

平成29年度
「無線LANのDFSにおける周波数有効利用の
技術的条件に関する調査検討」の
報告(概要)

5GHz帯無線LAN(W53)の屋外利用に向けた
固体素子型気象レーダーとの周波数共用検討

現状

- ・ 「5250～5350MHz(W53)」は無線LAN及び気象レーダーが共用
- ・ 無線LANは、DFS(レーダー波を検知して停波・周波数変更する機能)が必須
- ・ 気象レーダーは、周波数利用効率が高く低出力なMP(固体素子型気象レーダー)へ順次移行

必要性

- ・ 無線LAN側におけるMPレーダーの受信レベルが低くなると、DFSが動作しない可能性があるため、動作確認が必要



無線LAN

共用



気象レーダー

実施項目

目的:5GHz帯無線LANのDFSに関する技術的条件の策定(H28・29年の2カ年計画)

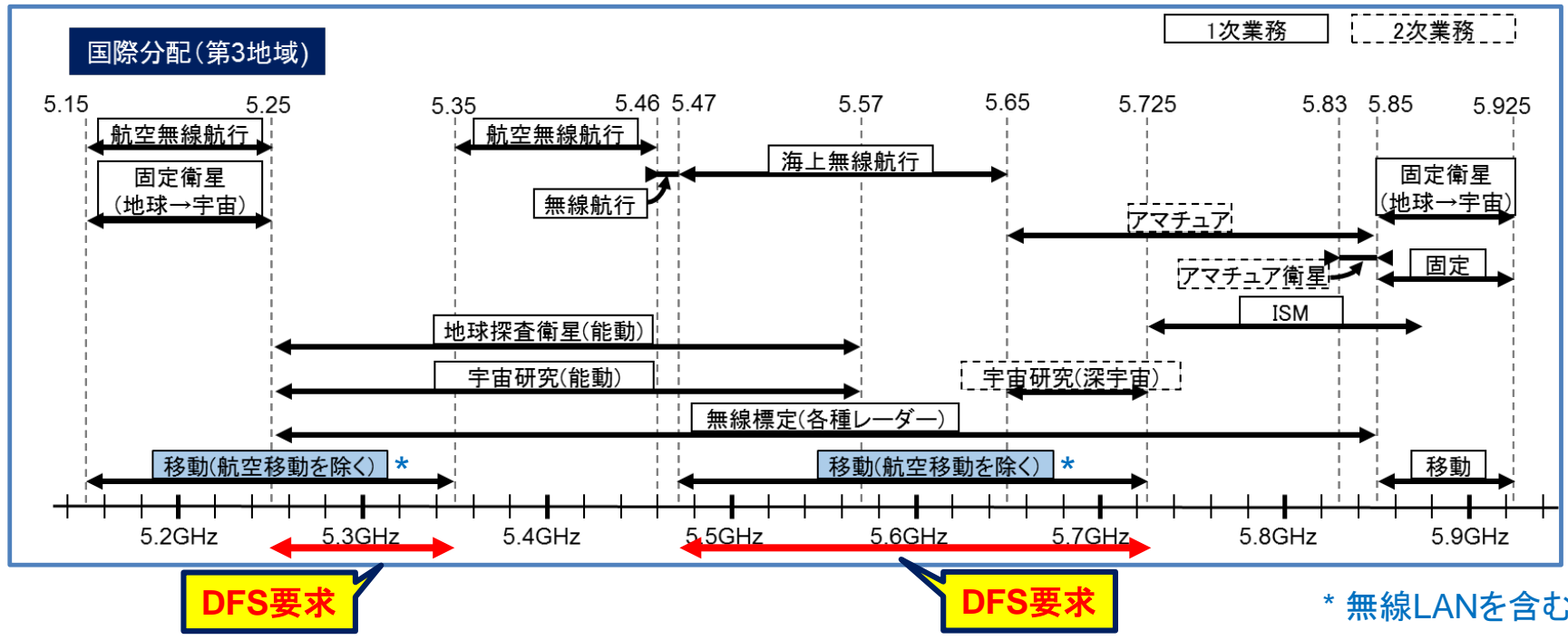
- 1年目 {
 - ① 市販無線LANのDFS動作調査
 - ② 気象レーダー側における被干渉シミュレーションの実施
- 2年目 {
 - ③ 屋外実証試験の実施及び試験結果整理・分析
 - ④ 総合とりまとめ(無線LAN・MPレーダー間の周波数共用条件案・技術的条件案の策定)

ITU-RにおけるDFS規定

【DFS=Dynamic Frequency Selectionの略。動的周波数選択機能】

- 2003年世界無線通信会議(WRC-03)にて、**5,150～5,350MHz (5.2GHz帯及び5.3GHz帯)及び5,470～5,725MHz (5.6GHz帯)**が**無線LAN**を含む無線アクセスシステムに**一次業務(移動業務)として分配**され、5.3GHz帯及び5.6GHz帯においては無線標定業務(各種レーダー)等との**周波数共用のためのDFS等に係る勧告採択**

- 無線LAN側のDFS検出閾値、使用開始前・後のチャンネルのモニタリング時間、レーダー波検出後の送信禁止時間等を規定
- 一方、定量的な**レーダー波の検出条件は規定せず、各国が策定**



各国のDFS動作条件

- ・ 欧米では周波数帯による区別がないのに対し、**日本では5.3GHz帯と5.6GHz帯を区別**
- ・ **日本の5.3GHz帯は、欧米と異なり、固定パターン(2種類)のみを規定**

	欧州		米国		日本	
周波数帯 [GHz]	5.3	5.6	5.3	5.6	5.3	5.6
動作条件*	レンジ内可変		レンジ内可変 + 固定		固定パターンのみ	レンジ内可変 + 固定

* パルス幅及びパルス繰り返し周波数

日本の5.3GHz帯の検討経緯

- ・ 日本では、事実上国際標準となる米国の動作条件が策定(2006年)される前の2005年に独自に策定
- ・ 米国が動作条件を検討中に日本でも並行してフィールド試験を実施。米国仕様案の無線LANのDFSが日本の気象レーダーに十分反応しなかったため、米国仕様案とは異なる動作条件を検討

フィールド試験で使用した気象レーダー

	パルス幅 [us]	繰り返し周波数[Hz]
新千歳	1	840又は1120
函館	2.7	260

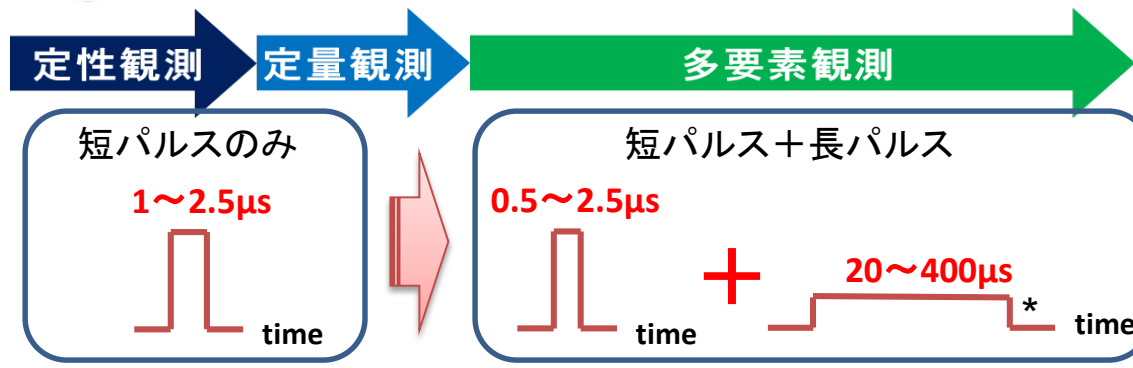
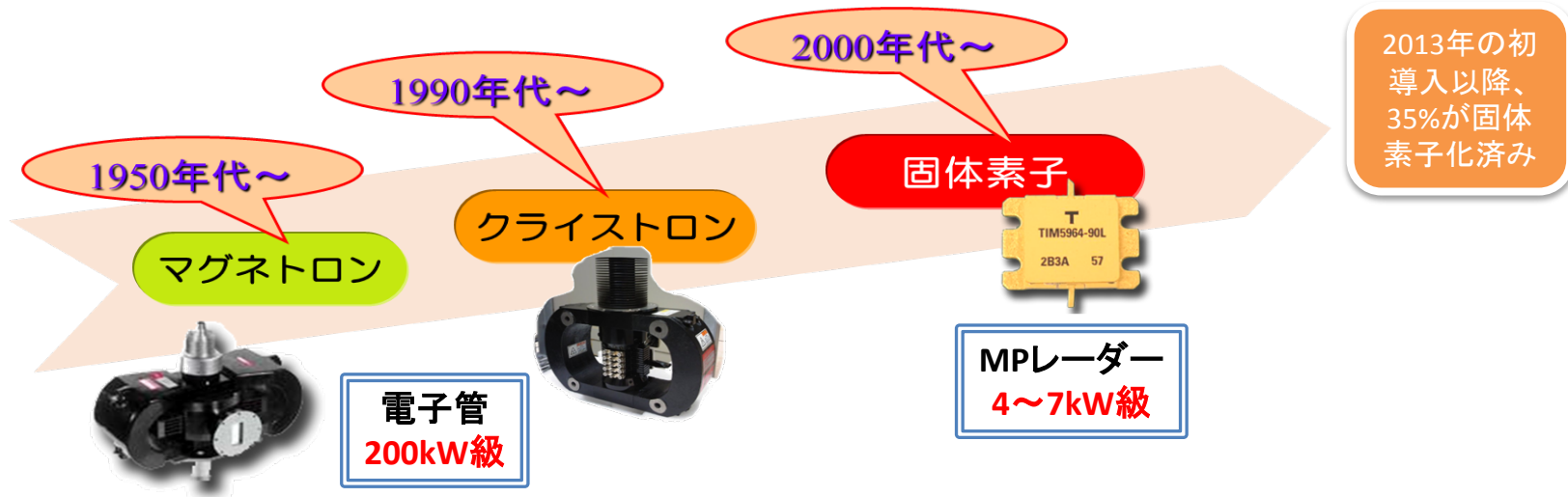
日本のDFS規定(無線設備規則)

	パルス幅 [us]	繰り返し周波数[Hz]
固定 1	1	700
固定 2	2.5	260

**策定当時のどのレーダーにも該当しない
検出条件を選択**

気象レーダーの変遷

- 固体素子型気象レーダーは高精度、長寿命、低運用コスト、小型軽量、低電波干渉の利点を持ち、順次電子管型のマグネトロン、クライストロンからの置き換えが進んでいる

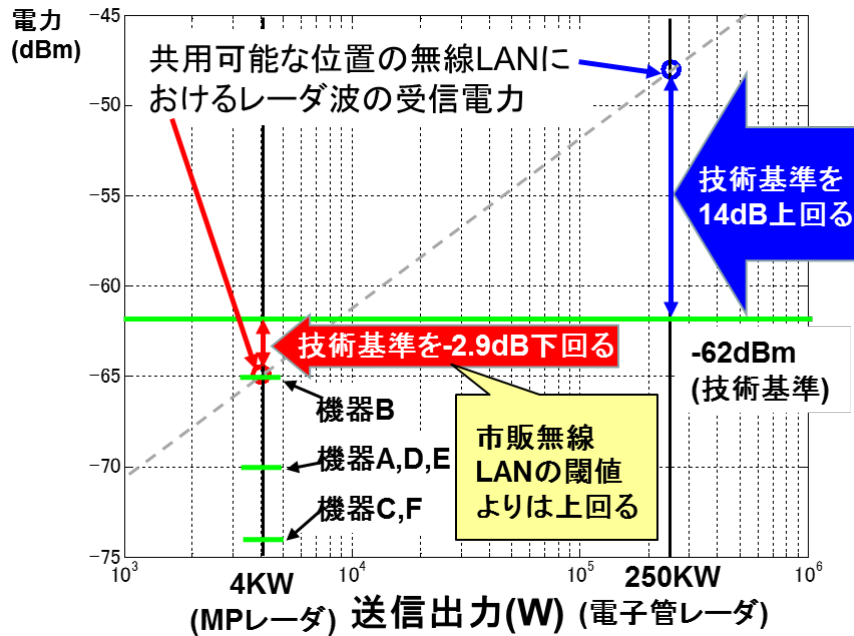


* 長パルスについては、距離分解能の向上のため、チャープ信号を適用することもある

観測の高精度化に伴い、パルス・パターンも多様化

受信レベル

- 共用条件が最も厳しい場合の閾値は、技術基準値の-62dBmを2.9dB下回る-64.9dBm。
- 市販無線LAN(機器A~F)の閾値(実力値)は、-65~-74dBm。基準値から3~12dBの余裕あり。



MPLレーダーの閾値は、市販無線LANのDFSの実力値を上回るため、受信レベルの観点では干渉の可能性は低い

パルス・パターン

- 短パルスと長パルスの異なるパルス幅の組み合わせの場合、パルス繰り返し周波数などの異なるパラメータがDFS動作に影響。

パルスパターン				機器A~FのDFS動作結果					
Type	パルス概要	パルス幅 (短/長)	パルス繰り返し周波数	A	B	C	D	E	F
W53 技術基準	技術基準1	1us/なし	700Hz	O	O	O	O	O	O
	技術基準2	2.5us/なし	260Hz	O	O	O	O	O	O
現業 レーダ	現業レーダ1	1us/なし	752Hzと940Hz	O	X	X	X	X	O
	現業レーダ3	2.5us/なし	330Hz	O	X	X	X	X	O
MP レーダ	MPLレーダ1	1us/64us	1200Hz	O	X	X	X	X	O
	MPLレーダ3	0.5us/500us	260Hz	X	O	O	O	O	X

パルス・パターンによるDFS動作(O:正常動作、X:動作せず)

当初、DFS動作はパルス幅のみが支配的だと考えていたが、パルス幅とパルス繰り返し周波数の組み合わせに依存することが判明

屋外実証試験

- ・ つくばの気象研レーダーを使用
- ・ 市販無線LANは気象研レーダーと動作周波数が違うため、**気象研レーダーと同一周波数で動作する試験装置(無線LAN)を用意**
- ・ 試験装置は、市販無線LANの1機種を模擬
- ・ 気象研レーダーと試験装置を正対させた状況で試験

試験装置(南3駐車場)・・・地上高21.5m



中心周波数 : 5,370MHz、
距離 : 2.87 km



気象研究所レーダー・・・地上高38m

① DFS動作確認

- ・ 試験装置の**DFSをON**にして、気象研レーダーから昨年度の屋内実証試験と同様のパルス・パターン等を発射



試験装置のDFS動作を確認

② 気象レーダーへの影響

- ・ 試験装置の**DFSをOFF**にして、試験装置から無線LAN信号を発射



気象研レーダーの
レーダースコープへの影響を確認

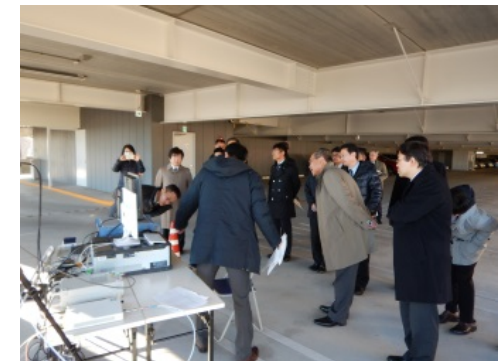
① DFS動作確認

- 昨年度の屋内実証試験と同様のパルス・パターン等に対し、DFSは全てに反応した。

パルス・パターン				昨年度のDFS試験 (市販無線LAN A~F)						今年度の DFS試験
Type	パルス概要	パルス幅 (短/長)	パルス繰り 返し周波数	A	B	C	D	E	F	試験装置
W53 技術基準	技術基準1	1us/なし	700Hz	○	○	○	○	○	○	○
	技術基準2	2.5us/なし	260Hz	○	○	○	○	○	○	○
現業 レーダー	現業レーダ1	1us/なし	752Hzと940Hz	○	×	×	×	×	○	○
	現業レーダ2	2.5us/なし	330Hz	○	×	×	×	×	○	○
固体素子 レーダー	長+短パルス1	1us/64us	1092kHz	○	×	×	×	×	○	○
	長+短パルス2	1us/100us	320Hz	×	×	×	×	×	○	○

注意：固体素子2つは
昨年度とは相違

(南3駐車場)



(試験風景)

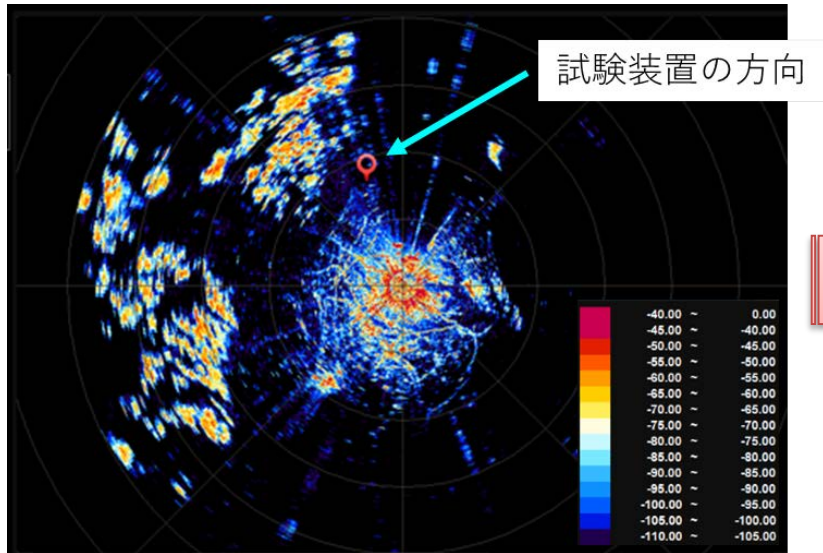


レーダーの特性を考慮したアルゴリズムを実装すれば、
固体素子型気象レーダーの検出も可能

② 気象レーダーへの影響

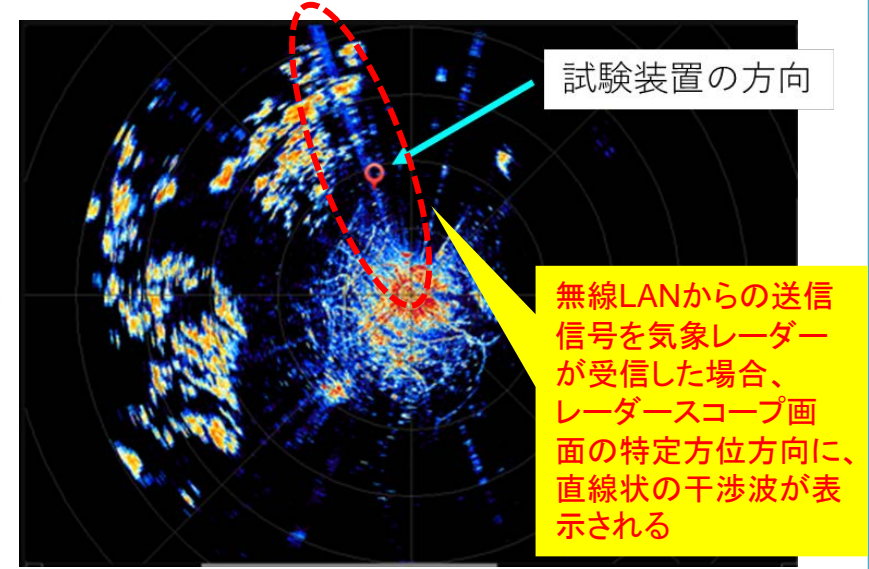
(レーダースコープ)

【無線LANからの被干渉がない場合】



(無線LAN停波)

【無線LANからの被干渉がある場合】



(無線LAN出力10mW EIRP・時間占有率50%の場合)

気象レーダーと無線LANが約3km間隔の正対時の場合、低出力(10mW)でも気象レーダーのスコープ画面上に影響あり

市販無線LANのDFSは、
現業の気象レーダーには
必ずしも反応しないおそれ

無線LANの出力が10mW
であっても、気象レーダー
のスコープ画面上には、
影響あり

無線LAN

課題

気象レーダー

○DFS動作条件の見直しに対
する無線LAN側の影響度合
いが不明

○既製品の取扱いや新製品へ
の見直しDFS機能の組み込
みに係るメリ・デメの明確化が
必要

○気象レーダーの実際の運用
時における無線LANからの
影響度合いや干渉の事実が
不明

○気象レーダー側の被干渉の
定義(電波諸元上の定量値)
及び許容値の明確化が必要