3.5GHz帯利用と LTE-Advanced

2012年9月5日

華為技術日本株式会社

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

ご紹介項目

1 LTEの市場、3.5GHz帯と業界、4G標準化

2 周波数配置や衛星干渉の検討

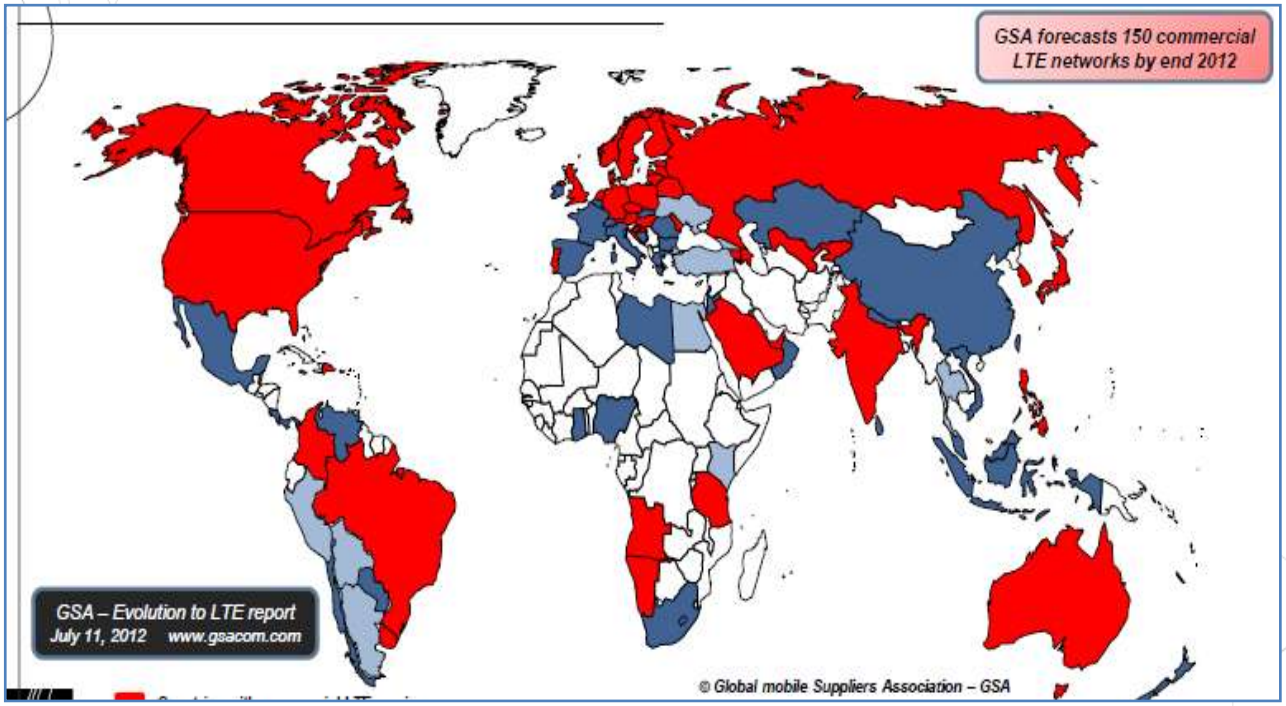
3 3.5GHz帯スモールセルの検討とその発展

グローバル市場におけるLTEの普及

モバイルブロードバンド市場の変貌

- 電話端末からスマート装置へ
- 人間からマシン型通信へ
- データ速度は、Kbps から Gpbsへ

Global LTE Deployment Map



GSA. July 14, 2012

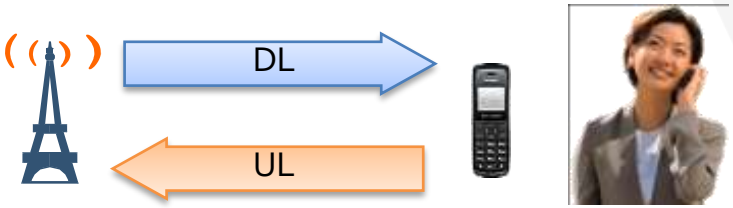
- 商用サービス
- 商用展開の進捗中または計画
- トライアル中

- **338** 事業者が**101**ヶ国においてLTEに投資
- **89** 商用システムが**45**ヶ国で展開
- **GSAは、2012年までに、150のLTE商用網が64ヶ国に展開すると予測**

LTE TDDの商用化の加速

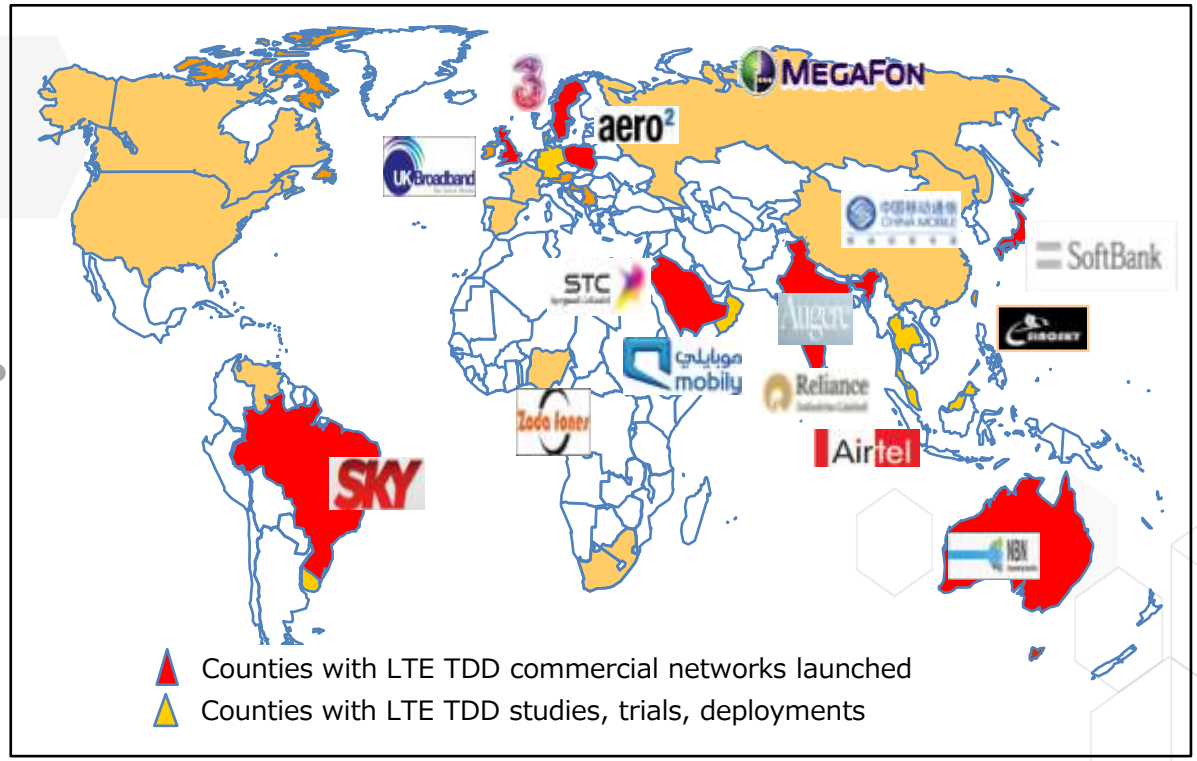
従来からの音声主体 (カバレッジ指向)

DL/UL = 1:1



ブロードバンドデータサービス(容量指向)

DL/UL = DL dominant



LTE TDD（互換を含む）の広がりマップ
- Based on “GSA Evolution to LTE report”, July 11, 2012

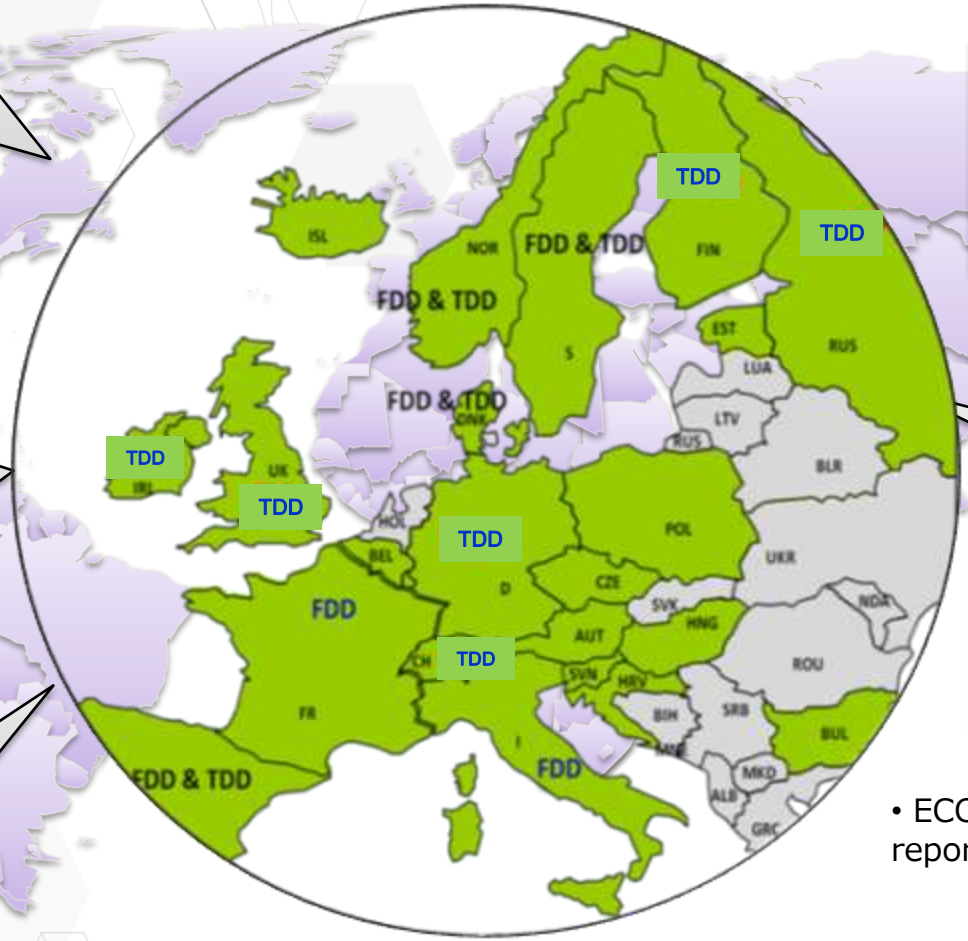
6 大陸に跨る28 商用コントラクト,
BRIC, US は大きなスケール展開 (2012年)
全世界人口の半分の地域カバー率に相当

海外における3.5GHz帯の配置検討

北米
- 米国では3550-3650MHz(100MHz)が地上移動に割当て
- カナダは、150MHz以上の配置検討が3.5GHz帯にあり

中米
- 3.4-3.6GHz帯には、大きく25MHzのシームレスなブロックサイズで定義されている

南米
- 41社ほどの事業者が、3.5GHz帯でネットワークを展開



中国
- 3.5GHz帯はホットスポットをカバーするsmall cellとして検討
- 衛星システムとの干渉は検討すべき調査事項となっている

欧州
- FDDとTDDのふたつのシナリオある大多数の国のフィールドではTDD技術の実績が多い。
- FDDとTDDは、同時配置はしない方向

- ECC Public Consultation report (Aug. 2011).

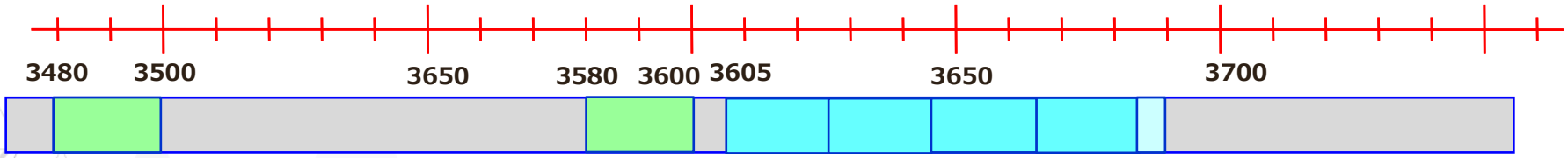
◆ 世界の事業者の４割以上が、**40MHz**以上の3.5GHz帯のスペクトルを所有する

UK Broadband 3.5GHz帯でのLTE TDD商用立上げ – 英国

- UK Broadband Limited (“UKB”) は、英国の通信事業会社
- UKB は、 3.5GHz帯において124MHzのスペクトルを所有
- LTE TDDには、6 x 20MHz channels を割当て
- 商用サービスを、2012年 6 月にSouthwarkで, 2012年7月にSwindonで立上げ

Band	Allocation	Duplex	Band Use
3.5GHz	20MHz x2	TDD	Band 42 BWA
3.6GHz	84MHz (20MHz x4)	TDD	Band 43 BWA

TD-LTE 運用のUKB社スペクトル



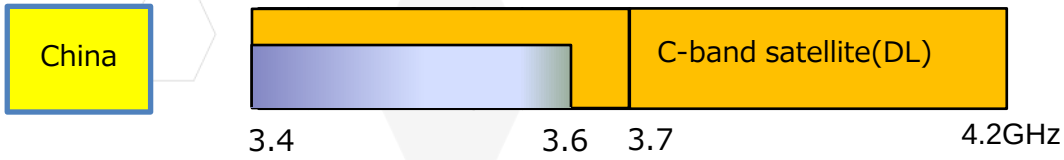
~ based on the “Wireless Cities” UK Broadband, 30th May 2012

UKBは、“3.5GHz Interest Group”(*) の活動をリード

(*) “The 3.5GHz Interest Group”
3.5GHz帯の業界連携の前進化推進
•LTE TDDの事業者、チップセット、端末ベンダなど、50社近くが、2012年6月の会合に参加

中国における3.5GHz帯事情

中国ではIMT用 3.4-3.6GHz帯は、Small cell用途として検討されている。



CバンドにおけるFSS DL周波数3.4~3.7 GHzは、衛星トランスポンダ等の補充用周波数帯域とされている。

FSSとの共存検討
CCSA プロジェクト

•Cバンド衛星との共存フィールド試験
"IMT systems and FSS system coexistence in the 3.4-3.6GHz band"
- 理論的検討で適用可能性を確認
- フィールド試験を、2012年上半期に実施

標準化活動関係

1. 中国レポートの"Low power indoor technology is used at 3400-3600MHz"は、ITU-R WP5DにおいてM.[IMT.MITIGATION]に記載されることとなった。(2011年10月)
2. AWGでは、"the compatibility study between IMT and FSS in the band 3.5GHz"に基づいた作業計画が作成された (2012月4月)

将来にむけた開発

"LTE-Hi"開発とグローバル標準化展開

•CCSA(China Communications Standard Association)
•AWG (APT Wireless Group)

LTE-Adv. R10/R11 コアフィーチャーと構成技術

Carrier Aggregation

- CA Application Scenarios, Solutions and Performance
- CA UL/DL control signaling design
- CA UL/DL Power control design
- Cross-carrier scheduling

CoMP

- CoMP Application Scenarios and Performance
- Identify multi-CoMP Schemes
- cluster configure to UL/DL CoMP
- CoMP X2 I/F enhancement

DL MIMO

- DL MIMO Performance Assessment
- 8Tx codebook design
- Adaptive codebook design
- DL MU-MIMO enhancement

UL MIMO

- UL MIMO Performance Assessment
- UL codebook design
- UL Tx diversity on PUCCH/PUSCH
- UL MIMO control signaling design

Relay

- Relay Solutions and Performance Assessment
- Relay Architecture
- RN timing, with DL/UL timing

……

……

3GPP リリースラインとその今後

R8/R9 (LTE)

◆Bandwidth max.:20MHz
◆MIMO max:
DL 4-stream
UL single-stream
◆SON
-etc.

●Frequency band < 3GHz

R10/R11 (LTE-Adv.)

◆CA Bandwidth max.
40M-100MHz
◆MIMO max.: eMU-MIMO
DL 8-stream/ UL 4-stream
◆CoMP
◆HetNet, eICIC/FeICIC
◆ Relay
◆E-PDCCH
-etc.

●New band:
•3.41-3.49G/3.51-3.59GHz (FDD Band 22)
•3.4-3.6GHz (TDD Band 42)
•3.6-3.8GHz (TDD Band 43)

R12の関心ターゲット

Enhanced Small Cell

•Frequency separation between Macro and Small cells
•Dynamic TDD
•Inter site CA / Macro cell assisted small cells
•Interference coordination/ management
- etc.

2009 (R8) /2010(R9) 2011 (R10) *~ 2014*

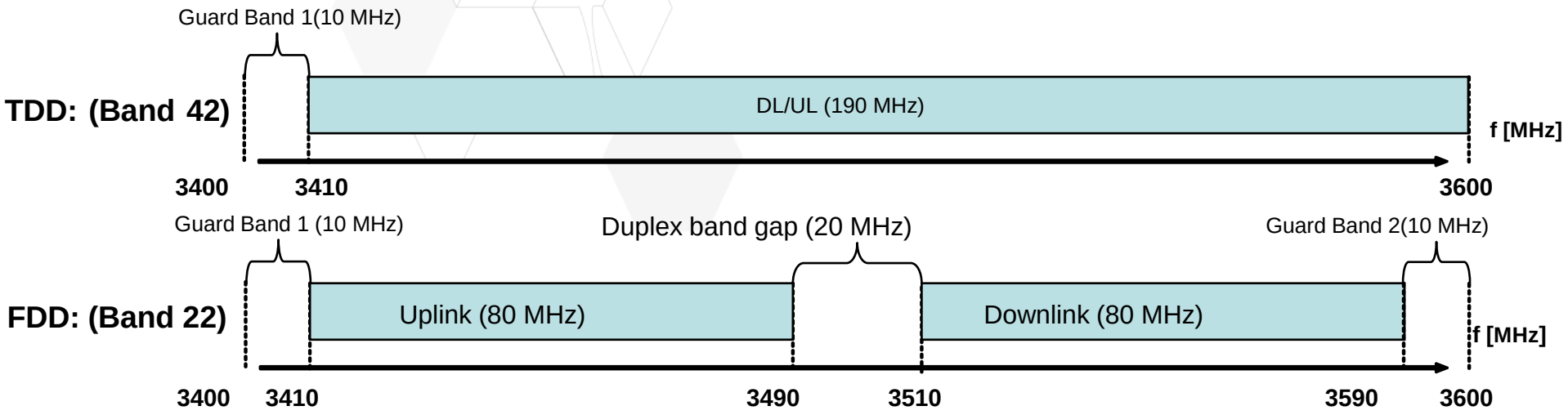
ご紹介項目

1 LTEの市場、3.5GHz帯と業界、4G標準化

2 周波数配置や衛星干渉の検討

3 3.5GHz帯スモールセルの検討とその発展

3.5GHz帯 TDD/FDDの周波数利用



	FDD	TDD	Comment
利用可能 帯域幅	**160M (2x80M)**	**190M (Max.)**	•TDDのDL/UL比は、データキャパシティ指向としては、通常 **3:1**が事業者で適用される • 同一環境リソース上でのTDDシステム共存のためのTDD同期化の必要性は、一般認識としてもたれる
ガードバンド	10M x2	10M	
技術的条件	Duplex Gap 20MHz (*)	共存のための同期 (同一バンド/エリア内)	

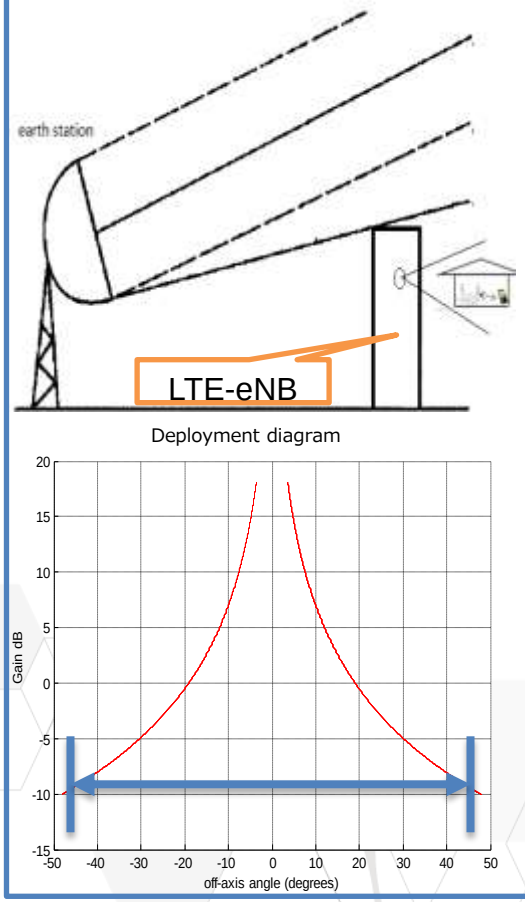
衛星(FSS*)システムとの干渉検討 – 中国

* FSS (Fixed Satellite System)

2010.末: 開始
トラヒックオフロード
3.5GHz帯の利用方針

2011Q2: 調査検討プロジェクトがCCSAにおいて承認

CCSA プロジェクト: 複数TD-LTE BSを使って更なるフィールド試験



(ITU-R S.465) Satellite earth station antenna gain

- 3400-3600MHz帯における IMT hotspot/indoor coverage systemとFSS網の間の適合性と共存性のフィールド試験
- 低出力IMTセルラー局は利用可能
  NodeB送信電力 24dBmの設定

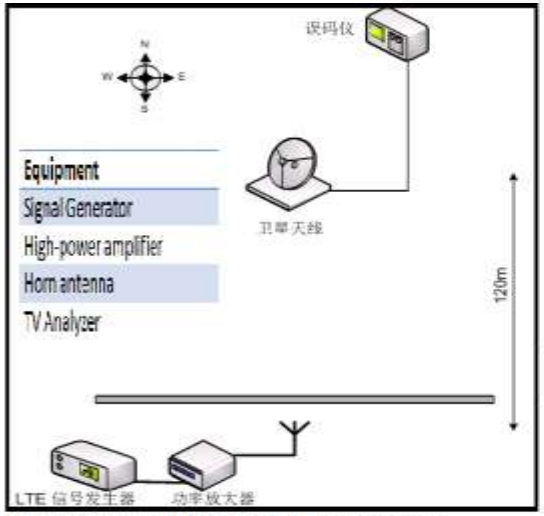
- AWG４月会合：3,5GHz帯FSSの共存検討のproject 2012-2014年を提案
- AWG会合への入力を歓迎

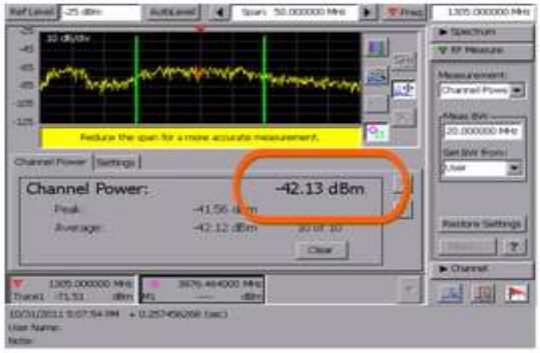
分析検討により、干渉緩和の基本的方向性を見出した。

- 設置場所と離隔距離によるアイソレーション
- サイトシールディングによる干渉低減
  FSS地球局のメインビーム内にある場合は、シールドは限定的。低レベル電力送信に加えて、一定距離による分離が必要となる
- NodeBのアンテナ　チルト角の調整
- 低電力システムによる構成

- アンテナ主軸に対して**-48°～48°以内に入る場合は**、FSSのメインローブの被干渉が大きいため、BS局の配置展開には多大な配慮が必要。
- アンテナ主軸に対して**-48°~48°の外側になる場合は**、アンテナ利得は-10dB以下ではあるが、サイトシールディングをしてより良いアイソレーションを図る必要がある。

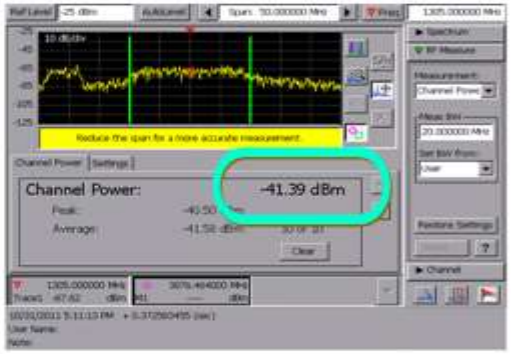
3.5GHz帯FSSとの共存検討 フィールド試験 – 中国





□Guangdong TV, IF frequency

(No interference, Vertical polarization)



□Guangdong TV, IF frequency

(No interference, Horizontal polarization)

□Guangdong TV, Vertical polarization

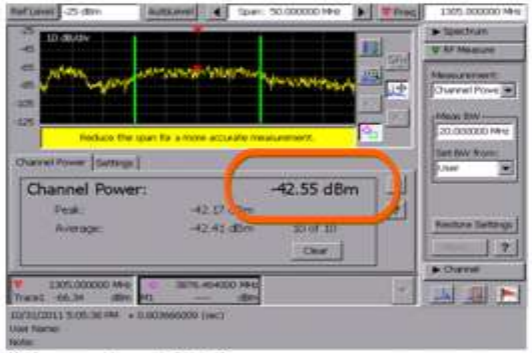
- ♦ Channel is in a normal condition when
  - Output power is 24dBm/20MHz and the protected distance is 105m.
- ♦ Threshold SINR for Guangdong TV: 31dB.

□Guangxi TV, Vertical polarization

- ♦ Channel is in a normal condition when
  - Output power is 24dBm/20MHz and the protected distance is 30m.

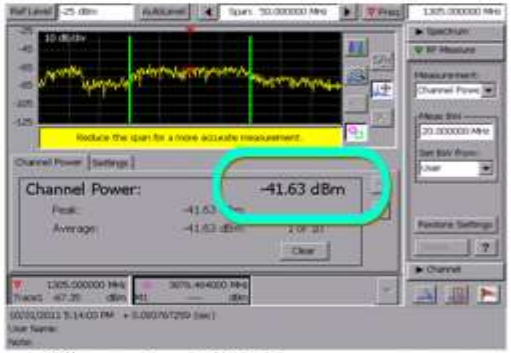
□Guangxi TV, Horizontal polarization

- ♦ Channel is in a normal condition when
  - Output power is 24dBm/20MHz and the protected distance is 67m.



□Guangdong TV, IF frequency

(With interference, 27dBm/20MHz, Vertical polarization)



□Guangdong TV, IF frequency

(With interference, 27dBm/20MHz, Horizontal polarization)

ご紹介項目

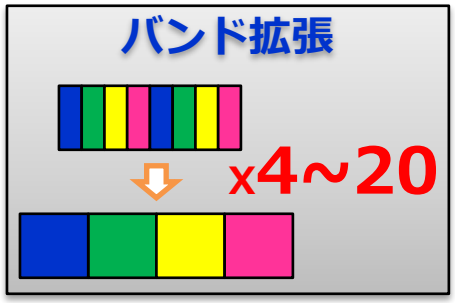
1 LTEの市場、3.5GHz帯と業界、4G標準化

2 周波数配置や衛星干渉の検討

3 3.5GHz帯スモールセルの検討とその発展

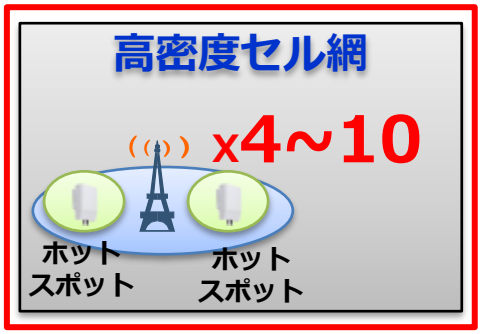
3.5GHz帯にマッチするSmall Cell

ここ10年のワイヤレス技術に期待される進展



周波数スペクトラム
の再編、統廃合、CA

発展技術の導入
（標準規格、新規開発）

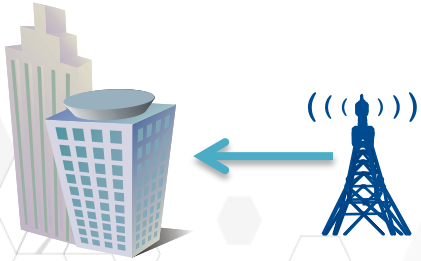


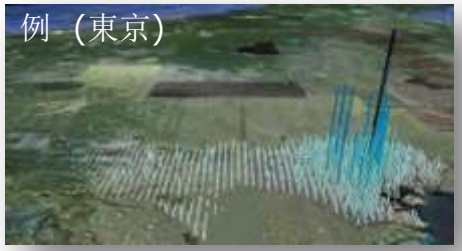
スモールセル高密度網展開
に適ったコンパクト
かつ低コストな手法

CapacityX500
@ホットスポット

Small cell solution

フィールド特性





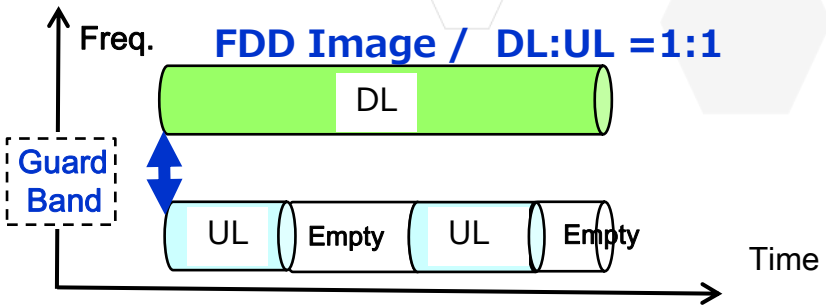
ローカルスポットのマイクロセル展開に適った3.5GHz
→高い周波数の伝播特性
(限定距離, 低回折、低透過性)

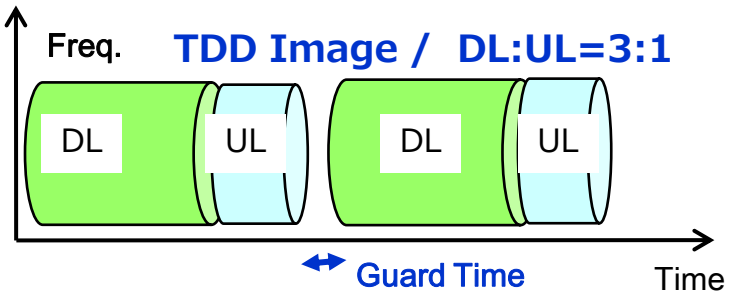
データトラヒックの70-80%は屋内で発生
→低干渉、低モビリティ特性
→トラヒックデータ信号処理に注力化

不均一なトラヒック分布
→ 現場環境に応じた簡易な設置と運用(省スペース、低コスト)

Small cell 適用にむいたTDD – (1/2)

トラヒックと DL/UL 比





「“Wireless Cities”, 30th May 2012, by UK Broadband」より

-DL/UL比は、現在の網では**7:3**

-4Gにおけるビデオ利用では、**9:1**比が通信路に期待される

データ通信用途では、

[FDD]:

-9:1では、DLチャネルは100%フルであるが、UL側は10%だけの充満率である

-FDDでは、データサービス通信においては、60%程度の周波数利用効率となる

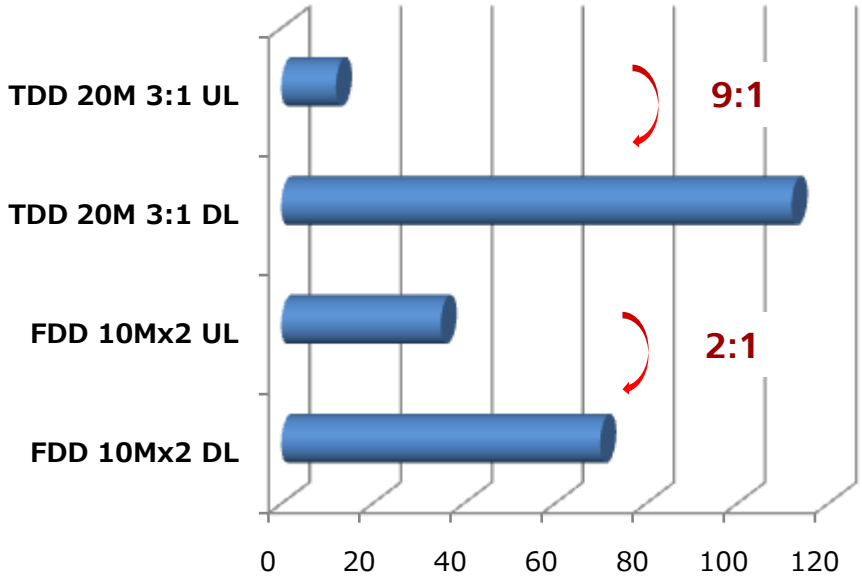
[TDD]:

-9:1においても、DLとULは同一チャネルで動的に伝送対応できる

-TDDでは、常に100%程度の周波数利用効率が可能

Small cell 適用にむいたTDD – (2/2)

ピーク・スループット
伝播損失無しの理論的数値



- TDD 1*20M vs. FDD 2*10M
- Micro 2*1W Omni-cell
- TDD DL:UL= 3 : 1
- special frame configuration=10:2:2

セルエッジ・屋内スループット見積り

Link Balance Analysis		Edge Throughput with Link Balance		DL:UL capability for balance
		UL	DL	
Micro BTS	TDD	500 kbps	4787 kbps	9:1
	FDD	500 kbps	1250 kbps	2.5:1

スモールセルのセルエッジにおいても、TDDでは合理的なDL/UL帯域構成により、市場需要に応じたデータレートが提供可能。

3.5GHz帯Small cellの将来発展に向けて – LTE-Hi

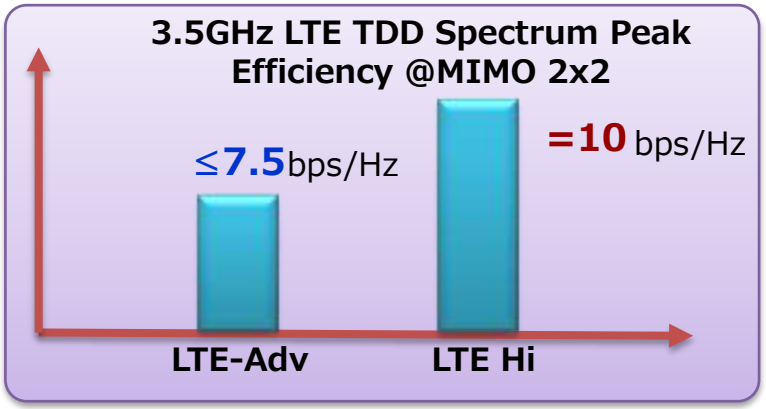
LTE-Hi (= LTE evolution for Hotspot and Indoor)

LTE Hi

ホットスポット/インドア トラヒック の
LTE Hiへのオフローディング

スペクトラム高効率利用による
高スループット

スペシャルフィーチャを,**他バンドに先じて**
3GPP R12に向けて開発



LTE-Hi の発展パス

2012

•帯域幅の拡張
◆ CA サポート
◆ 帯域幅>=40MHz

•新規バンドでの運用
◆ 周波数:3.4-3.6GHz
◆ 帯域幅: 20MHz

• LTE-Hi towards R12 Onward
◆ Traffic Adaptive DL/UL
◆Overhead reduction
◆High-order-modulation
◆Interference reduction via Neighbor listening
◆ HetNet SON/OAM enhancement
◆ MSA (Multiple Stream Aggregation)
◆ ,,,,

多数の事業者や他ベンダとの協調・協力化が可能、視野にいれる
← eLA (enhanced Local Area)等の手法との類似性大きい

まとめ

■　ホットスポットやインドア/インビルディングのような過密データトラヒックエリアでは、Small Cellは現在および将来的発展パスをもつ理に適ったソルーションを提供する。

■　FDD、TDDともに、周波数効率の技術的検討や、レギュレーション、標準仕様、市場需要、業界規模の観点におけるグローバル動向とその協調化が重要。

■　3.5GHz帯における衛星システムとの共存にむけて進行中の実証試験や分析の存在がある。

■　3.5GHz帯LTE TDDでは、諸国でトライアルや商用網立上げ拡大が進行している。業界ではグローバルな推進活動や協調の展開が見られる。

ご紹介項目

APPENDIX – 関連やご参考

3.5GHz帯 LTE TDD 進行プロジェクト

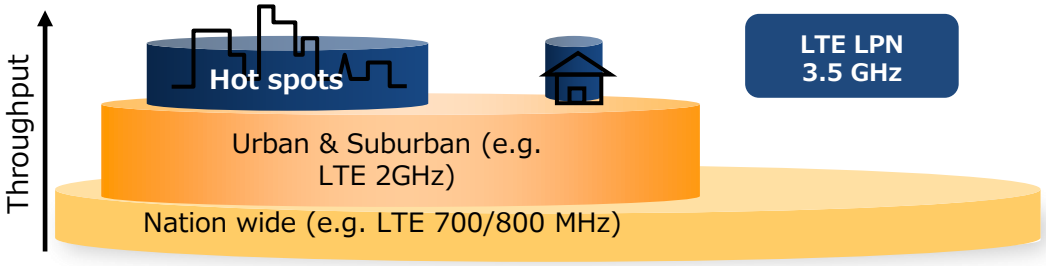
国名	事業者	3.5GHz帯の状況
カナダ	Xplornet	LTE TDDのトライアル (2.5GHz 及び3.5GHz)
クロアチア	Velatel	LTE TDDの展開　（3.5GHz）
フランス	Bollore	LTE TDDの展開計画　（3.5GHz）
モンテネグロ	Velatel	LTE TDDを展開中　（3.5GHz）
ロシア	Enforta	LTE TDD 試験網の展開中　（3.5GHz）
英国	UK Broadband	LTE TDD 商用網の立上げ（3.5GHz） 商用サービス 28.06.12
ウルグアイ	Dedicado	LTE TDDの展開計画　（3.5GHz）

Source: GSA “GSM/3G MARKET/TECHINOLGY UPDATE” – July 11, 2012

ホットスポット･インドア環境の品質改善に向けた発展

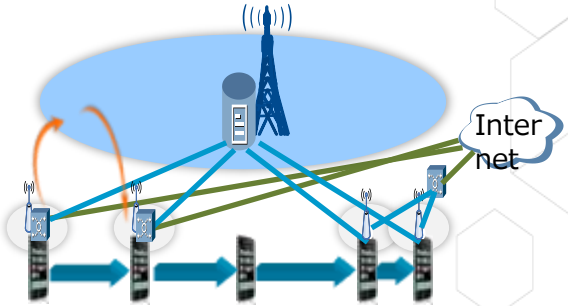
高い周波数帯の高効率キャパシティレイヤ

- 広帯域ホットスポットやインドア・アクセス向け3.5GHz帯での周波数利用
- カバレッジやキャパシティに対する別周波数キャリアによるマルチレイヤ網レイアウト



ホットスポットやインドア環境に適した簡易型LPN (Low Power Node)

- スペクトラム効率向上:　周波数利用効率（ピーク、平均）
- フレキシブルDL/UL機能付きTDDが、ローカルトラヒックに適用
- 同期された隣接検出によるローカルクラスタにおける干渉低減
- スタンドアローンセルにも対応（屋内環境など）

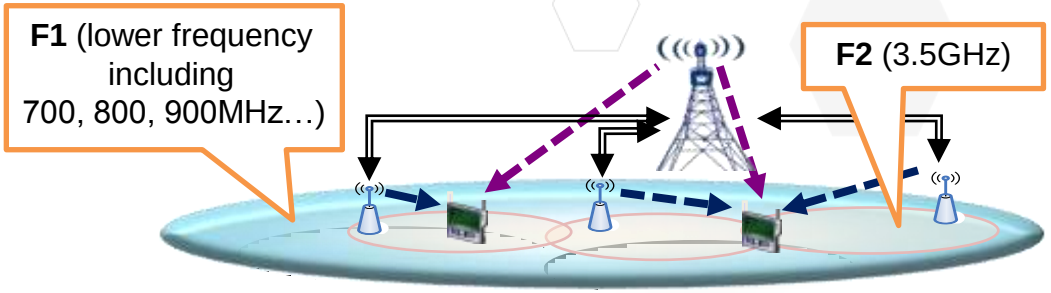


マルチレイヤ協調運用と管理制御

- スモールセルレイヤは、マクロ支援によってモビリティやトラヒック処理を向上

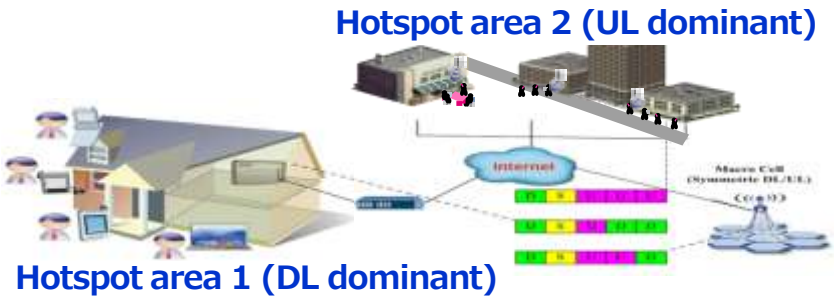
3.5GHz帯における Beyond LTE Adv.に向けた技術検討

MSA (Multiple Stream Aggregation)



- ➢マルチ周波数キャリアを使ったマルチネットワーク
  - F1 (mobile layer) + F2 (traffic layer)
- ➢グループセルのデータストリーム
  - •ユーザ端末は、セル或いはセルグループからDL集束データストリーム を良好な信号品質で受信
- ➢マルチレイヤ協調化による移動管理とトラヒック運用
  - •ユーザースループット増加、干渉低減、
  - •ハンドオフ手順簡易化へ

Dynamic DL/UL Ratio



- ➢トラヒック適用型DL/ULリソース配置
  - ➢ ホットスポットやインドアシナリオにおけるトラヒック非対称な条件では、適用DL/ULコンフィグが有効
- ➢隣接ノード間のコンフィグ検出
  - ➢トラヒック負荷変更には、動的なセル再コンフィグ化が必要になる。
  - ➢自動化検出機能は、環境変化への適応や干渉低減について、特に非ペアリングTDDでは効果的

Thank you

www.huawei.com