

會議報告（會議類別：其他）

出席第三代合作夥伴計畫無線存取網路  
3GPP RAN1 #91 Meeting 會議報告

出國人員：蔡宗樺、吳志祥

派赴國家：美國/雷諾

出國期間：106年11月26日至106年12月4日

報告日期：106年12月28日

## 摘要

本團隊出席在美國/雷諾舉辦的無線存取網路第 1 工作組(Radio Access Network working group #1, RAN1) #91 會議，本次會議由“3GPP 的北美友人(The North American Friends of 3GPP)”主辦，成員公司有 AT&T, BlackBerry, Cohere Technologies, DISH, Ericsson, Intel, InterDigital Communications, Motorola Solutions, NextNav, Nokia, QUALCOMM, Rogers Communications, Sprint, T-Mobile USA 以及 Verizon 等，有 604 人註冊，實際到場人數為 413 人。本團隊依規劃有 2 位成員出席會議，此行主要任務在於參與第五代行動通訊(Fifth Generation mobile communication, 5G)新無線電技術(New Radio Technology, NR)的相關技術討論，關注 5G NR 標準制定的動向及各家公司提案方向，以利掌握下世代通訊系統的趨勢和系統模擬(System Level Simulation)平台的建構。並與其他大廠接觸以討論合作項目，並對 3GPP RAN1 NR 的部分針對多重輸入多重輸出(Multiple Input Multiple Output, MIMO)相關技術進行了解。

本次會議是在 2017 年 12 月前須完成的 NR 技術發展的最後一次會議，主要進行初版收尾工作，並訂定遞交 IMT-2020 的技術方案、時程與進行步驟。我們除了應持續追蹤相關技術發展外，更應藉由 NR 相關新研究項目再次被延遲開始的空隙來加速進行相關技術研發。

## 縮寫與中英文對照表

英文全稱	英文縮寫	中文全稱
2-port		雙埠
3rd Generation Partnership Project	3GPP	第三代合作夥伴計畫
5th Generation mobile communication	5G	第五代行動通訊
Bandwidth Part	BWP	頻寬部分
Beam indication		波束指示
Beam management		波束管理
Block Error Rate	BLER	區塊錯誤率
bundling		網綁
Carrier Aggregation	CA	載波聚合
Channel State Information acquisition	CSI acquisition	通道狀態訊息獲取
Channel State Information-Reference	CSI-RS	通道狀態訊息參考訊號

Signals		
Code Block Group	CBG	碼塊群組
Control Resource Set	CORESET	控制資源集合
CSI-RS Resource Index	CRI	通道狀態訊息參考訊號資源指標
DeModulation Reference Signal	DMRS	解調參考訊號
differential Reference Signal Received Power	differential RSRP	差分參考訊號接收功率
Downlink Assignment Index	DAI	下行配置索引
Downlink Control Information	DCI	下行控制訊息
dynamic codebook		動態碼簿
Error Control Codes	ECC	錯誤更正碼
Elevation BeamForming/Full-Dimension Multiple Input Multiple Output	EBF/FD-MIMO	升降波束成型與全維度多輸入多輸出
Gold sequence		金氏序列
HARQ-ACK		混合型自動重傳請求回覆
Hybrid Automatic Repeat Request	HARQ	混合型自動重傳請求
International Mobile Telecommunications-2020	IMT-2020	ITU 第五代行動通訊
Long Term Evolution	LTE	長程演進技術
Medium Access Control Control Element	MAC CE	媒體存取控制之控制元件
Multi-antenna scheme		多天線機制
Multiple Input Multiple Output	MIMO	多重輸入多重輸出
multiplexing		多工
New Radio Technology	NR	新無線電技術
Physical Broadcast CHannel	PBCH	實體廣播通道
Physical Downlink Control Channel	PDCCH	實體下行控制通道
Physical Downlink Share Channel	PDSCH	實體下行共用通道
Physical Uplink Control CHannel	PUCCH	實體上行控制通道
polar code		極化碼
Quasi-CoLocated	QCL	準同位
Radio Access Network working group #1	RAN1	無線存取網路第 1 工作組
Radio Resource Control	RRC	無線電資源控制
Random Access Channel	RACH	隨機存取通道
Reference signal	RS	參考訊號
Reference Signal Received Power	RSRP	參考訊號接收功率
Release 14	R14	第 14 版

Release 15	R15	第 15 版
Remaining System Information	RMSI	其餘系統資訊
semi-static codebook		半靜態編碼簿
Slot		時槽
soft combining		軟結合
SRS Resource Index	SRI	探測參考訊號資源指標
Subcarrier Spacing	SCS	子載波間距
Synchronization Signal Block	SSB	同步訊號區塊
Synchronization Signal burst set	SS burst set	同步訊號叢集組
System Frame Number	SFN	系統訊框號碼
System Level Simulation		系統模擬
Transmission Configuration Indication	TCI	傳送配置指示
Transport Block	TB	傳輸區塊
upper layer		上層
User Equipment	UE	用戶設備

### 技術貢獻：

本團隊主要鎖定 NR 相關議題進行研究，目標是相關議題的討論以及尋找其他可研究的題目，與其他大廠接觸以討論合作項目並參與技術協商及立場表達。

### 會議解說：

#### 1. 新無線電技術(NR)多重輸入多重輸出(MIMO)技術

在 NR MIMO 方面，一共可以分為三大主題，分別是多天線機制 (multi-antenna scheme)、通道狀態訊息獲取(Channel State Information acquisition, CSI acquisition)與波束管理(beam management)、以及參考訊號(reference signal, RS)與準同位(Quasi-CoLocated, QCL)之剩餘設計議題。會議中此研究項目的議程安排分為以下幾個討論大綱：

- Remaining details on Multi-antenna scheme
  - Remaining details on codeword mapping
  - Remaining details on Codebook based transmission for UL

- Remaining details on Non-codebook based transmission for UL
- Remaining details on PRB bundling for DL
- Remaining details on CSI acquisition and beam management
  - Remaining details on CSI measurement
  - Remaining details on CSI reporting
  - Remaining details on Beam measurement and reporting
  - Remaining details on Mechanism to recover from beam failure
  - Remaining details on CQI and MCS
- Remaining details on Reference signals and QCL
  - Remaining details on Multiplexing of different types of RSs
  - Remaining details on CSI-RS
  - Remaining details on DMRS
  - Remaining details on PT-RS
  - Remaining details on SRS
  - Remaining details on TRS
  - Remaining details on QCL

## 2. 新無線電技術(NR) – 實體廣播通道(PBCH)欄位設計

5G NR 系統之 PBCH 實體層設計，相較於長程演進技術(Long Term Evolution, LTE)系統有相當大的變革；包含了錯誤更正碼，擾亂碼序列之決定方式等。這些新的設計亦影響到了 PBCH 的欄位內容。此議題之討論重點在於決定欄位內容與攪亂碼之對應關係與擺放細節。

## 3. 新無線電技術(NR) – 搜尋空間設計

LTE 系統之下行控制通道一直以來都被視為是不理想的設計，因其佔據了全部的系統頻寬，且存在於每個子訊框中；5G NR 最初的設計目標之一即為盡量避免此類"always on"訊號。控制資源集合(Control Resource Set, CORESET)為 5G NR 之實體下行控制通道之基本單位，且不像 LTE 系統的實體下行控制

通道(Physical Downlink Control Channel, PDCCH)，5G NR 中可對同一用戶設備 (User Equipment, UE) 設定多組 CORESET。此議題在討論 CORESET 與搜尋空間之對應關係。

#### 4. 新無線電技術(NR) – 載波聚合

載波聚合本身之參數設定與設計原則相當程度地沿用了 LTE 系統之設計，也因此相較於其他議題較早取得共識；但因為 5G NR 支援了基於碼塊群組 (Code Block Group, CBG) 之傳輸技術，UE 可能回報之混合型自動重傳請求 (Hybrid Automatic Repeat Request, HARQ) 的回應量將大幅增加，而這影響到了 HARQ 回應的編碼簿設計。本次會議中此議題幾乎都著重在討論 HARQ 回應之編碼簿設計。

# 目 錄

摘 要.....	2
一、會議名稱.....	8
二、參加會議目的及效益.....	8
三、會議時間.....	8
四、會議地點.....	8
五、會議議程.....	8
六、會議紀要.....	9
七、心得與建議.....	25

# 一、會議名稱

3GPP RAN1 #91 Meeting

# 二、參加會議目的及效益

參與在美國/雷諾舉辦的 3GPP RAN1 #91 會議，本計畫團隊主要關注的焦點是 5G 參與 NR 方面的討論及尋找可研究的題目，同時關注 5G NR 標準制定的動向及各家公司提案方向，以利掌握下世代通訊系統的趨勢和系統模擬 (System Level Simulation) 平台的建構。

# 三、會議時間

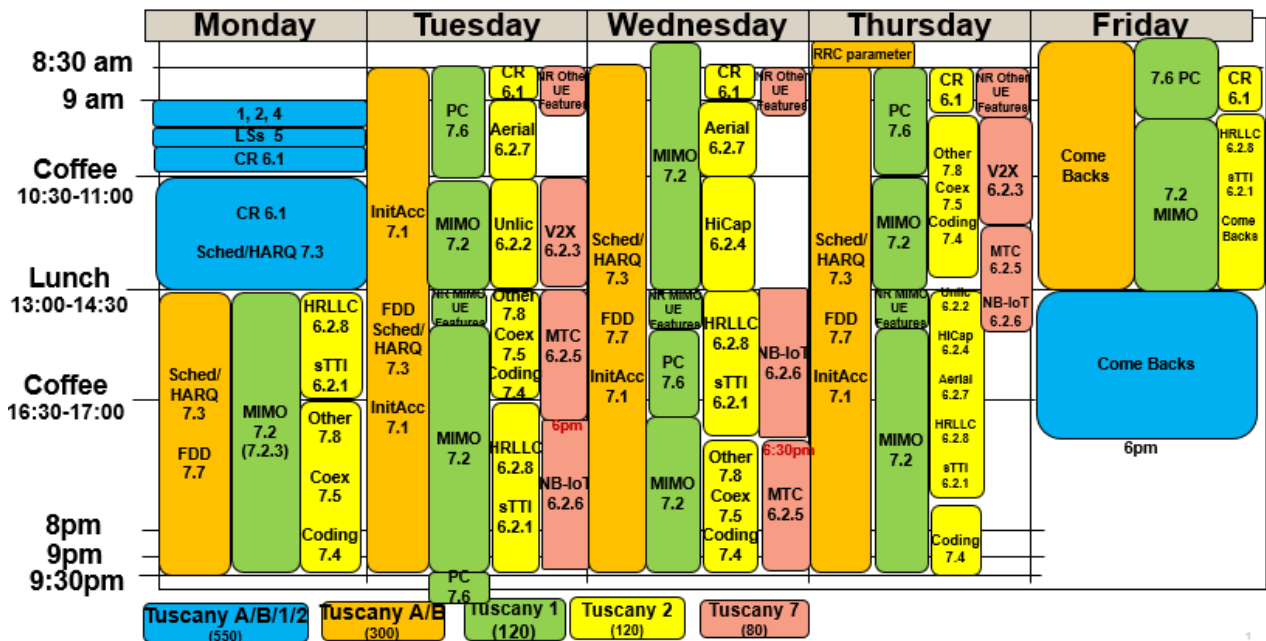
27 November – 1 December, 2017 RAN1 #91

# 四、會議地點

Peppermill Reno Resort, NEVADA, USA

# 五、會議議程

RAN1 的會議議程如下 (27 November – 1 December, 2017):





## 六、會議紀要

### 1. 會議摘要

本團隊出席在美國/雷諾舉辦的 RAN1 #91 會議，有 604 人註冊，實際到場人數為 413 人。本團隊依規劃有 2 位成員出席會議，此行主要任務在於參與 3GPP 5G NR 的相關技術討論，關注 5G NR 標準制定的動向及各家公司提案方向，以利掌握下世代通訊系統的趨勢和 System Level Simulation 平台的建構。並與其他大廠接觸以討論合作項目，3GPP RAN1 NR 的部分針對 MIMO、PBCH、搜尋空間、載波聚合等相關技術進行了解。

### 2. 新無線電技術(NR)多重輸入多重輸出(MIMO)技術

5G NR 中主要特徵技術即是採用巨量天線的 MIMO，並且運行頻帶範圍甚廣，甚至將運行在毫米波頻帶上。此 5G 研究項目其中 NR MIMO 技術議題是基於 R14 之 EBF/FD-MIMO 技術運行在高頻段所遇到的問題作探討。其中，當無線技術運行在高頻段時，無線通道將遭遇到顯著的訊號衰減。因此，如何利用波束成型技術以取得更健全的波束成型增益以及如何處理波束因無線環境而造成波束連結失敗並需進行波束連結復原的議題，將是 NR MIMO 技術所需面對的主要課題。就以下各個子議題進行討論，包括：

- Remaining details on CSI acquisition and beam management
  - Remaining details on Beam measurement and reporting
  - Remaining details on Mechanism to recover from beam failure
- Remaining details on Multiplexing of different types of RSs
  - Remaining details on CSI-RS
  - Remaining details on QCL

#### **Remaining details on Beam measurement and reporting**

- 對於 beam indication 部份，原先設計發想主要是利用空間的 QCL 關係來協助 UE 達成接收端的波束對齊，進而試圖將其定義延伸至 QCL 指示（包含時域、頻域以及空間域的 QCL 參數關係），並且該指示的名

稱成更正為廣義的 TCI。本會期對於 TCI 整體設計有更詳盡的設計與決議。其中以下決議主要在討論如何將 CSI-RS 訊號依據不同時域行為來進行訊號配置。

所得決議如下所示：

**Agreement:**

Mechanism to indication of source QCL for a resource:

- P-CSI-RS – through RRC configuration
  - FFS: If the spatial QCL can be configured through a reference to a configured TCI state
- SP-CSI-RS – configuring the resource(s) through RRC, activation/deactivation through MAC-CE;
  - The QCL for SP- CSI-RS is indicated in the same MAC-CE message that activates the SP- CSI-RS.
  - The QCL is provided through an association with one of the M candidate TCI states
- AP-CSI-RS –
  - Through DCI (AP-CSI-report-triggering state indication)
    - For each AP-CSI-RS resource associated with each triggering state, QCL configuration is provided through an association with one of the M candidate TCI states by RRC
      - FFS: Value of M
    - FFS: TCI association on NZP-CSI-RS/ZP-CSI-RS based IMR

- 對於上行 PUCCH 通道之 beam indication，是利用 RRC 配置相關訊息給 UE。其上行配置訊號可包含 SSB、CRI 或 SRI 等。所得決議如下所示：

**Agreement:**

PUCCH beam indication is introduced by RRC signalling

- Introduce one RRC parameter: PUCCH-Spatial-relation-info
  - Information associating an SSB ID or, a CRI, or a SRI
  - This is per PUCCH resource configuration

- 由於下行 DCI 資源珍貴，所能分配的位元數有限。因此 TCI 狀態傳送 在 DCI 中至多只能有三個位元，而實際運行則依據不同 UE 能力來決 定其 TCI 狀態。所得決議如下所示：

**Agreement:**

For the number of TCI states and mapping to DCI bits, N is 3 bits.

Note: The number of TCI states supported by a UE depends on its capability

- 波束管理的波束指示中，每個 CORESET 中都會有一位元上層參 數 'Is-TCI-Present' 來代表是否有波束指示內容存在控制訊號中，如果當 每個 CORESET 中的 Is-TCI-Present 皆為 FALSE，那麼 UE 的 PDSCH 接收則將沿用 PDCCH 接收規則。所得決議如下所示：

**Agreement**

- The state Is-TCI-Present is configured on a per-CORESET basis
- For beam management with beam indication, on all CORESETs configured with Is-TCI-Present=false, the TCI state used for PDCCH is reused for PDSCH reception

- TCI 狀態共有 M 個狀態而每個狀態都由 RRC 所配置，其中  $2^N$  狀態則 由 MAC CE 挑選來做為 PDSCH 的 TCI 狀態。所得決議如下所示：

**Agreement**

- A candidate set of DL RSs are configured using RRC mechanism
  - Each state of M TCI states is RRC configured with a downlink RS set used as a QCL reference, and MAC-CE is used to select up to  $2^N$  TCI states out of M for PDSCH QCL indication
    - The same set of M TCI states are reused for CORESET
    - K TCI states are configured per CORESET
    - When  $K > 1$ , MAC CE can indicate which one TCI state to use for control channel QCL indication
    - When  $K = 1$ , no additional MAC CE signaling is necessary

- 本會期決議 differential RSRP 是依照回報波束中最強的 RSRP 為依據， 其值間隔為 2dB。所得決議如下所示：

**Agreement**

- Differential RSRP is computed with reference to the strongest reported RSRP

- Step size: 2dB

- 之前會期通過使用 2-port 的 CSI-RS 訊號可作為波束管理的訊號，本會期決議，以線性平均來計算兩個埠所得的 RSRP 訊號。所得決議如下所示：

**Agreement**

Computation of L1-RSRP as a linear average of each port's RSRP for the 2-port CSI-RS for beam mgmt.

- 對於波束管理中，可使用 CSI-RS 資源的最大數目為 128，網路端可自行配置至多有 16 組 CSI-RS 資源集而每個資源集至多為 64 個 CSI-RS 資源。所得決議如下所示：

**Agreement**

- For the beam management use case, support configuration of up to  $S=16$  CSI-RS resources sets per resource setting, and  $K_s=1\sim 64$  CSI-RS resources per resource set
  - The total number of CSI-RS resources in all sets cannot be more than 128
- Note: One set is selected out of  $S$  sets in the CSI trigger states

- 對於上行 PUCCH 通道之 beam indication，本會期決定上層相關參數及其功能之描述列表，以下決議是進行細部調整。所得決議如下：

**Agreement:**

- Modify the RRC parameter PUCCH-Spatial-relation-info as list.
  - Each entry can be SSB ID or, a CRI, or a SRI
  - One or multiple SpatialRelationInfo IE(s) is included in the list.
- Introduce MAC-CE signalling to provide spatial relation information for a PUCCH resource to one of the entries in PUCCH-Spatial-relation-info
- If PUCCH-Spatial-relation-info includes one SpatialRelationInfo IE, UE applies the configured SpatialRelationInfo and no MAC-CE is used.
- MAC-CE Impact:

TS38.2 14		Indication of spatial relation for PUCCH	Provides the spatial relation for a PUCCH resource	PUCCH resource ID   Bitmap of size [8] (Bitmap activates one of the [8] entries within the RRC parameter <i>PUCCH-Spatial-relation-info</i> )	
<ul style="list-style-type: none"> <li>RRC modification:</li> </ul>					
PUCCH-SpatialRelationInfo	N	PUCCH-SpatialRelationInfo	<p><b>List of</b> configurations of the spatial relation between reference RS and PUCCH. Reference RS can be SSB/CSI-RS/SRS.</p> <p>SSB Index, NZP-CSI-RS-ResourceConfigId, or SRS-ResourceConfigId</p>	UE-Specific	38.331

### Remaining details on Mechanism to recover from beam failure

- 先前會期決議非競爭式的 RACH 資源可做為波束故障恢復請求之資源。而本次會期將其細部 RRC 層相關資源配置參數以及其值範圍都詳細列表，並且其他波束故障恢復部分之相關 RRC 參數也詳細列表。所得決議如下：

**Agreement:**

**Table 1 Beam-failure-recovery-request-RACH-Resource configuration**

RRC parameter	Value range	Note/description
RootSequenceIndex-BFR	{0,1,...,137}	Short sequence only
ZeroCorrelationZoneConfig-BFR	{0,1,...,15}	Determine cyclic shift. Value range same as IA session
PreambleInitialReceivedTargetPower-BFR	FFS	Value range same as IA session

ra-PreambleIndexConfig-BFR		FFS	Value range same as IA session
PreambleTransMax-BFR		FFS	Value range same as IA session
powerRampingStep-BFR		FFS	
CandidateBeamThreshold			One threshold for CSIRS
Candidate-Beam-RS-List			A list of RS indices. The entry of each list can be a SSB index or a CSI-RS resource index
PRACH-resource-dedicated-BFR			The following fields are defined for each candidate beam RS
	Candidate-Beam-RS	{SSB index or CSI-RS ID}	RS index that is associated with the following PRACH resource Note: if the candidate-beam-RS-List includes both CSIRS resource indexes and SSB indexes, AND only SSB indexes are associated with PRACH resources, NR standard should specify a rule that the UE should Monitor both CSI-RS and SSB for New Beam Identification.
	ra-PreambleIndex-BFR	FFS	Preamble index used to select one from a sequence pool

	prach-FreqOffset-BFR	FFS	FDM'ed to other PRACH resources. Value range same as IA session
	masks for RACH resources and/or SSBs	FFS	Time domain mask. Value range same as IA session

**Table 2 Other RRC parameters related to beam failure recovery**

RRC parameter (UE-specific parameters)	Value range	Note/description
ResponseWindowSize-BFR	FFS	Time duration for monitoring gNB response in Beam-Failure-Recovery-Response-C ORESET after BFRQ. Similar to <i>ra-ResponseWindowSize</i>
Beam-failure-recovery-Timer	FFS	Details on UE behaviour related to the timer is FFS
NrOfBeamFailureInstance	FFS	Consecutive number of beam failure instances for declaring beam failure
Beam-Failure-Recovery-Response-C ORESET	FFS	

- 對於偵測波束故障，本會期決議只有週期性的 CSI-RS 或 SSB 等訊號和 PDCCH 的 DMRS 有空間 QCL 假設的前提下才可視為可偵測波束故障的資源。所得決議如下：

**Agreement:**

For a UE, only periodic CSI-RS or SSB which is spatially QCL'ed with PDCCH DMRS is used for beam failure detection

- Support explicit configuration for the periodic CSI-RS for beam failure detection
  - If this configuration is not made, the default mode is the following:
  - UE expects at least one of periodic CSI-RS or SSB is spatially QCL'ed to PDCCH DMRS

- 在選擇新的可能候選波束所採用的指標為實體層 RSRP，而 CSI-RS 與 SSB 皆可視為選擇新的可能候選波束之資源。RRC 層將基於 CSI-RS 來指派一特定參考值，至於 SSB 部分則採用隱含的方式來得知。所得決議如下：

**Agreement:**

The measurement metric for candidate beam selection is L1-RSRP

- An RRC parameter is introduced to configure the threshold value for L1-RSRP based on CSI-RS
  - Another threshold can be implicitly derived for L1-RSRP based on SSB

- 用於波束故障恢復偵測的 BLER 將沿用過去在無線鏈路監測時判斷的 BLER。所得決議如下：

**Agreement:**

- The BLER used for beam failure recovery reuses RLM default BLER threshold for RLM out-of-sync declaration

- 當 UE 發現波束故障恢復請求而傳送相關訊息回基地台後於四個 slot 後去偵測基地台相關回應。所得決議如下：

**Agreement:**

- The starting point of the observation window of gNB response to beam failure recovery request transmission is 4 slots

### Remaining details on Remaining details on CSI-RS

- 之前會期決議用來產生 CSI-RS 序列為 M 序列，而本次會期決議為長度 31 的 Gold sequence 及其細節設計。所得決議如下：

**Agreement:**

Length-31 Gold sequence is used for CSI-RS

- Same polynomial as in LTE
- QPSK sequence modulation is used
- N<sub>c</sub> and c<sub>init</sub> are to be discussed separately

- 新增 CSI-RS 參考訊號之 RRC 參數，有關於跨分量載波與 BWP 資訊。



所得決議如下：

<b>Agreement:</b>		
Introduce the following RRC parameter for CSI-RS:		
CC/BWP-Info	Indication of which CC/BWP the configured CSI-RS is located in This parameter belongs within a CSI-RS resource configuration or in a BWP configuration (up to editor)	FFS

- 本次會期將 CSI-RS 設計有關於上層 RRC 的相關參數都詳細表列，並對該參數之數值範圍與功能做表列和詳細敘述。所得決議如下：

<b>Agreement:</b>		
CSI-RS-ResourceMapping	Include parameters to capture OFDM symbol location(s) in a slot and subcarrier occupancy in a PRB of the CSI-RS resource FFS: how to configure CSI-RS in different slots for fine time/frequency tracking	Starting subcarrier: For 1 port CSI-RS, there is no restriction For Y=2, is constrained to be one among even subcarriers, in the given PRB (indexed from 0) For Y=4, is constrained to be one among subcarriers 0, 4, 8, in the given PRB (indexed from 0) Symbol location: {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13}, where 2 is supported only when DL-DMRS-typeA-pos equals 3 - UE is not expected to receive CSI-RS and DMRS on overlapping REs - Only uniform RE pattern across all symbols for CSI-RS resource is supported
CDMType	Includes parameters to capture CDM value (1, 2, 4, or 8), CDM pattern (freq only, time and freq, time only)	Agreed CDM types for different X and N {No CDM} for X = 1 and N = 1 {FD-CDM2} for X = 2 and N = 1 {FD-CDM2} for X = 4 and N = 1 {FD-CDM2} for X = 8 and N = 1 {FD-CDM2, CDM4 (FD2,TD2)} for X = 8 and N = 2 {FD-CDM2} for X = 12 and N = 2

		<p>= 1  {CDM4 (FD2,TD2)} for X = 12 and N = 2  {FD-CDM2, CDM4 (FD2,TD2)} for X = 16 and N = 2  {FD-CDM2, CDM4 (FD2, TD2), CDM8 (FD2, TD4)} for X = 24 and N = 4  {FD-CDM2, CDM4 (FD2, TD2), CDM8 (FD2, TD4)} for X = 32 and N = 4</p>
CSI-RS-FreqBand	Includes parameters to enable configuration of wideband and partial band CSI-RS	<p>Combined indication methods from [90b-NR-19]  Starting RB index and number of spanned RBs in the units of 4 - Minimum CSI-RS BW is min(24RBs, BWP for data)</p>
Pc_SS	<p>Power offset of NZP CSI-RS RE to SS RE  Note: This parameter is optional</p>	<p>New parameter  2 bits in the range of [-3, 6] with step size of 3dB</p>
ZP-CSI-RS-ResourceMapping	Include parameters to capture OFDM symbol and subcarrier occupancy of the ZP CSI-RS resource within a slot	<p>A list of NZP-CSI-RS resource mapping(s) by explicit configuration of time and frequency domain information</p>
ZP-CSI-RS-timeConfig	<p>Contains periodicity and slot offset for periodic ZP-CSI-RS</p>	<p>Same as NZP-CSI-RS</p>
ZP-CSI-RS-FreqBand	Includes parameters to enable configuration of wideband and partial band ZP-CSI-RS	<p>Same as NZP-CSI-RS</p>

Aperiodic-ZP-CSI-RS-Resource-List	Contains list of ZP-CSI-RS resource IDs for aperiodic triggering	
CC-Info	Indication of which CC the configured CSI-RS is located in. This parameter belongs within a CSI-RS resource configuration or in a CC configuration (up to editor)	How to capture this in the specification is up to the editor. This parameter applies to both NZP-CSI-RS and ZP-CSI-RS.
BWP-Info	Indication of which BWP the configured CSI-RS is located in. This parameter belongs within a CSI-RS resource setting configuration	How to capture this in the specification is up to the editor. This parameter applies to both NZP-CSI-RS and ZP-CSI-RS.

### Remaining details on QCL

- 本會期確立 QCL 在 R15 版本中有 A、B、C 以及 D 四種型式，分別代表之 QCL 參數都詳細列表。所得決議如下：

<p><b>Agreement:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● QCL types A: Doppler shift, Doppler spread, average delay, delay spread</li> <li>● QCL types B: Doppler shift, Doppler spread</li> <li>● QCL types C: average delay, Doppler shift</li> <li>● QCL types D: Spatial Rx</li> </ul>
--

- 藉由上述決議確立四種 QCL 參數形式，將兩兩參考訊號之 QCL 連結

關係詳細表列，下表條列之條件是在 RRC 層連結之前。所得決議如下：

<b>Agreement:</b>	
<b>QCL linkage for below 6GHz before RRC</b>	<b>signalling</b>
SSB → DMRS for PDSCH w.r.t Doppler shift, Doppler spread, average delay, delay spread, spatial RX parameters (spatial RX parameters are used only for above 6GHz)	
SSB → DMRS for PDCCH w.r.t Doppler shift, Doppler spread, average delay, delay spread, spatial RX parameters (spatial RX parameters are used only for above 6GHz)	

- 下表條列之條件是在 RRC 層連結之後且低於 6GHz 以下（此代表 UE 端或許不需要有波束成型之技術）。所得決議如下：

<b>Agreement:</b>	
<b>QCL linkage for below 6GHz after RRC</b>	<b>signalling</b>
SSB → TRS: Doppler shift, average delay	QCL type: C
TRS → CSI-RS for CSI acquisition: <i>Doppler shift, Doppler spread, average delay, delay spread</i>	QCL type: A
TRS → DMRS: <i>Doppler shift, Doppler spread, average delay, delay spread</i>	QCL type: A
TRS → CSI-RS for CSI acquisition: <i>Doppler shift, Doppler spread</i>	QCL type: B
CSI-RS → DMRS: <i>Doppler shift, Doppler spread, average delay, delay spread</i>	QCL type: A

- 下表條列之條件是在 RRC 層連結之後且高於 6GHz 之上（此代表 UE 端或許具備波束成形之技術）。所得決議如下：

<b>Agreement:</b>	
<b>QCL linkage for above 6GHz after RRC</b>	<b>signalling</b>
SSB → TRS w.r.t average delay, Doppler shift, spatial RX parameters	QCL type: C + D
TRS → CSI-RS for BM w.r.t. average delay, Doppler shift, delay spread, Doppler spread estimation	QCL type: A

TRS → CSI-RS for CSI w.r.t. average delay, Doppler shift, delay spread, Doppler spread estimation	QCL type: A
TRS → DMRS for PDCCH w.r.t. average delay, Doppler shift, delay spread, Doppler spread estimation	QCL type: A
TRS → DMRS for PDSCH w.r.t. average delay, Doppler shift, delay spread, Doppler spread estimation	QCL type: A
SSB → CSI-RS for BM w.r.t. average delay, Doppler shift, spatial RX parameters	QCL type: C+D
SSB → CSI-RS for CSI w.r.t. spatial RX parameters	QCL type: D
SSB → DMRS for PDCCH (before TRS is configured) w.r.t. average delay, Doppler shift, delay spread, Doppler spread, spatial RX parameters	QCL type: A+D
SSB → DMRS for PDSCH (before TRS is configured) w.r.t. average delay, Doppler shift, delay spread, Doppler spread, spatial RX parameters	QCL type: A+D
CSI-RS for BM → DMRS for PDCCH w.r.t. spatial RX parameters	QCL type: D
CSI-RS for BM → DMRS for PDSCH w.r.t., spatial RX parameters	QCL type: D
CSI-RS for CSI → DMRS for PDSCH w.r.t. average delay, Doppler shift, delay spread, Doppler spread, spatial RX parameters; Note: QCL parameters may not be derived directly from CSI-RS for CSI	QCL type: A+D
CSI-RS for BM → CSI-RS for TRS/BM/CSI w.r.t. spatial RX parameters	QCL type: D

### 3. 實體廣播通道(PBCH)欄位設計

PBCH 負責傳遞必要系統資訊給 UE，其中包括系統同步時間如 SFN、SSB 索引等重要資訊。因此，PBCH 傳輸的可靠性必須在所有設計層面特別加強。LTE 規格中為了支援 PBCH 的 soft combining，將部分 SFN 資訊隱藏在擾亂碼之中。而 NR PBCH 有別於 LTE 之處，主要為使用了 Polar code 通道編碼格式以及在高頻載波上支援窄波束傳輸，因而必須在 PBCH 中利用 SSB 索引告知 UE 波束編號。這部分也利用 Polar code 的編碼特性在必要系統資訊做擾亂碼處理時，截取部分 SSB 索引資訊對 Polar code 作一個衍生的線性運算，藉此以隱

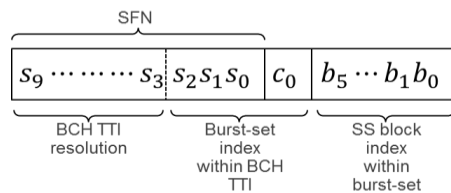
性的方式將此資訊帶給 UE，而必要系統資訊也因此可在同個 SS burst set 之中做 soft combining。由於 UE 必須利用此線性運算在搭配 Polar code 來還原此資訊，故在前次會議中研議針對降低解碼時間與運算複雜度，對 PBCH 欄位擺放機制做進一步研究。而此研究在本次會議已達成決議，在第一次擾亂碼之前的系統同步時間位元( $s_9, s_8, s_7, s_6, s_5, s_4, s_3, s_2, s_1, s_0, c_0, b_5, b_4, b_3$ )分別對應到擺放至第( $a_{16}, a_{23}, a_{18}, a_{17}, a_8, a_{30}, a_{10}, a_6, a_{24}, a_7, a_0, a_5, a_3, a_2$ )的位置。

詳細決議如下：

**Agreement:**

The following info bit mapping before 1<sup>st</sup> PBCH scrambling and CRC encoding is applied to NR PBCH:

- Let  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_{31}$  denote the input bits to 1<sup>st</sup> PBCH scrambling.
- Timing related bits, ( $s_9, s_8, s_7, s_6, s_5, s_4, s_3, s_2, s_1, s_0, c_0, b_5, b_4, b_3$ ), are mapped to ( $a_{16}, a_{23}, a_{18}, a_{17}, a_8, a_{30}, a_{10}, a_6, a_{24}, a_7, a_0, a_5, a_3, a_2$ ), respectively.
- The remaining info bits are mapped to ( $a_1, a_4, a_9, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{19}, a_{20}, a_{21}, a_{22}, a_{25}, a_{26}, a_{27}, a_{28}, a_{29}, a_{31}$ ).
- Note: D-CRC interleaving effect is taken into account in the above info bit mapping design.
- Note: Scrambling will not change the order of the bit mapping



#### 4. 搜尋空間設計

由此次大會和前幾次會議的討論，5G NR 之 PDCCH 搜尋空間的設計已大致完成。5G NR 沿用了過去在 LTE 中以 PDCCH 候選人集合來決定 UE 在某個聚合層中所應該要偵測之位置，同時也繼承了共通搜尋空間與 UE-specific 搜尋空間的設計概念。為了滿足 UE 效能與硬體實作考量，NR 也增加了 CORESET 的制定與 BWP 的概念，這相當地影響到了搜尋空間相關之參數設定。因為基地台可以為 UE 配置兩個以上的 CORESET，所以 UE 可能會有兩組以上，在相同的時槽但在不同的 CORESETs 的搜尋空間。舉例來說，UE 藉由 PBCH 得知

共通搜尋空間的位置以便偵測 RMSI，之後再透過接收 RRC 配置，得知另一個 CORESET 以及 UE-specific 搜尋空間的配置。

此外，在 NR 系統中，基地台可以為 UE 在不同的 BWP 配置 CORESET 與搜尋空間，本次會議確認了 BWP 與 CORESET 之間的關係，並確認不同的 SCS 下所使用的搜尋空間的盲解碼數目。詳細的決議如下：

**Agreement:** RRC parameter “*CORESET-start-symb*” is deleted from the RRC parameter list.

**Agreements:**

- (Working assumption) For NR PDCCH associated with the CORESET(s) configured by PBCH, AL=16 is not supported.
- For NR PDCCH associated with the CORESET(s) configured by RMSI or UE-specific RRC signaling, AL=16 is supported
  - Note: additional complexity, if any, for NR PDCCH channel estimation is to be discussed separately
  - Discuss further offline whether or not AL=16 is associated with wideband RS only

**Agreement:**

- CORESET configured by RMSI is confined within the initial active DL BWP

**Agreements:**

- For a CORESET configured by UE-specific RRC signaling, DL BWP-specific RB indexing + RB-offset are used to configure frequency-domain resource.
  - The length of the bit-map is  $\text{Floor}((N_{\text{RB}} - (\text{ceil}(\text{BWP\_start}/6)*6 - \text{BWP\_start}))/6)$ 
    - CORESET starting RB is  $\text{ceil}(\text{BWP\_start}/6)*6$

For a CORESET configured by PBCH/RMSI, RB indexing is for the initial DL BWP.

**Agreements:**

- Introduce a linkage between search space set and CORESET via an index to the CORESET configuration
  - CORESET is removed from the search space configuration
- In Rel-15, the max no. of CORESETs configurable for a BWP in a cell for a UE is [3]
- In Rel-15, the max no. of search space sets configurable for a BWP in a cell for a UE is [10]

### Agreements:

- For information, the following cases are clarified:
  - Case 1: PDCCH monitoring periodicity of 14 or more symbols
    - Case 1-1: PDCCH monitoring on up to three OFDM symbols at the beginning of a slot
    - Case 1-2: PDCCH monitoring on any span of up to 3 consecutive OFDM symbols of a slot
      - For a given UE, all search space configurations are within the same span of 3 consecutive OFDM symbols in the slot
  - Case 2: PDCCH monitoring periodicity of less than 14 symbols
    - Note: this includes the PDCCH monitoring of up to three OFDM symbols at the beginning of a slot
- The numbers in bracket in the following table can be further adjusted but not to be increased
- $X \leq 16, Y \leq 8$ 
  - FFS whether or not to have case 2', where the values of X and/or Y can be smaller than case 2

Max no. of PDCCH BDs per slot	SCS			
	15kHz	30kHz	60kHz	120kHz
Case 1-1	44	36	22	20
Case 1-2	[44]			-
Case 2	[44+X]	[36+Y]	[22+Y]	[20]

## 5. 載波聚合

載波聚合方面，本次會議主要的討論焦點都圍繞在 HARQ 編碼簿設計之剩餘細節；例如 HARQ-ACK bundling 之原則，與 HARQ-ACK multiplexing 方式等。這方面討論仍未達成決議的原因之一為，5G NR 支援了基於 CBG 之傳輸技術，而此技術將大大提昇 HARQ-ACK 之傳輸量，因此 HARQ-ACK 編碼簿需要重新設計。過去的會議已達成 5G NR 將支援半靜態編碼簿及動態編碼簿兩種方式，並可由上層做設定。動態編碼簿方面，將基於 DAI 概念做設計。

由於載波聚合下，UE 對每個載波之下行傳輸資料要回覆的 HARQ-ACK 位



元數目將與 CBG 技術之設定有關，因此無法直接沿用 LTE 系統中之 DAI 設計來支援動態編碼簿。本團隊關鍵提案之一即為將 DAI 概念延伸至可以兼容 CBG。此技術提案獲得相當多公司支持，但礙於 5G NR 階段一已進入尾聲，討論時間不足而無法在大會中達成共識。最後達成之折衷辦法為，令 UE 針對 TB 層級與 CBG 層級的下行傳輸各回覆一子編碼簿，並將兩個子編碼簿結合回覆給基地台端。詳細決議如下：

**Agreement:**

- NR supports separate configuration of HARQ-ACK spatial bundling for PUSCH and PUCCH

**Agreements:**

- For semi-static HARQ-ACK codebook, support
  - DL association set is determined based on the configured set of HARQ-ACK timings, where the HARQ-ACK payload is ordered based on DL time index
    - There is no DAI in DL grants

**Agreements:**

- Generate 2 HARQ-ACK sub-codebooks (sub-CBs)
  - First sub-CB is for transmissions with TB-based HARQ-ACK, second sub-CB is for transmissions with CBG-based HARQ-ACK
  - The sub-CBs are combined in a single HARQ-ACK codebook (sub-CB for TB-based HARQ-ACK is placed first)
  - No additional reliability enhancements

## 七、心得與建議

### ● 心得

- 本會期是 5G NR Phase I 最後一次會期。MIMO 議題幾乎已收斂，剩下一些小議題待由五天時限的電子信件確認後，即完成 5G 初版。過程雖有效率的進行議程，但仍敵不過有限會議時間以及不少重要議題各公司看法仍分歧，而造成某些技術無法被收納。

- 由於本次會期是 R15 今年最後一次會期，所以本次會議前三天主要都在討論實體層設計與上層 RRC 有相關的參數，以準備送相關參數給 RAN2 接手制訂相關訊息格式。而導致實體層其他設計討論時間相對有被壓縮。因此，不夠具體與詳細的決議無法收錄於本次技術標準中。
- 未來會議可持續關注相關 NR-MIMO 議題於下一版本的發展，主要以多個波束傳輸、多個收發節點與多個面板的系統為主。後續設計值得繼續觀察。
- 5G NR 工作項目階段一總算告一段落；從最初傳輸波形與多工模式的百家爭鳴，到現在錯誤更正碼與多天線傳輸技術均已達成決議，各家公司都著實付出不少心力。其中亦可觀察到，相較於 4G LTE 系統與 3G CDMA 系統之差異，5G NR 系統相當程度地沿用了 4G LTE 系統之設計原則與技術。相信未來 5G NR 工作項目階段二，4G LTE 系統之設計經驗對於未來標準制訂亦扮演相當重要的角色。

## ● 建議

- 由於時程緊湊，5G NR 中有為數眾多之議題都是在妥協情況下達成決議；許多重要的技術所達成之共識均明確點出是在階段一所制訂的版本不被支援。不難想見這些尚未深入討論之議題將成為未來標準制訂的重點，例如對於 CBG 傳輸技術之動態 HARQ-ACK 編碼簿等。若提早深入探討此類議題相信可在標準制訂工作方面取得先機。