



Innovative R&D by NTT

成田空港の気象レーダ(5335MHz)に 対するW53無線LANの干渉量評価

2018.12.07

日本電信電話株式会社

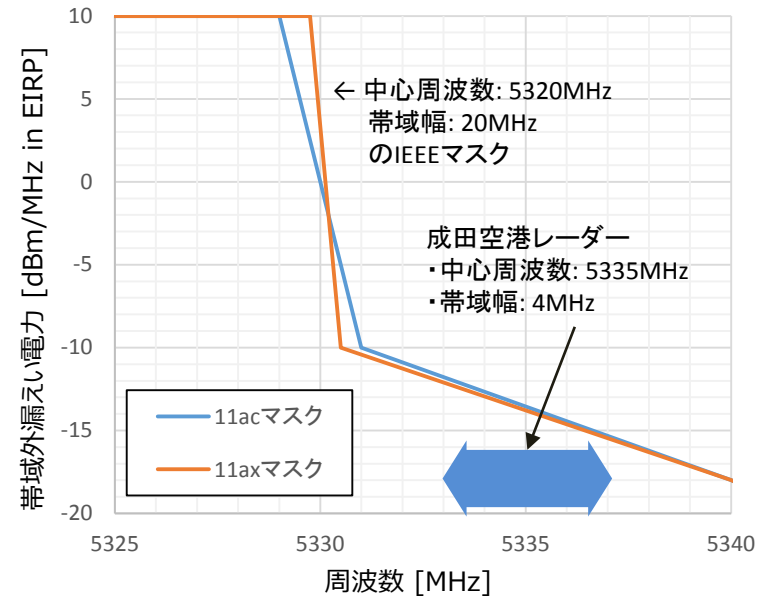
NTTアクセスサービスシステム研究所

浅井 裕介

成田空港の気象レーダー



- 成田空港の気象レーダーは中心周波数が5335MHz、帯域幅が4MHzである(右下図)。⇒無線LANの運用チャンネル外であるW53右側のガードバンド部分に中心周波数が位置する。そのため、無線LAN機器がこのレーダからのパルスを受信したとしても、帯域外であるためDFSによる動作停止が期待できない。したがって、これを前提とした共用検討が必要となる。
- 802.11無線LANでは、伝送帯域の拡大に反比例して帯域外のスペクトルマスクのレベルが低下する。5335MHzにおける与干渉の支配的要因は「5320MHzを中心周波数とする20MHzシステム」である。⇒以降、この20MHzシステムが気象レーダーによる与干渉を評価する。
- 評価モデルは平成29年度情通審(諮問第2014号)一部答申の参考資料2を用いる(本資料別紙)。⇒W53の気象レーダに対してDFSを行わない5.2GHz帯高出力データ通信システムの無線局が放射する帯域外漏えい電力の影響を評価しており、今回のモデルと符合するため。
- W53無線LANと利用条件が異なるため、以下のパラメータを変更する。
 - EIRP: 200mW (現行のW53の規定より)
 - 遮蔽損失: 17dB (W53は屋内運用となるため)
 - スペクトルマスク: -13.6dBm/MHz
⇒中心周波数5320MHzで運用される802.11ac*の20MHzシステムの5335MHzにおけるマスク値を参照)



*スペクトルマスクについては、802.11acの規定が802.11axよりも緩いため(右図)、こちらを基準とした。

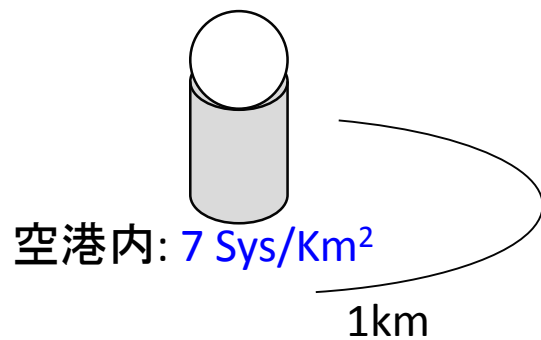
レーダーの諸元・サブエリアモデル



●レーダーの諸元

- 中心周波数: 5335MHz
- アンテナ利得: 47dBi
- RF系損: 4.7dB
- 空中線海拔高: 78.2m
- 許容干渉レベル: -111dBm/MHz
- 最低仰角: 0.7°
- 設置位置: 東経140° 22' 55" 北緯: 35° 46' 30"

●サブエリアモデル(場所ごとの無線局の密度)



東関東エリア
(千葉・茨城・東京湾):
20 Sys/Km², WAS高30m

エリア半径: 36.4km
(空中線海拔高より定義される(別紙参照))

人口集中地区が多く含まれるため、評価モデル
における最高密度を設定

評価結果



- 評価結果より、有意なマージン(13.1dB)が見込まれる
⇒ 共用可能であることを確認。

周波数差 (MHz)	レーダー 局	許容干渉レベル (dBm/MHz)	許容I/N* (dB)	レーダー受信 RF系損 (dB)	Lsum (dB)	遮蔽物損 (dB)	平均/ピーク比 (dB)	許容輻射電力 (dBm/MHz)	802.11スペク トルマスク (dBm/MHz)	マージン (dB)
5	成田空港	-111	-6	4.7	93.6	17	1.2	-0.5	-13.6	13.1

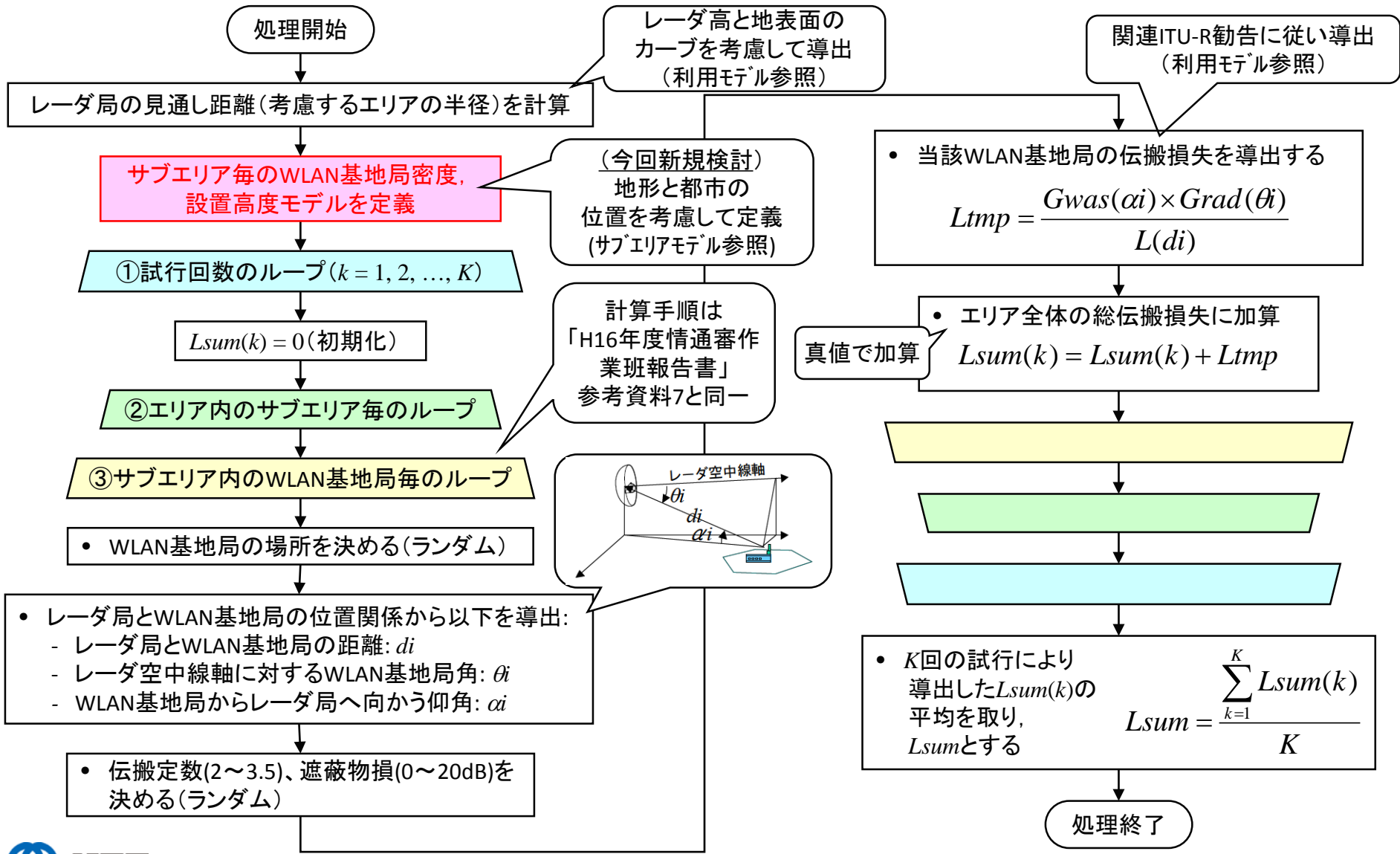
* 無線通信規則脚注5.447F(5.3GHz帯)及び5.450A(5.6GHz帯)
⇒ 無線標定及び無線測位は、ITU-R勧告 M.1638-0で規定される干渉基準
(I/N ≤ -6dB)よりも厳しい保護基準を移動業務に課してはならない。



Innovative R&D by NTT

別紙

モンテカルロシミュレーションによる L_{sum} の導出手順



- ・レーダ局の見通し距離(エリア半径)

大気中の電波の屈折を考慮し、レーダ局アンテナ高 $h(m)$ の見通し距離 $d_{horizon}$ (km) を以下の式により導出

$$d_{horizon} = 4.12 \times \sqrt{h}$$

- ・伝搬損

ITU-R 勧告 M.1652-1 Annex 6 の記載に従い、距離 d_i (km) の伝搬損 L (dB) を以下の式により導出。

$$L(d_i) = 10 \times \beta \times \left(\log \left(\frac{4\pi}{3} \right) + \log(d_i) + \log_{10}(f) + 4 \right) + clutter\ loss$$

β : 伝搬定数 (2~3.5でランダム)

f : 周波数 (GHz)

clutter loss: 遮蔽物損 (0~20でランダム) (dB)

ITU-R 勧告 M.1652-1 Annex 6 の記述

For ground-based radars a random propagation factor was utilized in determining the propagation path loss to each WAS device. A value from 20 to 35 $\log D$ was used. In addition a random building/terrain propagation attenuation was used. A value from 0 to 20 dB was used. A uniform distribution was applied in determining these values.

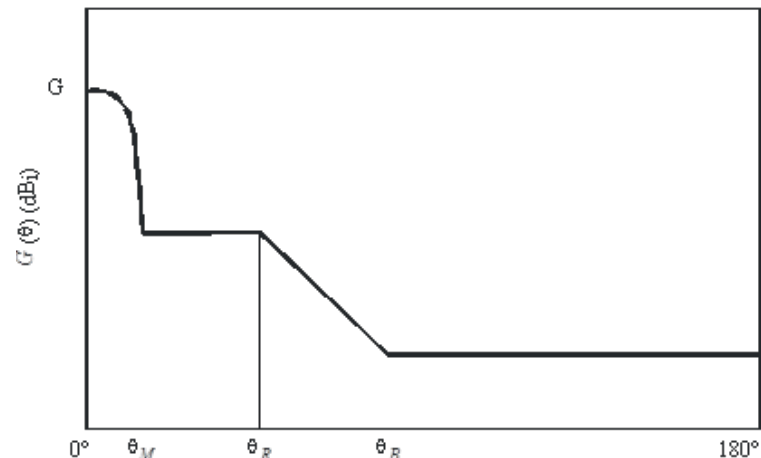
評価モデル (2/3)



・レーダアンテナパターン: $G_{rad}(\theta)$

ITU-R 勧告M.1652-1 Annex 6 Appendix 1よりアンテナ利得Gおよび主軸からの離角 θ を用いて以下の式から導出(アンテナ利得Gが22~48dBiの場合)。

Angular interval (degrees)	Gain (dBi)
0 to θ_M	$G - 4 \times 10^{-4} (10^{G/10}) \theta^2$
θ_M to θ_R	$0.75 G - 7$
θ_R to θ_B	$53 - (G/2) - 25 \log(\theta)$
θ_B to 180	$11 - G/2$



θ_M 、 θ_R 、 θ_B の定義は以下の通り

High-gain ($22 < G < 48$ dBi)
$\theta_M = 50 (0.25 G + 7)^{0.5} / 10^{G/20}$
$\theta_R = 250 / 10^{G/20}$
$\theta_B = 48$

M.1652-01

・RLAN アンテナパターン $G_{was}(\varphi)$

ITU-R 勧告 M.1652-1 Annex 6 Appendix 1に記載される Table 11の値を利用。

水平方向: オムニ

垂直方向: 下表参照(φ : アンテナ仰角)

Elevation angle, φ (degrees)	Gain (dBi)
$45 < \varphi \leq 90$	-4
$35 < \varphi \leq 45$	-3
$0 < \varphi \leq 35$	0
$-15 < \varphi \leq 0$	-1
$-30 < \varphi \leq -15$	-4
$-60 < \varphi \leq -30$	-6
$-90 < \varphi \leq -60$	-5