

超高解析度數位電視 技術發展之研究

專案報告

石佳相 博士

2018年7月26日

於台灣資通產業標準協會第一會議室

緒論

研究緣由

我國101年7月1日已完全關閉全國的類比無線電視訊號，使用了50年的類比無線電視走入歷史，正式邁入數位無線電視的新紀元。

隨著電視數位化發展已朝向4K/8K超高解析度發展，日本NHK於2016年8月透過地面數位電視站，發送8K的超高解析度影像，開始試播。

4K/8K超高解析度的電視機產品日益普遍，國際間有關4K/8K超高解析度影像壓縮技術與傳輸技術不斷推展，為因應未來匯流業務發展，爰規劃4K/8K超高解析度數位電視（以下簡稱4K/8K TV）技術發展及技術監理相關研究。

研究目的與問題

研究目的



研提適用我國之UHDTV技術規範草案

蒐集及研析UHDTV技術資料，作成國際發展趨勢、各種應用面向與網通匯流模式之解析報告

蒐集及研析國際或區域標準組織(包含ITU、ETSI及ISO/IEC)發佈有線電視、無線電視、IPTV之UHDTV技術標準、指引或規範

蒐集及研析國際間主要國家(包含日本、南韓及英國)有線電視、無線電視、IPTV之UHDTV技術規定、使用頻率、監理法規及其最新發展情形

依前述所蒐集及研析UHDTV之技術資料，設計UHDTV調查表，以書面或訪談方式，調查國內通傳業者推動現況、所遭遇問題及未來規劃

依前項調查結果及國際UHDTV技術資料，綜整研提適用有線電視、無線電視、IPTV之UHDTV技術規範草案，並召開徵詢會議

研究問題



第一章

- 研究緣起
- 研究目的與問題
- 研究規劃
- 預期成果

第二章

- 數位電視技術概述

第三章

- ITU之技術標準、指引或規範
- ETSI之技術標準、指引或規範
- ISO/IEC之技術標準、指引或規範

第四章

- 歐規DVB系統
- 美規ATSC系統
- 日規ISDB系統
- 歐規、美規、日規比較分析

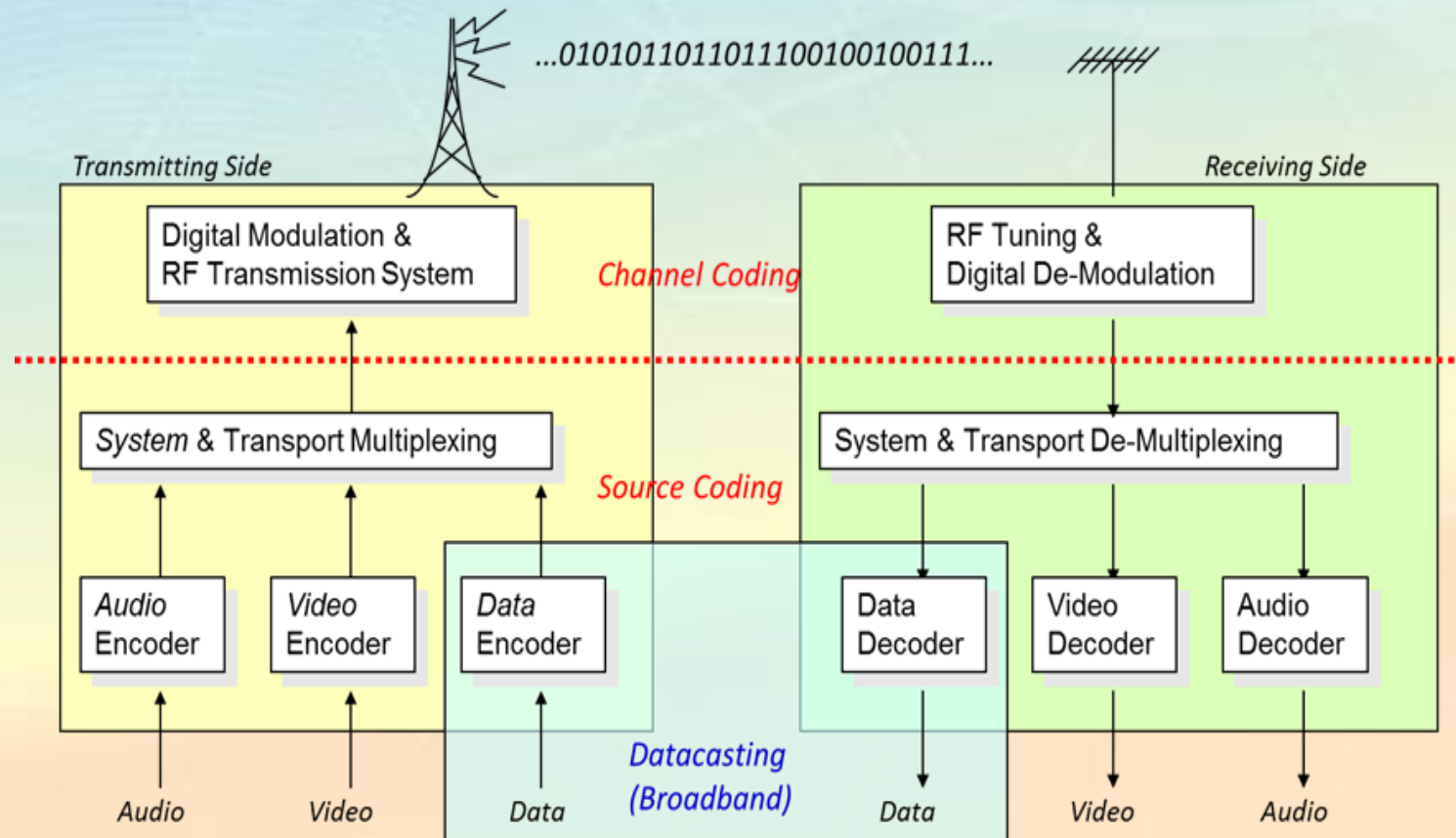
第五章

- 數位無線電視電臺技術規範草案修正

期中報告架構

數位電視技術概述

數位電視技術概述



各規格技術標準

		歐規		美規		日規	
Channel Coding		DVB-T	DVB-T2	ATSC 1.0	ATSC 3.0	ISDB-T	ISDB-T2
Source Coding	Transport	MPEG2	MPEG2 / MMT	MPEG2	MPEG2 / MMT	MPEG2	MPEG2 / MMT
	Video	MPEG2	H.264, HEVC	MPEG2	HEVC	MPEG2	UHDTV / Super Hi-Vision
	Audio	MPEG2	MPEG2 / MMT	AC-3	AC-4	MPEG2(AAC)	UHDTV (5.1/7.2 環繞) Super Hi-Vision (22.2 多聲道)
	Data	HBBTV	HBBTV2.0 / TV Connect	(ATSC 2.0 HBBTV)	Hybridcast Connect	Hybridcast (HBBTV)	Hybridcast Connect (HBBTV 2.0)

Full HD、4K以及8K電視畫面規格比較

	Full HD	4K	8K
解析度	1920*1080	3840*2160	7680*4320
長寬比	16 : 9	16 : 9	16 : 9
畫素	2,073,600	8,294,400	33,177,600
幀率	30fps/60fps	60fps/120fps	120fps
掃描方式	逐行掃描	逐行掃描	逐行掃描
位元深度	8 bit	10bit、12bit	10bit、12bit
色域	-	廣色域	廣色域
音響系統	Stereo、5.1、7.2	Stereo、5.1、7.2	5.1、7.2、22.2
觀看視角	30度	60度	100度

歐規、美規、日規比較分析

各類型通道編碼標準

Channel Coding	歐規	美規	日規
無線電視	DVB-T DVB-T2	ATSC 1.0 ATSC 3.0	ISDB-T
有線電視	DVB-C DVB-C2	X	ISDB-C
衛星電視	DVB-S DVB-S2	X	ISDB-S
IPTV	DVB-IPTV	X	-

DVB-T、ATSC以及ISDB-T傳輸技術比較

	DVB-T	ATSC	ISDB-T
傳輸串流 (Transport Stream)	ISO/IEC 13818-1 (MPEG-2 TS)		
視訊壓縮 (Video Coding)	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
音訊壓縮 (Audio Coding)	MPEG-2	Dolby AC-3	MPEG-2
調變方式 (Modulation method)	COFDM	8-VSB	DQPSK、PSK、16QAM、64QAM、OFDM
保護間隔比 (Guard Interval)	1/4、1/8、1/16、1/32	none	1/4、1/8、1/16、1/32
頻寬 (Bandwidth)	6MHz、7MHz、8MHz	6MHz	5.6MHz
訊息碼率 (Information rate)	19.44Mbps	3.732~23.751Mbps	3.7~23.2Mbps
前向糾錯編碼 (內部編碼) FEC (Inner Code)	Convolutional Coding rate:1/2~7/8	Trellis Coding rate:2/3	Convolutional Coding rate:1/2~7/8
前向糾錯編碼 (外部編碼) FEC (Outer Cod)	Reed-Solomon Code (208,188,t=8)	Reed-Solomon Code (204,188,t=10)	Reed-Solomon Code (204,188,t=8)
外部交錯 (Outer Interleaving)	12 R-S block interleaver	52 R-S block interleaver	12 R-S block interleaver
內部交錯 (Inner Interleaving)	Frequency	Time	Frequency & Time
單頻網路 (SFN)	YES	NO	YES
移動接收	YES	NO	YES

DVB-T2、ATSC 3.0及ISDB-T2傳輸技術比較

	DVB-T2	ATSC 3.0	ISDB-T2
外編碼(Outer code)	BCH	BCH, CRC, None	
前向糾錯編碼數目(LDPC size)	16200, 64800 bis	16200, 64800 bits	
前向糾錯編碼碼率(LDPC code rate)	1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6	{2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13}/15	
調變(Modulation)	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM	QPSK, 2D-16NUC, 2D-64NUC, 2D-256NUC, 1D-1024NUC, 1D-4096 NUC (non uniform constellation)	
Rotated constellation	yes	no	
時間交錯(Time interleaver)	block interleaver	CI (S-PLP), hybrid BI + CI (M-PLP)	
多工(Multiplexing)	TDM	LDM, FDM, TDM	
子載波數目(FFT size)	1K, 2K, 4K, 8K, 16K, 32K	8K, 16K, 32K	
保護間隔比(Guard Interval)	1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 1/4	3/512, 3/256, 1/64, 3/128, 1/32, 3/64, 1/16, 19/256, 3/32, 57/512, 3/16, 1/8, 19/128, 1/4 (symbol and time aligned frames)	
連結層封裝(Link layer encapsulation)	MPEG-2 TS	ALP	
主要傳輸協定(Main transport protocol)	TS	IP	
MIMO	No	Yes, (not mandatory for the receivers)	

第五章、國際主要國家無線電視UHD TV發展

國際主要國家無線電視UHD TV發展

DVB-T2 (以英國為例)

- 技術規定及使用頻率
- 政策與法規
- 發展情形

ATSC 3.0 (以美國及韓國為例)

- 技術規定及使用頻率
- 政策與法規
- 發展情形

ISDB-T2 (以日本為例)

- 技術規定及使用頻率
- 政策與法規
- 發展情形

英國技術規定及使用頻率

傳輸系統參數	描述		
傳輸地點	Crystal Palace	Winter Hill	Black Hill
覆蓋範圍	Greater London (serving over 4.5 Million households)	North-west of England, including Manchester and Liverpool (serving 2.7 Million households)	Central Scotland, including Glasgow and Edinburgh (serving 1 Million households)
有效輻射功率	40 kW	22.5 kW	39 kW
數位無線電視系統	DVB-T2		
頻道頻寬	8 MHz	8 MHz	8 MHz
傳輸模式	32k		
子載波數目	32k		
子載波調變方式	256-QAM		
前向糾錯編碼碼率	2/3		
保護間隔比	1/128		
多工容量	40.2Mb/s		
訊號傳輸速率	Variable (some trials at 35 Mb/s)		
視訊編碼標準	HEVC		
使用頻段	586 MHz (Ch 35 in Region 1)	602 MHz (Ch 37 in Region 1)	586 MHz (Ch 35 in Region 1)

英國政策與法規

第一階段

- 由Analogue Switch-Off (ASO) 轉換為Digital Switch-Over (DSO)

第二階段

- ASO之後續收尾計畫
- 逐步將DVB-T轉換至DVB-T2

英國發展情形

- 英國透過2014年夏季舉辦的FIFA世界盃及聯邦運動會進行4K傳輸試驗，BBC集團旗下的網路傳輸業者Arqiva，利用三個高功率的DTT發射器組成網路以供高畫質賽事之轉播，並依據DVB-DASH之標準進行線上串流試驗，試驗結果顯示網路覆蓋區內之公共與家庭接收點皆成功接收信號並正常收看4K超高畫質直播節目，為4K超高畫質廣播服務之發展邁開新的步伐

美國技術規定及使用頻率

- 目前美國之測試較為零散且較不完整，許多測試僅為嘗試行動接收或單頻網架構之可行性，並非正式之UHDTV所需之ATSC 3.0功能。其中較符合4K UHDTV要求之測試僅於2016年1月之實驗中，涉及HDR、HEVC及HE-AAC等相關功能，較完整之4K UHDTV測試，尚待韓國進一步驗證

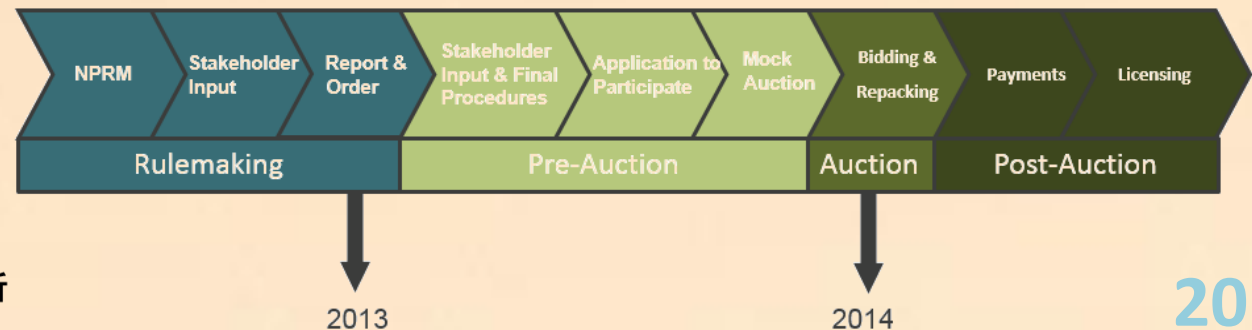
美國政策與法規

拍賣過程	說明
Reverse Auction	
\$10.05 billion	Revenues to winning broadcast stations
84 MHz	Cleared by the reverse auction process
175	Winning stations
\$304 million	Largest individual station payout
\$194 million	Largest non-commercial station payout
30	Band changing winners (moved to low-VHF or high-VHF)
36	Winning stations receiving more than \$100 million
11	Non-commercial stations winning more than \$100 million
Forward Auction	
\$19.8 billion	Gross revenues (2nd largest in FCC auction history)
\$19.3 billion	Revenues net of requested bidding credits
\$7.3 billion	Auction proceeds for federal deficit reduction
70 MHz	Largest amount of licensed low-band spectrum ever made available at auction
14 MHz	Spectrum available for wireless mics and unlicensed use
2,776	License blocks sold (out of total of 2,912 offered)
\$1.31	Average price/MHz-pop sold in Top 40 PEAs
\$.93	Average price/MHz-pop sold nationwide
50	Winning bidders
23	Winning bidders seeking rural bidding credits
15	Winning bidders seeking small business bidding credits

FCC進行廣播業者之獎勵頻譜拍賣與轉移，頻譜拍賣之價金可支付以下：

- 償還出讓頻譜之廣播業者
- 各項行政費用與支出
- FCC長年之營運虧損

Incentive Auction Process Timeline



韓國技術規定及使用頻率

	第一階段			第二階段	
	覆蓋範圍	首爾市			
標稱發射功率/天線增益	100 W/6.01 dBi				
通道編碼、調變與無線傳輸	DVB-T2				
子載波數目(FFT size)	32k				
子載波調變方式 (Carrier modulation)	256 QAM			64 QAM	256 QAM
前向糾錯編碼 (Error-correcting code)	3/4	4/5	5/6	4/5	5/6
多工器容量 (Multiplexing capacity)	32.8 Mbps	35.0 Mbps	36.5 Mbps	26.5 Mb/s	36.9 Mb/s
保護間隔比 (Guard interval ratio)	1/128				
視訊編碼標準 (Video coding)	H.264				
圖像標準	3840×2160p, 8 bits/pixel, 30 fps			3840×2160p, 8 bits/pixel, 60 fps	
中心頻率	785 MHz(南韓第66頻道)				

- 韓國官方於2016年7月宣告採用ATSC 3.0作為UHD廣播標準的基礎，並於2017年5月31日由KBS、MBS及SBS等電視廣播公司啟動首爾大都會區之主要服務，預計於2021年將ATSC 3.0之訊號覆蓋至全國

頻道名稱	射頻頻道號碼	頻率範圍(MHz)
KBS1	52	698-704
SBS	53	704-710
EBS	54	753-759
MBC	55	759-765
KBS2	56	765-771

韓國政策與法規

- KCC於2009年5月通過「頻譜振興基本計畫」，投入1.5兆韓元於超高畫質電視，並於2010年發佈「具潛力的廣播通訊服務」，將超高畫質電視列入其中
- 韓國於2012年底完成數位轉換後對4K電視之播出展現高度關注，政府部門、廣電業者及家電業者之跨界合作至今仍持續進行，於2013年7月推出4K之實驗性播出後，有線電視業者搶先於2014年4月正式開播，而韓國的衛星廣播業者KT Skylife則於2014年6月啟動4K專屬頻道「SkyUHD」
- 無線電視部分，KCC於2012年7月發出4K實驗播出執照予公共電視KBS，MBC、SBS及EBS等3家電視台則於10月起透過衛星進行4K實驗播出



- 在2017年4月舉行的NAB大會上，韓國電子通信研究院提及ATSC 3.0的未來路線圖如下：
 1. 2018年同時播出4K影片與可觀賞HD畫質的手機
 2. 2025年進行8K播放之實驗
 3. 2027年ATSC 1.0（HD頻道）結束播放，開始實施8K頻道的試播

韓國發展情形

時間	重要活動
2015年12月	MSIP以及KCC發表無線電視導入4K內容之計畫，同時宣布在2027年完成全國無線及有線的4K訊號轉換
2016年9月	制定基於美規系統 (ATSC 3.0) 的無線電視頻道4K播放技術標準
2016年11月	KBS、MBC及SBS三大韓國無線電視台獲准在首都圈 (首爾) 進行4 K播送。最初預計自2017年2月起開播 (僅有EBS於2017年9月開播)
2016年12月	MSIP宣布有關於全國普及4K的數位化 (2K) 頻道重新編列計畫
2017年2月	KBS、MBC、SBS因所需傳輸設備調度不及、機器測試時間不充裕等為由申請4K導入計畫延期
2017年2月	KBS、MBC、SBS於首都圈 (首爾) 進行4K試播
2017年3月	KCC決定於廣域市區 (釜山、大邱、光州、大田、蔚山) 以及平昌、江陵地區執行導入計畫。於2017年5月開始接受許可申請，7月核發許可執照，11月執行試播，12月開始正式播出服務
2020年至2021年	其他地區開始4K播放，最終目標是在無線電視頻道導入4K的10年後，也就是2027年終止2K訊號的播出服務

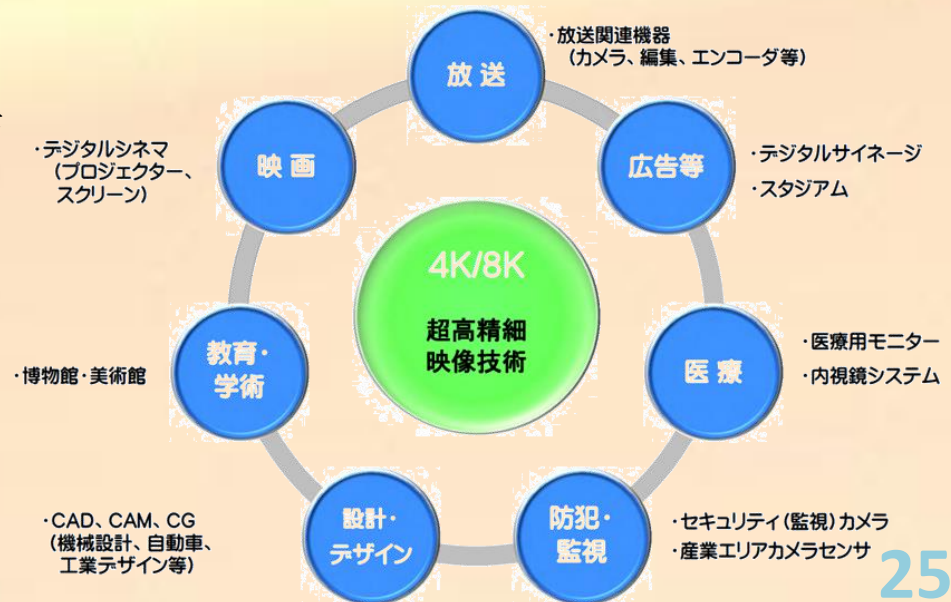


日本技術規定及使用頻率

傳輸系統參數	描述
調變方式 (Modulation method)	正交頻分多工 (OFDM)
占用頻寬 (Occupied bandwidth)	5.57 MHz
中心頻率 (Transmission frequency)	671.142857 MHz (UHF ch46)
發射功率 (Transmission power)	水平極化波：10瓦 (有效輻射功率為140瓦) 垂直極化波：10瓦 (有效輻射功率為135瓦)
子載波數目 (FFT size)	32k (實際為22465個)
子載波調變方式 (Carrier modulation)	4096 QAM
保護間隔比 (保護間隔週期) (Guard interval ratio)	1/32、(126微秒)
前向糾錯編碼 (Error-correcting code)	內編碼：LDPC，碼率為3/4 外編碼：BCH
傳輸碼率 (Transmission capacity)	91.8 Mbit/s
視訊編碼標準 (Video coding)	H.264/MPEG-4 AVC，以HEVC進行替代
音頻編碼標準 (Audio coding)	MPEG-4 AAC，碼率384 kbps
接收站點 (Receiving station)	位於距發射臺約27公里的Yunomae鎮 Nousonkankyokaizen中心
接收天線的海拔高度 (Height of receiving antenna)	211米 (距離地面10米)

日本政策與法規

- 日本於2011年7月完成數位轉換，隨後於2013年5月由廣播業者、製造業者及通信業者組成「一般社團法人次世代放送論壇」，其目的為早日普及4K8K電視廣播於全日本
- 總務省亦提早UHDTV之發展時程，將BS衛星之4K8K實驗性播出提前至2016年進行，同時訂定正式播出時間於2018年年底，期望於2020年東京奧運舉辦期間民眾得透過衛星、有線電視及IPTV收看4K8K節目
- 4K8K之技術應用相當廣泛，總務省預估於2020年4K8K技術將於各產業帶來相當龐大之市場效益，總計共達36兆日圓
- 日本於2013年6月舉行內閣會議後發佈「世界最先端IT國家創造宣言」，強調透過高畫質電視服務促進影音產業之創新，以強化日本之國際競爭力



日本發展情形

- 自1995年起，NHK持續開發UHDTV，作為繼HDTV後之下一代無線電視廣播系統，並積極展開規範、設備開發及技術標準化之研究。隨後ITU於2012年認定NHK研發之UHDTV影像信號規格為國際標準，並於日本、英國及美國以8K技術成功播映倫敦奧運會。NHK計劃於2016年至2018年開始測試廣播，希望於2020東京奧運時，多數比賽項目能以UHDTV廣播系統播放，並將UHDTV 4K以及8K技術普及於日本之家用電視機。



V-Low 多媒體廣播

V-Low Multimedia Broadcasting "i-dio"

V-Low multimedia broadcasting is the service to make use of vacant spaces in the analog television radio frequency (99-108MHz)

Main differences from V-High (NOTTV)

- ① Original programs for each municipality (V-High: common program across the country)
- ② Distribution of disaster prevention information to smaller area than V-High



i-dio
phone



ref. : VIP business plan document

頻譜政策擬議

數位紅利

頻譜移轉方式

頻譜政策討論

階層式傳播架構

6MHz頻寬限制放寬

數位紅利與頻譜移轉方式

英國

- 兩階段移轉過程，第一階段於2006年由ASO轉換為DSO；第二階段於2010年開始逐步將DVB-T轉換至DVB-T2

美國

- FCC進行廣播業者之獎勵頻譜拍賣與轉移，頻譜拍賣分反向拍賣(Reverse Auction)與正向拍賣(Forward Auction)兩階段，透過此拍賣得償還出讓頻譜之廣播業者，同時支應各項行政費用支出及FCC長年之營運虧損

日本

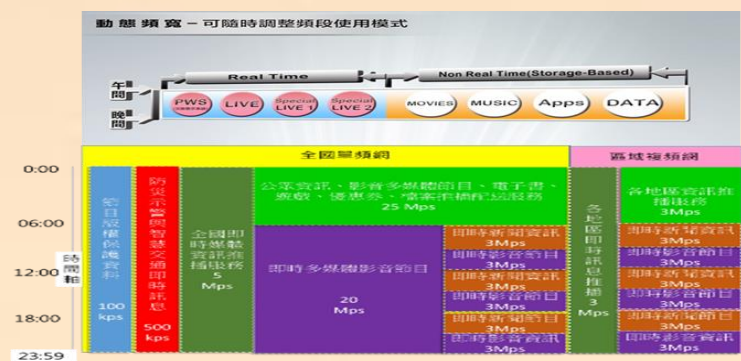
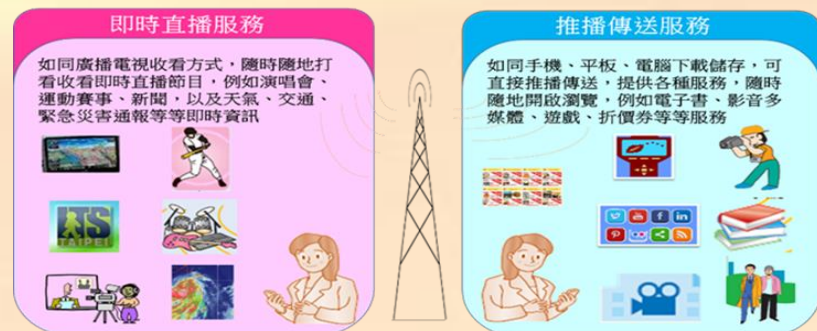
- 日本將DSO後的VHF-High及VHF-Low，分別發了兩種類型之數位行動傳播執照。其一為在VHF-H所發之全國單頻網大照，係由NTT Docomo團隊所獲得，並建置為NOTTV服務平台；其二為在VHF-Low之分區營運執照，分布於99MHz至108MHz，分配至全日本七個大區

階層式傳播架構



- 三階層式的傳播平台，涵蓋全國單頻網（原及客各一）、區域複頻網及小場域配置（原+客+其他部會）、及空白頻段（TVWS）的動態應用（例如DSA）

- 全國單頻網採全國單一頻率，播送相同訊息及檔案，例如全國性的重大事件、防災及天氣交通資訊等等。區域複頻網則可針對各區域之新聞資訊、商業服務等各類資訊提供服務。小區域場館則針對運動賽事、演唱會等各類活動提供小區域傳播，讓民眾可以利用手持裝置清楚觀看，同時感受臨場氛圍



6MHz頻寬限制放寬

由於傳輸UHDTV內容
可考量放寬6MHz頻寬限制

參考日本頻段之作法

- 日本之頻段作法起於ISDB-T，係將6MHz均分為13個頻段(Segments)，每個頻段皆可獨立運作或聯合數個頻段傳送節目

引用歐規8MHz頻寬

- 8MHz頻寬係歐規之原生態，大多數DVB-T/T2標準與技術之發展，皆以此為主要考量。若決定採用DVB-T2之傳輸標準，不如全盤接受歐規8MHz之頻寬規畫

報告完畢

敬請指教

