

106 年補助研究報告

配合 5G、IoT 等技術研發測試與導入 之專用電信法規制度研究

期末報告

計畫補助機關：國家通訊傳播委員會

中華民國 107 年 1 月

106 年補助研究報告

PG10606-0013

配合 5G、IoT 等技術研發測試與導入 之專用電信法規制度研究

期末報告

受補助單位

財團法人資訊工業策進會

計畫主持人

廖淑君

研究人員

張乃文、鄭兆倫、許芳瑜、蔡玉青、廖修武、陳芊儒

本報告不代表國家通訊傳播委員會意見

中華民國 107 年 1 月

目 次

目 次.....	I
表 次.....	V
圖 次.....	VI
摘 要.....	VII
ABSTRACT.....	X
第一章 緒論.....	1
第一節 研究目標.....	1
第二節 研究架構與執行流程.....	2
一、 研究架構.....	2
二、 執行流程.....	3
第三節 預期成果與效益.....	6
第二章 專用電信之技術標準、頻譜規劃與政策方向.....	8
第一節 AMI 智慧電錶.....	8
一、 技術標準.....	8
二、 頻譜規劃.....	10
（一） 各國 AMI 通訊技術與使用頻譜.....	10
（二） 歐盟對 AMI 通訊之建議.....	11
三、 政策方向.....	12
（一） 美國.....	12
（二） 英國.....	14
（三） 中國大陸.....	16
四、 小結.....	18
第二節 PPDR 公共安全服務.....	20
一、 技術標準.....	20
二、 頻譜規劃.....	21
三、 政策方向.....	22
（一） 韓國.....	22
（二） 美國.....	25

(三) 英國	29
四、 PPDR 公共安全小結	31
(一) 技術標準	31
(二) 頻譜規劃	32
(三) 政府政策	32
第三節 LTE-R 鐵路通信	33
一、 技術標準	33
(一) 鐵路無線通訊標準—GSM-R	34
(二) 由 GSM-R 到 LTE-R.....	34
二、 頻譜規劃	36
三、 政策方向	38
(一) 韓國	38
(二) 中國大陸	40
(三) 歐盟	42
四、 LTE-R 鐵路專用電信小結	46
(一) LTE-R 技術標準	46
(二) LTE-R 頻譜規劃	46
(三) 政府政策	47
第三章 國外專用電信法規政策研析	49
第一節 美國	49
一、 專用電信法制	49
二、 專用電信—運輸相關產業	52
三、 專用電信—智慧錶類產業	55
四、 專用電信—公共安全防災	56
第二節 英國	61
一、 專用電信法制	61
二、 專用電信—運輸相關產業	66
三、 專用電信—智慧錶類產業	67
四、 專用電信—公共安全及防災	68
第三節 日本	71

一、 專用電信法制	71
二、 專用電信-運輸相關產業	73
(一) 指揮人員和機組人員之間的聯絡	75
(二) 無線自動保持列車間隔安全	77
(三) 無線電用於駕駛員檢查狀態	78
(四) 其他無線電	79
三、 專用電信-智慧錶類產業	79
四、 專用電信-公共安全與防災	80
(一) PPDR	80
(二) 海上安保業務	83
第四節 新加坡	84
一、 專用電信法制	84
(一) 公眾行動通信服務 (Public Mobile Service)	85
(二) 自用地面行動通訊服務 (Private Land Mobile Service)	
.....	85
(三) 短距無線電裝置 (Short Range Device)	86
二、 專用電信-運輸相關產業	86
三、 專用電信-智慧錶類產業	87
四、 專用電信-公共安全與防災	87
第五節 中國大陸	89
一、 專用電信法制	89
二、 專用電信—運輸相關產業	89
三、 專用電信—智慧電錶類產業	92
四、 專用電信—公共安全及防災	94
第六節 小結	95
第四章 結論與建議	98
第一節 國際發展趨勢綜整	98
一、 AMI 智慧電錶	98
二、 PPDR 公共安全災防	99
三、 鐵路通訊	100

第二節 我國專用電信現況研析	101
一、法規檢視	101
二、利害關係人意見研析	102
第三節 專用電信規範之重要議題.....	104
一、專用電信之項目與申請主體	104
二、專用電信與公眾通信之連接	107
三、頻率指配與頻率使用費	110
附錄.....	112
附件一：【專用電信管理架構與法規調適】專家座談會	112

表 次

表 1	UTILITYAMI 之 AMI 需求標準	8
表 2	通信技術常見及建議標準	10
表 3	有線通訊方式之 AMI	11
表 4	無線通訊方式之 AMI	11
表 5	AMI 國際發展比較	19
表 6	FIRSTNET 與 AT&T 之協議內容	29
表 7	PPDR 公共安全服務國際發展	33
表 8	下世代鐵路通信之國際發展	48
表 9	頻段分類表	63
表 10	區域執照費表	63
表 11	技術執照覆蓋率分類表	64
表 12	技術執照之執照費表	64
表 13	列車無線電之方式	75
表 14	用於無線自動保持列車間隔安全無線電之規格	76
表 15	LXC 無線電之規格	77
表 16	用於無線自動保持列車間隔安全無線電之規格	78
表 17	用於駕駛員檢查狀態無線電之規格	79
表 18	日本其他鐵路用無線電	79
表 19	日本各海岸無線電站臺頻率表之一	83
表 20	日本各海岸無線電站臺頻率表之二	84
表 21	自用地面行動通訊服務執照費表	86
表 22	1785-1805MHz 頻段 (TDD) 技術規格表	91
表 23	TD-LTE 於中國的佈建狀況	92
表 24	專用電信規劃及頻率各國比較表	96

圖 次

圖 1 計畫研究架構圖	2
圖 2 計畫研究方法論	3
圖 3 計畫執行流程	5
圖 4 本研究執行進度甘特圖	6
圖 5 美國 SGIG 計畫用於 AMI 比例	13
圖 6 英國智慧電網通訊架構	16
圖 7 3GPP-寬頻公共安全通訊標準演進	21
圖 8 韓國 SAFENET 佈建計畫時程	24
圖 9 韓國 SAFENET 二階段全國佈建計畫	25
圖 10 美國 700 MHz 公共安全頻段配置	27
圖 11 英國 ESN 實施期程	31
圖 12 鐵路通訊應用情境	34
圖 13 GSM-R 與 LTE-R 規格比較	35
圖 14 UIC 新一代鐵路用無線發展時程規劃	36
圖 15 GSM-R 頻譜-900MHz	37
圖 16 中國大陸、歐洲、韓國 LTE-R 頻譜規劃	38
圖 17 韓國 LTE-R、PS-LTE、LTE-M 互通計畫	38
圖 18 韓國鐵路 LTE-R 發展計畫	39
圖 19 中國大陸 GSM-R 使用頻率	41
圖 20 中國大陸 450-470MHz 使用現況	42
圖 21 歐盟下世代鐵路通訊發展相關利害關係人及專案	45
圖 22 歐洲下世代鐵路通訊發展藍圖	46
圖 23 FRMCS 專案時程表	47
圖 24 回收再利用頻段	50
圖 25 UK 人口分級圖	65
圖 26 頻率分配過程圖	73
圖 27 鐵路電臺國際標準化委員會意見整合流程圖	74

摘要

關鍵詞：專用電信、頻譜管理、AMI 智慧電錶、公共安全災防、鐵道通信

一、研究緣起

近年來，資通訊科技快速發展，諸如：第五代行動通訊科技、物聯網（Internet of thing）等，為電信產業管理架構及其法規帶來衝擊。另外，國家通訊傳播委員會本於鼓勵創新發展、活絡產業發展、提升通訊傳播品質以及有效促進電信資源之使用，進行電信法規之檢視與修訂，其中包含專用電信管理機制（即不與公共通信系統連結者）。

現行實務對於 5G 與物聯網等新興通訊技術之研發與應用相當熱絡，其中，肇因智慧電網之推動而受到廣泛討論之智慧型電錶基礎建設（Advanced Metering Infrastructure, AMI），其允許公用事業基於電力管理、停電通知、收費等目的，透過雙向之通訊軟硬體設施，蒐集、測量與分析電力消耗資料；另公共安全及防災（Public Protection and Disaster Relief, PPDR）因涉及人民權益保護議題，故近年來亦受到重視與討論。這些都與電信資源之使用與電信網路之佈建有關。

二、研究方法及過程

本研究之實施將依循計畫執行團隊長期所建立的研究方法論進行本專案之相關研究。此一研究方法論主要立基比較法之研究，其實施步驟主要為（1）確認施政需求（即研究議題），（2）我國專用電信管理現況與產業之法令需求檢視，（3）國際趨勢觀測，包括：（A）國際組織有關專用電信及 5G、IoT 等新興通訊技術之相關政策方向、頻譜規劃及技術標準調查，以及（B）先進國家有關於專用電信管理之政策考量、制度架構、管理配套及法規變革（包括服務態樣、管制範疇、頻率核配、監理架構、法規條文及新近發展趨勢）研析，（4）廣納各界意見與審酌利害關係人需求，（5）就我國專用電信管理架構與法規修訂提出建議。

三、重要發現

本研究建議有關專用電信之項目，應可先行刪除有關專用有線電

信之類別，解除不必要之管制，至於專用無線電信，因涉及電波資源之使用，為進行適當之電波監理，促進無線電之和諧使用，避免干擾之情況，故仍有必要進行適當之管制。次按國際相關立法例及我國電信管理法草案之立法精神，如專用電信設置者所設置之網路是利用免執照之頻譜，則僅要求其電信設備符合規定即可，應無須申請專用電信之建置；但若專用電信所利用之頻率為特許核准之頻率，除按相關規則進行申請，亦應收取適當之頻率使用費，以符無線電頻率使用者付費之精神。準此，就可申請專用電信架設之項目，本研究認為無須過度管制，以符合相關國際趨勢。末就我國專用電信僅規定設置，卻未規定專用電信網路異動之處理，此應為法規之疏漏。於電信管理法草案第 50 條已有規定「專用電信網路應經主管機關核准，始得設置；其有增設或變更者，亦同。」爰建議於專用電信設置使用及連接公共通信系統管理辦法中修改相關規定。

近年來，隨著商用無線通信技術的發展，以及傳統專用電信由窄頻的語音服務轉向寬頻的即時影像串流服務，商用通信技術與專用電信的橋接已成為趨勢。國際上相關的立法例中，並未發現有專用電信與公眾通信常態性連接之案例。如前所述，近年來由於商用通信技術的進步，許多傳統專用電信已經可以透過商用網路提供，例如智慧電錶的鋪設，或是公共災防現場視訊的回傳等。惟專用電信網路本質上為一個封閉的電信網路，相當於公司內部網路（intranet），如果專用電信網路可以常態性與公眾網路連接，提供為目的外之使用，則相對於商用行動通訊服務而言，將會有所不公。因此本研究仍建議現行或未來之專用電信，應繼續維持現行之規定，禁止與公共通信連接，並應禁止設置目的以外之使用，以維持公平競爭之環境。

頻率的有效利用為近年來最重要的議題之一，由於高畫質影音的需求，加上 5G 的技術發展，頻譜的供給一直是過去及未來數年最重要的議題。如要騰空相關的頻段，除行政機關之間的協調之外，頻率使用費亦為國際上可行之手段之一。我國現行專用電信使用頻寬多，且多為公設專用電信，可享頻率使用費之折扣或免費之優惠，是有造成

頻率不經濟使用之誘因與可能。本研究建議未來應可仿效日本進行公設專用電信頻譜檢討，必要時採用如英國之行政誘因定價法計算頻率使用費，以促進無線電頻率之有效利用。

Abstract

In consideration of rapid development of info-technology – such as 5G or Internet of Things (IoT) – and in compliance with review and revision of telecom regulations, this research would collect related information and propose amendment recommendations with respect to policy or regulations to National Communications Commission (NCC) as reference to policy-making. The research processes are break into three parts:

1. Investigating related policies, principles of spectrum allocations and technical standards of international organizations with regard to dedicated telecommunications in AMI 、 PPDR and railway communications.

2. Collecting policy considerations, legal framework, supporting measures, regulatory changes in management of dedicated telecommunications around advanced countries.

3. Reviewing current legal framework and industry needs in accordance to stakeholders' opinions, and proposing our suggestions regarding regulation amendment, and policy to NCC.

In many countries, the decision still remains about the dedicated telecommunications network should run in its own spectrum or in public airwaves. The decision to base the UK's ESC or US's FirstNet on commercial LTE network is an important precedent, but there are ongoing discussions around the world. The emphasis is on “guaranteed” rather than “dedicated” in network, except for the critical voice networks.

Under current legal framework and international trends, our suggestions as following:

1. Generally, dedicated telecommunications network shall not connect to public telecommunications network. In considering the trend of operating dedicated telecommunications network partially or

wholly on public spectrum, we suggest to deregulate the connection between dedicated network and public network. However, the dedicated network shall not provide services to public.

2. We suggest to reconsider spectrum usage fee in order to promoting spectrum sharing and spectrum efficiency among dedicated telecommunications network

第一章 緒論

第一節 研究目標

近年來，資通訊科技快速發展，諸如：第五代行動通訊科技、物聯網（Internet of thing）等，為電信產業管理架構及其法規帶來衝擊。另外，國家通訊傳播委員會本於鼓勵創新發展、活絡產業發展、提升通訊傳播品質以及有效促進電信資源之使用，進行電信法規之檢視與修訂，其中包含專用電信管理機制（即不與公共通信系統連結者）。

現行實務對於5G與物聯網等新興通訊技術之研發與應用相當熱絡，其中，肇因智慧電網之推動而受到廣泛討論之智慧型電錶基礎建設（Advanced Metering Infrastructure, AMI），其允許公用事業基於電力管理、停電通知、收費等目的，透過雙向之通訊軟硬體設施，蒐集、測量與分析電力消耗資料；另公共安全及防災（Public Protection and Disaster Relief, PPDR）因涉及人民權益保護議題，故近年來亦受到重視與討論。這些都與電信資源之使用與電信網路之佈建有關。

以AMI為例，智慧電網或智慧網格（smart grid）即為智慧化現有的電力網路，包括三類獨立的通訊網路，其中有二個部分被認為是AMI的構成要素，分別是家庭區域網路（home area network）與鄰近區域網路（neighborhood area network），前者涉及測量電力消耗之電錶的資訊傳輸，後者則是涉及電錶至資料整合站之連結，資料之傳輸可能是透過無線通訊網路或有線網路（或是結合二者之傳輸網路）為之，其中，有線網路可能會使用電力線通訊（power line communication）技術，而無線通訊網路可能會涉及免執照頻段或須取得執照頻段之使用¹。是故，AMI之規劃與建置將可能會涉及電信資源之使用與電信網路之佈建。

針對前揭以特定目的而設置之電信網路，我國主要規範於電信法，以專用電信稱之並為相關管理，電信法第47條即明定專用電信須經電信

¹ PurvaAdke et al., *Spectrum Needs for Wireless Smart Meter Communications* 1-2, <http://morse.colorado.edu/~tlen5710/11s/11SmartGridSpectrum.pdf> (last visited on April 24, 2017) .

主管機關核准，始得設置使用，且除經電信主管機關核准者外，其不得與公共通信系統連接且不得為設置目的以外之使用。然而，有關於專用電信，即公私機構、團體或國民所設置，專供其本身業務使用之電信，於特別法亦可見相關規定，惟其多敘明專用電信之設置應依電信法為之，例如：電業法第 36 條第 1 項即規定「電業為營運、調度或保障安全之需要，得依電信法相關規定設置專用電信」，公路法第 7 條規定「公路事業為謀通信便利，依電信法之規定，得設置公路專用電信」，大眾捷運法第 8 條規定「為謀大眾捷運系統通信便利，大眾捷運系統工程建設或營運機構，經交通部核准，得設置大眾捷運系統專用電信」。

為因應資通訊科技快速發展，諸如：第五代行動通訊科技、物聯網 (Internet of thing) 等快速發展，並配合我國對於電信法規之檢視與修訂，本研究擬調查國際組織有關專用電信及 5G、IoT 等新興通訊技術之相關政策方向、頻譜規劃及技術標準，蒐集與研析先進國家有關於專用電信管理之政策考量、制度架構、管理配套及法規變革（包括服務態樣、管制範疇、頻率核配、監理架構、法規條文及新近發展趨勢等面向），檢視我國專用電信管理現況與產業之法令需求，並透過訪談或座談會之辦理，蒐集我國產業及利害關係人之意見，並據此研提相關政策與法令修訂建議，以供國家通訊傳播委員會為政策研定的參考。

第二節 研究架構與執行流程

一、研究架構

有關於本研究之架構如下：



資料來源：本研究自行製作

圖 1 計畫研究架構圖

二、執行流程

本研究之實施將依循執行團隊長期所建立的研究方法論進行本研究案之相關研究（參見圖 2 計畫研究方法論）。此一研究方法論主要立基比較法之研究，其實施步驟主要為（1）確認施政需求（即研究議題），（2）我國專用電信管理現況與產業之法令需求檢視，（3）國際趨勢觀測，包括：（A）國際組織有關專用電信及 5G、IoT 等新興通訊技術之相關政策方向、頻譜規劃及技術標準調查，以及（B）先進國家有關於專用電信管理之政策考量、制度架構、管理配套及法規變革（包括服務態樣、管制範疇、頻率核配、監理架構、法規條文及新近發展趨勢）研析，（4）廣納各界意見與審酌利害關係人需求，（5）就我國專用電信管理架構與法規修訂提出建議。



資料來源：本研究自行製作

圖 2 計畫研究方法論

爰規劃本研究之研究流程如下：

1. 確認施政需求（即研究議題）：國家通訊傳播委員會本於鼓勵創新發展、活絡產業發展、提升通訊傳播品質以及有效促進電信資源之使用，進行電信法規之檢視與修訂。其中，有關於專用電信管理機制（例如不與公共通信系統連結者）亦

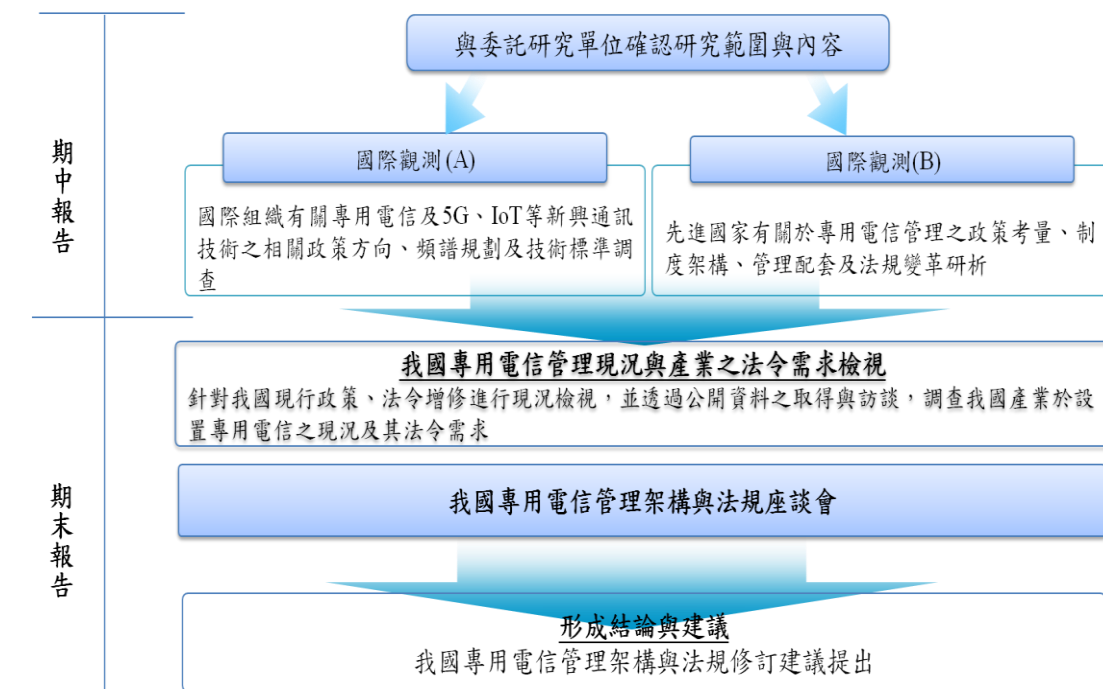
在檢視與修訂範圍內。

2.我國專用電信管理現況與產業之法令需求檢視：針對我國現行政策、法令增修進行現況檢視，並透過公開資料之取得與訪談，調查我國產業於設置專用電信之現況及其法令需求。

3.國際觀測：此部分將包括部分，分別是（1）國際組織有關專用電信及 5G、IoT 等新興通訊技術之相關政策方向、頻譜規劃及技術標準調查，以及（2）先進國家有關於專用電信管理之政策考量、制度架構、管理配套及法規變革研析（包括服務態樣、管制範疇、頻率核配、監理架構、法規條文及新近發展趨勢等面向）。

4.廣納各界意見與審酌利害關係人需求：本研究將透過利害關係人之訪調或座談會之辦理，蒐集利害關係人對於現行專用電信管理機制之意見，以及對於未來管理架構之建議，並加以研析，以作為我國相關制度設計與法令調整之參考。

5.就我國專用電信管理架構與法規修訂提出建議：標竿國際經驗，綜整產業及相關利害關係人之意見，本於我國產業未來發展之需求與主管機關監理角色，就我國專用電信管理架構與法規修訂提出建議。



資料來源：本研究自行製作

圖 3 計畫執行流程

本研究之執行時程如圖 4，預計於 7 月份完成期中報告一份，並對以下內容進行初步研析，（1）國際組織或先進國家有關專用電信新興通訊技術之相關政策方向、頻譜規劃及技術標準調查，並著重於 AMI 智慧電錶、PPDR 公共安全服務及鐵路通信等三個專用電信應用領域；以及（2）先進國家有關於專用電信管理之法規研析。期末報告於 11 月底完成初稿，內容除將期中報告之研究內容予以完整化，並加入我國專用電信管理現況與產業之法令需求檢視、及提出我國專用電信管理架構與法規修訂建議。

106 年 工作項目	5 月 份	6 月 份	7 月 份	8 月 份	9 月 份	10 月 份	11 月 份	12 月 份
一、國際組織有關專用電信及 5G、IoT 等新興通訊技術之相關政策方向、頻譜規劃及技術標準調查								
二、先進國家有關於專用電信管理之政策考量、制度架構、管理配套及法規變革研析								
三、我國專用電信管理現況與產業之法令需求檢視								
四、我國專用電信管理架構與法規座談會								
五、我國專用電信管理架構與法規修訂建議提出								

資料來源：本研究製作

圖 4 本研究執行進度甘特圖

第三節 預期成果與效益

本研究將調查國際組織有關專用電信及 5G、IoT 等新興通訊技術之

相關政策方向、頻譜規劃及技術標準，以及先進國家有關於專用電信管理之政策考量、制度架構、管理配套及法規變革研析，以瞭解國際組織之相關政策方向、頻譜規劃及技術標準，以及國際上專用電信管理及法令趨勢，作為未來政策研令與法規調適之參考。

此外，本研究亦將檢視我國專用電信管理現況與產業之法令需求，並透過座談會之辦理，掌握我國產業於佈建專用電信所面臨之議題，並了解其政策或法令需求。

最後，本研究將提出我國專用電信管理架構與法規修訂建議，協助主管機關完備專用電信管理架構與法規，以促成通訊傳播產業創新發展，確保通訊傳播資源之合理分配，提升消費者福祉。

第二章 專用電信之技術標準、頻譜規劃與政策方向

第一節 AMI 智慧電錶

一、技術標準

IEC 62056 及 ANSI C12 為目前國際常用之能源通信標準。前者多為歐洲地區使用，後者則盛行於美洲地區。臺灣過去便是依循 ANSI C12 的標準。

世界各國雖均可針對能源通訊訂定標準，但 AMI 通訊仍有共通之規則及條件。UtilityAMI 是第一個關於 AMI 以及 DR（Demand Response）相關規範發展的論壇，該論壇由 29 國 111 間公司組成，大多為各國能源供應商，長期致力於發展 AMI 規範。

針對 AMI 通訊標準，該論壇制定了一份概略性的 AMI 高階需求書（high-level requirements），讓智慧電錶廠商在設計產品時有遵循的依據。其在需求書提出的 18 項要求，整理如下表：

表 1 UtilityAMI 之 AMI 需求標準

要求	說明
標準通訊介面 （Standard Comms Board Interface）	電錶和通訊介面之間必須採用公開的標準。如此可以使用不同的通訊協定並且避免被單一廠商限制住
標準資料模型 （Standard Data Model）	電錶與使用者端交換資訊必須使用公開的資料格式標準。
安全性（Security）	使用公開標準，在整個電錶系統中可以防止冒名（impersonation）、修改（modification）、重演（replay）、中間人攻擊（man-in-the-middle）以及竊聽（eavesdropping）等攻擊。
雙向通訊 （Two-Way Communications）	電錶到客戶端的網路通訊必須雙向而且具有可靠度（reliable）。
遠端下載（Remote	可以遠端更新整個 AMI 系統中各項設

要求	說明
Download)	備的電錶設定、組態值、安全憑證及韌體。
時間電價 (Time-of-Use Metering)	電錶可以依據預設的時間間隔紀錄使用量。
雙向與淨量功能 (Bi-Directional and Net Metering)	電錶可以記錄雙向的流量並且計算淨使用量 (net usage)。
儲存長期資料 (Long-Term Data Storage)	可以儲存至少 45 天以上的資料並且最少要有兩個以上的通道。
遠端斷電 (Remote Disconnect)	可以遠端對於用戶斷電跟復電。
網路管理 (Network Management)	可以遠端偵測電錶和網路設備，並且可以監控整個 AMI 通訊網路的狀態。
自我修復網路 (Self-healing Network)	網路可以自動偵測並且復原。
家用網路閘道器 (Home Area Network Gateway)	AMI 系統可以在用戶端當成通訊閘道器。
多重客戶端 (Multiple Clients)	AMI 系統可以允許電力公司內或外的人，只要經過授權就可以讀取電錶資料。
供電品質測量 (Power Quality Measurement)	提供用戶電錶供電品質的數值和報告。
竊電分析 (Tamper and Theft Detection)	AMI 系統可以偵測並且報告竊電的狀況。
斷電偵測 (Outage Detection)	AMI 系統可以偵測並且回報因為斷電的儀表異常。
可擴展性 (Scalability)	AMI 系統的不會受到系統中某部份的設備而影響發展性。
自我定位 (Self locating)	透過 GPS 得知電錶安裝的位置。

資料來源：工業技術研究院²

² 工業技術研究院，ANSI C12 與 IEC62056 分析比較，available at http://km.twenergy.org.tw/KnowledgeFree/knowledge_more?id=178, 最後瀏覽日：2017/07/05

在通信標準方面，由於 AMI 通信距離較短，傳遞資料亦較小，有多種通信方式可以使用，包括有線及無線，在無線技術亦有多種使用執照頻段以及免執照頻段和技術可供選擇，各國盛行之技術亦不相同，也沒有絕對統一的通信技術標準。各國及 ITU 常用及建議使用之通信技術標準整理如下：

表 2 常見通信技術建議標準

	ITU ³	中國大陸	美國	英國	歐盟
通信技術標準	ITU-T G.9960:電力線通信 (PLC); ITU-T G.990X 窄頻電力線通信 (NB-PLC); ITU-T G.9959 窄頻數位無線通訊; 3GPP 蜂巢式網路; IEEE 802	電力線通信 (PLC); 光纖; 低功率無線射頻 (LPRF); 蜂巢式網路	電力線通信 (PLC); 光纖; 蜂巢式網路、RF Mesh、Zigbee	Zigbee; Long-Range Radio,LRR; 蜂巢式網路	PMR 網路; 固定連線網路; 機器間通訊; 商業蜂巢式網路; 短距離設備 (SRD) 皆符合 AMI 無線解決方案需求

資料來源：本研究整理

二、頻譜規劃

(一) 各國 AMI 通訊技術與使用頻譜

由於 AMI 通訊對於流量及延遲性要求均不高，故其通訊方式有許多選擇，茲整理本次三個個案國家之 AMI 通訊技術與頻譜，大致可分為無線及有線兩種，如下表：

³ ITU-R SM.2351-0

表 3 有線通訊方式之 AMI

有線通訊技術	傳輸距離	盛行國家
電力線通訊 (PLC)	數公里	美國、中國大陸
數位用戶迴路 (DSL)	1.5-5 公里	較不盛行
被動式光纖網路 (PON)	60 公里	美國

資料來源：Applied Science⁴

表 4 無線通訊方式之 AMI

無線通訊技術	頻段	傳輸距離	盛行國家
無線射頻 (Radio Frequency, RF)	902-928 MHz	由跳躍 (hops) 數量決定	美國 (902-928 MHz 為免執照頻 段)
低功率無線射 頻 (LPRF)	315 MHz / 433 MHz / 780 MHz / 2.4 GHz	10-50 公尺	中國大陸 (433 MHz 免執照頻段)
商用蜂巢式網 路 (Cellular)	使用執照頻段	GSM 約為 1-10 公里 /3G、4G 可達 50 公里	美國、英國、 中國大陸
ZigBee	868 MHz/915 MHz/2.4 GHz	10-1000 公尺	美國 (915 MHz/2.4 GHz)、 英國 (868 MHz/2.4 GHz)
WIFI	2.4 GHz/5.8 GHz	10-1000 公尺	較不盛行

資料來源：Applied Science⁵

(二) 歐盟對 AMI 通訊之建議

歐盟執委會下轄的無線頻譜政策小組 (Radio Spectrum Policy Group, RSPG)，在 2013 年 11 月所公布的「策略性部門頻譜需求」報告 (RSPG Report on Strategic Sectoral Spectrum Needs) 表明，智慧電網對無線頻譜

⁴ Uribe—Pérez, N.; Hernández, L.; de la Vega, D.; Angulo, I., State of the Art and Trends Review of Smart Metering in Electricity Grids. Appl. Sci. 2016, 6, 68.,

⁵ Id.

的需求，將依個別國家及網路的不同而有差異。

無線頻譜政策小組認為，在技術層面，PMR 網路（Private mobile radio）、固定網路（fixed links）、機器間通訊（M2M）、商業型蜂巢式網路（Commercial cellular networks）、短距離設備（Short range devices, SRD）皆可符合智慧電網的無線解決方案需求，故毋需給予智慧電網專用頻段。

基於這些技術，政策小組認可下列現存頻段可以用作智慧電網通訊的選項：169.4-169.8125 MHz（頻寬較其他選擇窄）、868-870 MHz、870-876 MHz 與 915-921 MHz；2.4 GHz / 5.8 GHz（範圍與穿牆能力受限）；商用網路：如 GSM、LTE；最後是無線網路點對點傳輸模式專門設置（ad hoc）的無線寬頻自用無線解決方案（Private wireless solutions）：PMR/PAMR，使用 HF 或 UHF 頻段）。

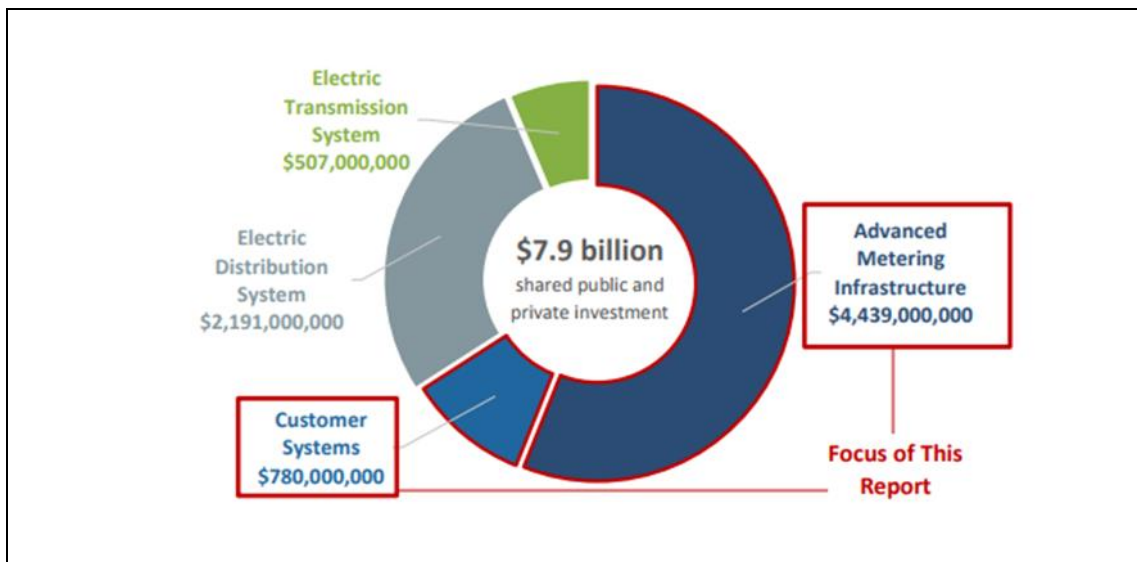
三、政策方向

（一）美國

美國在 2007 年開始進行智慧電網的政策規劃，主要由能源部負責主導。美國國會當年所通過的「能源獨立和安全法案」的第 13 條，在能源部下成立智慧電網諮詢委員會及工作小組。該法並授權能源部制定智能電網區域示範計畫；結合相關單位，發展智慧電網互通性架構；以及制定智能電網投資成本及資金。2009 年，美國聯邦政府推動的「復甦與再投資法案」（American Recovery and Reinvestment Act of 2009），更進一步提供約 35 億美元用於「智慧電網投資補助」（Smart Grid Investment Grant, SGIG）及 6.85 億美元於「智慧電網示範計畫」⁶。

智慧型電錶基礎建設（AMI）為整體智慧型電網政策（smart grid）不可或缺的一環，SGIG 計畫認為智慧電錶的功能係為智慧電網提供即時（real time）的電力消費資訊，如每 5 分鐘、15 分鐘、30 分鐘或 60 分鐘測量客戶用電、電壓水平、監控電器的開/關狀態，以及負責電網供給及需求端的雙向溝通。故智慧電錶的推展，亦是智慧電網政策的一部份。

⁶ Department of Energy（DoE），Advanced metering infrastructure and customer system.



資料來源：美國能源部⁷

圖 5 美國 SGIG 計畫用於 AMI 比例

SGIG 計畫中有約 20 億美元是用於支付全國超過 1,600 萬臺智慧型電錶的裝設補貼，該計畫預計 2012 年全美將部署 4,000 萬臺智慧電錶。到了 2014 年，SGIG 已投資 79 億美元，其中 44 億美元用於部署 1,630 萬臺智慧電錶。

不僅聯邦政府出資推動普及智慧電錶，部分州政府亦透過立法及管制手段，強制要求電力供應商必須裝設智慧電錶。在聯邦及州政府的大力推動下，美國智慧電錶的數量快速成長，2007 年智慧電網政策推動之初，全美智慧電錶數量只有約 247 萬臺，而到了 2015 年已經成長至 6,474 萬臺，約占有所有電錶的 43%。在部分州別，如加州、內華達州、緬因州等 AMI 的滲透率甚至超過 80%。

有關美國 AMI 通訊方式，AMI 通訊系統大致可分為兩段：（1）從智慧電錶（smart meter）到中間數據收集點（如變電站或通訊塔），以及（2）從中間數據收集點到電力供應商，這兩者有不同適用的通訊方式。從智慧電錶到中間數據收集點這一階段，由於資料傳輸量小、連結數量較多，多使用無線射頻（RF）、Zigbee 等方式；在而中間數據收集點到

⁷ Department of Energy (DoE), Advanced Metering Infrastructure and Customer Service – result from the smart grid investment grant program, 2016, available at https://energy.gov/sites/prod/files/2016/12/f34/AMI%20Summary%20Report_09-26-16.pdf, (last visited Jul. 5, 2017)

電力供應商的階段，由於此段必須將數據收集點的資訊傳遞到資料中心，數據傳輸數據量較大，連接數量較少，大多會使用光纖、電力線通信(PLC)和蜂巢式網路等方式。以 SGIG 所資助建置的 AMI 系統為例，主要是以高速光纖或商用無線蜂巢式網路進行通訊。

由於美國並無規劃特定的專用電信頻段給智慧電錶，故美國智慧電錶無線通訊多使用免執照的 ISM 頻段 915MHz 及 2.4 GHz 頻段，主要通訊技術為 Zigbee 與無線射頻網狀網路 (RF Mesh)。

(二) 英國

在 2011 年 3 月以前，英國電力工業的監管機構 (Office of Gas and Electricity Markets, Ofgem) 負責智慧電錶的推動，至 2011 年 4 月改由英國能源與氣候變遷部 (Department of Energy and Climate Change, DECC) 負責管理。

2012 年，能源與氣候變遷部便開始著手推動「智慧計量錶設置計畫」(Smart Metering Implementation Programme)。該計畫目標為在 2019 年全大不列顛地區 (Great Britain) 將必須全面裝設智慧電錶及智慧瓦斯錶 (5,300 萬臺)。在能源與氣候變遷部的規劃中，整體智慧電錶系為智慧電網的一部分，智慧電錶由消費端收集資訊，經由資料與通訊商傳遞，為能源供應商所利用。以下敘明英國建置智慧電錶之推動方式、頻譜規劃以及通訊方式。

1. 英國規定能源供應商有裝設智慧電錶義務

在 2012 年當年，全英已安裝智慧電錶的家庭和小型非家用消費者共有 62.3 萬個，其中中小型非家用消費者有 36.5 萬個。為加速能源供應商裝置智慧電錶，英國能源與氣候變遷部要求在 2019 年年底以前，所有能源供應商有義務為所有消費者安裝智慧電錶，以及必須提供相關資訊的諮詢。

在「智慧計量錶設置計畫」的預期下，2014 年 3 月至 2019 年年底為智慧電錶大量佈建階段。然而，英國政府於 2013 年宣布，智慧電錶大量導入英國家庭的時程將延遲超過一年，

順延至 2015 年的秋天開始。這是由於電錶製造及佈建商需要更多的時間來設計、建造、測試智慧電錶系統，以確保具有良好的品質，因此英國政府目前智慧電網大量佈建的完成日期，將從 2019 年底延後至 2020 年底。

2.英國智慧電錶通訊規劃

在智慧電錶通訊標準方面，英國主要仍是依循歐盟所主導制定的標準。歐盟執委會 2011 年發布「智慧電網創新發展」，強調為加速發展智慧電網，應制訂技術標準，並發布「智慧電網標準化命令」，要求歐洲標準化組織應於 2012 年底提出智慧電網的適用標準。2012 年 8 月，英國已提出「智慧計量錶設備技術規範第二版」(SMETS 2)，並通知歐盟，未來將做為能源供應商裝設智慧電錶時的標準依據。

英國政府於規劃時便已將頻譜分配納入規劃之中，在 2013 年時，英國政府初步的計畫是考慮規劃 2.4GHz 頻段與 868MHz 頻段之方案，前者預計能夠覆蓋至少 70% 的智慧電錶消費者；後者則預計能夠提供超過 95% 的覆蓋率。

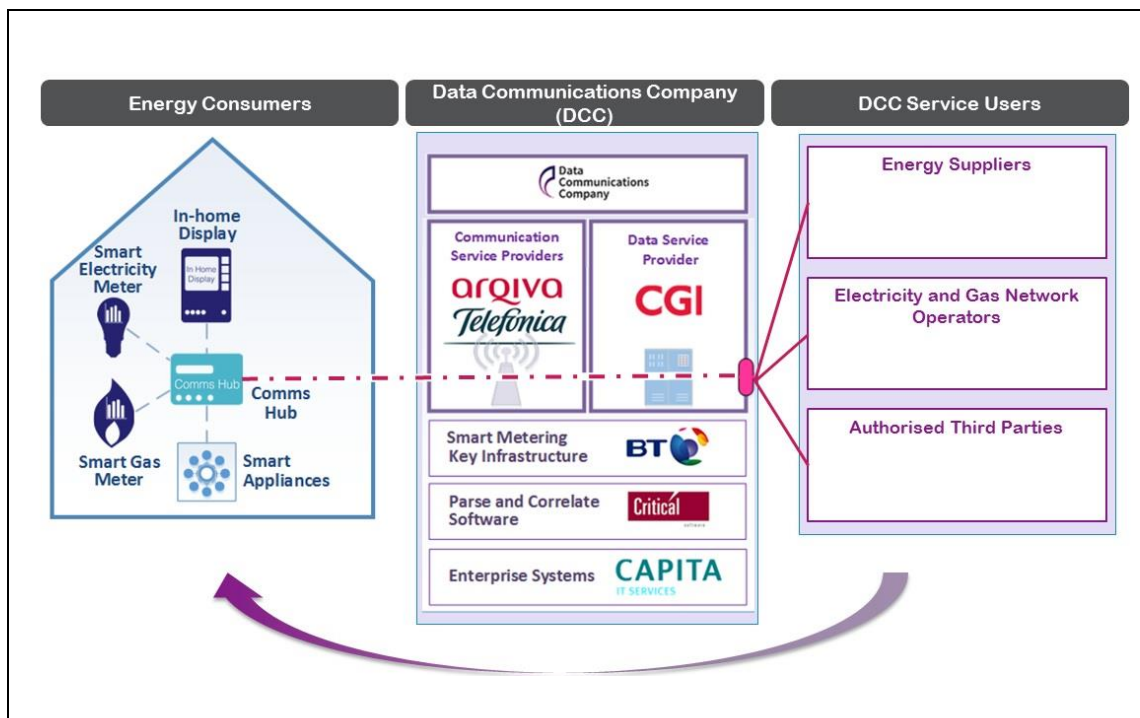
3.英國 AMI 無線通訊頻段

2013 年 1 月時，英國頻譜策略委員會(UK Spectrum Strategy Committee, UKSSC)決定將 870-872 MHz 和 915-917 MHz 二段頻譜釋出給通訊主管機關 OFCOM，並且註明 OFCOM 必須注意關於頻譜 870-876MHz 的需求，主要是高速鐵路與智慧電錶(smart meter)的頻譜需求。

由於英國智慧電網的頻譜規劃將使用 2.4GHz 及 868MHz 頻段，OFCOM 乃將 870-876MHz 相容頻譜納入前揭 868MHz 頻段規劃中。其中，2.4GHz 屬「免執照」頻譜，OFCOM 對於 870-876MHz 亦決定採「免執照」方式規劃。

4.英國 AMI 通訊方式

在 AMI 通訊方面，英國所有智慧電錶都將透過 ZigBee 接入至廣域網路（WAN）。英國共將全國範圍的 AMI 廣域網路分成三區，由政府出資，民間通訊商負責提供通訊服務。



資料來源：Data Company

圖 6 英國智慧電網通訊架構

2013 年 8 月，英國能源與氣候變遷部宣布針對智慧電錶的通訊商招標結果，Telefonica 以 15 億英鎊（23.3 億美元）獲得英國中南部地區 15 年的智慧電錶通訊合約，此部分將以商用蜂巢式網路進行通訊；Arqiva 則以 6.25 億英鎊（9.69 億美元）獲得英格蘭北部及蘇格蘭地區的通訊合約，該地區 AMI 廣域網將以長程無線電（Long-Range Radio, LRR）的方式通訊，類似英國緊急服務（Emergency Service）所使用的 TETRA 網路。

（三）中國大陸

中國大陸自 2009 年底宣佈推動 AMI 建置，中國國家電網在 2009 年確定分三階段計畫建設「堅強智能電網」，擬在 2020 年完成全中國智慧電網建置的目標。在 2010 年發布的中國「十二五計畫」更將智慧電網列為邁向綠色成長的重要基礎建設與戰略性新興產業。根據中國國家電網「堅強智能電網」發展計畫，2009 年至 2010 年為規劃試點，主要工作是

制定規劃和相關標準；2011 年至 2015 年則為全面建設階段，其間投資金額逾 2 兆人民幣，而十二五計畫期（2011-2015）間國家電網建設與智慧化方面的投資便約達 1.5 兆元 人民幣。由於政策驅動的緣故，中國大陸於 2011 年開始躍升成為全球智慧電錶需求量最大的國家，該年全球市占率約 75%，2012 年更高達 86%。

中國國家電網的「堅強智能電網」計畫特別強調要「實現信息化、數字化、自動化、互動化的智能技術特徵」。為了達成此一目的，中國國家電網計畫將 AMI 建置擴展至全國，從 2009 年起便投入資金汰換舊有電子式電錶，更換為智慧電錶。智慧電錶除具備電能量計量，還可實現雙向多種費率計量、用戶端控制、雙向數據通信、防竊電等智能化功能。國家電網計畫在 2020 年前全國用戶之電錶均將轉換為智慧電錶，估計需投入人民幣 2,000 億元，至少會產生近 3 億個以上傳統電錶更換的商機。以下敘明中國大陸建置智慧電錶之推動成效以及通訊方式。

1. 中國國家電網投入資金與成效

2011 年中國國家電網公司共計採購 5,970 萬臺智慧電錶，規模達全球之冠。2014 年和 2015 年，中國國家電網的智慧電錶招標數量也都超過了 9,000 萬臺。而截至 2015 年，中國國家電網已完成招標智慧電錶 4.3 億臺，加上 2016 年的 6,000 多萬，共 5 億臺左右。其中住宅用智慧電錶佔比 85%。《國家電網公司關於全面推薦智能計量體系建設的意見》指出，2016 年，國家電網將啟動加強老舊電錶升級改造，新裝智能電能錶 6,058 萬臺，年新增智慧電錶投資 230 億元人民幣。預計到 2017 年，中國國家電網將建成國際上最大的用電信息採集系統，實現智慧電錶全國覆蓋。

目前尚不確定中國國家電網 2017 年的智慧電錶招標量，根據中國安信證券估計，當前中國大陸居民用智慧電錶需求總量約超過 4.5 億臺；考慮工業，商業等其他用途，當前智慧電錶的市場總量將可達 5.3 億臺。隨著越來越多的智慧電錶安

裝，中國智慧電錶開始進入替換階段。智慧電錶一般在運行 7 年後開始替換，2009 年開始招標的第一批智慧電錶，從 2017 年起將開始替換。預計未來五年，中國將新增智慧電錶需求 4.6 億臺，總體市場超過 1,030 億元人民幣，保持近 15% 的成長率。

2. 中國 AMI 通訊方式

中國大陸 AMI 系統通訊方面，可分為本地和遠程兩階段：本地通訊用於智慧電錶與現場收集終端（如變電站）通訊，一般用戶可採用電力線通訊（PLC）、低功率無線射頻（LPRF）等通信方式連接。遠程通訊用於資料中心和現場收集終端（如變電站）之間的數據傳輸，多採用光纖專網、商用蜂巢式網路 GPRS/CDMA、3G 以及電力線通訊（PLC）等方式。在頻譜方面，中國大陸則主要使用 433MHz 免執照頻段。

四、小結

以本次研究三個案例國家觀之，僅英國由國家推動，建置廣域網專網。美國以及中國大陸則無政府建置廣域網政策。

美國之智慧電錶推動政策係由聯邦及州政府出資及立法推動，2009 年，美國聯邦政府推動的「復甦與再投資法案」，提供約 35 億美元用於「智慧電網投資補助」及 6.85 億美元於「智慧電網示範計畫」。部分州政府亦透過立法及管制手段，強制要求電力供應商必須裝設智慧電錶。直到 2015 年已經成長至 6,474 萬，約佔所有電錶的 43%。在頻譜方面，美國並無規劃特定的專用電信頻段給智慧電錶，故美國智慧電錶電錶無線通訊多使用免執照的 ISM 頻段 915MHz 及 2.4 GHz 頻段。

中國大陸之智慧電錶推動政策係由國營輸電企業出資替換，中國國家電網在 2009 年確定計劃建設「堅強智能電網」，擬在 2020 年完成全中國智慧電網建置目標。2009 年至 2010 年為規劃試點；2011 年至 2015 年則為全面建設階段。截至 2015 年，中國國家電網已完成招標智慧電錶 4.3 億臺，加上 2016 年的 6,000 多萬，共 5 億臺左右，已經超過中國大陸

智慧電錶需求量的九成。在無線通信的頻段安排方面，中國大陸則主要使用 433MHz 免執照頻段。

英國的推動政策則是由政府強制能源供應商裝設，2012 年，英國能源與氣候變遷部推動「智慧計量錶設置計畫」英國能源與氣候變遷部要求在 2019 年年底以前，所有能源供應商有義務為所有消費者安裝智慧電錶，以及必須提供相關資訊的諮詢。該計畫目標為在 2019 年全大不列顛地區將必須全面裝設智慧電錶及智慧瓦斯錶（共 5,300 萬臺）。在無線通信頻段安排方面，英國 OFCOM 則規畫使用 2.4GHz 與 870-876MHz 頻段，2.4GHz 本屬「免執照」利用，對於 870-876MHz 也採「免執照」方式規劃。

表 5 AMI 國際發展比較

	中國大陸	美國	英國	歐盟
政策方向	由國營輸電企業出資更換	聯邦政府及各洲透過補貼及立法誘使業者更換。	政府立法強制能源業者更換。政府建置廣域網專網。	N/A
頻譜規劃	223-235 MHz； 433MHz； 470-510 MHz； 779-787 MHz；商用網路頻段	928-960 MHz； 915MHz；2.4 GHz；商用網路頻段	868MHz 頻段 (870-876MHz)；2.4GHz；商用網路頻段	169.4-169.8125 MHz；868-870 MHz、870-876 MHz；915-921 MHz；2.4 GHz /5 GHz；商用網路頻段；HF 或 UHF 頻段
盛行通信技術	電力線通信 (PLC)；光纖；低功率無線射頻 (LPRF)；蜂巢式網路	電力線通信 (PLC)；光纖；蜂巢式網路、RF Mesh、Zigbee	Zigbee；Long-Range Radio,LRR;蜂巢式網路	PMR 網路；固定連線網路；機器間通訊；商業蜂巢式網路；短距離設備 (SRD) 皆符合 AMI 無線解決方案需求

資料來源：本研究整理

第二節 PPDR 公共安全服務

隨著全球各國對（如：氣候變遷造成的自然災害、邊界安全或是反恐活動等）公共安全議題日漸重視，本節將就主要國家例如美國、韓國、英國等探討 PPDR 政策、頻譜規劃及 PPDR 技術等發展。

一、技術標準

傳統公共安全通訊標準主要包括美規的 Project 25 以及歐規的 TETRA，這些標準係針對各種緊急應變功能而設計，因此具有可靠性高、涵蓋範圍廣等優點。然而使用 Project 25 或 TETRA 標準的公共安全通訊系統，皆為客製化需要專業人員進行架設，因此對於未經訓練的民眾而言並不容易操作。為使普羅大眾都有能力使用公共安全通訊系統，3GPP 從 Release 11 開始在 LTE 商用網路支援公共安全通訊的高功率使用者終端並定義 Band 14（700MHz）用於公共安全（如下圖 7），使未經訓練的民眾能以智慧型手持裝置進行緊急通訊服務。

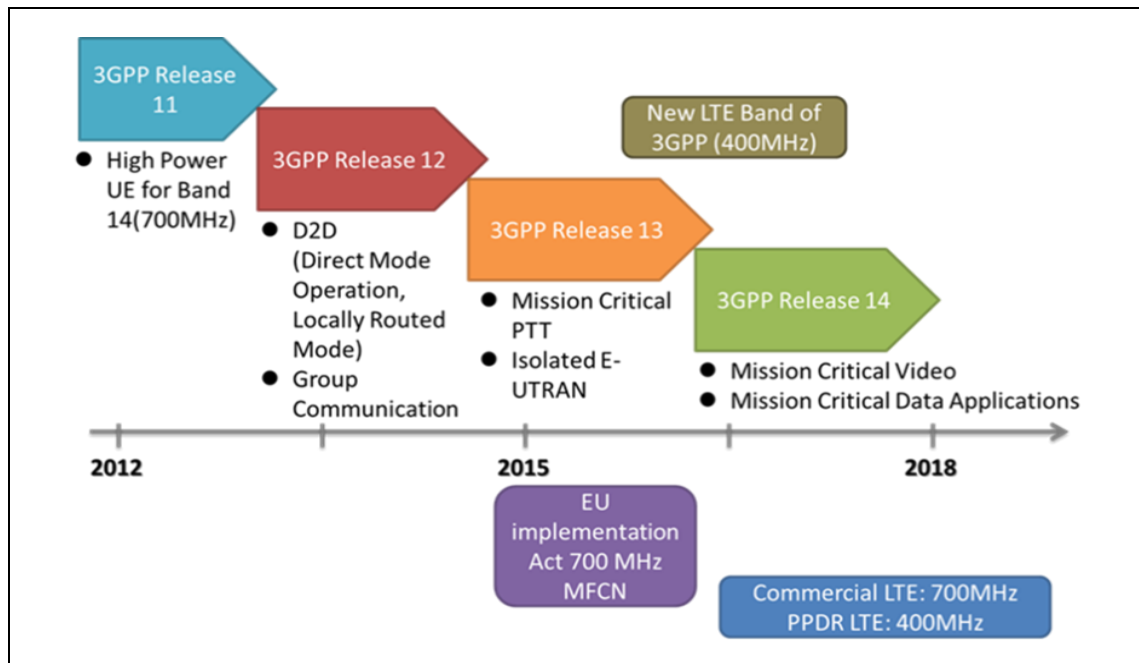
3GPP 在 Release 12 之前的標準僅支援用戶間一對一的通訊模式，不包括公共安全所需的一對多通訊模式；其次，資料傳輸皆需透過核心網路傳送，而在地震或災害發生後，可能因後置網路（Backhaul）連線中斷無法通訊。為改進前述問題，Release 12 開始加入 D2D 的相關標準，允許終端裝置彼此間的搜索與通訊，不需仰賴核心網路即可進行資料傳輸；此外，也支援公共安全的低時延（Low Latency）群組通訊（Group Communication）服務。

3GPP 在 Release 13 進一步加入緊急任務一按通 Mission Critical PTT（Push-to-talk）標準，使用者得以透過智慧型行動電話及 LTE 商用網路，以一對多的方式進行緊急事件的語音廣播，不論是音質或傳送距離皆勝過傳統對講機。

其次在 Release 13 也加入 Isolated E-UTRAN 的標準，當災害或是緊急事件發生後，若基地臺的後置網路發生連線異常，該基地臺能獨立（isolated）服務其涵蓋範圍內的使用者。抑或是透過空中載具或是救災部隊，直接將新的基地臺放置在需要網路服務的區域，用以擔負當地的

LTE 通訊服務。

未來由於對多媒體影像的即時傳輸之需求越來越高，3GPP 可能在 Release 14 中加入緊急任務的影像及資料傳輸標準，包括將應用場景延伸到機艙內，或是支援更高解析度的即時影像等。



資料來源：3GPP（本研究整理）

圖 7 3GPP-寬頻公共安全通訊標準演進

二、頻譜規劃

2015 年 11 月舉辦的 WRC（World Radio Communication）會議將公共安全（Public Protection and Disaster Relief，PPDR）相關之 646 號決議文進行再次修訂，為滿足公共安全日漸在寬頻傳輸上的需求、及不同單位在互通性上的重要性，大會促請各國在對寬頻 PPDR 開展其國內頻譜規劃時，採用最新版 ITU-R M.2015 建議書所述，位於 694~894MHz 的寬頻公共安全頻率範圍。然而各國頻譜使用狀況不一，WRC 希望在政策規劃上各國可採納 3 大區域內共同的 PPDR 建議頻段範圍。

1.Region 1：

基本上的頻段範圍自 380-470 MHz。但考量到數個國家之間已有相關協議，目前希望將 380-385/390-395 MHz 設為此區

長期作 PPDR 用之核心和諧頻段的優先考量。

2.Region 2：

基本上的頻段範圍為：746-806 MHz，806-869 MHz，4940-4990 MHz。但是委內瑞拉已經認定該國用作 PPDR 的頻段範圍是 380-400 MHz。

3.Region 3：

基本上的頻段範圍為：406.1-430 MHz，440-470 MHz，806-824/851-869 MHz，4940-4990 MHz 及 5850-5925 MHz。但某些國家也認定 380-400 MHz 和 746-806 MHz 的範圍為 PPDR 用。

三、政策方向

本節就美國、韓國、英國為對象，探討國家 PPDR 規劃政策。

（一）韓國

韓國在 2014 年發生世越號（Sewol）船難時，由於第一線緊急救援的各機關溝通缺乏互操作性，眾多的公共安全機關在不同的頻段使用各自的語音網路，且包括 TETRA、iDEN、VHF、UHF 和 AM/FM 等各種技術，讓溝通上的障礙阻礙救援的速度。因此在船難後，有越來越多聲音要求政府正視建置全國性公共安全寬頻網路的迫切訴求。韓國政府基於 PS-LTE（Public safety-LTE）技術，於 2014 年 11 月著手規劃提出建置全國性寬頻公共安全網路（SafeNet）計劃。

1.SafeNet 計畫概況

預計投入 2 兆韓圓（約為美金 17 億元），另外若加上未來 10 年的維運費用，預算規模可能達 3 兆韓元。

SafeNet 使用單位計畫涵蓋八個部門：警察、國家救援、海岸巡防、軍隊、地方政府、醫療、電力、天然氣等，預計達 333

個公共安全單位、20 萬個使用者規模。基於 PS-LTE(Standard Rel.13) 技術，提供 37 項功能，例如 direct mode、stand-alone base station 等。

頻譜方面，規劃在 700 MHz 頻段中的 Band 28，也就是 APT700 標準中的 718-728 MHz 及 773-783 MHz、合計 20 MHz 頻寬做為 PPDR。

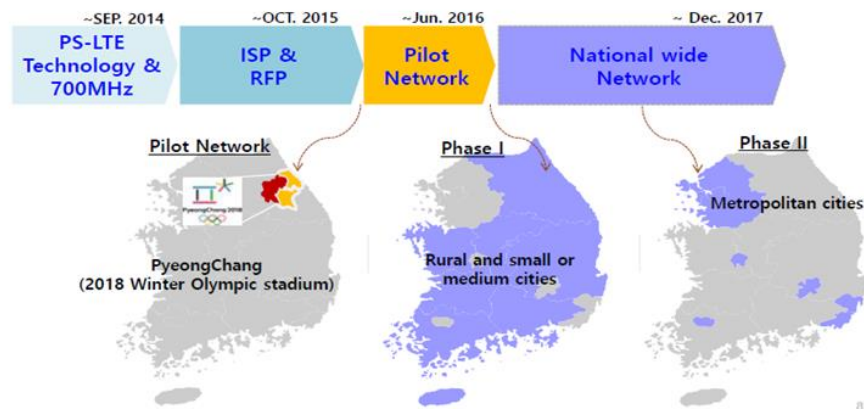
2.SafeNet 計畫執行

SafeNet 計畫採取公私合作方式，結合政府與產業力量共同打造。政府部門由 MPSS (The Ministry of Public Safety and Security) 主責，並且設立 SafeNet Forum 以蒐集災害管理專家、電信專家、產業和電信業者等，對 PS-LTE、LTE-R (LTE-Railway，鐵路) 和 LTE-M (LTE-Maritime，海事) 的實施和運行意見，並且維護政府有關國家公共安全網路建設政策的公正性與透明度。

3.SafeNet 建置期程

韓國政府將 SafeNet 佈建分為前期的試點網路(Pilot network)、以及兩階段的全國網路佈建 (Phase 1、Phase 2)。試點網路則選在在江原道 (Gangwon) 進行，包含即將舉行 2018 冬奧的平昌郡 (Pyeongchang)。全國網路佈建的第一階段，開始覆蓋其他省分，此計畫將始於鄉村地區、或小型城鎮，由於鄉村地區並不像都會地區有一個統一的網路，可分頭進行佈建。全國網路佈建的第二階段，開始包含大都會地區。

- Pilot : Verifying and testing the effectiveness of PS-LTE technologies
- Phase I&II : Rel. 13 Implementation, SW Application, Interoperability



資料來源：韓國公共安全部（MPSS）

圖 8 韓國 SafeNet 佈建計畫時程

4.試點網路計畫

試點網路主要目的在驗證和測試 PS-LTE 技術的有效性，期間為 2015 年 11 月至 2016 年 6 月，分為兩個子項目執行：(1) 平昌郡營運中心、(2) 江陵市（Gangneung）與旌善郡（Jeongsun），合計預算為 4,360 億韓圓（約 37 百萬美元）；子計畫一由韓國電信（KT）與三星電子（Samsung）共同取得、子計畫二則由 SK 電信（SK Telecom, SKT）取得。

試點網路計畫預計完成建置項目包含：一個營運中心的建置、220 座固定基站、一座移動基站、2,496 部無線電話終端裝置。

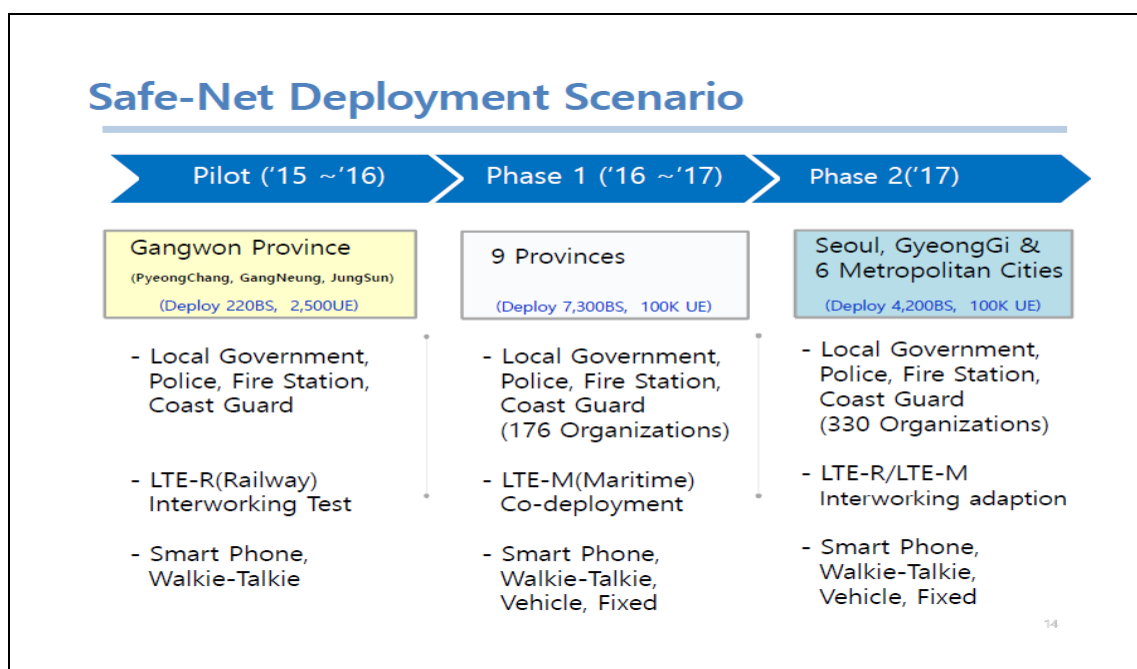
主要工作內容有下列六項：

- (1)試點網路部署
- (2)試運行維護
- (3)互通性測試和安全驗證
- (4)性能（室內、室外覆蓋率，及 37 項功能測試）
- (5)和已運行的 Tetra、UHF / VHF 等互通的解決方案
- (6)LTE-R / LTE-M 干擾測試

5.全國佈建

全國佈建計畫分為兩階段，第一階段，開始覆蓋其他 9 個省分，此計畫將始於鄉村地區、或小型城鎮，計畫建置 7,300 座基站、10 萬個終端裝置，涵蓋地方政府、警察、消防局、海岸巡防等 176 個組織使用，並完成與 LTE-M 共同佈建。

第二階段，開始包含大都會地區，包含首爾（Seoul）、京畿道（GyeongGi）、及 6 大都會城市，計畫建置 4,200 座基站、10 萬個終端裝置，涵蓋全國 330 個組織使用，並完成與 LTE-M、LTE-R 的互通。



資料來源：韓國 MPSS

圖 9 韓國 SafeNet 二階段全國佈建計畫

（二）美國

1.美國寬頻 PPDR 計畫—FirstNet

在 2001 年美國遭遇 911 恐怖攻擊及 2005 年颶風卡翠娜的天然災害後，經過 911 委員會（9/11 Commission）的建議及美國第一線反應單位（first responder）對國會進行遊說，美國政府瞭解到在緊急事件發生時，商用通訊網路的用量往往瞬

間暴增、導致頻寬不足，無法支援第一線反應人員（包含警察、消防、緊急醫療救護等）的緊急通訊需求，造成安全上的疑慮；此外，因各州以及各單位間的通訊在互通性上仍有隔閡，因此，透過單一平臺如公共安全專網的設置，較能保障意外發生時緊急任務通訊（mission critical communication）的品質。

2.第一次 PPDR 的公私協力嘗試失敗（2008）

2007 年 FCC 在 Second Report and Order 中表明，希望公共安全的寬頻網路可以在「公私夥伴協議（public-private partnership, PPP）」的架構下進行發展。在 FCC 的規劃中，10 MHz（763-768/793-798 MHz）被劃分作公共安全寬頻網路之用，此部分由非營利組織 PSST（Public Safety Spectrum Trust）獲得「公共安全寬頻特許」（Public Safety Broadband Licensee, PSBL），負責維運全國範圍的公共安全寬頻網路；而相鄰的 10 MHz（758-763/788-793 MHz，也就是通稱的 D-Block）則被指派為商用執照，並在 2008 年標售。但此頻段的附加條件為執照持有人必須在這 20 MHz 頻段（包含 PSST 所有頻段）內發展共用的無線寬頻網路。

此條件背後的意義為，商用頻譜執照的得標者必須負有與 PSST 共同建置全國性網路佈建之義務、與 PSST 協商制定接取互通標準（Interoperability Standards）、負擔移頻費用、成立確保公共安全通訊品質的獨立公司等義務。

此外，當政府使用公共安全頻段時，營運商須讓出優先使用權，其中損失的商用利益也為營運商自行承擔。緊急時段時也必須將頻譜的優先使用權交回公共安全單位，同時也須警告其商業顧客服務有將中斷之可能性。由於 D-Block 頻段底價達 13 億美金，並附加多項協助佈建公共安全網路之義務，加上得標者還需考慮公共安全單位在此頻段具有先占性

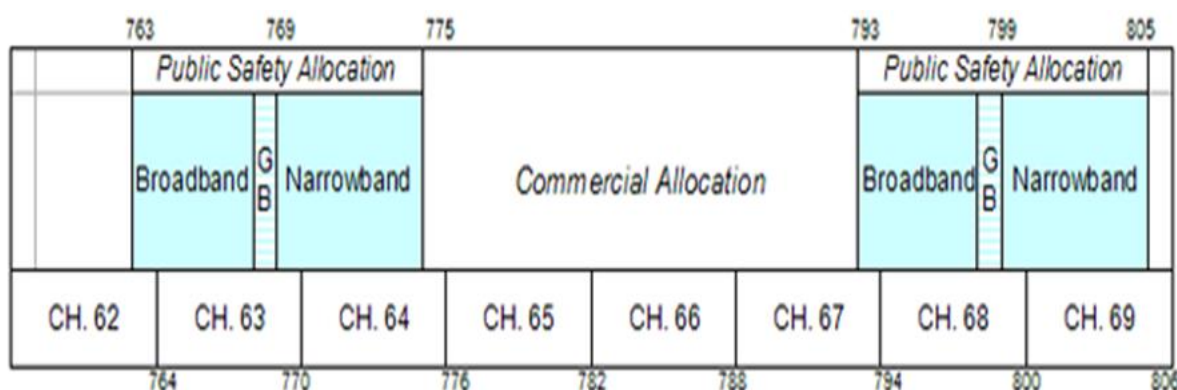
(preemption) 的情況下，D-Block 最終並沒有標售成功⁸。

3.第二次 PPDR 的 PPP 嘗試 (2012)

隨著 D-Block 標售失敗，美國建立全國性公共安全寬頻網路的計畫暫時受阻。到了 2012 年，美國才再度正式開啟公共安全寬頻網路的建置規劃。在 2012 年美國總統歐巴馬簽署的中產階級減稅及創造機會法 (The Middle Class Tax Relief and Job Creation Act of 2012) 之中所包含的頻譜法 (Spectrum Act)，便將美國公共安全相關所需的頻段及資金預算均正式列入法案之中。

4.在核配的頻率方面

包含擬作寬頻用途的 758-768/788-798 MHz(共 2x10 MHz)、擬作窄頻應用的 769-775/799-805 MHz (共 2x6 MHz) 及擬作 Guard Band 的 768-769/798-799 MHz，這些頻段將專配給由國會同意，在商務部內設置的專門機構 First Responder Network Authority (FirstNet)，由其負責美國國內公共安全寬頻網路佈建及營運。



資料來源：FCC

圖 10 美國 700 MHz 公共安全頻段配置

5.FirstNet 之建置資金

⁸ <https://www.firechief.com/2017/06/14/firstnet-the-long-awaited-public-safety-broadband-network-is-underway/>

但是自 2012 年通過法案後，經過 4 年多的先期佈建試驗，多份來自美國審計總署（US Government Accountability Office, GAO）的報告均指出，FirstNet 除了有在各地施行進度緩慢、發包流程存在瑕疵以外，更大的問題在於佈建專網產生的龐大資金缺口。在經過實際的佈建經驗後，GAO 重新修改此計畫所需金額，預估 FirstNet 光在建置的第一個十年期間便須花費 120-470 億美金不等的經費。

美國政府拍賣頻譜的營收撥出至多 70 億美金協助 FirstNet 進行網路佈建。由於網路佈建成本耗資不貲，FirstNet 除了在政府資金外，仍必須需想辦法自行開拓財源。除了商轉後的使用者付費外，另一個機制為透過公私夥伴合作機制，此機制為 2012 年法案中的為 FirstNet 可能出現的資金短缺提供了解決方案，法案中規定只要有符合特定要求的聯邦州，便可以透過與商業公司協商，在州內或指定地區內的無線接取網路（Radio Access Network）上出租原本核配給 FirstNet 專用的 20MHz 寬頻頻譜資源。

FirstNet 無力獨自承擔龐大的硬體成本，從民間籌措資金的 PPP 機制也長期乏人問津。此 PPP 機制最大的問題仍是在於不確定性，由於不清楚公共安全網路在全國佈建完成後，會有多少公共安全單位使用，公共安全單位所能接受的訂價也可能不符合業者的成本結構，這些因素使得營運商長期以來對與 FirstNet 合作卻步。

6.FirstNet 與 AT&T 共同合作

2017 年 3 月，FirstNet 與全美最大的電信業者 AT&T 達成協議，FirstNet 將與 AT&T 簽署長達 25 年的合約。雙方協議，由 FirstNet 在未來五年支付 65 億美元，並將手上擁有的 20MHz 寬頻頻譜資源交 AT&T 運用。而 AT&T 則必須負責在美國全國範圍內佈建並管理全國性公共安全寬頻網路。

AT&T 預計將投入 400 億美元建置相關硬體設施，並創造 10,000 個就業機會⁹。至此，美國政府長期苦惱的公共安全寬頻網路建置問題才暫時告一段落。

表 6 FirstNet 與 AT&T 之協議內容

	
● 未來五年支付 AT&T 共 65 億美元。 ● 提供手中 20MHz 頻譜與 AT&T 使用。	● 負責建置覆蓋全美的 PPDR 網路。 ● 負責提供使用單位無線網路服務。

資料來源：本研究整理

（三）英國

1. ESN 之計畫起源

英國目前現有的公共安全網路為政府外包給營運商 Airwave 進行相關維運事宜。Airwave 目前提供的是 TETRA 網路，在 2001 年 3 月 Airwave 服務合約起始至 2016 年 6 月期間，Airwave 從英國政府獲取高達 48 億英鎊。在 2016 年 6 月，全英共有 412 個公部門；32.8 萬臺手持式裝置、道路載具以及直升機使用 Airwave 的服務。

由於 Airwave 與政府各單位的現有合約即將於 2016 至 2019 年底之間陸續到期，且 TETRA 網路窄頻的性質使其網路上的通訊多為語音及訊息，已經逐漸不能滿足使用單位的需求。2011 年，英國內政部與其他相關政府部門共同出資提出「緊急服務行動計畫」（Emergency Services Mobile

⁹ <https://www.firerescue1.com/fire-products/communications/articles/226339018-AT-T-selected-to-build-nationwide-public-safety-network/>

Communications Programme, ESMCP)，希望尋找在 Airwave 合約屆期後，新的公共安全網路服務供應商。該計畫要求新的公共安全網必須具備以下三個要件：

(1) 更好取用的高速資料服務 (makes high-speed data more readily available)

(2) 技術提升的彈性 (flexibility to take advantage of new technologies)

(3) 花費更少 (costs less)

在英國內政部 (Home Office) 的「緊急服務行動計畫」中，新一代的 PPDR 網路：Emergency Service Network (ESN) 將成為具有廣泛覆蓋、高彈性、妥適安全性和公共安全功能的移動通信網路，即使在最具挑戰性的情況下，這也允許用戶進行溝通，為警察、消防、救護車和其他公共安全用戶提供通訊服務。

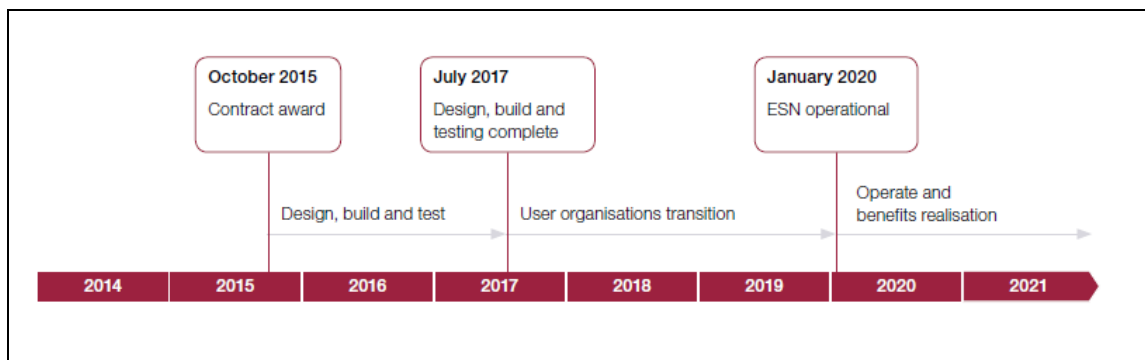
2. ESN 計畫之展開

此計畫在 2015 年底陸續完成合約中三個子區塊的決標，得標者分別為 Kellogg Brown & Root Limited (KBR) 負責 2017 至 2019 年間跨單位的專案管理、裝備升級及報告等業務；Motorola 則負責端對端的系統整合、管理使用者帳號、提供使用者服務；電信營運商 Everything Everywhere (EE) 負責提供具有回復能力的全國性行動網路以支援英國公共安全營運。

ESN 計畫將涵蓋 44 個警察單位、50 個消防急救服務單位、13 個救護信託單位及其他超過 400 個公共安全組織的活躍使用者，預計達 30 萬左右的使用者規模。目前，英國政府在 Airwave 平均每臺手持或車載設備每年的花費為 1300 英鎊，預計未來 ESN 每年每臺設備的費用則可以便宜 500 英鎊。相較於目前與 Airwave 公司之合約費用為每年約 4 億英鎊，

整修 ESN 的預算為 10 億英鎊（約為美金 15 億），但升級後的 ESN 將可在未來 15 年為英國政府省下約 10 億英鎊，相當於每日為納稅人省下約 100 萬英鎊。EE 所提供的無線寬頻公共安全網路可為第一線處理人員提供更多元化的通訊服務。在語音的部分，EE 則是提供 VoLTE 及 Push to Talk；至於在一些訊號難以到達的地方，則是設置衛星回程網路。此外，相對於專用網路有許多設施需要從頭佈建，商用網路已有一定網路基礎，在導入相關公共安全網路的時程上，商用無疑快過專用網路。

以目前英國 ESN 的時程表(如圖 11)，EE 於 2015 年底得標，2017 年第三季後陸續開始提供服務，2017 至 2020 年間則進行新舊網路間的交接與轉移。如果 EE 之網路轉換發生延宕，則舊有營運系統截止日期可以延長，英國政府將每年為此多花費 4.75 億英鎊。



資料來源：National Audit Office

圖 11 英國 ESN 實施期程

四、PPDR 公共安全小結

（一）技術標準

3GPP 從 Release 11 支援用於公共安全的高功率使用者終端並定義 Band 14（700MHz）應用於 PPDR。Release 12 開始加入 D2D 的相關標準，允許終端裝置彼此間的搜索與通訊，不需仰賴核心網路即可進行資料傳輸；此外，也支援公共安全的低時延（Low Latency）群組通訊（Group

Communication) 服務。

在 Release 13 進一步加入緊急任務一按通 Mission Critical PTT (Push-to-talk) 標準，其次在 Release 13 也加入 Isolated E-UTRAN 的標準。未來由於對多媒體影像的即時傳輸之需求越來越高，3GPP 在 Release 14 中加入緊急任務的影像及資料傳輸標準。

(二) 頻譜規劃

以 ITU 對 PPDR 基本頻段範圍的定義，各區分別為：(1) Region 1：380-470 MHz，(2) Region 2：746-806 MHz、806-869 MHz、4940-4990 MHz，(3) Region 3：406.1-430 MHz、440-470 MHz、806-824/851-869 MHz，4940-4990 MHz 及 5850-5925 MHz。

韓國 PPDR 頻譜，為 700 MHz 頻段中的 Band 28，也就是 APT700 標準的 718-728 MHz 及 773-783 MHz、合計 20 MHz 頻寬。美國 PPDR 頻譜包含擬作寬頻用途的 758-768/788-798 MHz (共 2x10 MHz)、擬作窄頻應用的 769-775/799-805 MHz (共 2x6 MHz) 及擬作 Guard Band 的 768-769/798-799 MHz。

(三) 政府政策

韓國 SafeNet，使用單位計畫涵蓋八個部門：警察、國家救援、海岸巡防、軍隊、地方政府、醫療、電力、天然氣等，預計達 333 個公共安全單位、20 萬個使用者規模；由 KT、SKT 分別負責建置全國性 PPDR 行動網路，於 2017 年底完成且商轉。

美國 FirstNet，2017 年 3 月 FirstNet 與 AT&T 簽署長達 25 年的合約，AT&T 負責在美國全國範圍內佈建並管理全國性公共安全寬頻網路；FirstNet 在未來五年支付 65 億美元，並將手上擁有的 20MHz 寬頻頻譜資源交 AT&T 運用。

英國 ESN，使用單位涵蓋 44 個警察單位、50 個消防急救服務單位、13 個救護信託單位及其他超過 400 個公共安全組織的活躍使用者，預計達 30 萬左右的使用者規模；由電信營運商 Everything Everywhere (EE) 負責提供具有回復能力的全國性行動網路，2017 年第三季後陸續開始提

供服務，2017 至 2020 年間則進行新舊網路間的交接與轉移。

表 7 PPDR 公共安全服務國際發展

	ITU	3GPP	韓國	美國	英國
政策方向	-	-	涵蓋八個部門，2017 年底商轉	由商務部下轄 FirstNet 營運	發包電信營運商
頻譜規劃	(1) Region 1 : 380-470 MHz (2) Region 2 : 746-806 MHz 806-869 MHz 4,940-4,990 MHz (3) Region 3 : 406.1-430 MHz 440-470 MHz 806-824/851-869 MHz 4,940-4,990 MHz 5,850-5,925 MHz	-	700MHz	758-768/ 788-798 MHz	商用頻段
技術標準	-	2016 年 R13 2017 年 R14	3GPP R13	商用 LTE 網路	商用 LTE 網路

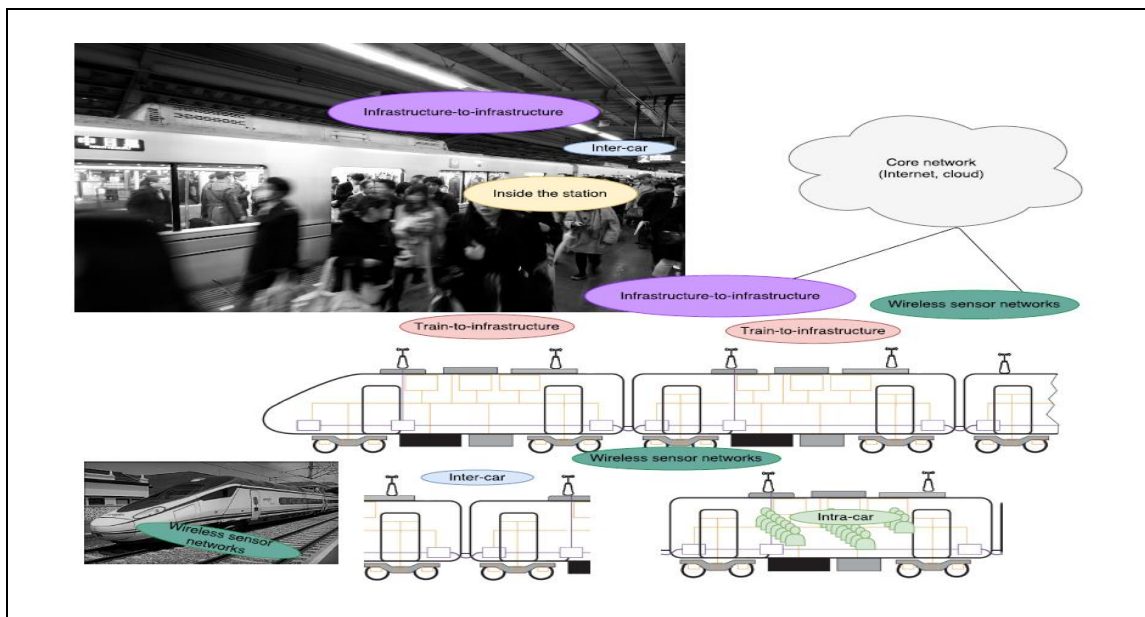
資料來源：本研究整理

第三節 LTE-R 鐵路通信

一、技術標準

（一）鐵路無線通訊標準—GSM-R

通訊系統是鐵路的關鍵基礎設施之一，承載鐵路調度指揮、列車運行控制、故障預警、險情通告、應急救援等任務。鐵路通訊的應用情境多樣化，例如車內、車廂之間、車對鐵道等，因此鐵路運營業者通常同時運行窄頻和寬頻無線通信技術於列車無線通訊系統，如 TETRA、數位移動無線電（DMR）、GSM 和 Wi-Fi 等。1995 年國際鐵路聯盟（Union International des Chemins de Fer，UIC）評估 TETRA 和 GSM 兩項技術特性，最後 GSM 被選定為鐵路通訊技術基礎，發展 GSM-R(GSM-Railway) 成為鐵路國際無線通訊標準。



資料來源：MDPI

圖 12 鐵路通訊應用情境

（二）由 GSM-R 到 LTE-R

GSM-R 為第二代移動通信技術，屬於窄帶通信系統，頻譜利用率較低，主要承載話音業務和少量數據業務，數據速率較低，一般僅為 2,400-9,600bps，使得在現有 GSM-R 平臺上開拓各種新業務有其難度；其次，隨著通訊技術改朝換代，GSM-R 相關設備、技術支援等預計 2030 年結束；最後，隨著鐵路通訊網路朝向融合、寬頻、創新等方向發展，將所有的通訊需求整合到單一網路運行亦有其需求存在。

因此 UIC 從 2008 年開始進行鐵路下一代行動通訊系統研究，2009

年和 2010 年先後發佈鐵路下一代行動通訊系統業務需求和技術需求白皮書；另外在 2010 年 12 月召開的第七屆世界高速鐵路大會，UIC 明確指出 3G 技術不適用於鐵路，高鐵通信將跨越 3G，直接發展「準 4G」技術。

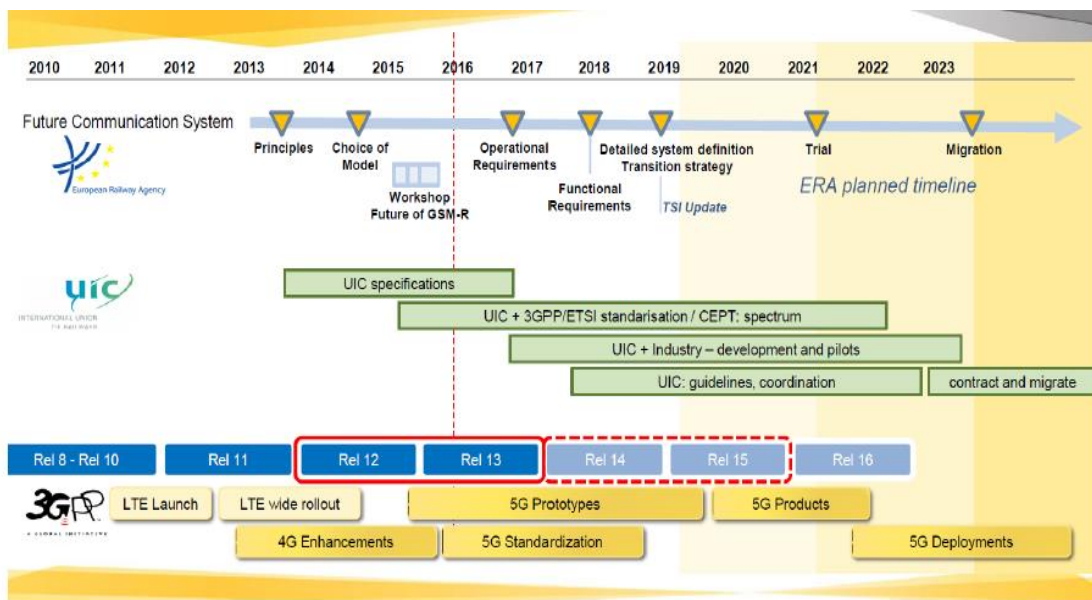
2014 年 4 月，UIC 提出鐵路下一代行動通訊發展規劃，並與 3GPP 合作展開標準化工作。根據 UIC 提出的 LTE-R（LTE-Railway）發展步驟，於 2014 年 9 月份開始進行 Release 12（R12）工作，R12 是 LTE-R 網路建設的重要環節，主要是對 R11 標準化作進一步開發和實體研究。

Parameter	GSM-R	LTE-R
All-IP in native mode	No	Yes
Frequency	DL: 921–925 MHz, UL: 876–880 MHz	450 MHz, 800 MHz, 1.4 GHz and 1.8 GHz
Bandwidth	0.2 MHz	1.4–20 MHz
Modulation	GMSK	QPSK and 16-QAM
Peak data rate	DL/UL: 172 Kbps	DL: 50 Mbps, UL: 10 Mbps
Peak spectral efficiency	0.33 bps/Hz	2.55 bps/Hz
Cell range	8 Km	4–12 Km
Cell configuration	Single sector	Single sector
Data transmission	Requires voice call connection	Packet switching, UDP data
Packet retransmission	No (serial data)	Reduced (UDP packets)
MIMO	No	2 × 2
Mobility	500 Km/h	500 Km/h
Handover success rate	≥ 99.5%	≥ 99.9%
Handover type	Hard	Soft (no data loss)

資料來源：MDPI

圖 13 GSM-R 與 LTE-R 規格比較

為了能在 2020 年形成標準，並在 2022 年開始佈建，UIC 進一步於 2016 年 3 月發佈未來鐵路行動通訊系統（Future Railway Mobile Communication System-User Requirements Specification，FRMCS），擬定了新一代鐵路通訊使用者需求規範。同年 3GPP 工作組 SA1 著手研究，為 UIC 確定哪些 FRMCS 要求在 3GPP 的工作範圍內，並且完成與 Rel-14 中現有功能的差距分析，列為 3GPP Rel-15 所需工作。



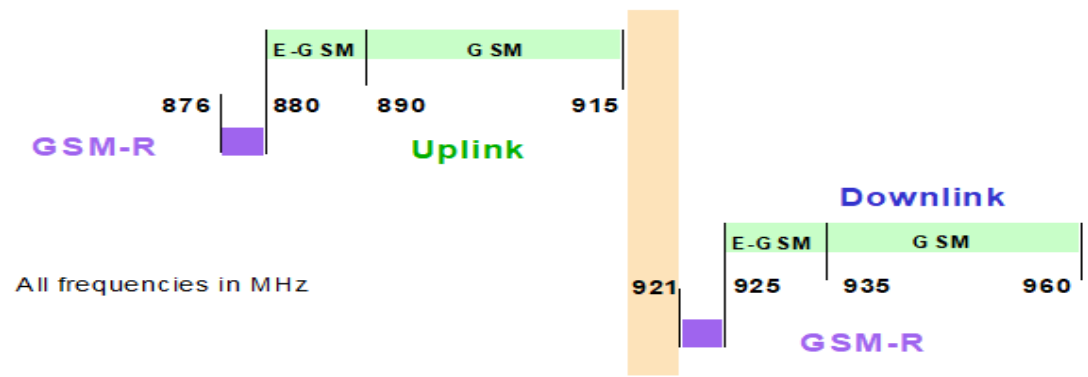
資料來源：交通部出國報告「無線電通訊應用於鐵道列車行駛之相關技術測試程序及標準」

圖 14 UIC 新一代鐵路用無線發展時程規劃

二、頻譜規劃

1. GSM-R 頻譜

當 GSM 技術確立為鐵路無線通訊技術之後，選定一個共同的頻段能夠通行各個國家成為鐵路無線通訊系統運行的關鍵要素。以往鐵路通訊系統已使用的 450/460 MHz 頻段，已無足夠的頻寬滿足未來無線電應用。因此 1995 年 ETSI (European Telecommunications Standards Institute) 在 UIC 委託下，衡量無線電傳播和系統可用性等诸多原因，900 MHz 頻段被證明是最合適的頻段，為 GSM-R 規劃了 876-880 MHz (上行鏈路) 和 921-925 MHz (下行鏈路) 兩個頻段。



資料來源：西門子「GSM-R，The Railways Integrated Mobile Communication System」

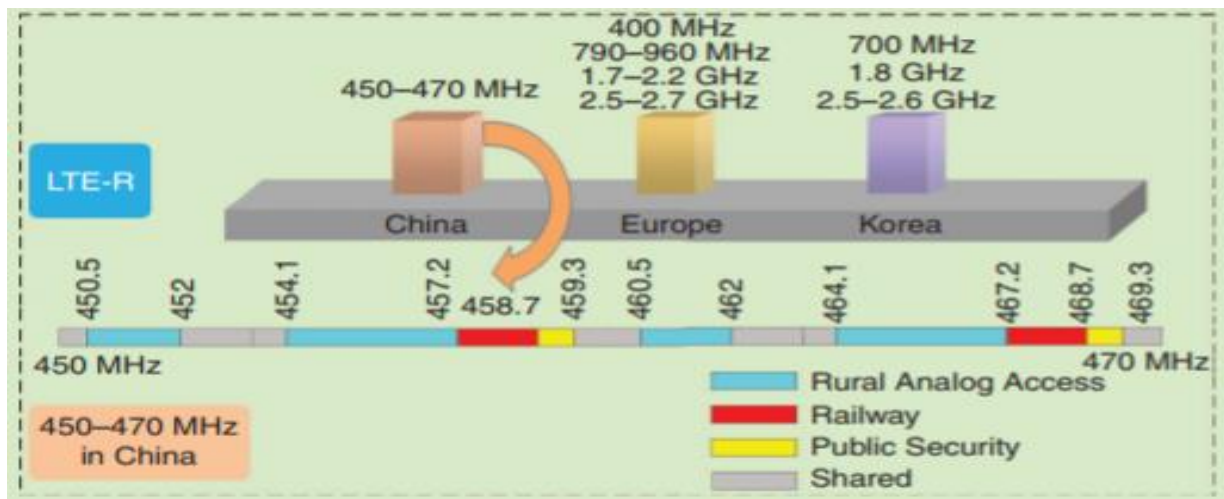
圖 15 GSM-R 頻譜-900MHz

2.LTE-R 頻譜

為了提供改進和更有效的傳輸高速鐵路通信，LTE-R 的頻譜使用已成為重要的議題。由於高鐵是重要的戰略基礎設施，在部分國家，已有相關業界成員試圖說服政府分配 LTE-R 較大的頻譜。包括歐洲鐵路局（ERA）、中國鐵路和 UIC 亦積極投入有關高速鐵路所使用之頻譜分配工作。

目前，大多數 LTE 系統都使用在 Sub-GHz 以上的頻段，如 1800MHz、2100MHz、2300MHz 或 2600MHz。在較高頻段利用，可提供較高的數據傳輸速率，但是 Sub-GHz 頻段則可提供更大的覆蓋距離。

由於高頻段之物理特性為電波傳播的損耗及嚴重衰落，而鐵路通信對信噪比的要求極高，使用高頻段可能將導致訊號頻繁的切換，而將會要求有大量投資及較高的基站密度。因此，Sub-GHz 的低頻段，例如 450-470MHz，800MHz 或 L-Band（1.4GHz）已被納入考量，目前亦已有鐵路通信（日本）採用 400MHz 頻段。



資料來源：IEEE

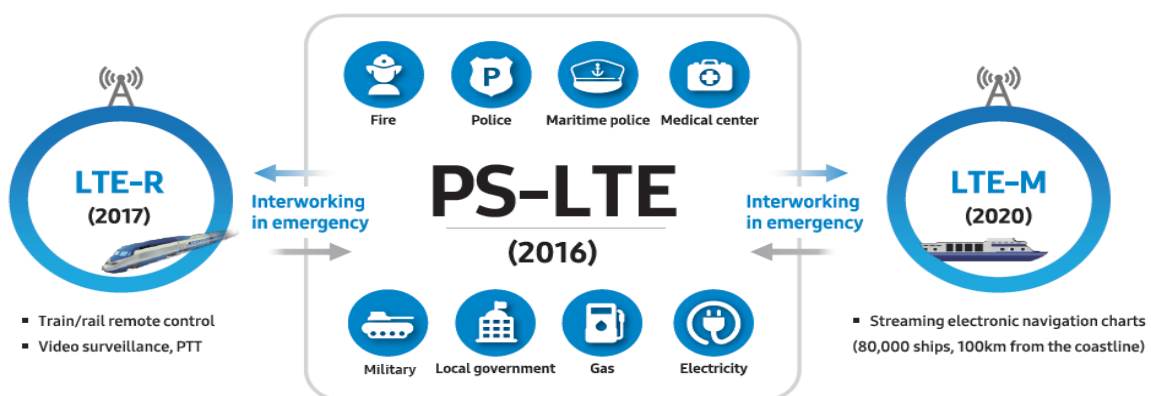
圖 16 中國大陸、歐洲、韓國 LTE-R 頻譜規劃

三、政策方向

本節討論國際間 LTE-R 發展相對快速之國家，包含韓國、中國大陸、歐盟等國家之 LTE-R 規劃政策。

(一) 韓國

基於 SafeNet 計畫，韓國 LTE-R 使用與 PS-LTE 相同的頻率 700MHz，使得 LTE-R 可以連接到國家公共安全 LTE 網路，能夠立即有效的應對災難和事故，使損失達最小化。



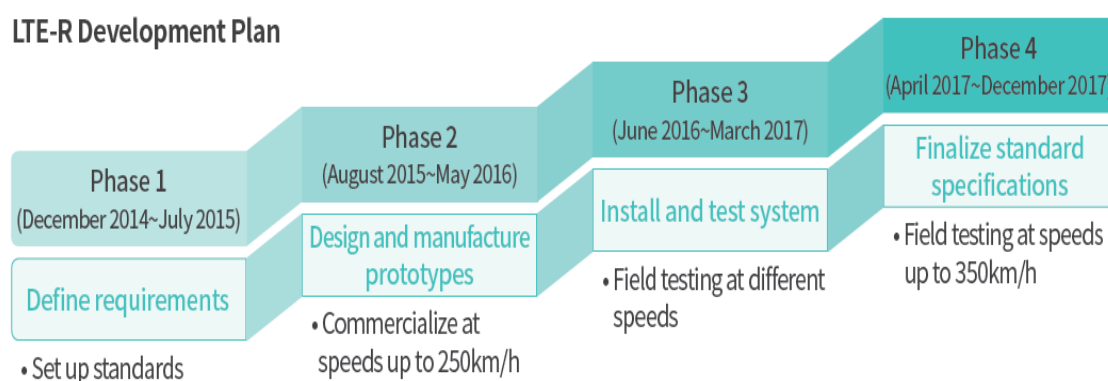
資料來源：三星

圖 17 韓國 LTE-R、PS-LTE、LTE-M 互通計畫

韓國於 2014 年就開始進行 LTE-R 相關技術的發展，韓國政府計畫在全國範圍內建立並安裝 LTE-R 基站，投資預算達 16 億美元，到 2025 年覆

蓋全國鐵路網總長約 5,000 公里。¹⁰

負責 LTE-R 專案為 KR 公司（KOREA RAIL NETWORK AUTHORITY），LTE-R 專案分為四個階段，第一階段為定義需求，第二階段為原型設計和製造，第三階段系統建置和測試，第四階段標準規範的確立。KR 在 2015 年 12 月完成了 LTE-R 標準擬訂工作、2016 年 2 月完成 Quality testing，並以高達 250km/h 的速度試運 LTE-R，並計畫在 2018 年冬奧來臨之際，在原州和江陵之間的鐵路商轉 LTE-R。



資料來源：KOREA RAIL NETWORK AUTHORITY

圖 18 韓國鐵路 LTE-R 發展計畫

KR 公司基於 LTE-R 技術發展韓國無線列車控制系統（Korea Radio Train Control System, KRTCS），確保在信號和通信方面世界領先技術能力。以往鐵路通信技術使用三種不同的方法（ETEC, ASTRO 和 TETRA），工作人員必需攜帶三個無線電；而利用 LTE-R，所有鐵路無線通訊都可以集成到一個 LTE-R 平臺中，即使以 350km/h 的速度行駛也能傳輸大量的資料，使鐵路運營更有效率。

此外，KR 利用 LTE-R 創建韓國無線電列車控制系統（Korea Radio Train Control System, KRTCS）。KR 集中式無線電列車控制系統以往採用四種不同的技術（ETCS, CBTC, ATC 和 ATS），如今基於 LTE-R 技術所開發的 KRTCS 可以與歐洲無線電控制系統相容，預計整合後的控制系統可以大幅節省成本。

¹⁰ KOREA RAIL NETWORK AUTHORITY, SUSTAINABILITY REPORT 2016, 2016 年 8 月

（二）中國大陸

1.鐵路移動通訊應用現況

中國大陸鐵路移動通訊原有使用頻段，乃依據 1981 年原全國無線電管理委員會發文，所指配之 457.2-458.650MHz 、 467.2-468.650MHz 頻段，用於鐵路系統列車調度通信、養護維修、生產組織等，目前全國採用 450-470MHz 無線列調系統的仍有 7 萬多公里鐵路。

隨著鐵路飛速發展，鐵路運行速度不斷提高、行車密度不斷增大，鐵路信息化建設的不斷推進，傳統 450-470MHz 無線列調系統在語音通話質量、數據傳輸能力、互聯互通性、保密性等方面已經無法滿足現代化鐵路安全行車的要求。為因應發展於 2002 年導入 GSM-R、2006 年開始運行，使用的頻段上行為 885-890MHz，下行為 930-935MHz¹¹。現在使用 GSM-R 系統作為無線移動通訊的高鐵等線路已經有 3.7 萬公里，2016 年新增 0.8 萬公里投入使用。

¹¹ <http://www.rfsister.com/article/23542533.html>

国内无线频谱分配情况	
频段 (MHz)	分配/用途
450-470	专用双频通信 农村无线接入
470-806	数字电视 微波接力
806-821	数字集群通信上行
821-825	无线数据通信 (未分配)
825-835	中国电信CDMA上行
835-840	中国电信CDMA上行, 已退回
840-845	RFID专用
845-851	微波接力
851-866	数据集群通信下行
866-870	无线数据通信 (未分配)
870-880	中国电信CDMA下行
880-885	中国电信CDMA下行, 已退回
885-890	铁路E-GSM上行
890-909	中国移动GSM上行
909-915	中国联通GSM上行
915-917	ISM频段, 未授权限制
917-925	立体声广播
925-930	RDIF专用
930-935	铁路E-GSM下行
935-954	中国移动GSM下行
954-960	中国联通GSM下行

資料來源：中國大陸工信部

圖 19 中國大陸 GSM-R 使用頻率

隨著通訊技術改朝換代，為了發展鐵路下一代移動通信系統（LTE-R），中國鐵路總公司於 2015 年成立「鐵路下一代移動通信技術研究工作組」。該工作組下設總體組，又下分五個組，即頻譜組、標準組、業務組、工業組和實驗組，計畫在 2018 年進行工程試驗，2020 年前後形成 LTE-R 標準，目前已有 41 個單位參加工作組。

工程試驗方面，已規劃 2018 年 1 月到 6 月於京瀋客運專線（位於中國東北和華北，連接環渤海和東北工業基地兩個經濟區域）綜合試驗段，展開 LTE-R 綜合試驗。計畫進行電波傳播測試與覆蓋驗證、網路承載性能測試、業務服務質量

測試、高速適應性測試、組網方案測試等。

2.LTE-R 頻譜規劃

在 LTE-R 頻率和頻寬需求方面，中國鐵路總公司向工信部提出 LTE-R 頻率申請，正在研究和指定 LTE-R 的鐵路專用寬頻通信標準，鐵路希望能採用 450MHz 的頻段。

450~470MHz 頻段為鐵路現有使用頻段，同時包含其它既有使用者，如農村類比無線接入系統頻率，專用通信頻率，用於中央黨政機關、軍隊、公安等部門專用通信和一些企事業單位的指揮調度系統，以及一些應急通信系統。

根據 2015 年工信部無線電管理局工作展望，2015 年開展 450~470 MHz 頻段引入 IMT 頻率規劃研究。450~470 MHz 當前應用廣泛，此段頻率無法在短期之內清理為 IMT 業務使用，因此在考慮該頻段頻率規劃時，需要考慮 IMT 系統與現有鐵路調度系統在較長時間內鄰頻共存¹²。



資料來源：郵電設計技術

圖 20 中國大陸 450-470MHz 使用現況

(三) 歐盟

1.GSM-R 採用現況

GSM-R 標準經 EIRENE (European Integrated Radio Enhanced Network, 歐洲綜合無線增強型網路) 制定規範，並由 MORANE (Mobile Radio for Railway Networks in Europe, 歐洲

¹² 郵電設計技術, <http://www.6gdown.com/softedupage/1151.html>, 2014 年 7 月

鐵路網路移動無線電) 進行驗證，最終被相關標準化機構採納成為全球鐵路通訊標準之一，原以歐洲為主要市場，進而在全世界其他國家被採用。

歐洲 GSM-R 使用 900MHz 頻率，上行鏈路為 876-915MHz，下行鏈路為 921-960MHz，歐洲各國之間可能略有不同。在 2007 年，GSM-R 在多條鐵路上全面投入使用，例如挪威、荷蘭等國家領先全球，整個國家的鐵路網都已經採用 GSM-R。義大利也有近一萬公里的鐵路由 GSM-R 覆蓋，而法國的許多高速列車如 LGV EstEuropéenne 和 TGP Pos 也採用 GSM-R 標準¹³，至 2016 年歐洲約有 18 萬公里的鐵路採用 GSM-R 標準。

2.LTE-R 頻譜規劃

歐盟 RSPG (RADIO SPECTRUM POLICY GROUP) 在 2017 年 2 月公布「Opinion on Spectrum Aspects of Intelligent Transport Systems」¹⁴報告，該報告為歐洲智慧交通系統(ITS) 頻譜政策專案研究報告之一，報告內容為 RSPG 針對道路交通智慧系統和下一代鐵路通信系統頻譜規劃提出意見。

「Opinion on Spectrum Aspects of Intelligent Transport Systems」報告中，有關代替 GSM-R 之下一代鐵路通信系統頻譜建議有下列幾點。

(1)在可預見的未來，歐洲鐵路通信系統 (GSM-R) 的頻譜安排應保持不變，因為這為成員國提供用於 GSM-R 的 2x4 MHz (876-880/921-925 MHz) 的統一分配。此外，成員國還可以在 873-876/918-921 MHz 頻段內，根據需要在全國範圍內使用 GSM-R 頻段和擴充頻段 (extension band)，最多分配 2x3 MHz。

¹³ GSMR, http://gsmr-info.com/gsm-r_history.html

¹⁴ RSPG, Opinion on Spectrum Aspects of Intelligent Transport Systems, 2017 年 2 月

(2)RSPG 指出，目前的鐵路通信系統（GSM-R）在 2030 年以後將不會得到 GSM-R 產業的支援，因此需要在適當的時候予以更換。鐵路團體認為，獲得更多的頻譜有助於從一個系統過渡到另一個系統。鐵路團體不斷地強調這一點，因為系統的過渡將是一個漫長而複雜的過程。

(3)鐵路通訊未來的頻譜規劃有各樣的選擇，但是這些選擇的適用性在各成員國間各不相同。這些選項包括：

- A.在過渡期間或可永久使用 GSM-R 頻段和擴充（E-GSM-R）頻段
- B.使用商業網路
- C.使用其他頻段
- D.與其他使用者共用網路（例如 700 MHz 或 400 MHz 的 PPDR）

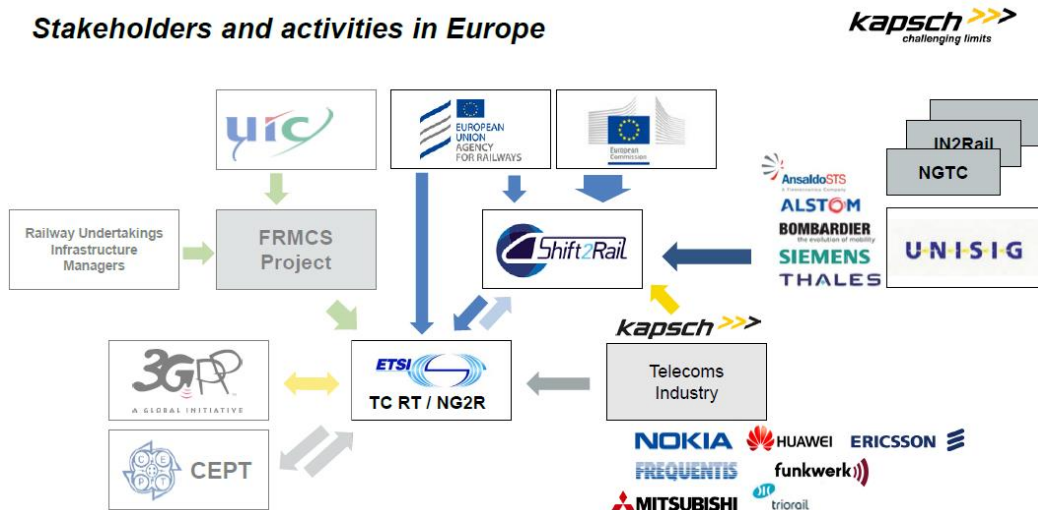
雖然目前提出多項選擇方案，但為了確保成員國之間的互通性，最終協商出一個通用的解決方案將是必要的。鐵路運營商應與相關主管機關共同討論未來鐵路通訊頻譜的規劃。例如 873-876 MHz/918-921 MHz 頻段，RSPG 預計 SRD（Short Range Devices）、IoT 的頻譜需求將造成未來鐵路通訊的頻譜無法達成全歐盟的一致性。所以可以就 873-876 MHz/918-921 MHz 頻段中的一部份（例如 2x1 MHz）統一用於未來的鐵路通訊，結合 SRD/IoT 應用等情境進行研究。

RSPG 指出，歐洲對未來鐵路系統的頻譜需求仍然不確定，將取決於交通和創新應用以及國家情況，例如只有火車/軌道信號和語音通訊應用、或是火車/軌道影音通訊、鐵路網路的密度、跨國應用等。

3.下世代鐵路通訊發展規畫

歐盟對於下世代鐵路通訊的發展，展開全面性的討論與專案執行。由 ETSI 統籌，整合產、官、學、研等研發專案，並與國際組織合作，共同規劃下世代鐵路通訊相關技術標準、

使用者服務需求、佈建營運模式、所需資源之規劃等議題。



註：TC RT：Technical Committee (TC) Rail Telecommunications (RT)
NG2R：Next Generation Radio for Rail

資料來源：Kapsch

圖 21 歐盟下世代鐵路通訊發展相關利害關係人及專案

其中由 UIC 在 2014 年所發起的 FRMCS 專案，為推出後繼標準做準備。FRMCS 規劃了三個工作小組，包含 Functionalities Group（例如使用者需求探討）、Architecture and Technology Group（例如技術標準、安全）、Spectrum Group（例如頻譜需求、分析、策略等議題）¹⁵，從不同面向討論未來鐵路行動通訊系統各種需求。

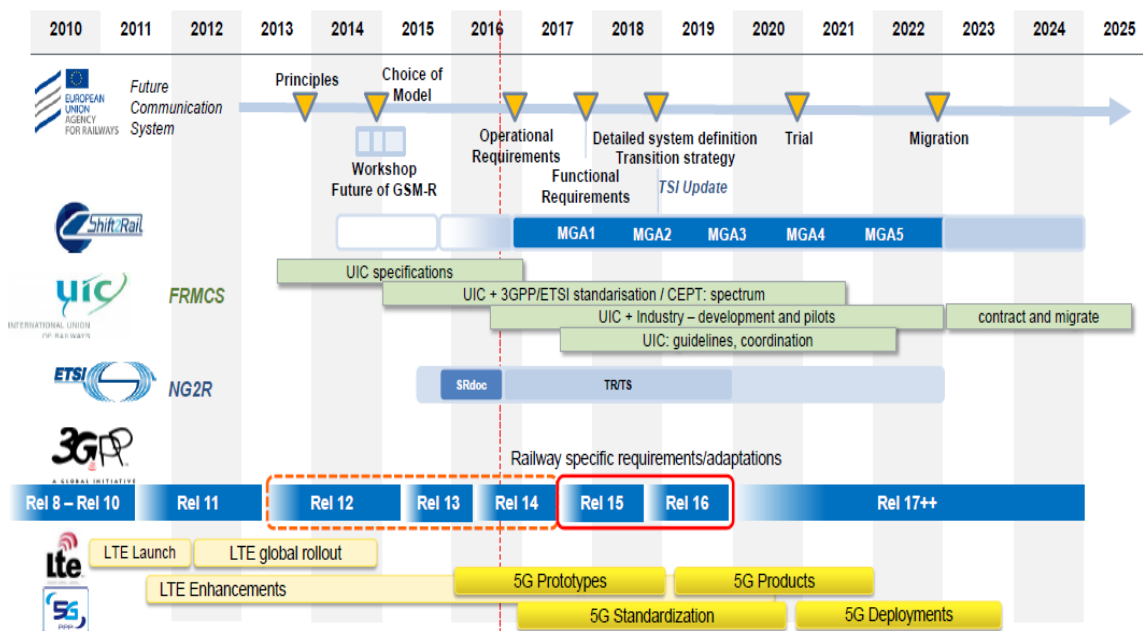
另一項重要專案「Shift2Rail」則是從 2010 年設立，超過 150 個組織簽訂了專案籌備工作備忘錄。Shift2Rail 是歐盟在交通領域設立的重大專項，旨在以公私夥伴關係研發創新模式，推動歐洲鐵路和航空研發創新，為消費者提供更可靠、更方便的鐵路運輸服務，從而提高鐵路在歐洲客運和貨運市場的占比¹⁶。

配合 3GPP R15、R16 標準確立的時程，歐盟規劃於 2018 年

¹⁵ UIC, Future Railways Mobile Communications Systems, 2016 年 11 月

¹⁶ <https://shift2rail.org/>

確立鐵路未來通訊系統詳細的系統定義以及世代交替策略，並在 2020 年底進行場域測試、2022 年底開始進行系統遷移至下世代通訊技術。



資料來源：Kapsch

圖 22 歐洲下世代鐵路通訊發展藍圖

四、LTE-R 鐵路專用電信小結

(一) LTE-R 技術標準

UIC 設定的目標是於 2020 年形成標準，並在 2022 年開始佈建。從 2014 年 9 月進行 R12 工作，R12 是 LTE-R 網路建設的重要環節；2016 年 3 月發布「未來鐵路行動通訊系統」；同年 3GPP 工作組 SA1 著手研究，列為 3GPP Rel-15 所需工作，以期 2020 年完成標準定義。

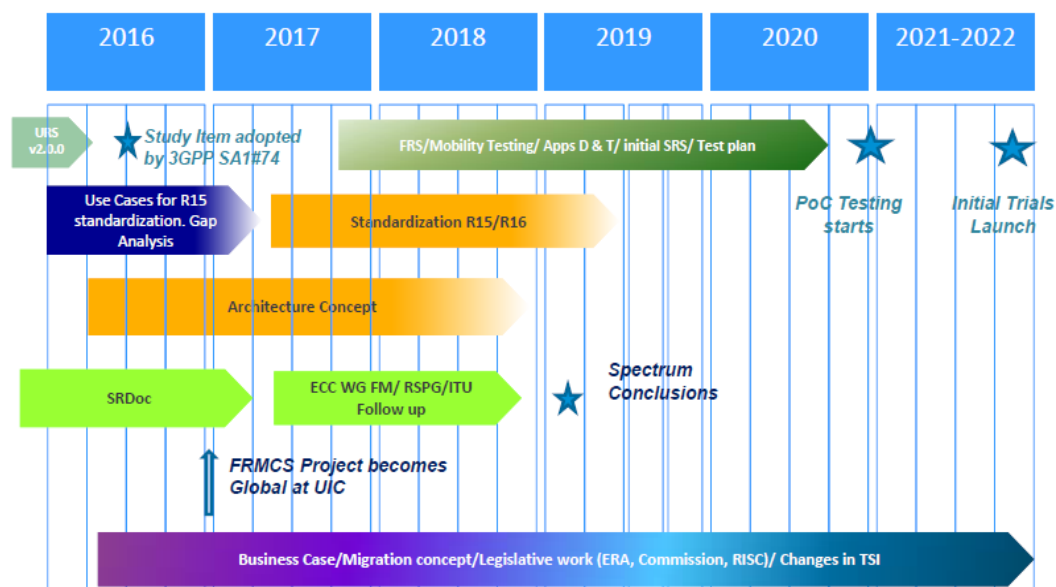
(二) LTE-R 頻譜規劃

由於高頻段之物理特性為電波傳播的損耗及嚴重衰落，而鐵路通信對信噪比的要求極高，因此 Sub-GHz 的低頻段，例如 450-470MHz，800MHz 或 L-Band (1.4GHz) 已經被納入考量，目前亦已有鐵路通信（日本）採用 400MHz 頻段。

鑒於頻譜稀少性和頻寬價格，由 UIC 所發起的 FRMCS 專案，其中，

頻譜工作小組正在研究頻譜不同的選項。這不僅與頻率有關，還與網路模型、系統架構、技術選擇等有關。FRMCS 專案與 ETSI、ERA 和 ECC 合作為頻譜決策鋪路，並將在 WRC-19 會議討論。

FRMCS Project Timelines (based on today knowledge)



資料來源：UIC

圖 23 FRMCS 專案時程表

(三) 政府政策

韓國基於 SafeNet 計畫，韓國於 2014 年就開始進行 LTE-R 相關技術的發展，並計畫在 2018 年冬奧來臨之際，在原州和江陵之間的鐵路商轉 LTE-R。LTE-R 專案分為四個階段，計畫在全國範圍內建立並安裝 LTE-R 基站，投資預算達 16 億美元，到 2025 年覆蓋全國鐵路網總長約 5,000 公里。

中國大陸為了發展鐵路下一代移動通信系統（LTE-R），中國鐵路總公司於 2015 年成立「鐵路下一代移動通信技術研究工作組」，計畫在 2018 年進行工程試驗，2020 年前後形成 LTE-R 標準。在 LTE-R 頻率和頻寬需求方面，向工信部提出了 LTE-R 頻率申請，希望能採用 450MHz 的頻段。

歐盟 ETSI 表示，配合 3GPP R15、R16 標準確立的時程，歐盟規劃

於 2018 年確立鐵路未來通訊系統詳細的系統定義以及世代交替策略，並在 2020 年底進行場域測試、2022 年底開始進行系統遷移至下世代通訊技術。另外，歐洲 RSPG 指出對未來鐵路系統的頻譜需求仍然不確定，將取決於交通和創新應用以及國家情況，計畫與 UIC 於 WRC-19 會議提出討論。

表 8 下世代鐵路通信之國際發展

	UIC	3GPP	韓國	中國大陸	歐盟 ETSI
政策 方向	2022 年 開始佈建	-	2018 年 冬奧商轉	2020 年 後逐步建 置	2022 年 底開始遷 移
頻譜 規劃	WRC-19 會議討論	-	700MHz	450MHz	WRC-19 會議討論
技術 標準	2020 年	2020 年 R15、 R16	2017 年 底	2020 年	2020 年

資料來源：本研究整理

第三章 國外專用電信法規政策研析

第一節 美國

一、專用電信法制

美國專用電信之規範，主要規範在 47 C.F.R. Part 80 至 101，規範安全與特別無線電服務(Safety and Special Radio Services)，其中 Part 80 為海上無線電服務之電臺管理(Station in the Maritime Services)、Part 87 為航空無線電(Aviation Services)、Part 90 為自用地面行動服務(Private Land Mobile Services)、Part 95 為個人無線服務¹⁷ (Personal Radio Services)、Part 96 為公民寬頻無線電服務(Citizen Broadband Radio Services, CBRS)、Part 97 為業餘無線電(Aamteur Radio Service)、Part 101 為固定微波服務(Fixed Microwave Service)。因本研究就專用電信之主題僅及於 AMI、PPDR 及鐵路通信等三部分，因此以下僅就自用地面行動無線服務 (private land mobile service, PLMR) 進行相關介紹，合先敘明。

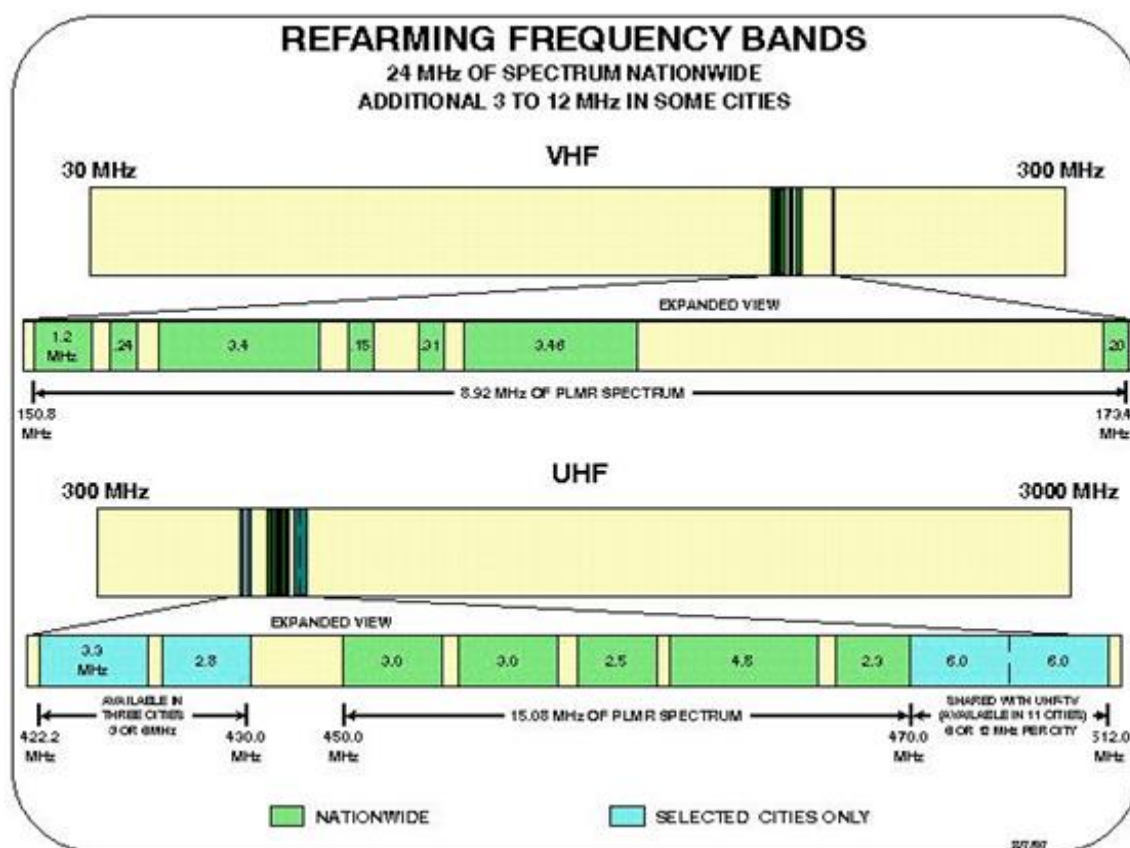
自用地面行動無線服務，係指由私人企業、地方政府和其他組織使用，以滿足其廣泛的通信要求，包括：人員和材料的協調、重要的安全和保安需求，以及緊急情況下的迅速反應。這些經常與私人用戶分享頻率的系統，使之成為美國人直接或間接地依賴的日常活動。公共安全機構、公用事業、鐵路、製造商以及各種各樣的其他業務，從貨運公司到園藝、建築維護公司，每天都依賴於他們的商業無線電系統。其中更包括公共安全、工業（或商業），私人行動尋呼（paging）和無線電定位¹⁸。

其實早於 1995 年 6 月，FCC 在 PLMR 所利用之頻段係採用窄頻計畫。在 1997 年 2 月，FCC 通過了第二份報告和命令，取消了 20 個離散無線電業務，並將其分為兩個頻率匯集（frequency pools）：公共安全匯

¹⁷ 有關 Personal，並不限於個人，亦包括公司團體等法人機構。此處僅為法規名詞直譯。

¹⁸ 然而 2013 年 1 月 1 日為期限，委員會將 150-174 MHz 和 421-512 MHz 頻段的民營地面行動無線服務執照持有人遷移至窄頻（12.5 kHz 或更窄）。Private Land Mobile Radio Services, FCC, <https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/private-land-mobile-radio-services> (last visited Jul. 13, 2017)。

集（the Public Safety Pool）以及工業/商業匯集（the Industrial/Business Pool）。後於 2001 年 5 月，FCC 通過了第六份備忘錄意見書，重組程序中採用的規則，即適用於 800 MHz 以下的自用地面行動頻段（如圖 24）。具體來說，所採用的技術規則影響以下頻段的無線電的執照和使用¹⁹：（1）150-174 MHz （VHF high band）於全國範圍內；（2）421-430 MHz 僅適用於底特律、布法羅和克里夫蘭；（3）450-470 MHz 全國各地；（4）470-512 MHz 與 UHF-TV 共享，僅在 11 個城市可用。



資料來源：FCC

圖 24 回收再利用頻段

自用地面行動無線電服務的相關規範，主要規範於 47 C.F.R, Part 90，一般學理上普遍認為，雖然各種無線電服務模式差異不大，即用戶均利用一個共同的基礎設施，但每間公司或組織都有獨特性，如對頻寬、頻段需求不同，有不同的技術特徵。因此，自用無線電系統通常是客製化的規格，以滿足擁有與操作此系統的公司或組織的專門且獨特的需求，

¹⁹ 同前註。

沒有「典型的」專用系統或專用系統用戶。因此，將該服務視為許多組合且具有不同通信需求的用戶組，而不是以單一的「行業」來做區分，較為合適²⁰。因此 47C.F.R. part 90 依規定將其區分為；前者，公共安全無線電匯集（Public Safety Radio Pool）；以及，後者，工業/商業無線電匯集（Industrial/Business Radio Pool），本文將於後文詳述之。

有關 47 C.F.R. Part 90 之規範架構如下：

- (1)Subpart A 為總則；
- (2)Subpart B 與 C 則為公共安全無線電匯集與工業/商業無線電匯集之定義與資格規範；
- (3)Subpart F 為無線定位服務(Radiolocation Service)；
- (4)Subpart G 為申請與核准(Applications and Authorizations)，規範申請資格、文件、執照年限、執照變更等相關行政流程事項；
- (5)Subpart H 為頻率指配管理(Policies Governing the Assignment of Frequencies)，包括頻率指配後之管理、無線電站臺共用等規定；
- (6)Subpart I 為技術標準總則(General Technical Standard)，規範如功率及天線高度、發射種類(Types of Emission)等；
- (7)Subpart J 為非語音及其他特殊服務(Non-Voice and Specialized Operations)，如行動中繼電臺(Mobile Relay Station)、固定中繼電臺(Fixed Relay Station)、遙測服務(Telemetry Opearation)等；
- (8)Subpart K 為特殊頻率之標準(Standards for Special Frequencies or Frequency Band)，規範特定頻段之技術標準；

²⁰ Federal Communications Commission Wireless Telecommunications Bureau, *Private Land Mobile Radio Services: Background* (1996), <http://wireless.fcc.gov/reports/documents/whtepaper.pdf> (last visited Jul. 05, 2017) .

(9)Subpart L 為 470-512MHz 頻段之頻率共享規範(UHF-TV Sharing)；

(10)Subpart M 為智慧運輸系統之無線電服務(Intellectual Transportation System Radio Service)；

(11)Subpart N 為操作規範(Operating Requirements)，規定包括可允許的通信(Permissible Communications)、緊急通信、禁止使用行為(Prohibited uses)；

(12)Subpart O 為傳輸器控制(Trasmitter Control)，規範對於傳輸設備之直接或間接之控制等相關規範；

(13)Subpart R 為使用 763-775MHz 及 793-805MHz 頻段之使用規範；

(14)Subpart S 為使用 806-824MHz、851-869MHz、896-901MHz、及 935-940 MHz 頻段之使用規範；

(15)Subpart T 為使用 220-222MHz 頻段之使用規範；

(16)Subpart Y 為使用 4940-4990MHz 頻段之使用規範；

(17)Subpart Z 為在 3650-3700MHz 頻段提供無線寬頻服務之規範。

二、專用電信—運輸相關產業

北美的鐵路在 VHF 頻段內分配了一組 97 個頻率。這些頻率在 160.110MHz 到 161.565MHz 之間，以 12.5kHz 為增量。這個頻率範圍內的頻率分配由美國鐵路協會（AAR）管理，該協會是由美國和加拿大的各種鐵路組成的行業協會。

隨著越來越多的列車和動力分散式列車的使用，美國許多鐵路公司為火車配備能夠使用全部 97 個鐵路頻率的無線電收發器。為了簡便起見，頻率被分配了頻道編號，用於在任何 AAR 97 頻道無線電上以選擇適當

的頻率²¹。

一般而言，美國鐵路使用 AAR 管理的 97 個頻段，分布在 160.110 MHz 至 161.565MHz 之間，但仍有一些鐵路通信使用這 97 個頻段以外之頻率，例如在 VHF 頻段之外，北美的鐵路亦使用 457.9375MHz 的頻率，作為從火車的末端設備(End of Train Device, ETD 或稱 EOT)傳輸到火車頭之用。

值得一提的是，大多數美國火車末端設備只能單向傳輸。然而，在加拿大，頻率為 452.9375MHz 用於從列車的引導機車傳輸到列車終端設備，使雙向火車終端設備的使用在美國越來越受歡迎。在 AAR 普遍採用這些 EOT 頻率之前，諾福克南部（Norfolk Southern）公司採用了自己的 EOT 設備，其使用頻率為 161.115MHz。

此外，美國鐵路通訊所使用的頻率，即 AAR 為每個標準語音無線電頻率所分配的頻道號碼之外，亦可使用鄰國墨西哥和加拿大之跨國鐵路運營商所使用之鐵路通訊頻率。前述 AAR 之美國鐵路無線電編號可區分如下：

1.AAR 001-097

這些頻道是原始 AAR 頻段計劃的一部分，並在美國廣泛使用。在 AAR 頻段計畫授權之後，AAR 重新標記窄頻之頻道編號，在原頻道號碼前標記 0，如頻道 24 成為 024，但所使用之頻率保持不變。此外，001 至 006 頻道在加拿大和美國用於鐵路貨運業務使用。

2.AAR 107-196

此一分類是用於在 AAR 頻段計畫 001 至 097 頻道使用之補充頻道。此頻道係「分裂頻道（splinter channels）」，位於現有的 AAR 頻道之間。列車於使用時，必須非常謹慎，因為這些頻道不僅未被廣泛使用，使用該頻道時，因干擾、接收

²¹ Jon Roma, *U.S. RAILROAD RADIO FREQUENCIES*, Wisconsin Historic Rail Connection (Sep 20, 2017, 23:40), <http://www.whrc-wi.org/railfreqs.htm> (last visited Aug. 16, 2017) .

器不良等可能導致使用者被認為在使用 007 至 097 之頻道，而造成混亂。

3.AAR 307-487

這些頻道是使用 6.25kHz 為單位的 NXDN 系統之標準鐵路數位頻道，這些無線電或通信頻道只能在特定終端或功能上使用，其使用之頻率與前述 AAR 001-097 和 AAR 107-196 相同。

4.高級列車控制系統 (Advanced Train Control System, ATCS)

高級列車控制系統是路旁信號報告、鐵路沿線工作報告和訊息發送的組合。最常見的情況是沿著信號發射站或是鐵路沿線發射，並輔助確認列車的大致位置、轉換軌道位置、路線請求和其他鐵路具體數據，其優點為 ATCS 數據監測具備高度穩定性。但 ATCS 並無規畫專屬頻段，所使用的頻段大致與 AAR 標準語音無線電頻率相同。

5.正向列車控制 (Positive Train Control, PTC)

PTC 是一個新的 GPS 和數據系統，以執行各種有關列車運行的監控系統，使其符合各種鐵路及聯邦規則。該系統旨在與其他鐵路系統互通，以實現數據和設備的標準化。雖然 FCC 並未替 PTC 規劃專用頻譜，目前鐵路公司已經選擇了 220MHz 的頻段用於 PTC 的建置。

6.火車遙測 (Train Telemetry)

該系統用於火車內的列車狀態監控。火車末端裝置 (EOT)，被固定在大多數貨運列車的後部，並與火車頭裝置 (HOTD) 連接。這些裝置報告列車正在行動，並以特定的無線電 ID 回報列車之空氣壓力、空氣閥及緊急狀態等。其使用 450MHz 頻段控制這些車廂並傳輸諸如功率或制動設置的訊號。

三、專用電信—智慧錶類產業

一般而言，聯邦通訊委員會將頻譜的管理分成二者；其一為，控制與管制（command and control）頻譜；其二為公共（common）頻譜。前者，必須在 FCC 許可下，在特定的頻率中為合法使用行為，如果有干擾行為，輕者被要求停止干擾，重者遭受法律訴追並請求損害賠償。

而在普遍通用的頻譜中，任何人皆可以在美國領土中任何位置進行使用，惟有最大輸出功率之限制，以防止信號覆蓋，影響小功率之信號。公共頻譜中最為人廣泛使用的係屬 ISM 頻段：902~920 MHz、2.4~2.5 GHz 和 5.725~5.875 MHz²²。

而美國智慧電網之頻譜規劃並無特定之頻段，一般係使用上述之公共頻譜，最常見是透過 900 MHz（902~928MHz）的無線傳輸，此外亦有透過 WiMAX 的 3,650MHz 無線傳輸²³；亦即 AMI 智慧電錶透過自用無線（Private radio）網路進行雙向通訊。如果 AMI 透過 ISM Band 進行設置，其管制措施為 47 C.F.R. Part 15 (RADIO FREQUENCY DEVICES)，依據 §15.243 規定，在 890-940MHz 頻段運作之設備，其不得用於傳輸語音或同類之訊息，其發射強度在 30 公尺的範圍內不得超過 500 microvolt/meter²⁴，在該頻段所操作之設備，亦須通過 FCC 型式認證始得在美國販售。

一般 AMI 智慧電錶必須考量：（1）頻寬；（2）延遲；（3）成本；（4）可靠性和覆蓋範圍；（5）頻譜的可用性；（6）備用電源；（7）資訊安全等。近來公共頻譜的使用量大增，因此公用事業電信委員會（the Utilities Technology Council）呼籲 FCC 提供分配 1,800MHz-1,830 MHz 的 30MHz 頻段以滿足公共事業部門及企業對於將來 2020 年所需的 AMI 設施和智慧電網之需求，並與加拿大協調設置一個可以支持北美電力系統通訊的

²² Purva Adke, Jesse Bumanlag, Bryan Edelman, Uller Doetsch. Lhamon, University of Colorado, *Spectrum Needs for Wireless Smart Meter Communications*, 2 (2011)。

²³ U.S. Department of Energy, *Advanced Metering Infrastructure and Customer Systems Results From the Smart Grid investment grant Program*, 28 (2016)。

²⁴ The field strength of any emissions radiated within the specified frequency band shall not exceed 500 microvolts/meter at 30 meters.

四、專用電信—公共安全防災

1. 公共安全無線電匯集

47C.F.R §90.16 係有關公共安全國家計畫（Public Safety National Plan）之規定，其規定公共安全匯集（正式公共安全無線電業務和特別緊急無線電業務）的特殊政策和程序。公共安全國家計畫載於第 87-112 號總則的報告和命令。而其主要使用的頻譜資源是 806-809 MHz 頻段和 851-854 MHz 頻段，因涉及頻率干擾與國際和諧使用的原因，其使用範圍限於距離美國與墨西哥邊界 110 公里（68.4 英里），及距離美國與加拿大邊界 140 公里（87 英里）。在邊境地區，公共安全國家計畫的主要範圍可能會有所不同。公共安全國家計畫甚至涵蓋美國、波多黎各和美屬維爾京群島各地的規劃區域。

又依照 47C.F.R §90.20（a）之規定，明示下列可以取得公共安全匯集授權許可之實體(或任務)。任何領土，管有州、市、縣、鎮或類似政府實體，而有資格在公共安全匯集中進行授權，經營廣播電臺傳輸持照人正式活動所必需的通信，包括：

(1)行政區和當局；

(2)依法授權提供自身警察保護的政府機構；

(3)持續提供基本或進階生命維持服務的人員或實體，有資格持有授權經營站點，傳送必要的通信，用於提供基本或進階的緊急醫療服務以保障生命。由國家緊急醫療服務計畫管轄的政府機構以外的個人或組織（政府或其他機構）提

²⁵ Call for sufficient communication spectrum for AMI and smart grids in U.S., Metering & Smart Energy international, Feb. 3, 2009, <https://www.metering.com/call-for-sufficient-communication-spectrum-for-ami-and-smart-grids-in-u-s/> (last visited Oct. 2, 2017) .

出的申請，必須附有對國家緊急醫療服務計畫具有管轄權的政府機構編制的聲明，才可為之。

(4)政府實體和政府機構自身的醫療活動;以及

(5)政府機構和政府當局，通過直接參與和直接運作控制系統，例如：通過中央調度服務向其他合格人員提供醫療服務通信。

又依照 47C.F.R §90.19 之規定，758-769 MHz 和 788-799 MHz 頻段分配給 FirstNet (the First Responder Network Authority)，做為全國性公共安全寬頻網路。

另外，47C.F.R §90.15 則是明白揭示公共安全無線電匯集的範圍。此一類別的無線電通信的授權包含下列政府實體和活動：醫療服務、救援組織、獸醫人員、殘疾人、救災組織、學校巴士、海灘巡邏、在偏僻的地方機構以及通信備用設施和公共通信設施的緊急維修。不符合這些資格標準的組織也可以在公共安全無線電匯集中獲得許可，但僅限於在 800MHz 以下頻段進行的單向尋呼服務 (one-way paging only)。

2.工業或商業無線電匯集

依 47C.F.R §90.31 之規定，工業/商業無線電匯集涵蓋從事商業活動的實體、從事神職人員活動、經營教育、慈善或教會機構，或經營醫院、診所或醫療協會。關於許可證的資格，可用頻率、允許的通信、類別和站臺數量的規定以及任何特殊需求在於下闡述之。

按 47C.F.R. §90.35 (a) 之規定，從事以下之任何活動，均有資格取得工業/商業無線電匯集之授權，以提供商業行動無線電業務：

(1)商業活動的運作;

(2)教育、慈善或教會機構的運作；

(3)神職人員活動；或是

(4)醫院、診所或醫療協會的運作。

(5)前述公共安全無線電匯集之符合授權資格者，亦可取得工業/商業無線電匯集之授權，但只能從事前述第一項至第四項所列活動的範圍。亦即使用此一頻譜匯集，只能是在符合 47C.F.R. §90.35 (a) 的前四種使用情況下。

再按 47C.F.R §90.33 之規定，係針對申請者一般資格做「例外」規範，包括（1）除了已符合資格者外，亦包括以非營利方式提供行動通訊服務予其母公司，同一母公司之其他子公司或、其子公司；（2）以提供無線電信服務之非營利性組織所提供之服務。簡言之，前述的例外，只允許提供服務給該公司之母公司或子公司，或是以非營利之性質提供服務的情況。

3.First Net 概述

FirstNet 是美國商務部的獨立機構。在 2012 年由國會授權開發、建設和運營覆蓋全國的公共安全寬頻網路，目的在於挽救生命和保護美國社區安全。為了實現前述目標，國會分配了 70 億美元的預算以及 20MHz 的無線電頻譜來建立網路²⁶。

後於 2017 年 3 月與電信商 AT&T 合作，FirstNet 和 AT&T 建立和管理美國警方、消防隊員和緊急醫療服務（EMS）的第一個寬頻網路。FirstNet 網路將覆蓋所有 50 個州，5 個美國領土和哥倫比亞特區，包括這些州和領地的農村社區和部落土地。

FirstNet 將可促進救援和復原行動，協助第一線救難人員擺脫

²⁶Alex Grubbs, *Sen. Wicker: FirstNet's Emergency Coverage in Rural Areas is a 'Major Concern'*, cnsnews.com, Jun. 23, 2016, <https://www.cnsnews.com/news/article/alex-grubbs/sen-wicker-firstnets-emergency-coverage-rural-areas-major-concern> (last visited Oct 21, 2017) .

危害，並有益人員取得緊急情況下所需的重要訊息。AT&T 亦可藉此進一步發展以公共安全為重點的物聯網和智慧城市方案，如提供接近即時的交通狀況資訊，以準確規劃最快的緊急救援路線，以及影像傳輸功能，例如：警察和消防員的設備可附加穿戴式傳感器和攝影器，或以及配備攝影鏡頭的無人機和機器人，提供接近即時的事件畫面，如火災、洪水或犯罪等²⁷。

4. 頻譜法²⁸

無線電頻譜是無線通信的重要資源，而且相當有限，因此為無線應急通信分配足夠的頻譜一直是美國國會關心的問題。例如，1997 年的「平衡預算法 (P.L.105-33)」指示 FCC 在 700 MHz 頻段內為公共安全使用並分配 12 MHz 的頻譜。

隨著「頻譜法 (Spectrum Act)」的通過，700 MHz 頻段的一些現有公共安全執照和另外一個用於商業用途的執照（被稱為 D Block），共計 22 MHz，被國會重新指定為聯邦執照，用於配對 758-768 MHz 和 788-798 MHz 的頻譜，以及 768-769 MHz 和 798-799 MHz 的保護頻段，以減輕鄰近頻道的干擾。根據法案的要求，使用這些頻率最初 10 年的執照由 FCC 分配給 FirstNet。如果 FirstNet 已經履行了該行為的義務，則可以再續約 10 年。

因此，700 MHz 頻段內的公共安全網路共有 34 MHz 的頻譜容量可供使用：一為，指定用於寬頻的 22 MHz；第二，用於窄頻通信的 12 MHz（主要是語音）。此外，800 MHz 頻段內

²⁷ AT&T Selected by FirstNet to Build and Manage America's First Nationwide Public Safety Broadband Network Dedicated to First Responders, AT & TNewsroom, Mar. 30, 2017, http://about.att.com/story/firstnet_selects_att_to_build_network_supporting_first_responders.html (last visited Oct. 2, 2017) .

²⁸ Lennard G. Kruger, Congressional Research Service, *The First Responder Network (FirstNet) and Next-Generation Communications for Public Safety: Issues for Congress 17-18* (2017) .

的相鄰頻率上還有公共安全網路。

未來技術的進步，將來可能會把這些頻譜資產集中在一起，但目前在 700 MHz 和 800 MHz 頻段內有三種不同的公共安全網路技術正在使用或計劃中。這些是 (1) 700 MHz 的寬頻通信；(2) 700 MHz 的可互操作的窄頻通信；和 (3) 800 MHz 的窄頻通信。

該法案還授權 FCC，「允許窄頻通信頻譜以靈活的方式使用，包括用於公共安全寬頻通信……」，但須遵守技術和干擾保護措施」因此，將來美國可能除了 FirstNet 的服務之外，還可以將一些現有的窄頻網路轉換為寬頻網路。

5.無線電守聽法規 (RADIO WATCHKEEPING REGULATIONS)

為了維持水上航運的安全，三個美國政府機構，FCC、國家電信及資訊署(National Telecommunications & Information Agency, NTIA)以及美國海岸警衛隊(USCG);以及國際電信聯盟(ITU)和國際海事組織(IMO)，針對海事無線電的商業、娛樂、政府和軍事以及國內和國外的所有船隻和船舶，各自訂定了船用電臺守聽規定。

國際組織方面，ITU「無線電規則」在美國和其他大多數國家具有條約地位。其中建立了三個 VHF 海上無線電頻道，以安全為首要目標：(1) 16 頻道 (156.800 MHz) —遇險、安全和通話；(2) 13 頻道 (156.650 MHz) —國際導航(橋對橋)；(3) 70 頻道 (156.525 MHz) —數位選擇性呼叫，供任何人員或船隻在水域使用的對無線電頻譜。IMO 對大多數從事國際航行的船舶（軍艦除外）的無線電裝備和操作進行了規定。其無線電規定影響所有客船和 300 總噸及以上的其他船舶。美國現已簽署「海上人命安全公約 (SOLAS)」，並經國會批准生效。

美國國內部分，FCC 負責管理美國所有的無線電器材的銷售、營銷和使用，包括在美國領海內的任何娛樂、商業、州和地方政府以及外國船隻。這些規定載於聯邦法規第 47 章。NTIA 管理包括軍艦在內的任何聯邦政府船隻的所有無線電使用情況，但 NTIA 規則不適用於聯邦政府之外之使用者。USCG 規定大多數商業船舶、美國海域的外國船隻、救生艇筏和「橋到橋」（通常所有船舶長度超過 20 米的船隻）船舶交通服務（VTS）區域。

依照 47 C.F.R. 第 80.148 條、第 80.310 條以及 NTIA 手冊 8.2.29.6.c (2) (e) 的規定；一般而言，任何裝有特高頻海上無線電話的船隻（無論是否自願）必須在第 16 頻道（156.800 MHz）維持一個守聽輪值表，且不得使用該無線電話進行通訊。

此外依照 33C.F.R. 第 2.36 條、第 26 條和第 161 條之規定；以及依 47 C.F.R. 第 80.148 條、第 80.308 條、第 80.309 條之規定；如果在下密西西比河上進行、或在美國海域（包括領海、受潮汐影響的內部水域、不受潮汐影響，但被用於或被確定為可用於實質性州際或國外商業的水域）航行，每艘長度為 20 米或以上，或載有一名或多名乘客的重達 100 噸及以上的动力船，或長度為 26 英尺或以上的拖船，以及每艘挖泥船及漂浮物在頻道或航道附近工作的話，還必須在第 13 頻道（156.650 MHz）及第 67 頻道（156.375 MHz）上維持守聽。

第二節 英國

一、專用電信法制

基於數位匯流之發生，英國於 2003 年通訊傳播法（Communication Act 2003）立法，改變其管理架構，針對網路層與服務層之管理，導入歐盟電子通訊網路（electronic communication network, ECN）與電子通訊傳播服務（electronic communication service, ECS）之水平化管制架構。

專用電信，因為類別十分廣泛，涵括許多不同的應用，在執照制度上統稱為商業無線電（Business Radio），而又可區分為三個主要的使用領域。其一為緊急服務（emergency service），包括警察、消防、救護、海岸巡防等；其二為海上行動服務（maritime mobile service）、定位、導航、與安全；其三則包含為數眾多的行動通訊，又稱為自用行動通訊（private mobile radio），包括交通、公用事業、農業、環境保護、製造業、航空、港口...等。

英國商業無線電執照區分為四種，以下分述之：

1.區域指定執照（Area Defined）

此一執照類別通常是使用人所建置或使用之網路區域較大的地理範圍，如全國或特定範圍的區域，且該執照有專用的使用頻段，並具備一定程度之重要性，例如鐵路、公用事業、運輸網路等目的。該執照所指定的區域範圍，以 2500 平方公里的網格²⁹為單位，持有該執照的使用人，可在指定的區域範圍內建置相關網路設施。此外，為確保頻率的和諧使用，此一類型之執照使用人負有相關的義務，其必須依照英國所簽訂之相關國際合作協議使用頻譜。

區域指定執照之執照費是以其所使用之頻段為高度、中度、低度熱門頻段區分其執照費的高低，其頻段區分表如表 9，又其依據不同頻段在不同區域收取不同之執照費如表 10，並以 25kHz 的配對頻段或 12.5kHz 的非配對頻段為其計費單位，若使用者使用 100kHz 之配對頻譜，則須繳納 4 單位之執照費³⁰，當該使用者之使用頻段屬於表 9 高度熱門頻段，而使用之區域為全國，參照表 10 之規定，該業者即須繳納 39,600 英鎊（9,900 x 4）之執照費。

²⁹ 即 50 公里乘 50 公里之範圍。

³⁰ OFCOM, *Business Radio Licensing Policy Manual*, 2010.

表 9 頻段分類表

頻段分類	頻段	頻率範圍 (MHz)
高度熱門頻段 (Highly Popular Bands, HPB)	High Band	165.04375 – 173.09375
	UHF 1	425.00625 – 449.49375
	UHF 2	453.00625 – 466.0875
中度熱門頻段 (Medium Popular Bands, MPB)	Mid Band	137.9625 – 165.04375
	Band III	177.20625 – 207.49375
低度熱門頻段 (Less Popular Bands, LPB)	Paging	26.225 – 49.49375
	Band 1	55.75 – 68.0
	Low Band	68.08125 – 87.49375

資料來源：OFCOM

表 10 區域執照費表

區域	高度熱門頻段	中度熱門頻段	低度熱門頻段
UK	9900	8250	3300
England	8275	6895	2758
Wales	490	410	163
Scotland	855	710	285
Northern Ireland	280	235	93
GB(England, Wales and Scotland)	9620	8015	3206

資料來源：OFCOM

2. 技術指定執照 (Technically Assigned)

技術指定執照是所有商業無線電執照中最具有使用彈性的執照類別，申請人可依據其技術類型向 OFCOM 申請其所欲使用的特定頻段，且其可使用的區域亦十分具有彈性，可以從單一建物的範圍至全國，相較之下，區域指定執照僅能在所指定區域建設網路及提供服務。

技術指定執照之執照費亦以其所使用之頻率屬於高度、中度、

低度之熱門頻段為基準計算，但低度熱門頻段則排除各種類別；此外，此一執照的另一個參數是其所使用技術的功率大小，區分為三級（詳表 11），有不同的計費標準，又該頻段是否為專屬使用，亦影響其執照費，詳細執照費如以下表格。有關 Population 之參數，則為 OFCOM 將全英國依照網格區分為三級，依其所使用之區域支付頻率使用費。

表 11 技術執照覆蓋率分類表

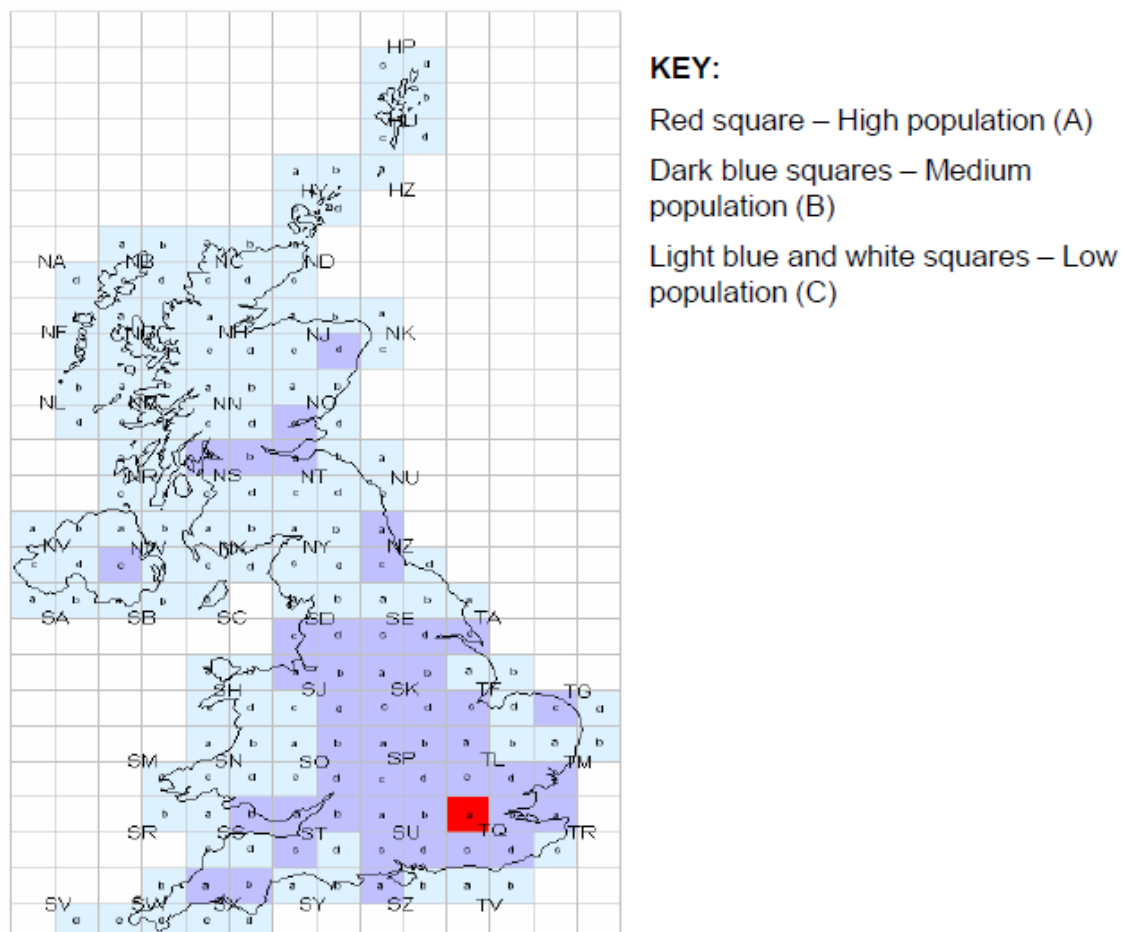
覆蓋率分類 (Coverage categories)	Combinations of ERP Power (P) in Watts, and antenna height above ground level (A_h) in meters – for base station	Operational area radius (R) in km for mobile to mobile systems
類別 1	$P \leq 5 \text{ W}$ and $A_h \leq 10\text{m}$	$0 < R \leq 3$
類別 2	$P \leq 5 \text{ W}$ and $10\text{m} < A_h \leq 30\text{m}$	$3 < R \leq 15$
	$P > 5\text{W}$ and $A_h \leq 10\text{m}$	
類別 3	$P > 5\text{W}$ and $A_h > 10\text{m}$	$15 < R \leq 30$
	$P \leq 5 \text{ W}$ and $A_h > 30\text{m}$	

資料來源：OFCOM

表 12 技術執照之執照費表

Band category	Highly Popular						Medium Popular						Less Popular
Coverage category	1		2		3		1		2		3		1, 2 or 3
Assignment Type	Exclusive	Shared	Exclusive	Shared	Exclusive	Shared	Exclusive	Shared	Exclusive	Shared	Exclusive	Shared	Exclusive or Shared
Population category A	£200	£100	£740	£370	£1480	£740	£100	£75	£370	£185	£740	£370	£75
Population category B	£100	£75	£200	£100	£300	£150	£85	£75	£170	£85	£250	£125	
Population category C	£75	£75	£95	£75	£110	£75	£75	£75	£80	£75	£90	£75	

資料來源：OFCOM



資料來源：OFCOM

圖 25 UK 人口分級圖

3.簡易全國執照（Simple UK）

簡易執照與前述兩種商業無線電執照的最大差別，在於簡易執照並無專屬的頻段，而僅能使用 OFCOM 所列出的頻段清單中的頻率，同時必須符合特定的技術規範。簡易全國執照共可使用 15 個頻段，但此 15 個頻段皆屬於共享頻段，使用者必須與其他使用者和諧使用。簡易全國執照之執照費為每 5 年 75 英鎊。

4.簡易站點執照（Simple Site）

簡易站點執照與簡易全國執照相類似，均無專屬的使用頻段，且須與其他使用者和諧共用。最大的差別是簡易站點執照主

要是針對基地臺的使用範圍核准，最大以一平方公里為限。
其執照費的計算是以每一基地臺，每 5 年 75 英鎊。

有關英國專用電信之技術規範等，可參照 OFCOM 所訂定之介面需求(Interface Requirement)³¹，例如鐵路專用電信 GSM-R 為 Interface Requirement 2064(IR 2064)，而 IR2030 則為英國免執照短距傳輸設備(Licence Exempt Short Range Devices)之技術規格。

二、專用電信—運輸相關產業

隨著 GSM-R 的採用，英國已將過去採用不同技術的鐵路運輸通訊系統統一，過去在 450MHz 頻段與 200MHz 頻段之鐵路專用電信都已逐漸退場，英國並針對 GSM-R 制定其專用電信之標準³²，根據英國科技策略領導小組之報告指出，GSM-R 最快可能在 2024 年被其他的技術標準取代³³。

目前最可能之選項，是以 LTE-R 取代 GSM-R，其最主要的考量是因為對於數據高速傳輸的需求，取代 GSM-R 的語音服務功能。3GPP 在 2012 年已著手制定相關的技術標準，其目標是在時速 350 公里前進的列車能提供穩定的數據傳輸，而 LTE 的基站則與 GSM-R 共置。然而目前 LTE-R 將需要新的頻譜，可能的選項有三，其一是相鄰於目前 GSM-R 所使用的 872-876MHz 與 917-921MHz 的配對頻段；其二是將其配置於 700MHz 頻段，但 700MHz 頻段最快也要在 2018 至 2020 年才有可能騰讓出頻段進行建置；其三是建置於 400MHz 頻段。由於 LTE-R 預計將需要 5MHz 配對之頻譜（共計 10MHz 之頻寬），若配置於低頻，依照英國之行政誘因定價值（Administrative Incentive Pricing, AIP）的執照費制度，如果頻段是在可用於行動寬頻服務之頻段，可能必須以競標金額作為評估標竿，

³¹ OFCOM, Spectrum Information, <https://www.ofcom.org.uk/spectrum/information> (last visited Jan.10, 2018)

³² OFCOM, *UK Interface Requirement 2064, Business Radio – GSM-R*, 2006.

³³ Technology Strategy Leadership Group (TSLG), *The Future Railway: the industry's rail technical strategy*, 2012, available at <http://www.futurerailway.org/Documents/RTS%202012%20The%20Future%20Railway.pdf>, (last visited Jul. 2nd, 2017)

而將產生高額的執照費。

此外，目前仍有一個選項是利用目前行動通訊業者之 LTE 網路，但此一選項所面臨最大的挑戰是業者的網路是否可支援鐵路訊令傳輸系統，此外 LTE-R 目前仍有以下幾點必須考量。第一，對於即時傳輸的需求，是否造成網路建置成本大幅增加？第二，網路系統涵蓋率大幅增加，同時也要確保室內涵蓋；第三，建置 LTE-R 的專用電信網路系統的成本考量？第四，LTE 網路是否能符合鐵路運輸系統需要低延遲的系統需求；第五，若與業者合作，相關協議應如何擬定。

三、專用電信—智慧錶類產業

智慧電網的發展已為全球趨勢，歐盟本身即為發展智慧電網領先者，並於 2005 年成立智慧電網技術平臺，其目的即在促進歐盟國家發展智慧電網，並同時協調各會員國以實施相關發展策略。雖然目前英國正進行相關脫歐程序，但當時英國身為歐盟重要成員，亦積極規劃推動智慧電網，並於 2009 年發布「低碳轉型計畫」，將智慧電網列為發展重點。根據歐盟聯合研究中心 2013 年統計，英國政府及產業積極投入資金發展智慧電網技術試驗活動，至 2012 年累計已投入約 2.75 億歐元。

2010 年，為提供輸電與配電網運營商進行智慧電網研發引導方針，英國公布智慧電網策略藍圖（Smart metering equipment technical specifications, SMETS），提出再生能源與核能整合、供熱與運輸電氣化、分散式發電為智慧電網發展三大發展重點。目前英國主要成果包括展開大量智慧電網研發與示範活動，並展開大規模智慧型電錶系統建置，目標在 2020 年底，使全英國的家庭皆能擁有智慧電錶，以及能使用智慧電錶管理電力的使用，使人民能夠更有效率的使用能源。

2013 年，英國頻譜規劃委員會（UK Spectrum Strategy Committee，UKSSC）決定將 870-872 MHz 和 915-917 MHz 二段頻譜由國防部釋出給 OFCOM，其中 870-876MHz 的需求，主要是高速鐵路與智慧電錶（smart meter）的頻譜需求。OFCOM 於 2013 年針對 870-876 MHz 與 915-921 MHz

二段頻譜的規劃³⁴，OFCOM 分析智慧電錶列入 870-876 MHz 規劃釋出頻譜的方式，將可能採取免執照、個別特許或輕度執照三種模式之一，惟根據其正式官方文書已決定 870-876 MHz 頻段將採取免執照方式利用³⁵。但具體仍須視業者所採用的技術，例如當業者採用 Home Area Network 時，以採用免執照之短距離無線傳輸技術如 Zigbee 為主；如為 Field Area Network，則會採用 RF Mesh、Wi-Fi 等，亦可能採用如 WiMAX、3G/4G 等商用網路技術；如採取 Wide Area Network 時，通常均以 3G/4G 或衛星技術為主，其所須之頻譜當然須經特許。

此外，在 2015 年的頻譜需求論壇上，亦有相關的頻譜規劃需求被提出，包含在 VHF 段（50-200MHz）、UHF 段（450-470MHz）、L-Band（1.5GHz）、700MHz 等頻段作為公用事業使用，惟目前就各該頻段之規劃，OFCOM 尚未有正式公眾諮詢或討論報告。

四、專用電信—公共安全及防災

1.PPDR

有關英國公共安全頻譜之規劃，主要由內閣辦公室（Cabinet Office）、頻譜策略委員會（Spectrum Strategy Committee）下之公共安全頻譜政策小組（Public Safety Spectrum Policy Group, PSSPG）負責，其基本成員包含 OFCOM、商業部（department of Business Enterprise and Regulatory Reform, BEER）、國防部（Ministry of Defense, MoD）。PSSPG 主要負責全英國有關緊急及公共安全頻譜之需求規劃與應用，訂定可使用該頻譜之使用者，並與 OFCOM 協調頻譜運用方式等。

英國政府在 1999 年起，就積極的以 TETRA（Trans-European Trunked Radio）技術，建構無線通訊骨幹網路，提供警察、消防、救護等單位聯繫使用。TETRA 具備與公眾電信網路介

³⁴ OFCOM, *Consultation on 870-876 MHz and 915-921 MHz*, 2013.

³⁵ OFCOM, *Statement on 870-876 MHz and 915-921 MHz*, 2013.

接的功能，同時也可以透過特製的終端裝置，發送緊急訊號。TETRA 所使用之頻段為 450-500MHz，透過中繼站與基地臺，可以用相同的功率達到更大的通訊覆蓋範圍。同時 TETRA 系統依照不同層級有通訊優先權之設計，可確保緊急時通訊的暢通。TETRA 的終端裝置同時可以扮演中繼站的角色，以串聯其他 TETRA 的終端裝置，擴大其覆蓋範圍。但是 TETRA 也有其缺點，以目前而言，其對於數據傳輸的支援度較差，在救災時，無法於第一時間立即回傳事故現場之影像，可能影響救災之調度。

有鑑於 TETRA 的限制，英國內政部已經計畫在 2019 年由 ESN 取代現有的 TETRA 系統，英國政府於 2015 年與全英國第一大行動通訊商 Everything Everywhere（EE）簽約，由 EE 所建立之行動通訊網 ESN 計畫將涵蓋 44 個警察單位、50 個消防急救服務單位、13 個救護信託單位及其他超過 400 個公共安全組織的活躍使用者。

2. 海事船舶無線電

英國參照國際無線電規則，於 2006 年訂立無線電報法（Wireless Telegraphy Act），其中規定了海事（船舶）無線電的主要功能是確保海上人員性命安全。

(1) 基地站

在 M、M2 和 80 頻道上運營基地站的遊艇俱樂部將需要具備用於航海或遊艇俱樂部以及商業遊艇碼頭和類似組織的海濱站臺廣播（Coastal Station Radio）碼頭執照。該執照涵蓋有關遊艇的行動及停泊及賽事管制的通訊。這三個通信頻道位於 M（157.850 MHz）、M2（161.425 MHz）和 80（161.625 / 157.025 MHz）頻段上。

該執照還可包括授權操作一些相關的手持式 VHF 無線電臺。但是，如果手持式超高頻無線電可以接入其他國際海事頻

道，則有必要為每個相關的手持式超高頻電臺獲得一個船舶攜帶式無線電執照。

OFCOM 通常不會在 M、M2 或者 80 頻道的俱樂部或者碼頭之間進行頻率協調。但 OFCOM 建議俱樂部使用頻道 M2 作為他們的首選，而碼頭使用頻道 80 作為他們的首選，使用頻道 M 作為俱樂部和碼頭的次要選擇。M&M2 頻道的用戶不需要持有海事無線電操作員的證書和授權，因為這些頻率不在國際海事 VHF 頻段。但是，還是鼓勵普通用戶獲得無線電話的能力證書，例如短距離證書（Short Range Certificate，SRC）³⁶。

80 頻道是一個國際頻道，它只能用於或直接使用監督持有相關海事無線電操作員證書的人。海濱站臺廣播碼頭執照每年可續期，也可作為臨時許可證，有效期長達 28 天，也能適用於體育賽事和其他特殊活動。

(2) 超高頻無線電

如果船上的無線電只需連入 M 和 M2 頻道，則不需要單獨的許可證，因為這些用途已經包含在 CSR³⁷ (Coastal Station Radio) 執照範圍內。如果無線電臺可以接取第 80 頻道（157.025 / 161.625 MHz）以及其他國際頻道，則必須持有單獨的許可證；有兩種許可證可供使用：

A. 船舶無線電執照（Ship Radio Licence）

可透過一般申請以及線上申請，自 2006 年 12 月規則修正後，船主可以免費申請新的執照或修改現有的執照內容。

³⁶ 此一證書為符合 ITU 無線電規則第 47 條，取得證書者得在離岸 30-40 海浬範圍內操作無線電系統，包含國際海事 VHF 頻段與 DSC。

³⁷ CSR 執照授權在一個或多個指定地點使用一個或多個頻率。它規定了每個站臺的技術特性（天線高度、輻射功率等），站臺必須在這些參數範圍內運作。CSR 執照還允許在基站 4 公里範圍內的基站頻率上使用移動電話，以方便碼頭操作。

申請程序需要支付 20 英鎊的一次性費用。雖然牌照沒有期限，但持牌人必須每 10 年內至少驗證執照一次。檢驗執照不收費，亦可在網站上申請。

船舶無線電執照允許使用國際呼號，在特定的船上使用標準的水上無線電設備（包括雷達等）。並且在所有情況下，於英國領海使用英國海事頻道 M（157.850 MHz）和 M2（161.425 MHz）。

B. 船舶攜帶式無線電執照（Ship Portable Radio Licence）

允許指定的被許可人擁有一個便攜式 VHF 設備，使用「T 號（T number）」用於呼叫在不同船上使用海上無線電的使用人。（設備必須有一個完整的天線和電源）。其他無線電設備，如一個 EPIRB / PLB 也可以包括在內。另外該執照僅能用於英國領海。

由英國專用電信之相關發展，本研究認為英國在專用電信的發展上，已經逐漸朝向思考是否能透過現代化的商用網路及頻譜，提供專用電信之相關服務，不論是 LTE-R 或是公共災防，現階段皆已有規劃透過無線通訊商之 LTE 網路提供服務，事實上包含許多公用事業，如水錶或電錶的智慧化，也可以考慮透過 NB-IoT 或是其他 LPWAN 的技術（如 LoRa 或 Sigfox）提供，不見得必然要以專用頻段或專用技術提供。而且，也無須針對其制定特殊的法規，當然對於公共安全有重大影響的項目，如鐵路通訊，目前仍有制定特殊技術規範，但若未來鐵路通訊亦透過通訊商之網路提供，是否仍須特別制定規範，則可待其後續發展進一步觀察。

第三節 日本

一、專用電信法制

日本在數位匯流的法制革新之後，經營電信事業須依電氣通信事業

法登錄，如果使用到頻譜，則須再依電波法向總務省申請使用許可。專用電信，又稱為業務無線，是指用於特定業務之專用通信，其法源依據為電波法授權總務訂定電波法施行規則第三條以下，其細項又可區分為警察無線、消防無線、防災無線、鐵道無線...等，依照各種不同的業務，使用者可向總務省申請業務許可與頻率使用許可。

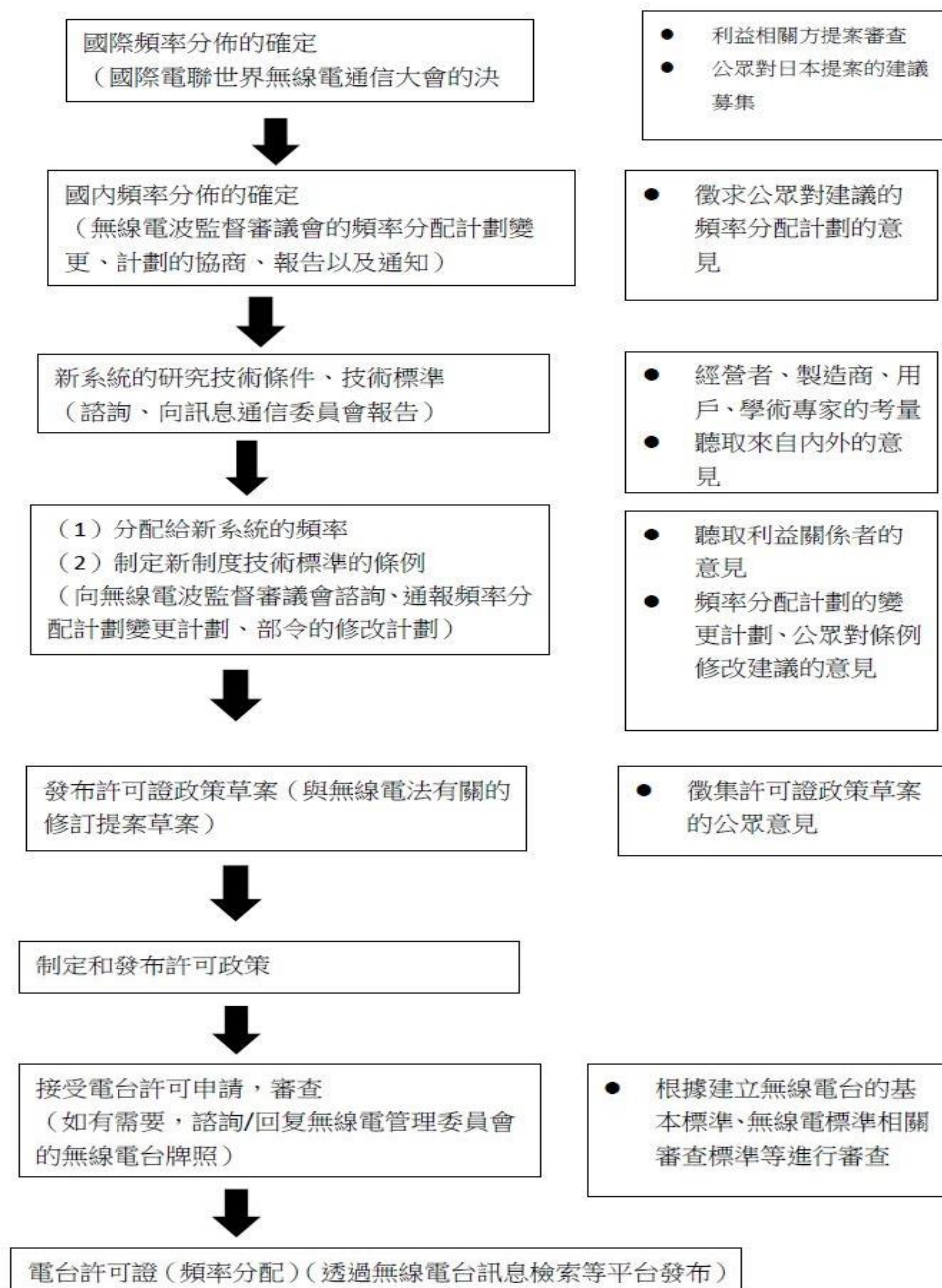
有關日本專用電信之頻率使用費，如使用人為國家單位，凡非常時期用於確保國家安全之用的無線電臺、專用於治安、秩序維護之無線電臺，均無須繳交頻率使用費，而於此目的外之使用，則可享有 5 折優惠。至於民間團體，如用於消防或水災，亦無須繳交頻率使用費³⁸，但如是基於一般防災之用途，亦可享有頻率使用費 5 折優惠。

日本的「頻率分配計畫（周波数割当計畫）」，係總務大臣依電波法（無線電法）第 26 條第 1 項³⁹規定，所供的“分配頻率表”。頻率分配方案中列舉了以下項目，作為無線電臺許可證頻率分配可能性的考核標準，包含：（1）按固定、行動和廣播業務等無線通信方式進行頻率分配。（2）通過無線電臺進行頻率分配，如電信業務、公共業務、廣播業務等。（3）使用頻率的條件，如頻率到期日。（4）國際電信聯盟無線電通信規定（參考訊息）第 5 條規定的國際分發。

關於日本頻率使用現況，特別是頻率的分配過程以及頻率的公布過程如下圖：

³⁸ 〈電波利用料制度の目的等〉，總務省 電波利用ホームページ，
<http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/index.htm#4000064>（最後瀏覽日：2017/10/30）。

³⁹ 日本電波法（無線電法）第 26 條第 1 項：「總務大臣為協助執照之申請，得以創建並宣佈頻率分配表（以下也可稱為「頻率分配計畫」），可供民眾查閱。如有變更時，亦同。」



資料來源：總務省 電波利用ホームページ⁴⁰

圖 26 頻率分配過程圖

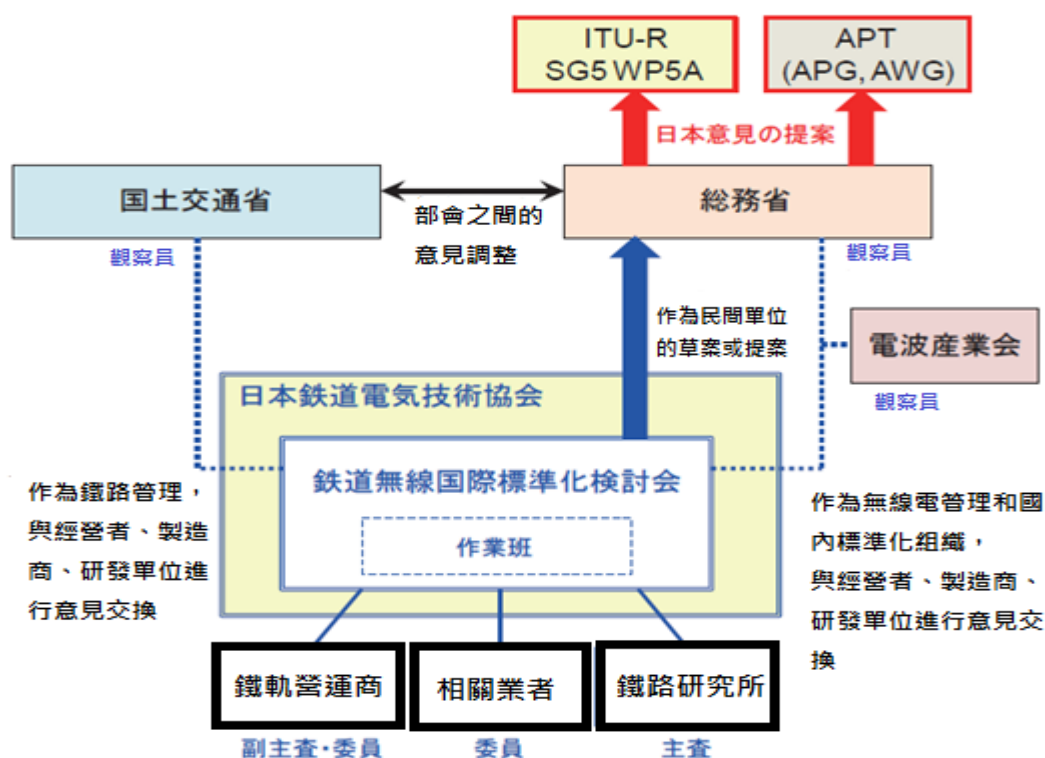
二、專用電信-運輸相關產業

關於日本運輸相關的無線電通信，特別在火車鐵路的無線電使用上，將有相當大的變革。中國於 2015 年 WRC-15，提出為促進鐵路安全和穩

⁴⁰ 〈周波数割当てプロセス・周波数の公開（国等の電波の利用状況等）〉，總務省 電波利用ホームページ，<http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/freq/process/index.htm>（最後瀏覽日：2017/10/30）。

定運行，以及鐵路之間的無線電通信系統所使用的共同頻率計畫，並作為 2019 年 WRC-19 的議程之一（ITU-R 第 236 號決議（WRC-15））。在 2016 年的 WP5A 會議結束時，CPM（Conference Preparatory Meeting）草案以及 ITU-R 的報告皆涉及 RSTT（Railway Radiocommunication systems between train and trackside）的問題，此些會議大致決定了列車無線電（位置感測、遠程控制、畫面監控等）的頻率規劃。

日本總務省對於上述鐵路頻譜國際標準化的趨勢作出回應，2016 年由國土交通省設立的「鐵路無線電國際標準化組織研究小組」加入日本鐵路電氣工程協會，並開始共同推動（其意見整合流程如圖 27）將日本鐵路頻段轉移至 150 MHz 頻段、300 MHz⁴¹、頻段、400 MHz 頻段、40 GHz 頻段之措施，並以此作為第一個目標⁴²。



資料來源：国際電気通信連合における鉄道用無線周波数の標準化の動向と影響

圖 27 鐵路無線電國際標準化委員會意見整合流程圖

⁴¹ 300MHz 頻段，目前仍在研究的階段，尚未投入真正鐵路通信系統之布建。

⁴² 川崎邦弘，〈国際電気通信連合における鉄道用無線周波数の標準化の動向と影響〉，《RTRI REPORT》，第 31 卷第 3 期，頁 49-50（2017）。

若以鐵路的作業上分類日本鐵路的無線電信操作，可以從下列面向觀察⁴³：

（一）指揮人員和機組人員之間的聯絡

此部分通訊的態樣多變，可能是有線的方式也有可能是無線的方式，又可再分成三類（如下表）：

表 13 列車無線電之方式

No.	列車通訊	鐵路種類	頻段
1	誘導無線系統（空間波法）	常規線路	400 MHz 頻段
		公私營鐵路	150 MHz 頻段
2	LCX 系統	新幹線	400 MHz 頻段
		公私營鐵路	150 MHz 頻段
3	感應無線系統	公私營鐵路	100～200 kHz

資料來源：鉄道向け無線システムの概要⁴⁴

1. 誘導無線系統

誘導無線電（Inductive Radio）是類比無線電，2007 年數位無線網路及常規線數位列車無線電正式引入日本，並已經在常規線鐵路和公私營鐵路得到廣泛發展。在大都市常規線鐵路的數位列車無線電，安裝的基地站，通常是沿著路線每 2 至 3 英里的建設塔型或建築物的屋頂天線，具有 20～30 英里的覆蓋區域和無線區域範圍。其規格如下表：

⁴³川本真紀夫，〈鉄道向け無線システムの概要〉，《通信ソサイエティマガジン》，第 42 期，頁 113-117，（2017），https://www.jstage.jst.go.jp/article/bplus/11/2/11_112/_pdf（最後瀏覽日：2017/05/03）。

⁴⁴ 同前註。

表 14 用於無線自動保持列車間隔安全無線電之規格

項目	數位廣播	類比無線電
無線系統	雙向通訊	雙向通訊/半雙向通訊
傳輸輸出	基地站：4 瓦 行動電臺：0.3 瓦	基站：3 瓦 行動電臺：1 瓦
調頻方式	$\pi/4$ 移位 QPSK	FM
傳輸速度	9600 bit / s	—
頻率間隔	6.25 kHz	12.5 kHz
載入方式	SCPC (Single Channel Per Carrier)	SCPC
頻道數	4 頻道/一線	2 頻道/一線

資料來源：鐵道向け無線システムの概要

2.LCX 系統

LCX 系統 (Leaky Coaxial Cable, LCX) 用於新幹線和地鐵，特別是東北的新幹線以及北海道新幹線，由於一般普遍使用的 150MHz 頻段和 400MHz 頻段的無線電波在隧道中大幅衰減，所以在地鐵以及空間波系統中，LCX 被用作隧道中的無線電通訊方法。

透過在整個線路的兩側放置 LCX 線路，就可以實現沒有死角的通信；附接到車輛側接觸的下部位置的無線天線，火車和 LCX 之間的距離在火車路線上基本保持恆定的距離，所以列車無線通信非常穩定，即使在高速行動中亦然。LCX 之通信系統以每 20 至 30 公里為一個區域，沿著線路以 1.3 至 1.5 公里的間隔安裝無線電中繼器；為了補償在 LCX 內部傳播的能量的衰減，LCX 系統可以在所有區域重複使用相同的頻率。目前 LCX 系統僅安裝在部分新幹線鐵路，包括東京、新函館、北斗/新潟/金澤方向沿線。其技術規格如下表：

表 15 LXC 無線電之規格

項目	規格
無線系統	雙向通信
傳輸輸出	基地站：2W，行動臺：4W
調頻方式	$\pi/4$ 移位 QPSK
傳輸速度	384 kbit/秒，307.2 kbit/秒
載入方式	TDM-TDMA (Time Division Multiplexing Time Division Multiple Access)

資料來源：鐵道向け無線システムの概要

3.感應無線系統

感應無線系統是通過沿著軌道鋪設的引導線與地面和火車進行無線通信，並且分配 100-200kHz 的頻段。引導線鋪設在鐵路的一側和鐵路軌道之間，而列車側通過車頂，側面和車頂下方的地板上安裝天線進行通信。使用之方式與 LCX 一樣，即使在隧道內也可以進行無線通信，主要用於地鐵。

過去，感應無線電系統是火車無線電的主流，但是火車電機的噪音使通訊品質惡化。目前，正在被空間波系統和 LCX 系統所取代。

（二）無線自動保持列車間隔安全

通常，相同的路線上行駛的多輛列車，並不需要經常確認安全距離或時間間隔，但隨著距離的縮小，碰撞的風險也隨之增加，必須透過無線電系統，從而即使手動操作，司機員也能夠維持一個安全的距離或時間間隔。

在世界上普遍將這種無線系統用於相同的 2.4GHz 頻段上，又稱為「以通訊為基礎的列車控制 (Communications-Based Train Control, CBTC)」，在日本目前尚處於研究階段；而 JR 在東日本開發並已投入使用的「高級列車管理和通信系統 (Advanced Train Administration and Communications System, ATACS)」，車輛的位置由列車檢測，並通過無

線電基地站通知給其他基地站。基地站掌握所有列車的位置，並通知每個列車的停車及速度限制。在列車中，計算速度的檢查模式，使其在停止極限處停止，並相應地自動制動。通過重複該過程持續約 1 秒期間，即使延遲操作的司機員需要自動剎車也能維護一個安全的火車間距，在 ATACS 中是數位無線電且規格如下表所示。惟較為可惜的是目前僅有仙石線採用該 ATACS 設備，待將來將透過無線設備來全面引入該系統。

表 16 用於無線自動保持列車間隔安全無線電之規格

項目	規格
頻段	400 MHz 頻段
無線系統	雙向通信
傳輸輸出	基地站：3W，行動臺：1W
調頻方式	$\pi/4$ 移位 QPSK
傳輸速度	9600 bit/秒
頻率間隔	6.25 kHz
載入方式	TDM-TDMA

資料來源：鐵道向け無線システムの概要

（三）無線電用於駕駛員檢查狀態

此系統的目的是從多個安裝在駕駛員座位監控攝影機無線發送影片並顯示連接到駕駛員的座位的監視器上。由於需要較寬的無線電頻段傳輸畫面，因此該系統使用毫米波（40 GHz 頻段）傳輸影像。而且，它在火車停止的時候運行，因為它的無線電接收區域是在火車頂上附近的一個非常狹窄的範圍。

下表顯示了該系統的無線規格。採用 FM 的類比無線電，這是因為在數位廣播的情況下，在數位化影像的過程中會發生延遲，並牽涉到火車車門開閉的安全。

表 17 用於駕駛員檢查狀態無線電之規格

項目	規格
頻段	40 GHz 頻段
無線系統	單向通信
傳輸輸出	基地站：1 毫瓦
調頻方式	FM
頻率間隔	40 MHz

資料來源：鐵道向け無線システムの概要

（四）其他無線電

除了前面三類，亦有其他不屬於前三類型的鐵路電信，車務員無線電和全體廣播無線電是用於語音通信的無線電系統，電子閉塞系統(Block System)無線電則是用於信號傳輸的無線電系統。前述皆是類比無線電系統。

表 18 日本其他鐵路用無線電

項目	用途
車務員無線電	它用於乘務員之間或工作人員與車站或指揮部之間的語音通信。(400MHz 頻段)
全體廣播無線電	當在車站或車輛基地更換車輛時，在地面和車輛之間進行語音通信時使用。(150MHz 頻段，400MHz 頻段)
電子閉塞無限電	在單軌道部分，當駕駛員在離開車站之前切換點或信號時使用。(400MHz 頻段)

資料來源：鐵道向け無線システムの概要

三、專用電信-智慧錶類產業

在經過 2011 年的 311 大地震後，日本的發電和電力結構產生改變，迫使日本經產省對於電力發展提出新的策略，惟日本政府推動智慧城市或是智慧電網計畫，皆未對於使用頻率有明確指示，日本的營運商也多使用非授權的頻譜。並未出現專用的電信網路，以日本而言 AMI 多使用

900MHz 的頻段（950-958MHz）⁴⁵，但亦有使用其他頻段之案例，如日本智慧水錶的建置，目前是利用 280MHz 頻段⁴⁶。

例如日本 KDDI 電信公司贊同政府放寬能源管制，認為「使用 4G（LTE）網路部署 AMI，因為這種方式就資金成本和運營成本方面，是提供網路連線最有效的方式」。對於公共事業來說，利用現有的 LTE 基礎設施比建設和維護自己的智慧電網基礎設施更具成本效益。」⁴⁷，所以日本電信業者對於 AMI 使用的電信通訊部分，多採用與商業行動電信相同頻段，而少有出現特定頻段供智慧錶類使用。

四、專用電信-公共安全與防災

（一）PPDR

日本政府並未針對救災及防災體系的專用電信做出頻率規劃或是專用規劃，即便在 WRC-15 討論有關 PPDR 相關議題後，仍未出現定論。單純從法律體系觀察，日本無線電法第 52 條規定，「無線電臺不得為超出許可證所述範圍之通信或通信事項（特定地面廣播機構的廣播事項），但下列情形除外：一、遇險通信。二、應急通信（船隻或飛機是指由通過總務省所訂之緊急情況的其他條例中規定的方法執行無線通信。）三、安全通信。四、應急通信（地震、颱風、洪水、海嘯、雪、火災、騷亂等緊急情況發生時或有可能發生時，在一定時間內使用情況困難或無法透過通訊獲得救援時。）五、訊號的接收。六、其他總務省規定的通訊情形。」，這部分由於涉及日本業餘電臺管理的範疇⁴⁸，在此不做討論。但從政策歷史觀察，從 2004 年的頻率重組行動計畫，設置 60/150/400MHz 三頻段為救災專用電信；然而，到了 2014 年的頻率商業行動無線電頻率有效使用計畫，卻將原本專用的無線頻率提供商業一同使用。可以看出，

⁴⁵ Kenneth C. Budka, Jayant G. Deshpande, Marina Thottan: Communication Networks for Smart Grids: Making Smart Grid Real 253-254 （2014）。

⁴⁶ Japan Water Research Center, *Smart Water Metering in Japan*, 2016.

⁴⁷KDDI's 4G Empowers Japan's Utilities, Connected Living Case Study Series – Utilities, 3 （2016）, https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2016/02/cl_kddi_utilities_01_16.pdf （last visited Oct. 5, 2017）。

⁴⁸ 業餘無執照的電臺於災難風險發生時的定位以及其行為的法律效力。

日本對於專用電信的做法與見解。似乎有從專用傾向於混用的趨勢。

1. 頻率重組行動計劃（周波数再編アクションプラン）

日本總務省 2003 年進行無線電頻率的調查，根據結果評估後，制定後續的行動計劃，為確保頻率資源順利且穩定的運用。該計畫將從三大方向⁴⁹考量頻率的分配和行動並從 2004 開始⁵⁰；該計畫目前已到 2016 年版。

該重組計畫的與 PPDR 之救災、防災相關的頻譜確認（除了頻譜的規劃亦有電臺數量的調查和使用狀況等）並公布者，有：（1）防災無線電（60 MHz 頻段）、縣防災終端線（60MHz 頻段）（2）防災無線電（150 MHz 頻段）、城市防災無線電（150 MHz 頻段）、消防無線電（150 MHz 頻段）（3）防災無線電（400 MHz 頻段）、縣級防災終端系統廣播（400 MHz 頻段）、市政防災電臺（400 MHz 頻段）（5）本地防災無線電通信（846 至 850 MHz 和 901 至 903 MHz）。

2. 150/260/400MHz 頻率商業行動無線電頻率有效使用

此案係總務省於 2014 年（平成 26 年）為改善 150/260/400MHz 這三段頻率的使用而提出的方案，其訴求在於，使商業利用能夠與救災並存。其政策背景指出，日本的電信，除了傳統手機、智慧手機、無限 LAN 以及 RFID 技術，在各種形式或流行的系統中，發展符合社會經濟和訊息通訊的課題，是必須要不斷去嘗試的⁵¹。透過該策略，使上述頻段除了能夠在災難中成為一個強大通訊基礎，未來也能夠增加空間給一般

⁴⁹ 頻率重組行動計劃在及時審議政策重組和頻率調整等具體方案時的三大方針：「①固定無線系統使用頻率的有效使用政策②無線定位系統使用頻率的有效使用政策③衛星通信系統使用頻率的有效使用政策」。

⁵⁰ 〈「周波数再編アクションプラン」の公表〉，總務省 電波利用ホームページ，<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/freq/process/h16.pdf>（最後瀏覽日：2017/10/30）。

⁵¹ 總務省トップ，〈「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的條件」のうち「150/260/400MHz 帯業務用行動無線の周波数有効利用」に関する情報通信審議會からの一部答申〉，《報道資料》，http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000117.html，（2014/03/25）。

企業的商業需求。此案的檢討事項，主要又有兩大部分，為
52：

(1)數位化問題，推動時的過渡等

- A. 數位化共享和降低干擾措施混合時，高效的使用方法以及設備便宜化等。
- B. 應用程序利用數位化
- C. 與其他機關的互通（確保防災人員等）。

(2)有效使用商業行動無線電的措施

- A. 因應未來需求量，流量趨勢
- B. 系統映像

本案對於統一全國防災電信有其見解，認為「警察、消防、自衛隊、防災組織，如地方政府，每一個都開發了自己的專用通訊網路，在發生大規模災害時，災害相關組織之間的通信是必要的；災難管理機構相互之間的交流，主要是相互由聲音在災難現場的訊息傳輸和訊息交換的行動站臺的直接通信；目前，相互溝通的 150MHz 頻段用於防災機構，另外，在 FM 系統中使用 400MHz 頻段中的一個共同波。」⁵³；其中也提到，個別防災系統建立起自己的數位化自營網路，將使相互溝通的難度增加。

但對於是否要統一通訊系統及頻率，依目前規劃方式是朝向統一處理⁵⁴，日本對於防災系統的頻率做出規劃，關於陸上行動站臺，主要集中在 150 MHz 頻段、400 MHz 頻段。例如，在警察無線電系統中，在 150 MHz 頻段內建立了一個行動指

⁵² 〈「60MHz 帯デジタル同報系防災行政無線の低廉化」及び「150/260/400MHz 帯業務用行動無線の周波数有効利」の調査の進め方（案）〉，総務省トップ，http://www.soumu.go.jp/main_content/000233132.pdf（最後瀏覽日：2017/08/30）。

⁵³ 〈情報通信審議會 情報通信技術分科會 陸上無線通信委員會報告（案）〉，総務省トップ，http://www.soumu.go.jp/main_content/000280116.pdf 最後瀏覽日：2010/08/30）。

⁵⁴ 該報告提及「統一通信系統和方法等在災難機構可以考慮，但顧及到每個特定的機器操作模式或系統的所要求的功能的方法中，統一是有必要的但早期的情況，在現實上被認為是困難的。」；同前註。

揮系統。此外，作為防災管理的無線電應用，有 150MHz 頻段和 400MHz 頻段的行動型無線電，MCA (Multi Channel Access) 無線電被分配到 800 MHz 頻段。至於防災行政無線電行動系統和消防救護車，目前正在進行移至 260 MHz 頻段的過渡時期，消防車和救護車已於 2016 年 5 月（平成 28）完成數位化行動已經完成。另外，作為防災行政無線電用途，另有由通過市政府大樓的室外揚聲器向當地居民傳達訊息的 60MHz 頻段廣播系統無線電（固定通信）⁵⁵。

（二）海上安保業務

關於大型船舶或其他特定船舶航行通知方式，按海上安全法執行條例以及日本海岸警衛隊 1999 年第 6 號修法通知，對於海上船舶的通訊方式有所規定，於第 2 條有關第一次通知的規定，日本海岸警衛隊以沿海廣播電臺進行通訊，船舶亦可以與下表中提到的任何沿海廣播電臺的頻率進行視訊或是通話：

表 19 日本各海岸無線電站臺頻率表之一

Annexed Table No.1 (Related to Article 2 and 3)

Name of coastal radio station	Call sign or call name	Watch frequency	Communications frequency	Name of traffic route in charge
Yokohama	JCG Yokohama-hoan (Yokohama Sea Patrol Radio) 004310301	156.8MHz 2,189.5kHz	156.6 MHz 2,177 kHz 2,150 kHz 2,417.5 kHz	Uraga Suido T. R., Naka-no-Se T. R.,
Nagoya	JNT Nagoya-hoan (Nagoya Sea Patrol Radio) 004310401	156.8MHz 2,189.5kHz	156.6 MHz 2,177 kHz 2,150 kHz 2,417.5 kHz	Irigo-Suido T. R.,
Kobe	JGD Kobe-hoan (Kobe Sea Patrol Radio) 004310501	156.8MHz 2,189.5kHz	156.6 MHz 2,177 kHz 2,150 kHz 2,417.5 kHz	Akashi Kaikyo T. R., Bisan Seto East T. R., Uko East T. R., Uko West T. R., Bisan Seto North T. R., Bisan Seto South T. R., Mizushima T. R., and Kurushima Kaikyo T. R.,
Hiroshima	JNE Hiroshima-hoan (Hiroshima Sea Patrol Radio) 004310601	156.8MHz 2,189.5kHz	156.6 MHz 2,177 kHz 2,150 kHz 2,417.5 kHz	

Notes: 1. When 156.8MHz is being used for distress communications, 156.6MHz shall be used as watch frequency.

2. English call name in parentheses only used for communication between a radio station of a foreign ship and a coastal radio station belonging to the Japan Coast Guard

資料來源：日本海上交通安全法執行條例

⁵⁵加藤數衛，〈業務用無線システムの現状と課題〉，《通信ソサイエティマガジン》，第 42 期，秋號，（2017），https://www.jstage.jst.go.jp/article/bplus/11/2/11_86/_pdf（最後瀏覽日：2017/11/03）。

表 20 日本各海岸無線電站臺頻率表之二

Annexed Table No.2 (Related to Article 2)

Name of coastal radio station	Call sign or call name	Watch frequency	Communications frequency
Kushiro	JNX • Kushiro-hoan (Kushiro Sea Patrol Radio) 004310102	156.8 MHz 2,189.5 kHz	156.6 MHz 2,177 kHz 2,150 kHz 2,417.5 kHz
Shiogama	JNN • Shiogama-hoan (Shiogama Sea Patrol Radio) 004310201	156.8 MHz 2,189.5 kHz	156.6 MHz 2,177 kHz 2,150 kHz 2,417.5 kHz
Moji	JNR • Moji-hoan (Moji Sea Patrol Radio) 004310701	156.8 MHz 2,189.5 kHz	156.6 MHz 2,177 kHz 2,150 kHz 2,417.5 kHz
Kagoshima	JNJ • Kagoshima-hoan (Kagoshima Sea Patrol Radio) 004311001	156.8 MHz 2,189.5 kHz	156.6 MHz 2,177 kHz 2,150 kHz 2,417.5 kHz
Naha	JNB • Naha-hoan (Naha Sea Patrol Radio) 004311101	156.8 MHz 2,189.5 kHz	156.6 MHz 2,177 kHz 2,150 kHz 2,417.5 kHz

Notes: 1. When 156.8MHz is being used for distress communications, 156.6MHz shall be used as watch frequency.

2. English call name in parentheses only used for communication between a radio station of a foreign ship and a coastal radio station belonging to the Japan Coast Guard

資料來源：日本海上交通安全法執行條例

綜上所述，日本對於專用電信相關規範，並沒有明確而有系統的法規範，惟，總務省透過「頻率重組行動計劃」和頻率指配等政策，進行頻率的資源管理，並透過每年的頻率普查，反而更能夠靈活、有效率的管理有限的頻率資源。

第四節 新加坡

一、專用電信法制

新加坡資通訊主管機關依新加坡電信法（Telecommunication Acts）第 5 條與第 5A 條規定，有權力對於電信系統與服務之建置與提供以及無線電頻率的使用核發執照。依新加坡電信法及其子法之規定，電信事業之管理分為二類，概念與我國現行第一類與第二類電信事業之管理相仿，一是以基礎設施為基礎之業者（Facilities-Based Operator），另一類是以服務為基礎之業者（Service -Based Operator），前者自行建置與擁有電信系統，以提供服務，後者則是向前者租用電信系統，以提供服務。

新加坡之專用電信，可概略分為三種不同的服務執照類別，以下分述之：

(一) 公眾行動通信服務 (Public Mobile Service)

此類服務最主要是規範行動通信業者，然而，其中包含中繼無線通訊服務 (Trunked Radio Service)，此類服務最主要是提供新加坡當地之緊急服務使用，目前共有兩家業者取得執照，分別是 CitiCall Communications，該公司所使用之頻段為 410-430MHz/440-450MHz，其所提供之服務為城市緊急通信，包含警察、消防等無線電通訊服務。另一家業者為 GRID Communications，其所使用之頻段為 806-821MHz/851-866MHz，GRID 主要提供 iDEN 之網路服務，提供全新加坡之公共與私人之專網服務。

(二) 自用地面行動通訊服務 (Private Land Mobile Service)

此一類別為最主要之專用電信，該項服務之定義為提供雙向點對點，或是在固定的控制點之行動通訊服務，其涵蓋之範圍依該項服務之性質而有所不同。該項服務主要使用頻段為 VHF 及 UHF 頻段，而使用頻寬則為 6.25kHz、12.5kHz 及 25kHz。

此一服務執照的申請者必須是新加坡註冊之公司，為確保頻率之和諧使用，該執照均會被要求附加一定之技術條件，並且不可對其他使用者造成干擾。於申請執照時，申請者必須說明其申請之目的，其網路所使用之技術與運作細節，使用之頻率，預計提供之使用者人數、網路之建設計畫與啟用時間。若現有的執照持有者想要向主管機關申請增加核配頻率，則同樣必須說明增配理由及相關用途。當該執照被核准時，該業者所使用之相關設備，亦須符合相關之規範。

本項服務之執照費，係依照業者所使用之頻寬，及是否為共用而有所不同，整理如下表：

表 21 自用地面行動通訊服務執照費表

使用頻寬 (X)	頻率專用	頻率共享
$X \leq 25 \text{ kHz}$	400 SGD	300 SGD
$25 \text{ kHz} < X \leq 500 \text{ kHz}$	500 SGD	400 SGD
$500 \text{ kHz} < X \leq 10 \text{ MHz}$	9,200 SGD	2,500 SGD
$10 \text{ MHz} < X \leq 20 \text{ MHz}$	29,800 SGD	7,600SGD
$X > 20 \text{ MHz}$	44,500 SGD	11,300SGD

資料來源：本研究自行整理

(三) 短距無線電裝置 (Short Range Device)

此一服務主要是針對低功率射頻電機設備之相關規範，由於其服務種類態樣很多，因此其所適用之頻段亦廣。該項設備之運作與我國規範相差不多，皆須忍受其他設備之干擾，而不得干擾其他設備。

二、專用電信-運輸相關產業

「新加坡資訊通信發展管理局 IDA (IMDA 之前身)」於 2016 年 2 月提出的「新加坡訊息通訊發展局國際計量分配框架行動電信 (IMT) 和 IMT 高階服務並加強行動通信市場的競爭力」報告，對於 700 MHz、900 MHz 和 TDD 頻段頻譜的規劃，以在短期內以部署 4G 以及 IMT-Advanced 系統和服務⁵⁶。

具體來說，專家學者普遍同意提供 700MHz、900MHz 和 TDD 頻段用於鐵路行動業務的規劃，但敦促 IDA 重新考慮為新加坡到馬來西亞高速鐵路 (HSR) 部署 EGSM 頻段。

IDA 進一步指出，新加坡和馬來西亞正在討論新加坡馬來西亞高鐵的運作要求。按 EGSM 頻段內的鐵路運營通信系統 (即用於鐵路的 GSM

⁵⁶ The Info-communications Development Authority [IDA], *INFO-COMMUNICATIONS DEVELOPMENT AUTHORITY OF SINGAPORE FRAMEWORK FOR THE ALLOCATION OF SPECTRUM FOR INTERNATIONAL MOBILE TELECOMMUNICATIONS ("IMT") AND IMT-ADVANCED SERVICES AND FOR THE ENHANCEMENT OF COMPETITION IN THE MOBILE MARKET* 76 (2016). ; Julie Garcia Welch, Senior Director and Head of Government Affairs, Southeast Asia & Pacific, Qualcomm Incorporated, 4-5 (Aug. 26, 2015) .

或 GSM-R) 的頻譜要求，可能在 880-885MHz 或是 925-930MHz 部分，有關部門仍在考慮之中。

惟高通公司對此有不同看法，頻譜規劃的重點應該是確保高水平，並確定何時將分配和提供頻譜；亦即確定頻段和數量，而且該過程是高效、透明和公平的。關於 900 MHz 頻段，應該盡可能更多的頻段用於商業行動寬頻服務。並且在高速鐵路環境中部署 LTE 的可行性和挑戰評估中，認為 LTE 的系統不會簡單地取代 GSM-R，而是改進 GSM-R。

IDA 目前重新考慮將 GSM-R 技術用於高速鐵路通信，並根據需求決定 LTE 等新技術的投入。這樣的做法會有雙重好處，不但為高鐵系統提供現代化的寬頻連接，並簡化協調和分配商用行動寬頻 900 MHz 頻段的龐大使用量。

三、專用電信-智慧錶類產業

談到新加坡的智慧錶類產業就不能避免提及「新加坡的智慧國家計畫」。將利用資訊技術、網路和數據應用來提高生活水平和生產力以及滿足人們的需求。智慧國家將依靠物聯網和大數據，而新加坡的國家規模小將有助於標準化。世界各地的大多數智慧城市項目都是由地方首長積極主動領導，但對於國家政策可能控制力不足。再者，這些智慧計畫可能會受到全國的某些法律的制約⁵⁷。

物聯網(IoT)標準架構，用以支持新加坡的智慧國家倡議已經在 2015 年 8 月制定並公佈。物聯網標準大綱側重於三種類型的標準，即傳感器網路標準、物聯網基礎標準和特定領域標準⁵⁸。

四、專用電信-公共安全與防災

新加坡對於 PPDR 之設置，提出徵詢意見，其中回覆者中以摩托羅拉公司以及空中巴士公司的意見最具代表性。

⁵⁷ 例如，聯邦和州立法可能限制一些美國城市順利推行智慧城市政策。

⁵⁸ DBS Bank Ltd, *Regional Industry Focus Internet of Things & Smart Cities* 14 (2015)

1.摩托羅拉解決方案公司意見（Motorola Solutions）⁵⁹

首先對於，IDA 考慮 1-6 GHz 範圍內的頻譜帶來支持部署增強的行動寬頻服務，摩托羅拉解決方案觀點和評論認為，在 1-6 GHz 內應該進一步分配給 5G PPDR。另外，30 和 40 GHz 頻段將扮演重要角色作為 5G PPDR 和聯合服務作為 IMT 服務的一部分。

另外關於 824-834、869-879 MHz 頻段考慮用於供政府使用之行動寬頻服務，而不是用於商業行動使用。因為政府行動寬頻網路將能夠在發生重大災難事件或國家緊急情況時補充 PPDR 網路，並將促進協同效應。

2.空中巴士意見（AirBus）⁶⁰

在該文件中提到，考慮到歐洲普遍的規劃以及世界無線電大會的趨勢，分配到這個頻率範圍將能夠產生與歐洲的協同作用，因此分配 Band 28（APT 700 MHz 頻段）的頻率是 PPDR 最受歡迎的選擇。

另外，800 MHz PMR / LMR 應該限定其使用，以便維持 PMR 集群無線電和 LTE 技術於 PPDR 中的運用。

3.新加坡目前實務設計

而最後 IDA 採用 800MHz 作為 PPDR 使用，並且已經設計 3GPP 在 band 26 下為 LTE 使用。在這個頻段內，10MHz（下載）+ 10MHz（上傳）的任何頻寬都可以作為 PPDR 使用。

⁵⁹ Motorola Solutions, *Motorola Solutions response to the IDA public consultation paper*, https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/inner/pcdg/consultations/20140422_proposedallocationspectrumimt/motorola-solutions.pdf?la=en, (2015) .

⁶⁰ Airbus Defence and Space, *Airbus Defence & Space's answer to iDA second consultation on proposed framework for the allocation of spectrum for International Mobile Telecommunications (IMT) and IMT-advanced services and for the enhancement of competition in the mobile market*. https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/inner/pcdg/consultations/20150707_secondpublicconsultation/airbus-defence-and-space.pdf?la=en, (2015) .

第五節 中國大陸

一、專用電信法制

中國大陸依其中華人民共和國電信條例（中华人民共和国电信条例）第 7 條規定，對其電信業務進行分類，並實施許可制；同條例第 44 條規定，「專用電信網之建設應受國務院訊息產業主管部門之統籌規劃與行業管理，又如其為全國性信息網路工程或為國家規定限額以上建設項目之專用電信網，於按照國家基本建設項目審批程序報批前，應取得國務院信息產業主管部門同意」。

與我國對於專用電信之管理相仿。中國大陸對專用電信網採許可制，中華人民共和國電信條例第 16 條即規定，專用電信網運營單位在所在地區經營電信業務者，應當依該例規定之條件和程序提出申請，經批准，取得電信業務經營許可證，始得為之。又，按電信業務經營許可管理辦法⁶¹（电信业务经营许可管理办法）第 16 條規定，獲准經營電信業務之公司應依經營許可證所載之電信業務種類，於規定之業務覆蓋範圍和期限內，依經營許可證之規定經營電信業務。

而有關電信設施之建設，則規定於中華人民共和國電信條例第 44 條：公用電信網、專用電信網、廣播電視傳輸網的建設應當接受國務院資訊產業主管部門的統籌規劃和行業管理。屬全國性資訊網絡工程或者國家規定限額以上建設項目的公用電信網、專用電信網、廣播電視傳輸網建設，在按照國家基本建設項目審批程序報批前，應當徵得國務院資訊產業主管部門同意。且按同條第 3 項規定，基礎電信建設項目應當納入地方各級人民政府城市建設總體規劃和村鎮、集鎮建設總體規劃。

二、專用電信—運輸相關產業

1. 鐵路無線電臺設置審批及電臺頻率的指配

按照「中華人民共和國無線電管理條例」第 36 條第 1 項規定：

⁶¹ 該辦法包括專用電信與一般公眾通信之電信業務許可證，申請人或運營單位僅可經營其被核准之專用電信業務或其他電信業務。

「船舶、航空器、鐵路機車（含動車組列車，下同）設置、使用制式無線電臺應當符合國家有關規定，由國務院有關部門的無線電管理機構頒發無線電臺執照；需要使用無線電臺識別碼的，同時核發無線電臺識別碼。國務院有關部門應當將制式無線電臺執照及無線電臺識別碼的核發情況定期通報國家無線電管理機構。」可得知中國對於鐵路運輸、船舶、航空器所需的無線電臺由國務院和有關機關頒發電臺執照，另外，有關頻率的規定則在同法第 13 條前段規定，「國家無線電管理機構負責制定無線電頻率劃分規定，並向社會公佈。」再依「鐵路無線電臺站設置和頻率使用審核辦法」第 3 條第 1 項規定，本辦法所指鐵路通信頻率是國家分配給鐵路系統使用的下列頻率：（一）用於列車調度，站場調車，專用通信等業務的 150、400、450MHz 頻段鐵路通信頻率；（二）2MHz 的頻段工務施工和道口防護頻率；（三）2.4GHz 鐵路戰備通信，應急通信使用頻率；（四）鐵路 GSM-R 系統使用頻率；（五）800MHz 之列尾和列車安全預警系統使用頻率；（六）需跨鐵路局使用的其它頻率。同條第 2 項規定，2.4GHz 的鐵路戰備通信，應急通信頻率，在全國鐵路使用時，應另行上報國家無線電管理機構批准。

中國後來於 2015 年的世界無線電通訊大會（World Radio Communication, WRC）提出鐵路無線電頻段國際標準化的意見，並排入 2019 年的大會議程中，即是以此作為標準。

2. 近年中國鐵路運輸之變革

近年來，由於中國經濟的快速成長，都市人口亦快速增加，公共交通已成為中國各大城市的主要議題。其中，地下化捷運以其大眾化、大載客量以及安全舒適、快捷準時的特點，成為公共交通客運系統中的發展重點。

在運輸專用通信系統中，車地無線通訊系統⁶²需要承載的業務主要包括影像監控系統（Closed-Circuit Television, CCTV）與乘客資訊系統（Passenger Information System, PIS）。其中 CCTV 是以車廂內的攝影鏡頭拍攝即時畫面，透過無線通訊系統上傳到各個車站，並經由專用傳輸系統傳送到控制中心，讓控制中心監控平臺可以即時呈現車廂內的畫面，以利於服務人員瞭解車廂內的情況。至於 PIS 系統主要針對車站大廳、月臺和列車內的顯示資訊，例如列車到站資訊，甚或月臺上的資訊看板等等，這些資訊都是從編輯後傳送到車站和車輛，再藉由相關的播放模組顯示。

CCTV 主要是資料上傳業務，如果傳輸頻寬不足，則可能造成畫面延遲甚至無法顯示。而 PIS 系統主要是下載資訊，對傳輸頻寬亦有一定要求，如果頻寬不足，同樣會有資訊延遲的現象。

為解決相關的問題，中國工信部於 2015 年正式發文函告相關單位⁶³，宣布可藉由 1.8GHz（1785-1805MHz）之頻段，以 TDD 之技術用於城市軌道交通專用通信。其技術規格如下：

表 22 1785-1805MHz 頻段（TDD）技術規格表

	1785-1805MHz 頻段（TDD）技術規格
頻率範圍	1785-1805MHz
雙工方式	時分雙工（TDD）
頻道帶寬	250kHz、500kHz、1MHz、1.4MHz、3MHz、5MHz、10MHz
天線端口發射功率	基站：小於等於 33dBm/MHz 終端：小於等於 23dBm/MHz
基站頻率容限	0.1×10 ⁻⁶

資料來源：本研究整理

⁶² 所謂車地無線通訊系統即為串連列車與控制中心之無線通訊系統。

⁶³ 〈關於重新發佈 1785-1805MHz 頻段無線接入系統頻率使用事宜的通知〉，中華人民共和國工業和資訊化部，<http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757020/c3764806/content.html>（最後瀏覽日：2017/06/30）。

此外，中國城市軌道交通協會技術裝備專業委員會，以及採用多家電信業者、電信設備商等意見，制定「城市軌道交通車地綜合信系統（LTE-M）規範（城市軌道交通車地綜合信系統（LTE-M）規範）」⁶⁴。而 LTE-M 係針對城市軌道交通綜合業務需求的 TD-LTE 系統，並同時支援 CBTC（Communication-based Train Control）、團體調度業務、螢幕監控、乘客訊息系統（PIS）以及列車行進狀態監視等訊息，而且具有高度抗干擾能力、高效能的多業務優先分級保障機制、以及高速行動下亦能穩定傳輸等優點。

在 2014 年，中國已展開 TD-LTE 測試，隨後成為制式城市軌道交通車地通訊專用網路。目前為止，在北京、鄭州、杭州、溫州、石家莊、武漢、青島、烏魯木齊等多個城市皆已採用 LTE 作為無線電通訊系統，並承載任務，並逐漸取代傳統 GSM-R 系統。

表 23 TD-LTE 於中國的佈建狀況

項目	應用技術	部署進度
鄭州地鐵 2 號線	CBTC+PIS	建置中
北京地鐵燕房線	CBTC+PIS	建置中
烏魯木齊 1 號線	CBTC+PIS	建置中
重慶地鐵 5、10 號線	CBTC	建置中
重慶地鐵環線	CBTC	建置中
武漢地鐵 6、7、8 號線	CBTC	建置中
青島地鐵 R5 線	CBTC+PIS+CCTV	建置中
廣州地鐵 14 號線	Trunking+PIS	建置中

資料來源：RT 軌道交通⁶⁴

三、專用電信—智慧電錶類產業

⁶⁴ 〈LTE 應勢而生 | 國內多條在建地鐵線路採用 LTE 技術〉，RT 軌道交通，
<http://tx2016.rt-media.cn/list/13427.html>（最後瀏覽日：2017/08/30）。

1.TD-LTE 無線電技術引入

當前電網複雜度越來越高，系統安全運行控制制度不斷增加，而傳統的窄頻技術的電力無線通信難以滿足發展的需求，將 TD-LTE 無線寬頻通信技術引入智慧電網應用迫在眉睫。近年來多個地方已經建設相當規模之 TD-LTE 電力無線通信專網，充分驗證了 TD-LTE 寬頻專網的安全性和可靠性。國家電網在江蘇、四川、冀北、甘肅、山西、重慶、山東、江西等地陸續使用 1.8GHz 的 TD-LTE 系統展開 TD-LTE 與電力系統業務結合的規模化實驗網建設並驗收運行，南方電網在珠海、廣州、深圳、佛山、貴陽等地分別建設了實驗網。此外全國電力系統管理及其訊息交換標準化技術委員會正在組織電力和通信行業專家製定《電力 TD-LTE 無線通信網路及設備安全防護要求》和《電力 TD-LTE 無線寬頻接入網設備技術規範》標準；國家電網公司和南方電網公司也啟動 TD-LTE 電力無線專網的企業標準編制工作⁶⁵，不僅替中國智慧電網奠定基礎，也是因應現代智慧城市的一大變革。

2.LTE230MHz 技術的投入

LTE230 系統是工作於 230 MHz 頻段的寬頻接取系統，該系統具有覆蓋廣、容量大、成本低、頻譜效率高、安全性強等特點，相比光纖、載波、無線公網等傳統配用電通信方式具有顯著的技術優勢，能夠解決配電通信網光纖部署施工難的問題，實現城區配電通信網的連續覆蓋，滿足計量自動化、配電自動化業務需求⁶⁶。

中國規定將 230 MHz 頻段作為遙測、遙控、數據傳輸等業務

⁶⁵寬頻集群（B-TrunC）產業聯盟，〈LTE 寬頻集群通信（B-TrunC）產業發展白皮書（2017 年）〉，頁 34-35（2017）。

⁶⁶袁宇清、孫穎、王浩、陳永濤、林璿寬、蔡繼濤、餘曉東、謝凱，〈LTE230 系統在配網通信中的大規模組網實踐和評估〉，AET 技術應用，<http://www.chinaaet.com/article/3000017894>（最後瀏覽日：2017/08/30）。

使用的頻段；目前這個頻段主要被分配給能源、軍隊、氣象、地震、水利、地礦、輕工、建設等行業使用；其中 40 個授權頻率（25 kHz）分配用於電力負荷監控⁶⁷。而 230 MHz 頻段在其他行業使用仍不完全，大部分頻段處於閒置狀態⁶⁸。為此國家鼓勵有頻譜需求的行業用戶根據自身業務需求申請空閒頻段使用。

後來普天信息技術有限公司（改制前為普天信息技術研究院），基於分配給電力、石油等行業使用的 230MHz 頻譜資源，將 TD-LTE 技術應用於 230MHz 頻段上，開發新型 LTE230 無線寬頻通信系統（簡稱 LTE230 系統）⁶⁹。

在各方投入的情況下，普天信息技術有限公司與國家電網公司、浙江省電力公司、嘉興電力公司、蘇州市崑山供電公司、深圳電力公司、廣州電力公司、重慶電力公司等單位開展合作，運用電力行業自有的 230MHz 頻段，在浙江嘉興、福建晉江、重慶武隆等地建設 LTE 電力無線試驗網，在北京、浙江崑山、江蘇揚州、深圳、廣州花都、冀北大廠、湖南長沙、江西九江、蒙東巴林左旗、河北平山和張家口等地亦開展 LTE 電力無線專網試點應用，驗證國家重大專項、發改委項目和有關「LTE230MHz 電力無線寬頻通信系統產業化及應用示範項目」，積極推動 230MHz 頻段整備及申請工作，促進電力無線通信技術在此頻段普及⁷⁰，並拓展至全國。

四、專用電信—公共安全及防災

中國對於公共安全相關電信，規定於中華人民共和國電信條例，其中第 36 條即明白規定，「經營本地電話業務和行動電話業務的電信業務

⁶⁷ 參見關於印發民用超短波遙測、遙控、資料傳輸業務頻段規劃的通知，國無管〔1991〕5 號。

⁶⁸ 同前註。

⁶⁹ iFuun.com，〈新型 LTE230 無線技術解決智慧電網通信痛點〉，2017/09/04，
<http://www.ifuun.com/a20179195367310/>（最後瀏覽日：2017/11/04）。

⁷⁰ 同前註。

經營者，應當免費向用戶提供火警、匪警、醫療急救、交通事故報警等公益性電信服務並保障通信線路暢通。」賦與電信業務經營者有提供救災、醫療等公益性質利用之義務。

2014 年，由中國通信標準化協會（CCSA）制定、工信部批准的行業標準「基於 LTE 技術的寬頻集群通信（B-TrunC）系統接口技術要求（第一階段）空中接口」被寫入國際電信聯盟無線電通信組（ITU-R）的建議書 M.2009 修訂版中，成為 ITU-R 推薦的 PPDR（公共保護與救災）寬頻的標準頻段之一。

於 2015 年世界無線電通訊大會（WRC）上，相關的 646 號決議中依照最新版 ITU-R M.2015 建議書中所推薦之頻寬範圍，鼓勵各國依所在分區使用特定頻段作為公共救災之用：（1）第 1 區：380-470 MHz；（2）第 2 區：746-806 MHz、806-869 MHz、4 940-4 990 MHz；（3）第 3 區：406.1-430 MHz、440-470 MHz、806-824/851-869 MHz、4 940-4 990 MHz 和 5 850-5 925 MHz，期望能夠在跨國、跨區的支援時更具協調性。目前中國根據《中華人民共和國無線電頻率劃分規定》及頻譜使用情況，規劃在 1447-1467MHz，即 1.4GHz 透過 TDD LTE 作為 PPDR 之專用頻段⁷¹，並建議應以共網模式部署，即各省級無線電管理機構應結合當地實際需求和應用特點，提出當地之頻率使用規劃和分配建議，報請工信部國家無線電管理機構批准。另外，也在前述國際通用範圍內，預留 350-370 MHz 的頻率作為 TETRA 的國家安全無線電網路。

第六節 小結

由目前專用電信應用技術之發展而論，寬頻化與數位化已成為趨勢。過去專用電信多著重在語音通信的技術，隨著對於現場影像串流、數據傳輸、雲端資料庫搜尋等應用之拓展，窄頻之專用電信已不敷需求，而需要更大的頻寬，特別是與商用電信網路的結合。此外，除由類比技術轉向數位化技術，特別是頻率的共享的發展，可以使頻率資源的使用效

⁷¹ APT Wireless Group, APT REPORT ON HARMONIZATION OF FREQUENCY RANGES FOR USE BY WIRELESS PPDR APPLICATIONS IN ASIA-PACIFIC REGION, APT/AWG/REP-73, 2017.

率提高，亦可增加更多頻率的供給，如英國、新加坡、日本等國家，也都強調專用電信頻率共用，英國與新加坡更以頻率使用費減免做為誘因。

由目前初步的研析可發現，先進國家對於專用電信的法制，其實並沒有太大的改變，但是由於頻率資源的緊縮，政策方面希望專用電信業者可以藉由數位化的技術，再透過頻率的共享，使珍貴的無線電頻率產生最高頻率使用效率。上述各國專用電信系統及頻率比較表如下表：

表 24 專用電信規劃及頻率各國比較表

	美國	新加坡	英國		日本	中國
鐵路運輸相關專用電信系統	PLMR	GSM 或 GSM-R，和部分 LTE	GSM-R 可能於 2024 年被 LTE 取代		ATACS	LTE-M
鐵路運輸相關專用電信頻率	160.110MHz 到 161.565MHz	880-885 MHz 或是 925-930 MHz	450MHz、200MHz 逐漸退場		50 MHz 頻段、300 MHz 頻段、400 MHz 頻段、40 GHz 頻段	1785-1805 MHz
			LET-R 將需要新頻譜：	目前 GSM-R 所使用的 872-876MHz 與 917-921MHz 的配對頻段		
				700MHz 頻段		
				400MHz		
智慧錶類系統	WiMAX	HetNet	—		4G (LTE)	TD-LTE、LTE230MHz

智慧錶 類 頻率	3650MHz、 900 MHz	2.4 GHz	870-872 MHz 和 915-917 MHz	950-958MHz	223.025-22 5.0 MHz
公共安 全與災 防系統		PMR 集 群無線 和 LTE	計畫在 2019 年將現 有的 TETRA 系 統，由商業化之 LTE 網路取代		LTE
公共安 全與災 防頻率	806-809 MHz、 851-854 MHz	800MHz	450-500MHz	60/150/400 MHz、 846-850 MHz、 901-903 MHz	1447-1467 MHz

資料來源：本研究自行製作

第四章 結論與建議

第一節 國際發展趨勢綜整

專用電信長久以來，因種類繁複，加上產業需求標準不一，對於專用電信，大多以技術審驗規範為主，對專用電信之管制面規範則較少著墨。近年來，各行各業均面臨寬頻需求的解決方式，如 AMI 電錶並不限於以無線通信之方式回傳用電資訊，智慧電網下更期待可大量傳輸用電的細部資訊，藉由大數據之分析方式，達到節能減碳或即時電價調整的目標，鐵路通訊或公共安全救災救難網路，也不再滿足於語音通訊，而希望可透過寬頻傳輸影像，以更有效的執行事故排除等任務。5G 與 IoT 等先進無線通信技術的發展，相當程度滿足寬頻的需求，以下即綜整敘述 AMI、公共災防、鐵道通訊等相關專用電信政策的國際發展。

一、AMI 智慧電錶

美國之智慧電錶推動政策係由聯邦及州政府出資及立法推動，2009 年，美國聯邦政府推動的「復甦與再投資法案」，提供約 35 億美元用於「智慧電網投資補助」及 6.85 億美元於「智慧電網示範計畫」。在頻譜方面，美國並無規劃特定的專用電信頻段給智慧電錶，其無線通訊多使用免執照的 ISM 頻段 915MHz 及 2.4 GHz 頻段。中國大陸之智慧電錶推動政策係由國營輸電企業出資替換，在無線通信的頻段安排方面，中國大陸則主要使用 433MHz 免執照頻段。英國能源與氣候變遷部推動「智慧計量錶設置計畫」，並要求在 2019 年年底以前，所有能源供應商有義務為所有消費者安裝智慧電錶，故英國的推動政策則是由政府強制能源供應商裝設，無線通信頻段安排方面，英國 OFCOM 則規畫使用 2.4GHz 與 870-876MHz 頻段，2.4GHz 本屬「免執照」利用，對於 870-876MHz 也採「免執照」方式規劃。

綜上可發現，AMI 智慧電錶之專用電信領域，在美國、英國、中國的發展而論，大多必須透過能源主管機關進行政策的推動，相當於我國

經濟部之機關。而 AMI 所使用之無線通信技術與頻段，目前國際上亦未見以專屬頻段規劃之方法，而多係利用免執照之頻段進行規劃，例如英國 870-876MHz，即為英國之物聯網頻段，相當於我國之 920-925MHz。又 AMI 之終端裝置雖然為無線射頻器材，但性質上屬於類似一般人民所使用 Wi-Fi Hotspot 性質，本研究認為應無需要求電錶申請電臺執照，而應以型式認證等相關審驗，以避免頻繁換照審驗之人力耗費。

二、PPDR 公共安全災防

傳統公共安全通訊標準主要包括美規的 Project 25 以及歐規的 TETRA，這些標準係針對各種緊急應變功能而設計，因此具有可靠性高、涵蓋範圍廣等優點。近年來，隨著對寬頻之需求，特別是災害現場的即時視訊，以利救災動員與規劃，3GPP 已將各種情境納入，並製定相關的技術標準。如一對多的災害通訊廣播、D2D 允許終端裝置彼此間的搜索與通訊，不需仰賴核心網路即可進行資料傳輸、緊急任務一按通 PTT 功能等。

本研究所進行調查之美國、英國、韓國等，皆已有 PPDR 之相關規劃及實施。韓國為整合不同救災機關在不同頻段之通信網路，在 2014 年由公共安全部主責，提出建置全國性寬頻公共安全網路 (SafeNet) 計畫。SafeNet 使用單位計畫涵蓋八個部門：警察、國家救援、海岸巡防、軍隊、地方政府、醫療、電力、天然氣等，預計達 333 個公共安全單位、20 萬個使用者規模。所使用的頻譜則為 700 MHz 頻段中的 718-728 MHz 及 773-783 MHz、合計 20 MHz 頻寬。美國則在商務部內設置的專門機構 FirstNet，負責美國國內公共安全寬頻網路佈建及營運，2017 年 3 月，FirstNet 與電信業者 AT&T 達成協議，由 FirstNet 在未來五年支付 65 億美元，並將手上擁有的 20MHz 寬頻頻譜資源交 AT&T 運用。而 AT&T 則必須負責在美國全國範圍內佈建並管理全國性公共安全寬頻網路。英國目前的公共安全網路為政府外包給營運商 Airwave 進行維運 TETRA 網路，由於 TETRA 網路窄頻的性質使其網路上的通訊多為語音及訊息，已經逐漸不能滿足使用單位的需求，故自 2011 年起即開始規劃新的公共安

全網，英國內政部（Home Office）的「緊急服務行動計畫」中，新一代的 PPDR 網路 ESN 將成為具有廣泛覆蓋、高彈性、妥適安全性和公共安全功能的行動通信網路，ESN 計畫將涵蓋 44 個警察單位、50 個消防急救服務單位、13 個救護信託單位及其他超過 400 個公共安全組織的活躍使用者，預計達 30 萬左右的使用者規模。ESN 之網路由電信營運商 EE 以其商用 LTE 網路負責提供，並支援英國公共安全營運。

由相關的調查中，PPDR 之主責機關為與國家安全或公共防災相關的機關主政，在我國應相當於內政部；而網路的規劃則以適用於行動寬頻網路之頻段為主，如在美國為 700MHz、韓國為 APT 700 頻段、英國則是 EE 所持有之行動通信頻譜等，我國交通部目前保留 800MHz 頻段做為 PPDR 之頻譜，未來仍待相關部會儘速進行規劃使用。

三、鐵路通訊

通訊系統是鐵路的關鍵基礎設施之一，承載鐵路調度指揮、列車運行控制、故障預警、險情通告、應急救援等任務。1995 年國際鐵路聯盟（Union International des Chemins de Fer，UIC）評估 TETRA 和 GSM 兩項技術特性，最後 GSM 被選定為鐵路通訊技術基礎，發展 GSM-R（GSM-Railway）成為鐵路國際無線通訊標準。但 GSM-R 為 2G 行動通信技術，屬於窄頻通信系統，頻譜利用率較差，主要承載話音業務和少量數據業務，數據速率較低，一般僅為 2,400-9,600bps，使得 GSM-R 難以支援遠距事故現場即時視訊等新業務；其次，GSM-R 相關設備、技術支援等預計 2030 年結束；因此，鐵路通訊必須朝向結合寬頻之方向發展。

2014 年，UIC 提出鐵路下一代行動通訊發展規劃，並與 3GPP 合作展開標準化工作，進行 LTE-R（LTE-Railway）的發展步驟。2016 年，發佈未來鐵路行動通訊系統，擬定了新一代鐵路通訊使用者需求規範，並在 3GPP 工作組當中進行相關之工作。

1995 年，ETSI 為 GSM-R 規劃了 876-880 MHz（上行鏈路）和 921-925 MHz（下行鏈路）兩個頻段。為了提供改進和更有效的傳輸高速鐵路通信，LTE-R 的頻譜使用已成為重要的議題。由於高頻段之物理特性為電

波傳播的損耗及嚴重衰落，而鐵路通信對信噪比的要求極高，使用高頻段可能將導致訊號頻繁的切換，而將會要求有大量投資及較高的基站密度。因此，Sub-GHz 的低頻段，例如 450-470MHz，800MHz 或 L-Band（1.4GHz）已被納入考量，目前亦已有中國、日本採用 400MHz 頻段、韓國亦以 700MHz 頻段（與 PPDR 頻段重疊）在原州和江陵之間的鐵路商轉 LTE-R，歐盟則待 WRC-19 之後才會正式定案。

鐵道通訊的寬頻需求未如 PPDR 一樣強烈，目前國際上之發展亦呈現分歧。發展較快者如韓國、中國、日本，皆已開始試運轉 LTE-R 或相似之寬頻鐵道通訊系統。相反的如歐盟或美國等，則大多仍繼續使用窄頻之鐵道通訊系統，以目前如 700MHz 為 4G 之主流頻段，450MHz 則為 5G 之候選頻段，本研究認為短期不宜將此頻段釋出為鐵道專用通信之用，建議仍應就國際發展情勢明朗後，再決定如何釋出使用。

第二節 我國專用電信現況研析

一、法規檢視

依據電信法第 2 條第一項第 6 款之定義，專用電信係指「公私機構、團體或國民所設置，專供其本身業務使用之電信。」而政府機關所設置之專用電信，即為公設專用電信（第 7 款）。具體而言，一般電信服務與專用電信之主要差別，在於專用電信之使用項目、範圍、對象具有特定性，然就其他設置原則上，並無太差別。例如電信法第 6 條，「電信事業及專用電信處理之通信，他人不得盜接、盜錄或以其他非法之方法侵犯其秘密。」或第 32 條以下有關電信設置與管理，餘均與一般公眾電信服務大同小異。

我國專用電信之分類，主要係依據專用電信設置使用及連接公共通信系統管理辦法第 3 條，先區分為專用有線電信與專用無線電信，專用有線電信包括有線載波電臺、光纖傳輸電臺及專設有線電話等三種，至於專用無線通信則包含船舶無線電臺、航空器無線電臺、計程車無線電臺、學術試驗無線電臺、業餘無線電臺、及漁業、電力、警察、消防、鐵路、公路、捷運、醫療、水利、氣象等專供設置者本身業務需要而設

立之專用無線電臺。

由上述可知，專用電信之業務項目繁複，查我國與專用電信相關之法規，多數亦屬於技術規範類或收費標準類之法規命令，如專用電信業務規費收費標準、業餘無線電管理辦法、計程車專用無線電臺設置使用管理辦法、船舶無線電臺管理辦法、業餘無線電管理辦法、學術試驗無線電臺管理辦法、學校實習無線廣播電臺設置使用管理辦法、民用航空器無線電臺管理辦法等，且各項法規命令多年來亦無重大之管制改革，各式規費如執照費、審驗費、電臺架設許可證費等亦同。蓋專用電信並不提供不特定之第三人使用，故雖業務種類繁多，但其業務用途和使用情況則較為固定，且特定業務亦具有相當之公益性質，亦為此項業務須保持穩定之因。

除此之外，於特別法亦可見相關設置專用電信之規定，惟其多敘明專用電信之設置應依電信法為之，例如：電業法第 36 條第 1 項即規定「電業為營運、調度或保障安全之需要，得依電信法相關規定設置專用電信」，公路法第 7 條規定「公路事業為謀通信便利，依電信法之規定，得設置公路專用電信」，大眾捷運法第 8 條規定「為謀大眾捷運系統通信便利，大眾捷運系統工程建設或營運機構，經交通部核准，得設置大眾捷運系統專用電信」。

依電信法第 47 條規定，專用電信之設置使用，須經主管機關核准發給執照，同條第 2 項規定，專用電信不得連接公共通信系統或供設置目的以外之用；但經主管機關核准連接公共通信系統者，則不在此限。有關專用電信如使用無線電頻率，依照電信法第 48 條第 5 項第 1 款規定，「軍用、警用、導航、船舶、業餘無線電、公設專用電信、工業、科學、醫療、低功率電波輻射性電機、學術實驗、急難救助及其他供公益或公共用途使用之無線電頻率。」其無線電頻率之核配，不適用預算法第九十四條所定拍賣或招標之規定。

二、利害關係人意見研析

本研究於 10 月 17 日舉辦一場專家座談會，以 AMI 與 PPDR 為主題

就教業界先進有關我國專用電信法制之相關問題。有鑑於專用電信之議題廣泛，為免討論發散，有必要以特定專用電信類型為例，尋求相關利害關係者之意見。本研究認為可將當天之意見區分為以下二點。

1.專用電信網路之組成，不必然必須完全自建，必要時可充分利用現有之商用電信網路，或是共用同一套專用電信網路。

以 AMI 而言，因 AMI 之終端大多置於頂樓陽臺、地下室等處所，因此若以無線之方式進行網路接取，必須利用 Sub-GHz 頻段等，利用其較強之電波穿透性，例如臺電所欲利用之 839-851MHz 頻段。然若該頻段僅供臺電使用，則未來如水錶或瓦斯錶是否又需要特定專屬頻段，如此將可能造成頻譜資源的浪費。因此有專家提出終端可採取 PLC 或其他通訊方式，例如將大樓地下室的電錶資訊集中至單一的地面裝置，再透過專用網路或一般商用網路傳輸即可。

又以 PPDR 而言，由於目前尚未有正式的需求評估。但與會專家指出，政府要透過專用的頻譜建設專用的網路，如果專用的網路同樣採用 LTE 技術，不如直接利用五家業者現有的網路建設與頻譜，更具有經濟效益；在現有的涵蓋範圍以外的區域，也都可以再討論網路擴建。即使目前 LTE Release13 或 14 的版本，在設備上的功能還沒辦法完全支持，但是從國際發展趨勢而論，未來總是會實現的。亦有專家指出，警政署在交通部所舉行的會議曾表示，警政署對專用網路建置的規格(資安的要求等)跟現有商用網路仍存有落差，包括網路的佈建範圍、區域及所能提供的服務，有關此一部分，未來仍需進一步釐清。另本研究特前往消防署進行訪談，消防署亦提及，消防的應用需求為可用性大於保密性，目前一些寬頻的需求可透過商用行動寬頻服務予以滿足，亦非一定要透過專用電信網路不可。

當專用電信由專網走向網路的組合，有專家指出，首先在法制上可能應先釐清所謂網路組合的型式，是只漫遊或是網路共用，或其他方式，以明確法律關係。第二，PPDR 可能涉及人民生命安全的議題，如網路發生問題，相關之責任歸屬必須先行釐清。第三，目前專用電信仍有禁止連接公眾通信之規範，有無必要予以放寬，其指出公眾通信可以在專用電信缺乏訊號涵蓋時，做為備用的通信手段，但亦須確保該專用電信不會作為營利使用，亦有專家指出歐盟地區過往都會進行年度演習，確保國家專用電信與民間商用網路的互連與漫遊，而在戰爭發生時，國家可以立即徵用民間網路，做為備援之通信網路。

2.頻率指配與頻率使用費。與會專家提及，由於許多政府使用之頻率目前都未收取頻率使用費，使得政府單位缺乏成本的概念，許多單位都希望能取得專用頻率以建置專網，而不會考慮到可與其他單位共用頻率或共用網路，這也造成頻率使用的不效率。因此其指出，並非要求國家的專用電信都一定要像對行動寬頻等民營業者一樣那麼高的頻率使用費，但只要能訂出向政府內部部門計算頻率使用費之收費用方式，可能國內有許多頻率可以被騰空，做為其他方式的使用。

第三節 專用電信規範之重要議題

一、專用電信之項目與申請主體

1.專用電信架設之例示項目可刪除專用有線電信，以符電信管理法草案之趨勢。

前已論及，我國專用電信之業務範疇十分廣泛，電信管理法草案第 50 條第二項所定義之專用電信網路，係指「主管機關核配無線電頻率設置供自己使用之電信網路」，在概念上似已排除現行的專用有線電信。草案之立法理由中提及，「促進電

信網路建設、鼓勵創新為本法制定之目的，僅就提供公眾電信服務之公眾電信網路為顧及其資通安全，或有限之電信資源使用等始予管制，故專用電信之管理即依循此意旨，僅針對使用無線電頻率之專用電信網路予以管理，其設置應經核准，至於不涉及使用須核配頻率之電信網路，其設置自無須申請核准。」依此趨勢而論，本研究建議有關專用電信之項目，應可先行刪除有關專用有線電信之類別，解除不必要之管制，至於專用無線電信，因涉及電波資源之使用，為進行適當之電波監理，促進無線電之和諧使用，避免干擾之情況，故仍有必要進行適當之管制。

其次，目前專用無線通信之範圍仍廣，在專用電信設置使用及連接公共通信系統管理辦法第3條定有數項業務例示之類別。事實上，專用電信既為設置者建置供其本身業務使用之電信網路，表示在一定程度上，公眾電信可能無法滿足其需求，故設置者才有必要自行建置網路，例如軍警在通訊上，有加密以保持秘密通訊的需求等。前揭管理辦法第7條規定，申請設置專用電信者，應填具申請書並載明下列事項，包括申請人之資料、設置目的、設置地點、通信方式及系統架構圖、工程主管人員、架設期間等，向主管機關申請許可。就上述之專用電信之許可申請流程，如主管機關認為申請人之設置目的事實上可由公眾通信所取代者，當然具有否准之裁量權。又按國際相關立法例及我國電信管理法草案之立法精神，如設置者所設置之專用電信是利用免執照之頻譜，則僅要其電信設備符合規定即可，應無須申請專用電信之建置；但若專用電信所利用之頻率為特許核准之頻率，除按相關規則進行申請，亦應收取適當之頻率使用費，以符無線電頻率使用者付費之精神⁷²。準此，就本辦法第3條可申請專用電信架設之例示項目，本研究認為無須過度管制，以符合相關

⁷² 有關頻率使用費之說明，本研究將詳述於後。

國際趨勢，例如美國只針對使用的頻段或技術類別進行管制，如 PLMR 下之公共安全匯集⁷³，至於詳細的用途則未予特別規範。

2.專用電信設置之主體，應具本國法人資格，如為外國企業之分支機構，應以外國總公司之名義申請核准，並比照外國人申請專用電信進行專案核准。

有關專用電信設置者之主體資格，現行法並未詳予規範，在國際立法例之部分，大多皆要求申請者應具有本國法人之身份，如英國、日本、新加坡等。此外，有鑑於各類專用電信網路管理的需要，實務上最可能發生的爭議在於分公司得否以其名義申請建設專用電信。就法理而論，分公司之設立並無公司法第 2 條所規定之股東會、董事會或資本額，因此，分公司並非完整的法人結構，實務上亦僅被視為主公司之分支機構，為主公司所屬之機構之一，故分公司不具有完整的法人格，理應不得以其名義申請架設專用電信網路。

參酌經濟部智慧財產局有關專利申請之說明，第一，分公司為受總公司管轄之分支機構，故分公司與總公司之法人人格為單一不可分割，不能為權利義務主體，非適格之申請人，智財局將通知以總公司作為申請人。第二，如為經認許之外國公司在臺分公司，並在我國境內營業，其專利申請仍應以該外國總公司名義為申請人，但在臺分公司之負責人可為代表人提出申請。第三，「外國公司」在總公司設立地以外之其他國家設立之分公司，且該國外分公司在臺設立分公司者，若其據以設立地之國內法規定該外國分公司具有獨立之法人格者，則得以該外國公司之分公司作為專利申請人。準此，本研究認為，如為分公司向主管機關提出專用電信之建置申請，如為國內公司，則應通知總公司作為申請人；如為經認

許之外國公司(或其分公司)，則應以該外國公司為申請人，外國人申請設置專用電信者，依電信法第 47 條第 4 項，應由通傳會進行專案核准。

3.現行法令應增設變更專用電信網路之規定，並將執照使用年限拉齊為 5 年。

我國專用電信僅規定設置，卻未規定專用電信網路異動之處理，此應為法規之疏漏。未來於電信管理法草案第 50 條已有規定「專用電信網路應經主管機關核准，始得設置；其有增設或變更者，亦同。」我國現行法無此規定，本研究建議應於專用電信設置使用及連接公共通信系統管理辦法內增訂變更之規定於第 7 條第一項，「專用電信之設置使用、變更，應填具申請書，向主管機關申請。」

又目前專用電信之執照效期均為 3 年，考量同屬專用電信之業餘電臺及計程車專用無線電臺執照，其有效期間為 5 年，又國際立法例上，如英國為 5 年、美國為 10 年，故應可將現行之 3 年延長為 5 年，並考量業者不一定有長期的需求，因此給予業者申請時自訂使用期限之彈性，爰建議將第 9 條第 1 項修正為「執照有效期間最長為五年」。

二、專用電信與公眾通信之連接

1.專用電信網路如透過公眾網路提供，其概念類似虛擬私人網路(VPN)。

近年來，隨著商用無線通信技術的發展，以及傳統專用電信由窄頻的語音服務轉向寬頻的即時影像串流服務，商用通信技術與專用電信的橋接已成為趨勢，例如在國外已有透過 LoRa、Sigfox 等 LPWAN 技術作為智慧水錶或電錶等 AMI 的解決方案，在公共災害防救等 PPDR 的建置，亦由早期的 TETRA 走向 LTE，甚至在美國、英國之 PPDR 均由大型行動

通信業者所提供，並與其商用網路整合。

我國電信法第 47 條規定，「專用電信不得連接公共通信系統或供設置目的以外之用。但經交通部核准連接公共通信系統者，不在此限。」由此可知，專用電信不得與公共通信連接，乃法律之明文限制，但在特定的情況下，包括（1）陸、海、空各種交通工具之遇險求救及飛航氣象等交通安全之緊急通信；（2）船舶、航空器之通信；（3）為維護國家安全、公共秩序或公共利益，有緊急進行必要之通信。（4）為因應天災、事變或緊急危難等救援作業之通信，若經主管機關核准，則可連接公共通信系統。例如我國於偏鄉所設置之高抗災平臺，在必要時，可與國軍救災通訊設備介接使用，此即屬專用電信與公眾通信介接之案例。

從國際上相關的立法例中，本研究並未發現有專用電信與公眾通信常態性連接之案例。如前所述，近年來由於商用通信技術的進步，許多傳統專用電信已經可以透過商用網路提供，例如智慧電錶的鋪設，或是公共災防現場視訊的回傳等。在此必須釐清的是，專用網路與專用服務係屬二事，舉例而言，消防救災之通訊，可透過專用電信網路通話，亦可透過公眾網路通訊，所不同者，在於專用電信網路本質上為一個封閉的電信網路，相當於公司內部網路（intranet），如果不與網際網路介接，公司內部的人員仍可相互通信，但不能與公司外部之人聯繫，且外部之人亦無法接取該內部網路。如透過公眾電信提供專用之服務，則相當類似虛擬私人網路（Virtual Private Network, VPN）的概念，如業者只是要在公眾網路中建立一個 VPN，亦無須透過政府，僅需與該公眾網路之業者商業協商即可，此概念與美國 AT&T 協助建置 FirstNet 的使用優先權相同。因此，本研究認為由設立專用電信網路之出發點思考，專用電信本質上就應該是一個獨立隔絕之網路。

2.如專用電信網路之組成為一部分為自建，一部分為利用既

設公眾網路，應允許其相互介接，但其電信網路之邏輯架構應明確區分，且專用電信不得提供自己業務以外通信功能。

問題在於，應如何解釋電信法第 47 條之專用電信網路與公眾網路連接的適用問題。以 FirstNet 與 AT&T 之案例而言，其本質上是同一個實體網路，如此是否構成專用電信網路與公眾電信連接？本研究認為，從網路架構上而言，雖然兩者是同一網路，但實際上應類似於 MOCN（Mobile Operator Core Network）的型式，即兩者雖然共用同一個接取網路，但後端之核網與交換機等應為各自獨立，且沒有進行網路互連之介接，因此在邏輯上即為兩個獨立的網路，而沒有相互連接的問題。不論是採取實體網路分離或邏輯網路分離，只要此二網路不能直接相互通信，縱使二網路共用同一接取網路，仍可視為各自獨立的兩個網路。考量未來專用電信可能大量的依附於行動通信網路之下，僅有少量網路設備為自建的情況，若仍認為此情況屬於專用電信與公眾電信網路的介接，恐將不利於專用電信的發展，亦有造成網路過度重複建設而造成資源浪費的疑慮。

然而，如果專用電信可以常態性的與公眾網路連接，或是提供設置目的以外的利用，本研究認為將造成競爭上的不公平。依據電信管理法草案第 56 條之規定，供急難救助、實驗研發、專用電信網路、公共使用或其他公益用途之無線電頻率，經主管機關審查後核配，不適用預算法第九十四條規定，亦即專用電信網路所使用無線電頻率指配，不須依公開招標或拍賣為之。而目前我國行動通信之頻譜，則皆由業者以高額標金取得。因此，如果專用電信網路可以常態性與公眾網路連接，提供不特定第三人為目的外之使用，則專用電信網路即變相成為公眾網路，不但不符其原使用目的，相對於商用行動通訊服務而言，更將有所不公。因此本研究仍建議現行或未來之專用電信，應繼續維持現行之規定，禁止與公共通信

連接，並應禁止設置目的以外之使用，以維持公平競爭之環境；然為促進專用電信利用既有的公眾網路，促進頻譜使用效率與提高頻譜經濟效益，在法律解釋上，應從寬允許專用電信與公眾電信網路連接之情況，當專用電信一部使用公眾電信網路時，其網路組成之邏輯應具體分離，並限制專用電信之使用者不得作設置目的以外之利用。

三、頻率指配與頻率使用費

現行電信法第 48 條第 5 項第 1 款已定有頻率核配排除預算法第 94 條須以公開招標或拍賣之規定，其項目包括軍用、警用、導航、船舶、業餘無線電、公設專用電信、工業、科學、醫療、低功率電波輻射性電機、學術實驗、急難救助及其他供公益或公共用途使用。值得注意的是，此一規定中僅特別排除公設專用電信，按明示其一排除其他之法理，如非屬上述各種用途之專用電信，其頻率之核配，依電信法及預算法之規定，似應以拍賣或招標釋出。惟於電信管理法草案第 56 條之規定中，已將專用電信列為排除預算法第 94 條之標的，如草案修正通過，未來專用電信使用之無線電頻率均可以審議制之方式進行指配。

頻率的有效利用為近年來最重要的議題之一，由於高畫質影音的需求，加上 5G 的技術發展，頻譜的供給一直是過去及未來數年最重要的議題。現階段許多被列入 5G 發展之頻段，如 1.4GHz 的 L-Band、4.5-4.9GHz 等，目前我國均有專用電信使用當中。如要騰空相關的頻段，除行政機關之間的協調之外，頻率使用費亦為國際上可行之手段之一。以英國為例，其專用電信之頻率使用費，除本研究先前所介紹，利用不同的頻段，定義出高熱門頻段至冷門頻段，而給予不同階層之單位計價外，英國自 2004 年的 Indepen Report，推出行政誘因定價法（Administration Incentive Pricing, AIP）計算頻率使用費，所謂 AIP 就是考量此一頻段以最具經濟效益之電信服務，其可反應之經濟價值計算該頻段之機會成本，以訂定頻率使用費。該頻段之既有使用者如無法負擔，就會尋求移轉至其他頻段提供服務的機會，則該頻段即可騰空以供最具經濟效益之電信服務使

用。參考英國 OFCOM 公布 2015-16 年之頻率使用費表中，包含 Business Radio、公共安全、國防等使用頻段，其頻率使用費總額為 2.74 億英鎊，佔總頻率使用費之 96%（2.86 英鎊），其中國防部就支付 1.46 億英鎊的頻率使用費，且自 2011 年以來，大致均保持此一趨勢。

我國現行專用電信之頻率使用費計算標準，以單一基地臺最多僅計算 20MHz 頻寬，並以最高 100W 之功率輸出，其頻率使用費約為 5,120 萬元，但若為公用事業可打七折，非營利之政府機關為三折，警察、海巡、醫療、漁業之電臺則為一折。我國過往三年專用電信之頻率使用費總額亦僅 9,000 萬至 1 億元新臺幣之間，相較於已支付高額標金之行動通信業者，每年尚應繳納數十億元之頻率使用費相比，我國專用電信之頻率使用費顯有檢討之空間，蓋若專用電信無需思考使用頻譜之成本，當然亦不會在意其頻譜使用效率。

國際上近年來強調頻率使用效率，並希望盡量騰出頻譜以供未來 5G 等技術使用。本研究認為，我國當前應可先進行專用電信頻譜的清點，明確瞭解專用電信之需求，其次則為檢視未來 5G 頻譜之國際趨勢，如為國際上 5G 第一波發展的需求頻譜，當與專用電信發生重疊時，須盡快與既有使用者協調，在促進行動寬頻發展與專用電信之間保持最佳平衡點。

附錄

附件一：【專用電信管理架構與法規調適】專家座談會

時間：106 年 10 月 17 日（星期二）下午 3 時 30 分至 5 時 10 分

地點：金融研訓院 6F 菁英廳

主席：廖組長（資策會科法所價值拓展中心）

執行團隊：

廖組長（資策會科法所價值拓展中心）

鄭法律研究員（資策會科法所價值拓展中心）

吳法律研究員（資策會科法所價值拓展中心）

鄭組長（資策會產業情報研究所）

蔡資深產業分析師（資策會產業情報研究所）

廖產業分析師（資策會產業情報研究所）

出席者：

張主任級工程師（中華電信股份有限公司）

簡經理（台灣大哥大股份有限公司）

蕭協理（遠傳電信股份有限公司）

何經理（亞太電信股份有限公司）

柯特別助理（台灣之星電信股份有限公司）

吳技正（交通部郵電司）

蘇技術經理（經濟部 5G 辦公室）

王資深協理（台灣愛立信股份有限公司）

李協理（台灣愛立信股份有限公司）

曹組長（工研院資通所）

陳副研究員（電信技術中心）

列席者：

陳副處長（國家通訊傳播委員會）

梁簡任技正（國家通訊傳播委員會）

賴技正（國家通訊傳播委員會）

盧專員（國家通訊傳播委員會）

會議記錄

主席致詞：(略)

鄭組長：引言簡報（略）

廖組長：

謝謝鄭組長這邊引言精彩的簡報，首先在這邊我想先請教我們的委託單位這邊有沒有要說明的？

鄭組長：

資策會、各位先進大家好，謝謝資策會花很多時間整理很多很寶貴的資料，我不曉得除了這些議題以外能不能再拋出幾個議題，現場這麼多專家大家一起集思廣義，給我們寶貴的看法，就專用電信的管理來看，我們很關心的幾個議題，比如服務的態樣，有哪些服務應該納到專用電信來管？傳統上就是警消、緊急通聯、船舶、航空器或是政府機關的一些使用，我們會用專用電信的方式來管理，這個就是服務的態樣應該要有哪些，還是有些東西國外已經慢慢走向用商用網路就可以來提供，不用傳統電信這樣的思維來做管理，第二個是核照的準則，在什麼樣的條件下可以把專用電信的執照核給對方，還是只要來申請我們就應該給？頻率漸漸稀有的狀況下，我們是不是對於專用電信的核照應該訂一些準則，當然我們有一些準則，只是是不是要重新來思考，另外是同樣的這個議題延伸到頻率的指配，以及頻率的使用費是不是應該重新來思考，既然頻率資源這麼有限，我們是不是像傳統一樣有些頻率很容易且很便宜讓他取得，大家就覺得我就來申請專用電信就好，當然傳統的警消或是緊急通訊，可能有他的必要性，可是一樣在這樣新的技術可行的情況下，我們是不是要重新來思考，另外就是管制的範疇，到底專用電信我們應該管他的什麼？除了頻率的干擾以外，外界比較有聲音的是我們規

定他不可以以跟公眾電信網路做互聯，這一塊是不是適度放寬或是需要訂一些什麼其他條件，剛剛提到四個，一個是服務的態樣、核照的準則、頻率的指配跟頻率的使用費以及管制的範疇，讓大家有一些想法，希望大家能夠踴躍提供我們寶貴的意見，謝謝。

廖組長：

因為這次機會實在太難得，因為我們內部對專用電信也有蠻多討論，因為跟大家的生活中是蠻特別的，因為有時候大家對電信網路比較熟悉的還是商用這一段，專用電信比較是特殊的服務才會用到，也因為它的特殊性，所以它在頻段的指配或是管制上的需求態樣又跟現在的商用網路又不太一樣，因為技術的演進或是經濟效率的考量，其實大家有看以像 PPDR 為例，它其實是一個具有社會性也具有公益性，但其實它在網路的部份剛剛鄭組長也有說明在英國跟美國其實一開始有混用的狀況，商用網路也可以來做，只有像韓國因為有 330 個機關來用，所以在頻率的使用上會比較有效率，在經濟規模上他其實比較可以來支撐，所以看起來如果以 PPDR 這樣的應用趨勢來看的話，其實國際在做這件事不但只是考慮到服務被納入專用電信的與否不再單純是公益性，PPDR 絕對有公益性、有社會性，也值得被好好的專一對待，但是一開始在技術還有經濟的考量之下在英國跟美國有不同的做法，大家看到 5G 跟其他技術的演進也開始會有新的用途，比如將來在 AI 的技術之下想像遠端遙控的機器人部隊，變成是不是有其他比如剛剛講社會性或是網路安全或其他考量上真的需要專用，因為怕被干擾，今天的議題我們是 AMI 跟 PPDR，因為這是目前在國際上被討論，AMI 其實我們臺灣也在發展數位電錶，我相信業界的先進已經跟現行的產業有在做一些合作，提供他們一些 SOLUTION，在電錶的部份有做一些測試，PPDR 是臺灣這幾年還有我們過往在一些議題上面有一些電信業的先進開始倡議臺灣在一些政策上要開始考量，像日本為例，他們在頻譜策略上會開始考量防救災這件事情，所以我們在選題上也把 PPDR 這個應用的頻率還有管制的狀況拿出來做說明，希望以這兩個應用服務來做影子，希望可以就教於各位，誠如委託單位所言，其實更想知道的是哪些服務態樣應該納入專用電信管理範

圍，在執照核發的條件上是不是有其他特殊的考量，頻率指配跟使用費以及管制的範圍或是跟公眾網路的互聯等等，所以在這個部份是我們更關心的，這兩個應用是一個影子出來，所以等一下各位先進可以就剛才所提的給我們意見，同時如果對 AMI 或是 PPDR，因為我相信業界已經跟電信業合作有一些 SOLUTION，如果在這個部份有遇到一些問題可以在這邊提出來跟我們一起分享，我們剛上半場是從左邊開始，下半場就由右邊開始，我們先請教長官先開始。

吳技正：

副處長、簡任技正、各位主席、先進，交通部就 PPDR 來講的話，其實我補充一下，他很重要的兩個應該是應用情境，一個是不管重大是在地震或是火災，比如火災怎麼樣在第一時間消防隊衝進去的時候，他如何能夠在現場能夠把火場的一些資訊，比如可能火源這些可以即時傳到外面，讓指揮官能夠來判斷，像 911 的時候也是有探討這個系統蠻重要，就是今天消防隊如果從樓下到樓上怎麼把影像傳回 1 樓？當這樓要垮的時候他們是不是能即時撤離，這是他的第一個情境，第二個很重要的是群呼的功能，當一個指揮官訊息丟上去的時候，會涉及到包括交通、醫療或是警政跟消防，丟上去的時候會根據各個比如醫療的人會收到醫療的，警政的會收到警政，他其實在這個區域裡面業務相關會收到自己的東西，很重要的一點是在跨縣市救災的時候，也許臨近的縣市都來支援會比同一縣市來得好，所以這是他另外一個，其實這個東西的議題以政策來說設計蠻大的，因為他包括了一些中央部會跟地方政府，可能需要行政院高度看整個政策，頻譜的部份因為我們有把他保留下來，我們目前有規劃做政府專用的頻譜，也包括 AMI 跟 PPDR，我們之前有在看是不是要規劃專用的 IoT，大概先做這樣的補充。

廖組長：

謝謝交通部的分享跟補充，我想兆倫組長這邊先做一部份補充嗎？

鄭組長：

誠如剛剛吳技正所談的，就是 PPDR 服務的部份，他跟傳統的服務比較不一樣的地方就是我們剛可以看到 PPDR 的後面 Disaster Relief 的這個部份其實對電信的調整比較大，他發生的狀況第一個在天災的時候基

本上基地臺有可能會斷訊，所以他是不是有 D2D 的服務？這是基本條件，第二個剛剛講的群呼，第三這個簡報裡面沒有拿出來特別談，他為什麼需要大頻寬？除了影像本身之外，就是他的位置追蹤的功能，我們在談 WRC 的報告特別有談，就是針對在大數據區分析的需求上，舉例來講火災，每次消防人員進出的動線，怎麼從外面從哪一條路進到火場、巷道，然後在建築物裡面的行動，這些相關定位的技術，我們現在都沒有相關的資料，因為這個在救災的時候基本上一團亂，沒有這個經驗，在歐盟特別談到 PPDR 所取得的資料，除了現場馬上做人力資源的調配之外，最重要我們怎麼從很多次不斷從救災經驗裡面去取得，每一次怎麼精進救災的結構，這邊是有特別談到，另外我們有談到在 PPDR 裡面還有另一個比較麻煩的事情是很難定 QoS 的原因是因為在 Disaster 的時候，他會有一個 PICK 的值，所以剛剛為什麼談國外給 10，但是其實現在目前我們看到的狀況，因為 PPDR 的網路還沒有完全建置完成，所以沒有人知道，比如我們來一個海嘯的時候 10 到底夠不夠用？同一個地震 10 分鐘，可能有 2 千萬支手機從同一個地方要發訊息給所有的人，10 不夠用的話，我們剛剛談到混用的狀況，也有一個 QOS 的合約部份，如果真的不夠用的時候，承接這件事情的 OPERATOR 怎麼辦？他要移到自己的頻率出來嗎？還是我買了就不做了，這是一個非常大的考量點，當然也是希望在使用上面改進的部份，電信業者是不是有怎樣的想法可以在這個地方有一些建議？謝謝。

廖組長：

謝謝鄭組長補充得非常的詳實，包括一些使用情境以及 PPDR 需要大頻寬跟後續救災的分析跟後部資源的連結，及後續救災的經驗數據分析深化，我想我們時間有點緊，我想先請 5G 辦公室的蘇經理給我們一些建議。

蘇技術經理：

長官、各位先進，我覺得就之前的輔導經驗做一些分享，第一個 AMI 的部份，其實在實務運用上面不會分這個距離，我簡單來講以臺灣的案例來看，很多電錶在地下室的，不管無線的通訊多遠，他永遠打不到，所以業界跟產業在做的時候其實是混搭的，是用智慧電錶包含了 PLC，

他是混搭 PLC 的電錶回傳到有空氣的地方再傳回來，所以他的距離上面是一個參考，但實際運用的時候是混搭 PLC，或是其他的無線技術，關於 PPDR 的部份，我想討論了 1、2 年，我想這也是各界都慢慢提供意見，因為考慮到功能面的運用，或是建設費用的部份，因為剛剛有看到簡報上美國的建設是 25 億，但韓國沒看到，不管一個政府單位或統籌各種應用面應該沒人負擔得起，至於電信業者願不願意去負擔又是另一個問題，我想大家可以再多方面討論，把一些需求從各界大膽分享比較會有未來的方向，謝謝。

廖組長：

謝謝 5G 辦公室的分享，關於 AMI 有提到實務的運作是透過一些技術的回答包括電力線的部份這樣的傳輸，另外一個有關 PPDR 這邊也提到確實在目前有諸多的討論，也謝謝他提醒有關於建設費用的部份，如果將來不是有政府的資源投入的話，電信事業是不是有意願或是有能量能夠來負擔，因為美國大概有 60 幾億以上的投入，接下來是不是方便請臺灣愛立信股份有限公司的李協理來做一個意見的分享？

李協理：

主席、各位先進大家好，我可能比較偏向於看不同的 application 會有不同的覆蓋上的需求，可以說我對 PPDR 可能就是一些救災相關的區域，比較平面的覆蓋為主，但電錶跟水錶的話可能就覆蓋到地庫或是天臺的情況，從覆蓋的要求上是完全不一樣的，如果我們把這些都塞到同一家網裡面的話，你的叫價相對會提升很多，是不是可以把這個部份跟商用網結合效果會更好？根據我們看到以前 TETRA 的一個經驗，一個國家雖然 TETRA 是一個專用網，但是警政人員還是可能會用到一般營運商的 GSM-R WCDMA 的手機搭配來使用，有件事因為政府機關所提的付錢來建網的站數，因為容量的需求要低，所以相對來講站的數量會比較小，所以他的覆蓋面因為站數小的話，他對室內的覆蓋的穿透會比較低，所以很多的其他國家都會以一個專用網再搭配一個商業網來使用，這樣的話就可以來提高他們的覆蓋面，只是我覺得 PPDR 也是可以從這個思維來出，比較符合經濟效益。

王資深協理：

我稍微補充一下，不管是美國或英國的例子，其實在全世界都是蠻早期的規劃，如果說現在可以包山包海到什麼程度，可以怎麼做，我想目前沒有人可以提供一個精準的預測，從美國的例子就知道預測值跟實際值差別可以多大，所以現在要強求一個標準答案我想是困難的，就是彈性很重要，如果今天所有東西都是專用可能有困難度，所以我們才建議要從彈性的規劃角度要怎麼做，這裡其實有一個比較吊詭的地方，從剛剛第一個題目到第二個題目來看，OPERATOR 其實有一個非常大的 COST 是他解決不掉的，就是頻譜的整個 access 非常的貴，可是今天的確有很多其他的 USER 當他開始想提供網路或做這個服務的時候，他就覺得如果我可以不要有這個頻譜 COST 的時候，我可以很便宜，包括政府單位自己成為 USER 的時候就覺得我是政府，我不用頻譜的 COST，可是這個錢不是不見了，只是在不同的單位大家去分了，怎樣的分法是合理的分法才是一個最困難現實的問題，聽起來到底是由誰來去讓成本可以合理的分攤。

廖組長：

謝謝愛力立這邊兩位代表李協理跟王協理這邊的分享，這邊有提到我們在思考是不是服務態樣要納入專用電信這件事，應該要從比較廣域的角度來看，包括覆蓋率的需求，以及有提到 TETRA 的這個部份、在警消的部份，政府資源的投入、建臺是否順利，搭用商用網路，所以同時王協理也提到因為以 PPDR 或一些服務規劃的時候可能很早期，需求或是不是那麼完全可以精確，所以保持彈性，讓頻率的使用或是執照的發放上能夠維持一個彈性，所以是不是要再去 care 它是一個專用電信網路或是要做商用的結合或許可以將來在設計上可以考量的，同時也提到一點，剛剛很關心的頻率指配跟使用費的問題，其實剛剛大家也舉一個例子，這樣的成本可能在將來是要有所謂電信事業或政府來負擔，似乎可能是將來在機制上要進一步做討論的，這邊方便請工研院的曹組長給我們一些分享嗎？

曹組長：

主席、各位同業先進大家好，有關討論題綱，我想針對 AMI 這個電力事業，我舉個例子，現在是 839 到 851 給臺電來用，也講到三錶共用，

講到韓國的模式 300 多個單位都要用同樣的頻譜要怎麼建置，其實在 839 到 851 也開過協調會，所以三家公司都搞不定，電力公司、水公司跟瓦斯公司都搞不定一定要做這個事情，所以更何況 300 多個單位要來談共用，因為這邊有很多服務，基本的特質不太一樣，讀錶是一個，講到電力調配等等，很多應用本質是不太一樣，硬把這些公司抓在一起 SHARE 同一個網路，是同一個頻段的話，其實是有他的難度，不過講回來 AMI 這件事情其實放遠全世界去看有很多不同的 foundation，臺灣其實 PLC 不太 WORK，因為臺灣的一個 transformer 大概只有管 10 到 20 個 HOUSE WORK，所以用 PLC 去管其實成本太高，可是從地下室把這個底下錶的功能送到 1 樓上來，其實這個用 PLC 可以做到，可是除了大樓之外要去 infer PLC，比如說公寓，一個變壓器可以管幾家等等，這個他的效率很低，所以不同的場域成本結構不太一樣，就像 5G 辦公室代表講的，其實就是一個 combination，他是混搭網路，不會有一種技術符合所有的場域，所以有用 BLE 的，有用 Half mesh 的，有用 WIFI 的，有用 PLC 的，有用 NB-IoT 的，GLOBAL 去看其實通通都有，他有不同的頻段從 400 到 700 到 900 都有，所以我覺得這個就是看實際場域，會用混合的解決方案去解決這些問題，在 PPDR 這邊，我是覺得剛剛大家看的其實不管美國或韓國的例子，其實都是在看 TCO，就是成本，政府不想負擔的時候就看可不可以推給 OPERATOR，OPERATOR 不想負擔是不是就退回給政府自己 HANDLE，其實我是覺得技術怎麼樣，其實我在 NGMN 跟 3GPP 開會的時候，我記得 ETSI 跟歐盟的串通管 Public Safety OFFICE 的 CHAIRMAN 有去報告，他們對 5G 的要求，我現在記憶所及，他們的 PTT 是需要 500ms 以內要能夠強化的，他要有 red Mode，你網路不在的時候，LOCAL 這邊的手機要能夠對通，他們叫直通 MODE，要能夠定位 positioning，要能夠廣播，不管是簡訊的廣播還是語音的廣播，或是影像的廣播，再來就是現場影像回收，就是到他的 instruction，還有他再來講的是跟商用網，對商用網有一個很大的期待，就是大家都知道商用網過一段時間換設備，設備要更新，軟體要更新，這時候就必須停掉某一些設備跟涵蓋面，比如網上午夜你要做一個大 5 升版，那個區基本上就沒

有服務了，可是這個對 PUBLIC SAFETY 來講他沒辦法接受，商用網在 SLA 部份跟 PPDR 的要求，其實是完全不同的性質，所以他的切入面也不一樣，所以這個混搭也許是一個好的 SOLUTION，PPDR 去建一個跟 PUBLIC SAFETY 就是公共安全緊急救難的網路，以涵蓋面為主，當某一些地點特別有什麼需求的時候，需要商網能夠 SUPPORT 的時候，這方面就由商網來 SUPPORT，以這樣的傳輸他是不是必要？也許是非必要，可是語音跟 PTT 功能是一定要，而且是非常要求，標準是非常高的，所以這個加起來及頻譜加設備，其實我覺得這是一個 TCO 的問題，TCO 要怎麼去解決？其實我倒是建議與其定一個辦法，還不如找一個區域去試，你就真正找一個區域去試，用商網來 COVER 這個緊急救難，或是把兩個系統都建置，在那邊做一個混搭，或是你去建一個 PPDR 的專網，從網路的品質角度來看，從任務需求來看，從成本來看，到底哪一個是最可行的？不然其實都是在討論，討論其實內政部也沒來，其實真正的 USER 的 REQUIREMENT 比較重要，要了解他們的需求，公共安全這件事可大可小，其實英國講就是用商用網，我跟 Telstra 談過，就是澳洲電信談過，他們一直不敢做，為什麼？當公共安全產生人身安全的時候，這個 liability 到底誰付？這是一個 Legal issue，也是一個法規的範疇，這個到底誰要負責？是網路要負責還是我用戶要負責，這個其實這裡面有很大討論的空間，尤其是跟公共安全跟緊急救難有關，這跟人體生命安全都有關，還有財產，所以我覺得與其討論出一個很好的辦法，還不如真正就去試 RUN，也許找一個縣市做做看，比如找 OPERATOR 進來一起合作，PPDR 的系統也建立起來在那邊試 RUN 一下，到底是哪一個最好？我覺得這也許是一個比較好的方法，謝謝。

廖組長：

謝謝工研院曹組長的分享，這邊有 AMI 實際的使用狀況，這邊有提到其實 AMI 還是要按實際場域的情況做技術或是廣泛的混用，企業的部份就 PPDR 的部份其實有提到就是從涵蓋面來講也許用專用電信跟商用網路來做會是一個好的想法，同時也提到其實 PPDR 的建置成本考量是很重要的，也建議或許在政策上可以考量先有一個局部的區域訊息所謂

的 PILOT PROJECT 來看專用電信網路或商用電信網路或是混搭的狀況之下，他的服務品質是怎麼樣的，再來決定後續政策上面的下一步全臺要如何來佈署 PPDR，同時在 PILOT 試行的階段當中也要考量萬一在過程中引發的一些因為傳輸問題或是通訊有 LAG 之類導致安全事件沒辦法即時被解決引發責任的歸屬問題，這是將來在做 PILOT PROJECT 的時候我們要做比較深度的觀察跟將來要做一個機制的設計，避免對參與的業者或是政府部門機關造成一些負擔，接下來想請電信技術中心的陳副研究員分享一下他的看法。

陳副研究員：

謝謝主席，首先我們討論到專用電信服務態樣的問題，其實就我們從技術的標準來看，其實這個問題相對比較單純，因為頻率的使用不單純是我們國內的問題而已，他其實跟國際協調有非常直接的關係，所以相關的這些到底哪些無線電頻譜的使用在哪些業務上面？除了公眾通訊，所謂的行動通訊之外，其實 ITU 本身在頻率的規劃跟頻率的指配上面，其實已經非常的詳盡，比如用在航海航空其實 ITU 都已經協調過，所以我以臺灣我們的標準來說這些準則或這些技術支配其實大致上都是依據 ITU，如果 ITU 沒有的其實也不會有什麼，因為設備你買不到，這個還蠻單純的問題，所以我想服務態樣就是看國際標準組織大概是怎樣的發展，然後要去更新我們自己的規範，在 PPDR 這個公眾安全的專用電信問題上面，因為現在這些消防服務或是交通服務或是警察服務也好，其實他們都已經有既有的設備跟既有的 SOP 在運作，當然我們建新的 PPDR 系統上去的時候，當然我們以先滿足他們既有的使用模式為主，然後才會思考比如消防來說會有剛剛交通部長官所提到的要傳送火場的影像，在現場能夠立刻給其他隊員看到這些東西，所以從邏輯來說就是層次上面的問題，主要是釐清這個到底是不是一個重要 PPDR 的運用？比如剛剛有提到海嘯或是地震的傳播，我們現在 NCC 已經建置了 PWS 系統，我想前陣子大家都收到了簡訊，就是提醒大家有這個發生，可是這個從電信業者的網路直接對著使用者的手機發送簡訊出去，這個不會用到專用，因為 PPDR 專用電信網路必須讓使用者公部門專門負責這些使用者，

而不是我們周邊一般的民眾，所以如果有災害發生的時候，其實一般民眾的通訊可能會暫時的被關掉，因為我們現場必須要指揮官或消防隊或跟警察維持秩序的必須要能夠即時的溝通，所以這個問題我覺得要去思考演練當時真的發生之後這些業者是不是能夠配合在某些區塊立刻隔離出來，因為其實我們國家的災防還沒有這麼高位階協調的功能，所以這稍微有點扯遠了，因為有這些協調功能再來協調電信業者，萬一 PPDR 頻譜不夠的時候，或是傳輸能量不夠的時候才能請業者多提供，這個其實需要更高位階的協調機制，假設 PPDR 真的不夠，滿足了既有的使用模式之後，我們才能夠詢問內政部消防局、警察單位警政署說，你們針對寬頻功能給你們之後有哪些是用得到的，最後如我們工研院的先進所說的，就開始去做，讓他們去熟悉，因為業者今天終端設備製造商有這個東西，頻譜也有了，電信業者也都配合，要求網路一關就傳送你們的訊號，大家都配合，但是他們不熟悉也沒有用，所以我們還是又回歸到第一個主題，實驗其實還蠻重要的，所以在這個使用上面因為這邊有幾個題目應用需求，我們也很難講，在比較層次的思考上面，就會呼應工研院先進說的要採取哪一種網路，其實基本上應該會是混搭的，因為你如果在都會區人口密集區，其實業者都建好密集的網路，沒什麼理由自己再弄一個塔在那邊，被民眾看到也搞不清楚是哪個塔，像之前的新聞在高抗爭基地臺抗議是什麼意思？高抗爭基地臺在偏遠地區應該是一個專網的性質，可是卻被民眾抗議，所以如果說你在人口比較多的地方就跟業者合作，你在人口比較不充裕的地方就考慮政府投入資源在刀口上面，讓這個偏遠地區的涵蓋面積提升起來，我想採取混搭的方式應該是最經濟，但是還是要呼應一下工研院先進提的，我們要趕快找個縣市大家來測一下才是真的，以上，謝謝。

廖組長：

謝謝陳副研究員的分享，包括他提示到哪些服務態樣要拉到專用電信網路，也許我們可以看國際趨勢，因為我們頻率的使用要跟國際做接軌的，另一個是有關 PPDR 的部份，其實陳副研究員提示到我們應該考慮到現有的警消體系或救災體系所用的設備跟 SOP 跟傳輸模式等等，再

來做進一步相關的佈署，同時也提到我們應該詳細檢視 PPDR 哪些服務是我們需要的，比如海嘯問題在臺灣比較少見，地震比較頻繁，現在已經有 PWS 系統在發，所以將來 PPDR 開展的部份要做這樣的檢視，同時陳副研究員有呼應到剛剛工研院的曹組長提到我們應該有一個 PILOT PROJECT 來做這樣子的場域像一個縣市的試驗，來看看是混搭或專用電信或是商用的網路來使用，這個 PILOT PROJECT 剛好可以回應到第一個議題，將來可以一併思考，我想這邊回過頭來容我請電信業的先進們，因為這個議題跟各位非常息息相關，剛剛有提到頻譜成本是不可免的，我想請中華電信的先進先給我們一些意見分享。

張主任級工程師：

謝謝主席，我們針對下午第二場的議題，中華電信這邊就聚焦在 PPDR 這個議題做一些說明，從 1、2 年前我們開始討論這個議題的時候，我們那時候比較明確的建議以商用網路為主做這樣服務的提供，這也可以從幾個面向來看，像國際上面主辦單位這邊舉了三個例子，我們可以看到不管他提供什麼功能，基本上他的網路的建置也都是以 LTE 網路為主，這是唯一的 SOLUTION，沒有其他可以滿足 PPDR 這樣的需求，即使現在再 RELEASE13、14 也許設備上的功能還沒辦法支持，但是它總是會實現，國際上這幾年就是這樣的狀況，所以我們回頭過來看，如果是臺灣已經有 5 家業者建置了 LTE 網路存在的現況，從時效上來看採用現成網路來提供 PPDR 絕對是一個最快的 SOLUTION，等專網建置是好幾年後的事情，這是時效上的面向，第二個從經濟效益來看的話，頻譜拿出來拍賣，政府是可以有收入的，你只要把這些錢拿去跟業者租用這樣的服務，基本上是不用再花成本去做網路的建置跟後續網路維護的成本，建置也許是一筆費用，但後續的維運的成本會是更大的一筆費用，所以從第一個面向來看，經濟效益我們也是覺得商用網路是比較好的，從第三個是頻譜使用效率，PPDR 當然頻譜的使用特性比較特殊，平常沒有用的時候是需求頻寬非常小，但是真正遇到事情的時候他需要的頻寬可能不是你所謂 allocate 專用頻譜 10MB 或 15MB 可以去滿足他的需求，所以如果在商用網路既有這麼多頻率底下，你用一個所謂優先權的概念

讓 PPDR 可以在他需要用的時候，保證他有最優先的使用權，這樣子對於 PPDR 的服務的 QoS 是會有保障的，以上我們簡單從三個面向來陳述使用商用網路的效益。

廖組長：

中華電信有關於 PPDR 網路的部份，這邊從國際使用的趨勢是以 LTE 為主，包括時效上的考量，包括要建置網路可能比較多時間，再來是經濟效益的考量，如果政府再投入資源去建造基地臺，其實剛剛陳副研究員也提到相同的問題，除了成本有一些社會上的考量，從頻譜使用效率這幾個面向來看的話，建議以商用網路為主，同時在 QOS 的考量，如果使用商用網路的話，服務時間會不會太擠而影響救災防護等等，法規上是可以透過優先權這樣的機制來確保所謂 QOS 的部份，不曉得中華電信邱先生有沒有需要補充？我想請臺灣大的簡經理給我們一個分享。

簡經理：

主席、各位長官、各位先進大家好，針對這次的議題，我們針對 PPDR 的部份，說實在我們公司並沒有這樣的規劃，所以對於裡面使用的頻率或是裡面服務的內容，其實我們不會有很多的意見，但是使用單位到底有哪些頻段，其實交通部的頻率供應計畫計劃有講說有 800 個點，但是 800 個哪一個區塊這個部份能夠明確一點，了解一下未來規劃方向，這部份是我們公司比較在意的，另外針對未來的建置模式，實際上我們從國外的實施案例來看的話，其實他花費成本非常的高，以政府的財政狀況來看的話，應該不太可能會花費這麼多的財力去支援這樣的建置，應該是會委託業者做建置，建置的方向應該也是混用的方式，該業者能夠提供這樣的服務之外再用商業模式來 COVER 他的成本，這裡面牽扯到很多的問題，比如整個遊戲規則跟未來招標要怎麼去擬定，因為這裡面牽涉到很多成本，還有業者的獲利或業者未來能夠永續經營下去的誘因都必須要考量，我們看這裡面會牽扯到很多的部門，目前看到屬於內政部，可是未來可能有很多其他部門也會加進去，未來的部門加進去又會額外增加一些成本，這個額外成本可能在當初招標或對外委託的時候可能沒辦法考慮進去，未來如果有新進的服務加進來的話，這個成本又非常高，所以未來如果是混用的方式，這個遊戲規則跟招標的條件可能必須要審

慎的考慮才有辦法維持這樣的服務，這是我們公司的看法，謝謝。

廖組長：

謝謝臺灣大簡經理這邊的分享，包括在規劃上面會期待將來比較清楚，但有提到使用頻段的明確性，雖然現在是 800，但希望能更明確，如果將來政府在經費的考量之下以委託的方式透過混搭的機制來提供 PPDR 服務，也許在頻段的使用跟相關的委託規則跟服務招標的相關文件如果有比較清楚的規則，將來在 PPDR 的推動上面政府跟電信事業的關係建立會比較容易，而且糾紛會比較少一點，我想請遠傳電信的蕭協理來跟我們分享一下，謝謝。

蕭協理：

謝謝主席，主席、長官、各位先進大家好，第一個我們覺得這是個國安層級的議題，原因是剛才先進提到會攸關到全國人民的生命財產，當然出發點在資源的有效利用跟分配，今天交通部在頻率供應計劃裡面昨天已經大概規劃出來 800MHz 是 FOR PPDR，後面又寫是 FOR 專用電信使用，專用電信從現在的電信法也好，或是未來的電信管理法第四章部份有提到專用電信有專用的用途，其實是被限制住的，所以如果今天定位在專用電信，這只有一種情況會出現，叫做待件待留，因為你的網路基本上是一個國家層級所需要的，不管需求單位是臺電、內政部、警政署或消防署這些，他們所需要的網路其實這個是第一個要政府機關出資去建一套網路，第二種情況是跟業者合作請業者把網路部份拉出來更高層級，就是幫忙他把這個網路建置，所以有點像是租用他人網路構建成一套 PPDR 網路的概念，當然那個網路叫專用電信，這裡面又牽涉到很多概念的問題，其實他是專用電信或非專用電信必須要先有這種概念，其實我覺得這裡面牽涉到一個議題，因為你為了要讓頻譜使用具有效率，又必須要有一個很縝密的網路可以跨縣市、偏遠地區，因為可能救災需求，要知道消防員怎麼進到路線，可能需要圖資這些資訊，這是一個很縝密的東西，這一套系統其實先訪問他的資料、機房的建構，至少在網路建置上面，我覺得說不定還可以用這個論點去突破一個議題，因為我們電信業者在建一個機臺的時候，剛剛講的高抗災都被抗掉，高抗災並不是高被抗爭的災害，高抗災的目的是為了要救災用，但實際上他可能

會被抗災掉，我們大家業者在建網路的時候往往會跟幾個機關，一個叫警察局，還有跟消防局跟臺電這些公共事業跟他說你可不可以借我們站點去建？他們大部份都不太願意，現在反方向回來他們需要，他們可能要建或跟我們合作，可能是公私協力把這個網路建起來，我覺得說不定是一個正面的效益，我覺得網路在這個部份如果不是專用電信的話，可能在頻寬計劃也好，或是在電信法層次都排開掉，他可能會變成是一個商用網路，這後面討論才有意義，原因是因為這時候可能用商用的網路，但實際上跟主管機關或需求單位去簽一個契約，就是 QOS 的部份，我 SLA 的部份要用什麼方式、在什麼情況之下提供多少服務，萬一沒辦法提供的話，要用什麼方式達到？在這種情形之下才有機會去成就這個概念，我覺得在這個部份以目前來看可能還有一些概念要走，所以嚴格上來說我覺得目前來談 PPDR 的部份，因為之前資策會也找大家開過好多次會議，我們從需求機關的部份也很明確知道他們的需求是什麼，我記得警政署還有消防隊那邊好像也沒有很明確的提出他們的需求，他們都是說規劃中，只是先把地框出來，用什麼樣的網路跟什麼樣的資源去提供，這些都還沒有清楚的情況之下，要去跨那個其實有點困難，我們只是覺得如果真的要可行的話，第一個當然是用商業的網路去做這個部份的服務，但實際上有一個簡單的問題，你今天如果在這一個頻譜不是專用電信，有點像是負擔一些特殊義務的商用網路的話，他在互連的部份可以解決一些商用的，他就有互連的義務或是強制的一些附帶要求，第二部份就是在頻率使用費的部份，其實因此他就可能有一些混搭的可能性，原因是因為他不是 100%用在商用網路上面，可能有部份需要借 1、2 個而已，所以他計算的參數可能調整，但是這種情況之下有關於核配的方式是用競標或是用審議，都是可以考慮的，因為可能他都有資格標，但其實比較可能的機制還是在商用網路上去運作，不然變得是政府機關要去跟業者一一談網路的合併或整併，整併成一個內政部或是臺電所自己需要的網路，我覺得那其實有點困難，我才會說一開始開宗明義講這可能是國安層級的問題，因為他其實層次很高，不是一般那麼單純的問題，所以也把這部份跟大家做分享，謝謝。

廖組長：

謝謝遠傳蕭協理的分享，在這部份他其實有建議如果從一個網路建置的效益來講，從商用電信網路可能是比較好的方式，同時也可以避免政府再去整合或做混搭，自己要有整合的能力，蕭協理有提示到現行的交通部所謂的頻譜供應計劃裡面，其實把 800 劃為給 PPDR 做，把他限定在專用電信這樣的用途，所以剛剛談到是不是使用商用網路或做混搭等等，也許在這樣的限定之下可能會要去考量因為他的可行性是不是因為這樣供應計劃的安排已經有受到限制，同時也提到如果把 PPDR 用商用網路來做的話，因為涉及到國家防救災跟民眾公共利益的部份來講，在基地臺的建置上可能將來有一些佈建的機關上，可能配合度會比較高，可能反向過來，將來臺灣網路的佈建可能會比較容易，如果將來希望以公司協力的方式提供 PPDR，像美國或英國的話，也許這樣的機制設計可能會給業者提供誘因，他們比較會有意願來協助政府做到這樣 PPDR 網路的佈建，我想接下來請亞太電信何經理或李副理來跟我們做一個分享。

何經理：

亞太電信第二次發言，針對這個部份，因為第一點提到警政消防的需求，坦白講我們開了幾次會還是不是很清楚這些單位的需求到底在哪裡，所以就沒有什麼特別意見，另外在 PPDR 的部份，因為現在在交通部的無線頻寬計劃裡面是比較保留公使用，所以這個部份亞太目前沒有特別的想法，這是一個警消特別使用，目前沒有特別想法，不過在網路建置上到底是專網還是混用，各位同業先進跟資策會有很多想法，我們都尊重，我只是舉個例子來講，921 當初發生的時候其實他癱瘓的不是一家業者的網路，是所有業者的網路都癱瘓掉，所以他將來混搭的時候絕對不是一家單一業者代建代維做的事情，因為整個臺灣的通訊網路可能在瞬間被癱瘓掉，因為在需求不明確，後面是專用跟混搭我覺得是一個很大的議題，可能不是單一業者可以完全解決的問題，我想那些警消人員在專用電信之外他也有手機，他要通訊的時候也是會癱瘓到其他業者，所以對這四個案子到底是專用或混搭我們是比較審慎來看，因為我覺得需求源頭要很清楚明確，這時候我們講專用混搭會比較保留，謝謝。

廖組長：

謝謝亞太電信的何經理這邊的分享，他有提示到以 921 為例因為地震導致基礎設施的崩壞，所以網路在通訊上是有問題，就這樣的案例來說明將來萬一在佈建 PPDR 的時候，有所謂備援網路的機制其實是需要被考量的，接下來請台灣之星的王處長或柯特助幫我們做壓軸的分享。

柯特別助理：

謝謝主席，我想台灣之星這邊目前來講，我們公司是非常贊同交通部目前的頻率供應計劃草案裡面把 806 到 824、851 到 869 定義為 PPDR 的專用電信，我記得上次也是在貴局辦的 seminar 裡面，警政署的長官有提到專用網路建置的規格跟 PPDR 的需求是有一個很大的落差的，不管是網路的佈建的範圍、區域跟能夠提供的服務都是很大落差的，這是一點，第二點關於專用電信要不要收取頻率使用費跟他的管制範圍，我們認為專用電信業應該要酌收頻率使用費，原因是因為我們以我們民營企業為例，每家公司都面臨到一個問題，會議室永遠不夠用，有些部門一 BOOK 會議室就 BOOK 半年、一年，就說要做專案，其他人永遠訂不到會議室，我之前服務的公司，有一家公司有很好的做法，就是會議室每小時訂多少錢，你只要一訂價格，所有的會議室突然之間就全部夠用了，不是你一個國家的專用電信都要對國防部收取跟我們民營業者一樣那麼高的頻率使用費，但是你只要酌收政府內部部門有一種酌收費用的方式的話，我相信我們國內有非常多的頻率是可以被騰出來的，包含我們可能也不需要討論什麼頻率要不要共享的議題，另外一點因為大家剛才一直提到混搭，我是不太明瞭在技術上混搭的意涵是什麼？是漫遊嗎？還是頻率共享？這個混搭我們講說是不是先定義一下什麼叫做混搭？在這之前我倒可以提供一些看法，對於各國的頻率為什麼訂定的範圍不一樣，在這邊做一下分享，我想 ITU 跟 FCC 的研究非常的明確，就是緊急救難可以分為三個等級，如果頻率只有 10 乘 2 的頻寬的話，他是沒有辦法應付第三等級的災難，為什麼很多國家的政府還是訂一個 10MB？明明知道 10MB 是不夠的，因為他們頻率使用效益是不一樣的，如果用 2 乘 2 MIMO 的話是要 15 乘以 2，如果用 4 乘 4 MIMO 終端的話，只需要 10 乘以 2，但是這一點在各國政府的研究報告裡面有另外一點沒有寫

清楚的是，在於 PPDR 需求的時候他上傳的頻寬需求大於下載，就是你災防的現場到底發生什麼樣的狀況，他要上傳影片，上傳頻寬大於下載，如果講到上傳頻寬的需求大於下載的時候，目前所有的終端晶片跟終端手機是只有一根天線的，連兩根天線的都沒有，更不要講四根天線，這一段的技術需求，我沒有看過任何一個國家的政府報告裡面有把這點的需求講得很清楚，你的頻率使用效益在計算頻寬需求的時候，是用 2 乘 2 還是 4 乘 4，你要講清楚你的 net 是在下載還是在上傳，如果你在上傳的時候你有沒有考慮到你的終端天線為一根還是兩根，因為目前的手機跟終端通常就算是講 4 乘 4 MIMO 的手機，是四根接收，一根發射，因為要省電，手機上傳是很耗電的，所以是一根天線，所以為什麼現在 5G 要討論是不是要用兩根天線來發射，這是第一個，第二個 PPDR 另外一個比較重要的議題是終端的發射功率要是多少，因為這會牽扯到你的網路要怎麼蓋，美國 FCC 的 PPDR 終端發射功率是 31dbm 遠比各國政府目前的 25dbm 要多 6 個 dbm，意思是他的涵蓋範圍會多 1.2 乘以 1.2，1.44 倍，所以他基地臺可以少蓋 1.44 倍以上，這一點也是說我們在討論需求的時候，這些技術的細節是要被澄清的，因為牽扯到你的頻寬有多少，不只是你傳遞的內容是什麼，而是你需要多少頻寬，需要什麼樣的終端，終端到底要怎麼配合？然後之後我們才能討論你是不是需要混搭？在技術細節沒有被澄清以前就討論到要不要混搭，我覺得是 GO TOO FAR，真的跳太遠了，以上從技術觀點來講這些東西，事實上在各國或各研究單位的報告裡面，始終沒有真實的呈現，沒有把這一段講清楚，上傳還是下載，你的終端是一根天線送還是兩根天線送，還是四根天線送？這些東西都沒有被講清楚，才會導致後面這個案子到底需要多少錢來建置這個網路，就會出現很大的 RANGE，這些是不是我們需要先澄清以後，我們再來討論你是不是需要混搭，混搭是用怎樣的混搭？是單獨頻譜的徵用還是網路共用？還是漫遊？另外關於漫遊，在歐洲部份國家有一個很特殊的法規規定，他們在冷戰時期因應大規模戰爭爆發的時候，通訊網路可能會中斷，不管是軍用或民用，所以他們所有業者之間在 1 年中需要做一個演練，那個時間可能只有半小時或 1 小時，是所有的軍民網路

要測試是不是可以漫遊，因為在戰爭爆發的時候是所有網路一起被國家徵用，他們之間必須要能夠漫遊來保證這個國家至少有一個網路是可以通的，這點是在亞洲國家裡面從來沒有一個國家政府討論過，但這個議題是真正牽扯到國家安全的議題，我非常贊同遠傳先進的意見，目前為止我們是建議政府的確要考慮到一代一代萬一有必要的時候，我們怎麼樣維持一套網路，這些議題都必須要能夠獲得適當的釐清，因為牽扯到整個國家安全，以上說明，謝謝。

廖組長：

謝謝台灣之星柯特別助理跟我們做一個分享，他提到從使用者的需求來看，似乎現在對 PPDR 是以專用電信這樣來規劃，他的服務跟內容是有些落差的，也許之後我們在研究上可以跟內政部來做一個研究，因為今天本來有邀請他們，第二個部份是有關於是不是要收取頻率使用費的部份，從資源稀少性的角度來看還有資源使用效率的角度來看，建議是可以考量來酌收頻率使用費，再來是我們今天一直談到是不是商用網路跟專用網路的混搭，這邊有特別提醒到應該有一些技術細節的問題，例如這邊有提到上傳的頻寬會大於下傳的頻寬需求，終端的發送功率可能涉及使用的頻寬也不同，還有他所傳輸的內容所需要的頻寬也不太一樣，所以應該要先把這樣的技術細節來釐清之後，下一步再來討論是不是要做網路的混搭，也是因為技術細節要釐清，混搭到底是共網還是漫遊這樣的機制，就可以比較清楚，同時柯特別助理跟剛剛一位先進有提到，就是在國家有發生天然災害或人為事件的時候，如何能夠維持 PPDR 的網路能夠通暢，然後有效的運作，不會因此而癱瘓，他也提醒這樣網路有效性的維持可能需要每年或是定期透過演練的方式來做，不好意思請問有疏漏嗎？

柯特別助理：

主席不好意思我做一個補充，PPDR 是個專用網路，他的使用者也是專屬的使用者，他並不會跟一般的消費大眾一起混用，等於是一般消費大眾不會使用 PPDR，他的使用方式比如警消把一個重大災害火場的畫面上傳了以後，事實上他可以經過特別處理然後做出逃生路線來提供一般的消費大眾跟一般的民眾來知道逃生的路線，但是這時候一般民眾使用

的還是他自己民營的網路去 ACCESS 那個 DATA BASE，而不是一般消費大眾使用 PPDR 的網路去看那個 DATA BASE，那個網路還是只有特定的警消人員或特定的使用人來使用，它並不會擴及到一般的民眾，我剛剛的報告是一般民眾要考慮到的反而是當有戰爭或是重大災害發生的時候，我們怎樣維持一個最大的網路暢通性，是不是要所有的業者一起那時候國家要徵用？比如五家業者那時候完全是漫遊，底下的消費者只要能夠 ACCESS 就可以通行，這點我們是要考量的，以上，謝謝。

廖組長：

這是蠻深奧的學問，謝謝柯特別助理再補充說明，我剛一開始就有講專用電信對我們而言，因為大家一般比較熟悉的是商用電信，不曉得我們這樣一輪之後與會的先進還有沒有任何意見跟想法要分享？我們有備用餐盒，不曉得委託單位還有沒有要分享的？

曹組長：

我很快回應一下剛剛有幾個問題，剛剛並沒有回答，就是有關 FIRST NET 那邊的模式是不是需要一個單位來統籌？我建議假如 PPDR 是很多單位都要用的話，我建議要有一個協調單位，不然像我們剛剛講的三錶共用頻譜這件事情都搞不定，其他那些 USER 自己去協調是沒有結果的，所以我建議還是要有中央一個單位來協同這些事情，另外有關管理事項，專用網路的管理事項裡面有一個不可以跟公用網路介接這件事情，我是建議可以適度考量開放，因為在國外其實有很多案例，其實他不能拿去營運，就是說他把他當成電話系統去打電話，可是任務需求的時候，往往介接這一塊是一個備用性，也許他的話不通，要到某一個地區那個地方沒有服務，可是透過有線可以轉過去等等，這一塊我覺得可以考慮適度放寬，只要不是做營利事業，其實任務需求的話可以考慮放寬，謝謝。

廖組長：

謝謝曹組長這邊提示的，包括如果有眾多使用者的時候應該要有一個協調單位出現，第二個部份就是關於跟公共電信網路介接的部份，希望可以來放寬，我記得現在的法規裡面是有一些但書規定的，也許我們在解釋但書規定將來會不會符合需求再來做調整，如果各位先進還有主管機關都沒有其他意見的話，容我再請我們的引言人再幫我們做一個補

充。

MIC：

不好意思，最後再佔用各位一點時間，針對剛剛的事情其實 MIC 這邊有一些相關的進一步補充資訊，在時間上面沒辦法整個地方談，但的確剛剛先進提到幾件事情是非常關鍵，就是關於 PPDR 的佈建還有一些挑戰，第一個在技術面上，當然我們可以看到風風火火很多國家都打冷箭，但是實際上的技術並沒有走得這麼快，這是大家心照不宣的，舉個例子來講，因為專用電信尤其是在救災部份，我們平常考慮涵蓋範圍常常是 2D 的，但是救災常常是 3D，比如空地的通訊這件事情，LTE 最大的罩門就在這個地方，以前 Tetra 反而在這個適用性是比較高的，目前在這個部份是不是真的能夠直升機飛去？比如臺灣比較少發生的，比如國外在設定大火的時候，我們直升機這樣飛來飛去是不是真的收得到訊號，其實這個東西是沒有一個適當經驗，第二個我們剛談的比如在 MIMO 的部份，事實上我們有看到我們也曾經嘗試去找資料，就是是不是到底有哪一家業者或是哪些規範，比如 MIMO 或 PPDR 到底要怎麼處理，但是我們看了這麼多資料裡面，大部份想訂的實用情境裡面，大部份都是 MIMO including 的狀況，不好意思因為目前太保守或是技術還沒有走到這個地方，只是一個技術上的條件，但是這也間接的印證一件事情，剛好很多情理法，就是不同的場域，尤其是臺灣特殊的環境，沒有一個地方去試其實是很不容易去了解實際上的需求到底是什麼，我們當然希望不要真的有大事件真的發生在這個場所裡面讓我們去實驗，但我們可能可以在進入一個特殊場域我們可以模擬一些事件的發生，來做一些 trial，另外我們談到除了技術面之外，其實在一些規格設定還是有一些 detail，比如我們談覆蓋的時候其實還是常常會回到一個問題，一般在普通的通訊服務裡面談到的都是人口覆蓋率的事情，但是這個 PPDR 服務談到的是地理覆蓋率，臺灣的地理環境是這個樣子，要 100% 涵蓋整個系統，我相信這個開出來沒有業者有辦法去達成，這也間接的回到剛才先進提到的很多事情，就是我們常常講覆蓋率 99.5% 之後，最後那個 0.5，國家公園、各個地方，就是沒有任何站點可以設置的時候，剛才其實已

經有先進談過，是不是一些公共的機關可以提供站點？這是 99 到 99.5 的 0.5，最後那個 99.5 就是大家都沒有，裡面都只是森林，但是又不能進去插基地臺的時候，其實這個東西也提供了相當好的方向，就是說是不是政府先去建，或是剛剛談到共享，共享價值最大的是在最後真的沒有辦法的這個部份，是不是有辦法從測試區域開始，full coverage 能不能這樣去做到，最後我們談到中央電信的互連這件事情，國際上其實也是不缺案例，是不是在 conditional 的狀況底下，專用跟公用是可以互連的，其實有一些國家的確是有這個範例，我們到時候可以 include 到相關的應用成果上上，以上跟各位補充，謝謝。

廖組長：

謝謝我們鄭組長，很不好意思因為我們表定時間到 5 點 10 分，因為今天謝謝各位與會先進給我們一些寶貴的意見，也很熱絡的跟我們一起來討論，在這邊也代表我們研究團隊謝謝各位在過程當中給我們的意見，我們會把意見匯整到我們的報告裡面，回來跟我們委託單位來做討論，希望後續如果我們有再深入研究的議題，希望還是能夠跟各位先進來就教，謝謝各位今天的蒞臨參與，謝謝。