

WLAN 5GHz帯レーダ検 出要求仕様の確認と市場 の概況

- 2015年3月5日 -

(株)WiNG
高木映児

アウトライン

- 5 GHz帯WLANの状況
- 5GHz帯WLANのレーダ検知(DFS)要求について
- DFS帯を使用しづらくしているいくつかの例
- DFS帯の制約を緩和させるためのいくつかの試み
- まとめ

5 GHz WLANの状況

2.4 GHz 帯

良い点

■ 非常普及している

- 世界中の無線LAN機器のほとんどが802.11b/g(2.4GHz)に対応している（どこでもつながる）。

制約

■ 割り当てチャンネルの限界によるスループットの制約

- 40MHzのBondingは推奨されていない
- 80 MHzのBondingおよびそれ以上は使用不可

■ 信号輻輳による不安定な特性

- チャンネル数の制約
 - ✓ 13チャンネル（+1チャンネル）あるがチャンネルがオーバーラップしているので独立し多チャンネルとしては3チャンネル（4チャンネル）しかない。
- ISM帯を使用していることによる輻輳
 - ✓ BT、マイクロ波オーブン、ZigBee等、多くの無線システムが混在しているため無線LANのスループットが不安定になる。



5 GHz 帯

良い点

■ より多くのチャンネルがある（計19チャンネル）

- W52: 20 MHz x 4 chs (5.15-5.25)
- W53: 20 MHz x 4 chs (5.25-5.35)
- W56: 20 MHz x 11chs (5.470-5.725)
- 160 MHz も可能(11ac)

制約

■ 使用場所の制約

- W52 と W53は屋内でのみ使用可能（屋外に対して20dB減衰相当）

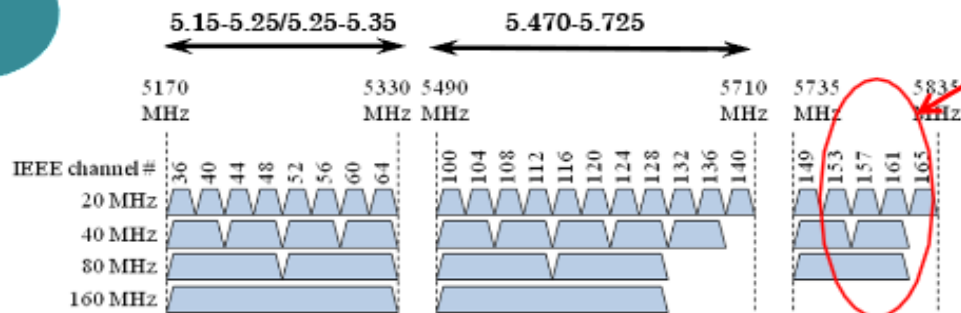
■ (2.4GHz帯にはない) 具備すべき機能

- W53, W56帯についてレーダーへの干渉を回避するメカニズムを搭載する必要がある。(W53; 5.25-5.35GHz, W56; 5.470-5.725GHz)

世界のWLAN5GHz チャンネル割り当て状況

この帯域は屋内使用にかぎるのでモバイルデバイスにはその使用が非常に限定される。据え置きTV等の家電に主に使用されている。

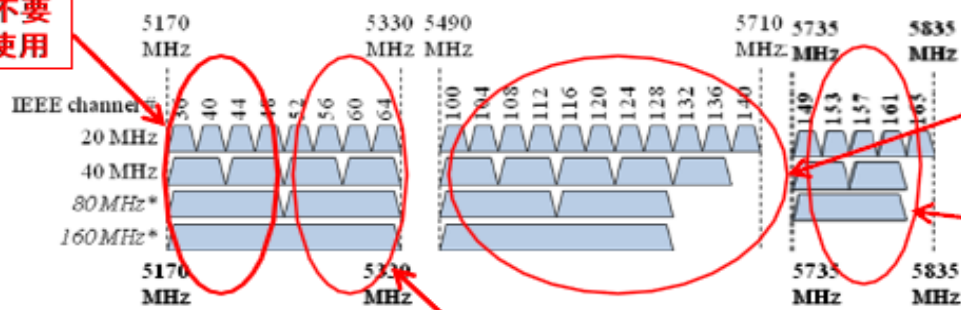
US



5GHzのISM帯であり(マスターデバイスでも)レーダ干渉抑制機能無しで屋内外で使用可。

DFS不要
屋内使用

Europe & Japan



DFS必要
屋内、屋外使用

EUのみ

India



DFS必要
屋内使用

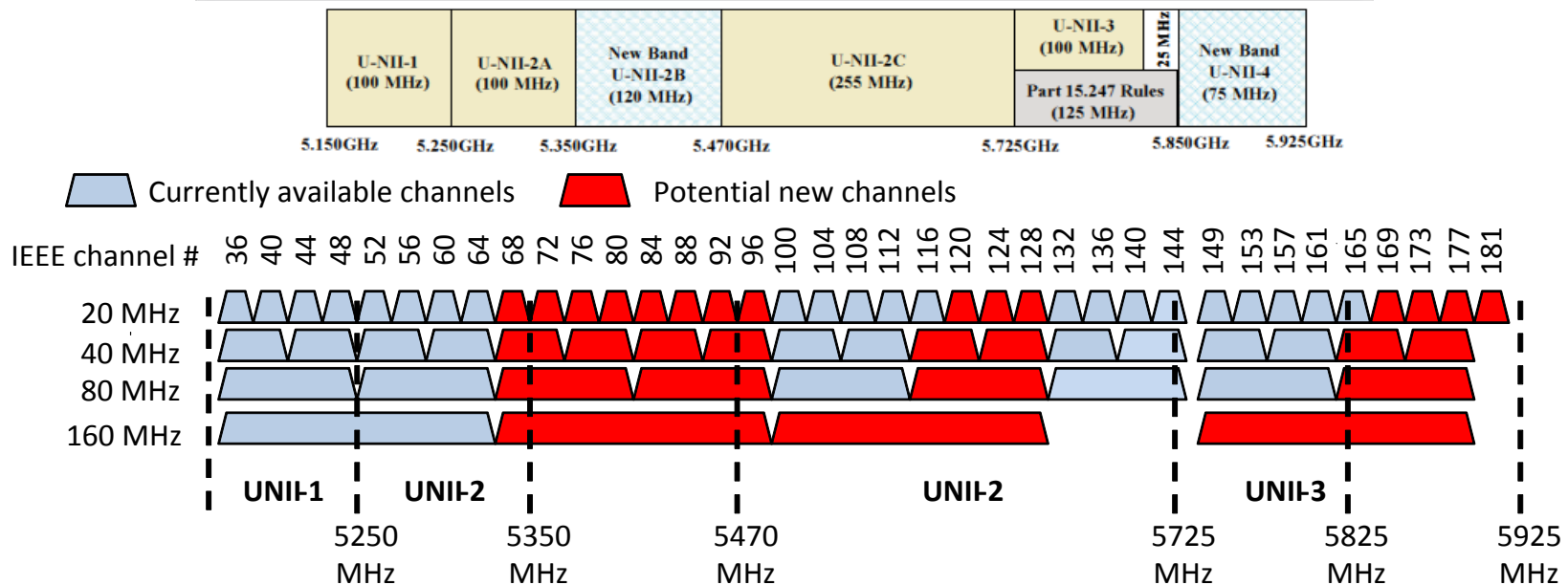
China



米国5GHz周波数解放状況

The FCC released a Notice of Proposed Rulemaking outlining proposals to amend Part 15 of its Rules governing the operation of Unlicensed National Information Infrastructure (U-NII) devices in the 5 GHz band.¹ The *NPRM* covers potential changes to the rules governing the existing spectrum allocated for U-NII devices as well as the addition of 195 megahertz of spectrum to the 5 GHz U-NII bands. Below is a brief summary of the FCC's proposals. Comments are due 45 days, and reply comments 75 days, respectively, after Federal Register publication of the *NPRM*, which has not yet occurred.

¹ *Revision of Part 15 of the Commission's Rules to Permit Unlicensed National Information Infrastructure (U-NII) Devices in the 5 GHz Band*, Notice of Proposed Rulemaking, ET Docket No. 13-49 (rel. Feb. 20, 2013) ("*NPRM*").

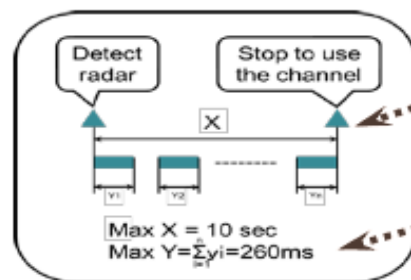


5GHz帯WLANのレーダ検知(DFS)要求について

For DFS Function:

Parameter	Value
Non-occupancy Period	≥ 30 minutes
Channel Availability Check Time	≥ 60 seconds
Channel Move Time	≤ 10 seconds
Channel Closing Transmission Time	≤ 260 milliseconds

Table 1: DFS Response Requirement Value



一度あるチャンネルでレーダを検出したら、30分経つ迄そのチャンネルを使用することはできない

使用開始する前に1分間、当該チャンネルにレーダが存在しない事を確認しなくてはならない

レーダを検出したら10秒以内にチャンネルを移動しなくてはならない

レーダを検出したら送出したパケットの送積分時間が260mSを越えるまでにチャンネルを移動しなくてはならない。

マスター機器はチャンネルを使用する前に60秒レーダがないかモニタ。
またチャンネルを使用中もレーダがないか常にモニタしてレーダを検出したらパケット朝の合計が260ms（サービス時間として10秒）以内に使用を停止し、別のチャンネルに移らなければならない。新しいチャンネルを使用する前に60秒レーダがないかモニタしなければならない。

Radar Type	Pulse Repetition Frequency (Hz)	Pulse Width (usec.)	Number of Pulses	Radar Detection Probability
DFS-J1-1	700	1	18	60% or more
DFS-J1-2	260	2.5	18	60% or more

*1. The Channel Loading is 50 % of Maximum Transmission Data Rate.

*2. The receiving threshold level is the following. (This is the average power while receiving radar with an absolute gain 0 dBi antenna.)

The case of $P_o \geq 200\text{mW}$; $\geq -64\text{dBm (avg.)}$ / The case of $P_o < 200\text{mW}$; $P_o \geq -62\text{dBm (avg.)}$ (P_o : Max. Transmit Power (EIRP) of EUT)

Table 2: Parameters of DFS Test Signals (appended table 1).

USA/EU/JPN DFSテストレーダパラメータ

USA

FCC 0696

Signal types	1, 2, 3, 4, 5, 6 simulated hopping
--------------	------------------------------------

FCC 1322

Signal types	0, 1, 2, 3, 4
--------------	---------------

Europe

ETSI EN 301893 V1.7.1

Signal types	1, 2, 3, 4, 5, 6
--------------	------------------

ETSI EN 302502 V1.2.1(5.8GHz)

Signal types	1, 2, 3, 4, 5, 6, simulated hopping 1, 2
--------------	------------------------------------------

Japan

US/JPN Parameters of DFS test radar signals

Radar Test Signal	PRI(μsec.)	Pulse Width (μsec.)	Number of pulse	DFS (%)	Trial/ US	Testing Period	Append 1	Append 2
Radar 1-1	1428(700Hz)	1	18	60	20	15sec	5.3GHz	-
Radar 1-2	3846(260Hz)	2.5	18	60	20	15sec	5.3GHz	-
Radar 1	1389(720Hz)	0.5	18	60	20	15sec	5.6GHz	Aggregated DFS though 1-6, over than 80%
Radar 2(US1)	1428(700Hz)	1	18	60	20	15sec	5.6GHz	
Radar 3	4000(250Hz)	2	18	60	20	15sec	5.6GHz	
Radar 4(US2)	150-230(4348-6667Hz)	1-5	23-29	60	20	15sec	5.6GHz	
Radar 5(US3)	200-500(2k-5kHz)	6-10	16-18	60	20	15sec	5.6GHz	
Radar 6(US4)	200-500(2k-5kHz)	11-20	12-16	60	20	15sec	5.6GHz	
Radar 7(US5)	1000-2000(500-1000Hz)	50-100	1-3 /Burst	80	20	12sec (8-20 even Intervals)	8-20 Burst /Test Period	
Radar 8(US6)	333(3kHz)	1	9/Hop	70	20	300 msec	0.333kHz (Hopping Rate)	-

EU Parameters of DFS test radar signals

80

ETSI EN 301 893 V1.7.2 (2014-07)

Table D.4: Parameters of radar test signals

Radar test signal # (see note 1 to note 3)	Pulse width W (μs)		Pulse repetition frequency PRF (PPS)		Number of different PRFs	Pulses per burst for each PRF (PPB) (see note 5)
	Min	Max	Min	Max		
1	0,5	5	200	1 000	1	10 (see note 6)
2	0,5	15	200	1 600	1	15 (see note 6)
3	0,5	15	2 300	4 000	1	25 (see note 6)
4	20	30	2 000	4 000	1	20 (see note 6)
5	0,5	2	300	400	2/3	10 (see note 6)
6	0,5	2	400	1 200	2/3	15 (see note 6)

43

ETSI EN 302 502 V1.2.1 (2008-07)

Table D.3.1: DFS Test Signals simulating fixed frequency radars

Radar test signal (see note 2)	Pulse width W (μs) (see note 5) choose one value	Pulse repetition frequency PRF (pps) choose one value	Pulses per burst (see notes 1 and 3)	Detection probability Pd with 30 % channel load (see note 4)
1 - Fixed	1	750	15	$P_d > 60\%$
2 - Variable	1, 2, 5	200, 300, 500, 800, 1 000	10	$P_d > 60\%$
3 - Variable	10, 15	200, 300, 500, 800, 1 000	15	$P_d > 60\%$
4 - Variable	1, 2, 5, 10, 15	1 200, 1 500, 1 600	15	$P_d > 60\%$
5 - Variable	1, 2, 5, 10, 15	2 300, 3 000, 3 500, 4 000	25	$P_d > 60\%$
6 - Variable modulated (see note 6)	20, 30	2 000, 3 000, 4 000	20	$P_d > 60\%$

44

ETSI EN 302 502 V1.2.1 (2008-07)

Table D.3.2: DFS Test Signals simulating Frequency Hopping radars

Radar test signal	Pulse width W (μs)	Pulse repetition frequency PRF (pps)	Pulses per burst	Burst length (ms)	Bursts per Trial (see note 4)	Pulse modulation (see note 1)	Detection probability Pd with 30 % channel load (see note 2)
1	1	3 000	9	3	6	none	(see note 3)
2	20	4 500	9	2	2	chirp	(see note 3)

In Europe there are 175 radars in the 5 GHz frequency band. You may find this information on Internet : <http://www.eumetnet.eu/radar-network> (select Band C only).

DFS帯を使用する際の潜在的問題点

- アプリケーションを開始する前に60秒待たなければならない
 - ホームルータのように頻繁にサービスを開始または終了しない機器はあまり影響がないが、Wi-Fi DirectでAd hocに接続（Miracastで動画を送るなど）する場合にはユーザの使用感が大幅に劣化する。
- ユーザがアプリケーションを楽しんでいる際に（レーダを検出すると）突然60秒間サービスが停止する
 - Wi-Fiで動画を転送している場合には大きな問題となる。
- Wi-Fiの信号が混んでいるとき輻輳された信号をレーダと誤検出することにより上記の60秒間停止が頻繁に起きてしまう。

DFS帯を使用しづらくしているいくつかの例

■Wi-Fi テザリング

- モバイル端末器もレーダ検出アルゴリズムの搭載が必須になってきた

■公衆 Wi-Fi

- Wi-Fi信号が過密になった状況(誤検出)

■Video伝送と P-P通信

- QoSアプリケーション, Miracast (Wi-Fi direct)

■自動車

- 社内は屋内とみなされない

Wi-Fi テザリング



■立ち上がり期:

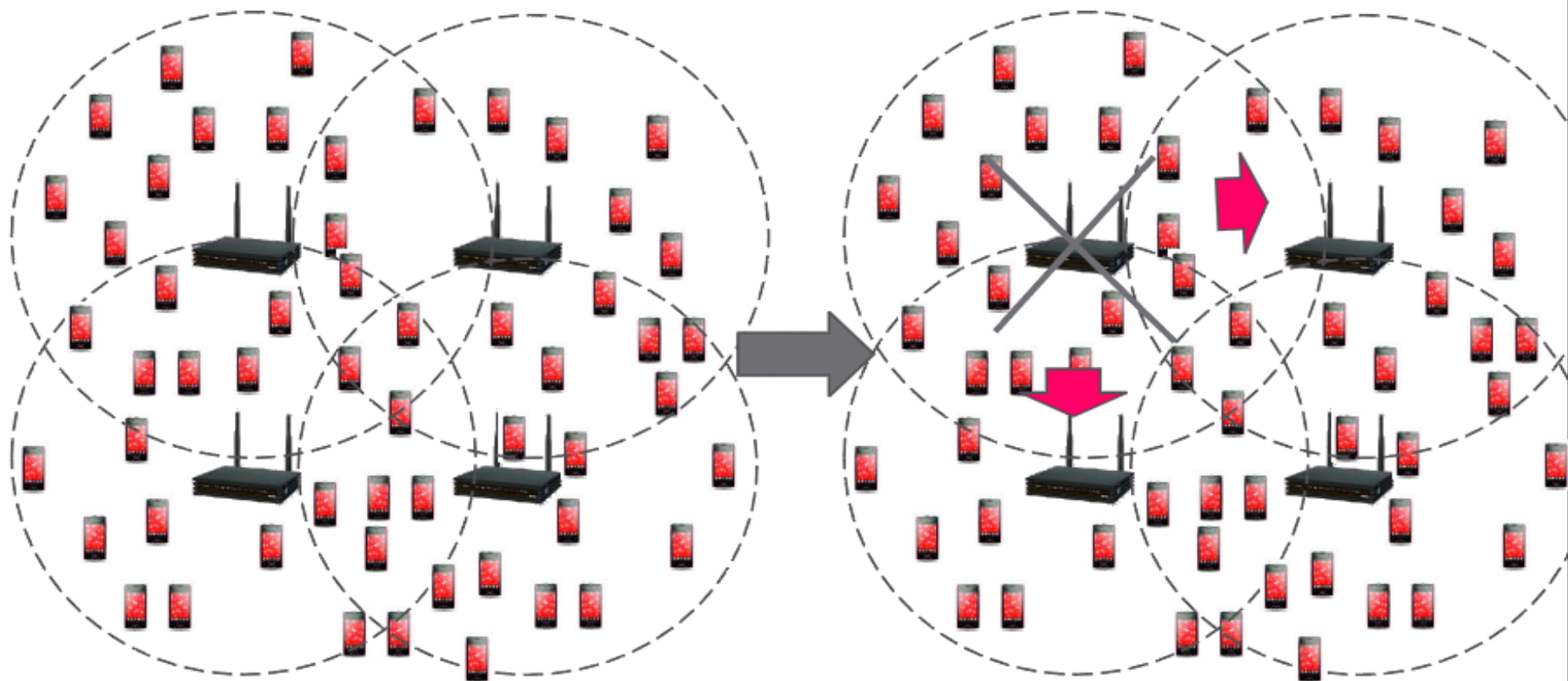
- 携帯電話はWi-Fi子機として動作しマスタデバイス(アクセスポイント)に接続して使用(レーダ干渉回避のアルゴリズムを(マスタとして)実装する必要がなかった)。

■現在:

- Wi-Fi テザリングの使用が普及し、マスターデバイスとして動作する機会が増えた。

モバイル端末はWi-Fi接続のためのチャンネルを選択することができる。従ってレーダ干渉抑制アルゴリズムを搭載する必要がある。また、非DFS帯であるW52はその必要が無いが、屋内使用限定なので、モバイルデバイスでの使用には制約がある。

公衆 Wi-Fi



- レーダ誤検出とトリガーとしてアクセスポイント (AP) がサービスを停止すると、エリア内にいた子機が接続を解かれるので、近隣のアクセスポイントに接続を試みる。この為近隣のアクセスポイントの信号量が増えて、サービスダウンの確率が高くなる。

ビデオ送信とP-P通信

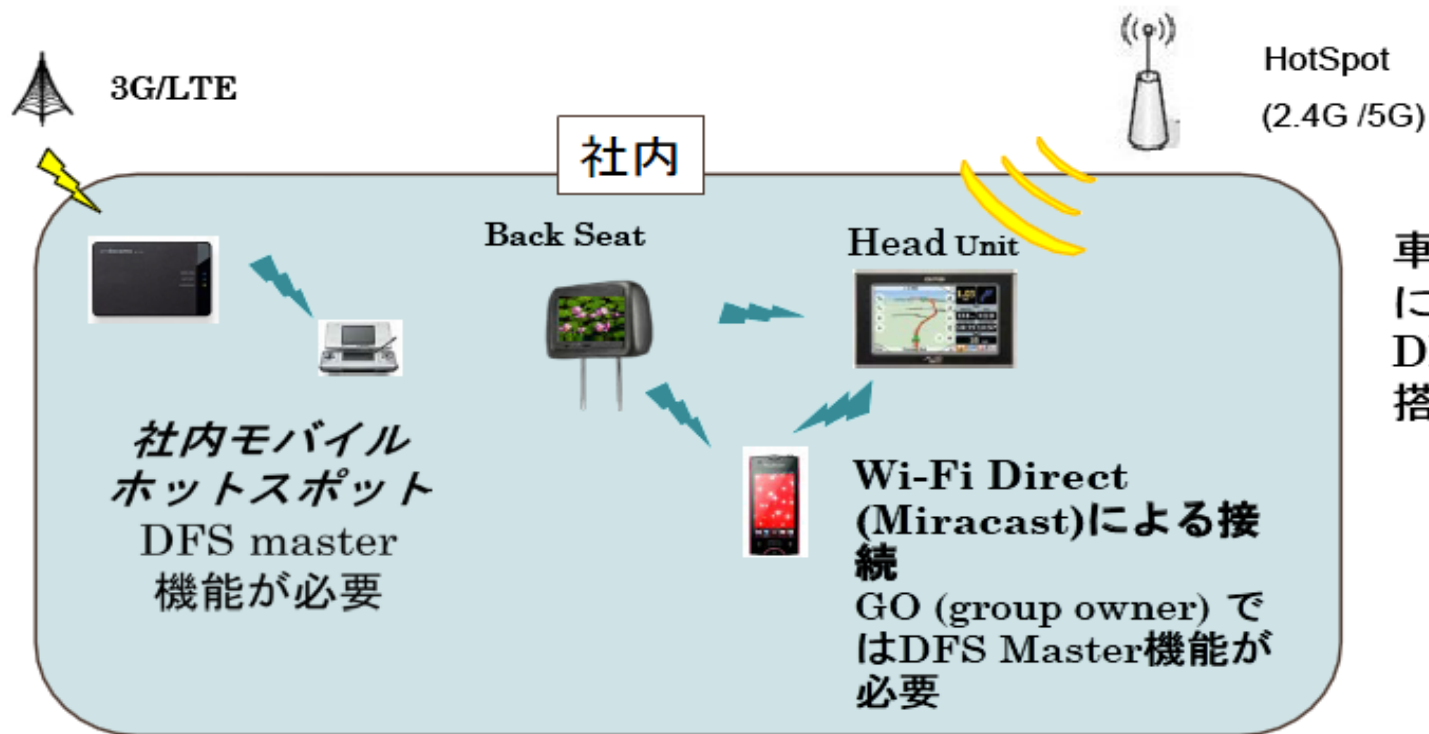
TV はSourceまたはSinkになる(P2P GO and client)
W52の使用または DFS
Masterの機能が必須となる



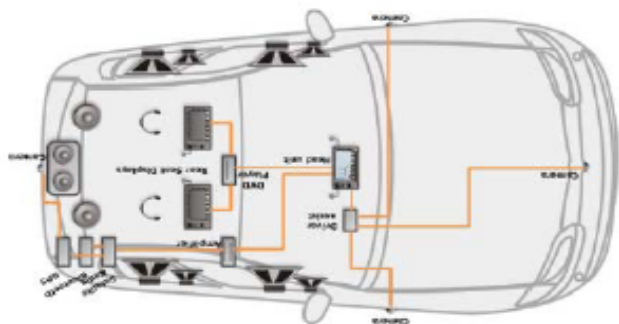
PCがSourceまたはSinkになる (P2P GOと子機) W52を使うか DFS Masterの機能が必須となる

Wi-Fi directにより家庭のデジタルネットワークがより柔軟になる。そこではPCもTVもMasterにもClientにもなりうる。この為DFS Masterの機能を保持している必要がある。

自動車応用



車外のWi-Fiインフラに接続する子機はDFS Masterの機能を搭載する必要は無い。



車は屋内と見做されない。従って2.4GHz帯か5GHz帯ではW56のみが使用可能。
レーダ干渉回避アルゴリズムの搭載が義務付けられる。

DFS帯の制約を緩和させるためのいくつかの試み

■ 一分間送波停止問題

- ルータに二組のWLANモジュールを搭載
 - ✓ 高価格帯のWLANルータでは2つのWLANモジュールを搭載。1つは通常のWLAN通信に用い、もう1つをレーダのモニタに使用することにより無音区間の問題を解決。



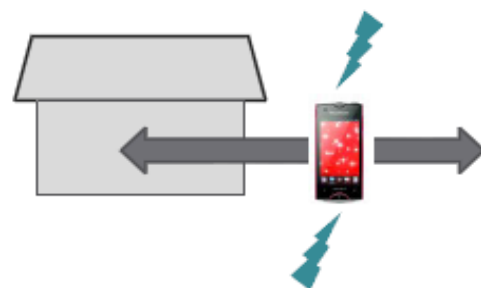
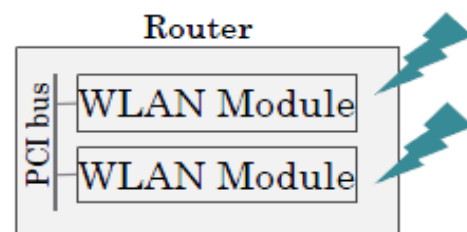
- 1チップ内に二組のRFブロックを搭載
 - ✓ 原則は上記の方法と同じだがチップレベルで実現することにより、モバイル端末のような小型、低消費電力のデバイスにも適用可能となる。

■ 場所の制約

- 規制の緩和
 - ✓ 屋内使用帯を何らかの制約（最大出力低減等）を設けることにより屋外でも使用可とする等

■ レーダ誤検出によるより頻繁なシステム停止

- チップに搭載のアルゴリズムの改善



まとめ

- 5GHzはWLANにとって有望な周波数帯
- 5GHz帯の使いやすさを制限する 1つの要因はレーダシステムとの干渉抑制の為の実装並びに制約である
- DFSの扱いはより重要になってきたなぜなら;
 - Wi-Fiモバイル端末がマスターデバイスとなる使い方が普及してきている
 - QoS (video)アプリケーションが普及してきている.
 - 信号量が増え、輻輳によるレーダ誤検出の機会が増えてきている
- Chip vendors and WLAN equip vendors are challenging to alleviate this problem and also worldwide harmonization is on going to expand the band and for taking usability step further