有線電視業者在進行管線搶修與維護的開挖工程都必須自費也都須向地方政府申請，造成不便。</li> </ul>
遠傳電信	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 支持共同管道的設置，不過想要使用時，管道可能來不及，所以只能自己佈建，申請上也較無彈性，必須向地方政府申請用地，而施工則是需要向鐵道局、高公局等申請。</li> <li>● 建議往後在規劃共同管道時，業者能夠參與討論，因業者清楚人口密度在哪，能給出要在哪邊出口的意見，業者使用率也會提高。</li> </ul>
中華電信	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 共同管道建設後的禁挖規定造成業者困擾，當客戶有網路升級需求時，發現有管障或線路已滿問題，就嚴重影響數位建設。而承辦單位也多，難以溝通，影響建設進度。</li> <li>● 以建設數位國家的目標來看，往通訊方面的共同管道比較容易推行，成本也比較不會那麼高，業者比較容易接受。</li> </ul>

圖 30 各單位對跨機關溝通協調機制之建議

資料來源：109 年 10 月 20 日「我國大眾交通及沿線管道工程溝通協調機制研擬」座談會，本計畫製作

### ➤ 定期品質揭露與回饋檢討機制：

目前國內僅透過通傳會依《行動寬頻業務管理規則》第 72 條，辦理每年定期評鑑，檢視電信業者行動寬頻服務品質並由其委託財團法人電信技術中心實施實地訪查之數據量測。然而雖有公開調查結果，並由通傳會給予改善建議，但此結果並不具備強制力及約束性，因此對業者之改善誘因除了與其他業者之比較與競爭心態外，並無太多實質助益。因此，研究團隊建議，應由中央建立電信業者服務品質之標準，並設有獎懲機制，鼓勵業者不斷改善現有的服務，並能將之扣合至原有的運作機制，優化並持續改善。

另外針對大眾運輸車廂及站體之免費 Wifi 設立，車廂部份目前僅有高鐵與高雄捷運有提供該服務，而台北捷運則因為使用率低落，而取消服務；台鐵也曾於今(2020)年測試編組一列車 Wifi 網路，但因測試成果發現使用率低，全面建置費用恐過於龐大，而決議暫緩設置，並待 5G 建設程度再研議。

大眾交通運輸工具類型	免費網路服務 (free Wi-Fi) 供應情形
台鐵	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 台鐵站有提供、沿線車廂無提供</li> <li>• 2020年曾測試編組一列車，測試成果使用率低，評估全面建置費用龐大，決議暫緩建置，將視5G建設程度再研議</li> </ul>
高鐵	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高鐵站及沿線皆有提供</li> <li>• 與中華電信合約將至2020年12月底止</li> </ul>
北捷	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 原車站及沿線皆有提供服務，2019年終止</li> <li>• 2019年評估因民眾4G吃到飽普及，wifi使用率僅3.6% (每日平均搭乘人數210萬，使用人數7萬)，無法支應成本</li> </ul>
高捷	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 車站及沿線皆有提供</li> </ul>

圖 31 我國大眾交通運輸工具免費網路服務提供情形

資料來源：交通部，本計畫製作

根據財團法人台灣網路資訊中心針對國民網路使用狀況執行之問卷調查，有高達三分之一的受訪民眾表示不使用公眾免費網路的原因為手機已使用行動上網吃到飽方案；而針對有公眾免費網路使用經驗的民眾而言，亦有高達三分之一表示在公共場所使用政府提供的免費 Wifi 服務是在手機收訊不佳的狀況下所使用。由此可知，台灣民眾因擁有網路吃到飽的比例較高，較無機會使用公用免費網路，僅有在行動通訊訊號不穩定的區域才考慮使用政府提供的免費 Wifi 服務。

據此，研究團隊亦參考標竿國家經驗，比較各國於大眾交通樞紐提供免費網路服務之現況。不同於我國，日本、韓國、英國

鐵路之免費 Wifi 服務皆是由鐵路公司建置，服務範圍除了車站本體之外，也包含部分車廂，由於此些國家的鐵路多由民營化經營，車廂免費網路服務成為業者彼此間市場競爭的一部份。車廂網路的建置成本龐大，因此此些國際鐵路業者積極與媒體娛樂平台合作，提供車載娛樂服務以提升網路使用率，並取得廣告收益。如日本 JR 東在主要新幹線沿線提供免費 Wifi 服務，每次 3 小時，可不限次數登入，JR 東並與 NTT、KDDI、樂天及富士合作，乘客登入 wifi 後便可在新幹線上免費觀看動畫、漫畫或線上雜誌。而英國 West Midlands Trains 所設置的 Loop WiFi 服務，則提供乘客車載娛樂服務，包含收看電視節目、電影/紀錄片、運動賽事、新聞/氣象等。德國 ICE 列車 (Intercity-Express) 則是將網路服務反映在票價上，ICE 雖針對所有跨國列車 (包含奧地利、法國、比利時、荷蘭及瑞士) 皆有提供免費 wifi，利用 ICE wifi 可進入 ICE Portal 使用車載娛樂服務，包含電影、有聲書、線上雜誌等，但僅有頭等艙乘客的流量無限制，可順暢使用影音服務，其他艙等乘客可使用之頻寬較低，可瀏覽網頁，但觀看影音速度可能較慢。

	台灣	日本	德國	英國	韓國	
建置單位	政府	鐵路公司	鐵路公司	鐵路公司	政府	鐵路公司
建置範圍	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 車站</li> <li>• 高鐵車廂</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 車站</li> <li>• 部分車廂</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 車站</li> <li>• 部分車廂</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 車站</li> <li>• 部分車廂</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 車站</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 部分車廂</li> </ul>

圖 32 各國鐵路免費 Wifi 提供情形

資料來源：本計畫製作

站在政府角度，大眾交通樞紐之免費網路服務提供是為提高國民網路使用的便利性，在我國行動通訊吃到飽普及率較高的情

況下，建議可探討是否於行經訊號不佳的路段中設置即可，或可考量於觀光列車設置，作為特殊列車的額外服務，並可結合列車客艙影音服務或列車風景導覽與直播等觀光活動以提升使用率。此外，研究團隊認為也應就公用網路使用者的使用狀況與上網行為進行分析並定期進行滿意度之回饋與調查，據以提出改善辦法，有助於日後在提供相關之公共服務時，能滿足公共利益。

單位	定期品質揭露與回饋檢討機制
台中市資訊中心	● 針對 <b>免費Wifi的設置會考慮使用率</b> ，如目前對於三個月未達30人次使用的站點會進行檢討是否停止該熱點服務，改至其他地點設立。
台北市資訊局	● 目前在信義試辦區分析免費Wifi服務提供狀況， <b>要求業者提供使用者相關資料</b> ，包含時間、人數以及流量並進行分析。

圖 33 各單位對定期品質揭露與回饋檢討機制之建議

資料來源：109 年 10 月 20 日「我國大眾交通及沿線管道工程溝通協調機制研擬」座談會，本計畫製作

總結以上，研究團隊認為我國目前針對三大機制已規劃基本架構，然而各項機制之間的協作模式可再強化。首先，公開圖資除可作為業者工程申請前檢視依據外，管道單位及主管機關應在道路施工挖掘的同時，檢查管線狀況並予以比對，必要時進行管線資料更新，而當工程完工確認驗收後也必須及時同步更新管線圖資。其次，管線資料庫必須作為主管機關與管線單位溝通協調之依據，除定期舉辦協調討論會議外，也必須定期在會議上公布寬頻品質揭露成果以進行檢討；此外，在大型建設計畫執行前，建議主管機關應舉辦公共設施管線說明會，邀集相關管線單位及早共同討論共管建設之可行性與協調，竣工後也必須針對過程及結果進行檢討。最後，目前我國雖針對行動上網有定期測評，但尚未建立完整的回饋機制，建議量測結果應於協調會議中定期公告並討論品質提升方案，同時，針對公共網路服務，也應透過上

網行為分析以檢討運作機制。

綜合以上三點考量，有賴主管機關建立一套完整機制，作為地方政府、道路主管機關、大眾運輸單位、寬頻業者以其他相關單位計畫、協調與改善之依歸，並有助於提升工程的運作效率，以為未來相關科技及應用發展鋪陳，切合國家政策發展，同時也能夠提高國民生活品質、提升服務效能。

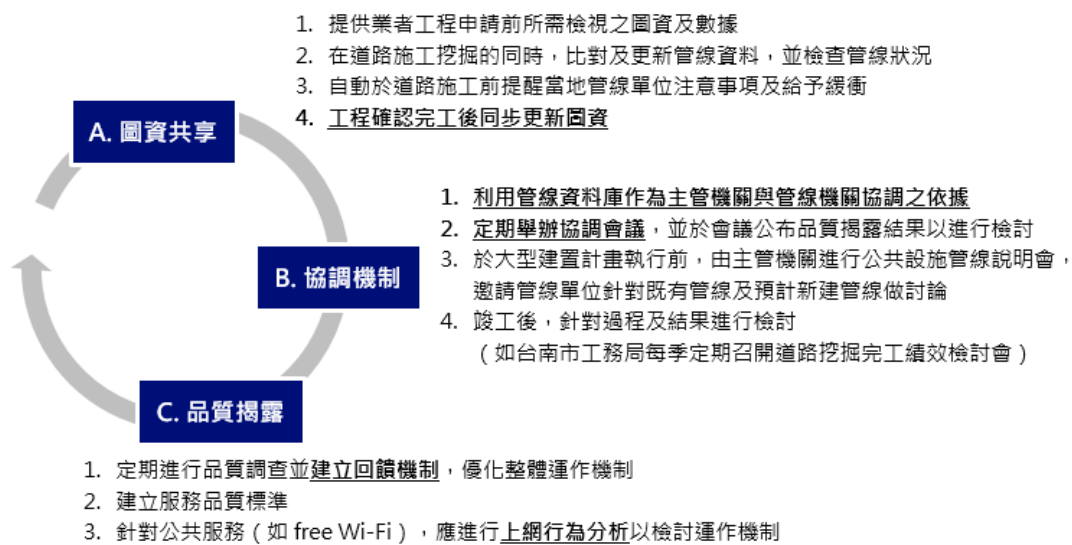


圖 34 我國可發展之大眾交通寬頻相關跨機關溝通協調機制優化構想

資料來源：本計畫製作

### 第三節、 我國網際網路新互連路由推動

蔡總統曾於科技政策談話中發表「數位國家、智慧島嶼」之理想，隨後行政院提出「數位國家·創新經濟發展方案(2017-2025年)(以下簡稱 DIGI+方案)」，期望藉由此方案發展活躍網路社會、推進高值創新經濟、建構富裕數位國家。DIGI+方案之第一項推動主軸為：建構有利數位創新之基礎環境(DIGI+ Infrastructure)，並有「提升超寬頻創新網路應用基礎建設」等推動策略，而其一重點工作便是「打造我國成為亞太網路電纜暨分散式高速網路交換樞紐」。

為改善我國現行訊務交換瓶頸，並發展成為亞太樞紐，交通部已於 2017 年委託財團法人資訊工業策進會，執行「網通資源及產業協助研究計畫」，其中針對我國網際網路交換中心之發展概況與困境進行分析，也提出對各項網際網路交換中心強化方案之可行性評估。過去相關研究，多有討論成立新的 IX，或集結業者至一現存之 IX 作法，然根據資策會分析，由於我國法規並未規範網路互連機制，IX 幾乎是由市場機制引導，但在台灣電信市場中，中華電信佔有大部分資源，在一個不平衡的市場中，市場機制難以完善運作。若再建立一個全新的 IX，各 ISP 業者需要再多負擔成本與新成立之 IX 互連，若中華電信不願意加入新的 IX，IX 亦無法有效運作，也吸引不到其他 ISP 業者，該新 IX 的發展將很有挑戰性。



方案		優點	缺點	
1	倡議主要IX獨立經營 並允許其他業者得加入成為股東	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中立性較高</li> <li>• 政府不需支付成本</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IX經營者未必有意願釋出股權，其他業者未必有意願入股</li> </ul>	
2	成立 新IX	業者共同籌組	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中立性較高</li> <li>• 政府不需支付成本</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 市佔高業者未必有意願籌組</li> </ul>
3		政府捐助成立	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不需等待業者協商</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 政府需支付成本</li> <li>• 市佔高業者若不加入，其他業者加入意願可能不高</li> </ul>
4		政府補助特定NGO 建置與經營	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不需等待業者協商</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 政府需支付成本</li> <li>• 市佔高業者若不加入，其他業者加入意願可能不高</li> </ul>
5		由學術網路建置與經營	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不需等待業者協商</li> <li>• 學術網路既有流量及用戶大，對其他ISP吸引力大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 政府需支付成本</li> <li>• 市佔高業者若不加入，其他業者加入意願可能不高</li> </ul>

圖 35 網際網路交換中心強化方案之可行性評估

資料來源：106 年交通部及資策會研究報告

延續前述研究成果，本研究團隊已於第一期（107 年度）至第二期（108 年度）的研究計畫中透過蒐集國際上亞太地區先進國家（日本、韓國、香港、馬來西亞及新加坡等）網際網路交換中心發展趨勢及主要交換中心訊務交換政策，觀察亞太地區網路交換中心之成立及其性質，以及網路數據交換中心之中立性與開放性的作法，分別從組織營運面、組織結構面，以及他律機制等，提出強化作法評估，並提出不同政策方案實施難易度分析之評估報告。同時，前兩期研究計畫中亦觀察國內互連現況，發現中華電信因有七成以上用戶及重要內容，因此為重要互連結點，但現 TWIX 失去互連功效，亦缺乏與國際 Tier 1 業者互連，影響我國整體網路服務品質。因此，為打造我國具備亞太 IX 能量，將需求兩大角色：其一具備全台骨幹業者可串連各地 ISP，其二為可串聯國內外 ISP 之 IX。

角色一：具備全台骨幹業者可串連各地ISP

角色二：可串聯國內外ISP之IX

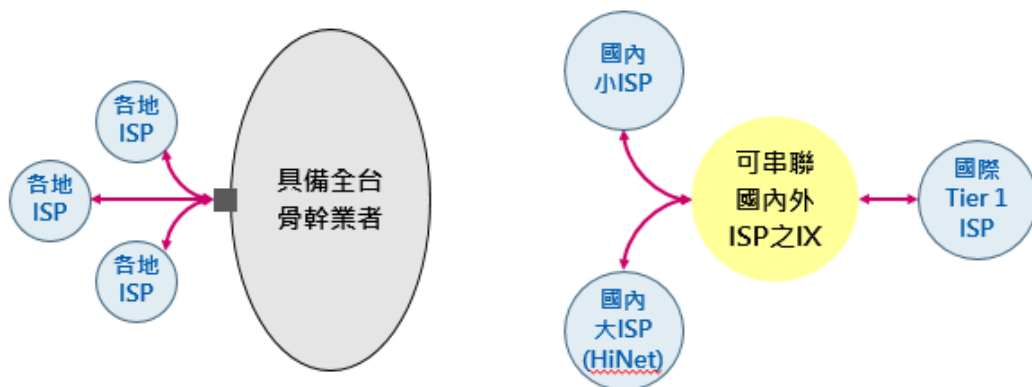


圖 36 打造我國成為亞太網路電纜暨分散式高速網路交換樞紐需求角色

資料來源：本計畫製作

為尋求前述兩大需求角色之潛在對象，研究團隊參考 TWNIC 公告之國內外互連頻寬資料，盤點了具有全台骨幹網路的潛在 ISP 業者名單及既有四大 IX 業者，除了 HiNet 以外，國內互連資源最多的 ISP 包含 TFN、NCIC、中嘉、亞太、是方、TANet、台灣之星、So-net 等。針對角色二，則盤點我國現有 IX 發展情形，TWIX 因已被中華電信把持，恐有經營角色衝突；TPIX 雖較為中立但尚未與國內大 ISP 業者連結；而 EBIX 則因進入市場較晚，目前互連資源較弱。透過業者訪談掌握潛在的合作對象，研究團隊最終提出兩項建議並協助與各有關單位進行溝通：一為推動國網中心連結 TPIX 強化 IX 服務，二為推動具全台高速骨幹網路的 ISP 業者代理國際頻寬服務。



ISP業者	國內互連總頻寬 (Mbps)		國外互連總頻寬 (Mbps)
	Total	與NTT	
TFN	3,719,320	40,000	573,577
NCIC	1,947,602	120,000	255,000
中嘉	1,248,400	40,000	84,000
亞太	510,000	----	----
是方	392,604	22,000	31,200
TANet	280,530	----	20,000
台灣之星	137,000	20,000	----
So-net	98,000	----	13,000

圖 37 我國具有全台網路之主要 ISP 業者國內外互連資源 (除 HiNet)

資料來源：TWNIC 公開資料，本計畫製作

	連結ASN數	平均訊務量	經營者	發展情形
TWIX	25	92.56G	中華電信	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISP業者目的為藉由TWIX以較低成本與HiNet連結，而非透過TWIX與其他業者互連</li> <li>經營角色衝突，經營者同時為國內最大ISP業者</li> </ul>
TPIX	46	77.9G	是方電訊	<ul style="list-style-type: none"> <li>角色較TWIX中立</li> <li>尚未與國內主要ISP業者 (HiNet、台固、新世紀資通) 互連</li> </ul>
EBIX	18	---	亞太電信	<ul style="list-style-type: none"> <li>較晚成立，市場已被TWIX、TPIX壓縮，國內外互連資源較低</li> </ul>

圖 38 我國現有 IX 發展情形

資料來源：TWNIC 公開資料，本計畫製作

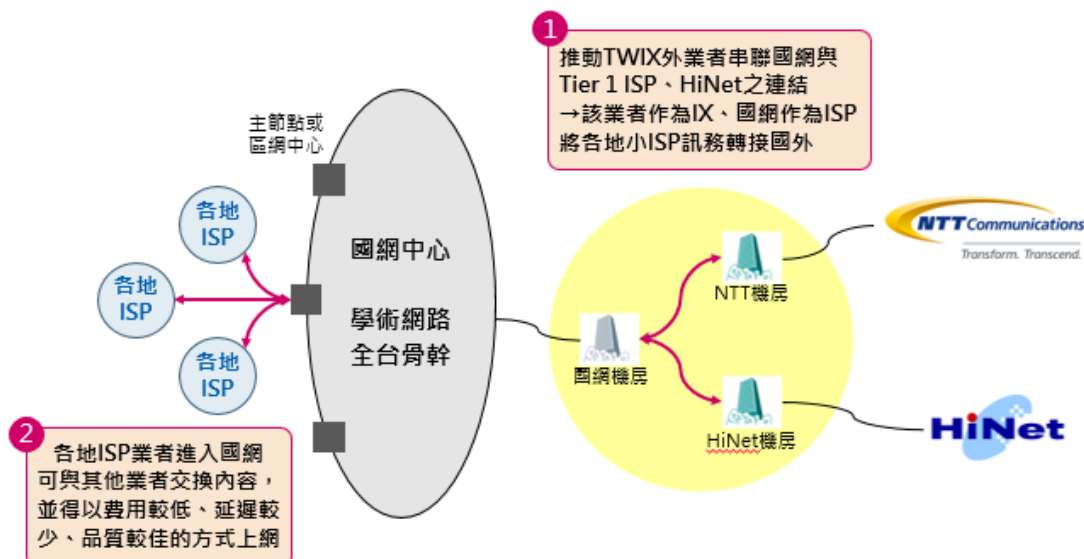


圖 39 方案一：推動國網中心與 TPIX 合作強化 IX 服務  
資料來源：本計畫製作

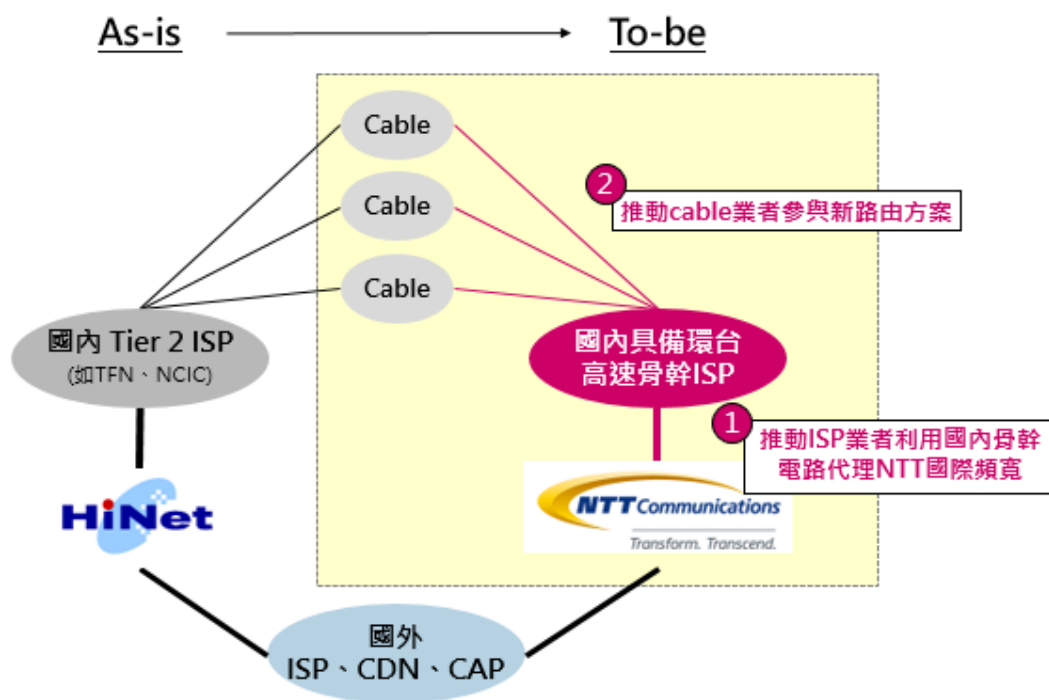


圖 40 方案二：推動具環台高速骨幹 ISP 業者代理國際頻寬  
資料來源：本計畫製作

以下總結與各單位溝通內容：

➤ **國網中心**

本研究團隊自 2018 年下半年即提出新互連路由方案構想，起初諮詢國網中心意見表示：國網中心現已與 HiNet 有 40G 的連線頻寬，若能推動各地 ISP 業者（如 Cable 業者）與國網各區網中心（全台共 12 個 GigaPOPs）連結，則可再利用與 HiNet 的既有頻寬取得內容，打破原中華電信透過用戶及內容，於寬頻市場具有高度優勢局面；此外，國網中心表示目前對外僅有與美國的直接互連，但因國網及 NTT、PCCW、Singtel 等國際 Tier 1 ISPs 業者皆在是方電信內設有機房，若能推動國網與上述 Tier 1 ISP 於是方機房內建立連線，則亦能打通海外拓樸，亦能做為連外網路之備援機制。然而，後經了解，國網與 HiNet 既存之 40G 連線，為當初為保障學術網路可取得中華內容，而以優惠價格取得之保障頻寬，因此，該路由僅能用於學術網路，不得有商業用途，即無法使 Cable 業者網路在該路由內串接。

因此，研究團隊於 2019 年起便開始與國網中心研擬與 HiNet 另外建立新路由的規劃。國網中心與是方電信達成合作共識，並進一步取得是方電信報價，內容包含於是方機房內分別與 NTT Communications 及與 HiNet 建立 20G 的連線，總計國網中心每年需要 4,250 萬元的經費補助。因此，國網中心提議規劃為五年期的補助，目標於第六年開始國網及合作之 Tier 1 ISP 業者有能力完全負擔成本，規劃第一年全額，而後逐年降低 850 萬（即 20%）；同時，國網中心也再與 NTT Communications 協商新互連路由之服務提供模式、計價標準及每年 KPI。

另針對法規執行面，國網中心提及由於過去國網中心承接維

運學術網路之規範為該路由無法用於商業用途，因此即便各地 ISP 業者可接進國網區網中心，尚無法在學術網路的路由內進行交換，必須藉由學術網路串連到是方電信（即 TPIX）後才能進行交換，因此，建議可分兩類模式規劃：一、所有國內外網路都在 TPIX 交換，國內各地 ISP 藉由國網串聯至 TPIX，國際 Tier 1 ISP 及 HiNet 直接串進 TPIX；二、若可突破學術網路之營運規範，則國內各地 ISP 間彼此訊務交換可直接於學術網路路由內進行，與國際 Tier 1 ISP 及 HiNet 交換才至 TPIX 進行。

#### ➤ **NTT Communications 及有線電視業者**

本研究團隊於 2018 年開始與 NTT Communications 取得合作共識，並委託 NTT 開始徵詢全台有線電視業者加入合作方案意見。目前 NTT 已累積取得近十家有線電視業者合作共識，有線電視業者也表示願意在計畫初期先投入 2G 的連線，而後視使用情形擴增頻寬。據此，NTT 因應五年期的經費補助規劃，提出對有線電視業者的優惠方案：第一年免費提供 5 家業者 2G-4G 的頻寬，第二年收費打二折，逐年遞增 20%，也設訂計畫 KPI 為第一、二年各推動 5 家業者加入，而後維持每年 10 家，透過此優惠模式吸引業者加入方案，體驗新互連模式與過去透過國內 Tier 2 ISPs 業者轉訊的品質差異，以擴散計畫效益。

#### ➤ **行政院科技會報辦公室**

2020 年 3 月徵詢行政院科技會報辦公室關於本計畫方案意見，科會辦表示過去多有倡導由中立性單位扮演網際網路交換中心角色，因此由國網中心擔任十分適合。同時，針對申請經費，

規劃第一年補助 4,250 萬元以協助學術網路串連國際 Tier 1 ISP 及 HiNet，而後逐年遞減 20%推動業者逐步吸引各地 ISP 業者加入方案，最終可完全自己吸收成本的做法，也認為十分合理，期望據此能抗衡中華電信的獨佔市場。

惟針對法規面的不確定性，科會辦提出以下兩點建議：

- (1) 因本計畫構想目標效益明確、可執行度高，建議研究團隊可遞交一份計畫構想書於科會辦，由科會辦將再安排會議，邀集研究團隊、交通部、通傳會、科技部，以及國網中心等相關單位共同討論，協商法規面或執行面的問題。
- (2) 若礙於國網中心過去授予維運學術網路的規範而無法提供各地 ISP 業者於學術路由內直接交換，因過去無相關經驗，建議第一年可採實驗計畫方式執行，以評估執行可行性及成效，加速本方案的推進。

#### ➤ 國家通訊傳播委員會

本研究團隊於 2020 年 4 月徵詢通傳會平台處及資源處建議，通傳會認為業者選擇是否加入 IX、選擇加入哪一個 IX、或是加入 IX 後要與哪些對象交換，都是商業考量。而目前 IX 市場獨佔者同時又身兼大 ISP 及大 ICP，因此若此方案能形成另外的內容聚落，或許就有機會與之抗衡。但同時，在新的方案之下，國網中心也會面臨同時存在兩個角色的狀況，ISP 及 IX 的功能及市場定位是不同的，在探討問題時必須先界定他是以哪個身分發揮功能。

而針對法規面，國網中心維運的學術網路是依據《學術教育

或專為網路研發實驗目的之《電信網路設置使用管理辦法》所申請之學術教育電信網路設置計畫，因學術網路屬於專用電信網路事業，依據《電信管理法》第五十條，原則上不得連結公眾電信網路。因此，建議可將備援路由專門作為本企劃方案使用，與學術網路路由分割；若無備援路由或無法分割路由，也建議以切割頻寬的方式，於申請書中說明本計畫所需頻寬，不會干擾學術網路使用頻寬。

總結前述規劃及溝通成果，研究團隊於 2020 年 6 月 9 日舉辦「我國網際網路交換中心 (IX) 新互連路由建置方案」座談會，除了國網中心、科技部、通傳會等相關公部門專家與會討論以外，也邀請 NTT Taiwan、台灣有線寬頻協會與各 ISP 業者出席，以掌握業者對此方案之加入意願與看法。

與會單位主要表達對此方案的認同，但由於 HiNet 服務價格亦有下降趨勢，期望也能了解此方案於實驗屆滿後的原價；此外，目前規劃每家業者有 2G 的免費頻寬，對業者而言似乎不敷使用，期望至少擴展到 10G 才有應用價值。

單位 (業者)	新互連路由建置方案建議及參與意願評估
台灣有線寬頻協會	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HiNet 持續調降價格，新方案的費用必須考量競爭性</li> <li>• 期待透過新營業模式打破市場獨佔的情況</li> </ul>
北都數位	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 期望增加新方案免費頻寬的額度由 2G 到至少 10G</li> </ul>
大豐有線	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 目前已加入是方，加入新方案似乎沒有影響</li> <li>➢ 研究團隊：業者目前即使進入是方，也是透過台固或新世紀資通轉接給 HiNet 但新方案能以國網作為一個新的串聯中心，縮短互連架構的層級</li> </ul>
台基科	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 期望了解試用期結束後的定價</li> </ul>
NTT Taiwan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTT 雖然是 tier 1 的國際通信業者但在台灣跟有線電視業者一樣受限於電路的限制，而影響了在國內的發展。因應未來 5G 的應用所衍生出更多連線的需求，以及跟國外一些 content 和雲端業者做連線，期望與業者們共同解決訊務交換瓶頸</li> </ul>

圖 41 業者對新互連路由方案建議及參與意願評估

資料來源：109 年 6 月 9 日「我國網際網路交換中心 (IX) 新互連路由建置方案」紀錄，本計畫製作

單位 (公部門)	新互連路由建置方案建議
國網中心	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 國網中心近幾年來在網路資源整合方面獲得來自前瞻計畫的相關資金提升更大的資料儲存、網路以及 AI 相關設備，進一步拓展到業界的服務。目前已經規畫要將公部門的 TAnet、TWAREN、GSN、ASNet 的網路銜接，期望能在此網路的重新架構下更完整地提供各學校機關所需的服務以及官方公部門 content 的服務，樂於與業者們共同合作</li> <li>• 針對價格及頻寬會再協助與科會辦協商</li> </ul>
通傳會	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 基於各國目前在 IX 經營上採取讓企業自行協商的作法，NCC 目前尚未有積極介入的規劃。即使未來電信管理法施行，由於經營 IX 的公司並未掌握電信資源，所以不會阻礙其登記成電信事業的選擇，NCC 對未來經營 IX 的公司登記成電信事業上的意願採取歡迎及尊重的態度</li> </ul>
科會辦	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 今天的會議題目符合前瞻基礎建設推動的方向，科會辦也樂觀其成並感謝國網中心在此計畫中扮演一個重要的推動角色</li> </ul>

圖 42 公部門對新互連路由方案建議

資料來源：109 年 6 月 9 日「我國網際網路交換中心 (IX) 新互連路由建置方案」紀錄，本計畫製作

交流座談會後，交通部郵電司已於 2020 年 6 月 12 日函送行政院科技會報辦公室，而在 2020 年 7 月，科技部國網中心表示已將我國 IX 新互連路由建置方案納入其「海纜及 5G 雲端聯網中心前瞻計畫案」，規畫將於台南及台中建立海纜內陸介接交換中心節點及 IDC，將提供各 ISP 利用 TWAREN 或 TANET 主節點與區網中心進入台南或台中之 IX 進行網路交換，即實踐本研究單位所提之利用國網既有路由為 IX 之構想，國網中心目前已陸續與地方有線電視業者與寬頻協會等討論後續合作方案。

此方案建議由國網中心作為新互連路由中心，乃因其維運的 TWAREN 於國內骨幹網路共有五個 100Gbps 的核心主節點及 12 個 GigaPOP，具有環繞全台網路及充足頻寬，可讓各地方 ISP 業者接入，減少連至其他 ISP 或 IX 之成本。同時，若能將國網中心轉型提供 IX 服務，當各地 ISP 業者都能連進國網各地主節點或區網中心，則非但促進我國最下游業者的上網品質，國網中心的資料儲存資源、AI 大資料雲端服務、以及 IoT 等相關應用服務，也將有機會被各地 ISP 業者運用，達成公家資源釋出、且資源有效運用的雙贏局面。而目前 TWIX 為中華電信所營運，面臨經營角色衝突，其所訂定的對等互連條件嚴苛，使得國內業者要與 HiNet 進行互連必須依靠付費 transit，而國際 tier 1 業者也無法直接互連。因此，評估未來當國網中心的新互連路由建立後，原先由台固或新世紀資通協助將底層小 ISP 轉訊至最上游 TWIX 的階層模式將逐漸被打破，將有越來越多訊務轉移至更為中立、由國網中心維運的虛擬 IX 路由當中。



#### 第四節、 高速寬頻網路與數位人權推動政策

本研究計畫於 107 年度與 108 年度已針對標竿國家的高速寬頻網路政策進行全盤研析，重點寬頻建設政策摘要與發展目標如下表及下圖所示。109 年度則針對標竿國家高速寬頻網路市場的主要業者發展策略以及市場競爭的現況進行進一步掌握，此外，也針對此些業者在因應未來創新技術及新興應用的趨勢時，高速寬頻網路之技術發展與城市高速寬頻網路佈建模式進行收斂。

表 2 各國寬頻建設政策與政策重點

國家	寬頻建設政策與政策重點	發佈年份	目標年份
美國	<b>國家寬頻計畫：</b> (1) 至少 1 億戶美國家庭能夠負擔使用下行 100Mbps/上行 50Mbps 之寬頻網路；(2) 美國擁有最快最昂貴的網路系統，領導國際行動通訊創新發展；(3) 每一個美國國民都能負擔寬頻網路服務及相關技能；(4) 每一個社區皆能取得至少 1Gbps 的寬頻連線至公共服務機構，如學校、醫院和政府部門等。	2010	2020
英國	<b>全國高速網路鋪設計畫：</b> (1) 2017 年底前在 95%地區覆蓋 30Mbps 的寬頻網路，(2) 透過數位經濟法條訂定人均寬頻服務獲得至少 10Mbps 的傳輸速度，(3) 以競爭為基礎的方式，定期公佈資助項目，供地方機構投標建設全光纖網路，預計於 2025 年 1Gbps 網路覆蓋 50%家戶。	2013	2025
日本	<b>高度無線環境整備推進事業：</b> 為因應未來社會 5.0 的實現，欲加快 5G 與光纖網路的建設，並利用 5G、IoT 解決地方性的問題，針對地理位置不利地區，推出高度無線環境整備補助辦法，補助光纖相關建設的設施。	2019	NA

國家	寬頻建設政策與政策重點	發佈年份	目標年份
韓國	<b>K-ICT 策略</b> ：自 2015 年投入 5 兆韓圓於 9 個重點產業，包括 IoT、網路安全、5G、大數據等，並對教育、醫療、觀光、都市、能源與交通等 6 個重點領域進行 ICT 整合服務的投資。在行動寬頻建設方面則在 2020 年前投入 6000 億韓元於 5G 商業化的發展。	2015	2020
新加坡	<b>智慧國家 2025</b> ：(1)建立無處不在的智能基礎設施：升級 NGNBN 並實施異構網路，(2)建立數據港灣，鞏固區域電信樞紐的地位：鋪設更多的海底電纜以改善區域網路的延遲。	2016	2025
德國	<b>數位策略 2025</b> ：預計於 2025 年建立千兆網路社會，著重針對光纖與 5G 的建設。其中有線建設將投入 100 億歐元，持續擴張光纖建設到每個社區，同時監控建設品質須符合高容量、寬頻可及、低延遲要求的三大要求，並以學校、工業園區、公部門與醫院等場域為建設重點。	2017	2025
冰島	<b>冰島農村光纖計劃</b> ：為達成 2020 年底前為全國 99.9% 的家庭和企業提供 $\geq 100\text{Mb/s}$ 有線網路的目標，地方政府可以申請國家援助，以在人口稀少的地區安裝光纖網絡。	2016	2020
芬蘭	<b>數位建設策略 2025</b> ：2025 年前，所有家戶擁有至少 100 Mbps 之網路，並且速度可提升至 1 Gbps，此外骨幹網和接入網距離所有永久居住地和辦公室不超過 100 公尺。此策略將採技術中立模式，同時推動光纖連結與無線寬頻連結的建設。	2019	2025

國家	寬頻建設政策與政策重點	發佈年份	目標年份
澳洲	<b>國家寬頻政策</b> ：澳洲政府根據公司法成立國家寬頻公司，最初目標為以光纖技術連結 93%的家戶，並提供 100Mbps 的服務，其餘 7%則由衛星或固定無線接取技術提供 12Mbps 寬頻。2013 年由於全光纖的建設成本過高因此改採混和多種技術模式進行建設，包括光纖、HFC 網路、衛星與無線技術等。	2009	2020
法國	<b>超高速寬頻計畫</b> ：預計於 2020 年達到全區覆蓋 8Mbps 的高速網路並於 2022 年達到全區覆蓋 30Mbps 的高速網路。在人口密度較少的地區，由地方政府與電信業者合作建立寬頻網路，而在偏遠及光纖網路建設困難的區域，由政府評估其他可行的技術和建設模式進行建設。	2013	2022

資料來源：本計畫製作

## 一、 標竿國家寬頻市場發展

綜觀全球先進國家兆元級寬頻網路發展，除新加坡因已完成全國光纖電纜佈建而達成全國 1Gbps 覆蓋外，我國、盧森堡、中國大陸與美國預定於 2020 年達成不同程度的覆蓋目標；歐盟國家，如德國、芬蘭、瑞典及英國則預定於 2025 達成部分覆蓋；而奧地利則計畫於 2030 年達到 100% 的 1Gbps 覆蓋。而在寬頻服務市場上，美國、日本、韓國等國家的主要電信業者與有線電視業者都早已推出 1Gbps 的家用網路方案，但市場使用對象仍以企業客戶為主，利用 >1Gbps 的寬頻服務為醫院、工廠等企業打造高速的企業內部網路環境；而 2Gbps 以上的服務則極為少見，如美國 Comcast (Xfinity) 於 2015 年所推出之 2Gbps 服務，其範圍僅限於境內 7 個州包含 37 個營運地區，以及新加坡 Singtel 在 2016 年推出 10Gbps 的家用光纖。

面對 5G 技術興起，研究團隊認為高速寬頻的政策推動已由寬頻普及的角色轉型為支援 5G backhaul 的角色，以日本總務省所定義之 5G 高度特定基地台建設義務為例，5G 高度特定基地台是指使用理論值最快 10Gbps 回線之基地台，因此，無論是光纖或同軸電纜，作為 5G backhaul 都必須達到 10Gbps 的傳輸速度才能符合 5G 高速基地台的回傳需求。有鑑於此，研究團隊盤點了目前的固網技術進展如下：

### ➤ Cable 技術：

為了符合較高數據傳輸率的需求以及與光纖技術進行競爭，由美國 CATV 業者建立之 CableLabs 於 2013 年發布 DOCSIS3.1

規格，透過 HFC 網路提供理論之上行速度最大值 2Gbps 與下行速度最大值 10Gbps 的網路接取。而 2017 年發布之 DOCSIS4.0 規格，則在技術上採用全雙工通訊，亦即上行與下行流量同時使用同一頻譜，使頻譜提高一倍，此與過去的 DOCSIS 網路採取之分頻雙工 (Frequency Division Duplexing, FDD) 的做法不同，而 DOCSIS4.0 的上下行速度皆可達到 10Gbps，將可滿足 5G 應用的低延遲、高流量傳輸需求。CATV 業者希望透過 DOCSIS 升級，不放棄現有的 HFC 網路作為主要接取的方法，也是為了節省轉為全光纖技術為主要接取的巨大成本。

➤ **銅線技術：**

目前仍然主要以銅線來提供網路服務的國家主要位於歐洲與澳洲，由於此些國家的幅員廣大，且發展以銅線為基礎的網路歷史悠久，相較於轉換成全光纖的成本，更願意針對原有線路進行升級，而以銅線為主、達兆元級速度的技術規格為上下行皆為 1Gbps 的 G.Fast。2019 年開發的 XG.Fast，其速度理論值則為上下行 10Gbps。

➤ **光纖技術：**

在亞洲地區包括韓國、日本、中國等發展光纖已行之有年，這也促使此些國家在資通訊的相關應用十分蓬勃，而在技術規格上，光纖技術早在 2003 年 GPON 的速度即已達到下行 2.488Gbps、上行 1.244Gbps，而下一代的 XGS-PON 速度則可以達到上下行~10Gbps。

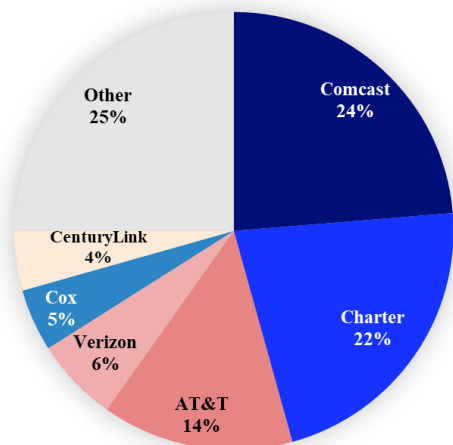
另在寬頻市場發展上，各國主要寬頻業者包括 Comcast、Vodafone、KT 等皆積極投入在 5G-1Gbps 的生態發展及相關新興應用，以下將分別描述美國、英國、日本、韓國與德國之寬頻網路市場競爭樣態及主要寬頻業者之 5G-1Gbps 發展策略。

### (一)美國

美國固定寬頻市場主要有四大業者，包括 CATV 業者 Comcast、Charter，以及電信公司 AT&T、Verizon，市占率分別為 Comcast (24%)、Charter (22%)、AT&T (14%)、Verizon (6%)。不同於我國，美國固定寬頻市場以 CATV 業者為主，且寬頻網路的用戶數仍在逐年增加當中，係因美國多數 CATV 業者使用之網路技術為 Cable 與 Fiber 的結合，普遍的網路速度表現大於電信業者提供之 Copper 與 Fiber 結合之網路技術，此外，美國的 CATV 業者經營區域彼此互不重疊、缺乏競爭，形成長期壟斷市場的現象。

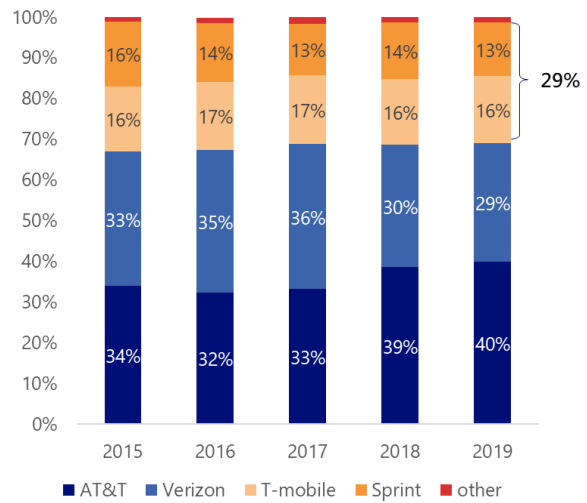
美國的行動網路市場中則長期由兩大 (AT&T 與 Verizon) 業者、兩小 (T-mobile、Sprint) 業者佔有全美國 98% 的市占率。而為促進市場競爭，FCC 於 2020 年通過 T-mobile 與 Sprint 的合併案，自此行網寬頻市占率將成為 AT&T (40%)、Verizon (29%)、T-mobile 與 Sprint (29%)，三強鼎立的狀況。

美國2018年固網寬頻業者市佔率(訂閱數)



註：有線電視業者多使用Cable+Fiber，電信業者則用Copper+Fiber

美國行網寬頻業者市佔率(訂閱數)變遷



註：2020年FCC通過T-Mobile與Sprint的合併案

圖 43 美國固行網寬頻市場

資料來源：Telegeography、Statista，本計畫製作

隨著電信領域技術與服務逐漸融合，供應商也從提供寬頻網路、電視與電話的 Triple play 網綁服務，發展至包含無線服務的 Quadruple play 網綁服務，並且也可觀察到供應商積極在內容與媒體、有線高速網路市場進行擴張的策略，以保持競爭力。

而在 5G 時代的來臨之下，CATV 業者主要視 5G 營運商為寬頻網路消費者市場中可能透過提供 FWA (Fixed Wireless Access) 解決方案而取代 Cable 固網接取的競爭者，但即便如此，Comcast 與 Charter 目前認為 Cable 寬頻網路的整體表現仍會優於 FWA，因此普遍對 5G 參與意願與程度較低，在 5G 的服務上也僅是租用 Verizon 的網路以提供 MVNO。

美國目前在 5G 的發展上以電信業者為主，在發展策略上初期仍以廣佈基地台，提供消費者寬頻網路服務為主，然由於 5G 的特性得使許多未來應用包括自駕車、各領域的遠距監控與操作有

實現的潛力，且 5G 網路建置彈性較高，而得依據產業需求而有所客製，因此相較 4G 時期仍然以 2C (To Customer) 為主要的商業模式，在 5G 時期電信業者也漸漸轉移目光至 2B(To Business) 的商業模式，也就是與各產業合作建置網路、進行新興應用的開發，包括如 AT&T 涉入醫療領域與業者合作建置 5G 醫院，而 Verizon 更是為推動垂直場域測試，積極的將其光纖網路與 5G 網路進行結合，並且在營運策略上進行調整以在 5G 時代更好的服務企業客戶，以下將詳細介紹 Verizon 的光纖 5G 經營策略。

	內容與媒體		有線高速網路		5G	
	主要策略	參與度	主要策略	參與度	主要策略	參與度
Comcast	<ul style="list-style-type: none"> <li>透過Peacock平台進軍OTT</li> <li>合併歐洲媒體與娛樂Sky</li> </ul>	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>發展用戶成長</li> <li>持續升級DOCSIS3.1</li> </ul>	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>視5G為Cable網路替代物·參與5G程度不高</li> </ul>	
Charter	<ul style="list-style-type: none"> <li>併購Time Warner Cable (付費電視)</li> </ul>	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cable網路與5G具有競合關係·(1)於高速網路消費者市場競爭(2)作為5G骨幹網路</li> </ul>	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>僅透過Verizon的MVNO提供5G服務</li> </ul>	+
AT&T	<ul style="list-style-type: none"> <li>併購Time Warner (HBO等串流媒體服務)</li> </ul>	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>僅在與CATV業者有競爭地區才會升級ADSL網路為FTTH</li> </ul>	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>消費者市場擴張</li> <li>與各產業開發解決方案包括推出5G醫院</li> </ul>	+
Verizon	<ul style="list-style-type: none"> <li>與Disney推出顧客1年期免費 Disney+</li> </ul>	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>視光纖網路為發展5G的重要基礎</li> </ul>	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>5G應著重企業使用</li> <li>策略：多項垂直場域測試</li> </ul>	+

圖 44 美國固網主要業者發展策略

資料來源：業者公開資料，本計畫製作

### ➤ Verizon 的光纖 5G 策略

Verizon 在 4G 時代的經營結構 Verizon1.0 是以有線與無線進行區分，然而在 5G 時代為了凸顯企業客戶的重要性，以及因應企業客戶更為複雜與多元的網路需求，因此在 2019 年將經營結構大幅更改，轉變以 5G 智能邊緣網路 (Intelligent Edge Network, iEN) 為基礎而運行的三大部門，包括消費者、企業與媒體，亦即



Verizon2.0，以更好的滿足不同部門的需求。

針對企業客戶部門的業務，Verizon 提出 Network-as-a-Service (NaaS) 的概念，亦即在網路的基礎之上運行新興應用服務，藉以開發新的商業機會，據此，Verizon 的企業客戶策略呈現一疊加式的金字塔結構：

- (1) 底層：金字塔的基礎為 Verizon 的主要商品，亦即提供有線、無線網路的接取，此層的策略方向以降低成本為主。
- (2) 中層：提供企業服務平台、虛擬化與資安等的解決方案，此層的策略方向以加強增長為主。
- (3) 頂層：提供企業管理與應用服務，此層的策略方向則以創造策略價值為主。

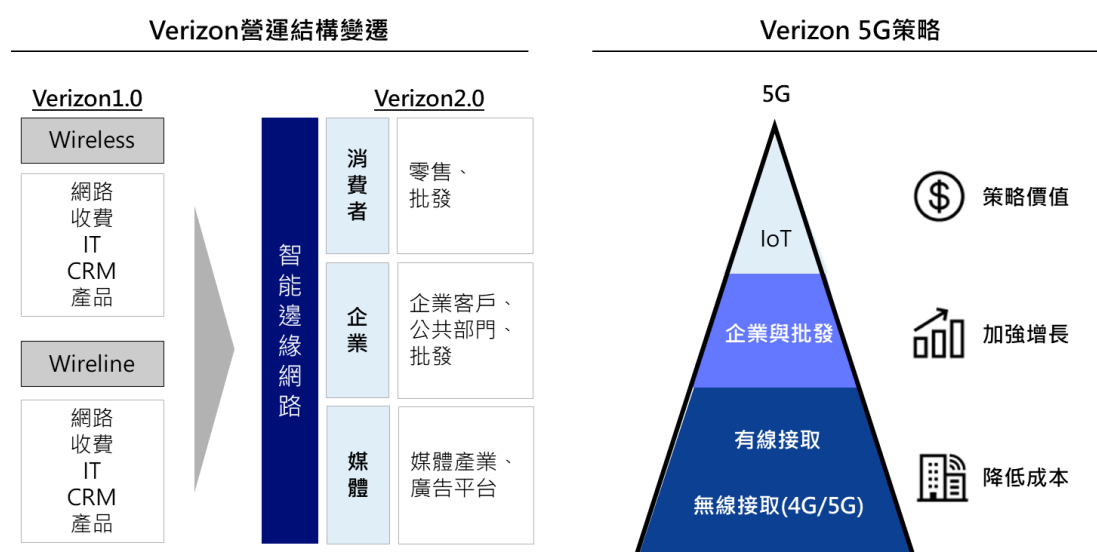


圖 45 Verizon 在 5G 時代營運結構

資料來源：Verizon 公開資料，本計畫製作

從另一個角度來看，Verizon 近年進行的 One Fiber 計畫，意即將集團內電信公司的光纖需求與規劃整合在一起，希望透過光

纖的多功能整合網路，加以提高營運效率，並提供新興服務，Verizon 認為光纖網路在商業服務上將扮演更重要的角色，是提供 iEN 的關鍵要素。

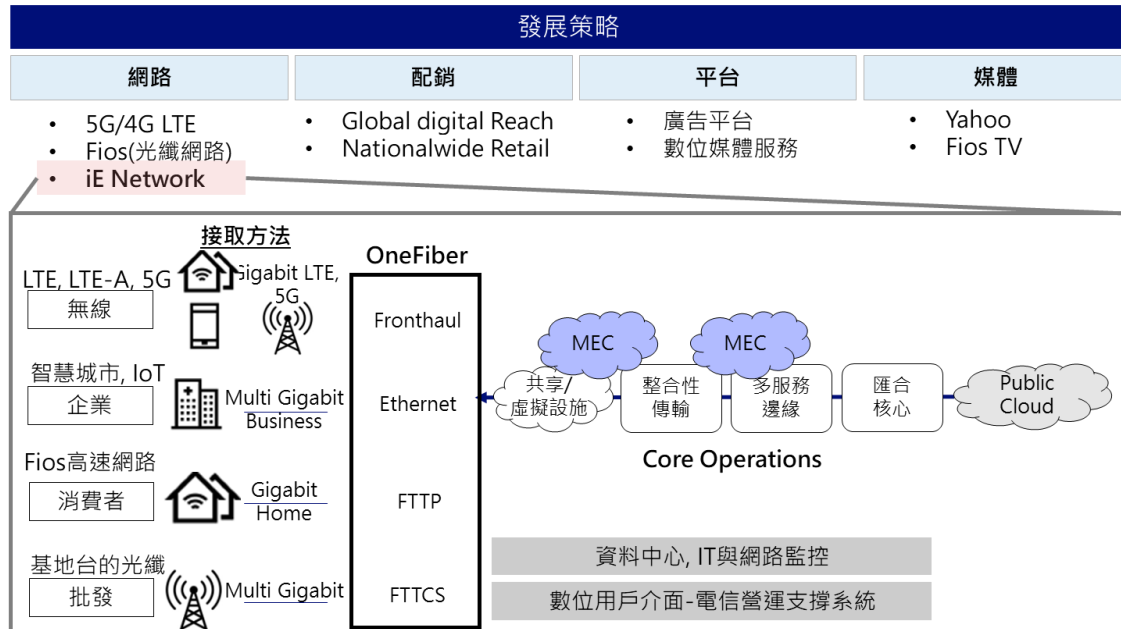


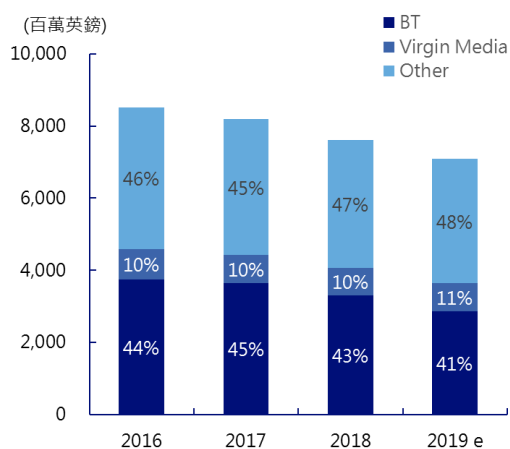
圖 46 Verizon 智能邊緣網路(Intelligent Edge Network)架構

資料來源：Verizon 公開資料，本計畫製作

## (二) 英國

英國固網寬頻市場主要有四大業者，2018 年度的市占率為 BT (37%)、Sky (25%)、Virgin Media (20%)、Talk Talk (15.6%)。而行網寬頻市場中亦主要有四大業者，2018 年度的市占率分別為 BT (28%)、O2 (26%)、Vodafone (21%) 與 Three (12%)。

英國固定通信市場收益與市占率 (2016-2019)



英國行網寬頻市場市佔率(2018) 訂閱數

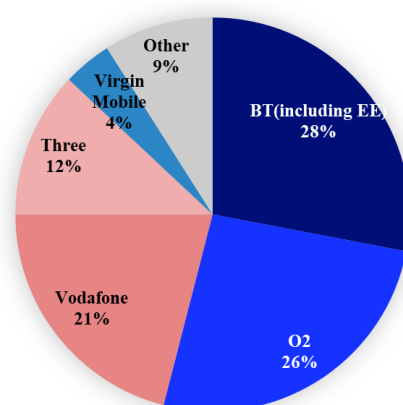


圖 47 英國固行網寬頻市場

資料來源：Ofcom、Statista 公開資料，本計畫製作

其中 BT 與 Virgin Media 為具有全國性寬頻線路的業者，兩業者雖然在建設技術上分別以 xDSL、DOCSIS 為主，但近年面臨新興服務應用、5G 網路的需求，與政府政策對高速寬頻網路的促進發展，以及市場中光纖網路建設替代業者 (Altnet) 興起而加劇市場競爭等因素，皆使 BT 與 Virgin Media 有升級網路的壓力，紛紛提出以全光纖網路技術建設網路的計畫。

而實際上，根據 Ofcom 的 Telecommunications Market Data Update 報告，由固定網路技術別訂閱數的變化也可發現，網路技術重點發展的轉變，其中 ADSL 的占比從 2007 年的 78% 大幅降

為 2018 年的 36%，而減少的訂閱數轉而在以 FTTx 為主要的其他類別（Other）增加，Other 類別的占比自 2010 年的 1%增加為 2018 年的 44%。

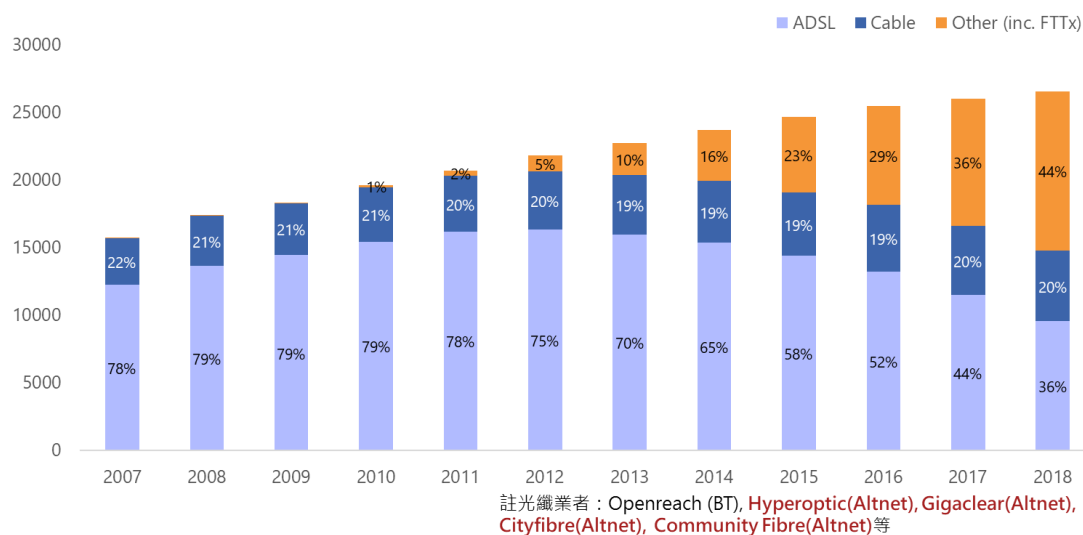


圖 48 英國固定網路技術別訂閱數變遷  
資料來源：Ofcom 公開資料，本計畫製作

再進一步觀察近年英國業者的市場競爭狀況，發現類型可分為：

- (1) 提供包含固行網寬頻網路服務、TV 與內容媒體、智能應用等的大型多服務型業者競爭，包括 BT、Virgin Media、Sky、Vodafone 與 Talk Talk。
- (2) 在固網市場 Openreach (BT 子公司) 則面臨來自包括 CityFibre、Hyperoptic 等新興光纖建設替代供應商 Altnet 的競爭，而此些 Altnet 的興起最早是因為在商業不可行地區與政府合作佈建 FTTH，後續也在都市地區漸漸形成與主要業者競爭的能力。由於在 5G 的發展下，具備高品質的光纖支持是必要因素，為了不受制於 Openreach 的服務，

也有電信業者如 Three 轉向與 Altnet 合作的現象，此現象亦將更強化固網的市場競爭。

	固網基礎建設	英國固網寬頻	英國行網	智能應用	全球電信服務	TV與內容
多服務的業者	BT		○	○	○	○
	EE(BT)		○	○	○	○
	Virgin Media	○	○	○	○	○
	Sky		○	○	○	○
	Vodafone	○	與Altnet 共建光纖	○	○	○
	Talk Talk	○	○	○	○	○
光纖建設	CityFibre	Altnet 業者	○			
	Hyperopric	○				
	Openreach	○	○			
	GiffGaff			○		
	O2	○	○	○		
	Three			○	5G使用Altnet光纖	

圖 49 英國網路服務提供商的市場競爭  
資料來源：BT 公開資料，本計畫製作

### ➤ Vodafone 光纖 5G 策略

Vodafone 以 Gigabit Society 為目標，積極升級固網與行動網路速度，在固網寬頻持續升級銅線網路至 DOCSIS3.1 的規格，也與 CityFibre 合作以持續提升光纖的覆蓋率，透過更高規格有線網路的建設，支持 5G 的發展。

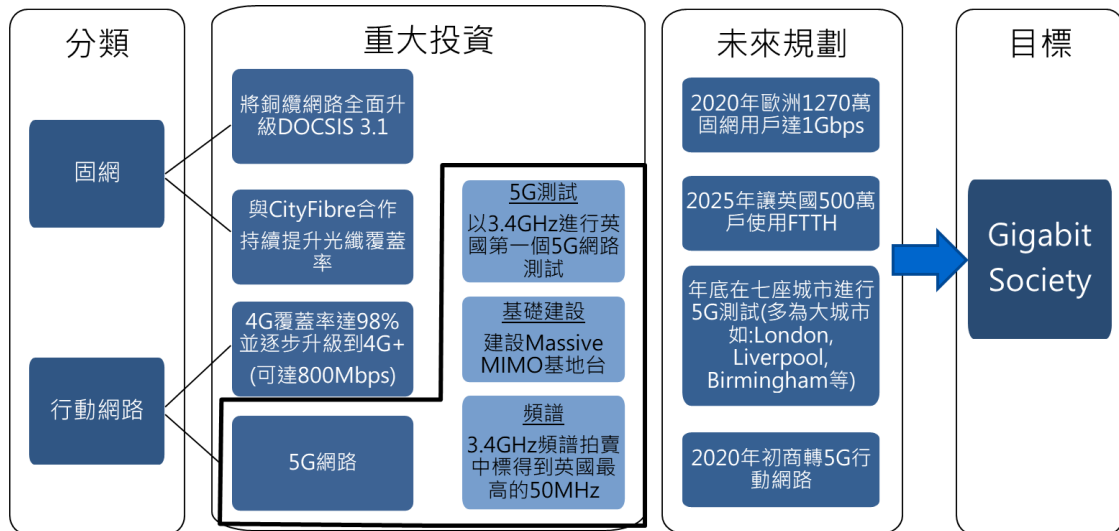


圖 50 Vodafone 寬頻網路

資料來源：Vodafone 公開資料，本計畫製作

### (三) 日本

日本固定寬頻的市場環境佔率以及日本 FTTH 市占率來看，其寬頻市場主要由 NTT 東日本、西日本以及 KDDI 主導，尤其是 NTT 東／西日本的寬頻市佔率達 54.3%，FTTH 的市佔率更高達 68%。

NTT 東日本以及 NTT 西日本皆屬於 NTT 集團下負責地域通訊網路的公司，皆成立於 1999 年。NTT 的前身為日本政府全額出資的法人，在尚未改制前，曾是日本國內電信業務唯一的經營者，而在日本推動電信民營化之後，NTT 受到許多政治上的影響，於是將行動通訊業務拆分由 NTT DoCoMo 經營，而固網業務則劃分為東日本以及西日本。NTT 東／西日本提供包含電話及固定網路服務外，也提供法人客戶 VPN 網域以及家戶電影影音的加值服務。針對固網業務，由其公布的契約數可得知，兩者所提供的固定網路皆以光纖為主軸，又可分為直接提供給消費者的零售業務以及透過其他業者提供給消費者的批發業務。而 KDDI 提供的固定通訊服務包含 FTTH、CABLE 以及固定電話。透過於 2006 年時與東京電力旗下的 PoweredCom 以及 2007 年與東京電力共同成立「TEPO 光纖網路工程株式會社」，東京電力將所持有的光纖網路全部交由 KDDI 進行繼承統合，KDDI 就此展開 FTTH 的事業。現在已成為日本固定網路以及 FTTH 市場佔率第二名之業者。

為因應 5G 時代用戶對網路與應用的多元需求，日本政府採用 Local 5G 機制，使不同服務供應商得進入市場根據需求建置網路，而且在預期主要電信營運商在鄉村地區的基站建設將不會太早開始的情況下，透過允許地方政府和企業在農村建立自己的網

路，使地方企業得以盡快利用 5G 網路。

此一政策背景也使近年面臨兼併、服務市場被侵蝕 CATV 業者在一些非主要電信營運商經營的地區有了發展的機會。有線電視為大約 3000 萬個家庭提供廣播服務和 Internet 連接服務，這些家戶佔全國的 52% 以上，可以說是當今必不可少的重要社會基礎設施之一，由於 CATV 業者的佈線深入全國各地，對於區域發展的行動上較全國電信營運商有優勢，因此在 2019 年 12 月開放 Local 5G 執照申請的兩個月內，即有 6 家 CATV 業者申請執照，將近佔全體申請執照的二分之一。而與有線電視相關的行業也開始研究商業化，透過將 CATV 網路和本地 5G 相結合，開發各種區域服務和內容服務，這些服務也被 CATV 業者視為新的商機。

而這其中又以日本最大的有線電視業者 J:COM 為最為積極，雖然 J:COM 於 2013 年已被 KDDI、住友商事併購，在住友商事的戰略規劃之下，J:COM 不只是持續發展其影音內容與寬頻網路服務，也進行 Local 5G 與其 CATV 業務的結合開發。

2019 年，日本第一個利用 28GHz Local 5G 進行的實驗即是由住友商事、J:COM 與愛知 CATV 合作，在有線電視的現有基礎設施與 5G 結合進行高清影片(4K/8K)的無線通訊傳輸，主要測試內容為通訊距離變化、建築物等障礙物、天氣環境變化對無線通訊的影響，實驗目的為利用無線傳輸，減低未來 CATV 新用戶申裝線路架設需求。

除此之外，亦利用 Local 5G 的頻段，進行工廠高清影片遠端監控的垂直場域測試：於工廠內部安裝 360 度的 4K 監控攝影機，在工廠總部利用 VR 護目鏡觀看現場、遠距辦公 VR 會議，利用電視螢幕與 VR 護目鏡藉以確定企業與工業無線網路應用機制。



實驗內容	在有線電視的現有基礎設施與5G結合進行高清影片(4K/8K)的無線通訊傳輸	<p>參與單位</p>
技術實驗	通訊距離變化、建築物等障礙物、天氣環境變化對無線通訊的影響	
頻段	28GHz(28.2GHz~28.3GHz)	
其他實驗	工廠高清影片遠端監控、遠距辦公VR會議	
目標	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 減低CATV新用戶申裝線路架設需求</li> <li>2. 確定企業與工業無線網路應用機制</li> </ol>	



圖 51 住友商事、J:Com 與愛知 CATV 合作之 Local 5G 示範實驗  
資料來源：J:COM 公開資料，本計畫製作

2019 年 12 月，東京都港區與 J:COM、住友商事也成為日本第一個進行公私協作的 5G 基站共享與 Local 5G 驗證之示範案例，各單位角色如下：

- (1) 東京都港區：協調區有設施開放、推動區有設施的 Local 5G 運用並促進與國家運營商/本地 5G 用戶的合作。
- (2) 住友商事：提供共用天線系統以及 Local 5G 通訊必要的系統。
- (3) J:COM：提供光纖迴路以及無線設備及其設置場所。

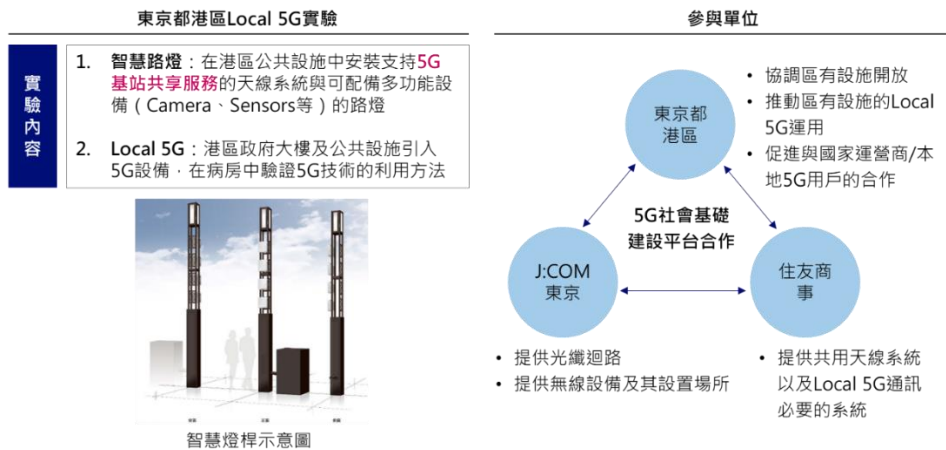


圖 52 日本東京都港區 Local 5G 實驗  
資料來源：住友商事公開資料，本計畫製作

而住友商事在推動 CATV 業者在 Local 5G 業務發展上十分積極，在日本開放申請 Local 5G 的第一天，就與 ISP 業者 IJ、多個有線電視業者合資成立 Grape One，業務內容是利用有線電視在技術、與區域創造的優勢，開發 Local 5G 的無線平台，以支援獲得 Local 5G 執照與營運，亦提供 CATV 業者基地台、終端的販售、應用、維護等整合服務，目標為減輕業者的設備投資及應用面負擔。未來亦考慮提供有線電視業者以外的其他企業相關服務。

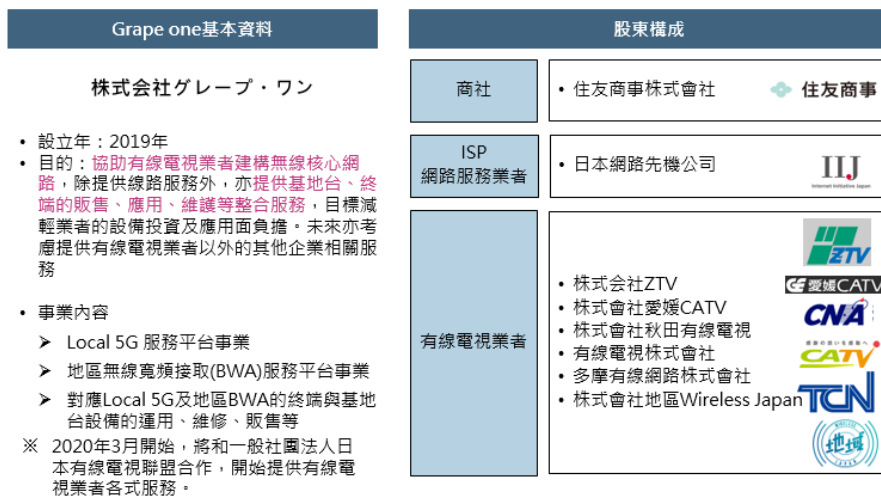


圖 53 Grape One 介紹  
資料來源：住友商事公開資料，本計畫製作

2020年4月，富士通與 WaiWai 有線電視業者的 Local 5G 智慧應用發展合作也宣布啟動，目標為在工廠與農田，利用各種感測器與相機，開發新興服務以解決地區性的各種問題，而參與單位包括：

- (1) 富士通網路解決方案公司：負責無線電台許可證的申請支援、無線區域設計、無線電波傳播測量、網路設計和施工。
- (2) 富士通：提供 Local 5G 驗證系統、支援示範實驗。
- (3) WaiWai 有線電視：為每個演示實驗目的地安裝設備。

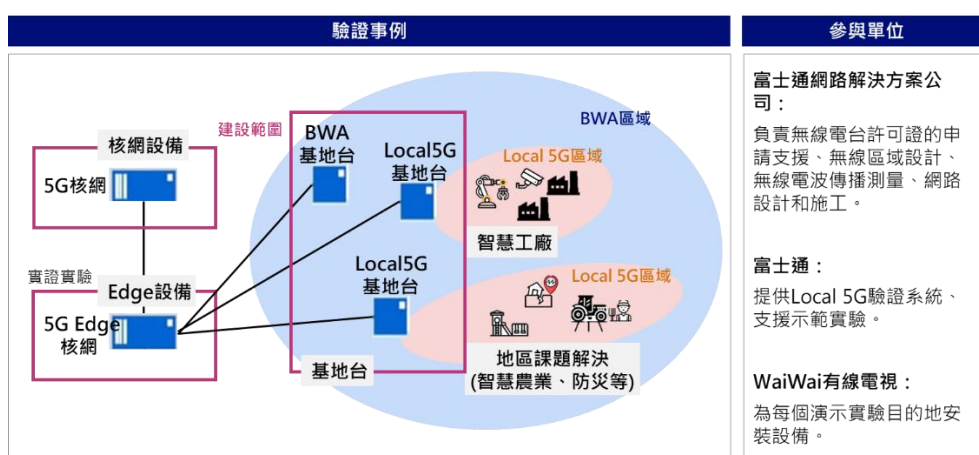


圖 54 富士通與 CATV 業者的 Local 5G 合作計畫  
資料來源：富士通公開資料，本計畫製作

#### (四) 韓國

根據韓國科學技術資訊通信部 (Ministry of Science and ICT, MSIT) 的最新資料，韓國的固網與行網寬頻市場主要有三大電信業者 KT、SKT、LG U+。根據 OECD 的資料，韓國固定網路技術別訂閱數變遷情形，自 2009 年，光纖網路每年持續增長，而其他網路技術包括 Cable 與 DSL 皆呈現衰退，直到 2018 年，光纖網路的占比已達 80%。

而韓國三大電信業者競爭激烈的情形行之有年，並紛紛採取提供多重產品與服務的策略，跨界包括無線通訊、PSTN 語音網路、Internet、VoIP、IPTV 等市場，近年在 5G 的發展下，也注重有線兆元級網路結合 5G 的固行網技術融合，以及在此基礎上新興服務的推出。

除了兆元級網路支撐 5G 網路的發展，在內容與媒體市場中，可發現電信業者近年對 CATV 業者的兼併意願與行動顯著，這也被視為原通訊市場競爭局勢的延伸，包括 LG U+與 CJ Hello 的合併，以及 SKB 與 T-Broad 的合併等。在監管單位對合併案的態度越為開放的情況下，2020 年更可預期三大電信業者對 CATV 業者的兼併將更加白熱化。另一方面，有線電視產業呈成長停滯甚至下滑的趨勢，以及面臨利用其網路基礎推出新興服務的競爭壓力，這些因素都導致 CATV 業者的營運狀況越為險峻，長期若無法改善困境，出售 CATV 事業顯然將是一必要的策略。

為了解韓國的 CATV 業者與電信業者的發展策略，以下段落將分別介紹 CJ Hello 與韓國電信 KT 之經營發展策略。

## ➤ 有線電視業者 CJ Hello 發展策略

CJ Hello 為南韓第一大有線電視業者，除了有線電視與兆元網路業務，亦積極發展行動網路市場，2012 年開始提供 MVNO 服務，並於 2017 年 MVNO 世界大會上獲獎。

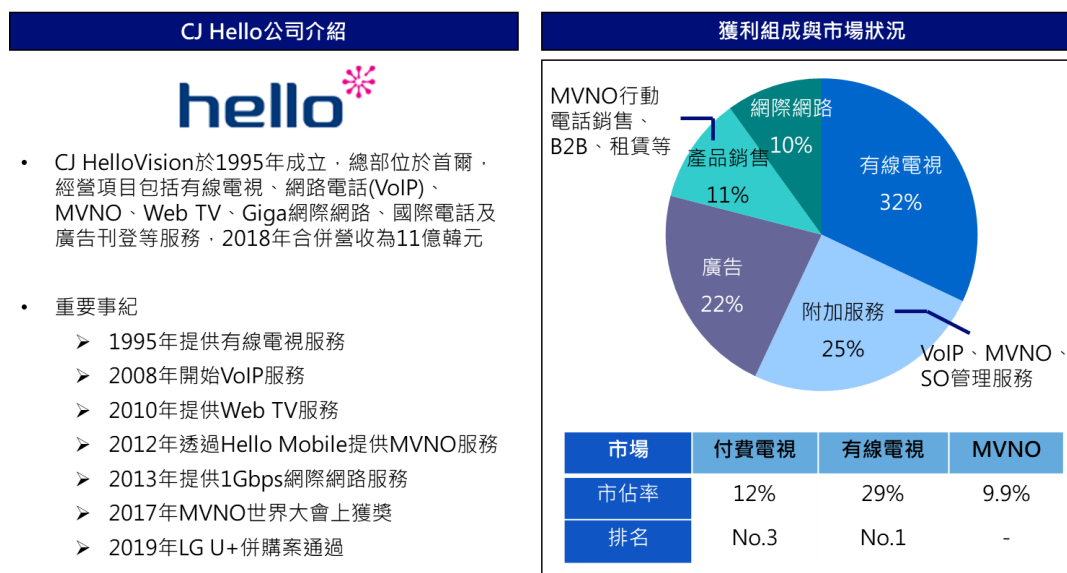


圖 55 韓國 CJ Hello 介紹

資料來源：CJ Hello 公開資料，本計畫製作

在新興技術如 AI、IoT、VR 的蓬勃發展下，CJ Hello 亦積極結合其固網寬頻網路，推出相關創新應用服務如智能電視與智能能源管理平台：

- (1) 運用 AI，發展智能電視：與 Cacao 智能家居平台合作，推出 Hello Cacao AI，以提供智能電視服務，透過語音操作電視以獲得生活訊息與相關服務。推出 Alaska UI，根據客戶喜好，進行個性化的語音內容導航。
- (2) 發展 OTT 業務，進軍全球市場：推出 TVING，以 Netflix 為模板的 OTT 服務，並宣布進軍全球市場。
- (3) 開發家用 VR 市場：將 VR 渡假村(Hello VR Adventure)作

為發展 VR 家用市場的橋樑。

- (4) 進入智能能源市場(Power Cloud)，成為智慧城市解決方案提供商：包括預計推出能源儲蓄系統(Energy Storage System, ESS)計畫，以發展再生能源業務，並透過保存夜間的便宜電力，使用於日間以擴大能源效率。以及開發能源管理平台，透過實時分析電能使用數據來實現電力消耗效率。

即使如此，2019 年 CJHello 仍然受到 LG U+併購，而 LG U+兼併 CATV 業者的原因，除了為擴大在內容與媒體市場的市占率，在新技術 AR、VR 結合 5G 的發展，也需要 CATV 業者所具備的影音平台綜效能量。LG U+在併購 CJ Hello 之後，主要的發展策略即是加強 CJHello 的原有能量，開發以 AR、VR 為基礎的電視平台，以培養 5G 的內容資源，此外，也藉此併購，積極開發電信與廣播融合媒體平台的相關技術與服務。

### ➤ **KT 的光纖 5G 發展策略**

韓國在 ICT 與網路應用的發展上扮演世界領頭羊的角色，其中韓國電信 KT 是韓國固網市佔率第一並且行網市占率第二的營運商，擁有強大的有線與無線集成網路，其在 2014 年提出的 GiGAtopia 願景，一直到近年的網路布局，皆可發現 KT 已不再將固網與行網分開經營，而是在一個更大的有線與無線兆元級異質網路生態上進行市場競爭，以提供未來各種的融合性數位服務，並將重點放在能源、安全、交通、健康與媒體等 5 種關鍵匯流服務上。

### 3. 未來匯流服務

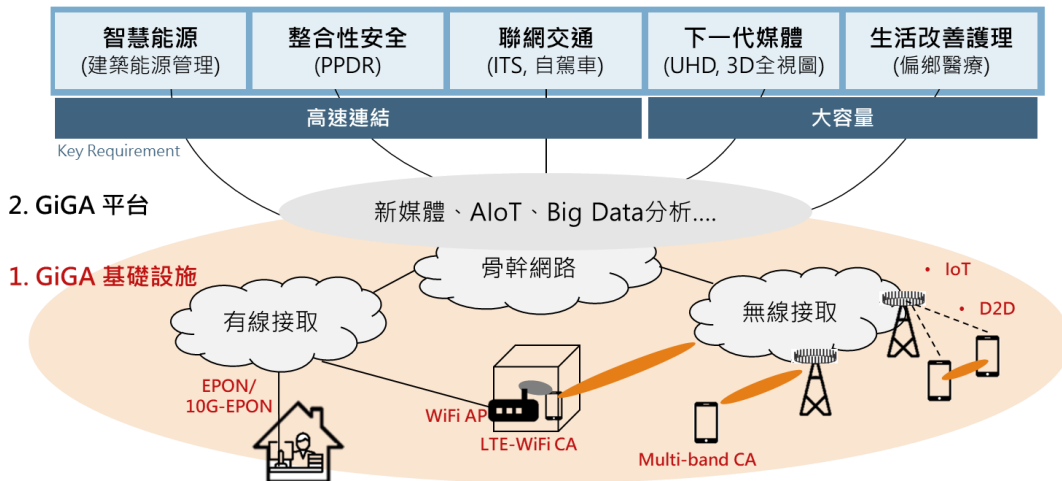


圖 56 KT GiGAtopia 之 5G 策略

資料來源：KY 公開資料，本計畫製作

而在 5G 的發展上 KT 更是在 2018 年的韓國平昌冬季奧運會上展示全球首個 5G 示範服務。KT 的商用 5G 策略將著重在 5 個關鍵領域，包括智慧城市、智慧工廠、車聯網與自駕車、5G 媒體和 5G 雲端服務，因此，KT 積極與多家企業、政府單位合作，開發 B2B 與 B2G 的 5G 應用服務。KT 亦成立一協作測試平台 5G 開放實驗室，吸引三星電子、Intel、Ericsson、Nvidia 等主要的本地和全球性公司合作夥伴，其中 KT 與 Nokia 在 2019 年也簽署 MOU，以合作開發包括網路切片在內的各種 5G 技術，以便為 KT 的企業客戶開發新的應用程序和商業模式。

根據 KT 經濟與管理研究所 2018 年發布的報告，至 2025 年，韓國的商用 5G 網路預計將創造至少 30.3 萬億韓元的社會經濟價值，佔該國國內生產總值 (GDP) 的 1.5%。該報告預測，到 2030 年，這一數字將增加到至少 47.8 萬億韓元，佔 GDP 的 2.1%。



## (五) 德國

德國固網寬頻市場主要有四大業者，2019 年度的市占率為 DT (40%)、Vodafone (20%)、1&1 (13%)、Unitymedia (11%)。而行網寬頻市場中亦主要有四大業者，2019 年度的市占率分別為 DT (32%)、Telefonica Deutschland (31%)、Vodafone (21%) 與 1&1 (7%)。

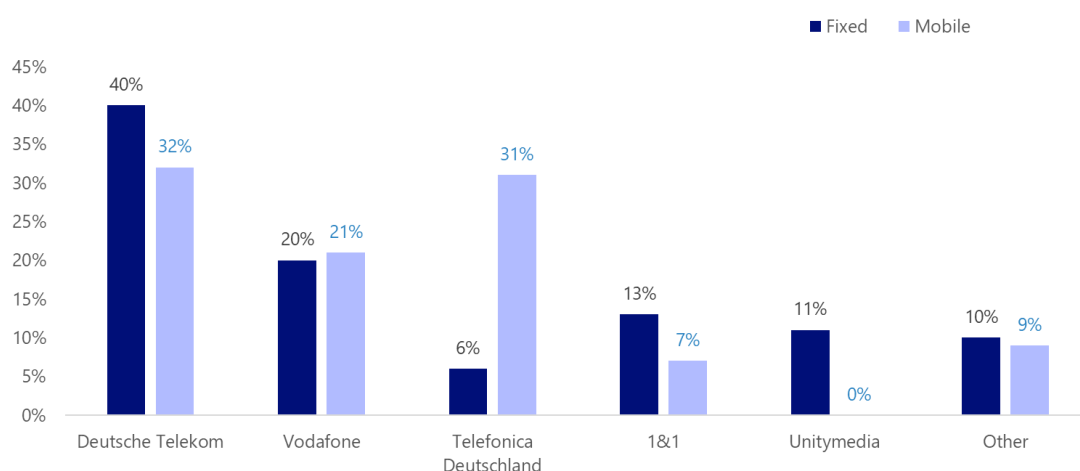


圖 57 德國固行網訂閱數市占率(2019)

資料來源：Statista，研究團隊製作

觀察德國市場可以發現，幾個主要的業者包括 DT、Vodafone、Telefonica Deutschland 與 1&1 皆有經營橫跨固網與行網的市場，其中 DT 在兩個市場中都是市占第一，且尤其在固網市場中呈獨占的現象。而 Vodafone 在德國原先僅經營行網寬頻的市場，然而在 2014 年 Vodafone 兼併德國第一大 CATV 業者 kabel Deutschland 之後，在固網寬頻市場躍居市占率第二名，2019 年更是獲得監管單位的同意，允許其兼併德國的第二大 CATV 業者 Unitymedia，據此，在固網市場 Vodafone 對 DT 的競爭預期會加劇，尤其德國



固網市場中 DT 長期以來只提供 DSL 的網路速度與品質，CATV 業者的網路服務本來在市場上就更具吸引力，在競爭加劇的情況下，以及政府政策因素的推動，預計雙方都將積極加速光纖網路的建設。

為了解德國的 CATV 業者與電信業者的發展策略，以下章節將分別介紹 Vodafone Deutschland（原為 kabel Deutschland）與德國電信 DT。

### ➤ **Vodafone Deutschland 的光纖發展策略**

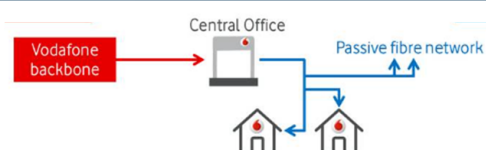
因應政府的 2025 年全國 1Gbps 的政策目標，加上 Vodafone 亟欲擴張固網的事業，以及 Vodafone 的 5G 策略，對 Vodafone Deutschland 而言，普及高速網路是他們未來幾年的重點，據此，Vodafone 在 2017 年宣布對千兆寬頻技術進行重大投資，並以以下三項領域進行 20 億歐元的投資：

- (1) Giga-Business：選擇鄰近現存光纖骨幹網路且具有利益的商業園區，目標對 2000 個商業園區建設兆元級網路，建設模式為當 40% 的用戶簽署合約才開始建設光纖，預計每個商業園區的投資回收期將少於四年。
- (2) Giga-Municipality：與市政當局合作投資約 2 億至 4 億歐元，以將光纖網路建設至 1 百萬的農村家庭，並估計每個城市的投資回收期將少於六年。建設模式為地方政府透過光纖補助，建造並擁有從中央辦公室到家中的被動網路設施，Vodafone 則會在長期租賃協議下營運網路，建設自中央辦公室到 Vodafone 的光纖骨幹網路、佈署主

動設備(包括顧客家戶設備)、為各個家戶支付連結成本，將按照每個連接的家庭每月向市政府支付租金。建設前須先有 1/3 用戶願意購買光纖服務時才開始建設。

(3) Giga-Cable：投入 2 億歐元，自 2018 年起加速 Docsis3.1 的升級。

#### Giga-Business：於2000個商業園區佈建光纖網路



- 建設模式：選擇鄰近現存光纖骨幹網路且具有 revenue generation 的商業園區，當40%的用戶簽署合約才開始建設光纖
- 夥伴：Deutsche Glasfaser提供低成本建設被動光纖網路 (Vodafone提供服務與擁有客戶)

#### Giga-Municipality：與地方政府共同投資於100萬個農村家戶佈建網路

- 背景：政府正在制定補貼計畫，地方政府競標並贏得政府補貼後，與Vodafone共同建設
- 建設模式：地方政府透過光纖補助，建造並擁有從中央辦公室到家中的被動網路設施，Vodafone則會在長期租賃協議下營運網路，建設自中央辦公室到vodafone的光纖骨幹網路、佈署主動設備 (包括顧客家戶設備)、為各個家戶支付連結成本，將按照每個連接的家庭每月向市政府支付租金。建設前須先通過**1/3用戶願意購買**光纖服務時才開始建設

#### Giga-Cable：加速升級Dosis3.1

- 目標：花費2億歐元，自2018年起加速Dosis3.1的升級

圖 58 德國 Vodafone 兆元級網路投資計畫  
資料來源：Vodafone 公開資料，本計畫製作

## ➤ DT 的 5G 發展策略

因應 5G，DT 的主要策略分為三階段：

- (1) 升級原有蜂巢網路的規格至 5G，策略上將先以都市、學校等具有較高需求的地區開始升級，爾後向其他地區擴散。
- (2) 考量成本效益，發展固定無線接取技術 (FWA)，作為 FTTH 的替代技術。
- (3) 最終為與其他產業合作提供不同領域的解決方案，藉以

開發新興服務與營利模式。

其中在開發新興服務與營利模式的部分，由於看到 5G 的工業用途潛力，為了為 5G 專用網路準備完整的解決方案，DT 也成立了測試場域，與合作夥伴、企業客戶等合作測試關鍵應用，其中與 Ericsson 的合作進展最為廣泛且迅速，兩家企業共同集成 5G 室內解決方案與生產設施自動化的解決方案，以提升在工業 4.0 的競爭力。

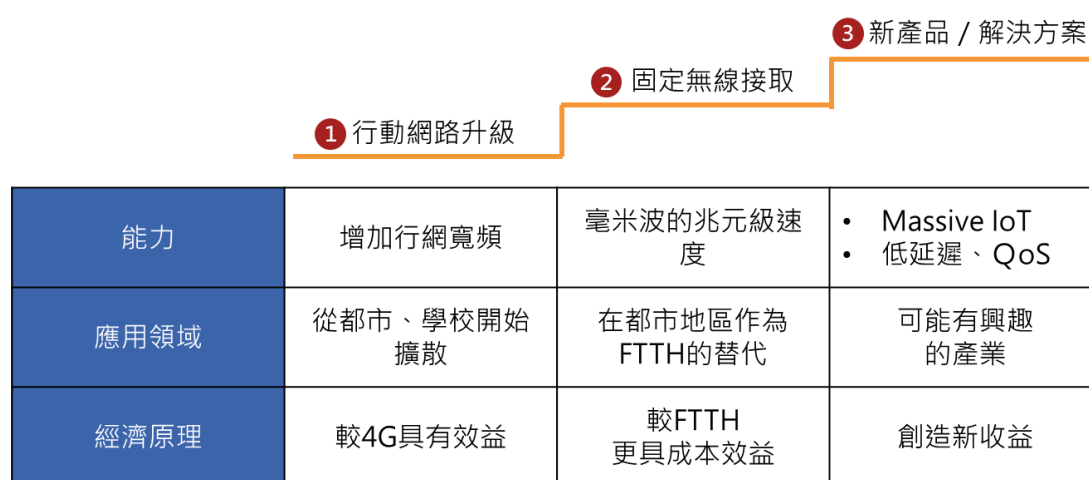


圖 59 德國 DT 5G 策略

資料來源：DT 公開資料，本計畫製作

## (六) 小結

觀察各國市場競爭發展型態可分為以下四種類型：

### (1) 電信業者與 CATV 業者長期互相抗衡：

此市場競爭型態以美國為主，美國的電信業者與 CATV 業者在固定網路的市佔率以 CATV 為主，而為因應 5G 趨勢下對高速傳輸與大容量的需求，由美國 CATV 業者成立之技術聯盟 CableLabs，結合全球各大 CATV 業者進行 DOCSIS4.0 的高速網路技術與創新應用之研發。而美國 CATV 業者積極對 HFC (Hybrid fiber-coaxial) 網路下一代規格的持續投資，除了因應新興數位服務的需求，也因超過 90% 的家戶已經連接至混合光纖同軸(HFC)網路上，若要將此技術替換為全光纖網路，將造成 CATV 業者的巨大支出。

### (2) 新興 FTTH 業者加入市場促進市場競爭：

此市場競爭型態以英國為主，在固網市場上雖然仍呈現電信業者 BT、CATV 業者 Virgin Media 的雙寡頭現象，但近年因為政府的扶持，以及 BT 基礎建設單位 Openreach 在政策上被強制分離之後，有許多以光纖網路建設為重點的小型新興業者如 CityFibre、KCOM 等紛紛在市場出現。這些業者的興起是針對其他大型業者在商業考量下不進行光纖網路建設的地區，採取與政府的合資或運用政府資源進行光纖建設，而小型新興業者的出現也促使英國兩大寬頻業者進行光纖網路的升級，以保

持其市佔率。

### (3) 寬頻業者兼併，挑戰獨大電信之地位：

此市場競爭型態以德國為主，電信業獨大的市場狀態在各國最為常見，近年來為了打破 Deutsche Telekom (DT)在固網市場的壟斷現象，認為 CATV 業者是唯一可行的競爭對手，因此 European Commission (EC)在 EU 兼併法規 (EU Merger Regulation) 下於 2019 年允許 Vodafone 對德國第二大 CATV 業者 Unitymedia 的兼併案，即使兩家合作的兼併可能造成該 CATV 業者的獨大地位，因為早在 2014 年時 Vodafone 即已完成德國最大 CATV 業者 Kabel Deutschland 的合併，透過兩大 CATV 業者的結合，Vodafone 將在德國創建一個 CATV 巨頭，Vodafone 也將成為歐洲地區最大的固行網融合服務的提供商。

而監管單位同意此兼併案的另外一個原因則是看到固定網路與行動網路市場的界線逐漸模糊，跨界競爭的現象越來越顯著，並且認為未來的寬頻市場競爭將會在四重網綁服務(quadruple play)上發生，亦即業者會推出結合寬頻網路、電視、電話、行動網路的新型服務，以及較高端的新興應用服務上，因此整體而言，歐洲委員會的監管氛圍變得更傾向於合併。

目前對德國大型業者，行網、固網、媒體、數位應用都總攬一身，對這些業者而言，現行最大的問題在於到底先投資兆元級網路的建設還是數位創新應用。

#### (4) 電信業者併購 CATV 業者的競爭型態：

以高速寬頻網路基礎建設遙遙領先各國的日本與韓國為此類市場競爭型態的主要發展國家。目前日本與韓國的固定網路市場上皆以電信業者之間的競爭為主要型態，以韓國為例，韓國最大電信業者 KT 為了打破市場飽和的困境並搶佔更多的市佔率，在 2014 年首先推出面向消費者的 1Gbps 網路方案，並主打高清影音媒體 IPTV 的相關應用，此舉雖使 SKT、LG U+紛紛跟進推出 1Gbps 方案，但仍以率先推出 1Gbps 的 KT 保有先進者優勢，2018 年三大營運商的 1Gbps 網路用戶數也已來到總固網用戶數的 13%，其中 KT 的 1Gbps 網路市占率就佔了 60%。

此外，為因應工業 4.0 的目標，KT 更於 2018 年 11 月在首爾等七大主要城市率先推出 10Gbps 網路方案服務，上下行速度最高皆可達 10Gbps，除了支持應用 UHD、VR 與 AR 的高階娛樂服務，也加快 IoT、雲端計算等企業型服務的開發。SKT 也隨後宣布推出 5Gbps 與 10Gbps 的網路服務，為確保無縫的 10Gbps 網路服務，兩家公司也宣布將安裝更多的光纖線路。隨著電信業者陸續商用 10Gbps 網路，預計將對高速寬頻網路結合 5G、AIoT、區塊鏈等創新技術的應用帶來顯著成長。而韓國的科學技術情報通信部 (Ministry of Science and ICT, MSIT) 也在 2018 年宣布成立新基金，專門針對可提供 10Gbps 數據速率的技術與項目進行研究，並訂定 2022 年 10Gbps 普及率為 50%的目標。

型態	電信與有線電視業者 長期相互抗衡	寬頻業者兼併，挑戰 挑戰獨大電信之地位	新興FTTH業者進入 促進市場競爭	電信業者併購 有線電視業者
國家	美國	德國	英國	韓、日
市場現況				
寬頻網路發展策略	有線電視業者： 1Gbps網路方案為行銷重點，並積極進行DOCSIS4.0技術研發	有線電視業者： 進行同業兼併與跨業布局，以在四重網綁與高端服務搶佔市佔	新興FTTH業者： 在商業不可行地區與市政單位合資推出1Gbps網路，同時發展5G-FWA試驗	電信業者： 為支持5G、AIoT，除了推出1Gbps家用與公共場所WiFi服務，近年亦研發10Gbps技術

註：2014年，Vodafone兼併德國最大的CATV業者Kabel Deutschland

圖 60 國際寬頻網路市場競爭型態

資料來源：本計畫製作

綜合以上的發展可以觀察，即使國際上的市場競爭型態不同，各主要寬頻業者為了因應數位匯流的趨勢，固網與行網業者的區分越來越模糊，跨界競爭的現象也越顯著，不但進行同業的兼併、內容產業的跨業整合，也與醫療、能源等其他領域進行合作，以在 5G-兆元級網路的生態上發展需要更大容量、更快傳輸能力的新興應用發展。

另一方面觀察固網業者的 5G 策略，Cable 業者與電信業者的策略方向有所不同。以 Cable 業者而言，由於行動網路並非其本業，一般而言有如 Comcast、Charter、Virgin Media 大型 CATV 業者等，並無積極參與的意願與行動，此些業者的公司策略除了增加高速寬頻網路的覆蓋以外，反而更為注重內容與媒體產業的擴張。而如 J:COM、CJ Hello、Kabel Deutschland 等在自己國家為市佔率第一的 Cable 業者，在紛紛被電信業者兼併的情況下，此些業者的 5G 策略原則上受集團母公司影響，有如 J:COM 在住友商

事、KDDI 的協助下積極參與 Local 5G，但也有如 CJ Hello 或 Kabel Deutschland，雖然在 LG U+與 Vodafone 的 5G 策略下被視為重要角色，但兩家企業仍然比較著重於其本業（內容影音與寬頻網路等）的發展，而非如 J:COM 對行動網路進行跨業發展。

而觀察電信業者在 5G 的發展策略，相較於 4G 以前重點放在擴張消費者用戶市場，反而更為注重企業客戶的發展。由於 5G 的特性得使許多未來應用包括自駕車、各領域的遠距監控與操作有實現的潛力，並且，5G 網路建置彈性較高，而得依據產業需求而有所客製，因此電信業者對企業客戶的經營，主要反映其對創造新興服務與新的營利模式的企圖。

普遍而言，電信業者的 5G 發展策略可分為短中長期

- (1) 短期：以提供語音、網路等電信服務為主。
- (2) 中期：發展結合 5G 與 AI、IoT、BigData、Cloud 等的軟體服務。
- (3) 長期：結合各式各樣產業知識而發展出特定的行業解決方案服務。

然而雖然觀察各國業者皆處於第一階段，也就是發展語音、網路等電信服務的階段，業者是否參與軟體服務的研發，或是參與行業解決方案的異業合作，其積極度有所不同，如 Verizon、KT 等業者，即是在異業合作上非常積極，長期而言較有可能經營異業業務，或利用本業與異業的綜效能量。



## 二、 標竿國家偏鄉高速寬頻網路佈建

研究團隊於 2018-2019 年的研究計畫當中持續更新標竿國家面對數位人權，如何推動偏鄉高速寬頻網路的佈建，今年因應 5G 即將商轉，研究團隊亦觀察到我國偏遠地區未來在 5G 建設上將面臨的課題包含：(1)單一電信業者不具有商業回收的基地台建設意願、(2)但 5G 對於各公部門部會有具體的需求如遠距醫療、遠距教學等，以及(3)過去偏鄉地區的網路佈建補助著重基地台建設而忽略高速固網，因此，以下章節將說明各標竿國家推動偏鄉數位人權之策略做法，以及城市建構高速寬頻網路、甚至是城市建設 5G 的建置案例與維運模式。

### (一) 美國

美國兆元級網路的建設模式可分為以下三種：

- (1) 公共事業：市政直接投資基礎設施以吸引企業，減少高等教育人口移入人口密集的城市，其優點為基礎設施由市政擁有，並具有成本效益。
- (2) 公私協作：市政提供補助與預算資金使小型供應商在其社區建立光纖網路，其中基礎設施由城市擁有，並由小型地方供應商營運。
- (3) 吸引私營投資：企業擁有部分網路所有權，並分擔建設風險與成本。

其中利用公共事業的建設模式最成功的案例是位於美國中部 Colorado 的 Longmont 城市，Longmont 原來只有 Comcast 提供

價格較貴的網路服務，當地的企業與居民沒有其他選擇，因此由 Longmont 地方政府進行公民投票，確定透過舉債方式，在 2014 年推出提供市政寬頻網路服務的 NextLight，以提供當地 1Gbps 的網路服務，據此，Longmont 也成為 Colorado 的第一個 GigaCity，後續也有越來越多的其他城市開始效仿 Longmont 的建設模式。

模式	公共事業 Public Utility Approach	公私協作 Private Public Partnerships	吸引私營投資 Attracting Private Interest
目的	市政直接投資基礎設施以吸引企業，減少高等教育人口移入人口密集的城市	市政提供補助與預算資金使小型供應商在其社區建立光纖網絡	吸引小型私營企業的投資與營運
內容	基礎設施由市政擁有，具有成本效益的優點	基礎設施由城市擁有，並由小型地方供應商營運	企業擁有部分網絡所有權，並分擔建設風險與成本

圖 61 兆元級網路建設模式

資料來源：NextLight、High-speed Internet 公開資料，本計畫製作

## (二) 英國

隨著以雲端為基礎的服務、主流媒體、語音與視頻會議、數據安全的增長，為擴大偏鄉地區的光纖網路建設，英國數位化、文化、媒體和體育部( Department for Digital, Culture, Media & Sport, DCMS ) 提出地方全光纖網路計畫(Local Full Fibre Networks Programme, LFFN)，以國家生產力投資基金( national productivity investment fund ) 的 1.9 億英鎊政府補助，刺激全光纖網路的商業投資，並在 2017 年 11 月提出挑戰基金(Challenge Fund)，以競爭為基礎的方式，定期公佈資助項目，供地方機構投標。

LFFN 將著重於公部門地點補助光纖網路的租用、建設或現存基礎設施再利用，並利用優惠券鼓勵企業與家戶安裝光纖網路，尤以鄉村地區為建設重點。其中在公部門地點的光纖網路租用補助方法上，推出 PSAT ( Public Sector Anchor Tenancy ) 計畫，由地方機構包括學校、NHS、議會聯合申請提出光纖網路的建設補助計畫，向 DCMS 申請補助，再由地方機構(通常是議會主導)直接對電信營運商進行補助。在此補助辦法中有以下主要重點：

- (1) 目標：透過對公部門的光纖建設補助，帶動周邊地區使用或建設光纖網路的意願與行動，促進市場光纖網路之商業投資。
- (2) 補助對象：補助對象需位於沒有供應商提供全光纖網路的市場，地理特徵則為公部門建築物群地理分散性高。
- (3) 電信營運商的義務：由於政府部門的建設補助，電信營運商須提供公部門長期網路不可剝奪的使用權( Indefeasible right of use, IRU ) 或甚至以代建代維的方式，為公部門建

## 立自己的光纖網路資產。

促進光纖網路政策

LFFN的四級地理劃分寬頻建設策略

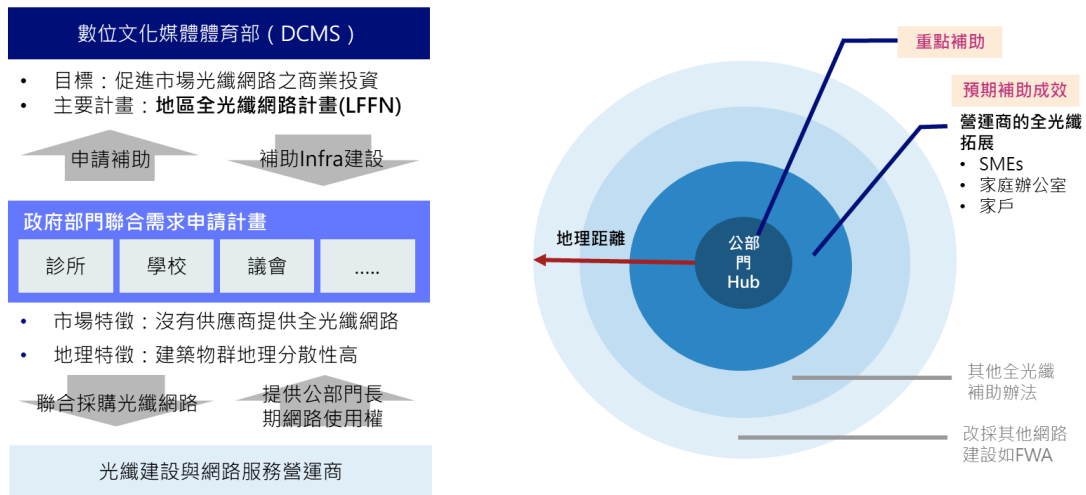


圖 62 DCMS 的光纖網路補助計畫 (LFFN/PSAT) 介紹

資料來源：本計畫製作

由於為透過建起公部門光纖網路後可以讓營運商願意擴張當地的商業投資，因此在 DCMS 在審核補助計畫申請表的時候，會特別評估地方政府在獲取補助後可以對當地產生多少潛在的光纖投資經濟效益，具體而言，地方政府會被要求計算在公部門建築建設地點半徑 50 與 200 公尺以內的建築物數量。

而在補助建設成本的項目上則有主要有以下幾點：

- (1) 站點接取成本
- (2) 管道公里數(挖掘與建設成本)
- (3) 光纖公里數(光纖部署成本)
- (4) 活化環路(Activation)成本
- (5) 站點設備成本等

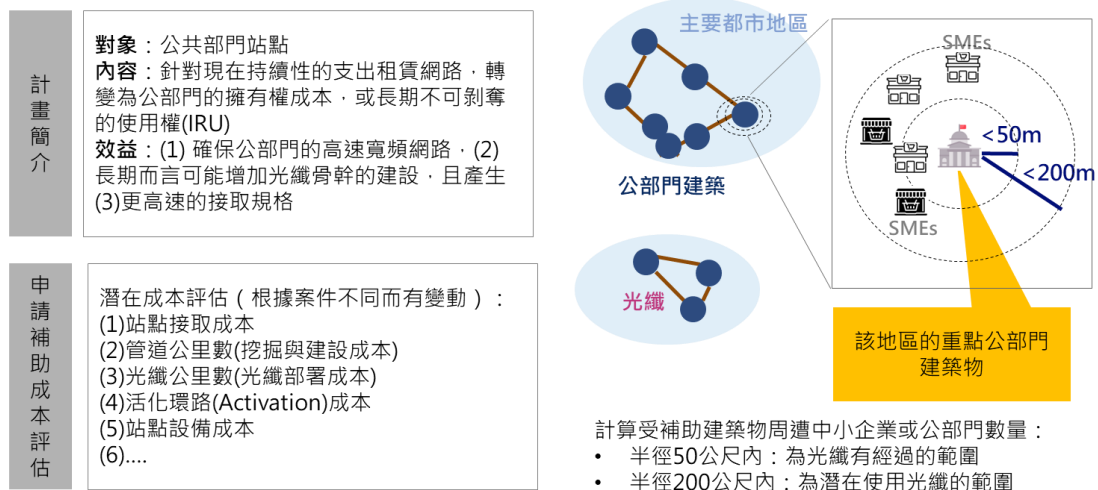


圖 63 DCMS 的公部門光纖網路補助計畫 (PSAT) 介紹

資料來源：本計畫製作

West Sussex County Council (WSCC) 是 DCMS 第一個補助的公部門案例，West Sussex 是位在倫敦南方的較為鄉村的地區，該地區的公部門原來使用網路的方法是透過外包 IT 服務，固定付給服務提供商 Capita 兩筆費用，包括服務營運的費用還有 Capita 租用網路的費用，後來透過 PSAT 計畫，縣議會就直接和光纖網路供應商 CityFibre 簽訂合約，這個合約的重點就是中央和地方政府會補助新的光纖網路的建設成本，而 CityFibre 會保證地方政府 30 年的網路使用權，且維修與管理網路費用將由 CityFibre 支出，但這個網路的擁有權仍然屬於 CityFibre。

最終，WSCC 在 2018 年完成 152 個公部門站點的光纖建設，DCMS 與縣議會補助比例約為 6:4，總補助金額為 795 萬英鎊，每個站點約獲 5.2 萬英鎊補助。公部門建築包括 9 個都市地區的圖書館、議會建築、學校與緊急服務等。

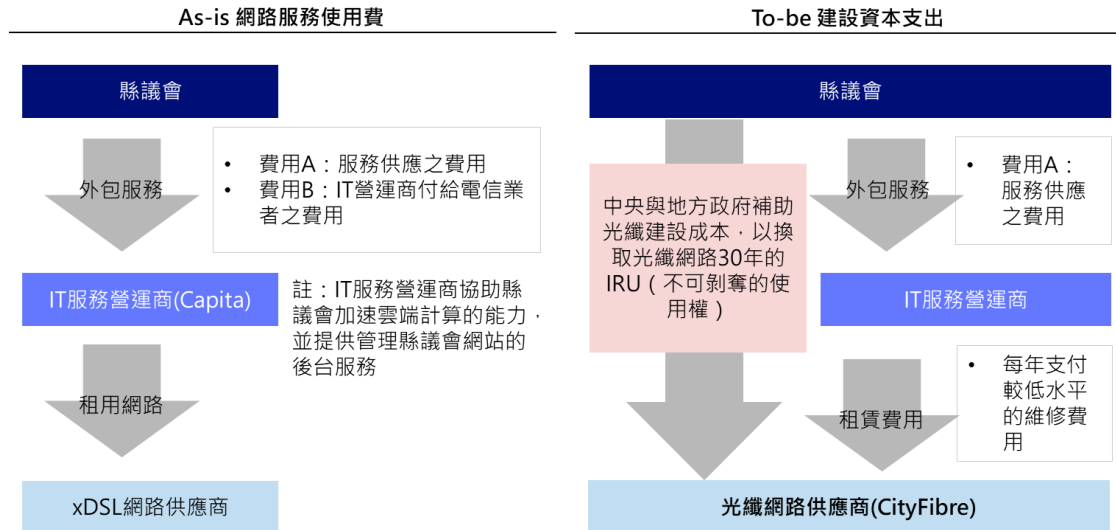


圖 64 公部門的網路建設資本支出策略

資料來源：本計畫製作

補助項目	補助單位		合計
	DCMS	縣議會	
	£' 000s	£' 000s	£' 000s
光纖建設 (inc POPs)	4,666	1,034	5,700
迴路活化	0	620	620
設備與網路升級	0	1,630	1,630
合計	4,666	3,284	7,950

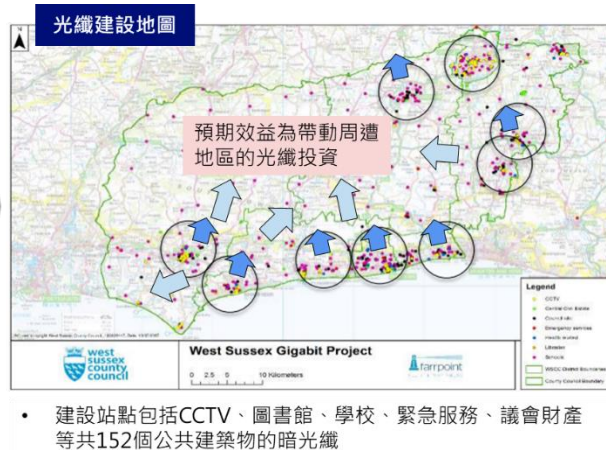


圖 65 WSCC 之光纖網路補助金額與新建地點

資料來源：本計畫製作

除了偏遠地區城市光纖網路佈建外，研究團隊也觀察到英國 Bristol 在城市寬頻網路佈建發展進程中，由城市自營網路、透過與業者合作收益共享模式，到取得城市 5G 網路的發展模式。

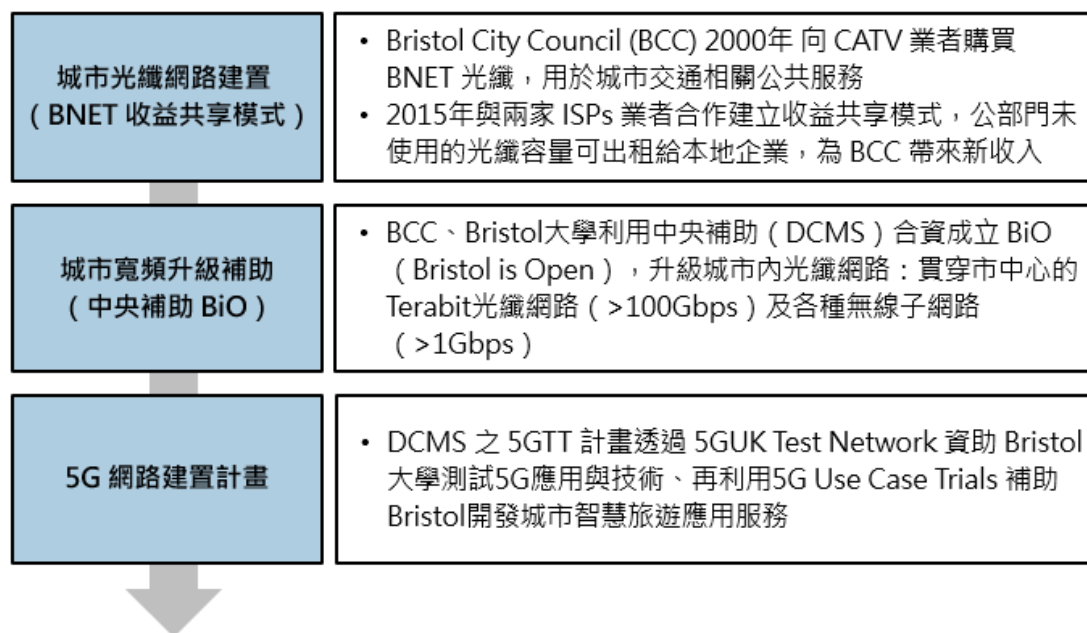


圖 66 英國 Bristol 城市光纖網路建置案例

資料來源：Bristol City Council 公開資料，本計畫製作

2000 年 BCC ( Bristol City Council ) 向經營不善欲結束營運的有線電視業者 Rediffusion 購買光纖網路與管道，主要用於電話、數據、與交通相關的通訊和 CCTV 攝像機。在光纖網路的需求日益增長下，BCC 面臨寬頻網路升級的巨大財務負擔，因此在 2015 年時，BCC 與兩家 ISP 公司：ITS Technology Group 和 Net Support UK 簽訂 20 年特許權協議 ( 後由此兩家 ISPs 成立 BNET Ultra Ltd )，將 BCC 的 BNET 管道基礎設施商業化，並透過收益共享模式，以使 BCC 獲得新收入、並增加企業高速寬頻可用性。雙方合約有以下重點：

- (1) 將以特許權且不利用國家援助的方式來運作。
- (2) 供應商有責任在合約期間內維護管道的狀況包括維修。
- (3) 此合約有一個 5 年的審查條款，若 BCC 理事會認為收益

模型不能產生足夠回報則可終止合約。

2014 年，BCC 獲得 DCMS/BDUK (Super Connected Cities programme) 530 萬英鎊補助以建立智慧城市 R&D 測試場域，並與 Bristol 大學分別各持股 50% 合資共同成立 Bristol is Open (BiO) 公司，除透過中央(DCMS 的 Super-Connected Cities programme)與歐盟政府的補助外，資金來源也包含學術研究基金及私部門資金。BiO 為建立一個 open programmable city，並利用一城市營運中心 (City Operations Centre)，研發並實施智慧城市服務，包括交通管理、CCTV 監控、遠程護理、報警監控等服務。來自城市營運中心的數據將輸入到該城市的開放數據平台，該數據平台將為企業和公民提供開發和共享有關城市資訊以及創建新產品或服務的機會。此外，為了推出智慧城市服務，BiO 利用市議會的 BNET 資產，與 DCMS 的補助，升級其貫穿市中心的 Terabit 光纖網路 (>100Gbps) 及各種無線子網路 (>1Gbps)。

目前英國中央政府正在採行緊縮政策，對於地方政府的補助越來越少，2020 年起 Bristol 所有城市服務幾乎需仰賴市議會稅與其他收入，主要服務的資金籌措責任從中央政府轉移至地方付稅者，因此，Bristol 的城市光纖網路佈建案例也作為各城市地方政府自有公部門光纖網路的推動目標。



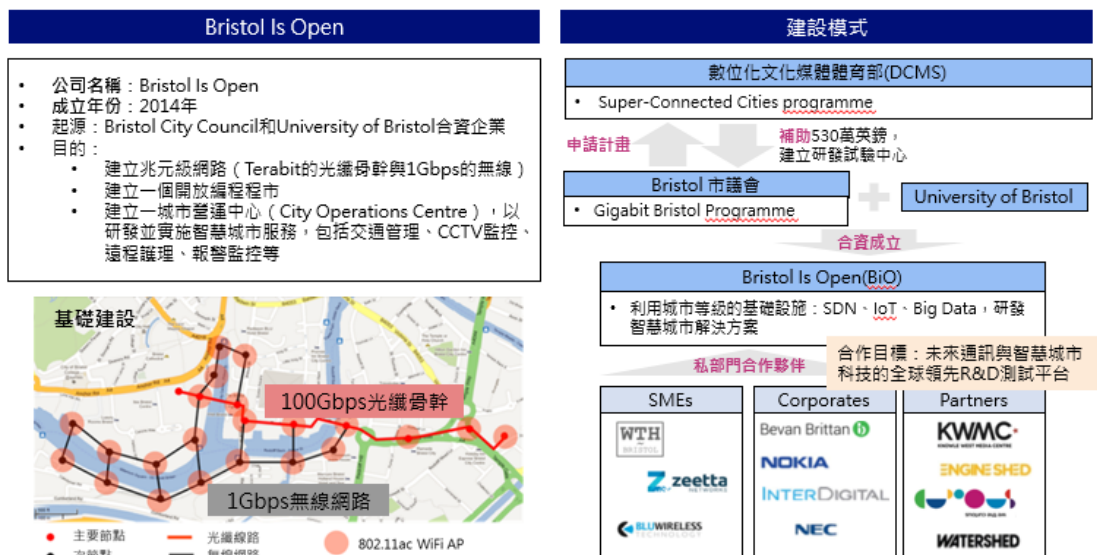


圖 67 英國 Bristol 公部門高速寬頻建設與智慧城市發展

資料來源：Bristol City Council 公開資料，本計畫製作

為加速 5G 發展，使英國獲得早期應用的優勢，DCMS 發展 5G Testbeds & Trials Programme(5GTT)，其資助計畫之一為 5GUK Test Network，由 DCMS 花費 1600 萬英鎊於建立網路，並與 Bristol, King's College London, Surrey 三所大學的 5G 創新中心合作，以測試 5G 應用與技術。此外，5GTT 也資助 5G Use Case Trials 計畫，由政府選出六項提案以補助 5G 應用發展，其中亦包含 Bristol 大學的 Smart Tourism 案例。

首先，Bristol 利用前述 5G 補助計畫，於原有的城市光纖基礎設施上，探索大規模 MIMO（多輸入多輸出）網路，網路切片和邊緣計算，並透過 10Gbps 網路串聯數個具有 5G 基站的景點。

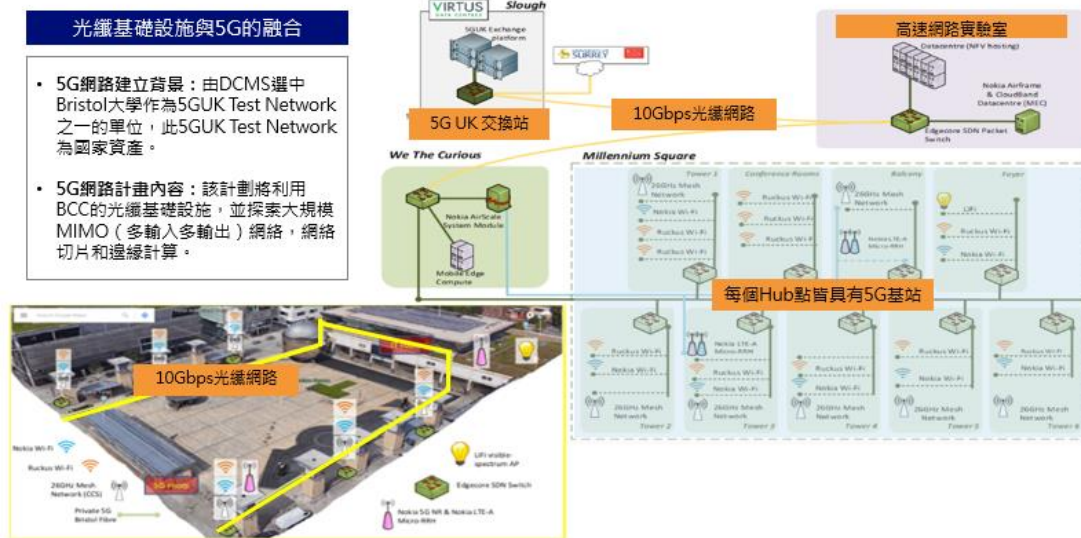


圖 68 Bristol 5G 與光纖網路建設

資料來源：Bristol City Council 公開資料，本計畫製作

延續 5GUK Test Network 的計畫，DCMS 利用 5G Use Case Trials 補助大學的智慧旅遊應用開發，推動 5G Smart Tourism 計畫。Bristol 5G 智慧旅遊計畫是在室外利用 VR 針對遊客提供沉浸式影片點播服務，在室內則輔以 3D 運動追蹤器，使遊客可以隨著移動路徑接收到特定場域的介绍影片。

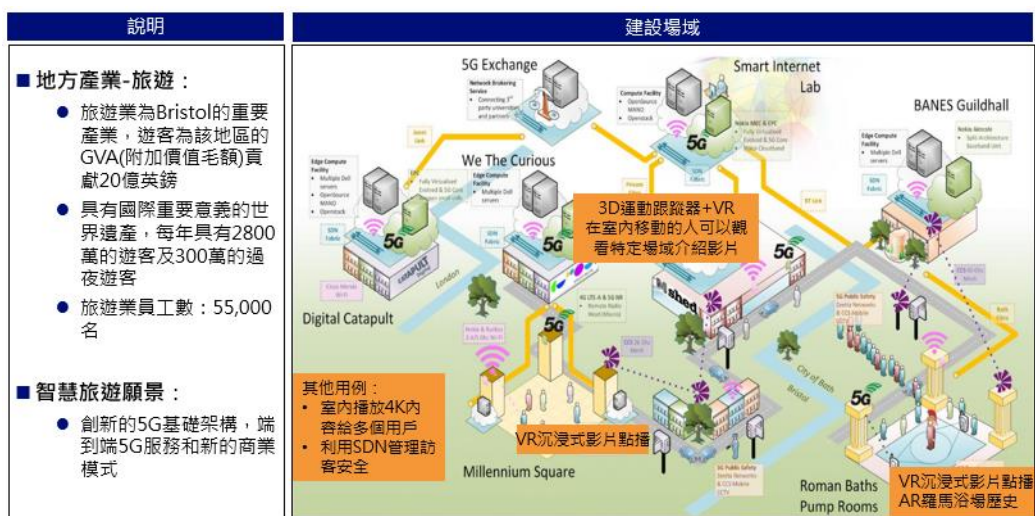


圖 69 Bristol 5G 智慧旅遊

資料來源：Bristol City Council 公開資料，本計畫製作

### (三) 日本

2019 年日本總務省為因應未來社會 5.0 的實現，欲加快 5G 與光纖網路的建設，並利用 5G、IoT 解決地方性的問題，因此針對地理位置不利地區，推出高度無線環境整備補助金。高度無線環境整備補助金將利用無線電波使用費用資源，補助光纖從通訊中心到地區性無線基地台入口處的建設，作為高速、大容量無線基地台的基礎。

	資通訊利用環境整備補助金		高度無線環境整備補助金	
補助主體	私人機構	公共機構	私人機構	公共機構
補助財源	無	一般補助金	無線電波利用補助金	
補助辦法	無	財政力指數未滿0.3補助率： 1. 離島地區2/3 2. 除了1的偏鄉地區1/3	補助率： 1. 財政力指數低於0.3的離島：4/5 2. 除了1的地理環境不利地區：2/3	
補助內容	<ul style="list-style-type: none"> <li>主體設施：光纖電纜、光電轉換裝置、發送/接收裝置、無線接取裝置(FWA)等</li> <li>附帶設施：電源供給設施等</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>主體設施：光纖電纜、光電轉換裝置、發送/接收裝置等</li> <li>不包含光纖技術以外的維護補助</li> </ul>	



圖 70 日本總務省高度無線環境整備補助金  
資料來源：總務省公開資料，本計畫製作

除了提供補助金外，日本政府意識到雖然光纖網路是以民間主導為原則，但新設光纖網路的成本太高，對於偏鄉等地區民間業者的投資意願不高的情況下，容易發生落差的狀況。因此，由總務省以及國土交通省主導，提供了一些既有公共建設的管道供民間業者使用，降低偏鄉的投資門檻，以下將個別介紹。

國土交通省為因應 e-Japan<sup>1</sup>「建置世界最高水準的資訊通訊網路」的目標，從 2002 年開始，在不影響既有業務的範圍內，開放由國家所管轄，主要用於監控河川、道路狀況的光纖設備給電信業者等使用。具體做法為在上、下半年各會公開招募一次，開放指定區域內的光纖接續盒以及接續箱，供電信業者、有線電視 Cable 業者與其他政府單位申請。在利用規章內除了說明使用單位必須負擔分擔金，原則上 16 萬日幣/芯/公尺/年之外，也定義緊急災害時雙方的權利與義務。

由總務省主導的專案有兩項，分別將公用事業所持有電線杆與管以及地方政府所佈建的網路開放給電信業者使用。電信業者可以向鐵道事業、電力公司等公用事業，亦即設備的擁有者，提出使用申請，租借其電線杆、管道、地下道、水道以及鐵塔，而電信業者必須負擔維運的費用。地方政府所佈建、持有的光纖網路，其中包含公共設施管理用光纖、地域公共網路，以及通訊廣播服務用光纖等三類，分成纜線開放以及波長單位開放兩種方式供電信業者申請使用，而因此光纖網路屬於地方財產，可以向業者徵收使用費。

	主管機關	資源擁有者	使用單位	使用付費機制
河川道路管理用光纖	國土交通省	國家 (河川管理者、道路管理者)	電信業者 CATV業者 國家政府 地方政府	<ul style="list-style-type: none"> <li>開放指定區域內的光纖接續盒以及接續箱，上、下半年各公開募集一次</li> <li>定義緊急災害時雙方的權利與義務</li> <li>使用單位需要付分擔金，原則上16萬日幣/芯/公尺/年</li> </ul>
公用事業電線杆管道	總務省	公用事業者亦為設備擁有者 (鐵道業者、電力公司等)	電信業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>租借設備包含電線杆、管道、地下道、水道以及鐵塔</li> <li>由使用單位提出申請，取得設備擁有者同意</li> <li>使用單位需要負擔維運費用</li> </ul>
地方政府佈建持有光纖網路	總務省	地方政府	電信業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>地方政府建置的網路包含：公共設施管理用光纖、地域公共網路、通訊廣播服務用光纖</li> <li>分成纜線開放以及波長單位開放兩類。屬於地方財產，可徵收使用費</li> </ul>

圖 71 公家相關光纖建設資源開放

資料來源：總務省、國土交通省公開資料，本計畫製作



#### (四) 小結

綜觀各國在高速寬頻網路佈建的推動模式，不外乎公部門資源開放或政府直接提供財務補助。寬頻電信事業，除為資本密集型產業，需投資大量資金於基礎建設，另建設過程複雜，工程路權的申請、管道路線的規劃、用戶迴路的佈建，相關的程序及困難是除了資金外，影響業者建設能力及意願的重要關鍵，因此，透過公共設施開放及基礎設施共享推動，可降低偏鄉建設的進入門檻。而寬頻建設推動，除公共設施開放、共享建設外，亦常須要透過經費的補助，特別是於偏鄉或不經濟區域，但補助的對象及方式上，可看出標竿國家並不一定是直接對電信業者補助，而是希望透過公私協作模式、或甚至是由地方進行自建再轉租電信業者提供服務等方式，透過先期的規劃、管理，最大化資源使用效益。

	I. 公部門資源開放	II. 政府財務補助		
		補助模式	補助對象	資產擁有者
英國	<ul style="list-style-type: none"> <li>至2022年釋出公部門700MHz的頻寬</li> </ul>	中央根據個案補助不同比例	地方政府	業者 政府(業者代建代維)
美國	<ul style="list-style-type: none"> <li>國家寬頻計畫中，與各級政府協調電線桿等公共基礎設施的使用權</li> </ul>	聯邦政府根據個案補助不同比例	公家機構	業者
		地方政府舉債補助	業者	政府(業者代建代維)
德國	<ul style="list-style-type: none"> <li>可向地方政府提出利用市政水管網絡進行寬頻建設合作</li> <li>設有共享管道資料庫</li> </ul>	聯邦政府根據個案補助不同比例	地方政府	政府(業者代建代維)
日本	<ul style="list-style-type: none"> <li>河川道路管理用光纖、公共事業電線杆管道、地方政府佈建或持有之光纖網路開放</li> </ul>	中央補助 1/3-2/3(離島)	地方自治團體	政府(業者代建代維)
芬蘭	<ul style="list-style-type: none"> <li>推動電力、交通、水等公眾事業業者須與電信業者共享基礎設施</li> </ul>	中央和地方政府補助	地方政府與業者 合資組成團體	業者

圖 72 各國偏鄉高速寬頻網路建設推動作法

資料來源：各國公開資料，本計畫製作

有鑑於此，研究團隊參考上述各國推動模式，包含公部門資源開放以及公私協作之補助模式，最終提出對我國偏鄉 5G 寬頻基礎建設推動之建議模式，其細節將於第五節、二、我國 5G 寬頻相關政策建議章節中說明。

## 第五節、 5G 垂直領域創新服務發展與我國 5G 相關政策建議

在國際上 4G LTE 已逐漸普及之狀況下，各國各組織積極研究之 5G 技術規格，最近對於 5G 技術應達到的規格已較有共識，目前高速行動寬頻傳輸(eMBB)－預期傳輸速率達 20Gbps 以上、海量機器類通信(mMTC)－預期能使 100 萬以上裝置同時連接並且低設備價格與耗電量、高可靠度低延遲(URLLC)－預期延遲時間能少於 1 毫秒為三大共識目標。個別技術規格分別是為了滿足下世代之車聯網、行動通訊與物聯網應用發展需求。

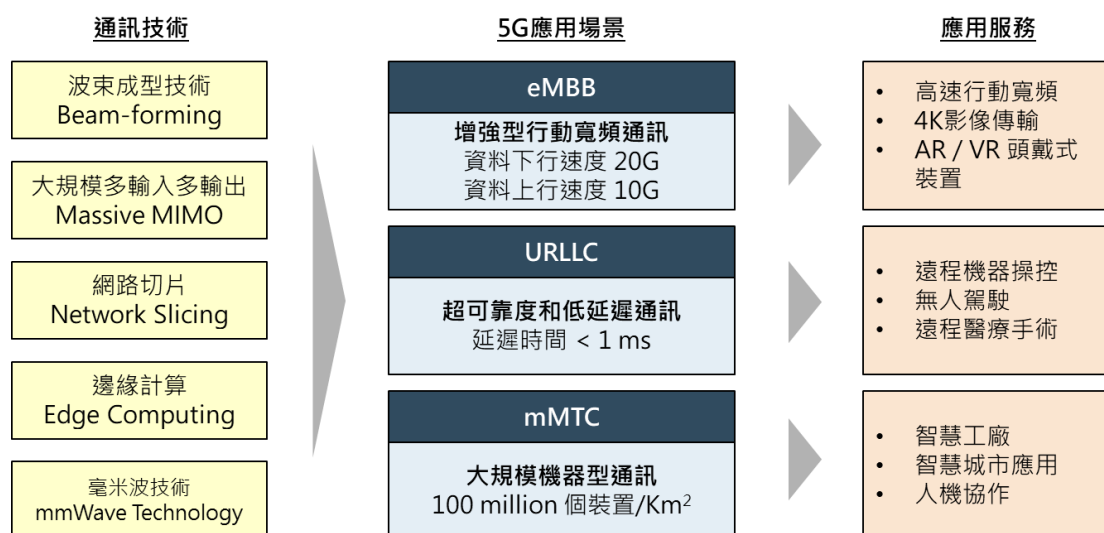


圖 73 5G 通訊之潛在核心技術、特性與應用

資料來源：本計畫製作

根據各國各業者之技術發展及實驗狀況，現階段 5G 頻段主要分成三個層次討論，分別為 Sub-GHz 之低頻，1-6GHz 之中頻與 Above 6GHz 之高頻。個別頻段有其主要任務：低頻負責廣域與深度室內覆蓋，並且提供大量 IoT 設備連結；中頻為容量與覆蓋最佳折衷方案；高頻則是可提供超高數據傳輸容量。觀察現階段各國實驗中，預期未來可能將以面線點之推疊方式進行低中高頻三者之基地

台佈建—低頻於廣域覆蓋、中頻於密集區覆蓋、高頻採熱點覆蓋。

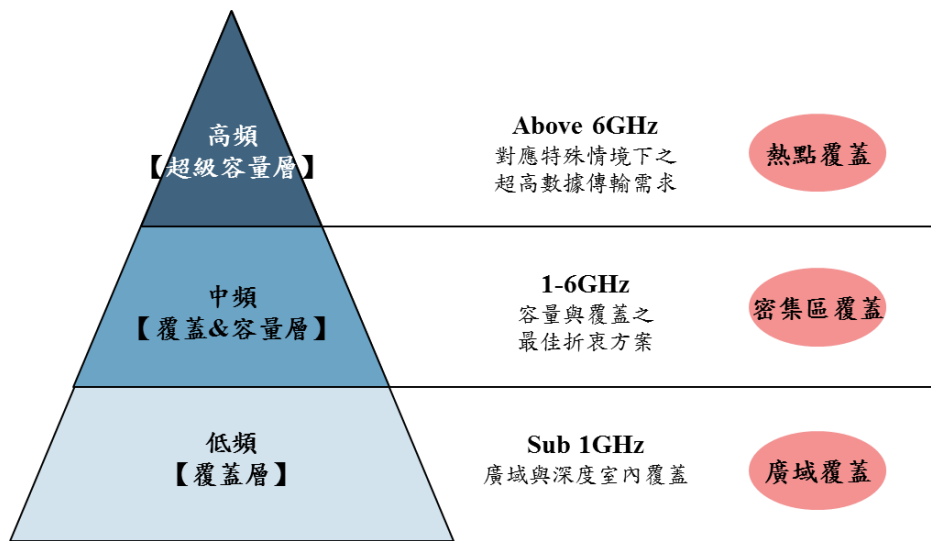


圖 74 5G 之低中高頻頻譜潛在應用方向

資料來源：本計畫製作



國家	sub-6GHz (MHz)(頻寬)	狀態	above-6G (GHz)(頻寬)	狀態
美國	600、800、900		27.5-28.35 (850)	已於2019.01完成拍賣
	2496-2690 (194)		24.25-24.45、24.75-25.25 (700)	已於2019.05完成拍賣
	3550-3650 (100)	已於2020.08完成拍賣	37、39、47 (3400)	已於2020.03完成拍賣
	3700-3980 (280)	預計2020.12進行拍賣	26、42	
英國	703-733/738-758、758-788 (80)	預計2021年春天拍賣		
	3410-3480、3500-3580 (150)	已於2018.04完成拍賣		
	3680-3800 (120)	預計2021年春天拍賣		
德國	1920-1980 (120)	已於2019.06完成拍賣		
	3400-3700 (300)	已於2019.06完成拍賣		
澳洲	3575-3700 (125)	已於2018.12完成拍賣	25.1-27.5 (2400)	預計於2021年年初進行拍賣
日本	3600-4100、4500-4600 (600)	已於2019.04完成指派	27-28.2、29.1-29.5 (1600)	已於2019.04完成指派
			26.6-27、39.5-43.5	
中國	703-743/758-798	已於2020.04修改規則可用於行動通訊系統，為中國廣電既有頻段	24.75-27.5GHz、37-42.5 (8250)	
	2000、3400-3600GHz、4800-5000 (510)	已於2019.06完成指派		
	3300-3400 (100)	已於2020.02同意供業者使用於室內共享		
香港	3300-3400 (100) (室內)	已於2019.11完成拍賣	24.25-27.5、27.5-28.35 (4100)	已於2019.04指配部分頻段
	3400-3600 (200)	已於2019.10完成拍賣		
	4830-4930 (100)	已於2019.10完成拍賣		
韓國	700 (40)、800(30)、3400-3420、3700-4200(320)、2.3 (80)	預計於2021年年底前完成釋出	25.7-26.5、28.9-29.5(1400)	預計於2021年年底前完成釋出
	3420-3700 (280)	已於2018.06完成拍賣	26.5-28.9 (2400)	已於2018.06完成拍賣
新加坡	3450-3650 (200)	已於2020.04完成指配	26、28 (3200)	已於2020.04完成指配
台灣	3300-3570 (270)	已於2020.01完成拍賣	27-29.5 (2500)	已於2020.01完成拍賣

圖 75 國際 5G 頻譜規劃、拍賣現況  
資料來源：各國公開資料，本計畫製作

除商用頻譜之外，另一個國際目前關注的議題是用於小範圍特定需求的垂直場域網路。自營網路的優勢在於在特定場域當中建置的小規模性網路，一旦遇到災害導致可以快速修復，使網路正常運作，降低因網路中斷造成的損失；同時，因網路是由使用者自行建置與營運，場域內的資料不需傳送電信運營商的網路，這對於重視數據安全的製造業而言極為重要。另外未來的網路建設朝向以應用

需求為導向的網路設計服務，因此針對特定場域的需求建置的網路相較於電信運營商所提供一致性網路架構彈性及柔軟性也較高。而垂直場域網路的建置對應到 5G 技術的特性，將可能改變人與人的溝通方式，也產生更多元的工作模式。

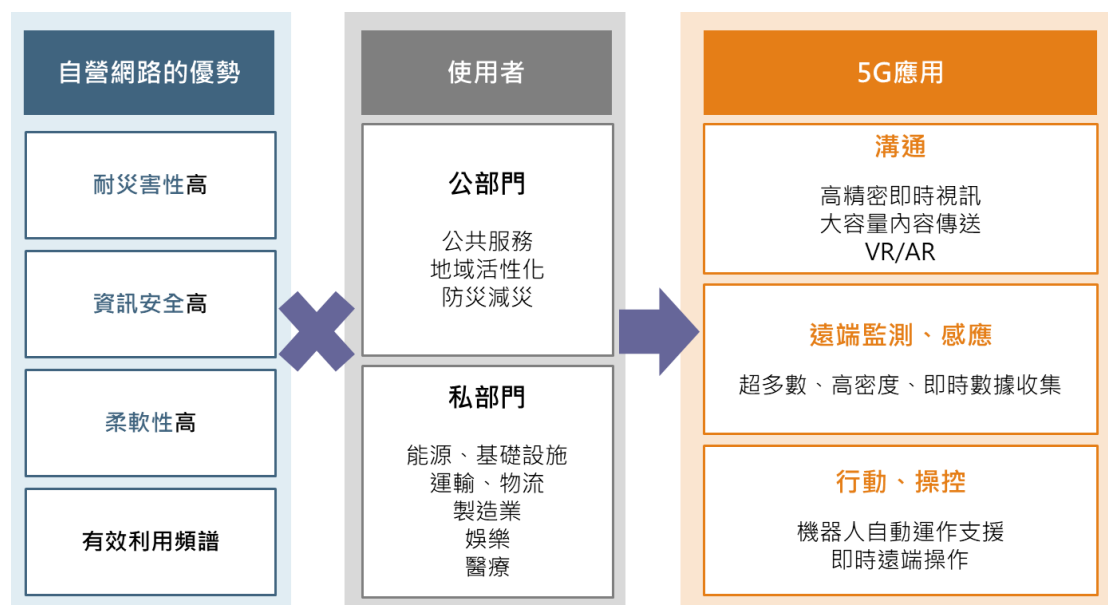


圖 76 垂直專網自營網路之優勢

資料來源：日本總務省、Panasonic，本計畫製作

為此，有越來越多國家針對垂直場域的議題進行討論，包含日本、德國、香港、英國及新加坡皆有垂直場域特定頻段之討論。

國家	頻段	頻寬 (MHz)	管理方式
日本	4.6-4.9GHz	300	<ul style="list-style-type: none"> <li>已於28.2-28.3GHz已於2019年12月開放申請，富士通作為第一個取得執照之業者將於自社の工廠內進行實驗；另外德島縣也取得執照預計在縣府機關內設立5G環境供中小企業進行實驗。</li> <li>頻率使用費<b>定義一個基地台2600日幣/年；終端設備370日幣/年</b></li> <li>規定全國性的電信運營商不得申請，期望運營商以外的業者進入市場提供特地域網路與解決方案的服務</li> <li>由於28.3-29.1以及4.6-4.8GHz上目前尚有既有使用者，未來可能限制於室內使用。而因4.8-4.9GHz目前沒有既有使用者，正在進行技術討論，預計於今年完成相關規範開放釋出。</li> </ul>
	28.2-29.1 GHz	900	
德國	3.7-3.8GHz	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>已於2019.11開放申請，執照期限10年，到2040年底將收回所有執照</li> <li>工廠內的工業4.0應用為主要釋照目標，另外包含農業、林業等領域，可透過<b>場域擁所有者單一申請或是多個擁所有者聯合申請</b></li> </ul>
香港	24.25-28.35GHz 當中	400	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>提供小規模5G及創新服務用，指配給特定場域</b>，如：學校、工業區、機場、科學園區等，場域大小不超過50平方公里</li> <li>執照期限5年，可延遲5年，申請上限為400MHz。</li> <li><b>每年支付約100,000港幣的固定費用，並根據使用頻寬、基機台及設備數量會有其他變動費用產生</b></li> </ul>
英國	3.8-4.2GHz	390	<ul style="list-style-type: none"> <li>採共享模式。</li> <li>預計分為低功率以及中功率的執照。低功率執照範圍限定半徑50公尺的場域；中功率執照期望可以用來支援偏鄉FWA使用</li> <li>必須支付基本行政費用以維持Ofcom管理頻譜的成本。<b>低功率執照10MHz頻寬一年約支付80英鎊的費用</b></li> </ul>
新加坡	26/28GHz	3200	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>指配給所有運營商各800MHz進行區域性、小規模的Localised 5G以及熱點區作使用。執照數4張。</b></li> </ul>

圖 77 各國 5G 垂直場域專用頻譜  
資料來源：各國公開資料，本計畫製作

本計畫背景為協助 DIGI+ 方案，建構有利數位創新之基礎環境，並擬定促成網路創新應用與落實數位人權之政策，經由過去兩年針對國內外寬頻政策與市場之研析，觀察到面對 5G 時代來臨，固網業者作為 5G backhaul 扮演關鍵角色，尤其針對垂直場域，場域地主利用專頻專網、或電信業者及固網業者協助建置企業專網，將為電信市場帶來新的商業模式與應用可能。

5G 專網指的是應用於特定目的並且獨立運作的網路型態，專網使用者可在專網內進行各種高可靠度、高覆蓋率、高客製化，並具備高自主性的網路服務。因其獨立運作的特性，將不受公共網路擁塞影響而保持一定品質，也因獨立網路運作，可達到一定的資安保障。

一般而言，專網分成兩種模式，一是由電信業者提供頻譜，協助企業場域地主建置專用網路；二則是由企業場域地主申請專頻專網，自行建置網路，目前國際間日本、英國、德國及香港已有專頻專網規劃，而我國經各部會多次跨部會協商，已同意進行移頻作業，將 4.8-4.9GHz (100MHz) 騰出供 5G 專網使用。由於該頻段目前是警消使用，將在既有警消業務可持續運作的前提下進行移頻作業，在完成移頻前，此頻段目前已開放各界申請進行實驗場域驗證，並規劃於 110-111 年擇期開放專頻專網之執照申請，屆時使用者必須向通傳會繳交頻率使用費，而通傳會也將再研議申請資格、頻率使用費之收費機制及其他配套規範。

過去場域使用者較為熟悉的專網是採商用頻譜，即使用由電信運營商透過競標取得的頻譜資源，再由電信業者向通訊設備業者採購進行標準化的網路建設。此模式的優勢在於全由電信運營商進行統籌處理，然場域擁有者每個月需支付網路的月租費，且應用服務可能受限於電信運營商所提供的網路服務規格，包含上下行的網路設計以及資安問題等。

也因此 5G 通訊強調垂直場域的應用下，出現了專用頻譜的規劃模式，即由場域擁有者直接向頻譜主管機關申請專用頻段，再委託網路服務提供商建置符合場域需求之專用網路。其優勢在於場域擁有者可自行主導、彈性較大，且後續僅需支付網路維運以及應用服務費用。然相對的初期投入成本較大，且場域擁有者需清楚了解場域需求與整體規劃。

而在專網的建置上，亦可針對不同建置成本或場域各別需求，選擇不同的垂直場域建設模式，包含：

(1) 網路切片 (Network Slice)：

運用虛擬化技術將虛擬網路獨立切割給不同用戶，使得企業可以設置各別所需的網路設定，但因無專屬基地台及獨立組網，資料流並不完全存在於企業內。

(2) 企業專用基地台 (Base station on Premise) :

若企業客戶選擇部署企業專屬基地台於場域內，則可限定被授權存取的企業終端裝置，將可確保網路使用不被干擾。此種模式若搭配雲端 MEC (Multi-access Edge Computing)，則可提供跨場域或跨企業客戶共同使用的 MEC。同時，企業也可以選擇在場域內配置資料處理之核心網路設備，則所有資料都得以在企業內部傳遞，可達到最低延遲的資訊串聯效果，即使電信網路之維運管理仍須回傳至電信業者，但電信業者仍無法取得企業內部傳遞資料。

(3) 獨立組網 (Whole Network on Premise) :

即獨立基地台與獨立核心網路設備完全部署在企業場域內部，可使用專網專頻或使用電信業者頻段。由於基地台即所有網路設備皆為單一企業專屬，企業可再客製化配置設定，但因所有資訊流及控制信令皆存在於企業內，若企業無法負擔網路管理及維運，可選擇與電信業者或專網系統整合者合作，以尋求維運技術支援。

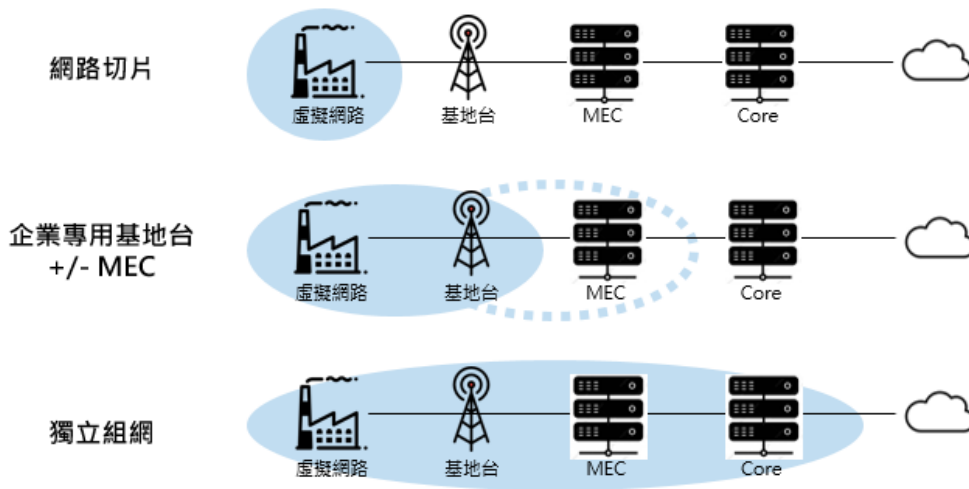


圖 78 5G 垂直場域建設模式

資料來源：本計畫製作

而因應垂直場域的需求亦有越來越多電信運營商提供利用商用頻譜建置專用網路的服務，意即公、私混合之服務。在電信運營商提供的公共網路基礎設施之上，切出部分頻段或是網路資源供場域專用，此模式之下網路控制層功能由公網處理，場域內的應用則分流到內部專網進行。所以在場域當中將存在兩種網路，一般使用者或終端可以連上公眾網路外，有特殊資安以及應用需求之裝置可透過場域的 ID 認證，連結上場域的私有雲當中。上海的洋山港即採用此種模式，中國移動利用其既有的 2.6GHz 以及 4.9GHz 雙頻段資源，根據港口的應用需求，建置符合應用需求的公、私混合的網路環境，提供碼頭公眾網路與專網兩種接取方式。透過專網接取方式，實現數據不出港口的應用模式。

根據以上 5G 專網特性，預期將可帶來以下效益：

(1) 偏鄉數位人權效益：

5G 專網用於公部門應用，包含遠距醫療、智慧交通

或遠距教育等領域，將可解決偏鄉因人口老化、人力短缺及資源不足所帶來的醫療資源或教育資源落差。

(2) 資訊安全效益：

因網路是由使用者自行建置與營運，場域內的資料不需傳送電信運營商的網路，對於重視數據安全的企業極為重要。

(3) 產業輸出效益：

5G 專網設置將有助於電信產業、系統整合商以及垂直領域應用商，透過異業合作發展 end-to-end 的垂直應用整合方案，並且有機會整合輸出海外。

據研究團隊了解，目前我國場域業者為了改善營運效率、場域安全等問題，大多習慣採用既有成熟技術，對於新興通訊技術或應用相對缺乏經驗，因此對於垂直場域專頻專網的嘗試意願也較低。因此，面對 5G 及創新應用的到來，必須優先提升小場域、可控場域內進行單一技術驗證與技術穩定性驗證的機會，而後再進行服務擴散，或逐年拓展測試情境與其他增值服務的開發。

據此，以下將分別研析國際 5G 專網、垂直領域市場發展案例，以及 5G 對電信產業之影響，最終針對我國 5G 寬頻之垂直應用與偏鄉建設政策提出建議。

## 一、 國際 5G 垂直場域市場發展

觀察近兩年各國電信產業服務方向，除提供一般消費者 5G 通訊服務外，亦積極拓展企業垂直領域之應用服務，目前如醫療場域、交通場域、製造場域、娛樂場所等皆有 5G 實證實驗進行中。第四節、一、標竿國家寬頻市場發展章節中主要分析各先進國家主要固網業者面對 5G 之固行網事業拓展方向，以下則以國際 5G 垂直場域案例為例，探討在 5G 服務生態鏈中，各領域業者所扮演的角色及服務模式。

### ➤ 醫療場域

隨著通訊技術與品質的演進，遠距醫療也成為可實現的智慧畫場景，我國及各先進國家也致力於推動遠距通訊診療辦法等相關法規。過去在 4G、wifi 的技術下，遠距醫療的概念已可實踐，例如美國的 Mayo Clinic 所推出之 OB Nest 孕婦產前健康照護系統，可讓孕婦省去舟車勞頓的赴診路程，在家便能透過系統與診所連結，進行產前衛教與胎兒生理健康監測。

然而，受限於 4G 頻寬限制，較複雜的影像、或大量的資訊傳輸，其傳輸延遲性也有待加強。5G 低延遲、大頻寬及高傳輸的三大特性，一般被視為對提升智慧醫療服務品質有極大效益，醫院建置專用網路，其低延遲的特性可望滿足高品質的遠距會診、遠距生理監控，或遠距治療照護服務需求，同時，也將顯著改善醫學教育，例如即時、高畫質，甚至是虛擬實境的手術轉播；而高傳輸與大頻寬的特性也可實踐院內跨部門的醫學影像共同診斷及諮詢。



韓國 SK Telecom 於 2019 年 4 月與延世大學醫學中心（Yonsei University Health System, YUHS）簽署合作協議，將共同建立一個基於 5G 通訊環境的 AI 數位醫療機構，選擇龍仁市龍仁 Severance 醫院做為南韓第一間 5G 專網示範醫院，已於 2020 年 3 月正式開幕。

延世大學醫學中心是南韓歷史最悠久且規模最大的聯合醫學大學體系，其醫療衛生設備透過與 SK Telecom 建構的 5G 網路及 AI、IoT 等技術結合，目前已規劃以下創新服務：

(1) 即時定位系統（Real-Time Location System, RTLS）：

即時追蹤醫療設備、醫護人員及患者定位，控制中心必要時採取疏散指引，以減少院內傳染病的傳播。

(2) 整合反應空間（Integration & Response Space, IRS）：

即時監測患者臨床生理紀錄，感測緊急情況以做出適當反應。

(3) AI 語音辨識系統（Nugu）：

在病床設置 AI 語音辨識系統，身體不便的患者可以語音控制病床升降、室內照明或電視，緊急情況下也可利用 AI 呼叫器呼叫護理站人員尋求協助。

(4) 擴增實境（AR）院內導航：

運用 3D 地圖與定位技術，患者或訪客可利用智慧型手機啟動 AR 院內導航服務，縮短病患找尋診間的時間，提高醫院服務的便利性。

(5) 隔離病房虛擬會客系統：

利用全像投影設備提供隔離病房病人與家屬虛擬會客系統，避免照顧者近距離接觸之潛在感染風險。

(6) 臉部辨識系統：

針對實驗室等有感染風險之管制地區，被授權的醫護人員可以透過精密的臉部識別門禁系統進入建築物，避免利用指紋或通行證認證操作接觸時，潛在的感染風險。

此外，醫院的病歷個資或實驗室資料等訊息為高度機密，且延世大學之 Severance 醫院為跨越許多地區之醫療體系，為了防止此些高度敏感的資訊遭駭客竊取，SK Telecom 目前正在研擬將加密通訊解決方案應用於龍仁 Severance 醫院與其他分院之間的網路，提升整體醫療體系之資訊安全品質。



圖 79 龍仁 Severance 醫院中控中心

資料來源：延世大學醫學中心公開資料，本計畫製作

有了與延世大學的合作經驗，SK Telecom 也宣布將與 SCL Healthcare 合作成立一家智慧醫療解決方案公司 Invites Healthcare，專門為醫療機構提供基於 5G 等新興高品質通訊環境的慢性病管理平台服務。目前，該公司正在規劃糖尿病遠端生理

監測系統 Coach-coach Diabetes，糖尿病病患得以自我管理血糖、飲食及運動，數據皆會即時受到專科醫師監控。

在 5G 醫療專網領域，除了 SK Telecom 與延世大學醫院的合作案例，目前美國 Rush 大學醫學中心已宣布將部屬 AT&T 之 5G 網路；此外，中國電信、Nokia 也與南昌大學醫院合作建構遠端急救籌備系統，利用 5G 高畫質、低延遲的遠距連線串接救護車與院內醫護人員，院內醫護人員在等待期間得以掌握救護車內患者之身體狀態以及早啟動應變程序並籌備急救物資。

### ➤ 交通場域

港口、機場、車站等交通場域導入 5G、建置場域內專用網路，將能增加業務營運效率、車流及人流管理，或提升場域內安全監控。目前國際間交通場域 5G 導入案例，包含：

- (1) 港口：中國青島港、中國天津港、德國漢堡港、芬蘭赫爾辛基港、荷蘭鹿特丹港等。
- (2) 車站：上海虹橋車站、英國伯朗罕新街車站、韓國首爾孔德車站等。
- (3) 機場：北京大興機場、芬蘭赫爾辛基機場、香港國際機場等。

以下以德國漢堡港為例說明港口導入 5G 技術所帶來之創新港口營運管理模式及應用服務。

德國漢堡港為解決港口運能滿載問題，必須控制所有進出港口之船、火車、貨車、貨量以確保港口順暢運行，因而引入智慧

物流管理系統以即時監控港口動態並緊急應對，進而提高港、貨、船、人、機之間之協調運作效率。在智慧物流的基礎之上，漢堡港於2019年啟動5G技術實證實驗計畫5G-MoNArch（5G Mobile Network Architecture for diverse services, use cases, and application in 5G and beyond），為Nokia、德國電信DT與德國漢堡港務局（Hamburg Port Authority, HPA）合作，透過網路切片及虛擬化技術，為佔地8,000公頃的港區內不同業務範圍進行網路切割，各區域得以各自傳遞資料，降低大量資料傳輸的延遲性，並確保資訊傳輸安全，目前已測試的項目包含：

(1) 智慧交通管制系統：

港區內交通號誌皆以5G連結至港區中央交通管理中心，提供卡車快速且安全的通行指引。

(2) 港區工程之虛擬實境應用：

在5G的環境之下，提供工程操作人員3D虛擬實境眼鏡，利於評估建築工程操作。

(3) 大量感測器資訊傳遞：

廣布在港區內及船舶上的感測器，如空氣品質或水質感測等，透過5G即時回傳至中央交通管理中心，實現即時動態及環境分析。



圖 80 漢堡港交通控制系統

資料來源：Port of Hamburg 公開資料，本計畫製作

### ➤ 製造場域

綜觀世界各國製造業發展現況，各國面臨人力短缺、設備運作效率不足、儀器檢修耗時等問題，紛紛推出智慧製造相關策略，如德國工業 4.0、中國製造 2025 等，期望透過連結產線過程資料，採集並分析轉為決策指引，如作業流程管理等。在 5G 的架構下，前述分散且大量的資料更容易即時整合，並可望結合 4/8K 影像分析、AMR/AGV 與人機協作、數位分身、AR/VR 技術指引等創新應用提升工廠作業工作效率並提升製造品質。國際間正在進行之 5G 測試案例如下表：

表 3 5G 製造領域案例

類型	案例
AR/VR	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Boeing 公司利用 AR/VR 虛擬路線指引輔助生產人員佈線安裝，節省生產人員過去需一邊翻閱安裝指引一邊進行裝配工作之低效率現象</li> <li>● Nokia 與 Telefonica 合作，導入 5G 邊緣運算，計算檢修效能，透過 AR 呈現給現場檢修人員</li> </ul>
4K/8K 影像監控	<ul style="list-style-type: none"> <li>● KDDI 在日本榮川酒造的釀酒工廠中建立 5G 測試環境，進行遠端生產監控，資深師傅在遠端辦公室即可透過螢幕確認釀酒情形，再指派年輕師傅前往工廠作業</li> </ul>
數位分身	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Boeing 公司利用數位分身，於每次飛行後同步傳輸感測器資訊至數位分身，評估飛機維修需求，及早優化飛機性能、減少故障率</li> <li>● 中國移動與上海機械公司透過數位分身進行遠距生產監控</li> </ul>
AMR/AGV	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bosch 5G 工廠導入 AGV，移動式的設備與車輛使得工廠能根據需求即時更動產線安排</li> <li>● NEC 導入無人物流車於 DX factory</li> </ul>
數據監控分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ericsson 與 BLISK (航空發動機製造商) 合作生產 5G 震動感測器，收集數據優化加工效率</li> <li>● Verizon 與 Corning 及 SAP 合作，在 Corning 工廠導入 5G 邊緣運算，優化 SAP 之供應鏈管理系統</li> </ul>

資料來源：本計畫製作

除了這些測試案例，德國為製造工業大國，且各大廠對於資訊安全極度重視，因此由產業發起自建私有網路的需求，成為國際上第一個提出垂直場域概念的國家。德國聯邦網路局（Bundesnetzagentur, BNetzA）規劃了 3.7-3.8GHz 作為 Local

frequency，申請時以 10MHz 為一單位，限使用 TDD 技術。執照使用期限為 10 年，最晚將於 2040 年底收回所有執照，進行頻譜的重新規劃，同時為確保頻率的有效利用，BNetzA 得於指配一年後進行審查，若在一年內沒有開始使用該頻段，BNetzA 具有收回該執照的權力。目前已於 2019 年 11 月 21 日宣布開放企業申請，成為國際第一個開放 5G 垂直場域專用頻率之國家。

5G 相對 4G 能傳輸 10 倍的數據容量，對於實踐工業 4.0 將有更大的進展，但也必須在製造廠區內部署更多物聯網設備，對此，Bosch 於 2019 年 2 月開始進行 5G 工廠實驗，首先與英國 Worcester 5G 聯盟合作，聯盟成員包含 BT、O2 及華為。Bosch 在 5G 工廠的測試中，試驗了物聯網感測、數據分析，到故障及風險預測，與防護措施的一連串作業模式。而後，Bosch 也在德國政府公告 5G 垂直場域專用頻率申請開放後，提交 5G 營運許可證申請。Bosch 提出未來 5G 工廠的願景，認為智慧化工廠除了建築物（包含天花板、牆壁及地板）以外，所有的物件設備都是可移動、可以任意重新配置的，透過 5G 強大連結的通信架構，AGV/AMR 可隨需求調節產線位置，工廠人員可透過 AR/VR 數據眼鏡及遠程中控平台，實時監控並同時操作遠程的工具機，並利用邊緣運算技術分析機具效能，及早進行調教或維護。



圖 81 Bosch 5G 工廠

資料來源：Bosch 公開資料，本計畫製作

綜觀前述案例，可觀察到 5G 擴大了 ICT 服務的產業生態鏈，過去 3/4G 時代，電信業者、網通設備商以及終端設備業者為生態系中主要角色；然而，5G 帶來更多新的企業服務體驗，也代表著雲端數據層級應用服務層的業者將扮演更重要的角色，如平台服務提供者、Data center、或垂直領域應用業者，所有 5G 的創新應用都必須與此些業者服務整合才得以落地，也因此，面對 5G 市場，無論是通信網路、平台技術或應用服務的各方業者，皆積極與其他領域進行異業結盟，以加速 5G 服務推出的進程。



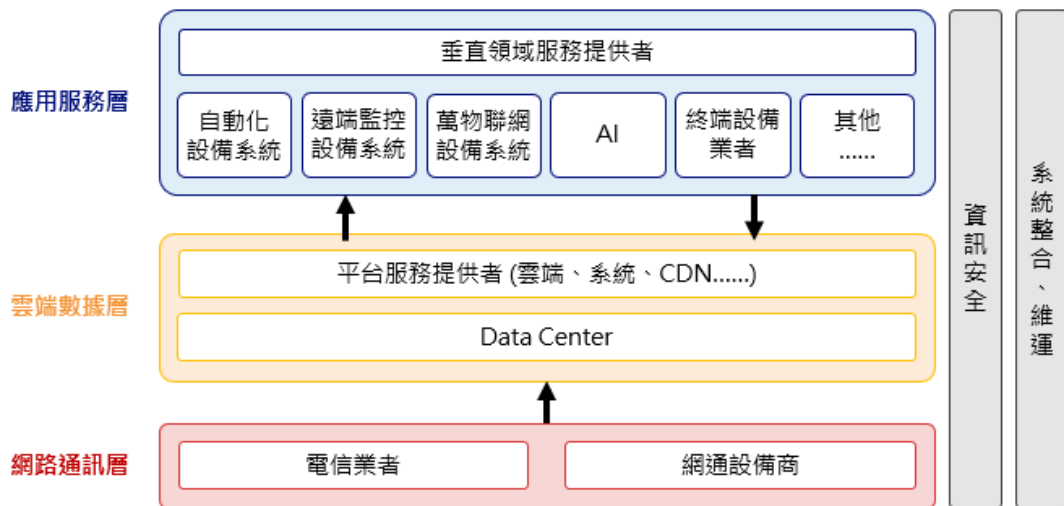


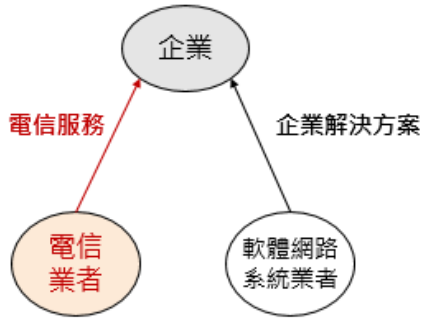
圖 82 5G 服務產業生態鏈

資料來源：本計畫製作

在這樣的趨勢下，研究團隊認為對傳統電信業者的影響最大，過去電信事業以提供消費者電信服務為主，其收益雖固定，但由於市場龐大，使得電信事業未積極轉型投入其他市場機會。然而，受到電信業者間彼此削價競爭及外在 OTT、IPTV 等新興產業的侵蝕，使得電信業者之底層通訊收益開始逐年衰減，整體產值衰退。因應 5G 企業服務市場的興起，軟體網路系統業者或垂直領域應用業者成為 5G 產業生態鏈的重要角色，可能取代電信業者進行系統整合，因此，電信業者更加需要透過異業合作或併購等商業合作方式，才有機會提出基於企業解決方案的收益模式，以捆綁電信服務，創造可基於解決方案無限延伸的收益來源。

**As-is : 以電信服務為主**

- 收益固定，甚至衰減



**To-be : 以企業解決方案綁通信服務**

- 基於解決方案的收益可逐漸擴張
- 除電信業者，也可能由網通設備商、軟體網路業者，或垂直領域應用提供者進行系統整合

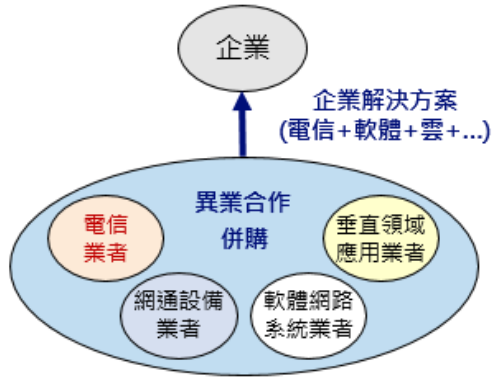


圖 83 5G 世代下電信營運商企業市場服務模式變化  
資料來源：本計畫製作

電信業者的服務模式可分為兩大類型，第一類為垂直領域 end-to-end 應用服務，如前述各行業的 5G 專網建置及應用服務，其商業模式除以 B2B 為主，更可望延伸成為 B2B2X、B2B2B2X.....，使得電信產業的收益來源也不再以固定的電信服務為主，得以基於企業解決方案的擴張而無限延伸。然而，電信運營商過去往往並不具備單一產業領域的知識，必須透過多元的異業合作與系統整合，才能滿足垂直市場的需求。另一方面，業者也可能由平台服務切入，轉型成為基於企業垂直應用需求的 5G 平台服務供應者，其平台服務將不再局限於某應用領域，而是所有垂直產業皆適用。

以 5G 企業雲平台為例，AT&T 已分別與 Google 及 Microsoft (Azure) 合作，將 Google 或 Microsoft 的雲端運算及服務利用 AT&T 的邊緣網路推展至企業端，企業便能在更接近使用者終端的位置開發並執行應用程式，降低延遲並提升安全性，目前已導

入平台服務於零售服務業。而 Verizon 則選擇與 AWS 合作，利用 Amazon 所開發之 AWS 基礎設施部署 AWS Wavelength，將 AWS 運算及儲存服務嵌入 5G 網路邊緣及資料中心。目前，Verizon 已與遊戲業者 Bethesda 進行試運行服務，玩家無須下載遊戲也無須購置遊戲主機，即可在雲端進行遊戲。除了 Verizon，AWS 也與 Vodafone、SK Telecom 及 KDDI 達成合作協議，將於歐洲、韓國及日本推出 Wavelength。

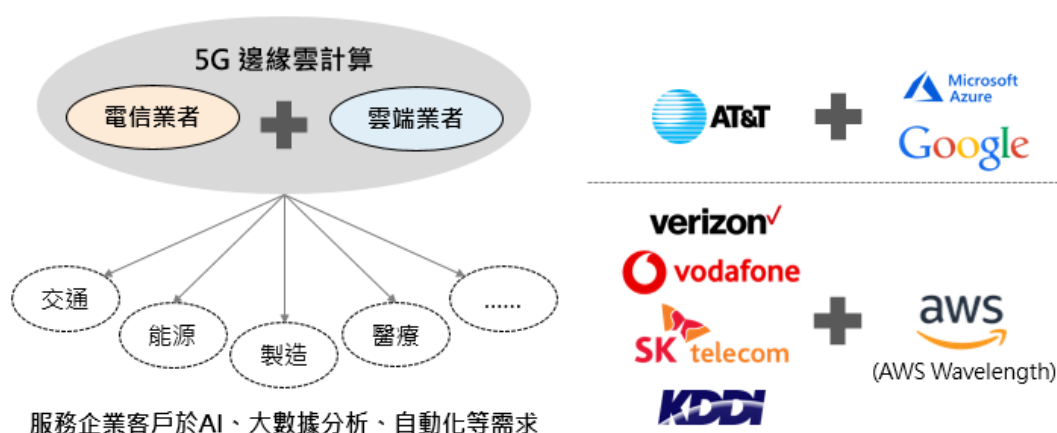
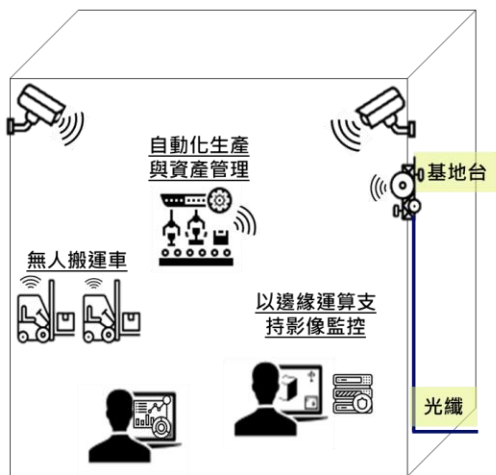


圖 84 5G 邊緣雲計算服務案例

資料來源：本計畫製作

2019 年 10 月，Verizon 與 Corning 及 SAP 合作在 Corning 其中一家製造工廠測試 5G 網路，目標為推動機器人與自動化系統在供應鏈管理領域，創造智慧工廠，以提高製造效率與安全性的應用案例。此項測試由 Verizon 利用 mmWave 導入 5G，管理工廠車輛與 IoT 收集之資料，並提供邊緣運算以支持即時端到端的操作分析、降低 IoT 管理成本，並與 SAP 合作，利用 Verizon 的平台及其 IoT 解決方案，分析資料、進行供應鏈管理。



### 5G實驗場域(2019.10-)

目標：推動機器人與自動化在供應鏈管理領域，創造智慧工廠  
 測試目的：確認哪些5G功能在製造環境中最有前景  
 參與業者：

	角色	功能
Verizon	5G供應商	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用mmWave導入5G，管理工廠車輛與IoT收集之資料</li> <li>提供邊緣運算以支持及時端到端的操作分析、降低IoT管理成本</li> </ul>
Corning	光纖製造商	<ul style="list-style-type: none"> <li>光纖網路作為5G基地台的回程連接</li> </ul>
SAP	企業資源管理軟體提供商	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用Verizon的平台及其IoT解決方案，分析資料、進行供應鏈管理</li> </ul>

圖 85 Corning x Verizon 5G 工廠實驗場域

資料來源：Verizon 公開資料，本計畫製作

## 二、 我國 5G 寬頻相關政策建議

歸納前述對我國 ICT 市場及寬頻相關法規推動現況，以及國際標準國家電信產業發展動向與高速寬頻網路推動策略，以下分別提出對我國 5G 寬頻應用服務及網路佈建兩大方向之推動建議：

### (一) 電信事業 5G 產業創新及研究發展推動

總整前述國際 5G 市場發展現況，針對交通部電信事業 5G 產業創新及研究發展之推動，研究團隊首先由我國資通訊產業產值觀察國內 ICT 市場變化，以進一步鎖定推動領域及方向。

首先，根據財政部 2016-2019 年統計資料，我國資通訊市場以硬體製造為主(2019 年統計佔 82%)，而服務佔整體資通訊產值為 18%，其總體營收由 2016 年 8,180 億元成長至 2019 年 10,167 億元。在資通訊軟體服務中，電信服務營收最高、網路服務次之，軟體服務最低；然而，比較 2016 年至 2019 年 CAGR 值可發現，網路服務(CAGR 24.7%)及軟體服務(CAGR 7.6%)增長快速，但電信服務卻呈現負成長(-1.6%)，顯示總體資通訊服務產值成長主要來自網路資訊及軟體系統產業而非電信服務。

除總體營收外，參考主計處統計資料，觀察產業內部人力需求及薪資支出，亦可發現相同趨勢：電信服務營收、薪資及人力需求都呈現負成長，但軟體及網路產業的人力需求及薪資皆快速成長。

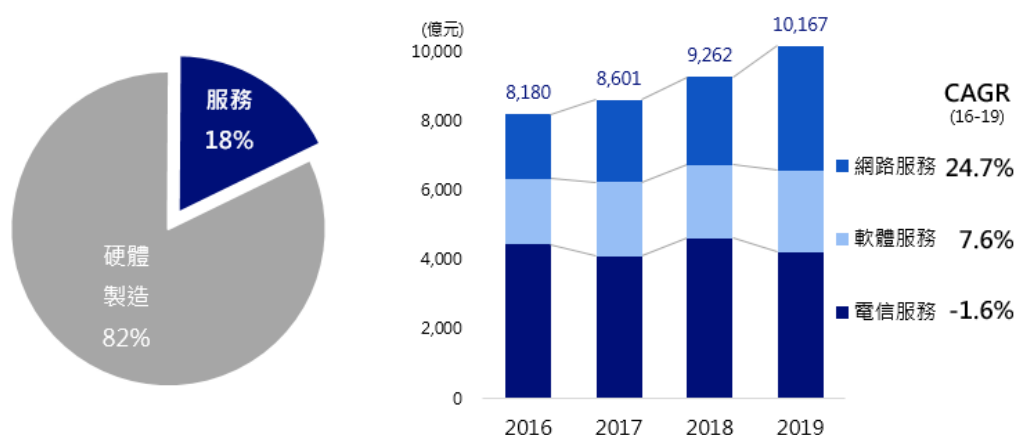


圖 86 我國資通訊產值變化(2016-2019)  
資料來源：財政部統計資料，本計畫製作

2016-2019 CAGR	電信服務	軟體服務	網路服務
總營收	-1.6%	7.6%	24.7%
總支付所得	-1.3%	9.6%	11.6%
總薪資	-1.0%	4.7%	5.0%
雇用人數	-0.3%	4.7%	6.2%

圖 87 我國資通訊服務營收及支出變化(2016-2019)  
資料來源：主計處、財政部統計資料，本計畫製作

此外，根據我國五大電信業者財報，可發現電信業者總體營收由 2016 年 8,180 億元逐年下滑至 2019 年 4,432 億元，因此，相對總體資通訊服務營收佔比也由 57% 下滑至 44%，顯示，我國電信業者目前仍以提供消費者電信服務為主，其收益固定，甚至因為業者間彼此削價競爭及外在 OTT、IPTV 等新興產業的侵蝕，

使得營收衰減，但仍並未積極轉型投入企業客戶市場需求暴增的軟體及網路服務市場。

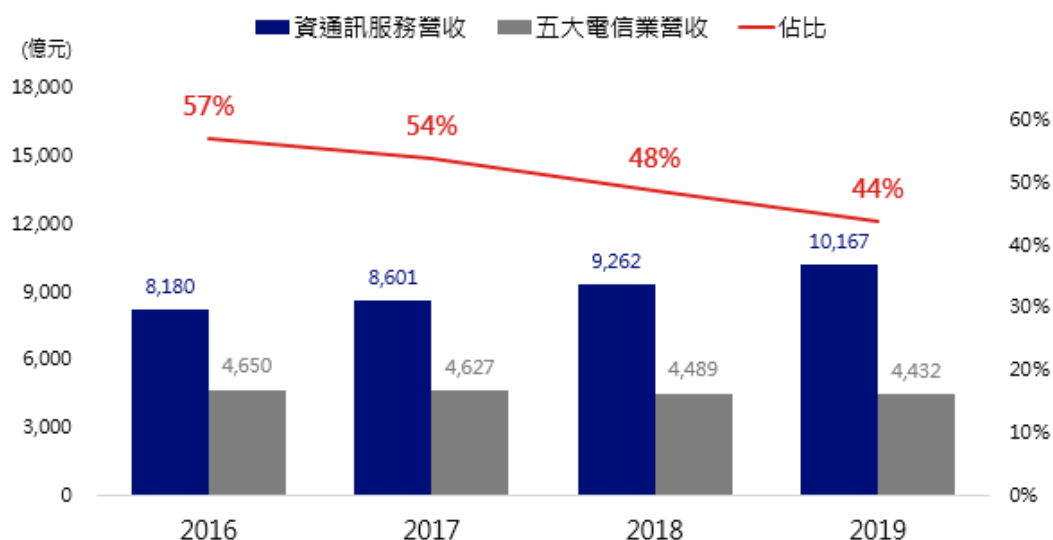


圖 88 我國電信產業佔資通訊服務營收變化(2016-2019)

資料來源：財政部統計資料、電信業者公開資料，本計畫製作

5G 的三大特性，造成應用服務面之商機遠大於電信服務，而各類型的 5G 應用服務皆須要透過握有關鍵產業技術的應用服務供應商才得以落地，因此，B2B2X 將可能成為主要商業模式。其中，中心 B 業者因握有產業關鍵技術或服務整合能力，將扮演 5G 生態系中的重要角色，也成為發展 iABCD (IoT、人工智慧、區塊鏈、雲端運算、大數據) 之新創業者主力投入方向。而 5G 電信業者除了原有的網路基礎設施建設者外，則應思考如何由過往「水管」(提供頻寬) 的角色，強化與新創或異業合作，轉型成平台整合者，藉此提供產業轉型的動能與推力。

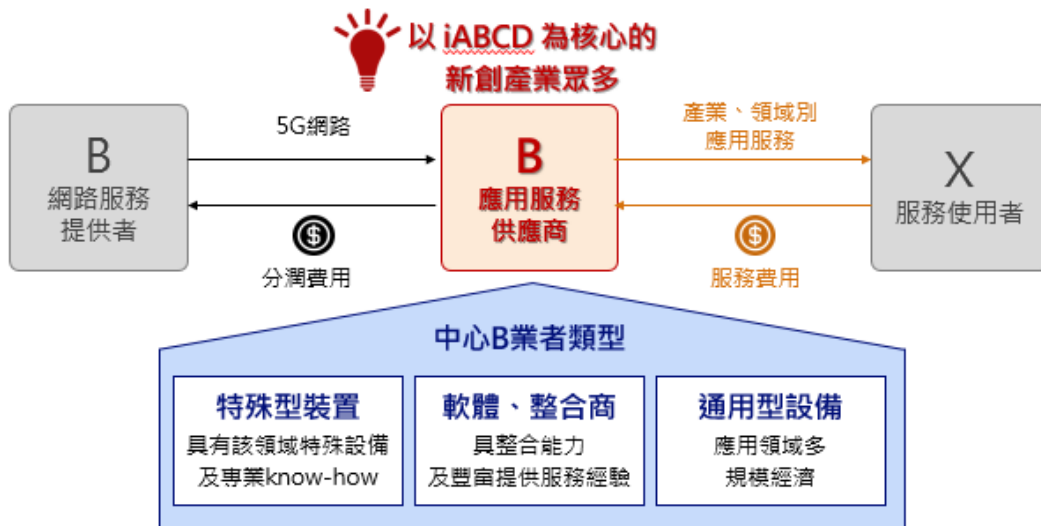


圖 89 5G B2B2X 商業模式

資料來源：本計畫製作

在新創產業推動的過程中，教育部、科技部以及經濟部皆已透過許多計畫推動各種規模與目標的新創產學合作，教育部主要由高等教育司與技術及產業教育司推動建教合作；科技部則由產學及園區業務司透過補助學術研究單位研究經費，鼓勵學研界與業界合作前瞻技術研發；而經濟部則透過補助業者與學研界合作，鼓勵創新技術走向 prototype 形成，加速新創事業或創新應用服務發生。



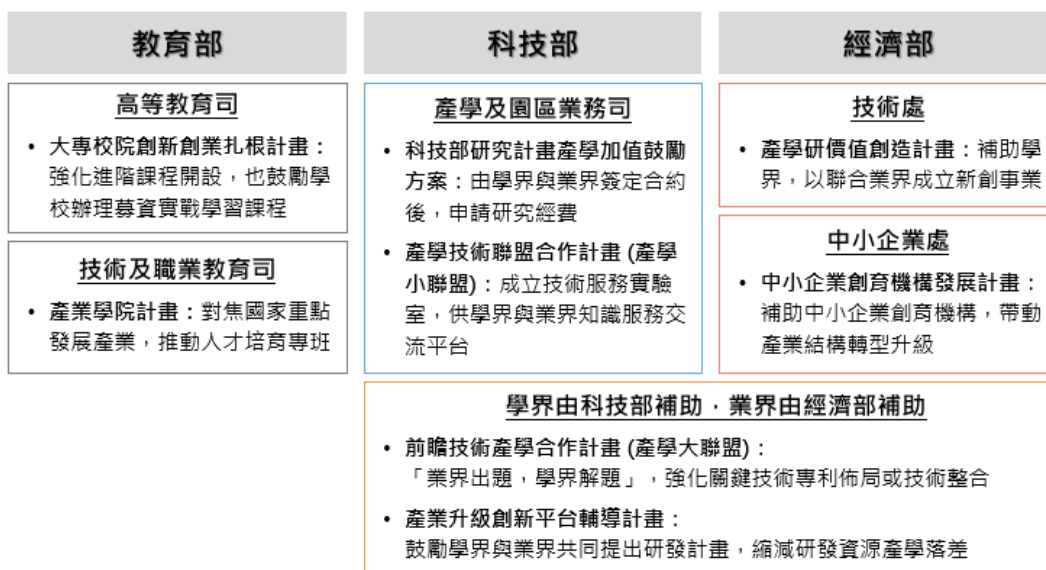


圖 90 我國中央部會產學合作相關計畫

資料來源：教育部、科技部、經濟部公開資料，本計畫製作

其中，經濟部中小企業處主辦之中小企業創育機構發展計畫目的為透過補助創育機構並鏈結在地及國際資源，以孕育創新及新創企業，協助建構完善之創育產業生態系，目前已依照創育機構類型提供五大類的補助計畫，包含：技術創業放大器(Technical Entrepreneurship Amplifier ,TEA)、在地企業創新器(Local Enterprise Innovation ,LEI)、國際創育加速器(International Startup Accelerator ,ISA)、主題式國際創育加速器(Feature International Startup Accelerator ,FISA)，以及特色加值項目，依據創育機構類型與內容各設定不同額度的補助上限。

創育機構類型	說明	申請補助額度上限
技術創業放大器	• 配合企業創新轉型需求，運用研發服務資源協助其技術升級、產品服務創新或引入新創技術，促使新興產業發展及創新轉型升級之創育機構	500萬/年
在地企業創新器	• 以縣市為範疇，鏈結中央、地方政府及產業資源能量，聚焦在地產業及區域發展，促進地方產業轉型升級與競爭力提升(原則一縣市一案)	800萬/年
國際創育加速器	• 具天使及風險投資之國際資源網絡，鏈結關鍵企業資源，創造具投資效益、產業營運、獲利模式之創育機構	800萬/年
主題式國際創育加速器	• 針對特定主題及其相關應用服務，提供各種開發工具、系統、導師和社群支持、投資新創企業之創育機構 • 目前開放之主題為 5G	1,000萬/年
特色增值主題 – 物聯網	• 配合「亞洲-矽谷推動方案」產業創新計畫政策，推動我國物聯網創新生態系，以物聯網為主題，透過增值項目補助創育機構鏈結物聯網產業資源投入創育輔導，針對物聯網及應用服務，提供開發工具/系統/技術/資源/資金支持，協助新創及中小企業應用物聯網創造商機	200萬/年

圖 91 經濟部中小企業處中小企業創育機構發展計畫-類型及額度

資料來源：經濟部中小企業處公開資料，本計畫製作

此計畫在 2018 年開始，為推升 5G 行動通訊與相關應用服務，將 5G 主題納入主題式國際創育加速器類別，篩選適切我國發展為國際創育加速器之創育機構，透過政府與民間合作，快速有效孕育 5G 行動通訊應用服務之新創。計畫目前以 5G 九大領域創新應用服務研發為主題，包含：智慧城市、智慧住宅與活動、交通、醫療、辦公室及工作現場、零售、娛樂、運動、農林漁牧等，提供創新實證機會，引導新創連結國際、或進行跨域異業合作，催生新創產業投資與衍生商機。

此計畫要求 5G 加速器必須以產出商品服務為目標，協助串聯 5G 產業上下游生態鏈，輔導新創共同開發服務商品、鼓勵創育機構與新創團隊共同開發 5G 產業共通性服務商品、開發具新興產業形成與市場先導示範性之 5G 應用服務等，其推動項目恰好符合交通部電信輔導獎勵辦法之推動目標期望。此計畫要求補助之 5G 加速器服務指標包含需遴選至少 15 家新創企業加入加速器，並協助至少 2 家新創取得投資資金各 500 萬元，目前中華電

信與亞太電信皆已透過此計畫取得每年至多 1,000 萬元的補助，並成立 5G open lab 提供新創團隊 5G 網路的測試環境。

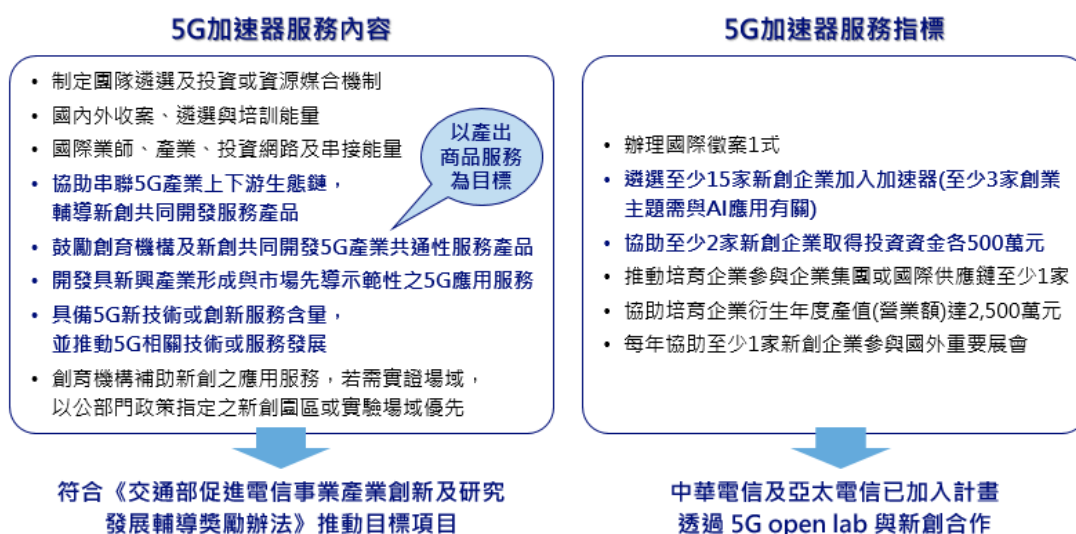


圖 92 中小企業創育機構發展計畫主題式國際創育加速器-5G 加速器服務內容及指標

資料來源：經濟部中小企業處公開資料，本計畫製作

基於上述各部會產學合作與新創輔導計畫，研究團隊認為在新創產業的發展過程中，教育部扮演人才培育角色，鼓勵學界創意發想、形成新創商品或服務開發想法，再透過科技部站在扶植前瞻技術研發的角色，鼓勵新創想法形成技術或商品雛型，提升我國前瞻科技研發水準與專利佈局，最後再經由經濟部補助業者或創育機構的方式，帶動產業與學研界合作將技術研發成果邁向商品化研發，甚至上市。

在此架構下，新創商品接受創育機構的輔導可能完成商品構築，但新創待在加速器的時間往往僅有 3 個月、至多 1 年，若新創無法對接到市場，或商品推出後，缺乏足夠資源與管道進行營銷，便難以繼續營運下去。因此，研究團隊認為，交通部之《促

進《電信事業產業創新及研究發展輔導獎勵辦法》便得以接續此跨部會分工的模式，做為鼓勵服務擴散的角色，鼓勵已商品化之電信新創服務整合擴散、建立創新商業營運模式，甚至得以成立自有品牌或輸出海外。

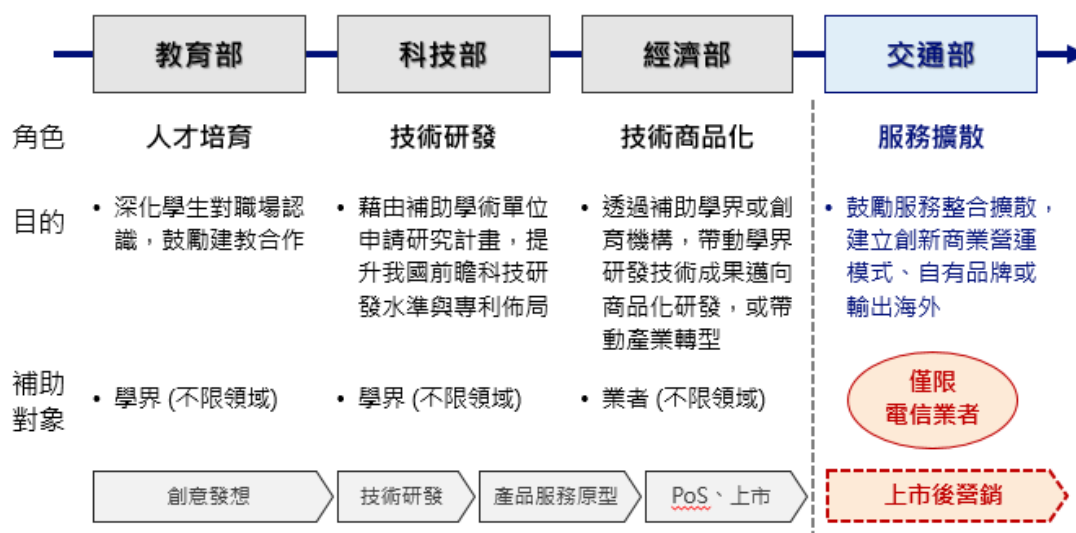


圖 93 我國中央部會產學合作推動角色與目的

資料來源：本計畫製作

有鑑於此，為協助交通部擬定電信事業 5G 產業創新及研究發展推動計畫，研究團隊於 2020 年 4 月至 5 月間，陸續拜會我國五大電信業者董事長或總經理，掌握電信業經營高層對於公司未來 5G 發展願景，以及對於交通部於電信產業輔導角色之見解；並再於 2020 年 9 月 25 日舉辦「電信產學合作輔導獎勵推動機制研擬」座談會，邀集科技部產學司、經濟部中小企業處、各電信業者，以及學研單位，針對產學合作經驗、未來期望與電信業者合作機制，以及交通部輔導獎勵辦法推行方向進行探討，與會單位建議如下表整理。

各部會產學合作經驗	
科技部產學司	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 主要補助學研單位，協助學校多跟業者合作，讓研究更貼近實務面</li> <li>● 目前尚未針對 5G 推出專案計畫</li> </ul>
經濟部中小企業處	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自2018年開始，在中小企業創育機構發展計畫中納入了5G加速器的專案類別，但<b>成效並不顯著</b></li> <li>● 補助案是給加速器一年一案最多1,000萬元，但新創在加速器裡面最多半年到一年就必須離開了，若還沒辦法對接市場，則無法繼續維護下去，若交通部有獎勵金機制將有幫助</li> </ul>

學研單位/育成中心 電信產學合作需求	
台大	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建議<b>電信業者與學界可合作建立5G數據平台，作為創新應用服務之基礎</b>：企業需要學界提出新構想，但學界缺乏數據資料驗證構想，往往只能做書面研究而沒有實際佐證</li> <li>● 學研界可協助電信業者國際化：<b>可透過交通部的獎勵機制鼓勵學界帶領電信業者與國際學校合作</b></li> </ul>
成大、中原	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 期待電信業者能在校園內建 5G open lab</li> </ul>
文大、明志科技大學	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>已在經濟部中小企業處的計畫下，與電信業者合作</b></li> </ul>

圖 94 各單位產學合作經驗與未來需求分享

資料來源：109 年 9 月 25 日「電信產學合作輔導獎勵推動機制研擬座談會」紀錄，本計畫製作

交通部之《促進電信事業產業創新及研究發展輔導獎勵辦法》措施包含輔導與獎勵，輔導包含針對創新研發項目發給補助款，獎勵則包含針對成功創新研發之商品或服務給予獎勵金。彙整與各單位討論成果，研究團隊認為，在創新科技研發與試驗的進程中，此辦法的政策工具將有兩大推動面項可執行：



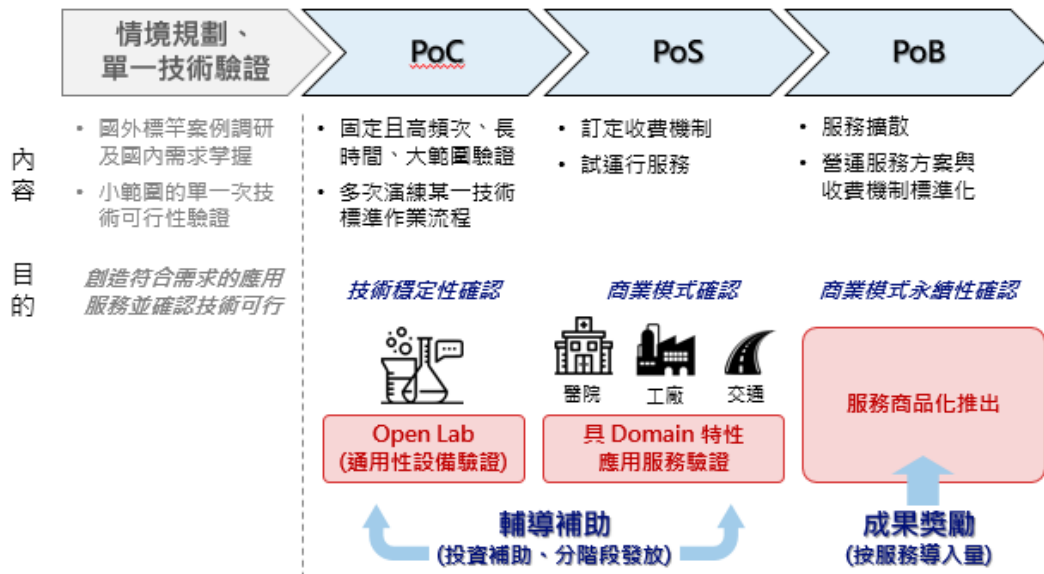


圖 95 交通部於創新科技進程之輔導獎勵政策工具

資料來源：本計畫製作

### (1) 輔導補助電信業者設置 5G open lab：

5G open lab 為由電信業者在場域中設置基本的 5G 通訊環境設備，包含實驗通訊基地台裝置、CPE、應用伺服器，提供新創團隊自帶終端設備、應用內容，或系統等進行 5G 應用技術可行性的驗證。前述為通用型的 5G open lab，但 open lab 也可以依照不同的場域類型（醫院、工廠、交通、大樓等）設置，例如在醫院內建立 5G 專網，則醫療領域的新創團隊可在醫院內提供醫護人員或病人實際的 5G 應用服務產品雛型，實際進行 PoS 服務可行性驗證。

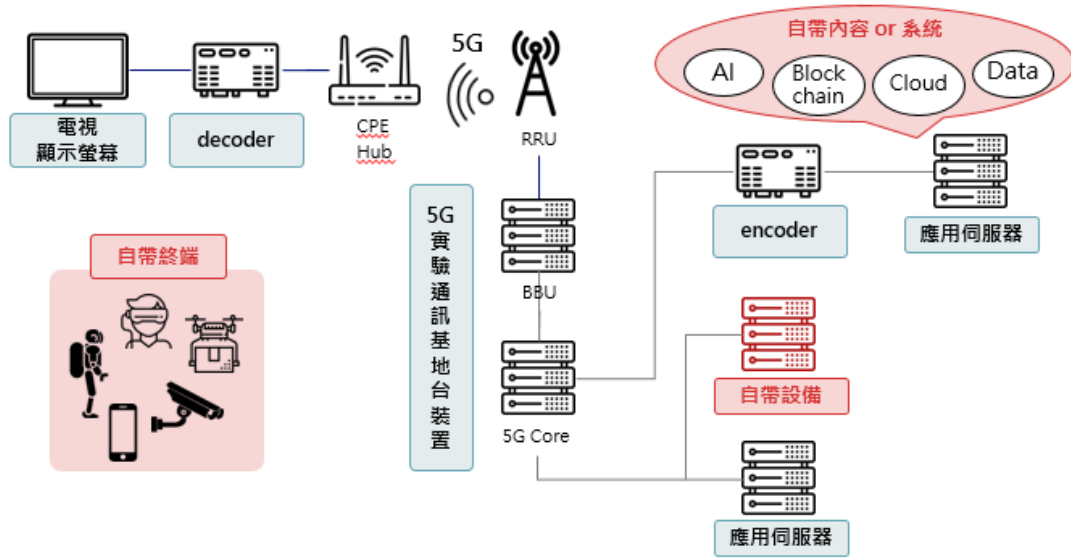


圖 96 通用型 5G open lab 示意圖

資料來源：本計畫製作

此輔導補助之作業模式將類似經濟部科專計畫，業者於 open lab 規劃設置前向交通部提出計畫申請，交通部主辦籌組專家委員會、辦理計畫審查、督導考核、成果驗收以及會計財務作業等，補助方式則可以分階段發放的模式進行。

考量到交通部內部資源足夠與否之問題，研究團隊進一步向其他有產業輔導經驗之相關部會意見徵詢，例如經濟部、內政部等。一般而言，機關補助案作業類型可歸類為三種，補助總額大或計畫總數多者可委託法人成立計畫辦公室，由計畫專案辦公室全權主導計畫審查、督導考核，甚至是會計財務作業；若總額不定或計畫總數較少，則機關內可自行辦理，但可視需求業務委託外部人力協助行政庶務。由於交通部之輔導獎勵辦法對象鎖定電信事業，預估計畫總數不多，應可採機關內自行辦理的模式，並視需

求聘請外部委員進行督導考核作業。

機關補助案作業類型		A	B ✓	C ✓
計畫規模	補助總額	大	不一定	中~小
	計畫總數	多	中~少	少
	單一計畫補助金	差異大	不一定	不一定
執行方式	單位組成	委託法人 成立計畫辦公室	機關3-4人兼辦 + 業務委託外部1-2人專職	機關內自行辦理 (至少4-5人兼辦)
	計畫審查 (籌組專家委員會)	計畫辦公室負責	機關負責	機關負責
	督導考核	計畫辦公室負責現勘、 完工查核後，提報機關	機關或委外人力負責 (或請委員陪同現勘)	機關負責 (或請委員陪同現勘)
	會計財務作業	1. 成立計畫專戶，計 畫辦公室負責款項 2. 機關負責	機關負責	機關負責

圖 97 機關辦理補助案之作業類型

資料來源：本計畫製作

## (2) 獎勵電信創新商品或服務推出：

有別於科專計畫為創新研發前之計畫申請模式，成果獎勵是針對電信業者推出新創服務或商品後，給予成果獎勵金，根據與電信業者訪談結果，研究團隊建議可以設計有以下執行方式：

### ➤ 創新應用服務推出之成果獎勵：

我國電信業者目前針對企業用戶接積極推動 5G 企業專網的建置，並期望藉由整合 5G 應用服務一起銷售給企業客戶，因此，研究團隊認為得以 5G 企業專網之建置模式進行加權評比做為成果獎勵計算的方式，針對網路建置模式的難易度設定不同權重，透過專家委員會每年訂定不同的基礎分數與分數級距



發放獎勵金。

➤ 創新應用服務導入後給予成果獎勵：

如前所述，新創產品或服務推出初期時尚無法進行成本回收，因此，交通部可於業者導入服務後，每年度結算其服務營運成本，發放一定比例之獎勵金，獎勵金逐年遞減，至 3-4 年後業者可完全負擔。

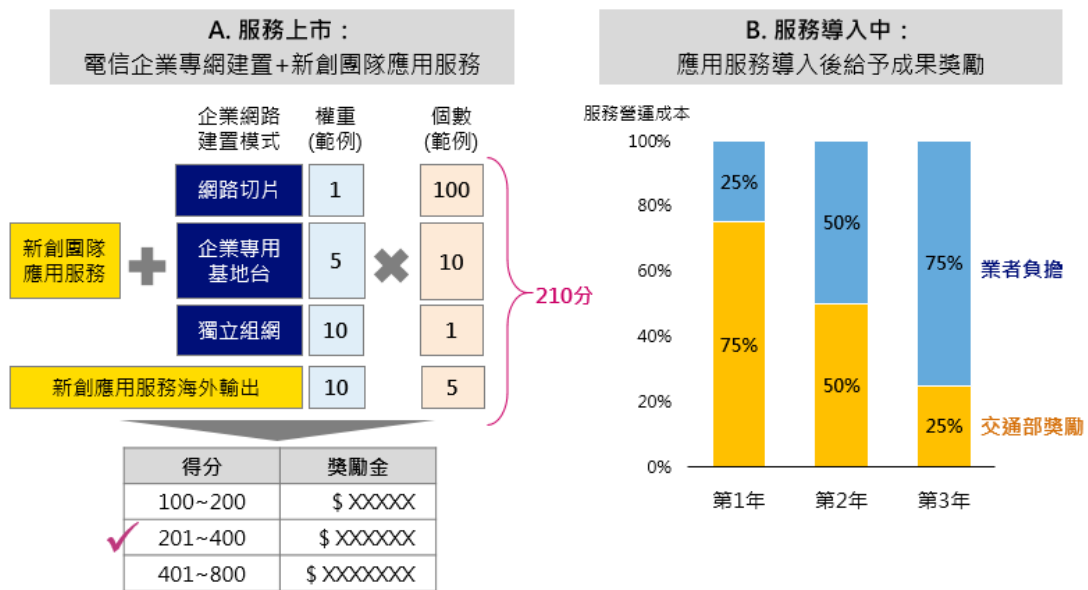


圖 98 電信創新成果獎勵方式建議  
資料來源：本計畫製作

## (二) 我國偏鄉地區 5G 電信共網設施規劃建議

如前面章節所彙整各領域之 5G 應用，各界對 5G 技術所帶來對未來場景想像雖然多元，但回歸至電信業者的商業佈建考量，則可發現我國未來在偏遠地區的 5G 建設將面臨許多困境有待突破：

### (1) 單一電信業者於偏遠地區之基地台建設不具備商業回收可行性：

目前我國 5G 頻譜拍賣之建設義務為：要求人口比例達百分之五十的覆蓋，台灣為高度人口稠密的國家，在政府不課以建設義務的情況下，可以預想 5G 基地台的佈建勢必只集中在大都市地區，偏鄉需求可能被忽略。反觀日本為確保 5G 建設能擴展全國，尤其希望藉由 5G 解決地方所面臨的人口外流、資源分布不均等課題，例如：透過遠距醫療縮減城鄉間醫療資源落差、透過遠距工作的應用吸引年輕人返鄉工作，達到地方創生、Society5.0 的政策效果，因此在此次頻譜指配上，改變過去以人口覆蓋作為建設義務的指標，而以地理範圍作為覆蓋目標。

此外，回顧過往 3/4G 時代偏鄉網路建設，若未課以建設義務，則多有賴通傳會、原民會、衛福部等單位財務補助電信業者建設基地台，若沒有政府財務補助，則電信業者基於財務回收考量，主動於偏鄉地區佈建覆蓋率足夠的基地台機率微乎其微。

### (2) 偏鄉地區相較都會地區更有 5G 技術之具體需求：

5G 低延遲、高傳輸、高容量的三大特性將有助於偏

鄉地區建構各領域的公共服務應用，包含：遠距教育、遠距醫療、民生公共物聯網等，過去各相關政府部會對於人口稀少、交通不便或經濟不利地區，皆透過各種法令規範來補助基礎建設或鼓勵應用發展，重複補助的結果往往造成資源浪費，或僅為單一亮點呈現而並未規劃其永續發展模式。此外，偏遠地區公共服務的不可近性及基礎網路建設不足也成為人口外移的重要因素之一，但 5G 將可帶來創造就業機會回流的機會。透過 5G 專網導入偏鄉，民眾可利用遠距工作的方式在地執行業務，並且讓偏遠地區的工作現場享有 5G 環境與高速固網，能及時與都會地區的企業總部或工作現場連結。

(3) 補助基地台建設的同時，高速寬頻固網常被政策忽略：

以往熟知的基地台建設補貼往往只針對基地台本身，而忽略基地台底下連結到電信機房的固網資源，過去由於各部會亦針對偏鄉地區的固網寬頻另有補助計畫，使得固網品質可達到 100Mbps-1Gbps，尚可應付 4G 傳輸需求。然而，參考日本總務省定義，5G 高度特定基地台是指使用理論值最快 10Gbps 回線之基地台，依此標準，則若我國偏遠地區未來之 5G 基地台建設補貼未同時考量固網品質升級，則 5G 基地台將無法發揮 5G 理論應可達之技術目標。

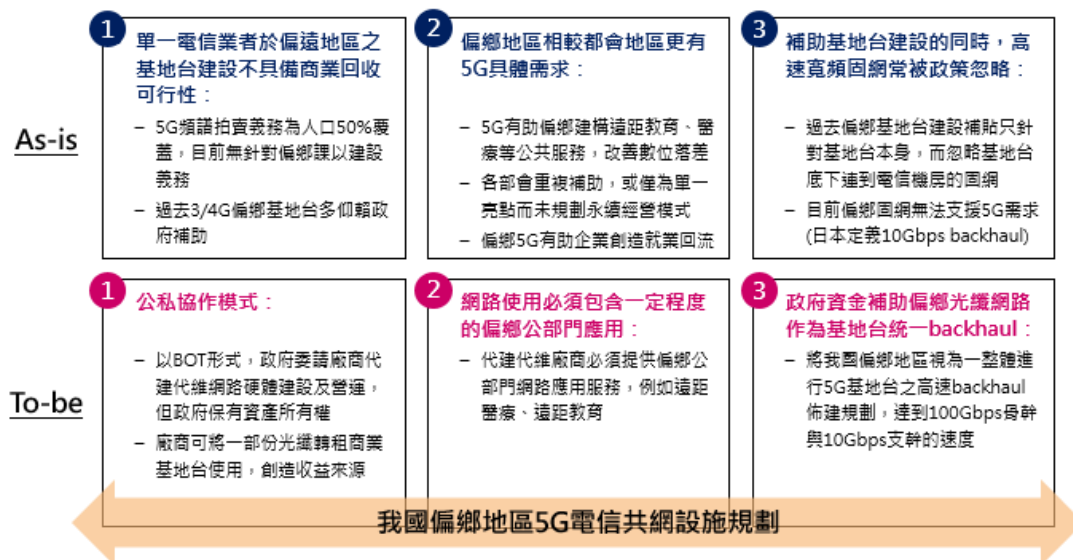


圖 99 我國偏遠地區 5G 建設發展課題及願景

資料來源：本計畫製作

總結以上背景因素，研究團隊認為為避免資源重複浪費，偏鄉高速寬頻基礎網路建設應視為一整體進行規畫，而非由各部會各自負擔。因此，參考各標竿國家偏鄉網路建設策略，研究團隊提出我國偏鄉偏鄉地區 5G 電信共網設施規劃建議，期望透過委請廠商代建代維的形式，結合中央財務補貼並引入民間資源，完整涵蓋偏鄉寬頻網路建設，並實踐偏鄉公部門之 5G 垂直應用需求，亦期望帶動民間於偏鄉之 5G 網路建設發展。規劃細節如下說明：

### ➤ 偏鄉地區地理範圍定義

如前所述，過去通傳會、國發會、衛福部、原民會，以及教育部等中央部會皆因應各部會需求，訂定各式法令定義不同的偏鄉地區劃分規則：衛福部《通訊診察治療辦法》共表列 167 個偏鄉地區；通傳會《電信普及服務管理辦法》以人口密度低於全國

平均值五分之一以及距離直轄市或縣政府所在地 7.5 公里以上之離島，採計 85 個偏遠鄉鎮市區；而國發會地方創生計畫則以人口下滑嚴重度、人口規模、經濟情況弱勢，以及是否為原住民鄉鎮等判定標準，採計 134 個偏遠鄉鎮市區。

整合各部會定義範圍，研究團隊以交集的 67 個鄉鎮區作為此政策建議之標的區域，統計該 67 鄉鎮區之土地總面積為 21,007 平方公里，佔國土總面積 58%；但依國發會 2020 年人口數預估為 59.88 萬人，僅佔全國總人口比例 2.6%。

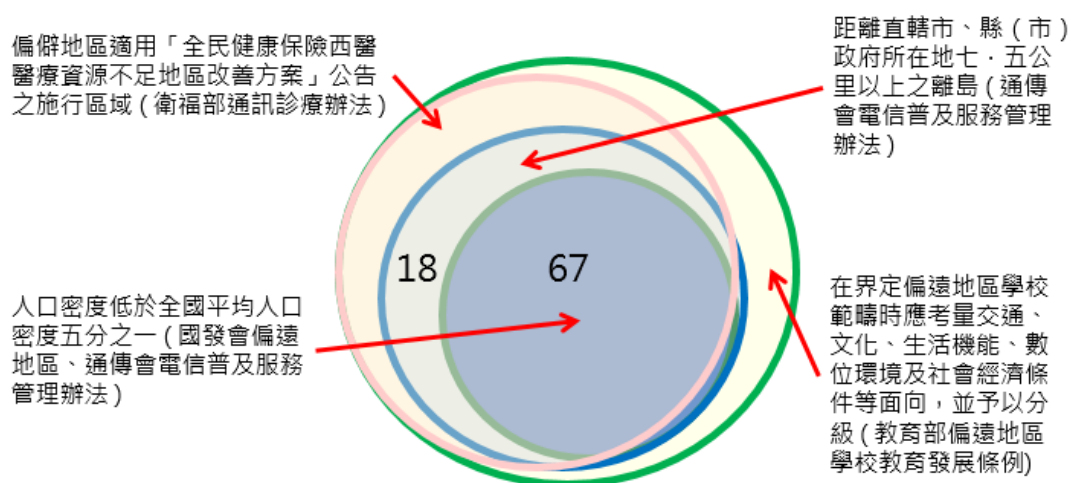


圖 100 我國各中央部會對偏遠地區定義分析

資料來源：通傳會、國發會、衛福部、教育部公開資料，本計畫製作

偏遠67鄉鎮區列表	
宜蘭縣	大同鄉、南澳鄉
新北市	石碇區、坪林區、平溪區、雙溪區、貢寮區、烏來區
桃園市	復興區
新竹縣	峨眉鄉、尖石鄉、五峰鄉
苗栗縣	南庄鄉、獅潭鄉、泰安鄉
臺中市	和平區
南投縣	鹿谷鄉、中寮鄉、國姓鄉、信義鄉、仁愛鄉
嘉義縣	番路鄉、大埔鄉、阿里山鄉
臺南市	楠西區、南化區、左鎮區、龍崎區
高雄市	旗津區、田寮區、六龜區、甲仙區、杉林區、茂林區、桃源區、那瑪夏區
屏東縣	滿州鄉、三地門鄉、霧臺鄉、瑪家鄉、泰武鄉、來義鄉、春日鄉、獅子鄉、牡丹鄉
臺東縣	成功鎮、卑南鄉、大武鄉、太麻里鄉、東河鄉、長濱鄉、鹿野鄉、池上鄉、延平鄉、海端鄉、達仁鄉、金峰鄉
花蓮縣	鳳林鎮、玉里鎮、壽豐鄉、光復鄉、豐濱鄉、瑞穗鄉、富里鄉、秀林鄉、萬榮鄉、卓溪鄉

圖 101 偏遠 67 鄉鎮區列表

資料來源：本計畫製作

### ➤ 寬頻建設規劃模式

參考日本總務省依據國土地理院劃定的標準，將日本國土以 10\*10 公里劃分成 4,500 個 mesh，因此，同樣以 10\*10 公里的方式劃分前述我國 67 個偏遠鄉鎮區，可得出 335 個網格，即為偏鄉 5G 高速基地台的定位點，規劃各鄉鎮區之電信次機房至 335 個基地台定位點之固網寬頻須達 100Gbps，而 5G 高速基地台至各垂直場域（如醫療院所或學校）之固網寬頻須達 10Gbps，才可實踐 5G 應用所需之固網頻寬。

此外，由於台電公司於部分鄉鎮為配合服務所已鋪設光纖，因此研究團隊認為可藉由台電、國網中心與有線電視業者之合作，透過政府資金補助，形成公私協作寬頻建設的模式。中心端由國網中心骨幹主節點出發，新建光纖至台電各縣市據點，而 67 偏鄉鎮公所已部分與台電據點有光纖連結，僅需再部分新建，而 67 偏

鄉則為高速網路主節點，再分散至密度更大的偏鄉有線電視機方  
 (高速網路次節點)，最終發散至衛生所或學校所在地。

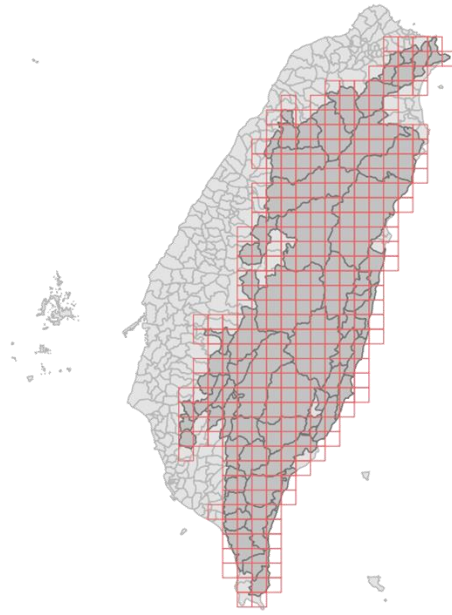


圖 102 偏遠 67 鄉鎮區以 10\*10 公里網格劃分為 335 個定位點  
 資料來源：本計畫製作

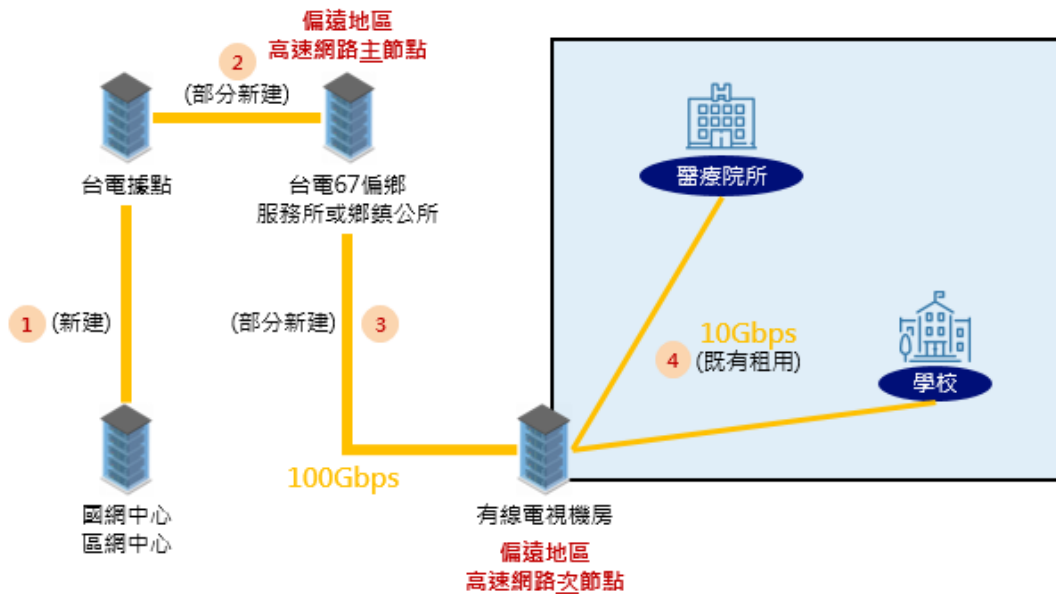
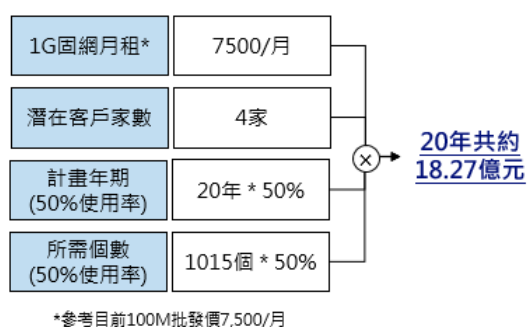


圖 103 偏遠 335 網格之寬頻佈建規劃  
 資料來源：本計畫製作

透過此建設規劃分別將 100Gbps 與 10Gbps 的光纖拉到 5G 高速基地台與 5G 應用基地台後，代建代維業者將至少可取得兩大收益來源：首先，基地台所在位置未來將可開放商用電信業者（如已取得 3.5GHz 的四家電信業者）申請使用架設電信商基地台基礎設施，並負擔光纖使用費給該代建代維之廠商，光纖批發價將以優於目前市場價格的方式計算。其次，有線電視業者將得以進入國網路由以取得 IX 服務，此二項收益來源除增加電信業者合作誘因，也可為該代建代維業者創造財源。

#### 收入項目

##### 1. 電信業者租用光纖網路以建置5G商用基地台



##### 2. 有線電視業者進入國網路由以取得IX服務

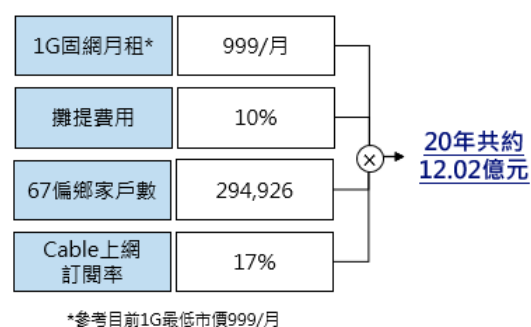


圖 104 偏遠地區建設高速網路基礎設施商業收入來源推估

資料來源：本計畫製作

#### ➤ 公部門垂直場域應用需求

如前所述，偏鄉地區相較都會地區更有 5G 技術之具體需求，但各部會往往各自補助各領域特色的應用服務，而基礎網路建設的部分則重複補助、造成資源浪費。因此，研究團隊建議偏鄉地區公部門必須的 5G 應用服務也應整合進此計畫，由代建代維 5G backhaul 的業者負擔應用服務，包含各垂直場域的 5G 應用基地



台以及終端應用設備。

以目前偏鄉地區最常被提及之應用需求：遠距醫療及遠距教學為例，盤點 67 個偏遠鄉鎮區有公立醫院 4 間、衛生所 68 間、衛生室 193 間，但整體醫事人員僅 3,164 位，僅佔全國總體醫事人員比例 1.02%。透過 5G 垂直場域設備可在偏鄉衛生所/衛生室與都會地區大醫院建構遠距醫療場景，針對慢性病或開刀過後需頻繁回診檢查的患者或長者，不需要舟車勞頓到都會地區回診，而可透過衛生所/衛生室的一般科醫師協助與都會地區醫院的專科醫師視訊會診，大幅改善偏鄉民眾就醫品質。

而針對教育領域，盤點 67 個偏遠鄉鎮區有國民小學 315 所、國民中學 70 所、高中職 10 所。利用 5G 垂直場域設備可在偏遠地區的國中小學與遠端工廠建構遠距科學教育的學習體驗應用，偏鄉學生可在校內使用遠端遙控設備，透過 5G 連網到遠端工廠的工具機，讓學生體驗遠端操作工具機械的作業模式與科學原理，改善偏鄉地區的數位教育落差。

#### ➤ 各單位權利義務

- 中央政府：補助代建代維業者強化 67 偏鄉基礎光纖建設，擁有光纖網路所有權。
- 代建代維公司：完備 67 偏鄉共 335 網格之 100Gbps 到 10Gbps 光纖網路建設，負擔 20 年維運。光纖網路須提供 50% 頻寬免費供偏鄉公部門用於垂直場域，剩餘 50% 頻寬可出租給電信業者或有線電視業者。
- 電信業者：為建設 5G 基地台，可以低於市價之批發價

租用光纖網路。

- 有線電視業者：可以低於市價之互連費用進入國網路由以取得 IX 服務。

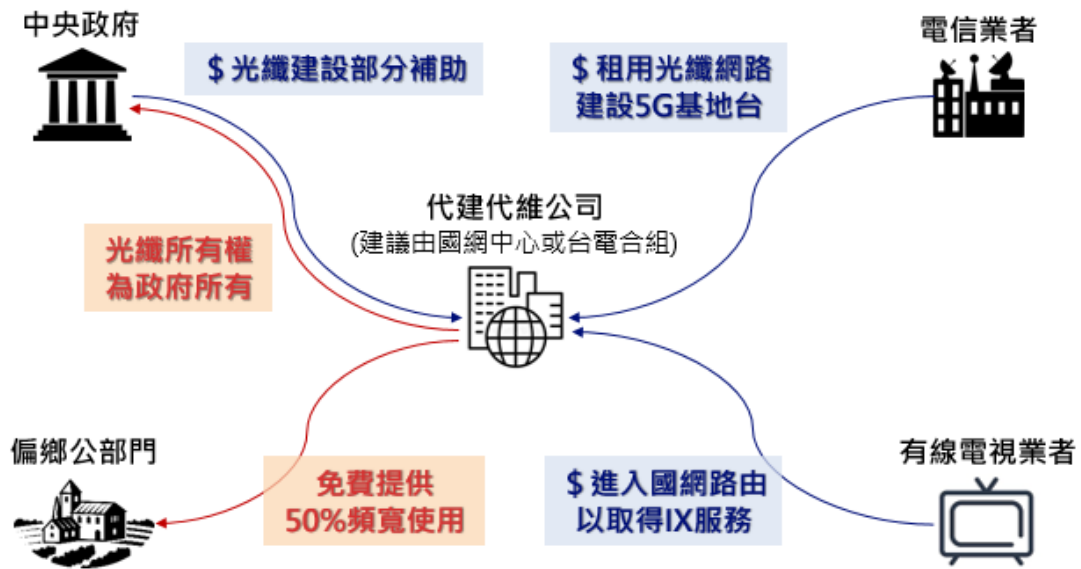


圖 105 偏鄉 5G 共網設施各單位權利義務

資料來源：本計畫製作

## 第六節、無人機物流發展

在前兩年的研究計畫中，研究團隊觀察國際上推動創新應用服務的發展，將其分為四個階段：

### (1)測試情境規劃與單一技術驗證：

透過國外標竿案例的調研以及國內需求掌握，規劃適合、符合需求之測試情境，目的在於情境的確認，再根據測試規劃，尋找國內相關業者進行單次的測試，並透過成果分享凝聚國內產官學研之共識，目的在於可行性的確認。

### (2)PoC：

展開固定路線高頻率之測試、或是在類似場域擴大測試範圍，測試過程針對我國政策與法規等提出建議與回饋，目的在於技術穩定性的確認。

### (3)PoS：

透過服務運營商承接計畫，擬定收費機制進行服務試運行，利用物流服務的數據累積，進行服務流程優化與調校，目的在於確認商業模式的成果效益。

### (4)PoB：

透過服務的擴散確認商業模式得以永續，並將營運服務的方案與收費機制標準化。

依據上述推動階段，研究團隊於前兩年的計畫中已盤點標竿國家無人機物流發展之商業模式、測試進程，以及物流相關法規推動進展。我國雖已於今（109）年3月於《民用航空法》中增訂《遙控無人機

專章》，但該法僅規範無人機器材、人員管理、操作限制、活動區域及相關罰則，並未如美國或中國針對無人機常規物流商業服務訂定相關認證規則以開放無人機物流服務試運行，因此，我國將有待透過產官界合作更多飛行試辦計畫，加速飛行數據與管理經驗的累積，以凝聚共識回饋於法規的制定。

										
主要業者發展	代表業者	UPS Flight Forward	Wing	京東	順豐	樂天	日本郵政	南韓郵政	GS Caltex	不明
	營運模式	代建代維	代建代維	需求者自建	需求者自建	代建代維	代建代維	需求者自建	代建代維	不明
	服務情境	醫療電商	醫療電商	偏鄉物流	偏鄉物流	都市電商	偏鄉物流	偏鄉物流	不拘	不明
	測試進程	PoS	PoS	PoS	PoS	PoS	PoS	PoS	PoS	Unit test / PoC
商業服務法規發展	認證制度		認證制度		操作批准		操作批准		操作批准	

圖 106 標竿國家及我國無人機物流服務發展進程

資料來源：本計畫製作

此外，我國無人機業者眾多，但目前尚未有無人機業者將物流服務視為發展主力，在營運模式及服務情境尚未明朗且法規也未完備的情況下，為掌握我國無人機物流之潛在需求，進而評估所需之軟硬體技術及搭配之服務流程設計，研究團隊也已於 107 年開始透過輔導潛在需求業者及無人機團隊與交通部合作進行情境測試規劃。

綜整前述驗證成果及國內需求，交通部已於 2019 年 12 月提出《交通科技產業政策白皮書》，其中針對無人機科技產業政策發佈短中長期 Roadmap，期望結合經濟部、科技部等中央部會與國內無人機產業能量籌組 U-Team，並參考美國模式推動無人機整合示範計畫 (Integrated Pilot Program, IPP)，在制定無人機物流服務的商用認證

制度前，透過試辦計畫，建立產官合作機制，加速飛行數據與管理經驗累積，以凝聚共識回饋於法規的制定。針對無人機物流運送應用，透過前期（2020年~2025年）IPP、中程（2025年~2030年）實證實驗及災區物流遞送試驗、長程（2030年以後）發展都市物流運送，除實踐空中物流的願景，更期望經由提供完善的測試場域，加以國內完整的產業鏈，吸引國際領導廠商來臺合作，或待技術及經驗成熟後，中長期能帶動技術經驗轉移、扶植相關硬體設備及軟體服務產業的發展。

發展項目		近程 (2020~2025)	中程 (2025~2030)	長程 (2030~)
應用	物流運送	整合示範計畫 (IPP)	測試驗證	都市物流
	防救災		災前基礎設施監測、災難空拍、災區物流	
	交通資料蒐集		測試驗證	交通資料蒐集服務
	基礎設施監測		測試驗證	基礎設施監測服務
	人員運輸		技術研發/ 測試驗證	空中計程車
支援	創意應用競賽	無人機應用競賽		
	國際行銷曝光	智慧城市展、ITS World Congress、CES		
	研發測試驗證基地	先期研究規劃	成立國家無人機研發測試驗證中心	形成產業聚落
	國際領導廠商合作	先期研究規劃	吸引國際領導廠商投資	
	籌組U Team	國內外產業盤點與整合 建立跨部會分工/合作機制	產學合作/關鍵技術研發	輸出軟硬體及應用服務
	法規及政策宣導	2020/3/31民航法無人機專章實施，後續配合應用服務導入， 參考國際UTM等管理，逐步檢討法規與社會民眾習慣		
	教育	先期研究規劃	大專航空、運輸科系導入無人機技術研發與管理課程， 培育專業人才與技術	

圖 107 交通部《交通科技產業政策白皮書》無人機發展 Roadmap

資料來源：交通部公開資料，本計畫製作

今年度研究團隊除持續更新國際發展近況外，則將研究主題著重於國際及我國無人機交通管理系統發展現況之差異研析，並持續透過輔導我國潛在無人機物流需求單位及無人機業者進行物流服務測試，以整合提出完備之我國無人機物流服務政策建議。

## 一、 國際無人機管理系統發展現況

在過去十年間，無人機產業的快速發展使得各國的監管單位收到越來越多在低空域飛行的申請與要求，為促使大規模部署無人機以及在機場、城市等關鍵環境中運行視距外(Beyond Visual Line of Sight, BVLOS)飛行的無人機，並避免無人機對有人航空器造成安全影響，各國近年紛紛開始啟動無人機管理系統（Unmanned Aircraft System Traffic Management, UTM）的研究與開發。

2019 年國際民用航空組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)提出之 UTM 指導文件中即指出，透過 UTM，各國的民航局與 Air navigation service providers (ANSPs) 得以經由 UTM 服務提供商向無人機服務提供商提供有關空域限制與飛行意圖的實時資訊，且無人機服務提供商在這些飛行限制內得以安全的管理其無人機操作，而不會受到民航局積極性的空中交通管制。此外，任何的 UTM 系統都將需要能夠與各國現行的空中交通管理系統(Air Traffic Management, ATM)具有互操作性，也不得降低 ATM 系統的性能，例如頻譜飽和或干擾，以避免對現有的空域生態造成損害。綜觀國際間無人機交通管理系統（UTM）進展，以美國及日本發展最快，目前也有相關的試點計畫正在進行中；而韓國、歐盟及中國民航管理單位也正在研擬 UTM 的運作機制當中，以下分別說明：

## (一) 美國

美國近年的無人機交通管理系統 (UTM) 從 2015 年開始由美國太空總署 NASA 進行 4 年四階段計畫針對技術面進行開發。同時，美國航空總署 FAA 也逐步針對低空無人機進行法規上的開放，以加速 UTM 落地執行的進程。2016 年，美國聯邦航空總署 FAA 制定小型無人機管理規則《Part 107》，針對起飛重 55 磅以下視距內的無人機操作，規範飛行速度、高度、操作者限制等，並要求飛手取得 Part 107 認證才能授權飛行。

2018 年 FAA 進一步提出與業者進行數據交換的協定：LAANC (Low Altitude Authorization and Notification Capability)。該協定主要功能為 FAA 授權無人機服務提供商 (UAS Service Provider, USS) 代為認證飛行許可，USS 主要作為平台角色，代理 FAA 進行 LAANC 的實時許可審核，並提供飛行資訊與管理功能。

飛手若具有 Part 107 認證，計劃在 LAANC 指定空域中 (Facilty Map) 飛行，並於 FAA 認證的 USS 提交飛行申請，USS 即可與 FAA 進行飛行環境和無人機飛行相關的資訊交換，並授權無人機操縱者即時的飛行許可。



圖 108 美國商用無人機服務管理相關法規  
資料來源：FAA、NASA 公開資料，本計畫製作

以擁有 LAANC 認證的 Verizon Skyward 服務為例，用戶可以在平台上使用 LAANC 提供的 Facility Map (地圖以網格呈現，並標示飛行高度限制)，操縱者只需選定地點，輸入飛行員、飛行器、航行時間等必要資料，即可透過 Skyward 獲得即時的飛行許可。任務當下也可以透過機隊管理功能監視或變更飛行計劃。任務結束後則提供機隊的統計報表等等協助管理機隊。



圖 109 Skyward USS 介紹  
資料來源：Skyward 公開資料，本計畫製作



目前仍在持續規劃的 UTM 架構如下圖，此架構著重於資訊的交換和傳遞，由無人機操縱者（如：無人機服務營運商、一般飛手）透過服務提供商的平台（USS）傳遞操作資訊（如：飛行計劃、註冊無人機），再由 USS 和 FAA 的資訊管理系統（FIMS）、輔助資訊服務提供商、其他服務提供商等進行資料交換，讓無人機的操縱者可以獲取各種協助飛行安全所需的資料。

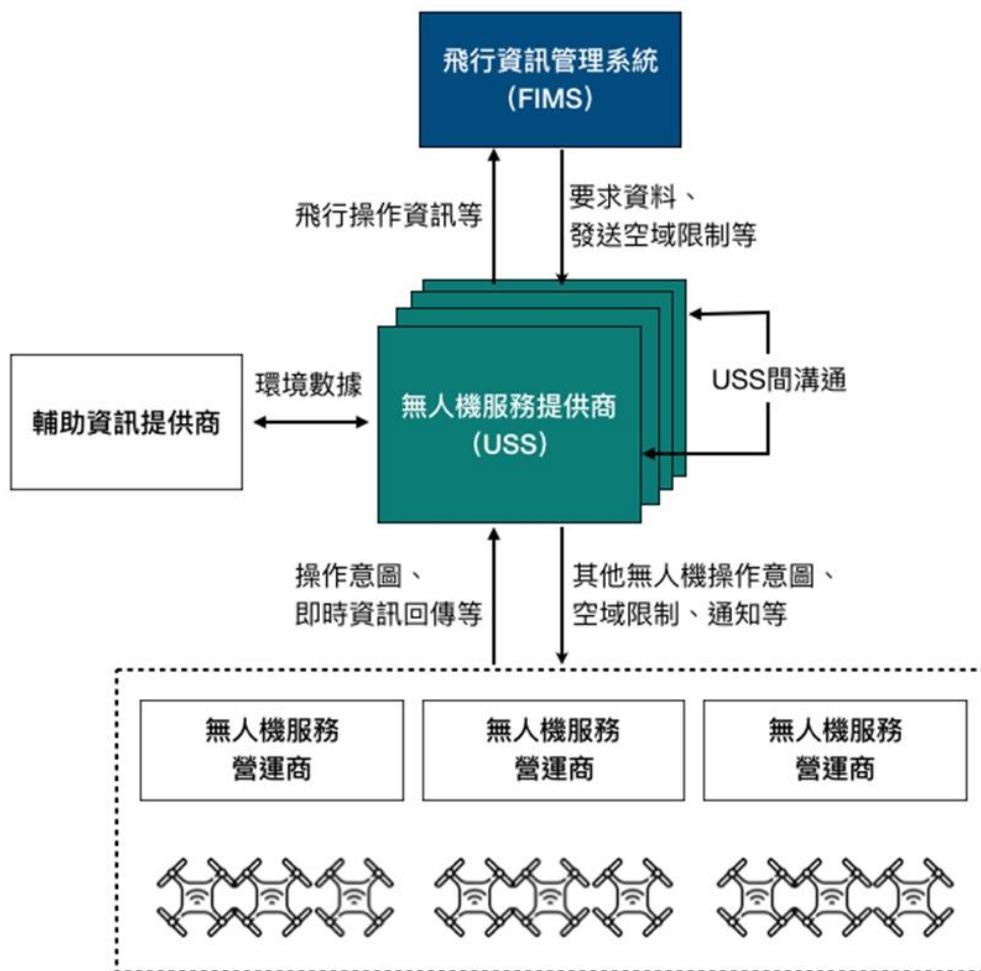


圖 110 NASA UTM 架構圖

資料來源：NASA 公開資料，本計畫製作

隨著 UTM 研究在技術上逐步成熟，FAA 於 2018 年 3 月開

始發起 UTM 試點計劃 (UTM Pilot Program, UPP)，藉以測試與演示 UTM 功能應用，並作為基礎支持未來開發新的 UTM 功能。目前已實行的 Phase 1 共分三組試點進行，主要針對不同應用場景下，資訊在操作者、USSs 和 FAA 之間透過本地 USS 網路(Local USS Network, LUN) 和 FIMS 傳遞的技術能力進行驗證。

2019 年 6 月維吉尼亞理工大學與 USS 以及營運商合作的 MAAP，即測試了三種不同場景下 UTM 系統資訊共享與傳遞的能力，包含：未監管空域之 VLOS 及 BVLOS 運行、未監管空域之流量管制 (UVR)，以及監管空域之 (UVR)。



圖 111 3MAAP 試點計畫介紹

資料來源：FAA 公開資料，本計畫製作

MAAP 第一個試驗場景之試點實際內容為當地農民和保險公司在空域中進行 VLOS 操作，另有一物流業者正進行 BVLOS 的送貨流程。農民與保險公司均透過 USS 將飛行計劃共享至 USS 網路 LUN 中，雖有重疊但農民認為視距內仍可控，USS 將此操

作意圖發佈到 LUN 中，物流業者了解兩名操作者計畫後，調整路線完成貨物遞送。

第二項試點情境則是由物流業者先進入空域，並透過 USS 將飛行計畫共享於 LUN，同時有房仲業者想在當地進行空拍，先利用 USS 檢查附近的 UAS 營運商並共享資訊，另有一個業餘愛好者，不被 USS 通過而是僅透過 FAA 的網站來確認當地沒有 UVR。與此同時，突然有搜救直升機要進入空域，搜救人員透過 USS 發送 UVR，包含未使用 USS 的愛好者，所有人都進行相應調整避免干擾搜救。

第三個試點情境則是在 LAANC 網路內，本地農民透過 USS 申請進行農業調查，另有業餘愛好者想在附近透過 USS 獲得 LAANC 使用批准，再有當地新聞媒體準備對該地區進行新聞廣播。與此同時，當地醫院接到緊急電話要求緊急轉診，急診人員透過 USS 申請 UVR，其他三個正在進行飛行計畫者皆接收到通知，分別進行改道、停飛、確認空域不重疊以防止干擾。

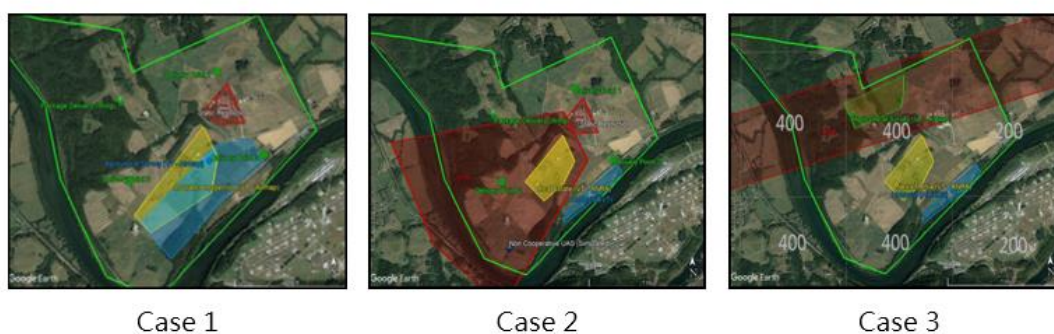


圖 112 MAAP 示意圖  
資料來源：FAA 公開資料，本計畫製作

## (二) 日本

日本經濟產業省於 2018 年提出「空の移動革命に向けたロードマップ」，結合各政府單位、無人機業者、產業聯盟等，預計於 2022 年前以 4 個階段完成無人機應用的研究和落地，計劃中包含環境整備、技術開發、應用開發等部分。聚焦 UTM 方面，日本以 BVLOS、高密度運航交通管理為目標，將 UTM 概念分為兩部分：

- (1) 飛行計畫管理 (Pre-flight CDR)：操作者在起飛前透過無人機服務提供商 (UASSP) 的平台提交飛行計劃，設置飛行的區域、時間、路徑等，並檢查是否與他人相互干擾。監管單位確認飛行計劃無干擾後核可，並將資訊傳送給空域內所有 UASSP。

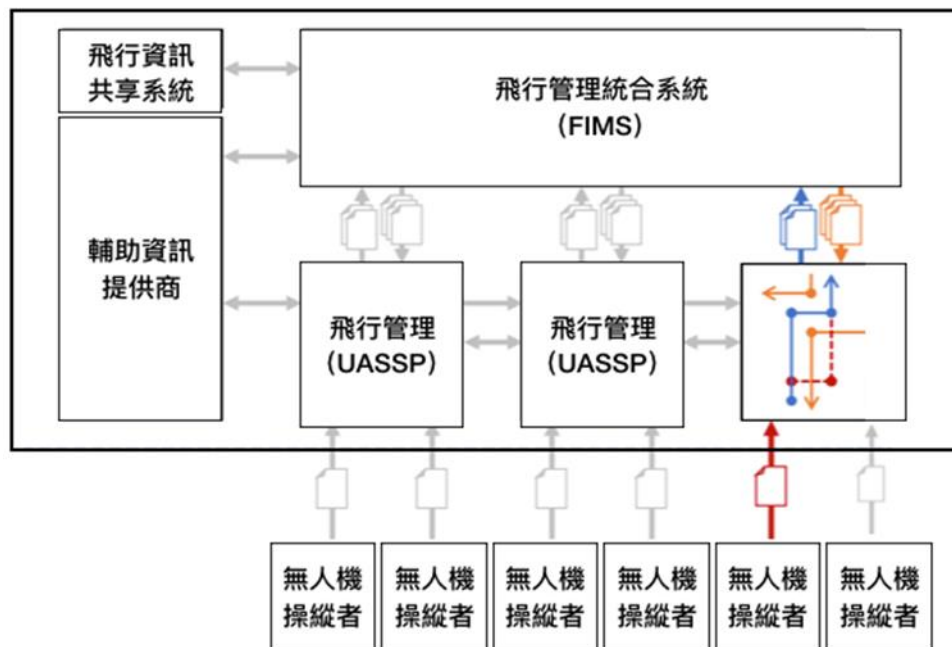


圖 113 飛行計畫管理概念架構

資料來源：NEDO 新能源與工業技術開發組織，本計畫製作

(2)動態管理 (In-flight CDR)：由 UASSP 監視無人機之間干擾，並在檢測到的時候進行解決，FIMS 也會針對可能干擾或碰撞的無人機傳遞必要資訊給 UASSP，UASSP 再根據資訊進行避撞。

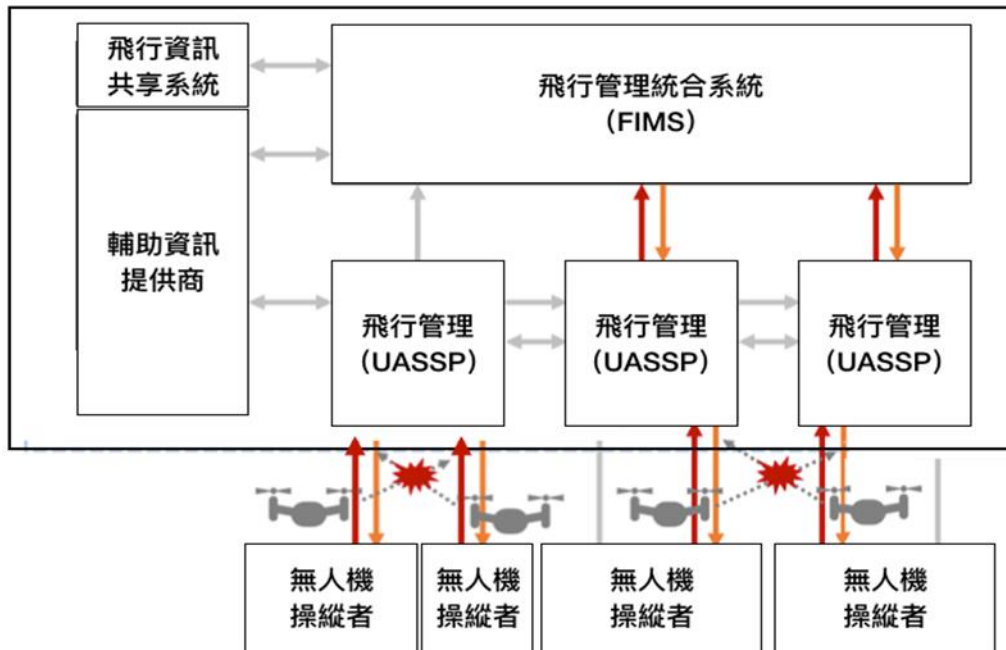


圖 114 動態管理概念架構

資料來源：NEDO 新能源與工業技術開發組織，本計畫製作

以 Terra Drone 的產品 UTM Solution 為例，即是作為 UASSP 的角色，提供用戶飛行前的規劃，包含：註冊所有重要的機隊管理數據，包括無人機的型號或識別 ID、運營商的聯繫資訊、飛行計劃和有效負載；飛行中的動態管理：不僅要與無人機保持精確的飛行位置，還要與其他重要參數保持同步，例如周圍的管制空域，有人駕駛飛機的位置，GIS 數據以及支持無人機安全飛行的天氣信息；以及飛行後的管理服務：一鍵進入飛行日誌和數據報表。提供管理和共享數據的功能，以進行如運動推斷結構 (SFM) 等後續流程。



## UTM解決方案

飛行前	註冊所有重要的機隊管理數據，包括無人機的型號或識別ID、運營商的聯繫資訊、飛行計劃和有效負載。
飛行中	不僅要與無人機保持精確的飛行位置，還要與其他重要參數保持同步，例如周圍的管制空域，有人駕駛飛機的位置，GIS數據以及支持無人機安全飛行的天氣信息。
飛行後	一鍵進入飛行日誌和數據報表。提供管理和共享數據的功能，以進行如運動推斷結構 (SfM) 等後續流程。

圖 115 Terra Drone UTM Solution 介紹

資料來源：Terra Drone 公開資料，本計畫製作

除了開發 UTM 功能與架構之外，日本無人機相關各單位於福島 RTF 實驗場域進行運航管理的實證實驗。在 2019 年 10 月更完成了每小時 100 航班/平方公里，29 名操縱者的測試。



圖 116 福島 RTF 試驗場域無人機交通感知圖

資料來源：NEDO 新能源與工業技術開發組織，本計畫製作

其中的重要測試技術之一是 FIMS 和 UASSP 透過 API 制定交換資訊的規則，共包含 9 種功能的 API，包含飛行計劃、位置回報、危急警報等資訊傳遞，如下圖所示。此外，也開放不在 NEDO 計劃中的營運商透過申請下載 API 規範並加入試驗，讓空域內高密度的無人機資訊互聯可靠度得到提升。

API 名稱	說明	資訊流方向	
		From	To
飛行計劃資訊	飛行計劃申請及查詢	UASSP	FIMS
	與其他UASSP共享飛行計劃資訊	FIMS	UASSP
飛行計劃申請結果通知	飛行計劃申請結果通知	FIMS	UASSP
飛行狀況資訊	將無人機飛行時傳遞的資訊，傳到FIMS	UASSP	FIMS
鄰近機體資訊	將FIMS檢測到的可能衝突通知相關UASSP	FIMS	UASSP
警報資訊	將FIMS檢測到的警報通知相關UASSP	FIMS	UASSP
	將UASSP檢測到的警報資訊通知FIMS	UASSP	FIMS
空域查詢資訊	請求指定空域的禁飛區資訊，或是欲飛行空域資訊	UASSP	FIMS
有人機動態資訊	空域中有人機的位置資訊	FIMS	UASSP
禁止飛行空域資訊	傳遞民航法規範的禁飛區資訊	FIMS	UASSP
飛行警告空域資訊	根據無人機的接近速度計算擁擠區域和飛行限制區域資訊	FIMS	UASSP

圖 117 福島 RTF 試點 API 種類

資料來源：NEC 公開資料，本計畫製作

各功能 API 下再各自細分所需資料的傳遞方式，如：飛行狀況情報 API 會著重識別機體 ID，但鄰近機體情報 API 就會著重在通知種類和重要度等能快速協助避撞的資訊（如下圖紅字為必須傳遞項目）。

飛行狀況資訊API	鄰近機體資訊API
飛行計劃 ID	通知種類
呼號	重要性
機體註冊編號	飛行計劃 ID
UASSP ID	呼號
服務營運商 ID	機體註冊編號
操縱者 ID	UASSP ID
緯度	服務營運商 ID
經度	操縱者 ID
高度	緯度
速度	經度
有效標誌	高度
垂直速度	速度
前進方向	GPS接收時間
飛行狀態	FINS接收時間
重要性	垂直速度
	前進方向
	有效標誌
	飛行狀態

圖 118 位置情報共有 API  
 資料來源：NEC 公開資料，本計畫製作



### (三) 韓國

韓國於 2017 年由航空宇宙研究所 (KARI) 和航空安全技術院 (KIAST) 領導開發國家 UTM 系統，結合產官學能力，預計四年完成開發。韓國 UTM 系統架構與日本類似，目前 UTM 系統架構仰賴雲端 UTM 進行無人機監視與資訊交換平台，系統將資訊傳送到無人機營運系統提供商 (UOSS)，再藉由地面控制站進行操縱。

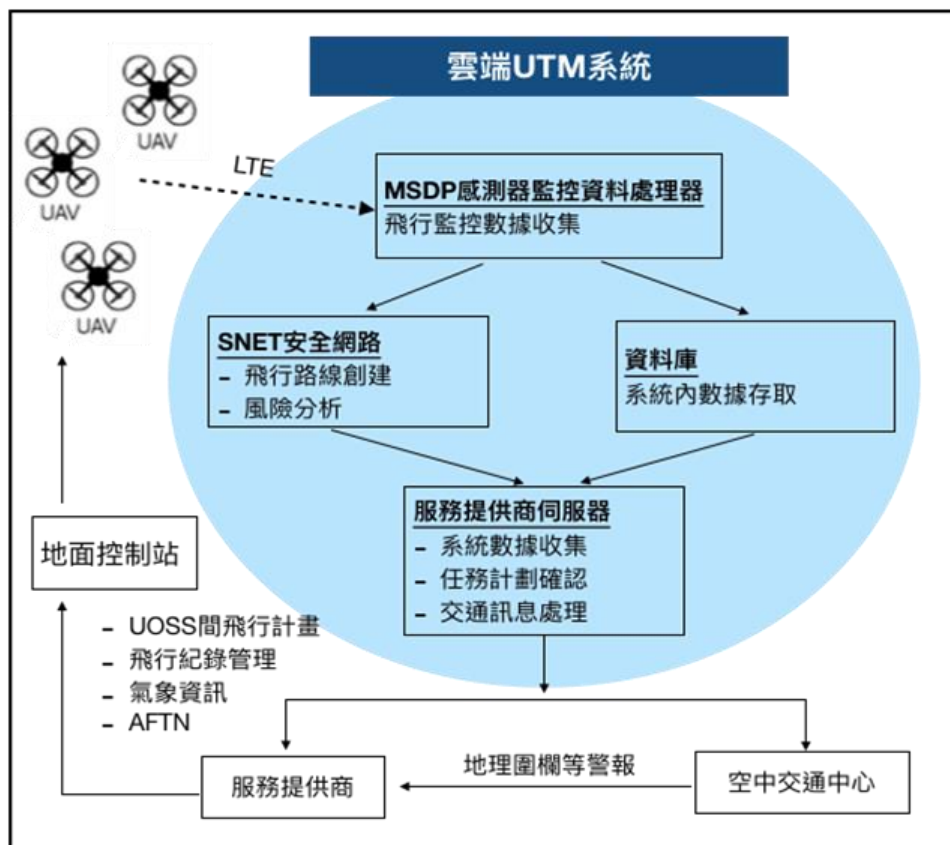


圖 119 韓國 UTM 架構示意圖

資料來源：KARI 公開資料，本計畫製作

#### (四) 歐盟

歐盟的 UTM 系統稱為 U-space，2016 由歐盟委員會提出，並委由單一歐洲天空研究聯合 SESAR 聯合產官學各界，在 2035 年之前打造能夠完全共融不同飛行器的空域管理系統。SESAR 目前以 4 階段的 U-space 發展作為藍圖，設定 U-space 的架構和設計準則，確保歐盟各國可以發展出確保安全性、可操作性、能與現有空中管理系統（ATC）互動之 U-space 系統。

為了驗證 U-space 概念，SESAR 於歐盟各國進行試點，確保在共同準則之下設計的不同架構能提供 U-space 應有功能。其中於 2018 年在芬蘭和愛沙尼亞進行的試點「GOF USPACE」，著重於資訊交換服務標準化，採用全系統資訊管理方式（SWIM）建構 FIMS 來處理 UTM 和 ATM 的融合，成功展示包含都會區機隊飛行、兩國國際物流服務、都會區管制空域中的機隊操作等應用。

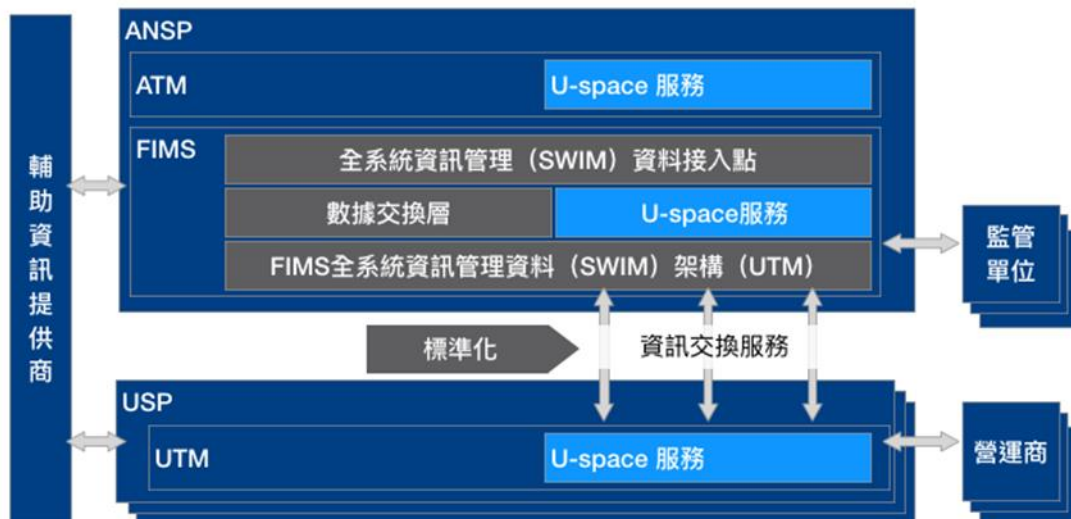


圖 120 GOF USPACE 架構圖

資料來源：SESAR 公開資料，本計畫製作

## (五) 中國

中國無人機管理主要由民航總局規劃，著重於業者的實名註冊、操作規定、資訊共享等。但目前中國並沒有一套統一的無人機系統規劃，主要是以無人機雲交換系統為核心，串連無人機業者自有的雲系統和監管單位系統。

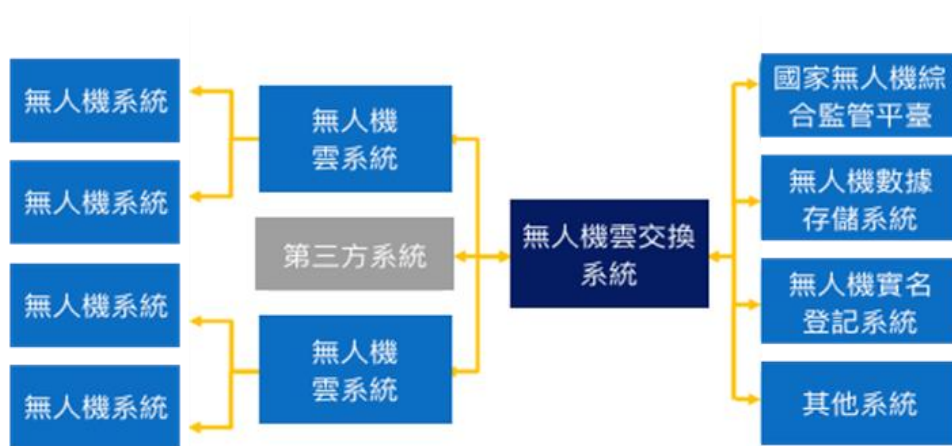


圖 121 無人機雲系統與周邊網路示意圖

資料來源：中國民用航空局公開資料，本計畫製作

## 二、 國際無人機物流發展現況

如前所述，我國無人機物流相關試點計畫目前位處 unit test 到 PoC 階段，但美國、日本等國家皆已進入到 PoS 的試營運階段，透過試運行收費機制，研擬成本及效益之合理性。除了持續追蹤在去（2019）年的研究報告中所整理之各國無人機物流試點計畫，研究團隊於今年的計畫中則鎖定近期發生之新的試驗計畫及其運行成本分析。

### ➤ 日本樂天猿島超市商品配送：

日本樂天自 2016 年正式進軍無人機電商領域，有策略地由封閉場域、實際場域、離島等各種情境測試，進行無人機電商物流的商業模式驗證。樂天於 2019 年 7-9 月與西友百貨合作，在神奈川橫須賀市透過無人機物流將西友產品送往離島的猿島，東京灣猿島為一沒有超市的觀光島嶼，透過無人機物流服務，提供超過 400 件商品供遊客以 APP 選購並派遣無人機送貨，每趟收取運費 500 日幣，以驗證商業可行性。

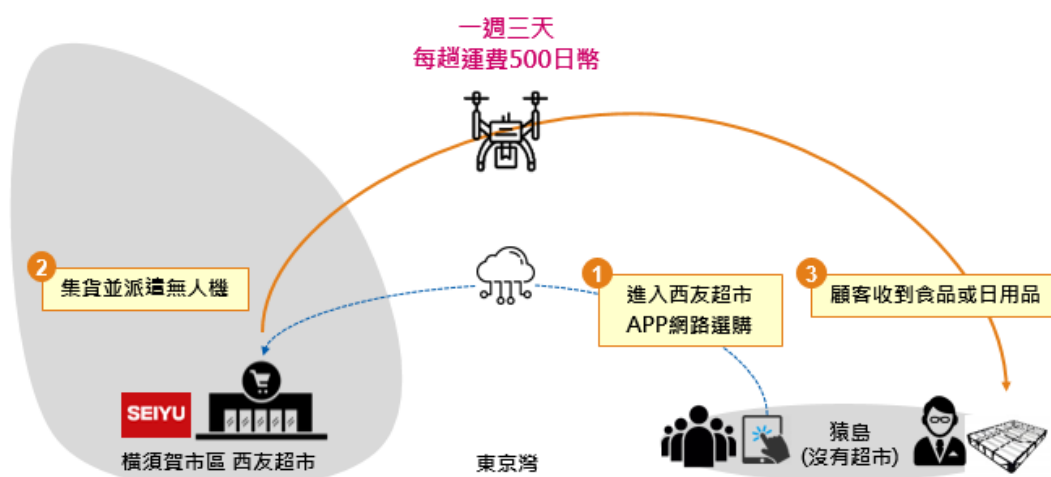


圖 122 日本樂天猿島無人機超市商品配送服務 (2019 年 7 月 ~ 10 月)

資料來源：樂天公開資料，本計畫製作

➤ Zipline 醫療用品運送服務：

Zipline 主要發展醫療用品運送服務，從 2016 年開始在非洲地區進行藥品、血液樣本等醫療物流，因鎖定高單價、體積小且重量輕的醫療物資，可將載重限制在 1.5 公斤內。

其服務流程由醫療人員傳送產品訂單給 Zipline 配送中心後，中心將貨品包裝、送上無人機，經過設定路線自動飛行，行程中中心可由螢幕監視飛行狀態，快要抵達前中心系統自動推播訊息提醒醫護人員取貨，最終以降落傘投送醫療物品。依據公開資料，Zipline 的物流中心同時有多架無人機在運作，每天總送貨趟數為 150 次，一趟來回約 40-50 分鐘。

Zipline 目前有兩種收費模式，一般情況為按次收費，依據距離、重量、急迫度不同，每趟約為 15-45 美元；另一種則為簽訂長期合約，如 2019 年與迦納政府合作 B2G 模

式，簽下 4 年 1250 萬美元的合約，依照迦納政府每日 150 次運送的要求，約為每趟 14 美元。

➤ Docomo Sky：

Docomo Sky 則是 USS 商業模式的範例，於 2019 年 3 月正式推出服務，提供以下四大功能：

- (1) 雲端連結：提供無人機網路，支援雲端遠程控制和實時數據通信
- (2) 運行管理：包含飛行計劃管理、UTM 資訊、無人機數據、機隊管理等
- (3) 業務支援：保存管理獲得的數據（如圖像），輸出儀表板與報表
- (4) 分析服務：提供高級數據分析服務

收費模式主要為月租制，依據功能不同收取每月 10 萬到 100 萬日元的月租費用。另可花費 60 萬日元購買初期導入的支援服務，提供租借無人機、相機、通訊模組的服務，以及飛手培訓等。

➤ 日本航空(JAL)

日本航空與 Yamaha 汽車公司及長崎縣合作，於 2020 年 2 月進行兩天在縣內偏遠島嶼機場進行無人直升機的貨運實驗，並成功於一日內將新鮮魚貨從離島運送至東京市

區。

若能將運輸時間縮短，將能確保魚貨的新鮮程度，然而，若全程使用無人機運送，可能不符合成本效益，因此此次試驗中，僅將一部分的路程改為無人機運輸，期望能提供顧客新鮮海產外，也能夠負擔相應的成本。

實驗中，使用由 Yamaha 製造的無人直升機，在距離東京 1000 公里處之離島，將約為 20 公斤的魚貨裝進一保溫箱中，並將其固定在一無人直升機的下方進行視距外飛行。過程中由 Yamaha 操作員於靜岡縣的辦事處透過衛星通信，根據無人機回傳的數據及圖像進行遠端操作。此架無人機飛行路程約為 35 公里，飛向位於九州本島內的長崎機場，以人力的方式將保溫箱取下，而後以日本航空的商業航班飛往東京羽田機場，最後再透過陸運方式，送往一家餐館。透過無人機運送，將原先 3 小時貨車的運輸時間縮短為 40 分鐘，最後在一天內將其送達。



圖 123 日本航空偏遠地區集貨物流測試

資料來源：日本航空，本計畫製作

## ➤ 順豐速運

順豐速運於2017年獲得中國政府無人機物流配送的許可，自此提出「三段式空運網」的構想：「主航線的大型有人運輸機、支線的大型無人機及末端小型無人機配送」。在超級樞紐以及區域樞紐間，因地點便捷且運量龐大，主要以大型有人機運送；而區域樞紐至城市樞紐則受限於地理環境、人口密度等因素，同時卻有大量貨物需要運送，因此以大型無人機作為運輸工具，節省原本需要透過貨車運輸的時間；城市樞紐至營業據點，則是以小型無人機往偏鄉擴散，最後藉由順豐原有之快遞員協助最後一哩路的配送，期望藉此達到36小時內將商品送達中國全境之目標。

順豐速運與航天時代電子合作研發「兩江號」，為一架重量達5.25噸之大型無人機，最大承載重量為1.5噸。順豐表示，希望能將大型無人機的應用提升偏鄉地區的物流運輸效率。

其於2020年6月進行飛行試驗，主要目的為即時運送寧夏地區高價值且保值期較短的商品，如肉類、新鮮枸杞與紅棗等至內蒙古，總飛行時間約為一小時。目前順豐速運也獲得中國政府9條航線的測試許可，將進行更多服務性驗證。

此次試驗為對於支線的大型無人機運送的測試，並作為支線航空的佈局。



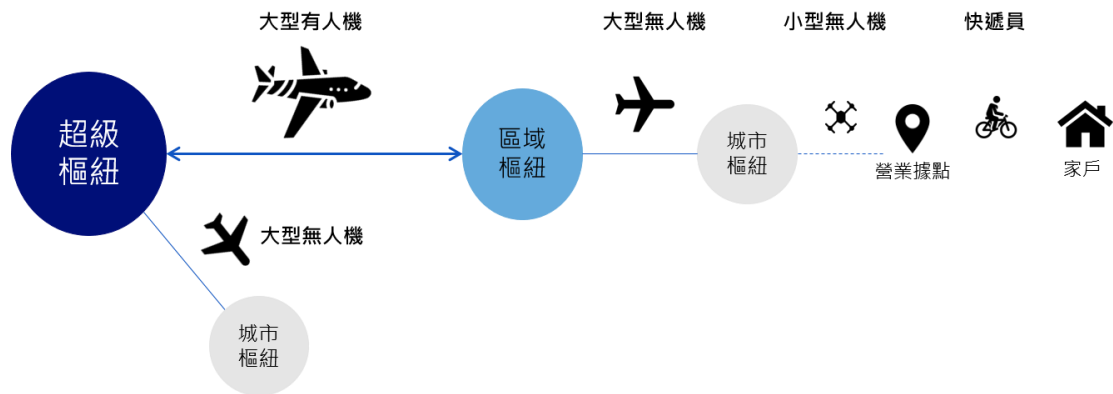


圖 124 順豐速運物流樞紐間之運輸模式  
 資料來源：順豐速運公開資料，本計畫製作

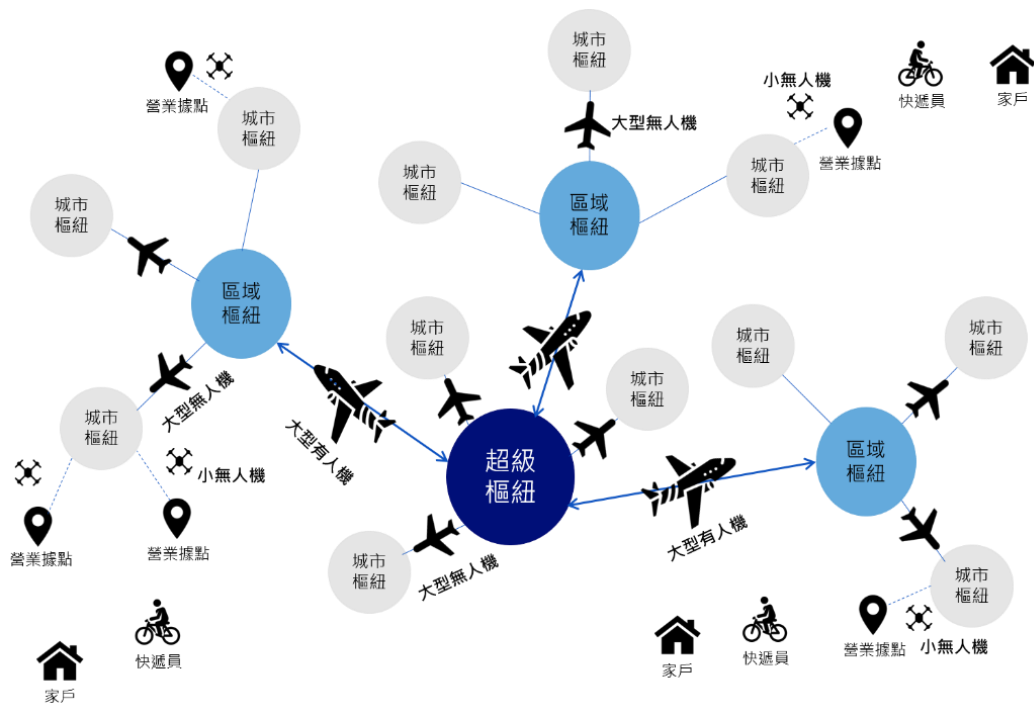


圖 125 順豐速運「三段式空運網覆蓋全國物流網絡」概念圖  
 資料來源：順豐速運，本計畫製作

➤ GS Caltex

GS Caltex 為韓國一連鎖加油站，其與韓國電子與電信研究院(ETRI)以及旗下零售商店 GS25 合作，期望未來能夠

以加油站作為一物流樞紐中心，透過無人機提供偏遠地區所需物資，且由於加油站便於大型貨車出入及具有足夠的儲存空間，同時也遍佈全國，因此適合作為一物流基地。而因應未來石油需求量可能下降的問題，也能作為其改變商業模式之試驗。

此次試驗中，將一架無人機放置濟州島一 GS Caltex 加油站，而消費者透過 GS25 便利商店的應用程式下單一午餐餐盒，隨後便由此無人機運送至距離 800 公尺的小學，耗時不到 5 分鐘。韓國貿易、工業與能源部預計在 2022 年投資 1510 美元，進行相關的商業驗證。

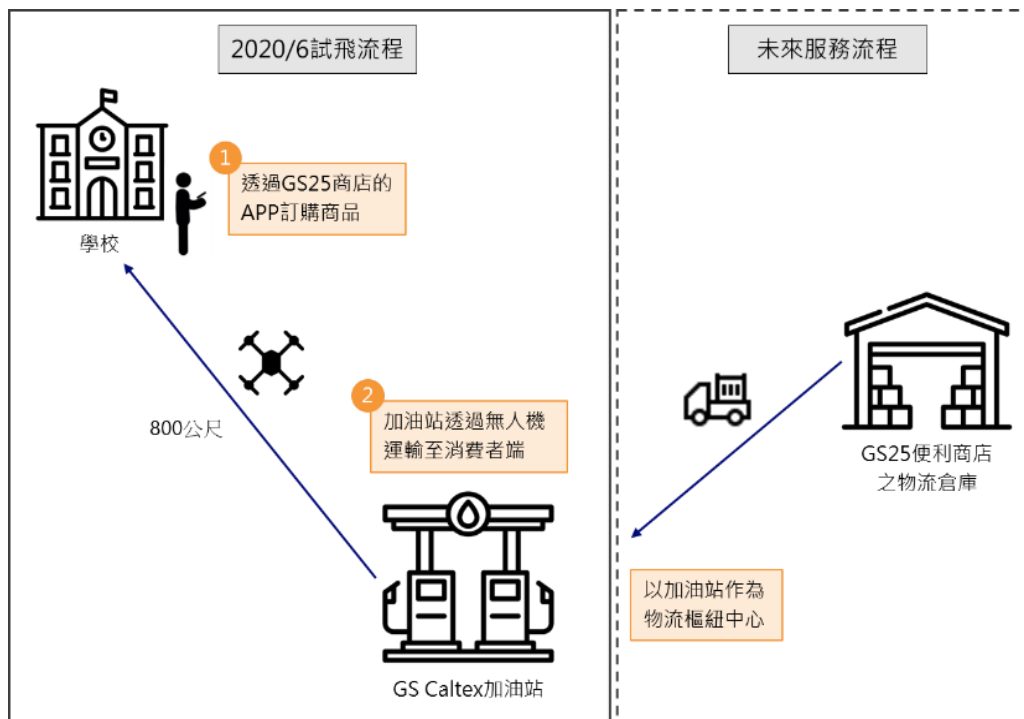


圖 126 GS Caltex 物流無人機飛行試驗

資料來源：GS Caltex，本計畫製作

各業者所測試之運輸方式可依大型物流樞紐、中型物流樞紐以及小型物流樞紐進行分類。大型物流樞紐為位於交通便利、貨

物大量集中的都市地區，等待將貨物配送至其他地區；中型物流樞紐則位於一般貨車可到達，但距離市中心有一定距離之鄉村地區；小型物流樞紐為一般貨車難以到達、人口較少之偏遠地區。

上述個案中，樂天及 Zipline 目前均在進行由小型物流樞紐透過小型無人機將貨物運輸至偏遠地區之測試；而 GS Caltex 則是期望未來能夠將加油站當作集團內零售業的中型物流樞紐，並以小型無人機，提供附近需求者商品的服務；順豐速運則是以大型有人飛機作為貨物第一段的運輸，再以大型無人機進行地段較不便區域的運送，以節省送貨時間、保持貨物的新鮮度，最後再透過小型無人機及快遞員進行最後一哩路的配送；日本航空則是以小型無人機作為貨物的集貨功能，再透過貨車作部份的集中，最後以日本航空的商業班機將聚集完成的商品送至都市地區。

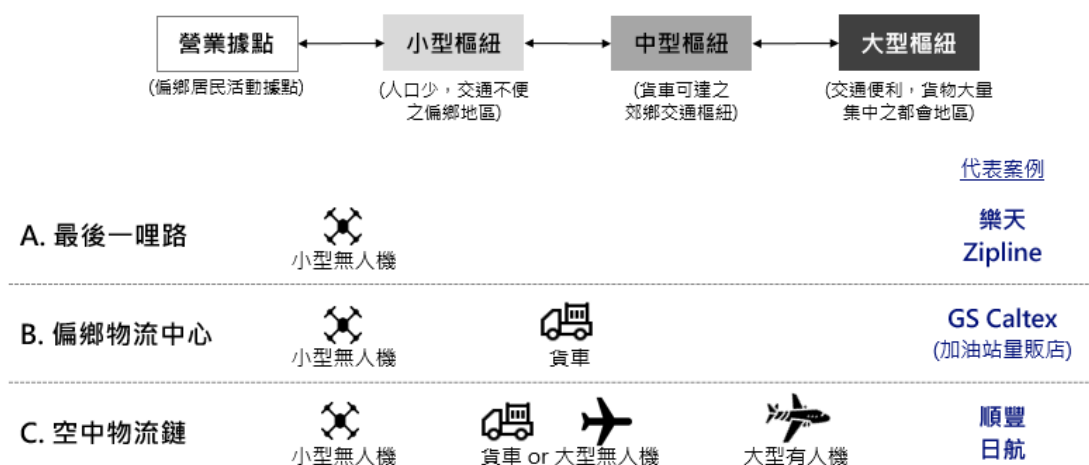


圖 127 各業者物流樞紐間運輸方式比較  
資料來源：各業者公開資料，本計畫製作

綜合上述各國無人機目前的發展與營運模式，大多著重於偏鄉最後一哩路的物流測試與規劃，而在最後一哩路前，大部分業者考慮目前法規、技術及成本，依然以傳統貨車運送，而不管是

物流業者、無人機業者或是其他參與測試的業者及政府單位，均希望透過現階段的測試將無人機物流業務的範圍擴大。以順豐速運而言，期望透過旗下各種物流業務覆蓋全國的運輸網絡，並有效縮短運送時間，因此推出「三段式航空物流」的策略，以解決過去偏鄉運送困難的問題；而根據日本航空公開之資訊，其希望透過對無人機物流的測試以擴展新的業務範疇，並與不同產業之企業共同籌組財團，探索無人機不同領域的應用；韓國企業 GS Caltex，則是考慮加油站本身的特性，以及集團內部的資源，結合無人機物流的需求，期望將加油站作為一物流樞紐，藉以降低未來環保能源對加油站造成威脅的風險。

### 三、 我國無人機常規物流服務測試規劃輔導

伴隨城鄉差異拉大、偏鄉勞動人口下降並老化的現象，台灣無人機物流服務的需求日漸明朗。根據國家發展委員會人口統計及推估，2019 年全國人口密度為每平方公里 653 人，但偏遠 67 鄉鎮市區僅 28.4 人，預期 2050 年將下滑至 21.9 人。此些偏遠地區總面積占全國 58%，在勞動人口下降及高齡化的狀況下，城鄉資源落差將日益嚴重，影響偏鄉居民民生需求，無人機物流服務導入，將有效提升生活品質、縮小城鄉差距。

然而，比我國更早面對偏鄉老化及缺工課題的日本在無人機物流發展規畫上，已十分積極地將無人機物流設定為 Society 5.0 之重要目標，透過國家戰略特區之規畫推動相關實證實驗，郵政公司或是樂天等民間物流業者亦已完成多次不同規模的試運行服務，期望解決偏遠地區購物難民的問題，最終拓展至都市地區。

本專案這三年針對無人機物流發展之研析，期望對於我國無人機物流發展策略提出更具體的建議，研究團隊於 107 年開始透過輔導潛在需求業者及無人機團隊進行情境測試規劃，觀察我國於無人機物流服務在政策面、技術面及法規面的缺口，並綜整輔導經驗形成政策建議予中華郵政、其他需求部會，或地方政府。

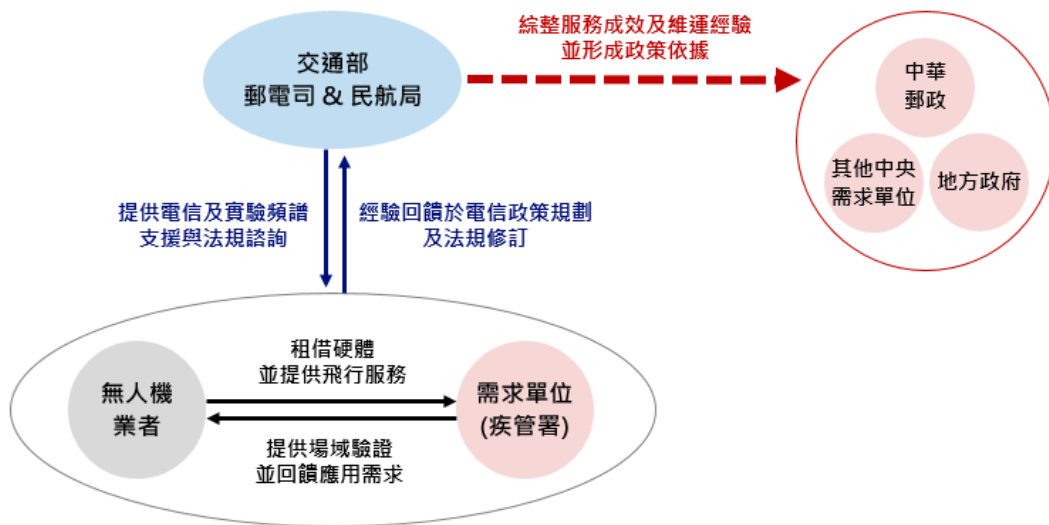


圖 128 我國無人機物流場域輔導測試各單位角色

資料來源：本計畫製作

本專案已於 107 年透過情境規劃，進行無人機物流之技術可行性確認，108 年度則著重在飛行穩定性之 POC 確認，針對交通部郵電司已經完成 Unit test 之無人機物流服務情境，協助並輔導應用需求單位持續透過單一航線的連續性飛行，進行穩定性之驗證。在 108 年的計畫當中，研究團隊延續 107 年 unit test 的成果與經驗，協助無人機業者進行兩項無人機 POC 測試規劃，包含於左鎮地區運送芒果，以及延續「阿里山鄉衛生所—里佳衛生室」航線 Unit test 成功之經驗，拓展為 POC 測試。後者期望透過連續一段時間每日固定路線飛行，除了驗證飛行穩定度之外，同時完善相關配套措施與系統。研究團隊已協助疾管署與無人機業者完成服務模式的規劃，如下說明：

阿里山鄉轄下有九個村，鄉配置衛生所、村配置衛生室，除了去年執行「阿里山鄉衛生所—里佳衛生室」之技術可行性測試航線外，研究團隊觀察到阿里山鄉衛生所之地理位置恰好位於九

個村的中心，衛生所到九個村的車程時間不一，短則 30 分鐘，長則 1.5~2 小時，然其飛行直線距離皆在 20 公里以內，單程飛行時間約 5-20 分鐘，符合小型無人機之航程限制（一般一次電池的續航力可維持 1 個小時），非常適合以阿里山鄉衛生所為無人機調度中心，輻射航線至各村衛生室。



衛生室	距阿里山鄉衛生所距離	
	道路長度 (Km)	直線距離 (Km)
茶山衛生室	40.4	18.9
豐山衛生室	31.4	13.1
新美衛生室	31.5	14.3
里佳衛生室	27.4	7.0
來吉衛生室	23.7	8.0
香林衛生室	26.9	11.3
山美衛生室	20.9	9.6
十字衛生室	14.4	6.2
達邦衛生室	11.3	4.9

圖 129 阿里山鄉各村位置及衛生所至轄下衛生室直線飛行距離

資料來源：Google map，本計畫製作

因此，此次物流服務計畫將可作為未來偏鄉地區的醫療物資供應模式示範：以阿里山鄉衛生所為中心，集中儲備所有日常需求不高的醫療物資，周圍各村落一有需求，便由阿里山鄉衛生所派遣無人機，快速將物資送達。



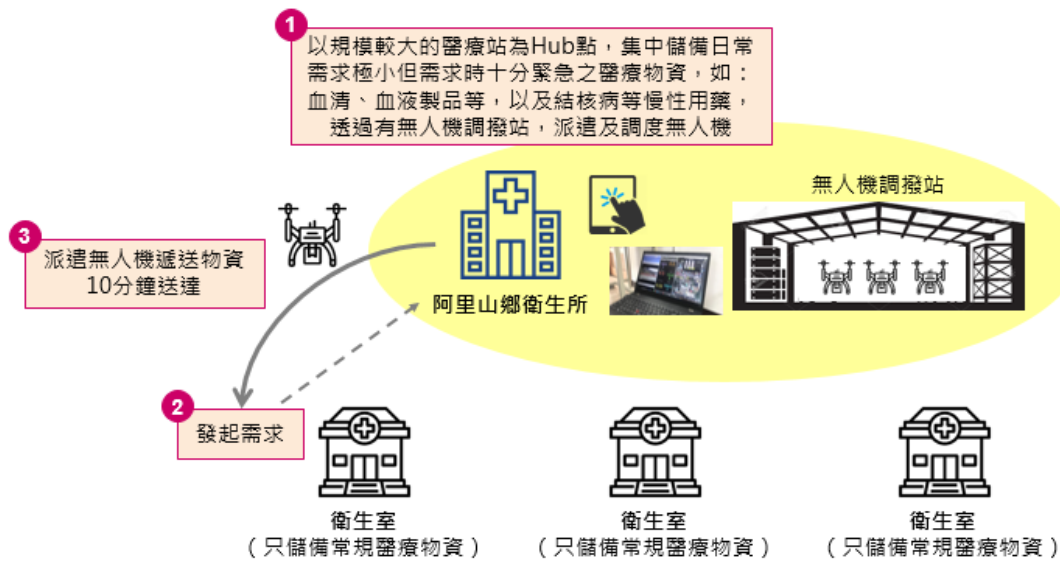
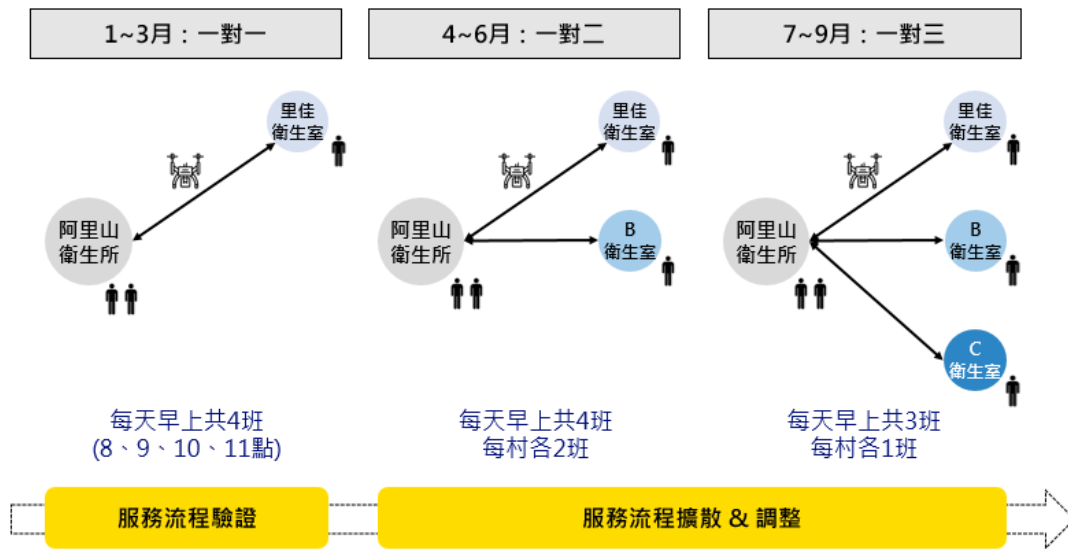


圖 130 偏鄉地區必要性且常規性的無人機物流服務模式

資料來源：本計畫製作

評估當地衛生單位之物流運送需求，皆為小型且重量輕的藥品、醫療器材或文件，考量到載重對續航力的影響，應將載重限制在 5 公斤以內，則一趟航程去回的時間可控制在 40 分鐘以內。經與無人機業者評估技術穩定性之測試需求，規劃單一航線至少需透過連續三個月、每工作日固定 3-4 班次的飛行，才得以確認其飛行技術穩定性。由於無人機業者評估一架小型無人機最多可覆蓋三條航線，第四條航線以上必須要開始由第二架無人機接應，因此，研究團隊設計初期由一架無人機開始分三階段推出試運行服務，第一階段為 1 對 1，即固定飛行「阿里山鄉衛生所—里佳衛生室」航線，每天早上安排固定四個航班，連續服務三個月；第二階段則為 1 對 2，即新增一個降落點，每天上午兩點各飛兩班，連續三個月；至第三階段則為 1 對 3，每天上午各點飛行固定一班次，同樣試運行三個月。第四階段開始則開始驗證機隊調度模式，即以兩架飛機同時對應四個降落點，最終以三架飛機對應九個降落點。





註：1. 一架飛機最多覆蓋三條航線，第四條航線以上需要加入第二架飛機  
2. 載重限制 5Kg，來回40分鐘

圖 131 偏鄉無人機物流試營運服務模式測試規劃  
資料來源：本計畫製作

#### 四、 小結

首先，彙整各國 UTM 的規劃，可以發現各國均針對資料交換能力與系統的試點投入許多心力。資料交換部分，主流仍是將無人機的資訊傳遞到和一般民航 ATM 共享的雲端網路平台（例如 FIMS），再透過無人機系統服務提供商（USS）的平台將資訊傳遞到營運商／操縱者去進行操作調整。有鑒於 USS 在 UTM 系統中的重要性，國際許多大企業紛紛投入開發專業無人機系統軟體，如 Google 旗下的 Wing、Verizon 旗下 Skyward、NTT 旗下的 docomo Sky 等等。除了作為資訊的轉接站，USS 通常也提供用戶機隊管理和數據分析等諮詢服務，進而協助營運商能夠優化無人機服務的效益。

此外，可以發現各國的 UTM 多是由國家單位帶領產業界、學界共同進行大規模國家空域的整體規劃。如美國 FAA 聯合 NASA 和各大無人機產業龍頭共同進行 UPP 的試點計劃，以及歐盟 SESAR 召集數十個無人機企業、產業聯盟、學術單位共同研發 U-space。這樣的聯盟可以令業者既可以提供能夠落地執行的設計概念，又能針對未來國家要求的資訊交換等規範進行提前的部署。且在試點計劃中，也因為有不同的業者加入，更能全方位的進行測試，如各種不同應用場景、系統接口傳遞資訊的能力等等。因此，綜整國際趨勢，可以發現對 USS 角色的重視和產官學聯盟共通開發與推動 UTM，可能是未來台灣繼續進行 UTM 規劃時可以借鏡的方式。

而前述目前我國在輔導無人機物流服務進展過程中所遇到遠端操作無人機時，當地是否必須常駐專業飛手之解讀意見不一的問題，綜觀國際無人機相關法規，目前並未有針對遠端全程操

控狀況下，取貨端是否需要專業飛手駐點的要求進行描述。但回顧國際間無人機物流試運行服務案例，則可發現包含 Wing、UPS flight forward、Zipline、中國順豐物流等都是在空中直接將貨品放下，無人機不需要落地，則可省去終端的人力需求。未來無人機物流的發展勢必走向多機隊、多航點的同時管理模式，若人力需求必須隨著航點增加而等比擴散，若非緊急物資派遣需求，則技術門檻較高的無人機相比陸運物流車勢必沒有成本效益優勢，目前我國無人機物流相關法規之制定雖尚未完備，但此項法規課題勢必為未來我國面對無人機物流商業化所要面對。

我國在無人機物流服務的發展上目前處於 Unit Test 朝向 PoC 的階段，業者因缺乏國家認可的物流營運服務認證法規而無法展開試營運服務驗證，但立法單位也因缺乏針對技術穩定性驗證的標準與參考前例而無法制定相關法規。

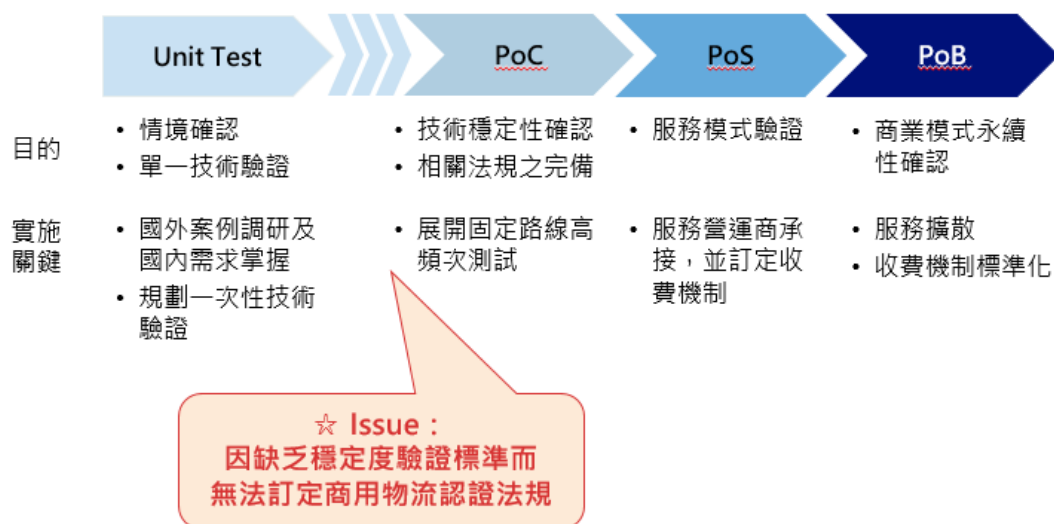


圖 132 創新科技應用推動架構

資料來源：本計畫製作

因此，在進入技術驗證的階段，建議建立物流服務試辦計畫，

透過組建無人機認證機制推動委員會，委員組成包含相關中央機關、地方縣市、以及學術研究單位，在委員會及沙盒計畫的特許之下，授權業者在示範場域內進行特殊操作，如固定路線、視距外的高頻次飛行驗證。在試辦計畫下，委員會、業者及地方場域需求者可共同訂定無人機常規物流服務的標準作業流程，透過固定路線及頻次的長時間驗證，確定其穩定度與限制條件。業者除可累積飛行數據與管理經驗外，亦可提前掌握國家 UTM 空域管理要求或認證需求規範；無人機認證機制推動委員會則可掌握業者多元技術能量與需求，而驗證結果在委員會的背書之下，也可做為未來無人機常規運行服務的驗證考題，成為未來業者申請無人機常規物流商業服務前的認證依據；地方場域需求者開放場域作為示範點之外，亦可提供 power user 的需求情境，以帶動商業化服務發展。

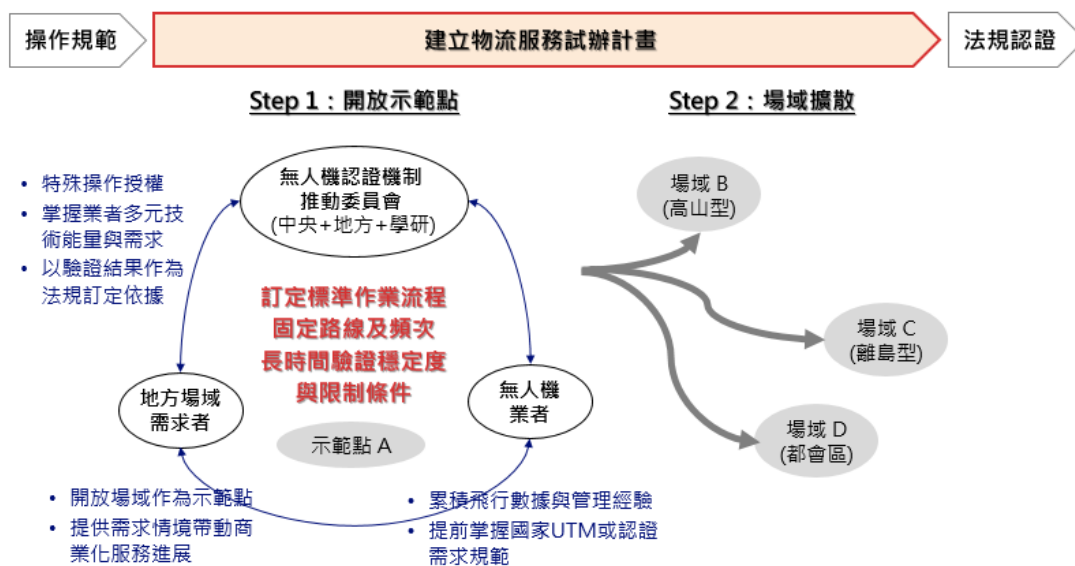


圖 133 無人機常規物流示範推動架構

資料來源：本計畫製作

## 第七節、 我國寬頻網路環境報告

### 一、 我國寬頻網路環境指標調查報告

從近年國際發展趨勢而言，隨著超寬頻行動網路及雲端運算技術普及，產生促進驅動創新應用以及新型態數位經濟的發展。運用數位技術之能力已然成為衡量國家、企業核心競爭力的表徵，從IMD世界數位競爭力年報中可以發現一國的人均GDP與IMD數位競爭力排名呈現相關性，顯示一國之應用新興資通訊技術的能力與其國內生產總值息息相關。

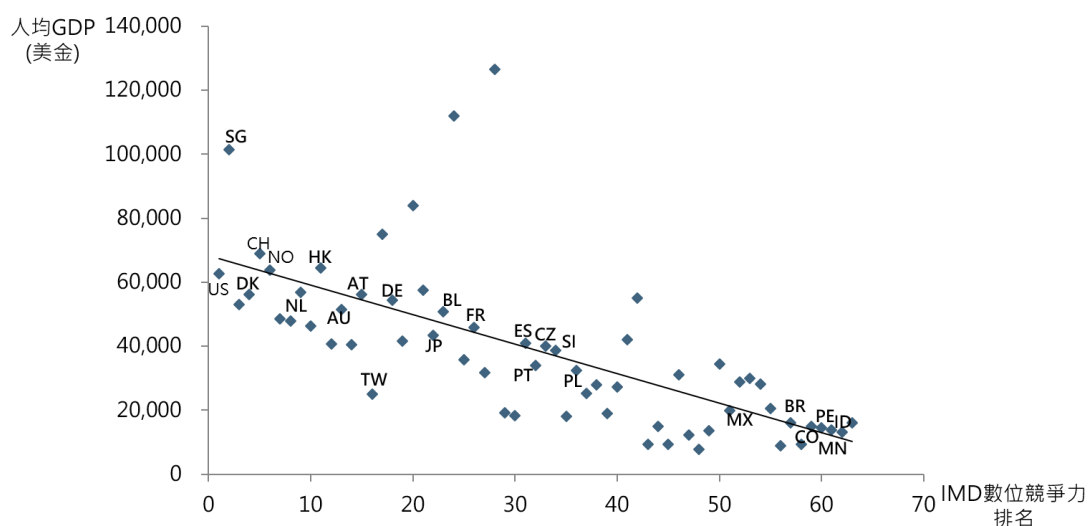


圖 134 各國人均 GDP 與 IMD 數位競爭力排名(2020 年)之關係圖

資料來源：World Bank、IMD、行政院主計處、本計畫製作

而觀察國際上主要寬頻環境指標報告包含：世界經濟論壇之網路整備度與世界競爭力報告、歐洲 FTTH 委員會之 FTTH/B Ranking 與瑞士洛桑管理學院之 IMD 世界數位競爭力年報，可歸納出以下四項可作為衡量數位技術運用能力的面向，其包括：基礎網路建設、個人與家戶網路使用情形、企業應用新興 ICT(資通

訊技術)程度，以及政府應用新興 ICT 程度。

另一方面，觀察行政院於 106 年度起推動之「數位國家·創新經濟發展方案 (DIGI+方案)」之政策目標以及其下之行動主軸計畫，可發現此些主軸計畫內涵分別對應到前述指標：數位創新基礎環境對應至基礎網路建設；數位經濟躍升、研發先進數位科技、營造友善法治環境對應至企業應用新興 ICT 程度；網路社會數位政府、培養跨域數位人才、智慧城鄉區域創新對應至政府應用新興 ICT 程度，以及個人與家戶網路使用情形。

DIGI+ 2025目標	主軸行動計畫	對應指標	資料來源
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高速寬頻服務涵蓋率 90%</li> <li>• 保障寬頻上網基本權利(25Mbps)</li> <li>• 數位生活服務使用普及率80%</li> <li>• 數位服務經濟從1.1兆成長至2.9兆</li> <li>• 數位經濟佔GDP比率從20.3%成長至29.9%</li> <li>• 資訊國力全球前10名 (WEF NRI)</li> </ul>	數位創新基礎環境	• 基礎網路建設	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WEF全球競爭力報告</li> <li>• IMD世界競爭力年報</li> <li>• FTTH Council FTTH/B Rankings</li> <li>• ITU ICT發展指標</li> <li>• 國家通訊傳播委員會、國家發展委員會</li> <li>• OpenSignal、Speedtest、Cable.co.uk 網站</li> </ul>
	數位經濟躍升	• 企業應用ICT於B2B與B2C營運、新商業模式、新組織模式、及數位創新法規實用性	
	研發先進數位科技		
	營造友善法治環境	• 政府應用ICT於改善服務品質及協助民眾取得基本服務 • 個人與家戶網路使用情形	
	網路社會數位政府		
	培養跨域數位人才		
	智慧城鄉區域創新		

圖 135 DIGI+2025 政策與選擇指標之關聯

資料來源：行政院、本計畫製作

因此，延續本計畫於 2019 年調查結果，以下將分別從基礎網路建設、個人與家戶網路使用情形、企業應用新興資通訊技術程度、政府應用新興資通訊技術程度之 4 個面向彙整國際上及我國主管機關所發布具公信力之近 5 年調查資料，以提供我國寬頻環境現況較具全面性的衡量標準。

我國寬頻網路環境報告建議調查項目			資料來源
A. 基礎網路建設	FTTH/B 滲透率		FTTH/B Council
	4G、5G訊號可用率		Opensignal
B. 個人及家戶網路使用	一般網路使用	個人上網率	WEF
		網路使用者享有國際頻寬	WEF
	行動寬頻	行動寬頻普及率	NCC、WEF
		行動寬頻網速	Speedtest
		行動寬頻資費	各國業者公開資料
	固定寬頻	固定寬頻普及率	WEF
		固定寬頻網速	Speedtest
		固定寬頻資費	各國業者公開資料
C. 企業新興通訊應用	企業應用資通訊程度評比、電信投資佔GDP...		WEF、IMD
D. 政府新興通訊應用	政府應用資通訊程度評比...		WEF、IMD

圖 136 我國寬頻網路環境報告建議調查項目

資料來源：本計畫製作

### ➤ 基礎網路建設

在基礎網路建設面向當中，評估指標包括：FTTH/B Council 公布之光纖到府/光纖到建物滲透率(Household Penetration)，以及 Opensignal 網站公布之 4G、5G 訊號可用率(5G Availability)。

我國光纖到府/光纖到建物滲透率在 2015 至 2019 年，滲透率雖有上升，但從國際排名而言呈現緩慢下降趨勢，顯示我國光纖到府/建物滲透率成長速度相較於其他國家仍不夠快。

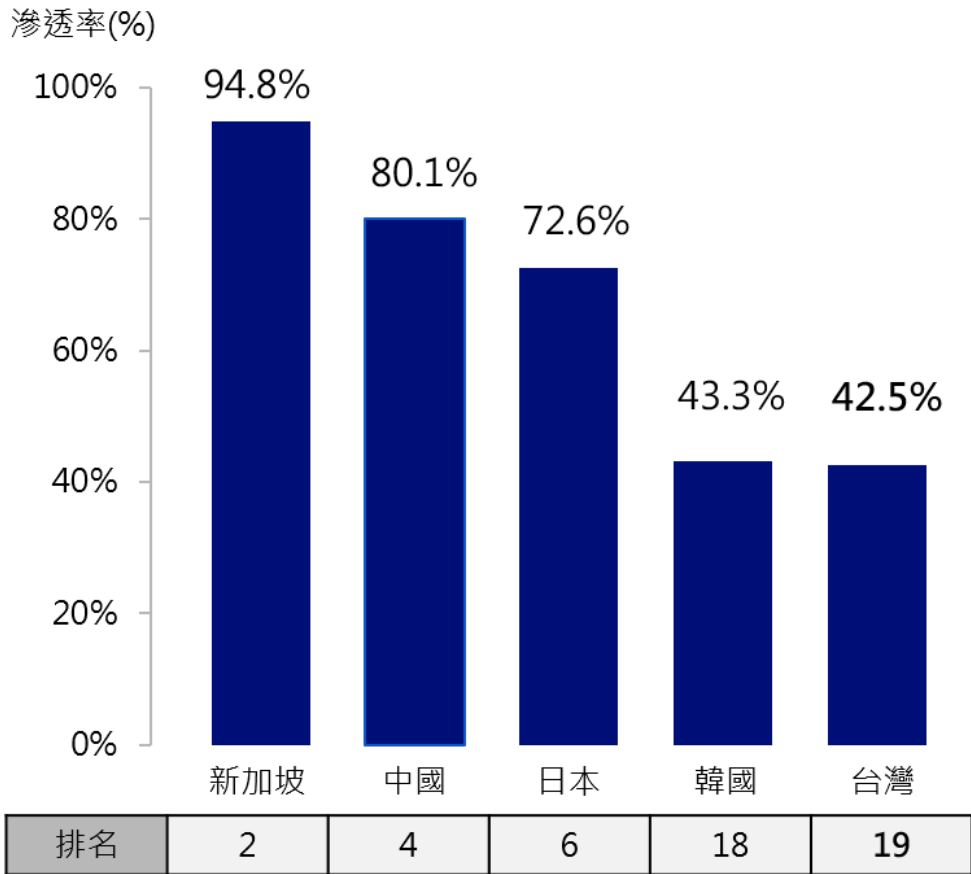


圖 137 FTTH Council 光纖到府/建物滲透率 2019 年國際表現與排名  
資料來源：本計畫製作



排名 評比國家總數為64國/地區

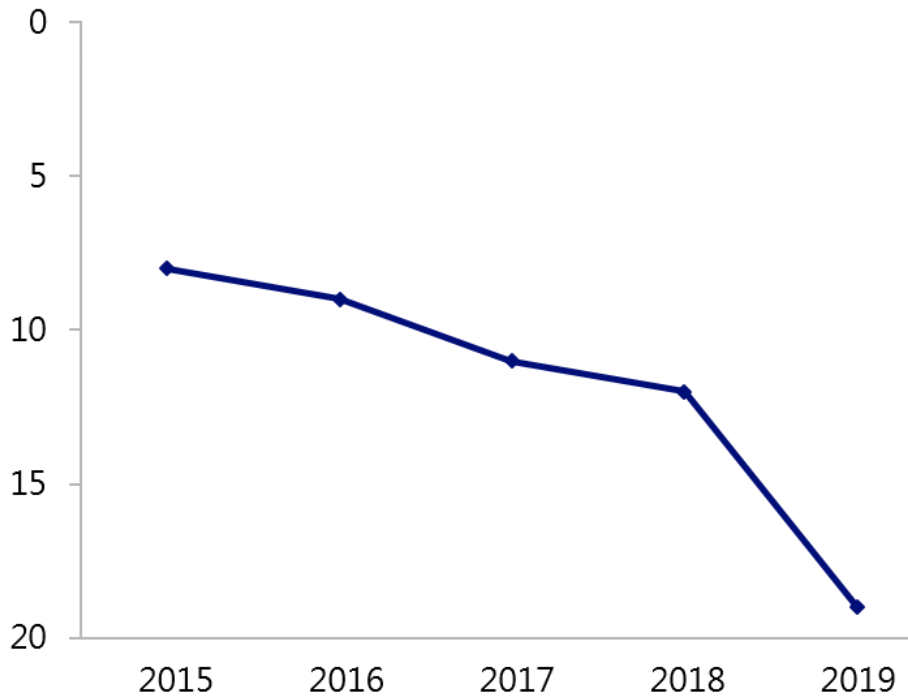


圖 138 FTTH Council 光纖到府/建物滲透率我國 2015-2019 年國際排名  
資料來源：本計畫製作

4G 網路訊號可用率方面，此處採用之指標資料來源為專注分析世界各國無線網路覆蓋與表現的 Opensignal 網站，其定義為該用戶接收 4G 訊號時間比例。觀察 2016 年至 2020 年間我國 4G 網路可用率從 78% 上升至 95.3%，而在總數 100 個國家中，目前僅有 6 個國家的 4G 可用率高於 95%，其中還包含美國、荷蘭、日本、韓國和挪威；另一方面可觀察到近 3 年表現最好國家皆為韓國，並且其 4G 可用率從 95.7% 上升至 98.3%。我們發現韓國基礎網路建設表現良好原因，除了政府大力支持新興資通訊技術於中小企業應用外，政府亦推行促進公平競爭環境之非對稱管制，措施包括資費、互聯互通、市佔率及終端管制；企業界亦持續追求技術創新，實際案例包含韓國於 2013 年率先推出 LTE-A 網路、

2015 年率先推出 IoT 商用服務、2019 年 4 月為首批推出商用 5G 服務。此外，資通訊產業鏈從網路、終端、應用端相互協力配合也造就韓國良好的網路建設。

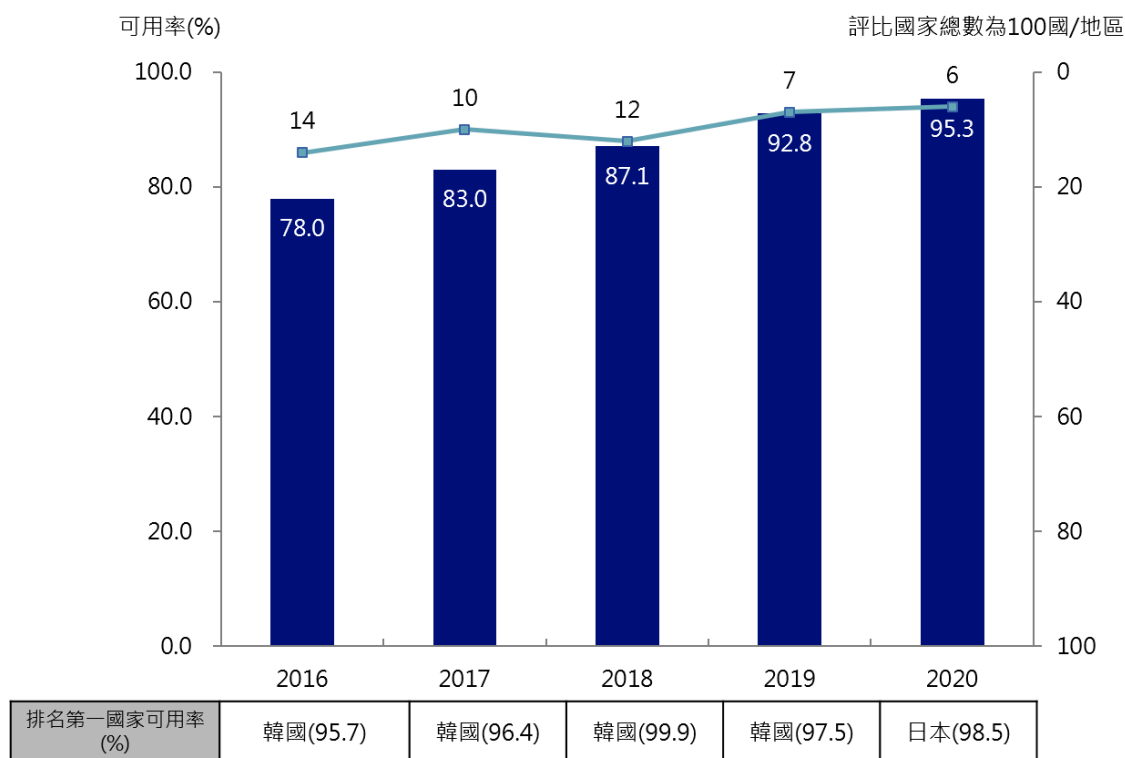


圖 139 Opensignal 公布之我國 2016-2020 4G 可用率表現與國際排名  
資料來源：Opensignal，本計畫製作

5G 網路訊號可用率方面，此處也是採用 Opensignal 網站資訊，其測試方式為請網友下載 Opensignal 專屬的測速 App，並請他們在線上協助測試與回報，而非直接使用電信業者提供的數據，能夠反應真實的使用情形。觀察 2020 5G 元年間我國 5G 網路可用率約為 16.8%，然而，由於全球 5G 首批服務在 2019 年後陸續推出，因此，此次排名僅列出全球表現最佳之前 15 名國家，在此 15 名中，我國為第 7 名；另一方面可觀察到 5G 網路速度表現最好國家為沙烏地阿拉伯，其 5G 下載速度約為 377.2Mbps，而我國為 211.8Mbps。由於世界各國 5G 商轉時間不一，且多數國家政策

加速建設當中，本報告所列之數據僅供參考，應待 5G 商轉一定時間後，再持續追蹤此項評比，作為我國品質檢討回饋依據。

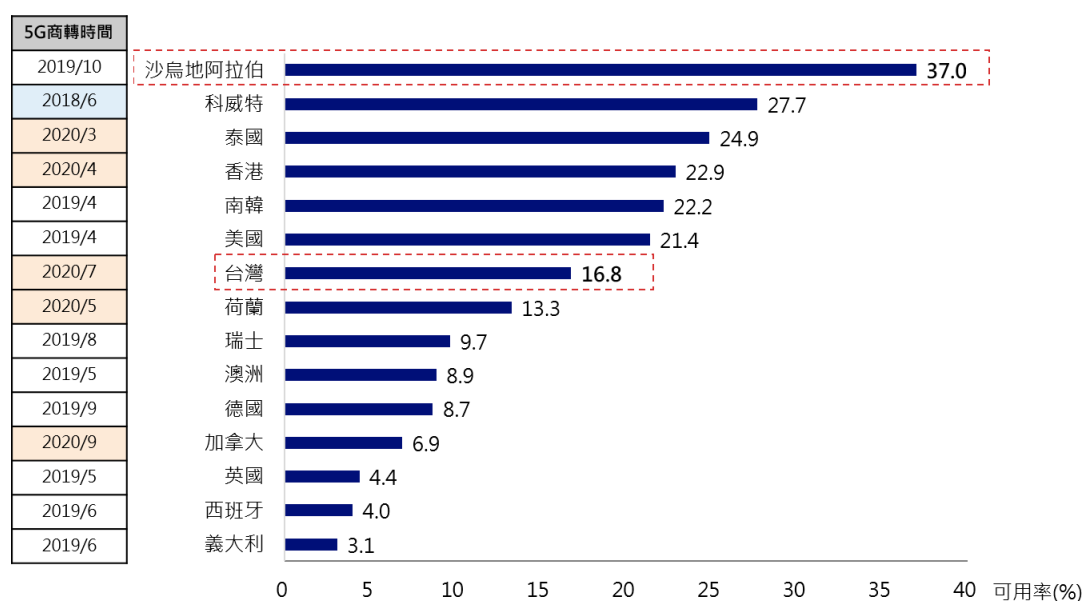


圖 140 Opensignal 公布之國際 5G 可用率表現與國際排名

資料來源：Opensignal，本計畫製作

### ➤ 個人與家戶網路使用情形

此章節將分為一般網路使用、行動寬頻，以及固定寬頻三個面向以探討我國現況。在一般網路使用面向上，將從個人上網率以及網路使用者享有國際頻寬兩項指標來進行討論。

個人上網率定義為一國上網人數佔總人數百分比，且根據世界經濟論壇發布之世界競爭力報告指出，我國個人上網率在 2019 年達到 92.8%，上網率最高國家近三年則是冰島與卡達。

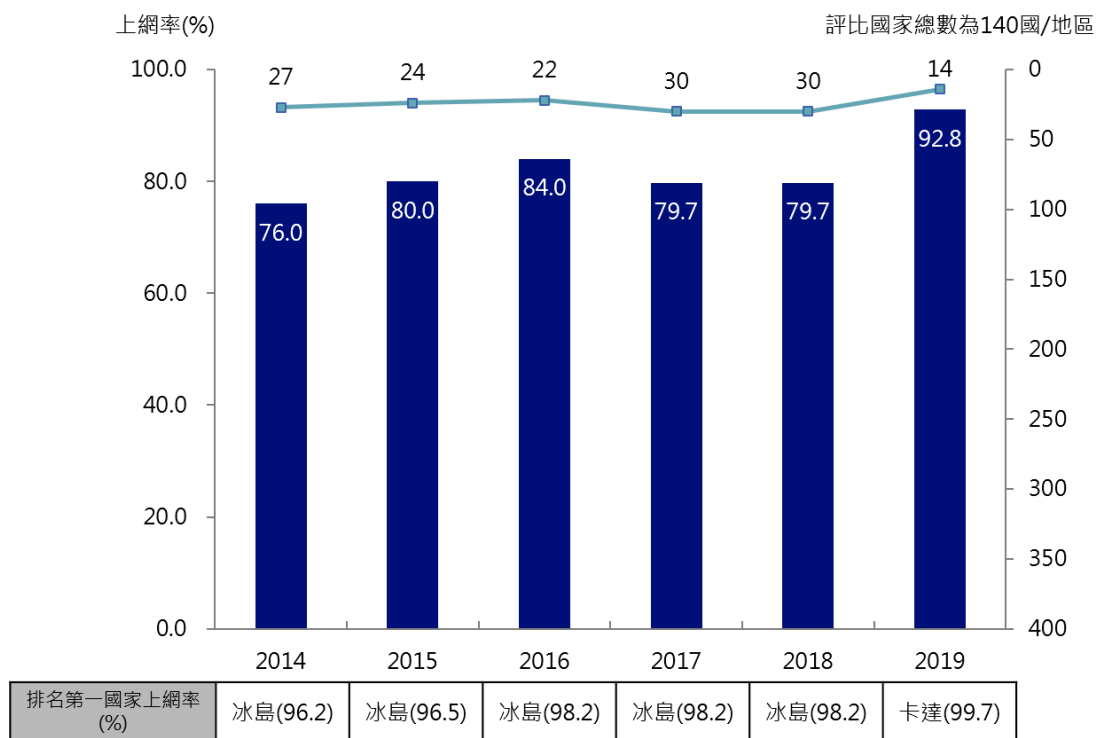


圖 141 WEF 公佈之我國個人上網率變遷及國際排名

資料來源：WEF，本計畫製作

在行動寬頻面向上，將從行動寬頻普及率、行動寬頻網速、行動寬頻月租資費以及 5G 月租資費四項指標來進行探討。

行動寬頻普及率定義為每百人中訂閱行動寬頻帳號數，包括開通數據傳輸服務之 3G、4G 用戶數及訂閱無線寬頻接取用戶數。資料參考國家通訊傳播委員會公開之行動寬頻帳號數普及率資料，國際排名則參照世界經濟論壇發布之國際競爭力報告作比較；統計資料顯示，我國行動寬頻普及率在過去 5 年間呈現穩定成長，至 2019 年我國行動寬頻普及率達 111%。

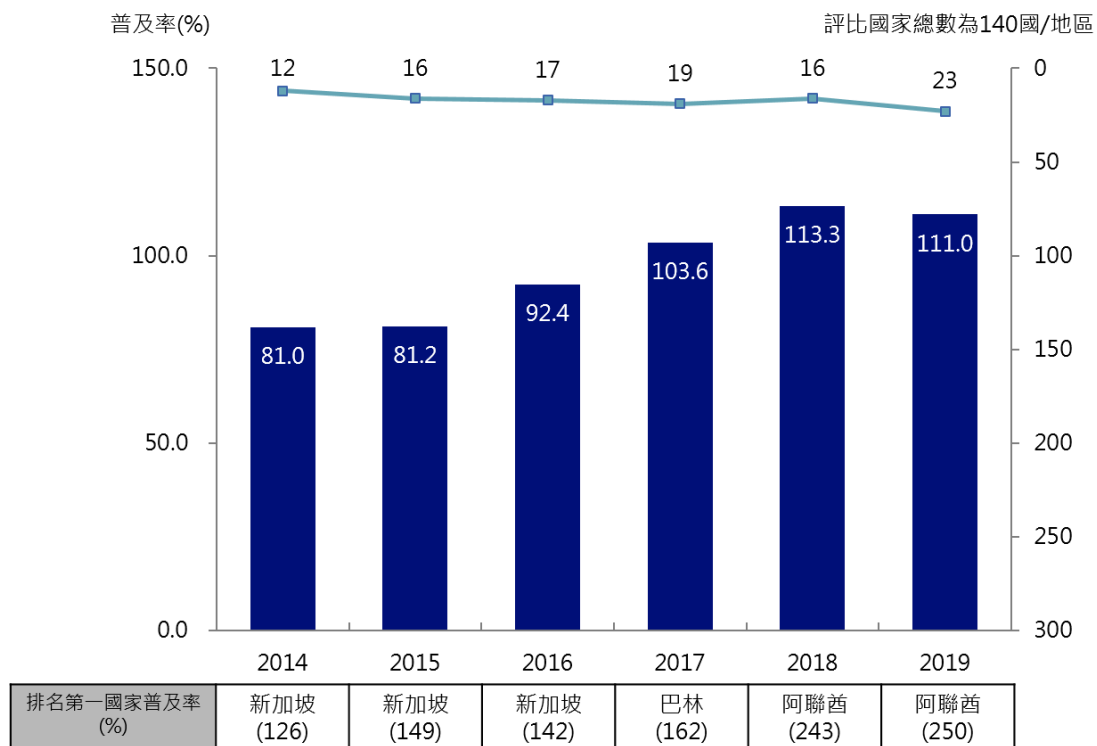


圖 142 我國行動寬頻普及率變遷及國際排名

資料來源：NCC、WEF，本計畫製作

行動寬頻網速評比方面，這裡參考國際測速機構 Speedtest 公布之消費者端測速統計結果，相較於國家通訊傳播委員會委託財團法人電信技術中心(TTC)進行我國 4G 網路測速結果，後者由於使用之測速終端具有多載波聚合功能因此測速結果較佳，然而由於多數 4G 用戶使用不具有多載波聚合功能手機，因此實際上消費者使用行動寬頻網速會較接近 Speedtest 統計結果。根據 Speedtest 資料顯示，我國行動寬頻消費者端平均下載網速至今年 8 月達 43.7 Mbps，平均上傳網速則達 14.3 Mbps，2019 年以來平均網速有所提升，在國際上排名第 22 名；然觀察近期行動寬頻網速表現最好國家：韓國，其下載網速達 113.01 Mbps，與我國仍有一定落差。

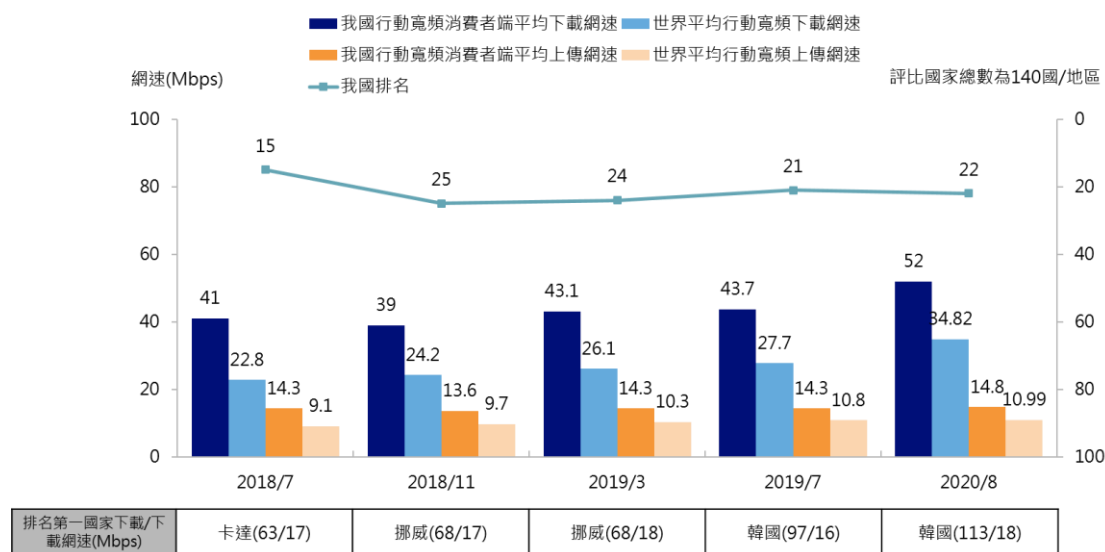
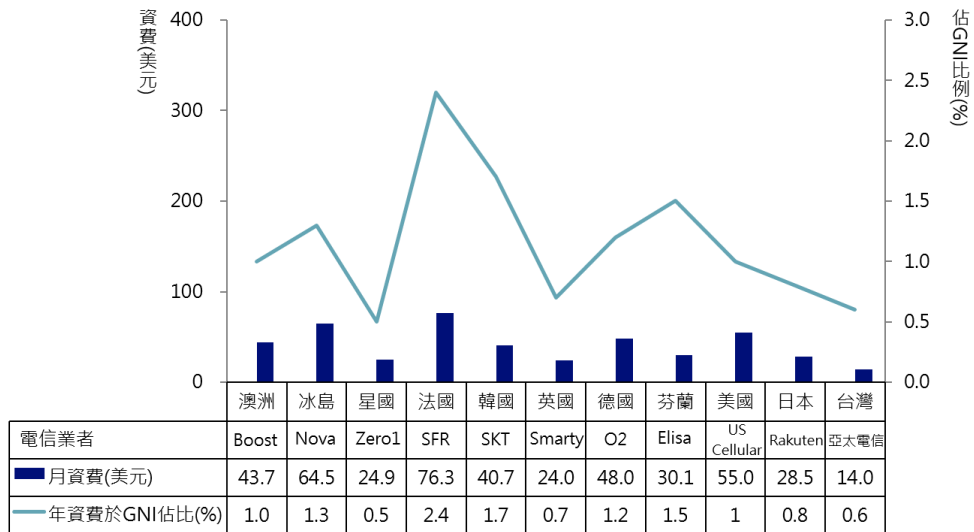


圖 143 我國行動寬頻平均網速變遷及國際排名  
資料來源：Speedtest，本計畫製作

行動寬頻資費評比方面，蒐集我國與十個標竿國家當中行動網路市場價格最低之服務供應商近期提供不限數據傳輸量的月租資費，以比較年資費相對於人均國民所得毛額的比率。人均國民所得毛額則參考世界銀行及行政院主計處統計資料。

截至 2020 年 10 月，我國行動寬頻不限數據傳輸量的方案最低月租資費為 NT\$399，年資費佔人均國民所得毛額比率為 0.6%。相較於其他十國年資費佔人均國民所得毛額比率約在 0.5% 至 2.4% 之間，可知我國行動寬頻資費屬於較低族群。



註：其中澳洲Boost、新加坡Zero1、法國SFR、英國Smarty及日本Rakuten為MVNO業者

圖 144 我國與標竿國家行動寬頻月資費比較

資料來源：各國業者、World Bank、行政院主計處公開資料，本計畫製作

而針對 5G 行動上網月租資費，由於截至 2020 年僅有 15 國/經濟區正式提供 5G 商轉服務，因此，研究報告遂針對此 15 國，蒐集其 5G 不限數據傳輸量的月租資費數據（澳洲與泰國無無限量傳輸服務，以當地所提供最大傳輸量方案計算），以比較年資費相對於人均國民所得毛額的比率。人均國民所得毛額則參考世界銀行及行政院主計處統計資料。

截至 2020 年 11 月，我國 5G 無限量數據方案最低價為台灣之星所提供之 NT\$999，除吃到飽外，亦提供不限速之網路速率以及 20GB 熱點分享量，並享有網外分鐘數 120 分鐘。其他已開台的三家電信：中華電信、遠傳電信以及台灣大哥大，均提供 NT\$1,399 的 5G 不限傳輸量方案，並提供 50GB 的熱點分享量。

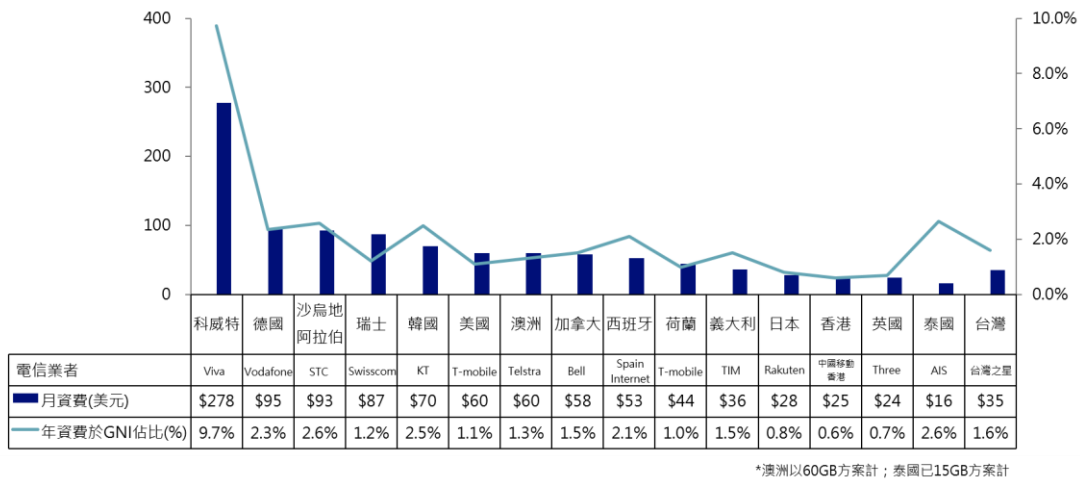


圖 145 我國與各國 5G 行動寬頻月資費比較

資料來源：各國業者、World Bank、行政院主計處公開資料，本計畫製作

而研究團隊進一步分析各標竿國家主要電信業者所提供之 4G 與 5G 不限數據傳輸方案之費率，調查發現各國業者在費率的制訂上主要有兩種方式：視 4G/5G 為單一方案以及將 4G 與 5G 方案調至相同價格。採行第一種方式的業者為美國 AT&T、德國 Vodafone、加拿大 Bell，其目前提供的不限數據傳輸服務能夠同時提供 4G 與 5G 的使用者使用，只要使用者透過 5G 設備並在 5G 訊號能夠接收的範圍即可接入使用。而採行第二種方式的業者為日本 KDDI 及韓國 KT，兩家業者均提供相近價格的 4G 與 5G 不限數據傳輸方案，因此消費者在擁有 5G 設備以及能夠接收 5G 訊號的情況下，更有可能傾向選擇 5G 方案。另一方面，澳洲 Telstra 在 4G 方案上僅提供 20GB 的流量選項，而 5G 方案最大則提供 200GB。由以上數據及資料推測，各國業者多透過價格制定的方式，引導消費者由原先的 4G 服務轉而使用 5G 服務，也能夠看出標竿國家與業者積極發展 5G 的意圖。而與我國相比，因我國 4G 資費已相較其他標竿國家低廉許多，因此我國業者在 5G 資費的訂定上無法與國際作法相同，藉由較低的 5G 資費吸引消費者購



買其服務，且在 5G 發展及應用尚未明朗的現在，我國消費者目前也較無意願轉向使用 5G 不限數據傳輸之服務，因此未來我國電信業者在 5G 資費的制定以及服務的提供上還需思考如何拓展市場。

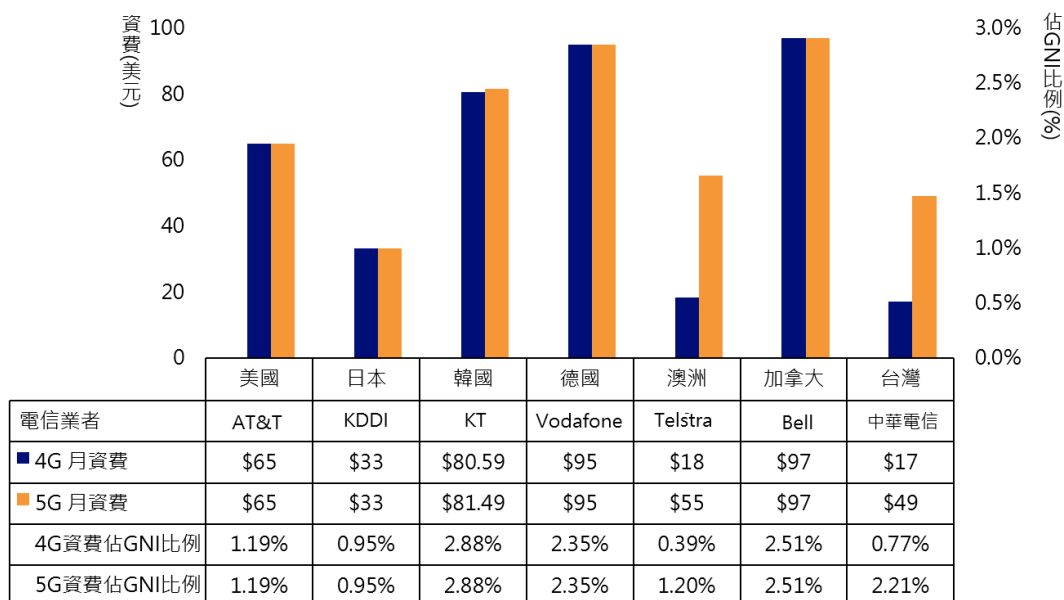


圖 146 我國與各國主要業者 4G 與 5G 月資費比較

資料來源：各國業者、World Bank、行政院主計處公開資料，本計畫製作

在固定寬頻面向上，亦將從固定寬頻普及率、固定寬頻網速、固定寬頻月租資費三項指標來進行探討。

固定寬頻普及率的定義為每百人中訂閱固定寬頻帳號數，包括 ADSL、FTTx、Cable Modem、Leased Line 及 PWLAN 用戶數。從 WEF 公佈之世界競爭力報告資料可看出，我國固定寬頻普及率從 2016 年的 31.9% 降至 2019 年的 24.1%，近年來與國際排名一起出現下降態勢，其主因為家戶網路使用從固定網路轉移至行動網路。

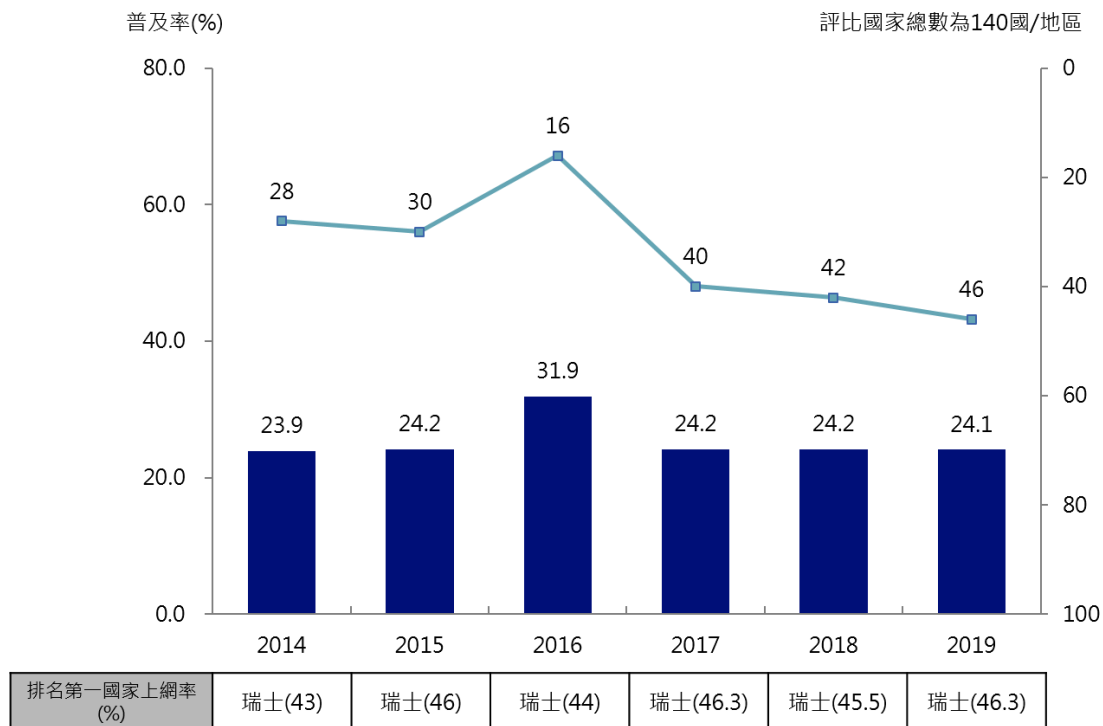


圖 147 我國固定寬頻普及率變遷及國際排名

資料來源：WEF，本計畫製作

固定寬頻網速評比方面，參考國際測速機構 Speedtest 公布之消費者端測速統計結果。根據 Speedtest 資料顯示，我國固定寬頻消費者端平均下載網速至 2020 年 8 月達 125.5 Mbps，平均上傳網速則達 101Mbps，在國際上排名第 24 名，代表我國固網網速較多數國家為佳；此外觀察近期固定寬頻網速表現最好國家新加坡，其下載網速與上傳網速分別達 218 Mbps 和 223 Mbps。

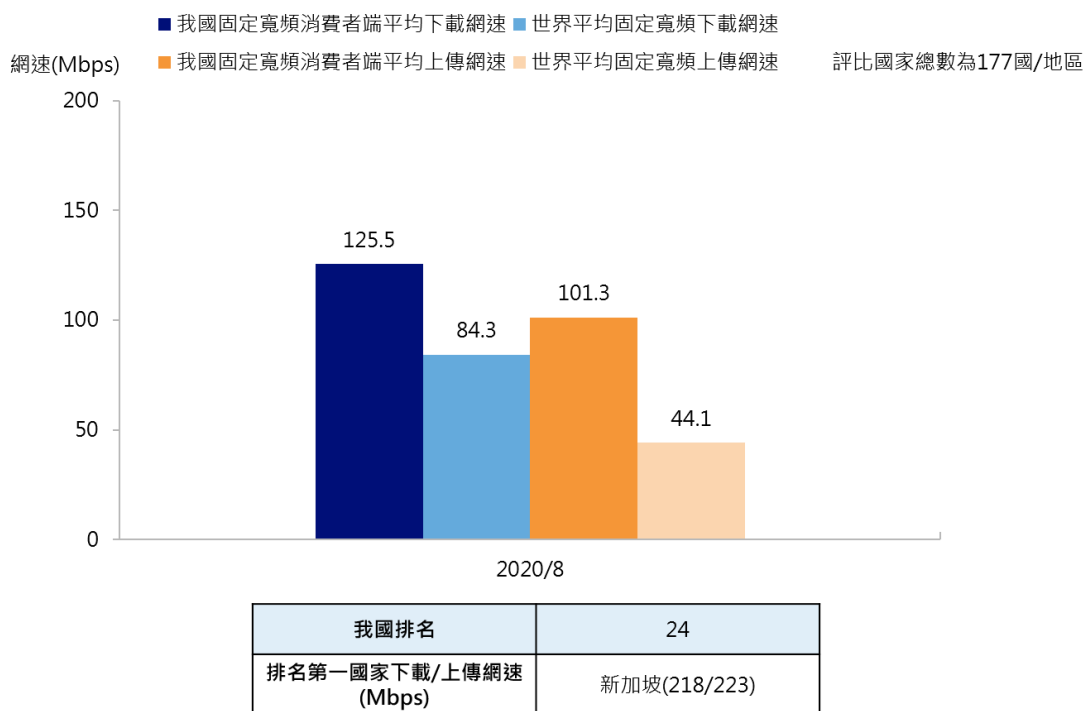


圖 148 我國固定寬頻平均下載與上傳網速及國際排名  
 資料來源：Speedtest，本計畫製作

固定寬頻資費評比方面，蒐集我國與標竿國家當中固網市場佔有率最高之服務供應商最近期且市場上有推出兆元級網路(1Gbps)的月資費，以比較年資費相對於人均國民所得毛額的比率。人均國民所得毛額則參考世界銀行及行政院主計處統計資料。截至2020年10月，我國最大固網服務供應商中華電信推出光纖傳輸速率最高達1Gbps方案之月租資費為NT\$999，而年資費佔人均國民所得毛額比率為1.2%。相較於其他國家電信商在市場上有推出1Gbps年資費佔人均國民所得毛額比率約在0.65%至2%之間，可知我國現階段高速固定寬頻資費介於中等區間。

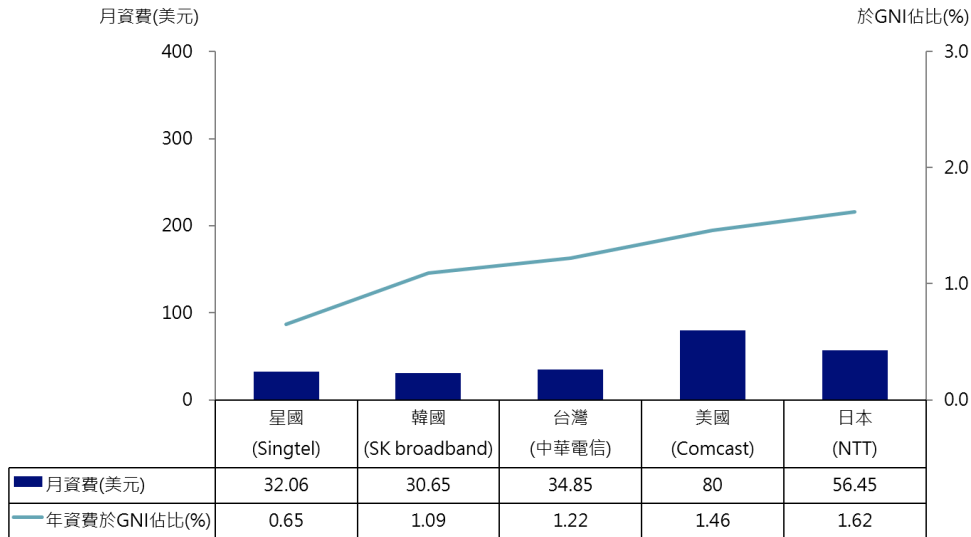


圖 149 我國和標竿國家市場上推出 1Gbps 固網資費及 GNI 佔比  
 資料來源：Comcast、NTT、SK Broadband、Singtel、World Bank、中華電信、  
 行政院主計處、本計畫製作

綜合前述結果，可以發現我國網路基礎建設屬良好且在國際上排名位於前面，然而整體而言進步速度不若一些先進國家快速，並且良好的網路基礎建設未能帶動個人上網率的提升，顯示仍有部分群體未能享受網路服務。

另一方面，可觀察到我國固定寬頻品質相較多數國家表現良好，然而在各國固網普及率成長快速的情況下，我國卻無顯著進步。此外，觀察兆元級網路目前在國際上推廣的狀況，發現韓國與新加坡在能夠取得 2Gbps 的情況下，其資費僅在 GNI 之 1 至 2%，進一步探究原因，以新加坡而言，因政府推動「資訊通訊科技發展藍圖」與「智慧國家」政策，期望將資通訊融入國民生活，因此新加坡資訊通訊發展局 IDA 對於電信服務的價格有較嚴格的要求與限制。

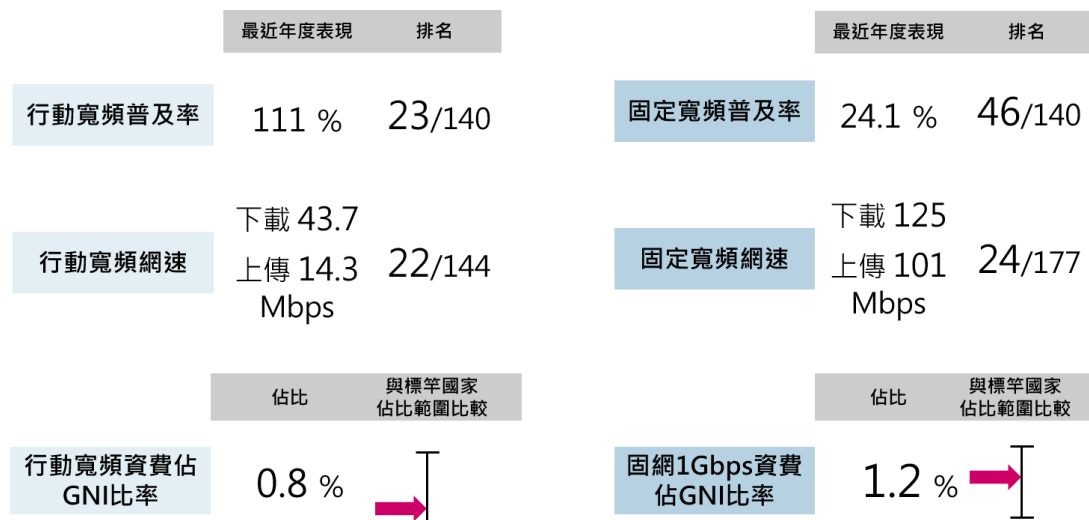


圖 150 我國行動寬頻與固定寬頻使用評比表現

資料來源：本計畫製作

### ● 企業應用新興資通訊技術程度

WEF 公佈之世界競爭力報告在統計實際數據資料進行排名之外，為了評估企業與政府應用新興資通訊技術程度，亦蒐集各國企業管理人士評估該國之表現狀況並進行排名。然而此排名僅公佈至 2016 年，因此本計畫於 2019 年之研究成果報告中已就最近公佈之 3 年結果作為分析。

## 二、 我國偏鄉寬頻網路環境現況與數位應用需求調查報告

本研究案為了解目前偏鄉地區的寬頻網路服務品質與數位應用需求，以利後續寬頻基礎建設與數位應用服務發展，遂於2020年9月8日至2020年10月9日進行「我國偏鄉寬頻環境調查」問卷。本次問卷調查之對象係以國家通訊傳播委員會電信法定義之85個偏鄉地區的公所、衛生所、國中小學、派出所、消防分隊、郵局與農會為主。其中NCC電信法偏遠地區定義為(1)人口密度低於全國平均值五分之一之鄉鎮市，(2)距離直轄市、縣政府所在地7.5公里以上之離島。

縣市	鄉鎮市區	縣市	鄉鎮市區	縣市	鄉鎮市區	縣市	鄉鎮市區	縣市	鄉鎮市區	縣市	鄉鎮市區
新北市	石碇區	苗栗縣	三灣鄉	高雄市	六龜區	屏東縣	三地門鄉	臺東縣	鹿野鄉	澎湖縣	馬公市
	坪林區		臺中市		和平區		田寮區		琉球鄉		卓溪鄉
	烏來區	南投縣	仁愛鄉		甲仙區	成功鎮	富里鄉		湖西鄉		
	平溪區		中寮鄉		杉林區	池上鄉	瑞穗鄉		西嶼鄉		
	雙溪區		國姓鄉		茂林區	達仁鄉	壽豐鄉		白沙鄉		
	貢寮區		信義鄉		桃源區	卑南鄉	鳳林鎮		七美鄉		
宜蘭縣	大同鄉	嘉義縣	鹿谷鄉	旗津區	延平鄉	花蓮縣	豐濱鄉	烏坵鄉			
	南澳鄉		大埔鄉	滿州鄉	東河鄉		萬榮鄉	金沙鎮			
桃園市	復興區	阿里山鄉	牡丹鄉	臺東縣	金峰鄉		光復鄉	金門縣	金沙鎮		
新竹縣	峨眉鄉	番路鄉	霧台鄉		長濱鄉		玉里鎮	烈嶼鄉			
	五峰鄉	臺南市	左鎮區		來義鄉		海端鄉	秀林鄉			
	尖石鄉		南化區		春日鄉		太麻里鄉	莒光鄉			
苗栗縣	泰安鄉	楠西區	瑪家鄉		瑪家鄉	蘭嶼鄉	連江縣	北竿鄉			
	南庄鄉	龍崎區	泰武鄉		大武鄉	東引鄉					
	獅潭鄉	高雄市	那瑪夏區	獅子鄉	綠島鄉	南竿鄉					

圖 151 NCC 電信法定義之偏遠地區

資料來源：NCC 公開資料，本計畫製作

問卷調查的目的為了解現在公部門使用的有線網路方案、網路服務品質以及數位應用服務的提供狀況，以了解偏鄉地區是否有寬頻網路或數位應用需求尚未被滿足。問卷結構分為四類別：

(1)受訪者屬性：服務縣市、受訪單位類別，(2)單位屬性：單位資訊人員配置人數、有線網路提供業者、有線網路使用方案速度，(3)網路服務品質：一年內是否有遇到網路延遲或網路斷線問題、網路延遲或斷線的原因，(4)數位應用需求：執行既有及創新數位業務的網路連結穩定度、既有及創新數位業務的需求度、是否需要升級網路以因應未來既有及創新數位業務的推出。

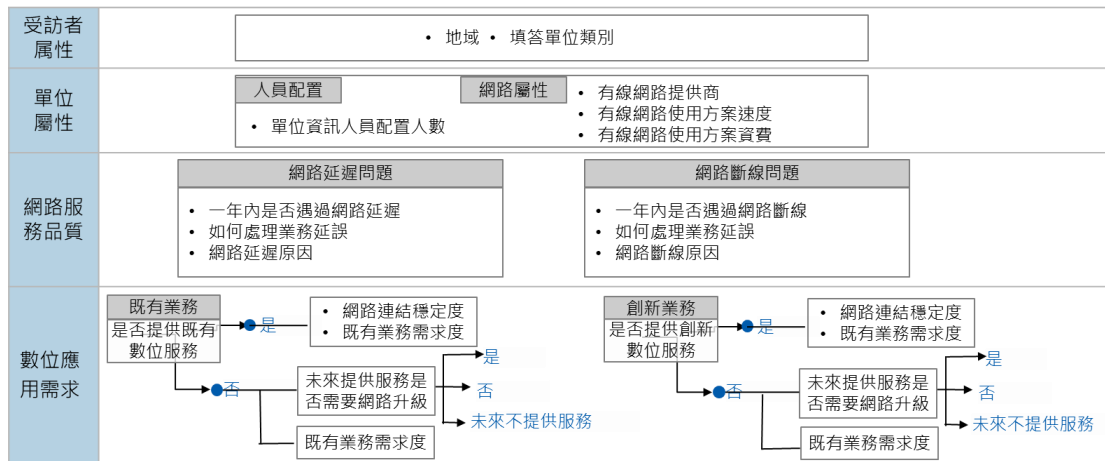


圖 152 我國偏鄉寬頻環境調查問卷架構

資料來源：我國偏鄉寬頻環境問卷調查，本計畫製作

## (一)問卷結果分析

### 1. 受訪者屬性

- 地區：受訪回覆問卷中顯示，東部為 39.4%，南部為 30.3%，北部為 18.2%，中部為 12.1%。

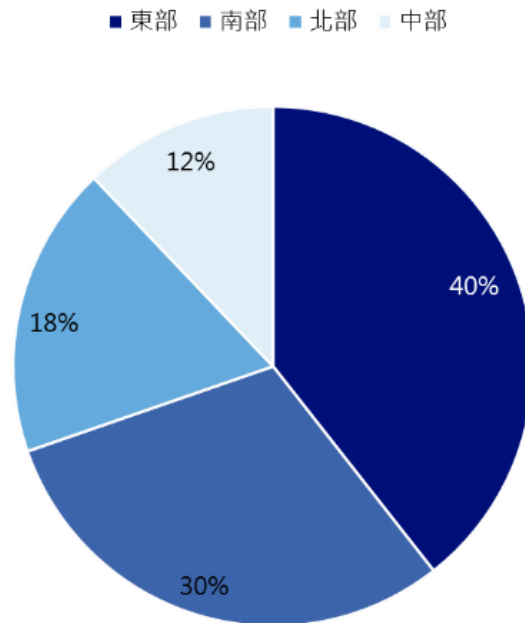


圖 153 受訪地區比例

資料來源：我國偏鄉寬頻環境問卷調查，本計畫製作

- 受訪單位類別：受訪回覆問卷中顯示，公所為 27.6%，衛生所為 17.9%，國中小學為 12.2%，派出所為 7.3%，消防分隊為 11.4%，郵局為 9.8%，農會為 15.4%。



■ 公所 ■ 衛生所 ■ 農會 ■ 中小學校 ■ 消防分隊 ■ 郵局 ■ 派出所

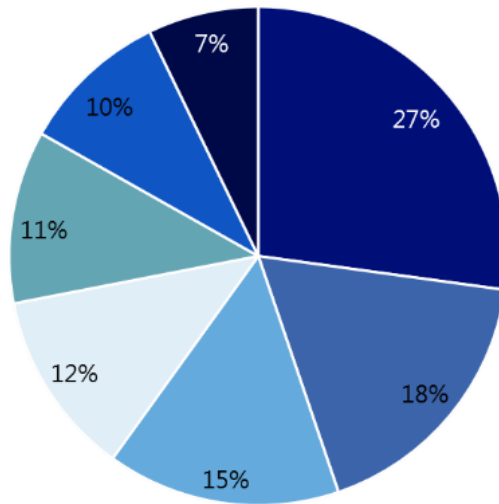


圖 154 我國偏鄉寬頻環境調查問卷架構

資料來源：我國偏鄉寬頻環境問卷調查，本計畫製作

## 2. 單位屬性

- 單位資訊人員配置人數：受訪回覆問卷中顯示，69.8% 未配置資訊人員，26.7% 配置 1 名資訊人員，3.5% 配置 2 名以上資訊人員。
- 有線網路提供商：受訪回覆問卷中顯示，使用中華電信的有線網路為 97%，選擇其他或不清楚的為 3%。顯然偏鄉地區公部門單位的有線網路提供商，以中華電信為主。
- 有線網路使用方案速度：受訪回覆問卷中顯示，有線網路使用速度低於 100Mbps 為 42%，有線網路使用速度介於 101Mbps 與 500Mbps 之間為 13%，有線網路使用速度介於 501Mbps 與 1Gbps 之間為 2%，不清楚有線網路使用速度為 43%。據此，在村村有寬頻的政策下仍有 4

成以上的單位只使用低速的寬頻網路。

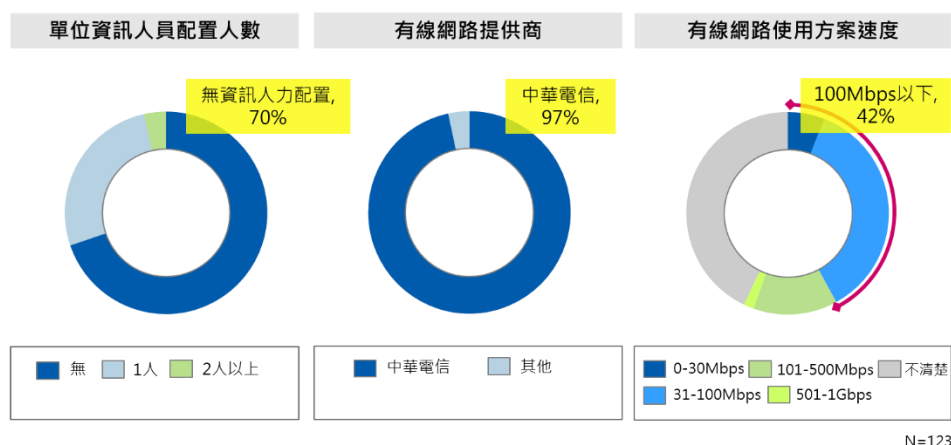


圖 155 受訪者網路使用現況

資料來源：我國偏鄉寬頻環境問卷調查，本計畫製作

### 3. 網路服務品質

- 網路延遲：受訪回覆問卷中顯示，固網部份，過去一年內有發生網路延遲問題為 74%，過去一年內沒有發生網路延遲問題為 26%；行網部份，過去一年內有發生網路延遲問題為 76%，過去一年內沒有發生網路延遲問題為 24%。
- 網路使用整體滿意度：由受訪回覆問卷統計，偏鄉地區固網使用滿意度為 40%；行網使用滿意度為 36%。多數單位反應，希望改善網路品質，除了使日常業務能順暢執行外，也有利於即時回應民眾需求。依受訪單位類別來看，固行網品質最不穩定且整體滿意度最低的是消防單位、衛生所，以及派出所；郵局、農會、公所固網滿意度次之，而日常業務使用行網的比例最低；而學校固行網整體滿意度最佳。









								
	Total	消防	衛生所	派出所	郵局	農會	公所	學校
業務使用	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>固網</b>								
延遲比例	74%	92%	91%	89%	70%	50%	64%	60%
滿意度	40%	46%	32%	22%	50%	55%	45%	33%
業務使用	80%	100%	95%	89%	30%	61%	76%	93%
<b>行網</b>								
延遲比例	76%	85%	100%	88%	67%	36%	80%	50%
滿意度	36%	38%	14%	25%	25%	47%	32%	36%

圖 156 各單位受訪者固行網之使用狀況

資料來源：我國偏鄉寬頻環境問卷調查，本計畫製作

#### 4. 數位應用需求

為了了解數位業務的使用情形，在問卷中將數位應用業務分成既有與創新的兩個類別，(1) 既有的數位應用業務：為行之有年的數位應用服務，業務單位在服務提供上較為熟悉，且多數單位都有提供的數位應用服務，包含公所的防救災雲端資訊、線上便民服務、申辦 e 服務，衛生所行動醫療站服務、在宅醫療，國中小學巡迴行動書車、數位機會中心、線上數位學習課程平台、遠距數位學伴，派出所線上便民服務，消防分隊報案 APP，郵局 i 郵箱、線上便民服務，農會網路農場、即時產銷情報站。(2) 創新數位應用業務：概念上、實際建置與使用上較為新興的數位應用服務，業務單位在服務提供上較為不熟悉，且僅少數單位有提供的數位應用服務，包含公所的 IoT 監測平台、無人車或無人巴士試驗計畫、多元車輛共享平台，衛生所遠距照護服務、遠距醫療服務、穿戴式裝置生理監測服務、無人機的醫療物資的運送，VR 教材教學使用、AI 機器人教學，派出所緊急通報系統、前端警用設備、4G 警車衛星定位系統，消防分隊智慧派遣系統、智慧

三維消防實境管制系統、救災無人機，郵局虛擬櫃員機、數位金融服務區，農會智慧控制系統。

既有數位應用業務		創新數位應用業務	
單位	業務項目	單位	業務項目
公所	防救災雲端資訊 線上便民服務 線上社福平台 申辦e服務 觀光推廣平台	公所	IOT監測平台 無人車試驗計畫 多元車輛共享平台
衛生所	行動醫療站服務 在宅醫療服務	衛生所	遠距醫療服務 遠距照護服務 穿戴式裝置生理監測服務 無人機運送醫療物資
學校	巡迴行動書車 數位機會中心 線上數位學習平台 遠距數位學伴	學校	VR教材教學 Ai機器人教學
派出所	線上便民服務	派出所	緊急通報系統 前端警用設備 4G警車衛星定位系統
消防分隊	報案APP	消防分隊	智慧派遣系統 智慧三維消防實境管制系統 救災無人機
郵局	i郵箱 線上便民服務	郵局	虛擬櫃員機 數位金融服務區
農會	即時產銷情報站	農會	網路農場 智慧控制系統

圖 157 既有與創新數位應用業務類別

資料來源：我國偏鄉寬頻環境問卷調查，本計畫製作

- 數位應用需求程度：受訪回覆問卷中顯示，既有數位應用業務有 88% 的需求程度，創新數位應用業務有 77% 的需求程度。顯然偏鄉地區對既有數位應用業務的需求程度很高，而且針對一般人較為不熟悉概念或使用的創新數位應用業務，也有近八成的受訪者認為偏鄉地區有需求。

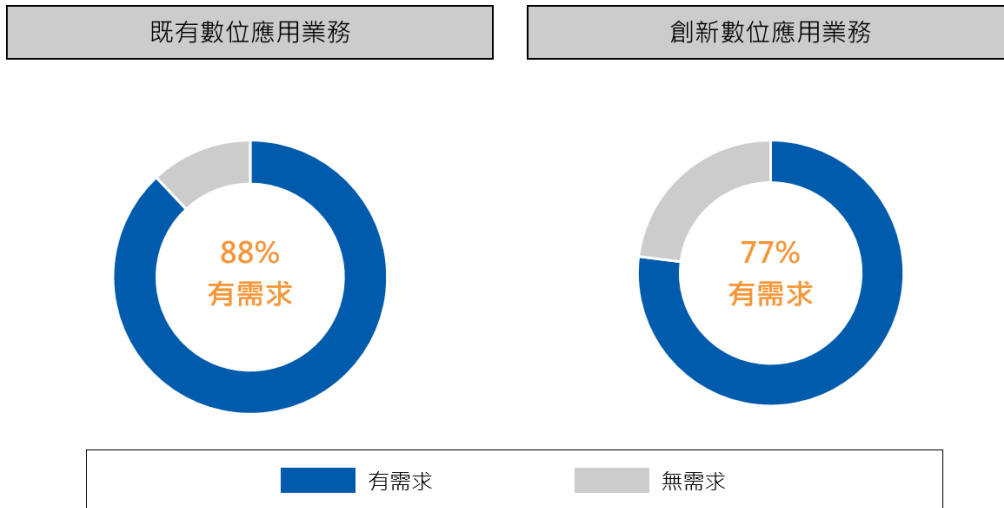


圖 158 偏鄉地區數位應用需求程度

資料來源：我國偏鄉寬頻環境問卷調查，本計畫製作

## (二)結論

透過問卷調查，偏鄉地區對於數位應用服務均有需求與期待，然而因目前的網路環境建設不完全、寬頻品質不佳，再加上偏鄉資訊科技經費不足，以及缺乏專責的資訊人力，導致大多數單位雖認為有新興科技應用導入的需求，但當問及未來是否會提供相關服務時，普遍均回答不會提供。此外，各單位類型面臨的困境也略有不同：

以公所、郵局及農會而言，業務大多於室內辦公室處理，固網連接狀況也相對穩定，然而其認為偏鄉地區因人口老化，雖有數位服務的需求，但實際落地應用需要中央統一協助，包含專業人員以及系統建置經費；而另一方面也認為偏鄉人口老化問題，可能造成新的數位服務使用率低。

而以派出所、消防局以及衛生所而言，其業務需要長時間外出值勤，並處理緊急狀況，因此對於行網的需求相較上述三個單位大，然而普遍來說，此三個單位網路延遲狀況均高達 85%以上，

對於數位應用服務的發展也造成阻礙與困難，期望能透過網路升級，強化其救難、救災之效率。同時，也觀察到這三個單位現已導入新興科技的比例較其他單位高，如偏鄉地區因醫療人力極度缺乏，據本計畫問卷統計，已有 77%的衛生所導入行動醫療站，並有 86%的衛生所有提供在宅醫療服務，但多數受訪者卻表示其設備不一定齊全，或面臨偏鄉家戶可接取固網的比例過低、但行動通訊訊號又不良，使得此些科技設備無法發揮最大效用。

最後，中小學校因可接取學術網路，網路品質是所有單位中最佳的，然而其推動之數位服務比例卻相對不高。可能原因為高達 80%學校並未配置負責之資訊人員，因此教師們雖認為有推動之必要，卻無法身兼多職處理不熟悉的業務，同時也認為並無足夠的經費促成創新應用的發生。

統整各單位之網路環境，多數單位希望能夠改善下述三點，分別為：普遍性、速度以及穩定性。因偏鄉地區寬頻建置不盡完善，使得部分山區無法接收網路訊號或是會有斷訊問題，而人員在操作上也常因網路延遲而導致作業速度緩慢；在經費的考量上，多數單位認為沒有多餘預算能夠負擔相關服務，或是申請方式複雜，且最終獲取的經費也僅是杯水車薪，對於後續的建置及維護並無太大的幫助；最後則是專責人員的部分，因數位應用服務執行上的專業需求較高，且多數單位並無設置相關資訊人員，導致其他職員必須身兼多職，造成工作上的負擔，希望能由中央統一規劃，確認應用的可行性，降低偏鄉地區人員操作上的困難。



圖 159 偏鄉地區各單位網路與數位應用概況

資料來源：我國偏鄉寬頻環境問卷調查，本計畫製作

透過問卷調查，可以發現偏鄉公部門寬頻品質不佳的問題：有 42% 僅使用中華電信小於 100Mbps 的方案，且超過七成在使用上有網路延遲的狀況，造成整體滿意度低落；同時，因為人力、資源與建設不足的問題，其皆表示對數位應用服務的需求與期待，以改善偏鄉地區的公共服務、醫療、教育、警政、消防、郵務以及農務的品質，然而現有寬頻提供者所提供的寬頻服務並無法滿足當地的數位應用服務需求，而且既有寬頻業者對在偏鄉佈建高速寬頻意願不高。

因此，針對寬頻網路，以室內所使用的固定寬頻而言，建議未來能夠利用有線電視業者在偏鄉地區既有且密集的 cable 與光纖線路，提升寬頻網速以加值創新應用；而針對派出所及消防分隊等，較常使用行動網路的單位，若能以有線電視業者結合形成寬頻共網，而促使更多電信業者建立基地台，將有助於提升偏鄉地區行動寬頻的速率以及覆蓋率，也能夠使相關單位執勤時，使用較佳的寬頻服務品質，促使創新寬頻應用發生。而針對新興科



技，由於偏鄉地區普遍缺乏人力與經費作為應用服務的先導角色，因此，建議應由中央帶領某一偏鄉地區最為示範點，驗證新技術之可行性與穩定性，並將服務流程確認，形成一可直接複製到全台鄉鎮市區的科技應用，方能達成資源有效利用的極大化。

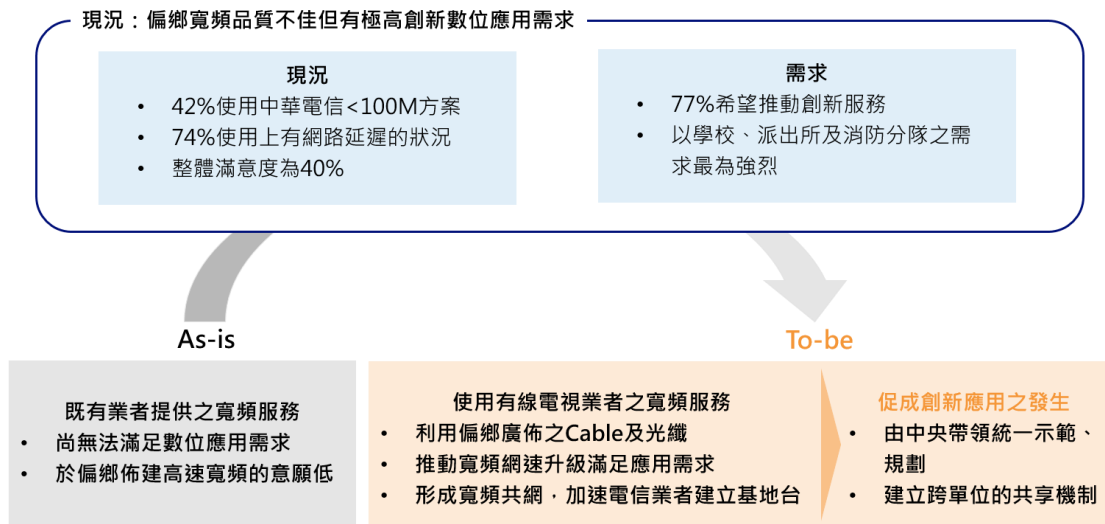


圖 160 偏鄉寬頻環境課題與潛在解決方案

資料來源：本計畫製作



## 第五章、 結論

本計畫為三年期的「數位創新經濟基礎網路環境建構支援平台計畫」之第3期計畫，本年度除持續追蹤前兩期調查研究與政策推動成果外，因應5G將於今年正式商轉，研究團隊透過國內外寬頻及電信業者之5G發展動向及垂直場域應用調查，綜整提出我國相關政策建議。

首先，針對高速寬頻環境建設議題，研究團隊已於前一期計畫中提出利用國網中心維運之學術網路轉型提供IX功能的新互連路由模式，除持續與國網中心及業者溝通外，今年則進一步向通傳會與科會辦意見徵詢，在確認建置可行與法規可行的情況下，舉辦座談會，向業者公開說明並徵詢合作意願與方案建議，而交通部郵電司也已於今年6月12日將此建置企畫書函送行政院科技會報辦公室。此提案最終由科技部國網中心納入其「海纜及5G雲端聯網中心前瞻計畫案」，規畫將於台南及台中建立海纜內陸介接交換中心節點，各地ISP可利用國網各地主節點或區網進入此二IX進行網路交換，即實踐本研究團隊提出利用國網既有路由作為新互連IX之構想。

另針對固網品質，過去在交通部及研究團隊的協助推動之下，我國不含偏鄉的1Gbps覆蓋率已達85%，目前已有27家業者推出1Gbps方案的家用寬頻服務。然而，研究團隊觀察到1Gbps服務上市後仍未帶動市場需求，在政策（DIGI+方案）推動下，業者技術宣示意味較為強烈。而面對5G世代，固網更轉型視為5G backhaul角色，但根據日本對5G高速基地台的定義為使用理論值最快10Gbps回線，則目前我國並非所有地區固網速度皆可支應5G需求。因此，研究團隊建議不應再將固網覆蓋率視為一獨立目標，而是將固行網視為一整體政策目標。首先，建議DIGI+ 2.0應優先考慮將偏鄉地區之高速寬

頻普及建設納入考量，透過政策支持偏鄉兆元級高速寬頻及 5G 佈建，才有利於新興科技技術導入偏鄉，達到縮短城鄉數位建設落差的目的；而針對非偏鄉之都會地區，由於電信業者皆以 10Gbps 光纖作為 5G 基地台 backhaul 目標，技術走向 10G-PON 的方向明確，表示不論是行網或固網皆有品質維持與持續升級到 10Gbps 超高速寬頻網路的需求，主管機關亦可順勢將超高速寬頻網路佈建（家戶上網提供 10Gbps 方案或足以支援 5G 基地台頻寬）之覆蓋做為 DIGI+ 下一階段目標。

其次，5G 技術為各領域皆帶來許多智慧化想像，偏鄉地區雖有強烈且具體的需求，但偏鄉基礎建設往往因不具商業回收考量，而無法吸引電信業者投資，僅能透過政府補助支持。然而，過去電信基地台補助往往忽略 backhaul 的重要性，或是各部會針對各自領域各別補貼，重複補助的結果往往造成資源浪費，或僅為單一亮點呈現而並未規劃永續發展模式。對此，研究團隊參考各標竿國家偏鄉網路建設策略，針對我國偏鄉 5G 提出電信共網建設的政策建議，期望透過委請廠商代建代維的形式，結合中央財務補貼並引入民間資源，完整涵蓋偏鄉寬頻網路建設，並實踐偏鄉公部門之 5G 垂直應用需求，亦期望帶動民間於偏鄉之 5G 網路建設發展。

同時，配合《電信管理法》，交通部做為行政院指定之電信產業輔導獎勵主責機關，研究團隊也在今年計畫中協助掌握其他部會之產業輔導機制及運作經驗，並拜會電信業者，以協助修訂《促進電信事業產業創新及研究發展輔導獎勵辦法》完備。此外，配合此辦法，研究團隊綜整國際 5G 市場趨勢及我國 ICT 市場變化分析，發現在全球 ICT 市場致力於異業結盟以推動 5G 垂直領域服務的同時，我國電信事業營收於整體 ICT 服務的占比卻逐年下滑；此外，在新創產業推動的過程中，教育部、科技部以及經濟部皆已透過許多計畫推動各種規模與目標的新創產學合作，新創團隊得以在經濟部計畫下進入加速

器，得到商品化推出的機會。然而，新創待在加速器的時間有限，若無法對接到市場，或商品推出後，缺乏足夠資源與管道進行營銷，便難以繼續營運下去。因此，交通部之《促進電信事業產業創新及研究發展輔導獎勵辦法》便得以接續此跨部會分工的模式，做為鼓勵服務擴散的角色，鼓勵已商品化之電信新創服務整合擴散、建立創新商業營運模式，甚至得以成立自有品牌或輸出海外。此辦法之政策工具包含輔導補助及成果獎勵，在創新科技研發與試驗的進程中，研究團隊分別針對兩大政策工具提供推動面項建議，包含：(1)輔導補助電信業者設置 5G open lab、(2)獎勵電信創新商品或服務推出，透過輔導獎勵機制，期能帶動電信業者脫離純笨水管服務並推動電信產業創新，同時協助中小企業之數位轉型，並提升我國整體 ICT 及電信服務營收。

最後，針對無人機物流服務之發展，今年度除持續追蹤國際無人機物流商業化進程，亦由國際間 UTM 的規劃差異比較中，觀察到有別於我國，標竿國家對 USS（無人機服務提供商）角色之重視，並且由政府帶領產業界共同進行國家空域的整體規劃，此種模式使得業者在系統開發設計階段，能針對未來國家要求的資訊交換規範進行提前部屬，亦能提供可落地執行的設計概念供政府政策參考。

總結以上，在高速寬頻、5G 及其他創新應用的推動上，研究團隊已透過業者訪談、產官學座談會，及輔導業者進行測試規劃，協助交通部持續優化我國寬頻網路建設品質、並擬定跨機關溝通協調機制等相關配套，以完備交通部於 DIGI+ 方案中協助建構有利數位創新之基礎環境之政策推動角色。

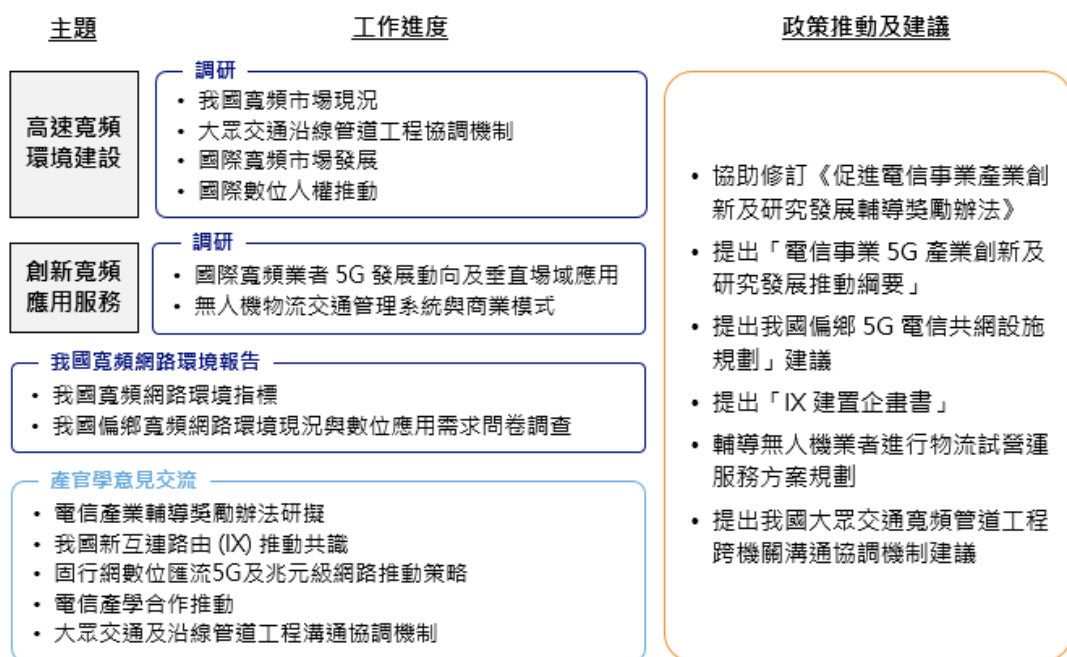


圖 161 本計畫執行進度、政策推動及建議

資料來源：本計畫製作

## 第六章、 附錄

### 附件 1- 座談會會議記錄

#### 一、 第一場座談會—「交通部產業輔導獎勵辦法機制研擬」座談會

時日	2020 年 4 月 28 日（二）14：00～16：00		
場所	台大集思會議中心（台北市大安區羅斯福路四段 85 號 B1 亞里斯多德廳）		
參加者	出席人員	交通部郵電司 行政院科會辦 工研院 台北市電腦公會	專委、科長、技正、專員 研究員 新創長、副組長 顧問、經理
			共 11 位
NRI	陳志仁、陳禹潔、鄭珺文		

#### ■ 台北市電腦公會

- **輔導辦法階層釐清**：此輔導辦法為一母法，相關細節應由每年核定的中綱計畫做訂定。
- **第五條第四款需避免重複補助**：高速寬頻網路的部分要注意避免重複補助，例如電信業者在取得頻段後，就已經有相應的權利義務需履行，應需注意高速寬頻網路建設是否已在其權利義務範圍內。
- **法律過渡期的電信事業主體問題**：電信管理法跟舊法之間有三年過渡期，本辦法的輔導獎勵對象已指明為依電信管理法登記在案之電信事業，過渡期間電信事業的主體需要釐清。
- **電信事業的定義**：電信事業的定義有受到 NCC 電信管理法母法的規範，主體定義要釐清。
  - **科會辦回應**：用到資源的才需登記為電信事業，沒有使用到資源的就不需要登記。

#### ■ 台北市電腦公會

- **輔導獎勵主體與目的需釐清**：從產業角度建議此輔導獎勵辦法的目的要釐清，是要鼓勵電信業者還是產業發展？若是鼓勵產業發展的話，對象應放寬、不侷限於電信業者。
- **標章認證的定義與目的需清晰**：(1)若是由國內政府使用的服務，標章

審核的嚴格度拿捏或是包括非陸資的審核標準皆需再探討，(2)若是朝國際合作的方向，則服務認證標章應有較大的彈性空間。

- **國際輸出：**(1)以產業角度而言，國際化的企業多為 SI 而非電信產業，因此在補助主體部分，若只補助電信產業，會較為侷限，難以達到國際輸出的目標。(2)目前草案中的國際合作較為籠統，建議後續或可設特別專章來規範，因為涉及國際合作，其輔導獎勵方式、資格、認證內容與國內認證服務會有差異。
  - **野村回應：**補助主體的部分根據電信管理法已經被明確定義為受登記的電信事業，詳見以下：電信管理法第九十四條「為促進電信產業創新及研究發展，行政院指定機關得辦理電信事業輔導、獎勵事宜。」，以及第三條第一款「電信事業：指依本法登記提供電信服務之事業。」
  - **台北市電腦公會回應：**這是很好的輔導獎勵方式，但是現實狀況是台灣的電信業者幾乎無法跨到國際市場，因此建議在草案的輔導獎勵項目應主要放在解決方案，才能做到產業面的國際輸出。
  - **野村回應：**在國際化的部分，應該是透過此辦法驅動電信業者去推國際化，讓業者不得不去合作，而不能再用舊的行事，只想把國外平台兜進國內的市場來推服務。
  - **台北市電腦公會回應：**輔導獎勵主體太侷限的話對業者就沒有機會，意義不大。

## ■ 工研院

- **應適當放寬對象：**剛剛提及之新興服務如邊緣運算、雲端等，應該將會提供服務的業者都納入。新興服務一般有 a.電信業者或 b.新服務業者來提供，但 b.新服務業者相較電信業者，其創新能量就比較低，因此在輔導上應適度放寬對象至新興服務業者。
- **經濟部與交通部的角色劃分應更清晰：**草案中第五條與第六條分別談到產業創新與技術設備研發，目前看來這兩條是相互矛盾，建議將設備歸給經濟部，亦即系統整合上半部是服務由交通部主管，系統整合下半部是設備由經濟部主管，來推行軟硬體設備整合，建置成功後將服務輸出。
- **辦法第五條建議增列：**目的是推動產業創新屬恰當，但僅就人才培育等內容進行描述，建議加入推動高附加價值或新的營運模式創新的描述。
- **辦法第六條建議修訂：**提及推動技術設備研發的規範較不恰當，因技術設備研發一為經濟部的職責，二為電信事業不會做（電信事業主要做服務的部分），因此建議項目縮減，減去技術研發的部分。
- **目的需釐清：**建議朝(1)客戶滿意度、體驗提升，(2)創新價值提升的方

向著手。

#### ■ 野村

- **經濟部與交通部補助辦法之差異與接軌：**如工業局在推智慧城鄉的5G應用試驗，後續是否能將經驗與技術在交通部的補助辦法下由電信業者推廣服務至全台？具體而言，透過經濟部確立技術與服務前瞻性與可行性，在設備業者端將設備打包好，與SI業者共同與電信業者合作在交通部的協助下擴散服務。

#### ■ 台北市電腦公會

- **法律條文的階層問題：**原則上補助、輔導與獎勵是屬於同一層的內容，應該不會出現如草案當中在標題寫輔導與獎勵，卻又在獎勵措施裡寫到補助辦法。
- **會計科目問題：**由於補助、輔導與獎勵在會計認列的科目不同，導致調撥款的方法也不太一樣，以經濟部為例，補助辦法有50%的上限，而輔導辦法沒有，建議交通部應再與主計釐清這部分的內容。

#### ■ 工研院

- **成果獎勵的獎金與提供程序應再釐清：**當業者計畫執行完後，何時可以申請成果獎勵？
  - **野村回應：**第十二條唯一可以應用的是某電信公司的產品或服務在國際上取得獎項，所提供的一個榮譽與獎勵。
  - **工研院回應：**那第十二條邏輯上就不需要談遭遇困難。

#### ■ 台北市電腦公會

- **輔導概念釐清：**第七條輔導措施的概念是？例如中小企業的輔導不是顧問輔導，而是給錢的輔導企業做情境應用、智慧城鄉的服務。
  - **野村回應：**中小企業處在做的輔導概念是協助企業提案，而相較起來，電信業者資源豐厚，提案經驗也豐富，因此草案提到的輔導電信業者反而是更具積極性的，去輔導業者擴散服務。
  - **科會辦回應：**補助上限訂定有意義，否則會有圖利財團之嫌。

#### ■ 工研院

- **建議草案內不具體寫入認證標章：**將認證標章寫進去母法會比較狹隘，母法應該宏觀的訂定，認證標章的部分應由工作規範做。
  - **野村回應：**草案已經是較為框架的內容，在操作措施項目中，還是需要提出相關措施的大方向，原則上希望各位先進提供還有那些可以增加的措施。

## ■ 工研院

- **第七條的輔導措施不應過於具體**：後續會被挑戰是不是只能提供顧問、諮詢的輔導而已。
  - **野村回應**：這部分是交通部本身法規需要訂定的框架，這邊要釐清框架是無法直接操作的，而後面才會有細節計畫來做具體呈現，這邊也希望各位先進不要將草案的大架構全面打掉，而是在現有架構上修增。
- **產業發展與草案補助主體落差**：一般研發創新分為 OT(操作技術)、IT(資訊科技)、CT(通訊科技)，而電信業者的研發成果最差，若只限定電信業者，執行上如何與怎麼跟經濟部做成果銜接？
  - **野村回應**：例如經濟部補助小基站的研發後發現已經可以使用了，那獲取一個小基站的硬體認證標章就可以由交通部來推服務擴散。交通部這邊的標章是服務標章，認證 MIT，如同內政部的智慧建築標章，智慧化的部分不會訂硬體，而是服務品質、滿意度等。
  - **工研院回應**：但是電信產業發展三、四十年了，全世界有沒有這樣的標章讓電信業者趨之若鶩？目前看起來沒有。電信相關認證或標章很難國際上找到，即使我們可以自行創造，但是對電信業者有沒有吸引力？
  - **野村回應**：這部分我們也和工業局科長討論過想法，建議我們試著融合大家意見，將經驗做出來，讓交通部做到服務擴散。

## ■ 工研院

- **關於導入認證標章制度**：用詞上或許不是認證及標章，而是國際上有公信力的電信產業聯盟做像航空公司 ranking QS 服務品質的評比。
  - **野村回應**：大家對認證及標章的認知及定義比較不一樣，的確容易引起專業人士的意見，後續會再重新修改。

## ■ 台北市電腦公會

- **重申輔導辦法裡面不能做補助**：經濟部的辦法是將補助與獎勵放在一起，而輔導辦法裡面是不會做補助的。
  - **野村回應**：經濟部與交通部條文從題目就不一樣，交通部是沒有補助二字，母法本身是不同邏輯。

## ■ 科會辦

- **重複補助問題**：有沒有哪一條是避免拿到政府其他補助的？
  - **交通部回應**：根據第十四條，原則上經濟部已經拿到補助的不能



在交通部拿。

■ **科會辦**

- 「普及服務」名詞問題：對外部不應使用普及服務一詞，對 NCC 而言普及服務是專有名詞。
  - **野村回應**：後續改用服務擴散。

■ **交通部**

- 謝謝與會先進寶貴的意見，由於交通部在輔導獎勵辦法擬定與推行上較無經驗，此次公布的草案係訂定框架，未來施行時將訂定細部計畫來更明確獎勵的目的與措施。這樣的執行模式有點像是空白授權，主要因為電信技術與發展應用是日新月異，沒辦法事先訂得太過具體，而是以滾動檢討方式來辦理。除此之外部會之間的連結也是我們欠缺且很需要學習的，往後交通部在訂定計畫時也會廣邀各部會的主管及專家，進行部會的橫向聯繫。最後是我們的框架是比較概略的，應該舉實例說明會比較清晰。

■ **野村**

- 感謝各位對條文修改的建議，野村將綜整今日各單位意見，提供一版修訂資料再寄給各位，麻煩各位後續再補充修正建議。

## 二、 第二場座談會—「我國網際網路交換中心 (IX) 新互連路由 建置方案」座談會

時日	2020年6月9日(二) 14:00~16:00		
場所	交通部集思會議中心(台北市中正區杭州南路一段24號 202會議室)		
參加者	出席人員	交通部郵電司 行政院科會辦 國網中心 NTT Taiwan 國立成功大學 台灣基礎開發科技 北都數位 全國數位 大豐有線電視 科技部 台灣有線寬頻協會 通傳會	科長、技正 研究員 副主任 副理 教授 主任 高級工程師、工程師 經理 經理 副研究員 秘書長 專員
		共 15 位	
NRI		陳志仁、陳禹潔、楊明嘉	

### ■ 台灣有線寬頻協會

- **新互連路由建置服務方案的價格考量：**中華電信 HiNet 在過去幾年的服務價格持續地降低，如果要提出與其路由成本有競爭力的方案相對有挑戰性。
- **透過新的營業模式打破獨佔市場業者的情況：**中華電信與是方電訊是最大的主機代管，擁有大部分的內容與應用，期待透過新的營業模式培養民間業者達成與中華和是方平起平坐的內容供應與主機代管，協助更多網路應用業者減少相關網路連接成本和與國際競爭，形成訊務平衡。ICT 應用業者在主機代管和網路空間上的成本要是能有效地降低，整個環境能夠更加健康化。
  - **野村回應：**國網中心過去已經投入很多國家資源來為高速運算和資料儲存的相關資源建構做準備，期望為業者未來的應用上多一個選擇。

### ■ 北都數位

- **增加路由建置方案免費頻寬的額度**：除了對建置方案的價格考量外，目前方案提供的 2G 頻寬可能只能放一些實驗性客戶，希望能夠將頻寬提高到 10G。
- **大豐有線電視**
- **公司已加入是方，詢問加入新方案的誘因**：此方案看起來是透過國網中心遍布於全台的骨幹網路跟是方做 IX 的配合，對已經進入是方的業者來說似乎沒有影響。
    - **野村回應**：貴公司雖已加入是方，但應是在是方內藉由新世紀資通或台固轉訊到 HiNet，此方案旨在將原先 Cable 業者連接至台灣固網或是新世紀資通的相關連接費用轉嫁到國網中心，以國網中心做為新的串聯中心。目前規劃先完成國網中心和 NTT 的連線，加上 NTT 對國網的網路合約能夠保證一定的頻寬，讓業者透過國網中心連線到海外時能夠確保有穩固的速度。考量價格因素因為國家投入這些建設，所以國網中心的收費模式能比台灣固網跟新世紀資通更具有競爭力，現在建立的五年方案可以維持原本的網路，同時讓業者有第二個網路選擇作為備援方案，做比較跟移轉。
- **台灣基礎開發科技**
- **新互連路由建置服務方案的價格考量**：試用期結束後的原價目前還未知。
- **NTT Taiwan**
- **期望與業者們共同解決訊務交換瓶頸**：NTT 雖然是 tier 1 的國際通信業者但在台灣跟有線電視業者一樣受限於電路的限制，而影響了在國內的發展。因應未來 5G 的應用所衍生出更多連線的需求，以及跟國外一些 content 和雲端業者做連線，NTT 在這方面可以協助大家，也希望可以跟業者們合作共同打破既有廠商的限制與僵局。
- **國網中心**
- **國網中心網路傳輸整合服務**：國網中心近幾年來在網路資源整合方面獲得來自前瞻計畫的相關資金來建構並提升更大的資料儲存、網路以及 AI 相關設備，進一步拓展到業界的服務。台灣的學術網路遍及台灣各地學校，目前已經規畫要將公部門的 TANet、TWAREN、GSN（政府網路）、ASNet（中研院網路）的網路銜接起來，除了既有在新竹，未來也會在台南有實質交換中心。期望能在這個大網路的重新架構下更完整地提供各學校機關所需的服務以及官方公部門 content 的

服務。以此為基礎再拓展到各關鍵業者所連結的數位服務，預期能夠推動如 IoT 的相關應用的研發，國網中心也樂於與業者們共同合作。

- **新方案價格：**業者在意的頻寬跟價格會跟政府，會與相關政府單位如科會辦做進一步討論來降低對業者發展的障礙。

➤ **野村回應：**預計明年啟動此計畫，到時需要偕同秘書長跟科技部及相關部門長官共同參與。

## ■ 通傳會

- **法規面：**目前有相關單位了解及評估對於近期將實施的電信管理法可能造成方案中企業經營的影響，基於各國目前在 IX 經營上採取讓企業自行協商的作法，NCC 目前尚未有積極介入的規劃。但與其他相關單位討論後得出即使未來電信管理法的施行，由於經營 IX 的公司並未掌握電信資源，所以不會阻礙其登記成電信事業的選擇，NCC 對未來經營 IX 的公司登記成電信事業上的意願採取歡迎及尊重的態度。

## ■ 行政院科會辦

- 目前第二期前瞻基礎建設的計畫之一項目著重於改善我國網路環境，包括強化網路效能、穩固及資安等方向。今天的會議題目符合前瞻基礎建設推動的方向，科會辦也樂觀其成並感謝國網中心在此計畫中扮演一個重要的推動角色。

## ■ 國立成功大學

- 從過往經驗來看若有三個主要的 IX 經營者較能平衡產業上的發展，希望國網中心能夠成為除了是方電訊以及中華電信以外的第三家主要經營者。

## ■ 交通部郵電司

- 感謝野村提出的此方案，也獲得眾業者的支持，未來會將計畫書交給科會辦並希望獲得支持，一起協助此建置方案的推動。

## ■ 野村

- 隨著台灣 IX 走向商業化競爭的趨勢，主要 IX 經營者的民營化，野村在參閱了香港由學術機構共同扮演 IX 角色的案例後，發想到本國國網中心維運之學術網路 TANet 其背後的可行性，最後與郵電司提出此實驗性計畫。期望能請國網中心副主任在會後商討建置方案免費寬頻是否能調增為 10G，也麻煩秘書長協助推動有線電視業者跟國網中心共同參與此實驗性計畫，齊力走向國際市場。

### 三、 第三場座談會—「我國固行網數位匯流 5G 及兆元級網路推

#### 動策略」座談會

時日	2020 年 8 月 18 日 (二) 14:00~16:00		
場所	交通部集思會議中心 (台北市 100 中正區杭州南路一段 24 號)		
參加者	出席人員	交通部郵電司 行政院科會辦 宅急網 國立成功大學 台灣基礎開發科技 中華電信 資策會 台灣之星 台灣大哥大 今網科技 遠傳電信 亞太電信 新世紀資通	專委、科長、技正 研究員 營運長 教授 主任 主任工程師、工程師 研究員 經理 工程師 經理 資深專員 經理
		共 22 位	
NRI	陳志仁、陳禹潔、侯思茹		

1. 我國 5G 建設義務為：「3.5GHz 頻段得標者，應於 5 年內使用其新標得的 3.5GHz 頻段建置，或用其擁有之原 4G 頻段升級建置 5G 基地臺，涵蓋全國人口比例至少達 50%，並使用其標得之 3.5GHz 頻段，建置至少 1000 臺 5G 基地臺」。請問電信業者目前針對 5G 建設，要達成前述 50% 人口涵蓋目標，既有 backhaul 光纖網路是否可支持 5G 基地台所需？其頻寬為何？是否為 10Gbps 或 10Gbps 以上；或需增加至 10Gbps 或 10Gbps 以上？如何規劃升級計畫？是否有 backhaul 光纖網路建設的困難？哪些可透過政策配套協助？

#### ■ 亞太電信

- 以 28GHz 頻段而言，4G backhaul 光纖網路將無法支持：28GHz 具有高頻特性，主要將應用於垂直場域以及企業用戶；以頻率特性來看，若有建設足夠基地台且有有線電視業者加入則樂見其成。因 4G 的 backhaul 無法支持，所以會更新、移到新的系統，目前都在嘗試，至少 10Gbps 以上。

## ■ 台灣之星

- 以租用基地台的方式為主，將考量自建是否恰當：目前大部分 backhaul 多是租用，當然我們也有考量自建是否合宜，對於租用來說，我們注重需要的地點或速率，因為大家都搶著傳輸，傳輸速率上目前比較不足；需求則看市場，目前無法明確講說是多少速率。

## ■ 台灣大哥大

- 以基地台的建設為優先：同樣先需考量未來需求，再考慮是否升級，目前也是先用成 10Gbps 的 ring。

## ■ 中華電信

- 未來隨需求逐步評估與建設：5G 依賴 4G 進行開台，因為光纖及設備都要投資，未來逐步建設，隨需求來評估，目前無法明說要多大的速率。
- 維護與施工的困擾：路平專案與政府管制開挖的部分，希望政府要給予協助，否則建設在時效上會有問題。主管機關配合 5G 發展來讓業者開挖，新的大樓有光纖建設要求，但既有大樓沒有或既有管道不足時，整個建設牽涉管委會，希望政府給予協助。

## ■ 遠傳電信

- 持續投資建設光纖網路設備：因需要擴充光纖及設備升級才足以支撐 5G 基地台，然而也須針對有需求之地區建設，偏鄉地區可能造成浪費。主要也是朝向 10Gbps 的概念，但偏鄉則看哪裡有需求再去做優先順序的考量。
- 對於基地台周邊的施工，政府應給予提醒以提前準備：第一線同仁反映在某些時段，挖馬路時造成斷纜，我們是被動得知，希望可以提早知道哪裡要施工，讓我們提前準備。

2. 因應 DIGI+ 方案，交通部致力於推動兆元級寬頻網路發展，在交通部與各業者的努力之下，目前非偏鄉地區已達 1Gbps 83% 覆蓋率。請問各業者對於 DIGI+ 方案 2.0 (2021~2025 年) 未來發展 >1Gbps 網路，如 2Gbps、5Gbps 或 10Gbps 的看法？非偏鄉地區及偏鄉地區的規畫將有哪些差異？在技術面、商業面、需求面各有哪些考量？建議政策面如何訂定覆蓋目標較為適當？或維持現有涵蓋率定義？

## ■ 亞太電信

- **10Gbps 之建設若政府無配套措施則可能增加業者負擔：**目前光纖佈建政策從 1Gbps 直接跳至 10Gbps，政府若沒提供配套措施則會使業者佈建成本增加。
- **涵蓋定義不應具有強制性：**因覆蓋率並非為一項立即適用之規定，政府可將之作為參考之基礎。
  - **野村回應：**政府在規劃計畫時不是針對某個業者來做計畫，而是看整個國土要做到什麼目標，如果把不同業者做到的部分連起來，是否就能形成規模？在都市區，有好幾個業者會在都市區佈建，所以在都市區早晚都會達到 50%。但是偏鄉地區佔國土面積有 58%，只要 700 多台基地台可達成 10Gbps 覆蓋。

#### ■ 台灣之星

- **涵蓋定義之問題：**剛剛提到涵蓋定義的問題，對行網來講，連接到基地台跟家戶其實中間還有一段，不能等同。而偏鄉地區，我們關注我們想建的地方、需要建的地方或政府期待我們要去建的地方，可以達到有價格競爭力跟穩定的傳輸。至於偏鄉要到多少 Gbps 還是要看需求，難以講述一個數字。
  - **野村回應：**同意，不支持去建一個蚊子基地台。談市場經濟可以用聯集的概念，如果每一家都不經濟加起來可能很經濟，如果每一家都不想合起來做那就更沒有機會做。兩個邏輯，一個是請業者來做，業者不經濟不做，但政府花錢下去做，可不可以減低成本來做，這是兩種不同思維。

#### ■ 中華電信

- **市場面與需求面之問題：**市場面跟需求面是大問題。1Gbps 的服務已經使用多年，用戶數不多，應用面確實還不需要這麼高的速率，因此，就業者的考量，不一定要訂 1Gbps 要多少涵蓋，而是看市場需求，以國外來說，日韓也沒訂定業者要達到多少涵蓋。
- **偏鄉不經濟之問題：**偏鄉除了不經濟，建設也比較困難，第一是容易受災，維護費用高，第二是路徑更長，中間需要的光纖長度需更長，本身除了沒需求外，建設比市區需要更多經費，需求面沒特別看好。
  - **野村回應：**這是長期的問題，在偏鄉地區，一個營利事業很難做這件事，但很多公務機關在偏鄉卻有必要的服務需要科技輔助，這樣的案例在未來會因為科技的進步而被要求更多。過去 100M 就很厲害了，目前市場上也沒什麼人去買 1Gbps 的光纖，但從未來 5 年、10 年來看，基礎建設應該到

哪裡，政府目標跟業者要抓到一個平衡點，並不是要業者去做一個免費服務的事業。

- **偏鄉地區建設：**偏鄉地區在部落聚集點，如衛生所，可以到 1Gbps 服務，但深山地區無法提供，不能以不經濟地區通用。除了深山地區能不能建之外，國家過去投入相當多經費在偏鄉建設，業者也相當配合，希望投入進去與民眾所感受到的是等值的。將大量資金投入求一個表面上的數字，等於將業者與國家資源放在不具建設效益的地區，若都市沒有需求也不會有這麼多業者去做，這就是我們強調的市場競爭。到今年，光纖涵蓋到 83%，這算是一個基礎建設。從國外例子，日本基礎設施早就好，為何他們目標沒有訂到 1Gbps 以上？不能一味建設不管服務不管成本來談這些，應將這些做一體的考量。
- **偏鄉地區維運：**偏鄉建設有政府的前瞻建設等補助，但補助不包含後續的維護，用戶雖然有繳相關費用，但不足以支應整體維護費用，但業者仍必須維持相同網路品質，這是對客戶的承諾。
  - **野村回應：**政府可以去思考各部會可能也都有偏鄉建設需求，為什麼不全部納在一起？同時也包含長期維護的問題。偏遠地區大家都還是有在做，但沒有被列入中長期目標，DIGI+是國家大計畫，但其他部會沒有共同來看這個 KPI，各部會計畫的 KPI 沒有收斂在一起。

## ■ 新世紀資通

- **配合國家發展：**我們主要是配合國家發展，所以國家要訂定 1Gbps、2Gbps 或 10Gbps，新世紀資通目前沒有其他看法或建議。但針對偏鄉地區的定義，目前新世紀資通覺得不需要新的定義，這是內政部、業者、交通部、NCC 討論過的，目前適用。

## ■ 遠傳電信

- **以用戶感受度為出發點，而非數字：**建議應從用戶感受度評估，而不是硬性規定一定要 2Gbps、5Gbps、10Gbps 這樣的速度。美國一直有推 FWA。如果技術這麼好達到，為什麼美國還會用 FWA 的技術，這也是值得大家思考的。
- **偏鄉成本回收不易：**偏鄉建設最大問題除了錢之外，另一個就是土地、電力取得。這個區可能是某個地主戶的，另一個山頭又是另一個地主戶的，建設需要經過很多地主同意，而成本回收也是很大的問題。以蘭嶼為例，我們現在是租用中華電信的傳輸，我們認為應該考慮這個地區的人口數、人口密集程度，因為就算擴充到這麼高的速度，大家實際利用可能只是瀏覽網路、看



Youtube 而已，頻寬都夠用。

- **IoT 服務不必然只能使用 5G**：IoT 需要海量連接，但並不是一直在傳輸資料，可能每個月回傳一次，在資料量不是這麼大的地方，4G 也是可以支援。

#### ■ 國立成功大學陳文字教授

- **考慮用戶實際需求再逐步升級**：目前家用光纖升級到 1Gbps 只要軟體升級就好，成本不會增加太多，表示 1Gbps 已經覆蓋到這裡，就是看用戶用或不用。
  - **野村回應**：這就是現在 1.0 版的 KPI，把網路佈建的活絡點做完，有價格揭露就可以了，並沒有要求每個家戶都要做到 1Gbps。而 2.0 是明年國家新的發展目標開始，希望 KPI 的設定對整個業界未來共同發展有共識，同時搭著 5G 建設來配合寬頻建設的推動，我們覺得比談原來的 1Gbps 到 2Gbps 更有擴充的效益。

3. 為確保 5G 使用效能，參考日本總務省標準（5G 高度特定基地台是指使用理論值最快 10Gbps backhaul 之基地台），是否得依未來 5G 基地台覆蓋為 10Gbps 光纖覆蓋目標？也就是 50% 的 5G 人口涵蓋，等於 10Gbps 光纖人口涵蓋？或建議其他方式？

#### ■ 亞太電信

- **實際建設有困難**：首先，日本說的 10Gbps 是理論值，表示實質上有落差，可能不容易達到，因此是否需要訂到 10Gbps 亞太持保留態度。其次，日本是用地理涵蓋，台灣是人口涵蓋，地理涵蓋有實務上不可行的地方，且消費者需求是否能支持業者經營。以 5G 競標為例，三大業者除權後沒有填權，其實反映了市場，政府如果希望訂定這樣的 KPI，則政府執行力上要有足夠的領導。此外，若技術不穩定，後面的維運成本非常高，例如在山區建基地台，颱風一掃過，幾千萬就沒了。同意有政策的目標，但從 1Gbps 到 10Gbps 要有審慎的配套、考量執行面上的可行性，若政府願意補助，我建議應該要拉到 20Gbps。若人口涵蓋率是在 3.5GHz 的要求，我們尊重其它業者；針對 28GHz，亞太也會評估未來三年內，5G 實際應用在哪？商業模式在哪？

#### ■ 台灣之星

- **不應以理論值來制定 KPI**：要不要訂 10Gbps 很難講得清楚，因為是理論值。如果需求不到 10Gbps，我們也不可能去申裝

10Gbps 的電路，看市場需求來申裝高低電路，但目前沒有商業模式去評估。

#### ■ 中華電信

- **基地台數量考量：**若是用 5G 的 backhaul 10Gbps 做涵蓋則不是指接取，但國外似乎沒有前例。
- **國際接軌考量：**英國 2025 到 2033 才全光化，2033 到現在還很久，德國也類似。以 WEF 評比來看，如果以基地台的 backhaul 做為目標不確定是不是可以提高排名，WEF 的數字是屬於 ITUT 的數據，若我國努力建設但世界排名無法增加，是否還有意義？此外，目前世界上並沒有用 10Gbps 來做評比，連 1Gbps 也沒有，而只關注光纖網路或固定寬頻建設。

#### ■ 新世紀資通

- **對涵蓋率無特別想法**

#### ■ 遠傳電信

- **不贊成使用地理涵蓋：**從行網角度來看，各家電信業者都有一個共識是：偏鄉真的需要上網嗎？上網的目的是什麼？上網目的不外乎是緊急呼救而已。
- **人口涵蓋作法：**以人口涵蓋率而言，我們希望的方式是「村村有基站」，指得是行動寬頻網路，跟 10Gbps 比較沒有關係，不能說這個地方有基地台就等於有 10Gbps。
  - **野村回應：**我們可以跟寬頻業者溝通，在村裡的佈建上何時可以做到 10Gbps，不一定要跟基地台共構。但就寬頻業者而言，政府必須思考寬頻的覆蓋跟普及應該要用什麼方式量化。

#### ■ 資策會

- **政策應考量前瞻性：**十年前談 100Mbps 的時候，大家都說沒有這個需求，但資通訊科技無法等到有需求再建設，相反的，是先有技術後，才去看有什麼應用可以滿足什麼需求，5G 可能也是這樣子。今天要推 5G，那後面該搭載怎樣的寬頻網路？但 10Gbps 應該是固網的目標、行網的目標，還是固網行網共同的目標？
- **光纖線路之商業模式：**偏鄉不可能都要電信業者去鋪，其實有線電視業者是最好的管道，因此政府過去在推有線電視全面數位化。感謝野村的詮釋，我們該先有水管再有 5G 還是相反？例如亞太可以創造一個需求，你們是需求方，政府先補助有線電視業

者，之後電信業者再用租用的方式？對此目前還沒有定論。

■ **行政院科會辦**

- **先有目標就有需求：**在做政策規畫的時候我們會先去制定一個目標，以 Covid-19 為例，疫情是今年年初開始，但資策會從去年就開始推線上開會，當時大家不太有需求，但一旦推了之後，需求就真的呈現，所以先有目標，需求就會來。

■ **交通部郵電司**

- **實際應用亦為重要考量點：**野村討論 5G 議題 backhaul 的背後，其實是想替政府機關解決 2025 DIGI+2.0 寬頻的 KPI 要怎麼去達到；行政院科會辦目前有關 2025 年 DIGI+2.0 規劃的目標，除了寬頻網路的覆蓋率跟普及，尚包括「應用」，應用不只是業者要擔負的商業模式，希望政府能一起投入，譬如公共服務可以有許多創新的應用，也可多軌進行，也希望業者多多給我們意見，謝謝。

#### 四、 第四場座談會—「交通部電信產學合作輔導獎勵推動」座談會

時日	2020 年 9 月 25 日 (五) 10:00~12:00		
場所	交通部集思會議中心 (台北市 100 中正區杭州南路一段 24 號)		
參加者	出席人員	交通部郵電司 科技部產學司 經濟部中小企業處 國立成功大學 中原大學 國立台灣大學 中國文化大學 明志科技大學 台灣大哥大  中華電信 遠傳電信 亞太電信	科長、技正、專員 專案經理、專員 技正 教授 經理 教授 組長 經理 經理、副理、主任、資深管理師 科長、處長、資深管理師 經理、副理 副理、專員
			共 26 位
NRI		陳志仁、陳禹潔、侯思茹	

1. 針對座談會中提出目前規劃之電信產學合作構想，例如於校園或育成中心建置 5G open lab 提供新創團隊發想之服務進行練兵，也得以校園作為服務推廣之驗證對象 (PoS)，以加速創新產品推出及擴散。學研創新育成單位對此機制的看法？期望電信業者可為學研育成單位帶來哪些支援？(基本 5G 通訊環境、mentor 支援.....) 過去是否有與電信業者合作的經驗？

##### ■ 國立台灣大學

- 產學合作需要產、官、學三方共同努力：學界基本上並無營利，因此在做產學合作上需要爭取預算。以半導體聯盟為例，美國業者在這部分扮演很重要的角色，產業至少出一半以上的經費，政府國家科學基金會出一半。因此，產學合作不能全靠政府，也需要業界支持，例如在美國，美國國家科學基金會提供經費，由產業聯盟去向會員收集前瞻的計畫，把題目提出來，學界來提摘要，進入第二輪之後再把整個計畫提出來。要有經費、資源也要

有題目，因為往往學界想做的與業界有落差，業界要把未來發展方向的計畫訂清楚。

- **數據平台的建立為創新應用之基礎：**過去產業與學界也都有合作，但都是大家各做各的。以 5G 來講，企業需要學界提出創新服務構想，但學界最缺的就是沒有資料、沒有數據。如何讓大家成立一個數據庫，讓各方可以利用這個數據庫做如 AI、Machine learning 或是 New Business Model，若無數據，學校只能做一些書面研究，無法實際佐證。以平台來講，除了事後績效的誘因，平台在事前可以考慮作為投資抵減的項目。
- **學界在推動企業專網與專頻專網的角色：**電信業者擁有一定的研發能力，然而，學界能夠幫助電信業者國際化，比如說，各部會鼓勵學校與國外學校合作，也有很多相關計畫。在企業專網與專頻專網的方面，學校能夠協助與電信業者一起走出去，把國內的解決方案以及 ICT 的網路設備推廣到國際。
  - **野村回應：**若學校與電信業者合作，能夠將數據平台作為目標，且有具體目標才能爭取到合理的經費。在這目標下，學校能跟國際互相串連，使數據更為多元。不過在此機制下，必須要有具體的題目審核，去納入更多國內外的數據及想法。

#### ■ 國立成功大學

- **建議交通部補助範圍包含大學內育成中心的 5G 設備：**在簡報內提及，由電信業者提供 5G 設備給 Open Lab，交通部能夠透過補助電信業者，給予其更大誘因，同時，電信業者也能利用這些設備去做其他創新用途。
- **交通部、電信業者以及學校的在數據平台下的角色定位：**以成大交管系與台南市交通局過往的合作協定為例，政府將路網建立在系上，學校透過這些數據來做研究，因此交通部可以著墨於相關的建設上，與電信業者發想如何在這些建設上使用 5G 讓新創團隊使用，學校則是可以擔任公正使用資料以及監督和管理的角色。

#### ■ 中原大學

- **5G 建設能夠協助優化學校育成中心環境：**目前學校育成中心規劃智慧工廠及其他學研展示，若能建置一個 5G Open Lab 的環境，能夠有效降低遞延率、提供物聯網的溝通效率；另一方面，網路頻寬擴大也能協助老師收集專利報告及解決新創團隊頻寬不足的問題。

#### ■ 文化大學

- 希望透過與電信業者合作，協助新創團隊打入市場：在文化大學主要是協助經濟部中小企業處，希望能連結大企業去培植新創，例如雙方合作推出 5G 加速器等。

#### ■ 明志科技大學

- 希望能夠結合學校現有資源，與電信業者共同合作：目前與台灣大哥大的合作以及經濟部中小企業處的協助，已協助自駕車落地，現在也正與桃園市政府爭取更多應用支持。目前中小企業處以定向育成來鎖定單一技術做輔導，是協助學校來做技術放大很重要的目標與宗旨。在 5G 的概念裡，明志科大的校園裡已經有一個 16 公頃的工業用地，銜接機捷線，若未來有機會做為一個研發基地，將可帶動產業合作。

2. 產學合作的類型與模式眾多，科技部、經濟部或教育部過去皆有許多產學合作推動與計畫辦理的經驗，詢問辦理經驗包含：產學合作計畫模式（成立育成中心/孵化器、研發資金補助、技術轉移……等）、程序、執行方式、規範、計畫審核，或執行有無特殊狀況、執行成效評估方式等？

#### ■ 經濟部中小企業處

- 對電信業者而言投資加速器有一定難度：中小企業處從 107 年起推動 5G 及育成中心的補助，成效並不顯著，且加速器必須有策略投資，對電信業者來說也是有困難，因此硬體建設以及獎勵機制應能對其產生幫助。目前補助案針對協助育成進行零到一的開發，但加速器最多一年，一年後還是必須協助新創繼續對接到市場，因此認為獎勵金的機制能夠繼續持續下去。
- 目前年度產學合作經費為一案一千萬

#### ■ 科技部產學司

- 科技部主要補助學研單位，產學司目的是希望協助學校跟業者合作，盡量貼近實務面。目前尚未針對電信業者和 5G 推出專案，但希望業者與學界能夠投入產學加值方案，鼓勵雙方的合作。

3. 業者對目前規劃之電信產學合作構想的看法？哪些創新服務的構想可透過此方式進行測試？在此機制之下，建議交通部得以何種方式進行輔導或獎勵？

#### ■ 遠傳電信

- **建議以企業專網的方向來思考：**去年與台北市政府有做一個 5G Open Lab 的測試，為期大約半年，當時還沒有頻帶，但因國內廠商產品需外銷國外，因此有上百家廠商積極參與測試。現各縣市已陸續有 5G 涵蓋，應思考是否以企業專網的方式來做，專網的資料都是留在 local 端，能夠快速處理，降低延遲，對智慧工廠會有很大效益。根據 Nokia 去年的調查，全球專網市場約有 1,458 萬，如果能找到一些新的應用推到全球，速度會非常快。
- **補助的方向不應該被侷限：**不管是業者或政府，大家都希望能夠以 5G 為方向做更前瞻的應用，所以在這個角度下，不希望被侷限必須與學校合作，讓業者有機會跟不同的產業合作去發展。
- **獎勵機制：**同意模式 A 的機制，能夠以總積分的方式扣回到一年有多少預算，大家再依比例換回實際拿到的補助，這樣不管是業者、政府或是學校都能夠積極投入。

#### ■ 台灣大哥大

- **建議開放合作對象，不僅限學校育成中心：**跟經濟部的產學平台申請過補助，也與明志科大在自駕車有合作，我們也認同這樣的方向，但對象是不是只限學校，因為我們本身也有新創公司。新創可能來自國內或國外，他就會有所謂成果獎勵，對象我們建議可以開放，不限學校育成中心。
- **建議增加其他補助面向：**從零到一，產創的經費無法申請資本額補助，建議可以考慮資本額的補助款，或是從投資抵減的方向去做，讓電信業者可以有個依據。
  - **野村回應：**應要求政策的一致性，不希望交通部與經濟部的補助辦法有明顯偏差，針對產創平台的模式和補助方式應尊重現有的機制。中小企業處目前的辦法若能夠與交通部等部會共同努力將他擴大為針對電信這塊的資源，更能推動產業往前走。
  - **中小企業處回應：**目前的補助辦法不僅限於學校的育成中心，希望可以像台哥大一樣，去跟一些有經驗、能夠做國際連結的企業合作。

#### ■ 中華電信

- **建議擴大補助範圍：**針對補助辦法，今天比較聚焦在新創，能擴大的話更好。另外是若要往海外擴散，必須了解國外市場的需求，其中包含參加合作、展覽或是相關組織，目前實際執行的過程也遇到經費上的困難，這個部分若能在計畫中補助就可以解決這個問題。

■ 亞太電信

- 建議補助款項：建議交通部做 5G Open Lab 基礎的設備費用和相關程序的補助。



## 五、 第五場座談會—「大眾交通及沿線管道工程溝通協調機制研

### 擬」座談會

時日	2020年10月20日(二)14:00~16:00		
場所	交通部集思會議中心(台北市100中正區杭州南路一段24號)		
參加者	出席人員		
	交通部郵電司		科長、技正、專員
	交通部高速公路局		工程司
	交通部公路總局		副工程司
	交通部鐵道局		科長
	交通部台鐵局		工務員、業務助理
	行政院科會辦		副研究員
	桃園市政府捷運工程局		副總工程司、工程員
	新北市政府捷運工程局		科長、聘用技術員
	新竹縣政府行政處資訊科		約聘人員
	台中市政府資訊中心		高級分析師
	新北市政府資訊中心		分析師、執行秘書
	台北市政府資訊局		研究人員
	桃園市政府養護工程處		科長
	苗栗縣政府工務處		工程助理員
	台中市政府建設局		工程員
	新北市工務局		工程員
	中興工程顧問有限公司		工程師
	亞新工程顧問股份有限公司		總工程師
	中嘉網路		經理
	麗冠有線電視		工程師
	數位天空		經理
	凱擘大寬頻		主任工程師
	台灣寬頻		經理
	新世紀資通		
	遠傳電信		
	中華電信		高級工程師
	台灣大哥大		
	台灣之星		
	台灣高鐵		
	國立成功大學		教授

**■ 公路總局**

- **公路管道工程協調機制**：每半年召開協調會，要求各管線單位及電信業者提供未來預計施工路段，減少禁挖情形。
- **禁挖期可透過協調處理**：於省道、縣道以及市區由地方政府及營建署進行協調，一般禁挖期限為兩到三年，且每年均會公告禁挖路段。

**■ 鐵道局**

- **共同管道立意良好，然而維護費對管線單位為一負擔**：桃園、新竹、台中、嘉義及台南配合高鐵新建有共同管道。共管能減少馬路開挖，但維管費對管線單位是龐大支出，包括管道維護以及人員巡檢。
- **管道維護為地方主管機關負責**：與地方政府共同興建，但由地方主管機關維護。

**■ 台鐵局**

- **以個案方式解決管道問題**：本身專注於台鐵土地管道，僅協助地方政府彙整資訊。若有穿越軌道的管道工程，為個案方式由管線單位來申請，對台鐵局影響較小。

**■ 高速公路局**

- **目前高速公路並無設置共同管道，僅作交通管線的收納**：若有多餘空間則會提供電信業者租用。
- **以個案方式處理管道問題**。

**■ 高鐵**

- **目前主要為業者個別申請建設**。

**■ 桃園市政府捷運工程局**

- **目前以興建捷運為主，尚未牽涉埋管溝的議題**。

**■ 新北市政府捷運工程局**

- **管道開挖於工務局智慧路網登記**：以淡海輕軌而言，興建期間會暫管路權，並到工務局智慧路網登記從開始到結束的資訊。
- **竣工後路權回歸地方政府**：興建完畢後路權交回區公所及工務

局，若有其他管線要施工須向管轄機關申請。

■ **中興工程顧問股份有限公司**

- **共同管道造價高**，對各單位來說不一定有能力負擔：有關共同管道很早就有構想，初步設計上也會傾向共同管道。然而共管對各個單位而言不一定適用，因為造價高，其他未定管線，不知道要先擴充或是以後再放，無法馬上預估。
- **捷運車站**在施工的路段，地上可以配合作共管，但共管費用由各單位分攤。
- **各單位**需要在設計時期共同討論：剛開始設計時需要把可能單位都召集討論，確定是否可行，且後續還有出了車站接續的問題，建設上有其困難度。

■ **亞新工程顧問股份有限公司**

- **共同管道建置複雜且費用高**：目前針對重劃區傾向纜線管路的部分，至少能夠針對電力電信及光纖做整體管路的管理。
  - **野村回應**：不是把所有不同管線共在一個管道，而是把與電信、光纖相關，不同營運者管線的共管。兩種共管方式應該釐清。

■ **台中市政府建設局**

- **路權**在養工處，而目前以建置寬頻的共管為主。

■ **桃園市政府養護工程處**

- **營建署補助**地方政府做公共設施管線資料：每年會做固定設施物調查，並針對 2D 屬性，會依法要求管線單位提供資料。
- **每季至營建署開會討論寬頻佈纜率議題**：營建署於寬頻管道 M 計畫補助地方政府建設，而大家關心寬頻管道使用率的問題，需要業者向地方申請，因此雙方必須協調。

■ **苗栗縣政府工務處**

- **法定禁挖期**為兩年，然而會依據實際狀況與管線單位協調。

■ **新北市政府工務局**

- **近期舉辦系統公告之檢討**，預計明年初做研討。
- **期望以智慧管理方式監管**：新北市將會以資管的形式整合，以符合先進國家的處理方式。設置資管將會提高成本，因此管線單位的配合度為一大問題，未來可能採取較強硬手段，包含裁罰機

制。

■ **新竹縣政府行政處資訊科**

- 業者因成本考量多以附掛方式而較少建造管道。

■ **台中市政府資訊中心**

- 針對免費 Wifi 設置將考量使用率：目前對於近三個月未達 30 人次使用的站點會進行檢討是否停止該熱點服務，改至其他地點設立。

■ **新北市政府資訊中心**

- 重劃區與智慧園區有共管需求：在重劃區與智慧園區需要光纖，因此有與養工處及工務局保持溝通，希望在土地規劃上以新的規畫區來做建設考量。
- 以 iRoad 登錄圖資，並希望將資料標示更清楚：加強圖資，協助將來規劃更便利、快速。

■ **台北市政府資訊局**

- 目前透過信義試辦區分析免費 Wifi 服務提供狀況：在信義試辦區的免費 Wifi 服務，要求業者提供使用者相關資料，包含時間、人數以及流量以進行分析。

■ **中嘉網路**

- 共同管道對有線電視業者幫助不大：市府在做側溝施作時，會先以微管溝附在住宅上。不過多為階段性在做，可能只侷限某路段，對業者幫助不大。
- 固網與有線電視業者間能夠藉由彼此籌辦的委員會協調：能夠就管線共構共同討論並可降低成本。
  - 野村回應：共同管道無法作為有線電視業者最後一哩路的連接點。

■ **凱擘大寬頻**

- 共同管道建置成本高，以規模而言有線電視業者沒有參與機會：如市民大道下面的大管道，因建置成本大，有線電視業者無法負荷，而建置完成後，使用上也有難度，對小範圍的運營商而言不符合效益。
- 有線電視業者有意願配合管道建置，但須考量有線電視業者的營運模式：寬頻管道引進部分區段使用時，有線電視業者僅能配合

引入部分幹線，而絕大部分饋線、支線需要很密集與客戶連接，進入寬頻管道需要很多引出點，引出點對有線電視業者也是很大困擾，懇請各位長官在執行相關建設時給予機會解釋。

- **寬頻管道建置已久，地方欠缺維護：**有線電視業者進行搶修以及維護需要自費開挖，也須向地方政府申請，造成不便。
  - **野村回應：**共同管道以資訊角度來看，建設在前、使用在後，且須先釐清使用者特性。若要推動共同管道，應事先了解哪些共同管道屬於必要設施，而出去點也應納入事前規劃。

#### ■ 麗冠有線電視

- 目前台北市挖掘系統已有完整圖資資料

#### ■ 數位天空

- **共同管道的維護為一大問題：**因若管道有管障，需要管線單位自費維修，而各單位的溝通也是另一個問題。

#### ■ 亞太電信

- **共管建置以容積來看，因光纖頂多一到兩條，造成比例不相等：**光纜寬度大約3至5公分，電信業者附掛使用，與自來水、瓦斯管線等相比，有使用不對等的問題，然而目前費用攤提的方式也造成業者意願低落。
- **希望比照寬頻管道建置，由政府建置，業者承租**

#### ■ 遠傳電信

- **支持建置共同管道，但實際執行有其困難：**因想要使用共同管道時，管道可能來不及，所以只能自己佈建，申請上也較無彈性，必須向地方政府申請用地，而施工則是需要向鐵道局、高公局等申請。
- **共同管道有許多年久失修的部分，維修費用高且不易維修：**地方政府規定有共同管道時，業者不能自己挖，但共管不夠用且有管障，有時需要地方政府通融。
- **業者能於建置初期加入共同討論：**M計畫當初會與各單位協調共管建設地點。希望幾個主要國道，往後在考慮建置共同管溝時，也能與業者共同討論，因業者清楚人口密度在哪裡，也許能給出要在哪邊出口的意見，從聯絡纜出來，業者的使用率也會提高。

#### ■ 新世紀資通

- **大眾運輸建設前可先多考慮事先預留管線：**如高鐵、台鐵，於開始前就規畫主要電信管線能避免大規模挖埋，且在有合理租金的情況下，業者能不挖就不挖。
- **有線電視業者需要設想如何結合最後一哩路**
- **共管投入成本高：**共同管道建設可能在還沒有客戶時就要投入，對業者來說是一大筆錢，因此難以配合。

#### ■ 台灣寬頻

- **管道的維運以及承租費用造成業者成本壓力：**必要時候，可能三更半夜要緊急搶修，因此希望有搶修機制做為一些費用上的減免。
- 台灣寬頻在做規劃時均優先使用寬頻管道，不管有新增或是異動也會配合政府規範。
- **路平專案對業者反而造成困擾：**承租業者需要維護，而政府又限制申請時段且要求業者支付費用，是房東卻反要客人出，不太合理。
  - **野村回應：**業者支付管道使用費，可考慮大家共同協商，共同支付一部分作為維運費用。

#### ■ 中華電信

- **共同管道建設後的禁挖法律對業者造成困擾：**在做網路建設時，接觸到有共同管道的地區，因禁止開挖，當客戶有網路升級需求時，發現有管障或是線路已經滿了，這時候就嚴重影響數位建設。而承辦單位多，難以溝通，影響建設進度。
- **共同管道建設經費高：**要建設一個可以讓人進去的管道很好，但經費相對龐大，跟自建差滿多的。建議既然我們是要建立數位國家，往通訊方面的共用管道建設比較容易推行。專注寬頻、通訊管道建設，成本比較不會那麼高，業者比較容易接受。

#### ■ 台灣大哥大

- **業者參與建設共同管道，成本壓力大：**重劃區要做，但不知道房子要蓋在哪裡，客戶在哪裡。公司董事長要求要看到營收，另外也還有共同維護的問題要處理。現在不知道房子蓋在哪裡，也不知道要把引出孔留在哪裡，而事後也不能再開挖。
- **希望政府可以減免租金費用**

#### ■ 台灣之星

- 公司沒有固網業務。

■ **國立成功大學**

- 問題牽涉複雜，最重要兩原則為：資訊透明及尊重專業。

■ **交通部郵電司**

- 希望在此機制及寬頻管道建設下各單位能做更好的溝通。
- 未來縣市政府配合 5G 推動智慧城市建設，希望能與業者共同努力。

## 六、 與會者滿意度及意見回饋

本年度共舉辦五場座談會，會後發放滿意度與意見調查表，整體滿意度達 98.5%。以下就問卷調查內容，列出會前聯繫與籌備工作、場地及設備、議程安排以及討論議題設定，四個面向之與會者滿意度。

- 會前聯繫與籌備工作滿意度：97%
- 場地及設備滿意度：97%
- 議程安排滿意度：100%
- 討論議題滿意度：100%



## 附件 2- 中英文對照表

英文縮寫	外文全名	中文
4G	The fourth generation of mobile phone mobile communication technology standards	第四代行動通訊技術
5G	The fifth generation of mobile phone mobile communication technology standards	第五代行動通訊技術
5G-MoNArch	5G Mobile Network Architecture for diver services, use cases, and application in 5G and beyond	5G 移動網路架構實證實驗計畫
5GTT	5G Testbeds & Trials Programme	5G 測試實驗計畫
ANSP	Air navigation service provider	航空導航服務提供商
ATM	Air Traffic Management	空中交通管理系統
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	非對稱數位用戶線路
-	Base station on Premise	企業專用基地台
BVLOS	Beyond Visual Line of Sight	視距外
BCC	Bristol City Council	布里斯托市議會
BiO	Bristol is Open	
BcN	Broadband Convergence Network	寬頻網路匯流計畫
BDUK	Broadband Delivery UK	-
BNetzA	Bundesnetzagentur	德國聯邦網路局
-	Cable Modem	纜線數據機
-	Challenge Fund	挑戰基金
-	City Operations Centre	城市營運中心
CDN	Content Delivery Network	內容傳遞網路

英文縮寫	外文全名	中文
DOCSIS3.1	Data-Over-Cable Service Interface Specifications 3.1	有線電纜資料服務介面規範 3.1
DCMS	Department for Digital, Culture, Media & Sport	英國數位化、文化、媒體和體育部
-	Digital British Report	數位英國白皮書
-	Digital Strategy 2025	數位策略 2025
DSL	Digital Subscriber Line	數位用戶迴路
ESS	Energy Storage System	能源儲蓄系統
-	Ethernet	乙太網路
-	EU Merger Regulation	EU 兼併法規
FCC	Federal Communications Commission	美國聯邦通信委員會
FTTB	Fiber to the Building	光纖到大樓
FTTC	Fiber To the Curb	光纖到街角
FTTH	Fiber to the House	光纖到戶
FTTP	Fiber to the premises	光纖到房屋
Fiber	Fiber-optic communication	光纖通訊
-	fibres ring network	全國光纖環網
FirstNet	First Responder Network Authority	第一回應者網絡管理局
FWA	Fixed Wireless Access	固定無線接取技術
-	Fonds pour lasociéténumérique	國家數位社會基金
-	France NumErique 2012	2012 年數位法國計畫
-	France Très Haut Débit	法國超高速寬頻計畫
FDD	Frequency Division Duplexing	分頻雙工
-	FTTH Council Europe	歐洲 FTTH 委員會
-	G. Fast	Gbps 速率
-	Global Competitiveness Index	世界競爭力指標
HPA	Hamburg Port Authority	德國漢堡港務局

英文縮寫	外文全名	中文
HetNet	Heterogeneous Network	異質網路
HFC	hybrid fiber coax	混合光纖同軸
-	Icel. Ísland ljóstengt	冰島農村光纖計劃
-	IMD World Digital Competitiveness Yearbook	IMD 世界數位競爭力年報
IRU	Indefeasible right of use	不可剝奪的使用權
IMDA	Infocomm Media Development Authority	新加坡資訊通信媒體發展局
IMDA	Infocomm Media Development Authority	新加坡資訊通信媒體發展局
IPP	Integrated Pilot Program	整合示範計畫
IRS	Integration & Response Space	整合反應空間
iEN	Intelligent Edge Network	智能邊緣網路
iN2015	Intelligent Nation 2015	智慧國家 2015
ITS	Intelligent Transportation System	智慧運輸系統
ICAO	International Civil Aviation Organization	國際民用航空組織
ITU	International Telecommunication Union	國際電信聯盟
ICP	Internet Content Provider	網路內容提供商
IX	Internet Exchange	網路交換中心
IoT	Internet of Thing	物聯網
IP	Internet Protocol	網際協定
IPTV	Internet Protocol Television	網路協定電視
IPv6	Internet Protocol version 6	網際協定第 6 版
ISP	Internet Service Provider	網路服務提供商

英文縮寫	外文全名	中文
JPIX	Japan Internet Exchange	日本網路交換中心名稱
JPNAP	Japan Network Access Point	日本網路交換中心名稱
KII	Korea Information Infrastructure	韓國資訊設施
KINX	Korea Internet Neutral eXchange	韓國網路交換中心名稱
LOS	Line of Sight	直視距離
LAN	local area network	區域網路
LFFN	Local Full Fibre Networks Programme	地方全光纖網路計畫
LUN	Local USS Network	本地 USS 網路
LTE	Long Term Evolution	長期演進
LAANC	Low Altitude Authorization and Notification Capability	低空域授權和通知能力
mmWave	millimeter wave	毫米波
MIC	Ministry of Internal Affairs and Communication	日本總務省
MSIT	Ministry of Science and ICT	韓國科學技術資訊通信部
-	Ministry of Transport and Communications	芬蘭運輸和通信部
MNO	Mobile Network Operator	行動網路營運商
MNVO	Mobile Network Virtual Operator	行動網路虛擬營運商
MIMO	Multi-input Multi-output	多輸入多輸出系統
NB-IoT	Narrow Band Internet of Things	窄頻物聯網
NASA	National Aeronautics and Space Administration	美國太空總署
NBP	National Broadband Plan	國家寬頻計畫
-	National broadband strategy	國家寬頻政策

英文縮寫	外文全名	中文
NCC	National Communication Commission	中華民國國家通訊傳播委員會
-	national productivity investment fund	國家生產力投資基金
NaaS	Network as a Service	網路即服務
-	Network Slice	網路切片
NRI	Networked Readiness Index	網路整備度
-	Next Generation Access	次世代接取
-	Next Generation Fund	次世代基金
NGNBN	Next Generation Nationwide Broadband Network	下世代全國寬頻網路
NLOS	Non Line Of Sight	非直視距離
Ofcom	Office of Communications	英國通訊管理局
OTT	Over the Top	OTT 服務
PaaS	Platform as a Service	平台即服務
POP	point-of-presence	網路連結點
PPDR	Public Protection and Disaster Relief	公共保安與災害救援
PSAT	Public Sector Anchor Tenancy	公部門光纖網路租用計畫
PPP	Public-Private Partnership	公私合力
-	quadruple play	四重網綁服務
RID	Remote Identification	遠端識別
RTLS	Real-Time Location System	即時定位系統
SGIX	Singapore Internet Exchange	新加坡網路交換中心名稱
-	Superfast Broadband Programme	超高速寬頻網路建置計畫
USS	UAS Service Provider	無人機服務提供商
USF	Universal Service Fund	普及服務基金

英文縮寫	外文全名	中文
UAS	Unmanned Aerial System	自動導航系統
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	無人飛行載具
UA	Unmanned Aircraft	無人飛機
UTM	Unmanned Aircraft System Traffic Management	無人機管理系統
UPP	UTM Pilot Program	UTM 試點計劃
WSSC	West Sussex County Council	西薩塞克斯郡議會
-	Whole Network on Premise	獨立組網
WEF	World Economic Forum	世界經濟論壇
YUHS	Yonsei University Health System	延世大學醫學中心

附件 3- 期中審查意見對照表

蘇委員審查委員意見

項次	審查意見	執行單位回覆說明	修正頁碼
1.	<p>就計畫四大構面研究重點之意見：</p> <p>(一) 高速寬頻推動措施與法令調適規劃：</p> <p>依研究報告 P.39-40 我國於世界經濟論壇(WEF)之世界競爭力年報之 ICT 各項指標與標竿國家之比較圖(2019)評估，在行動寬頻網路普及下，光纖網路每百人訂閱率為左右各國 ICT 環境整體排名的關鍵因子如韓國 31.9%、1<sup>st</sup>，台灣 15.3%、11<sup>th</sup>，又依 P.45 我國 1Gbps 覆蓋率圖(2020 年 4 月，NCC 公開資料)全台不含偏鄉 1Gbps 覆蓋率已達到 83%，初步推論高覆蓋率低訂閱率的原因，為消費者或企業主缺乏訂閱使用光纖網路(1Gbps)之動機，即高速寬頻環境下並無相對應的應用或服務，如超高畫質視訊影音或互動式服務等需求吸引用戶使用高速寬頻網路。</p> <p>建議研究機構可從用戶需求應用面，並搭配 P.134 電信事業 5G 產業創新及研究發展推動計畫及成果再行研析，並提出因應應用服務需求之高速寬頻</p>	<p>感謝委員建議。研究團隊長期追蹤 IMD 世界數位競爭力年報，發現我國於電信投資佔 GDP 之比例與滿足商業需求的評分長期未居於領先，顯示我國基礎之網路佈建雖強健，但面對新興通訊技術之國際市場興起，仍有賴更多政策配套，研究團隊也將持續協助掌握企業端缺乏訂月高速光纖網路之動機，並協助交通部發展 5G 產業創新及研究發展推動計畫。</p>	---

	推動措施，以利達成高速寬頻網路普及使用和提升我國 ICT 環境整體排名之效益。		
2.	<p>(二) 高速寬頻網路建設之推動與協調：</p> <p>綜觀研究報告相關數據，我國高速寬頻網路之建設環境尚屬良善。</p>	感謝委員指教。	---
3.	<p>(三) 無人機交通相關應用及其他配合 DIGI+ 方案事項：</p> <p>研究報告 P.178-179 無人機物流服務之發展結論「已確認偏鄉公部門之無人機物流服務不具成本效益，」，惟本計畫研究重點為無人機交通相關應用，建議研究機構可從物流服務外之交通相關應用，如交通建設監看、交通流量瓶頸巡查等研析規畫及進行實測，以提供未來交通部推展業務之參考。</p>	感謝委員建議。針對無人機應用課題，本計畫因應 DIGI+ 方案計畫，原先鎖定物流與郵務頭地為期望協助交通部所屬之中華郵政研擬無人機智慧物流服務之可行性，作為交通部未來推展業務之參考。如期中報告中所述，本計畫目前針對無人機物流服務之發展結論為確認偏鄉公部門之無人機物流服務不具成本效益，乃因法規面與市場需求面無法相輔相成所致，因此，研究單位規劃將於期末報告前協助與無人機監管單位進行意見交流，同時，也將針對委員所提之其他交通應用服務進行可行性評估。	---
4.	<p>(四) 建立電信產業技術及發展資訊資料庫：</p> <p>電信管理法第 94 條「為促進電信產業創新及研究發展，行政院指定機關得辦理電信事業輔導、獎勵事宜。」已明定輔導、獎勵之對象為電信事業，</p>	感謝委員指教。 首先，針對交通部電信事業輔導獎勵機制研擬議題，由於交通部過去較缺乏產業輔導獎勵經驗，研究團隊規劃兩階段探討，首先藉由舉辦「交通部產業輔導獎勵辦法	P136-137



<p>惟研究報告 P.53-56 「交通部產業輔導獎勵辦法機制研擬」座談會之邀請出席單位非電信事業，此座談會之安排並不恰當，也徒增辦法機制討論失焦、發散。</p> <p>研究報告 P.134-138 研究機構另建議提案電信事業 5G 產業創新及研究發展推動計畫，並分為兩大細部計畫，分別為電信事業 5G 平台服務創新研發輔導計畫、電信事業 5G 服務成果獎勵計畫，惟成果獎勵之作法，為業者推出受認可 5G 創新應用服務或商品後取得之成果獎勵，或以 5G PaaS 為獎勵標的，若業者之 5G 創新應用服務或商品及 5G PaaS 已由前述輔導計畫輔導補助，再以獎勵計畫獎勵補助成果，是否有重覆補助或影響補助效益疑慮，請研究機構再行評估。</p> <p>另研究機構亦建議交通部主辦組籌組專家委員會、辦理計畫審查、督導考核、成果驗收以及會計財務作業等，是否已評估過交通部相關資源足夠與否？電信事業之申請意願？請研究機構再行研析。</p>	<p>機制研擬座談會」，邀請具有產業輔導經驗之相關公部門或公家法人，協助審視辦法草案之可行性，並收集各單位過去辦理產業輔導獎勵之執行細節，討論內容如期中報告中所呈現。而後，為避免各電信業者對於於公開座談會中針對公司內部 5G 事業計畫與輔導獎勵計畫之意見發表有所迴避或保留，研究團隊透過各別拜訪五大電信業者管理階層的方式，協助了解各業者對於 5G 事業的發展方向與對本辦法之看法，與電信業者意見交流之結果也已回饋予交通部作為辦法草案修正之參考，而針對各業者 5G 發展動向，研究單位則已彙整並收斂成電信事業 5G 產業創新及研究發展推動建議，如期中報告中所述。</p> <p>其次，針對本計畫所提之電信事業 5G 產業創新及研究發展推動計畫之兩大細部計畫構想，分別為業者進行創新研發前之計畫經費補助與推出服務後之成果獎勵，前者類似經濟部科專計畫，對應到輔導獎勵辦法之第五條與第六條，則為提供業者申請經費補助於建立新商業模式、創業育成或研究新興對</p>	
--	--	--

		<p>促進數位匯流相關之技術等；而後者則著重於服務推出後，利用成果獎勵方式鼓勵服務快速擴散，以擴散數量為獎勵基準，目前研究團隊認為無重複補助疑慮，但會持續協助了解電信業者申請意願與輔導獎勵計畫之適當性及補助效益。</p> <p>此外，針對第一項電信事業5G平台服務創新研發輔導計畫，研究單位已協助了解其他部會進行產業輔導模式以及部會內部資源，如人力分派等辦理情形，並提供交通部參考。機關補助案作業類型可分為三種，補助總額大或計畫總數多者可委託法人成立計畫辦公室，若總額不定或計畫總數較少，則機關內可自行辦理，但可視需求業務委託外部人力協助行政庶務。由於交通部之輔導獎勵辦法對象鎖定電信事業，預估計畫總數不多，應可採機關內自行辦理的模式，並視需求聘請外部委員進行督導考核作業，已補充於期中報告。</p>	
5.	<p>研究報告 P.115 「，此頻段目前已開放各界申請進行實驗場域驗證，使用者必須向通傳會繳交頻率使用費，」實驗網是否需繳交頻率使用費？請研究</p>	<p>感謝委員指教。實驗網無需繳交頻率使用費，已於期中報告中加強描述。</p>	P115

	機構再行確認。		
--	---------	--	--

莊委員審查委員意見

項次	審查意見	執行單位回覆說明	修正頁碼
1.	台灣野村顧問執行本案收集資料豐富、用心，值得肯定。	感謝委員肯定。	---
2.	P43 是否考慮加上台灣各區域或是城市的比率表。	感謝委員建議，已補充縣市別有線電視普及率於期中報告中，根據 NCC 公告資料，有線電視普及狀況略呈城鄉差異，僅六都及基隆、新竹等都會區之普及率超出平均值。	P44
3.	P44 Cable 業者、社區寬頻(如今網寬頻、bb 寬頻)，是否應該一併考慮。	感謝委員建議，今網寬頻等社區寬頻已納入考慮，但目前尚無兆元級網路服務推出。	---
4.	P113 各國偏鄉高速寬頻，請問韓國情況為何？	感謝委員指教。韓國亦有偏鄉寬頻建設之財務補貼，作法為針對規模小於 50 戶的鄉村地區，透過中央政府、地方政府、寬頻業者各 1:1:2 的籌資比例進行基礎寬頻網路建設，但由於補助對象為業者，且建設後之網路資產所有權全屬業者所有，地方政府或中央政府恐較難針對公部門所需，要求業者合作進行建設，因此在 p113 的比較表格中並未放入韓國案例進行比較。	---
5.	P178 提到期望透過 BOT 委請廠商代建代維的形式，因過去 BOT 發生法律的問題，是否可行？	感謝委員指教。研究團隊目前已針對此方案向相關業者徵詢意見，包含業者投資金額與業者及政府雙方權利義	---

		務關係等議題，後續也將協助交通部釐清可行性，並於期末報告中補充，以完備政策建議之評估。	
--	--	---	--

### 李委員審查委員意見

項次	審查意見	執行單位回覆說明	修正頁碼
1.	<p>本計畫針對固行網匯流，國外寬頻產業合併模式，固網與5G 配合運用，偏鄉 5G 推動，電信業者平台服務，交通部電信事業 5G 推動補助獎勵方案，以及無人機服務模式等主題，進行深入詳實評估與建議，整體實行成果符合目標，建議通過期中審查。</p>	<p>感謝委員肯定。</p>	---
2.	<p>期中報告提供現況分析與建議作法，建議未來可加強產業效益面向的評估。</p>	<p>感謝委員建議，期中後研究團隊會持續協助與相關產業進行意見交流，並於期末報告中呈現產業效益面的評估。</p>	---

周委員審查委員意見

項次	審查意見	執行單位回覆說明	修正頁碼
1.	本案為系列計畫第3期(最後一期)，建議於期末報告初稿納入回顧與總整理，例如:再檢視第1期所研訂之「數位創新經濟」內容與「基礎網路環境建構」間之更新與必要檢討，同時所提「數位創新經濟」與5G的高傳輸/高容量/低延遲及寬頻固網之關聯矩陣圖。	感謝委員建議，研究團隊將於期末報告中總回顧及整理計畫期初訂定之研析目標及計畫期末提出之政策建議之關聯性。	---
2.	第三節與各單位溝通對象在國外業者僅有 NTT Communication，是否有可能納入其他 Tier 1 ISP?	感謝委員建議。研究團隊目前鎖定 NTT Communication 作為首波合作對象，也已展開合作方案探討，但經了解，PCCW 與 Singtel 等國際 Tier 1 ISP 業者於是方電信也有機房，將作為未來推動合作對象。	---
3.	第四節內容在回顧各標竿國家的寬頻市場與偏鄉高速寬頻網路佈建後，建議補充國內的發展現況以及可能之後續建議。	感謝委員建議，我國寬頻市場現況已於第二節所述，而針對偏鄉寬頻推動作法，目前我國主要透過課以業者建設義務或直接財務補貼為主，如 NCC 或各部會各別的偏鄉數位人權建設及應用補助計畫；而開放既有管道設施，或利用公私協作推動的方式則較少。研究團隊將在期末報告中結合第五節所述之偏鄉寬頻共網建議補充說明。	---

4.	P123 所回顧德國 5G – MoNArch 計畫建議補充研析成果，例如：在實務應用需求下，在交通號誌與大量感測器通訊導入 5G，除展示與實驗外，在後續實務推動擴散之可能性。同時計畫名稱所指之「beyond」為何？	感謝委員指教。德國 5G – MoNArch 計畫名稱所指之 beyond 為 B5G 或下一代通訊技術，目前漢堡港尚未發表相關測試成果報告，研究團隊會持續追蹤後續推動效益。	---
5.	在 P130 圖 65 5G 邊緣雲運算服務案例中建議再補充 5G MEC(Multi-Access Edge Computing)之案例與服務模式。	感謝委員建議，以 Verizon 為例，目前提供較具規模的 5G 邊緣雲運算服務如與 SAP 及 Corning 合作之製造業機器人自動化系統於供應鏈管理解決方案，利用邊緣雲計算服務加速端到端由數據蒐集到決策分析之管理流程。	P130-131
6.	第六節無人機物流發展上，建議再就無線通訊需求，合併本案所探討之偏鄉地區 5G 電信共網設施規劃進行整體規劃與建議。	感謝委員建議，目前觀察國際無人機結合 5G 的應用案例較少，但無人機在兩端點確實有無線通訊需求，確實可整合進偏鄉應用的一環。此外，在偏鄉無人機物流的商業模式中，除了無人機業者、無人機服務供應商、公部門需求單位、物流業者外，電信業者也為 stakeholder 之一，但在我國的商業模式仍未明朗。目前國際市場是以物流業者作為無人機物流解決方案之系統整合者為主流，但特別的是日本 NTT Docomo 已推出 Docomo Sky 無人機解決方案平台，我國遠傳電信也引進	P170



		<p>台灣進行測試，對此，研究單位將持續關注 NTT Docomo 等電信業者是否將此類應用整合進整體通訊基礎建設規劃，以作為我國偏鄉共網建設建議之支持。</p>	
7.	<p>第六節在無人機交通管理系統 (UTM) 課題探討中，除所回顧美、日、歐、韓 UTM 外，補充國內相關發展(包括民航局、學研產界)，並據此提出本案之看法。</p>	<p>感謝委員指教。我國民航局、運研所等亦針對 UTM 進行許多研究計畫與試點計畫，目前我國正在發展階層式的無人機飛航管理系統，是配合民航專章 400 呎高度劃分為 RUTM (低空域) 及 NUTM (高空域)，再透過 UTM cloud 串聯，並與民航局建立的無人機資訊管理系統串聯，掌握操作員資料進行飛行計畫核定，目前也已規劃在台南進行技術驗證。研究團隊比較國內外發展，認為我國可以再強化 UTM 規劃中與無人機產業界的連結，並推動更大規模與長時間的試點計畫 (IPP)，此外，研究團隊也將持續探討國外興起的 USS 角色，對國家整體空域及 UTM 發展之影響。</p>	---
8.	<p>P140 在探討基地台建設時的高速寬頻固網時，建議補充寬頻固網佈建的可能作法，以及管道工程所可能面臨的課題與建議。</p>	<p>感謝委員建議，研究團隊目前認為偏鄉寬頻共網之維運廠商可由台電、國網中心以及有線電視業者合組，台電及有線電視業者在偏鄉地區有密集的光纖網路，而國網</p>	---

		中心則可串聯環島網路，研究團隊將再與上述業者探討管道工程可能面臨的問題。	
--	--	--------------------------------------	--

**廖委員審查委員意見**

項次	審查意見	執行單位回覆說明	修正頁碼
1.	本計畫之工作項目及相關成果提報於 P30、P31、P34、P20-29 及 P129 之相關章節均有詳述，為求一致性，建議考量於期末報告修正。	感謝委員指教，將於期末報告綜整三年工作項目及相關成果，統一修正。	---
2.	工作時程表(P34)，Task 7 及 Task 8 之期程建議考量修正。	感謝委員指教，已酌修執行期程於期中報告中。	P34
3.	圖 13(P47)，內容建議考量修正。	感謝委員建議，已修正圖表內容。	P47
4.	於 P55 頁之最後一段之內容建議補充說明。	感謝委員建議，已補充說明。	P55
5.	服務創新研發輔導計畫之相關法令規定之研析建議於期末報告時補充。	感謝委員建議，將於期末報告時補充說明。	---
6.	期中報告內 BOT 一詞於 P141 及 P178 均有呈現，建議考量修正。	感謝委員建議，已將 BOT 一詞刪除，統一說法為「委請廠商代建代維」。	P143、 P180

附件 4- 期末審查意見對照表

黃委員審查委員意見

項次	審查意見	執行單位回覆說明	修正頁碼
1.	討論的議題重要，研究成果也還完整。國外資料的收集比較，有不少參考價值。	感謝委員肯定。	---
2.	KPIs 也都有完成。	感謝委員指教。	---
3.	計畫最後一年應對計畫的成果亮點，加以宣傳。	感謝委員指教。	---
4.	1Gbps 市場需求低的原因，是否是因價錢，需說明。	我國 1Gbps 資費由最初每月 2,399 元，已降至每月最低 999 元，判斷市場需求量低並非價格因素。1Gbps 方案雖已上市一段時間，但根據國內有線電視業者表示，目前市佔較高的方案仍以 100Mbps-300Mbps 為主，由於現階段一般家戶寬頻上網不會使用到極高頻寬，因此對於更高速、甚至達 1Gbps 的寬頻服務使用感受上較無顯著差異。	---
5.	偏鄉網路佈建方式(代維公司)的可行性，需分析。	感謝委員建議，研究單位在計畫期間已透過一一拜會國網中心、台電或有線電視業者等方式掌握其對共網建設看法。國網中心因已具有環島骨幹網路，且在前瞻計畫下積極強化與 ISP 合作，因此對於參與偏鄉寬頻共網代	---

		<p>建代維有意願，期望將國網的網路拓譜佈建更加密集後，得以有更多地方單位運用國網中心的資料儲存資源、AI 雲端服務或 IoT 相關應用。而台電為營運各鄉鎮電力服務，目前在部分鄉鎮市區為配合電力服務所已鋪設光纖，惟部分鄉鎮仍須透過補助新建台電據點到偏鄉服務所之光纖網路。</p>	
6.	<p>交通部在產業推動的角色，是否會因數位發展部的成立，而需調整或加強。</p>	<p>感謝委員指教，目前數位發展部之籌組方向尚未明確，但若未來郵電司與工業局電資組的角色功能皆轉移到數位發展部，則在電信產業推動的分工勢必需要再做調整。</p>	---

**廖委員審查委員意見**

項次	審查意見	執行單位回覆說明	修正頁碼
1.	全文摘要(p.1)建議補充有關本研究計畫達成之成果及目標。	感謝委員指教，已酌修摘要內容。	p.1
2.	有關圖 34(p.75)，圖 155(p.234)及圖 156(p.238)等建議及構想，建議以文字方式說明。	感謝委員指教，已於報告中補充相關敘述。	p.72-73、p.234
3.	有關專網之兩種模式，建議考量以資安、建置成本及獎勵辦法等，三方面因素分析其效益(p.139)	感謝委員建議，已補充商業頻譜專網與專頻專網之分析於修正報告中。	p.136-138
4.	有關培育潛在電信政策與法規人才之成果(p.29)建議補充說明。	感謝委員指教，已於報告中補充說明。	結案報告 p.459-465

莊委員審查委員意見

項次	審查意見	執行單位回覆說明	修正頁碼
1.	台灣野村顧問團隊對於國內外之資料蒐集豐富，並提出各項針對政府產業民間等之建議，符合計畫預期之成果。	感謝委員肯定。	---
2.	請野村團隊針對 5G 專網專頻 4.8GHz~4.9GHz 垂直場域實證等相關議題提出建議。	感謝委員建議，已於修正報告中補充說明。	p.136-138
3.	公部門垂直場域應用需求提到由代建代維 5G backhaul 的業者負擔應用服務，但是從座談會反應之內容業者似乎沒有那麼有意願，請問有何建議。	感謝委員建議。針對偏鄉 5G 電信共網設施建議，本計畫中並未舉辦公開座談會蒐集業者意見，而是透過一一拜會國網中心、台電或有線電視業者等方式掌握其對共網建設看法。國網中心因已具有環島骨幹網路，且在前瞻計畫下積極強化與 ISP 合作，因此對於參與偏鄉寬頻共網代建代維有意願，期望將國網的網路拓譜佈建更加密集後，得以有更多地方單位運用國網中心的資料儲存資源、AI 雲端服務或 IoT 相關應用。	---
4.	座談會業者與會之代表層級是否能反應出業者之需求？	感謝委員指教。針對電信事業 5G 產業創新及輔導獎勵推動事宜，研究團隊已先於 2020 年 4 月至 5 月間，陸續拜會我國五大電信業者董事長或總經理，掌握電信業經營高層對於公司未來 5G 發展願景，以及對於交通部於	p.160

		<p>電信產業輔導角色之見解。後續再透過座談會之舉辦，邀請其他相關單位與會並蒐集其意見，以確保如實蒐集業者各層級之需求及建議。研究單位已於修正報告中補充說明。</p>	
5.	對於 5G 人才培訓之成果及如何推廣？	<p>感謝委員指教，已於報告中補充說明。</p>	<p>結案報告 p.459-465</p>



李委員審查委員意見

項次	審查意見	執行單位回覆說明	修正頁碼
1.	本計畫第三年研究面向周全，個別議題(包括寬頻政策、5G、無人機等)探討深入，並提出具體建議方案，整體執行成效較前二年有所提升。	感謝委員肯定。	---
2.	本計畫針對 5G 產業趨勢有中肯觀察，惟多限於架構性敘述，建議可就 5G 垂直應用的產業效益，以及專頻專網政策優劣進一步分析。	感謝委員建議，已補充商業頻譜專網與專頻專網之分析及 5G 垂直應用的效益於修正報告中。	p.136-138
3.	有關國網中心在計畫議題所能扮演的角色，除提供網路建置外，也可評估其應用面可做的貢獻。	感謝委員建議。本計畫期望若國網中心能夠轉型提供 IX 服務，且各地 Cable 業者能夠連進國網各地主節點或區網中心，則除了能夠提升我國下游業者的上網品質，也能夠將國網中心的資料儲存資源、AI 服務以及 IOT 等相關應用服務被各地 Cable 業者使用，達到公家資源釋出、且資源有效運用的雙贏局面。	p.84

蘇委員審查委員意見

項次	審查意見	執行單位回覆說明	修正頁碼
1.	<p>高速寬頻推動措施與法令調適規劃：</p> <p>瑞士洛桑管理學院(IMD)已於10月1日發布2020世界數位競爭力調查評比(IMD World Digital Competitiveness Ranking 2020, DCR)，我國在全球63個主要國家及經濟體中排名第11名，較2019年上升2名，惟研究報告(期末報告 p.41-49 及結案報告 p.46-54 我國寬頻環境現況)僅觀察到2019年，建議補充2020年IMD世界數位競爭力調查評比、世界經濟論壇(WEF)世界競爭力指標及NCC相關資料，並進行研析，以實際反映我國於國際寬頻環境指標之表現狀況，供後續寬頻環境發展推動參考。</p>	<p>感謝委員建議，已於報告中更新相關資訊。</p>	<p>p.43-44</p>
2.	<p>無人機交通相關應用及其他配合DIGI+方案事項：</p> <p>無人機物流服務之發展有其瓶頸，如成本效益、法規等(研究報告 p.203-209 及結案報告 p.397-406)，建議研究機構研析及補充其他交通相關應用，如交通建設巡檢、交通流量瓶頸巡查等研析規劃及進行實測，以提供未來交通部推展業務之參考。</p>	<p>感謝委員建議，研究團隊主要於本計畫第一年針對無人機的各项應用，包含航空測繪及製圖、防救災、智慧農業、物流服務等進行國際調研，調研成果已彙整至結案報告中。在上述應用中，測繪、巡檢、農噴等應用已十分成熟，然物流服務因缺乏相關法規的訂定，其商業模式尚未明朗，且空域範圍屬</p>	<p>---</p>

		交通部民航局主責，因此，於計畫第二年至第三年，則著重針對國際間無人機物流服務的商業模式與法規等進行深入探討，期望為我國無人機物流發展策略提出更具體的建議。	
3.	<p>建立電信產業技術及發展資訊資料庫：</p> <p>研究報告 p.235 提及「業者技術宣示意味較為強烈。而面對 5G 世代，固網更轉型視為 5G backhaul 角色，...因此，研究團隊建議不應再將固網覆蓋率視為一獨立目標，而是將固行網視為一整體政策目標。首先，建議 DIGI+2.0 應優先考慮將偏鄉地區之高速寬頻普及建設納入考量，透過政策支持偏鄉兆元級高速寬頻及 5G 佈建」，觀察全球電信商推出 5G 網路服務、大多有提供利用行動熱點 (MiFi) 連網的服務，其中，屬於 5G 的電信商群體內，共有多家業者推出 5G FWA 服務，並以 EMEA 地區的業者最多，建議研究團隊可就國際上 FWA 服務及策略再進行研析，以增加高速寬頻普及度。</p>	<p>感謝委員指教，目前 5G FWA 國際上雖有多家業者提供商業服務，但用戶規模仍然不大，主要受限於高頻段於室內通訊較差的狀況，而以我國目前的情況而言，因多數地區之固網接取已相當完備，既有固網及光纖的用戶比例高，電信業者可能也較難以 5G FWA 服務拓展市場。另一方面 MiFi 的應用較近似於 to C 網路分享概念，真正應思考的議題為後端的骨幹網路架構，以及有哪些需求能夠透過骨幹網路去達成無線的通行。</p>	---

陳委員審查委員意見

項次	審查意見	執行單位回覆說明	修正頁碼
1.	<p>數位創新經濟基礎網路環境建構支援平台計畫(3/3)：</p> <p>1. p.105 圖 53，“BWA 地區寬頻無線接入”，建議中文翻譯為 無線寬頻接取(Broadband Wireless Access)</p> <p>2. p.115 HFC(hybrid fiber coax)全文為 Hybrid fiber-coaxial</p>	<p>感謝委員指正，已於報告中修正。</p>	<p>p.102、 p.112</p>
2.	<p>107~109 數位創新經濟基礎網路環境建構支援平台計畫結案報告：</p> <p>1. p.91~151 標竿國家寬頻建設政策及偏鄉高速寬頻佈建中，各國的資料呈現大部分為 2020 年之前，建議對於各國未來策略規劃及政策部分，仿造報告書中的德國部分進行強化。</p> <p>2. p.233 報告內容知識包含多元，建議第一次出現英文縮寫請寫全文，例如 RSU(road side unit)便於閱讀。</p> <p>3. p.269 圖 163.車車間通訊系統/路車間通訊系統之延遲時間 4.1 及 3.5 秒單位有誤？</p>	<p>感謝委員建議與指正，已在報告中修改並更新資訊。</p>	<p>結案報告 p.94-95、 p.100、 p.114、 p.220、 p.254</p>

周委員審查委員意見

項次	審查意見	執行單位回覆說明	修正頁碼
1.	<p>簡報 P.23 對於電信業者在 5G Backhaul 以至少 10Gbps 建設規劃中，建議補充說明國際上各國作法，以及我國政府在其中可能扮演的協助角色。</p>	<p>以日本為例，日本總務省定義 5G 高度特定基地台建設即以使用 10Gbps 回線之基地台，據此，我國電信業者與有線電視業者，在面對速度升級的需求可直接由兩端網通設備的更換達成，然而在偏鄉地區，相關需求可能因為難以回收的成本而被忽略，因此中央政府應扮演提供業者佈建誘因的協助角色，而本計畫提出之偏鄉光纖共網建設方案便是期望政府能針對偏鄉數位落差的課題，以業者代建代維光纖建設創造光纖租賃的新財源收入，提高業者參與建設的誘因。</p>	---
2.	<p>在報告中對於有線寬頻管道建設之相關說明，建議再進一步釐清下列各點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.補充說明在國土資訊系統管線資料庫所訂相關標準與補助地方政府建置管線資料庫之現況。</li> <li>2.建立不同管道業者共享管線圖資機制之可行性與具體可行作法。</li> <li>3.補充說明現行道路主管機關對於管線資料之管理於維護機制。</li> </ol>	<p>感謝委員建議。已於該章節中補充有關補助地方政府建置管線資料庫之現況。而在管線資料之維護機制，目前是在寬頻管線竣工後，由路權機關以及國家通訊委員會協助進行督導；而某些地方縣市，如台南市工務局則更為積極，定期每季召開道路挖掘完工績效檢討會，敦促圖資更新作業。</p>	p.67

3.	報告 P.90-91 探討現有固網技術以實體線材為主，建議加以補充說明作為 5G Backhaul 的固網相關技術發展。	感謝委員建議。本章節主要探討 5G 基地台下，達到 10Gbps 回傳速度之固網技術發展，在目前 Cable、銅線以及光纖技術發展下，均能支援此速度。	---
4.	P.131 在回顧日本偏鄉高速寬頻建設資料為似為 2002 年以前，建議再加以更新最新發規劃與推動現況。	感謝委員建議。2019 年，日本針對地理位置不利地區，推出高度無線環境整備補助金，補助光纖從通訊中心到地區性無線基地台入口處的建設，研究團隊已於 P.172 中敘述相關辦法以及補助內容。	p.127
5.	在 P.145 與交通場域之 5G 垂直場域應用，建議補充說明政府投資建置 5G 專網垂直場域應用與使用電信業者 5G 網路，在相同服務水準下之前在成本效益分析。	感謝委員建議，已補充商業頻譜專網與專頻專網之分析於修正報告中。	p.136-138
6.	P.168~P.175 我國偏鄉 5G 電信共網設施規劃上，建議可從偏鄉政府服務與民眾生活需求面上，探討可能之 5G 寬頻與固網頻寬需求。	感謝委員建議。根據本計畫執行之 85 偏鄉寬頻網路現況及數位應用需求問卷調查，目前研究團隊所提之偏鄉 5G 電信共網設施規劃，主要針對偏鄉公部門的 5G 應用需求。研究團隊認為，相較於一般民生上網，偏鄉地區應先滿足公部門的 5G 需求，包含遠距教育、遠距醫療等，對於經濟不利地區都能有效解決數位人權的課題，	---
7.	本案在無人機創新寬頻應用	感謝委員建議。根據我國目	---

	<p>課題探討中對於「寬頻」相關課題著墨較少，建議補充說明在無人機創新應用中寬頻所扮演的角色。</p>	<p>前對無人機的操作規範，當無人機於視距外飛行時必須全程保持通訊暢通，即必須全程保持 4G 通訊，再透過 4G 基地台，經固網將訊號傳回起降點或遠端中央監控中心，而起降點的 wifi 或未來 5G 技術的進入，則可輔助進場對無人機的掌握。然而，根據前述對各國無人機物流的發展研析，可觀察到目前無人機物流於偏鄉地區的需求最大，但目前我國偏鄉的 4G 基地台幾乎仰賴有線電視業者佈建，因此，推動我國的高速寬頻建設，也將對偏鄉地區的無人機物流發展產生貢獻。</p>	
8.	<p>建議補充說明本案 3 年來與成功大學電信多元政策實習方案合作之具體成果。</p>	<p>感謝委員建議，已補充於結案報告中。</p>	<p>結案報告 p.459-465</p>
9.	<p>結案報告應為計畫執行 3 年來所回顧、探討、建議的總整理，因此建議審視目前報告內容加以適度更新，例如：美國 FCC 在 2020 年 10 月 28 日所發布 5.9GHZ 現代化對於 DSRC 與 C-V2X 政策之文件，以及歷年所回顧智慧交通場域之更新等。</p>	<p>感謝委員建議。已針對報告資料做更新。</p>	<p>結案報告 p.225</p>

交通部郵電司意見

項次	審查意見	執行單位回覆說明	修正頁碼
1.	研究報告對外國發展情況資料蒐集豐富，建議應加強對我國未來建議作法，或提出各種方案，供委託單位參考。	感謝建議，研究團隊已於結案報告中第四章第十節之政策推動建議中，分別針對基礎寬頻建設與創新寬頻應用提出六大政策建議及說明。	---
2.	結案報告內容，請精簡三年研究案內容，並更新國內外最新情況，並針對各項議題提出具體結論或建議，最後應有對本計畫完整宏觀之結論或建議。	感謝建議，已進行文字修正及精簡。已補充國內外最新政策進展，並於各段小節中彙整各國總表，如第四章第四節小結中，呈現各國最新寬頻政策發佈年份及政策重點。另，研究團隊已於結案報告中第四章第十節之政策推動建議中，分別針對基礎寬頻建設與創新寬頻應用提出六大政策建議及說明。。	---
3.	結案報告內容，請補充無限上網方案內容，並更新 5G 資費內容。	感謝建議，已補充相關資訊與內容。	p.219-220
4.	結案報告(第 17 頁)及期末報告(第 13 頁)非偏鄉地區 1Gbps 覆蓋率僅 52.53% 部分，請更新涵蓋率。	感謝建議，該敘述原為本計畫第一年非偏鄉地區 1Gbps 覆蓋率，作為本計畫展開之基礎。研究團隊已於修正報告中將本計畫期望探討之關鍵議題重新修訂描述。	p.13-14
5.	期末報告第 209 頁，有關無人機部分，說明我國無人機物流相關法規之制定尚未完備，請補充建議增修法規方向。	感謝建議，已補充說明建議增修法規方向。 目前我國雖有訂定遙控無人機管理規則，然並未如美國、中國等國家設有無人機物流商業服務之法規認證制	p.207-208



		<p>度，我國業者因缺乏物流認證法規而無法展開試營運服務驗證，但立法單位也因缺乏穩定度認證標準而無法訂定法規，為解決此問題，研究團隊建議在制定無人機物流服務的商用認證制度前，應透過試辦計畫，成立一產官學研無人機認證機制推動委員會，並選定一地方場域作為示範點，授權無人機業者進行特殊操作，訂定標準作業流程，進行固定路線及頻次、長時間的穩定度驗證，並審視其限制條件。穩定度驗證的成果將受到委員會背書，形成驗證標準建立的參考依據，並利用委員會的機制凝聚共識回饋於法規的制定。</p>	
6.	<p>文字修正建議:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 期末報告第 122 頁第 1 行「的服務、流媒體...」是否應為「的服務、主流媒體...」。</li> <li>2. 期末報告圖 75 預計 2020 進行拍賣部分，請更新最新情形。</li> <li>3. 期末報告第 139 頁 MEC 請補充英文全名及中文。</li> <li>4. 期末報告第 236 頁第 1 行「頻普及建設...」應為「頻譜及建設...」。</li> </ol>	<p>感謝建議，已做修訂，惟第四點中，「期末報告第 236 頁第 1 行『頻普及建設...』應為『頻譜及建設...』。」內文中欲表達之內容為「高速寬頻普及建設...」，故於此說明。</p>	p.119、133、137

## 第七章、 參考文獻

### ■ 第四章

#### ➤ 第二節

- IMD(2015) : IMD World Competitiveness Yearbook
- IMD(2016) : IMD World Competitiveness Yearbook
- IMD(2017) : IMD World Competitiveness Yearbook
- IMD(2018) : IMD World Competitiveness Yearbook
- IMD(2019) : IMD World Competitiveness Yearbook
- World Economic Forum(2015) : The Global Information Technology Report 2015
- World Economic Forum(2016) : The Global Information Technology Report 2016
- World Economic Forum(2017) : The Global Information Technology Report 2017
- World Economic Forum(2018) : The Global Information Technology Report 2018
- World Economic Forum(2019) : The Global Information Technology Report 2019
- 中華電信 2019 年度年報
- 中華電信 2018 年度年報
- 中華電信 2017 年度年報
- 中華電信 2016 年度年報
- 中華電信 2015 年度年報
- TWNIC 網頁 ,  
<https://map.twnic.net.tw/main201.php>
- World Economic Forum 網頁 ,

<http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/networked-readiness-index/>

- 中華電信網頁，  
<https://broadband.hinet.net/>
- 行政院主計處網頁，  
<https://www.dgbas.gov.tw/mp.asp?mp=1>
- 國家通訊傳播委員會網頁，  
<https://www.ncc.gov.tw/chinese/index.aspx>
- 台灣行政院 5G 行動計劃網頁，  
<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/087b4ed8-8c79-49f2-90c3-6fb22d740488>
- 台灣行政院 DIGI+ 網頁，  
<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/22a0ad26-653c-4e0e-854a-e53da6f759fc>
- 台灣寬頻網頁，<https://www.tbc.net.tw/>
- 亞太電信網頁，<https://www.aptg.com.tw/home/>
- 凱擘大寬頻網頁，<https://www.kbro.com.tw>
- 遠傳大寬頻網頁，<http://www.seed.net.tw/>
- 內政部營建署共同管道資料庫網頁，  
[https://duct.cpami.gov.tw/pubWeb2/duct/p1\\_0.aspx](https://duct.cpami.gov.tw/pubWeb2/duct/p1_0.aspx)
- 內政部營建署公共設施管線資料庫網頁，  
[https://duct.cpami.gov.tw/pubWeb2/Util/P1\\_0.aspx](https://duct.cpami.gov.tw/pubWeb2/Util/P1_0.aspx)
- 交通部鐵路管理局網頁，<https://www.railway.gov.tw/trip-web/tip>
- 桃園捷運網頁，<https://www.tymetro.com.tw/tymetro-new/tw/index.php>

➤ 第三節

- 財團法人資訊工業策進會(2017)，網通資源及產業協助研究計畫研究報告
- TWNIC 網頁，<https://map.twnic.net.tw/>

➤ 第四節

- 5G.co.uk 網頁，<https://5g.co.uk/guides/what-is-an-altnet/>
- AT&T(2019)，Annual Report
- AT&T(2019)，The dawn of the 5G world
- BT(2019)，Annual Report
- CableLabs 網頁，<https://www.cablelabs.com/>
- Charter(2019)，Annual Report
- Comcast(2019)，Annual Report
- DCMS(2018)，LFFN Guidance
- DT(2019)，Annual Report
- European Commission 網頁，  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_19\\_4349](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_19_4349)
- High-speed Internet 網頁，  
<https://www.highspeedinternet.com/resources/gigabit-internet>
- KDDI(2019)，Annual Report
- KT Annual Report 網頁，  
<https://corp.kt.com/eng/html/investors/main.html>
- KT GiGAtopia 網頁，  
<https://www.netmanias.com/en/?m=view&id=blog&no=769>

- LG U+(2019) , Annual Report
- NextLight™ internet 官網 ,  
<https://www.longmontcolorado.gov/departments/departments-e-m/longmont-power-communications/broadband-service>
- NTT(2019) , Annual Report
- SKT (2019) , Annual Report
- Telegeography 網頁 ,  
<https://www2.telegeography.com/globalcomms-database-service>
- Verizon 網頁 ,  
<https://www.verizon.com/about/news/verizon-corning-co-innovating-5g>
- Verizon(2019) , Annual Report
- Virgin Media(2019) , Annual Report
- Vodafone(2019) , Annual Report
- Vodafone 網頁 , <https://www.vodafone.com/business/news-and-insights/company-news>
- West Sussex County Council(2018) , West Sussex Gigabit Project
- 住友商事(2019) , ローカル 5G の実験試験局免許取得および実証実験の開始について
- 住友商事(2020) , 東京都港区における 5G の活用促進に向けた連携協定の締結について
- 富士通(2020) , スマート工場および地域課題解決向けローカル 5G 検証システムの構築を開始
- 総務省官網 , <https://www.soumu.go.jp/>

## ➤ 第五節

- Hamburg Port Authority: Autonomous Vehicles' Impact on Port Infrastructure Requirements
- AWS Wavelength 網頁，  
<https://aws.amazon.com/tw/wavelength/>
- BNetzA 網頁，  
[https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Home/home\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Home/home_node.html)
- Boeing 網頁，<https://www.boeing.com/>
- Bosch 網頁，<https://www.bosch.co.uk/>
- Nokia 網頁，<https://www.nokia.com/>
- SK Telecom 網頁，<https://www.sktelecom.com/index.html>
- Telefonica 網頁，<https://www.telefonica.com/es/>
- Verizon 網頁，<https://www.verizonwireless.com/>
- Yonsei University Health System 網頁，  
<https://www.yuhs.or.kr/en/>

## ➤ 第六節

- Docomo Sky 網頁，<https://www.docomosky.jp>
- MAAP UTM 試點計劃網頁，<https://maap.ictas.vt.edu>
- Skyward 網頁，<https://skyward.io>
- Zipline 網頁，<https://flyzipline.com>
- Wing Aviation 網頁，<https://wing.com>
- UPS 網頁，<https://www.ups.com/us/en/services/shipping-services/flight-forward-drones.page>
- DronesPlayer 網頁，<https://dronesplayer.com/>
- 美國聯邦航空總署（FAA）網頁，<https://www.faa.gov>

- 美國太空總署 (NASA) 網頁，<https://www.nasa.gov>
- 經濟產業省 (METI) 網頁，  
<https://www.meti.go.jp/index.html>
- 新能源與工業技術開發組織 (NEDO) 網頁，  
<https://www.nedo.go.jp/english/index.html>
- 日本 UAS 產業振興協議會 (JUIDA) 網頁，<https://uas-japan.org>
- 宇宙航空研究開發機構 (JAXA) 網頁，  
<https://www.jaxa.jp>
- 日本 UTM 委員會 (JUTM) 網頁，<https://jutm.org>
- 日本航空 (JAL) 網頁，<https://www.jal.com/en/>
- 韓國航空宇宙研究院 (KARI) 網頁，  
<https://www.kari.re.kr/eng.do>
- 韓國航空安全技術院 (KIAST) 網頁，  
<https://www.kiast.or.kr/kr/index.do>
- GS Caltex 網頁，<https://www.gscaltex.com/en>
- 單一歐洲天空研究聯合 (SESAR) 網頁，  
<https://www.sesarju.eu>
- 歐洲航空安全協會 (EASA) 網頁，  
<https://www.easa.europa.eu/news-categories/drones>
- 無人機系統規章聯合制定機構 (JARUS) 網頁，  
<http://jarus-rpas.org>
- 中國民用航空局網頁，<http://www.caac.gov.cn/>
- 樂天網頁，<https://corp.rakuten.co.jp>

## ➤ 第七節

- FTTH Council (2015) : FTTH/B Global Ranking

- FTTH Council (2016) : FTTH/B Global Ranking
- FTTH Council (2017) : FTTH/B Global Ranking
- FTTH Council (2018) : FTTH/B Global Ranking
- FTTH Council Europe 網頁 , <https://www.ftthcouncil.eu/>
- FTTH Council Asia-Pacific 網頁 ,  
<https://www.ftthcouncilap.org/>
- FTTH Council MENA 網頁 ,  
<https://www.ftthcouncilmena.org/>
- IMD(2014) : IMD World Competitiveness Yearbook
- IMD(2015) : IMD World Competitiveness Yearbook
- IMD(2016) : IMD World Competitiveness Yearbook
- IMD(2017) : IMD World Competitiveness Yearbook
- IMD(2018) : IMD World Competitiveness Yearbook
- IMD(2019) : IMD World Competitiveness Yearbook
- IMD(2020) : IMD World Competitiveness Yearbook
- World Economic Forum(2014) : The Global Information Technology Report 2014
- World Economic Forum(2015) : The Global Information Technology Report 2015
- World Economic Forum(2016) : The Global Information Technology Report 2016
- World Economic Forum(2017) : The Global Information Technology Report 2017
- World Economic Forum(2018) : The Global Information Technology Report 2018
- World Economic Forum(2019) : The Global Information Technology Report 2019



- BT 網頁，  
<https://www.bt.com/>
- Deutsche Telecom 網頁，  
<https://www.telekom.com/en>
- Iceland Telecom 網頁，  
<https://www.siminn.is/>
- NTT Docomo 網頁，  
<https://www.nttdocomo.co.jp/english/>
- Opensignal 網頁，  
<https://www.opensignal.com/>
- Orange 網頁，  
<https://www.orange.fr/portail>
- Singtel 網頁，  
<https://www.singtel.com/>
- SK broadband 網頁，  
<http://www.skbroadband.com/eng/Main.do>
- SK Telecom 網頁，  
<https://www.sktelecom.com/index.html>
- Speedtest 網頁，  
<https://www.speedtest.net/global-index/>
- TWNIC 網頁，  
<https://map.twnic.net.tw/main201.php>
- Verizon 網頁，  
<https://www.verizonwireless.com/>
- World Bank 網頁，  
<https://www.worldbank.org/>
- Xfinity 網頁，

<https://www.xfinity.com/>

- 中華電信網頁，

<https://broadband.hinet.net/>

- 行政院主計處網頁，

<https://www.dgbas.gov.tw/mp.asp?mp=1>

- 國家通訊傳播委員會網頁，

<https://www.ncc.gov.tw/chinese/index.aspx>

ISBN : 978-986-531-208-4



9789865312084



01200

GPN : 1010902329

定價：1200 元