

4-2 固定マイクロとの共用条件について（案）

4-2-1 固定マイクロ無線システムの諸元と使用状況

固定マイクロ無線システムの使用状況としては、人口密度の低い郊外での長距離伝送を行う郊外ルートと、人口密度が高く、郊外ルートから都市内へ引き込む都市内ルートがあり、この中には比較的キャリア周波数の高いマイクロ周波数を利用する中継距離の短いエントランス回線も含まれる。また、ルーラルエリアでは、加入者電話等の収容を目的とした中継距離の短いアクセス回線として使用されることもある。

今回対象となるのは 7.25GHz を超え 10.25GHz 以下の周波数範囲の無線局であり、その内容は表 4-2-1 のとおりである。

表 4-2-1

周波数(MHz)	局数(局)	備考(運用状態などの特記事項)
7125-8500	3851	エントランス回線及びルーラル向けアクセス固定局を含む。

平成 24 年 8 月末現在

次に、対象無線局の諸元を表 4-2-2 に示す。

表 4-2-2

項目	固定マイクロ波方式モデル
使用する周波数帯	7.425GHz-7.775GHz
代表方式名	7.5G-104M
利用携帯による分類	固定通信
受信信号処理	デジタル処理信号
BB帯域幅	19MHz
変調方式	128QAM、256QAM
シンボルレート	51.84MHz
誤り訂正方式	BCH
インターリーブサイズ	無し
アンテナ特性	4mφパラボラアンテナ
アンテナ利得	46.5dBi
受信給電系損失	9dB
雑音指数	4dB

給電線損失内訳

固定値	5dB
-----	-----

円形導波管(20m)	0.6dB
円形導波管(30m)	3dB
同軸ケーブル(10m)	0dB
合計	8.6dB

K B T F	-109.8 dBm/MHz
許容干渉レベル(アンテナ入力端)	-165.3dBm/MHz

4-2-2 干渉検討条件

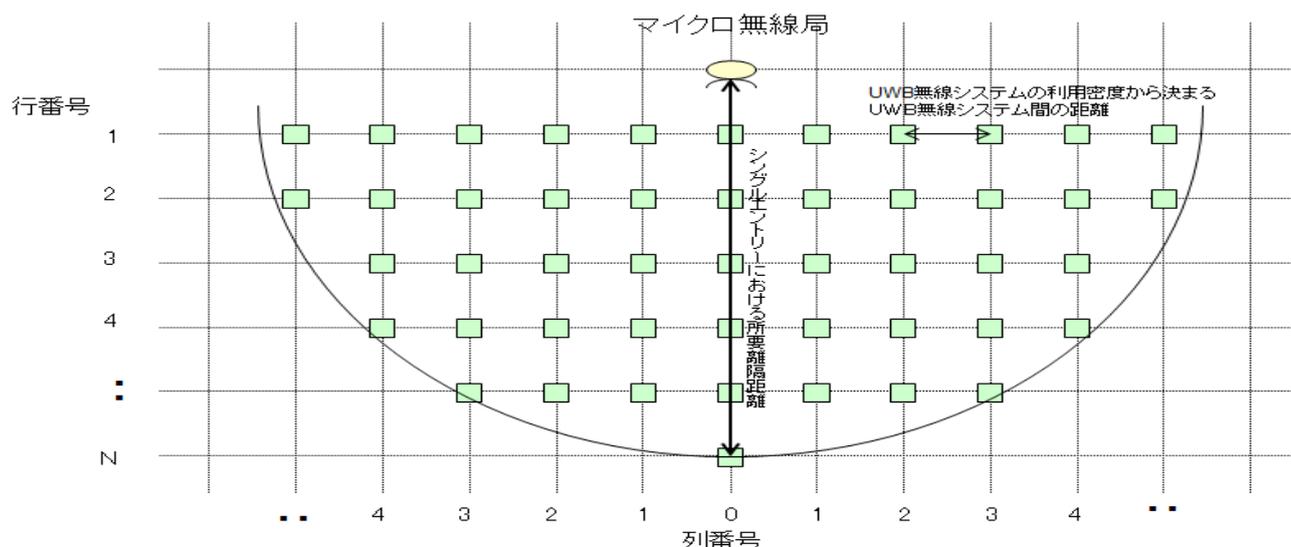
干渉検討にあたっての条件は以下のとおり

項 目	検討条件
送信電力(平均電力)	-41.3dBm/MHz
稼働率	5%
UWB 無線システムの利用密度	50/100/200 デバイス/k m ²
位置関係	図 4-2-1 参照
マイクロ無線局と UWB 局の高低差	0 m*
UWB 無線システムの利用環境	屋内
変調方式	パルス位置変調、オンオフ変調
壁減衰	12dB

*シングルエントリーにおいて最悪ケースとして高低差なしで検討。

図 4-2-1 固定マイクロ局と UWB 無線システムとの位置関係

- ・ UWB 無線システムは、均一に分布していると仮定。
- ・ マイクロ無線局は、UWB 無線システム正面に、UWB 無線システム間距離だけ離れたところに位置すると仮定。
- ・ 固定マイクロアンテナの 180° 後方は、考慮しない。
- ・ シングルエントリーにおける所要離隔距離までの範囲に入ってくる UWB 無線システムからの干渉量の総和を受信機入力端で計算。



4-2-3 干渉検討の手法

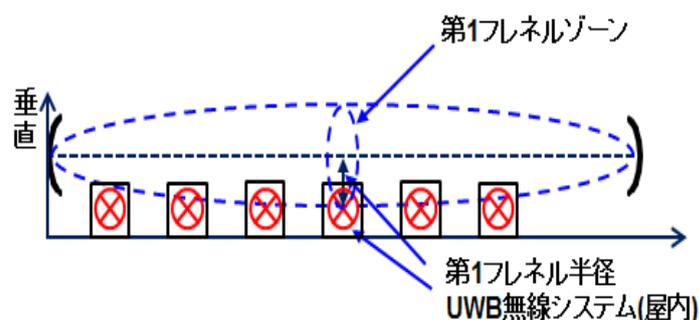
(1) 固定局

- ・ 4-2-2 干渉検討の条件を用いて、シングルエントリーにおける離隔距離を求める。
算出においては、最悪ケースを想定し、高低差 0m の設定で行う。
- ・ 次に、Aggregate の算出においては、平成 17 年報告書においては、固定マイクロ波局と UWB 無線デバイスとの共用の判定が、固定マイクロ波局と UWB 無線システムの高低差の条件①第 1 フレネルゾーンのクリアランス確保と、②第 1 フレネル半径 +30m(ピコネットを考慮)の場合に分けて行っているものの中継の距離や第 1 フレネル半径は示されていないため、固定マイクロ波局と UWB 無線システムとの高低差は不明となっている。このため、今回は、平成 17 年報告書における許容干渉レベルから第 1 フレネル半径を求め、中継距離を算出して Aggregate における干渉量を算出する。
- ・ 電波法関係審査基準 第 45 条(伝搬障害の判定)における第 1 次判定として、建物の最高部と電波伝搬路の第 1 フレネルゾーン間の差が 20m 以上あることで障害なしと判定している。共用可否の判定として、UWB 無線システムが屋内だけで使用されることから、ここでは屋上設備および最上階の天井高を考慮して、UWB 無線システムが上記条件よりさらに 10m(約 3 階分に相当)外側に存在すると想定(高低差は第 1 フレネル半径+30m)した場合についての計算を行い判定する(図 4-2-2 参照)。

図 4-2-2 第 1 フレネル半径算出条件

計算条件

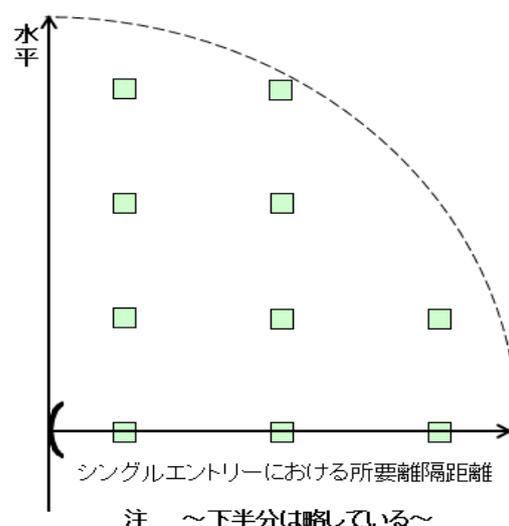
垂直条件:
第1フレネルゾーンのクリアランス確保における固定マイクロ波局と通信用途UWB無線システム⊗の高低差のイメージ



固定マイクロ波局と通信用途UWB無線システムの水平配置のイメージ

計算条件のその他の条件、

- ・利用密度 200デバイス/km²
- ・送信電力 -41.3dBm/MHz
- ・壁減衰 12dB
- ・稼働率 5%



(2) UWB 局

- ・UWB 無線システムの密度は、ワーストケースを想定して 200 デバイス/km²で計算する。
- ・Aggregate 計算では、稼働率を 5%とする。
- ・平均電力による検討を行う。

4-2-4 干渉検討結果

- (1) シングルエントリーにおける離隔距離計算結果は、1595.7m となる。実運用上は、固定局と UWB 無線システムの間では、高低差が生じることとなるため、離隔距離は短くなる。
- (2) 平成 17 年報告書における許容干渉レベルから算出した第 1 フレネル半径は、ピコネット環境を考慮した場合 UWB デバイス密度 250 デバイス/km²に対して 8.87m となる。この値に普及密度を見直した値である 200 デバイス/km²、シングルエントリーにおいて求めた離隔距離を修正して求めたセンサー用途 UWB 無線システムの干渉量の総和は表

4-2-3 のとおり-136.3dBm/MHz となる。固定局の許容干渉レベルと比較した結果を表 4-2-4 に、相関関係を図 4-2-3 に示す。

表 4-2-3 センサー用途 UWB 無線システムの干渉量の総和

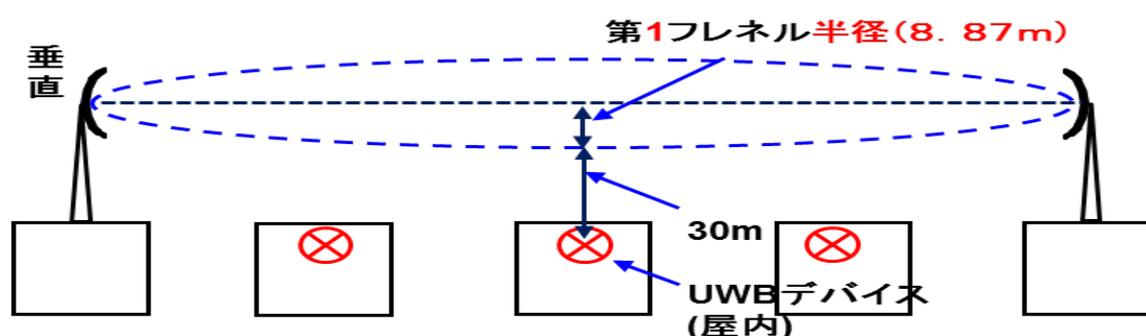
第1フレネルゾーンの半径 $r=8.87\text{m}$

1km ² あたりの局数	200 局			⇒50, 100, 200局/km ²
局間の離隔距離	76.1 m			
所要離隔距離	1.5957 km			⇒離隔距離はシングルエンドの結果
最大行番号	20			
UWBの放射電力	-53.3 dBm			⇒12dBの壁減衰を含む
UWBのActive Ratio	5 %			
周波数	7.5 GHz	波長	0.04 m	
マイクロアンテナとの高低差	38.87 m			⇒第一フレネル半径(8.87m)+30m高低差
UWBからの干渉レベル合計 (受信機入力端)	-136.302 dBm			

表 4-2-4 干渉レベル比較結果

周波数帯	7.5GHz 帯		
UWB マスクレベル	-41.3dBm/MHz		
干渉量の総和 (受信機入力)	計算条件	第1フレネル半径 (8.87m)+30m	-136.3dBm/MHz
許容干渉レベル	-129.83dBm/MHz		

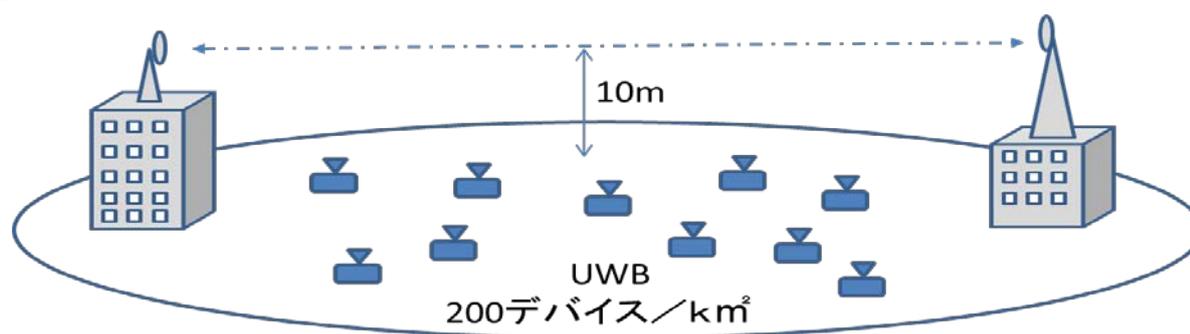
図 4-2-3 相関関係図



この結果から、7.5GHz 帯固定マイクロ回線の許容干渉レベル-129.83dBm/MHz に対して UWB 無線システムの干渉レベルは-136.3dBm/MHz となり、6.47dB のマージンとなり共用可能となる。

(3) 一方、携帯電話基地局用のエントランス回線や、ルーラル加入者電話の収容を目的と

したルーラル向けアクセス固定回線などは、マンションの屋上や自立柱等に設置される高低差が 10m 以下の場合もある。



エントランス回線やルーラル向けアクセス固定回線における干渉量はアンテナ高が低く、ダブルスロープモデルの 100m 以下においては自由空間減衰となり、かつサイドロープによる干渉もがあるため大きくなる。

しかし、実運用環境においては、ピコネット環境（UWB 無線システムの利用密度を 4 台で 1 ピコネット構成した場合のピコネット内の送信機数 2.5 デバイス/km²*1）、セル環境（UWB 無線システムの利用密度を 50 台で 1 セル構成した場合の送信機数 2 デバイス/km²*2）であるため、利用密度はさらに低くなり所要改善量が改善すること、センサー用途 UWB 無線システムの利用においては、20,000 m²の広い敷地内を有する工場が想定され、平面における自然離隔距離を生じること、当該工場区域から高低差 10m 程度以下の高さで固定回線を構築することは通常想定されないことから、概ね共用可能と考えられる。なお、これまでに通信用途 UWB 無線システムとの周波数共用についても同様の検討を行ってきており、現在に至るまで UWB 無線システムとエントランス回線及びルーラル向けアクセス固定回線との間での干渉問題は生じていない。

ただし、固定局との共用については以下の条件を付帯すべきである。

- ・ 仮定（利用密度、利用シーン、稼働率、UWB 無線システムの実態等）が変更になった場合、技術的条件の見直しが必要である。
- ・ 設置空中線高の低いエントランス回線やルーラル向けアクセス固定回線に対して、UWB 無線システムとの干渉が問題となるようなケースが生じる場合は、電波法第 108 条の 2 規定に基づく電気通信業務の無線設備の機能に障害を与えることとなる可能性があるため、直ちに当該 UWB 無線システムからの電波の発射を停止させると共に、技術的条件の見直しが必要である。

*1 通信用途 UWB 無線システムの 10 年後の平成 35 年における普及密度は 10 デバイス/k m²と予測されており、ピコ環境で

は、4 デバイス中 1 デバイスが電波を発射することとなることから $10/4=2.5$ デバイス/k m²となる。

*2 センサー用途 UWB 無線システムの 10 年後の平成 35 年における普及密度は 109.7 デバイス/k m²と予測されており、セル環境では、50 デバイス中 1 デバイスが電波を発射することとなることから $109.7/50\approx 2$ デバイス/k m²となる。

5. その他

本検討は、UWB 無線システム(屋内限定)に関するものであり、他の無線システムとの干渉検討に本モデルを適用できるものではない。

以上

4-3 放送との共用条件について（案）

4-3-1 7.25GHz-10.25GHz 帯における対象放送システムの概要と諸元
本報告で検討したシステムの一覧とそれらの諸元を示す。

・対象放送システムの概要

システム名：STL/TTL/TSL/FPU

周波数(MHz)	局数(局) ^注	備考(運用状態などの特記事項)
5,850 ~ 7,125 (下隣接)	(FPU) (固定局)	B、C、D、Mバンド (固定局およびFPU)
7,425 ~ 7,750	57 (注1)	Nバンド (デジタル固定局のみ) (注1) 今後、約400局が3.4GHz帯から移行予定。このほか、公共・一般業務が別途あり。
10,250 ~ 10,450 (上隣接)	2450 (FPU) 60 (固定局) (注2)	Eバンド (固定局およびFPU) (注2) 出典：平成21年度電波の利用状況調査結果

注 平成25年〇月末現在

・無線局の諸元

STL/TTL

利用形態による分類	固定系
使用する周波数帯	Bバンド (5850MHz を超え 5925MHz 以下) Cバンド (6425MHz を超え 6570MHz 以下) Mバンド (6570MHz を超え 6870MHz 以下) Dバンド (6870MHz を超え 7125MHz 以下) Nバンド (7425MHz を超え 7750MHz 以下) Eバンド (10.25GHz を超え 10.45GHz 以下) Fバンド (10.55GHz を超え 10.68GHz 以下)
受信信号処理	アナログ信号処理とデジタル信号処理の両方
占有帯域幅	アナログ方式：400kHz (音声)等、200kHz (監視・制御回線)など デジタル方式：7.6MHz (64QAM)、5.7MHz (OFDM)等
変調方式	アナログ方式：FM変調 デジタル方式：64QAM方式 (TS方式) OFDM方式 (IF方式、M、Nバンド以外)

シンボルレート	6.7MS/s 以下 (TS 方式)
誤り訂正方式	畳み込み+リードソロモン

T S L

利用形態による分類	固定系
使用する周波数帯	B バンド (5850MHz を超え 5925MHz 以下) C バンド (6425MHz を超え 6570MHz 以下) D バンド (6870MHz を超え 7125MHz 以下) E バンド (10.25GHz を超え 10.45GHz 以下) F バンド (10.55GHz を超え 10.68GHz 以下)
受信信号処理	アナログ信号処理とデジタル信号処理の両方
占有帯域幅	アナログ方式 : 17MHz (TV)、400KHz (音声) 等 デジタル方式 : 16.2MHz (TV) 等
変調方式	アナログ方式 : AM 変調、FM 変調 デジタル方式 : 64QAM、32QAM、16QAM、QPSK 方式
シンボルレート	14.0MS/s
誤り訂正方式	トレリス+リードソロモン

F P U

利用形態による分類	移動系
使用する周波数帯	B バンド (5850MHz を超え 5925MHz 以下) C バンド (6425MHz を超え 6570MHz 以下) D バンド (6870MHz を超え 7125MHz 以下) E バンド (10.25GHz を超え 10.45GHz 以下) F バンド (10.55GHz を超え 10.68GHz 以下)
受信信号処理	アナログ信号処理とデジタル信号処理の両方
占有帯域幅	アナログ方式 : 17MHz (TV)、400kHz (音声) 等 デジタル方式 : 15.5MHz (シングルキャリア、TV)、8.5MHz、 17.5MHz (OFDM、TV) 等
変調方式	アナログ方式 : AM 変調、FM 変調 デジタル方式 : シングルキャリア方式 (64QAM、32QAM、16QAM、 QPSK) 及び OFDM 方式

シンボルレート	13.5MS/s (シングルキャリア方式) 15.2MS/s (OFDM 方式、17.5MHz)
誤り訂正方式	トレリス+リードソロモン (シングルキャリア方式) 畳み込み+リードソロモン (OFDM 方式)
アンテナ特性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 0.15 mφ~1.2mφ のパラボラアンテナ ・ 電磁ホーン (12dBi, 18dBi 程度) ・ 任意地点から任意方向への伝送に供するものであり、アンテナビーム特性は規定されていないアンテナ。

4-3-2 干渉検討の条件

Nバンドを使用する STL/TTL および Eバンドを使用する STL/TTL/TSL/FPU について、以下の条件で計算を行った。

1. 許容干渉レベルの基本は KTBF-20 (dBm/MHz) であり、-129.8dBm/MHz とする。
2. 自由空間伝播損失とする。
3. 壁減衰 0dB (最悪ケースを想定)
4. アンテナサイドローブ 10度を仮定。アンテナのサイドローブ特性が $52-10\log(D/\lambda)-25\log(\theta)$ に従うものとして導出。($\theta=10^\circ$)
ただし、イベント会場の計算は個々の配置による。

4-3-3 計算結果

まず、シングルエントリーの場合の離隔距離を表 4-3-1 にまとめる。稼働率は 100% である。

表 4-3-1 シングルエントリーの場合の離隔距離

No.	システム名	使用周波数 [MHz]	離隔距離 [m]	マスキレベル	備考
1	STL/TTL	7,425~ 7,750	134.3	-41.3dBm/MHz	アンテナ径 2mφ
	STL/TTL/TSL	10,250~ 10,450	3	-70dBm/MHz	アンテナ径 2mφ
2	FPU (屋外)	10,250~ 10,450	10.5	-70dBm/MHz	アンテナ径 0.6mφ

次に FPU の屋内利用において、UWB 無線システムが複数台ある場合の結果を表 4-3-2 に示す。

表 4-3-2 FPU (屋内運用, Aggregate)

利用密度 (デバイ/km ²)	aggregate interference			single-entry interference
	200	100	50	
稼働率	5% (100%)			

壁の減衰	0dB			
マスクの平均電力レベル	-70dBm/MHz			
既存システムの周波数	5,850MHz ~ 7,125MHz			
許容干渉レベル [#]	-129.8dBm/MHz			
離隔距離 (m)	27.5 (89.1)	24.3 (64.6)	23.4 (46.2)	21.6
備考	屋内イベント会場での受信を想定し、受信アンテナ前方の 50m×20m のエリアに 1km ² あたりの稼働率の UWB 機器をすべて配置した。			

	aggregate interference			single-entry interference
利用密度 (デバイス/km ²)	200	100	50	
稼働率	5% (100%)			
壁の減衰	0dB			
マスクの平均電力レベル	-70dBm/MHz			
既存システムの周波数	10,250MHz ~ 10,450MHz			
許容干渉レベル [#]	-129.8dBm/MHz			
離隔距離 (m)	13.4 (43.3)	11.8 (31.4)	11.4 (22.5)	10.5
備考	屋内イベント会場での受信を想定し、受信アンテナ前方の 50m×20m のエリアに 1km ² あたりの稼働率の UWB 機器をすべて配置した。			

屋内イベント会場での受信を想定し、受信アンテナ前方の 50m×20m のエリアに 1km²あたりの稼働率の UWB 無線システムをすべて配置した。稼働率として、センサー用途 UWB 無線システムの 5%及び通信用途も含めた最悪ケースの 100%について検討した。

4-3-4 FPU の屋内利用の計算条件

UWB 素子の影響が最も大きくなるとされる大規模屋内イベント会場での屋内映像伝送システムで使用される FPU に対する計算を行った。大規模屋内イベント会場は屋内であると考え、壁減衰を考慮せず、UWB 素子は大規模屋内イベント会場内に観客が保持しているものとする。

(1) 計算ディメンジョン

UWB 素子は、屋内イベント会場の観客が持つものとし、観客は 10 度の勾配を持つ観客席にいるものとする。その際の、FPU と UWB 素子の位置関係を図 4-3-1 に示す。

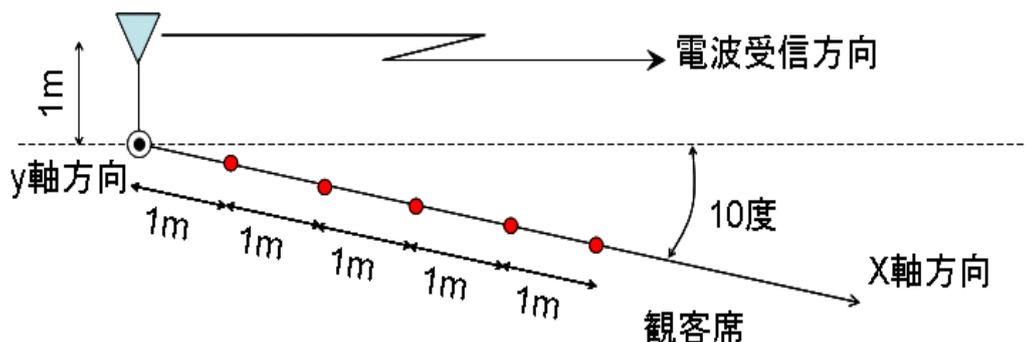


図 4-3-1 計算で用いた UWB 素子と FPU アンテナとの位置関係

計算に入れる対象エリアとしては、FPU の設置位置を原点として、図 3.1 の x 軸方向 50m、y 軸方向±10m の 20m 四方とし、前記エリアに UWB 素子があるものとしている。

UWB 素子は、単一素子が FPU アンテナ前方 1m の位置 (y 軸位置 0) にある場合と、前記 50m×20m 四方に 50 素子が稼働率 5% で稼働しているものとし 3 素子がアクティブの場合、100 素子が稼働率 5% で稼働しているものとし 5 素子がアクティブの場合、200 素子が稼働率 5% で稼働しているものとし 10 素子がアクティブの場合、50 素子が稼働率 100% で稼働しているものとし 50 素子がアクティブの場合、100 素子が稼働率 100% で稼働しているものとし 100 素子がアクティブの場合、および、200 素子が稼働率 100% で稼働しているものとし 200 素子がアクティブの場合を計算した。

計算では、各素子が 50m×20m 四方のエリアで平均的に展開されているものとし、それぞれの UWB 素子の位置関係として、3 素子の場合を図 4-3-2、5 素子の場合を図 4-3-3、10 素子の場合を図 4-3-4、50 素子の場合を図 4-3-5、100 素子の場合を図 4-3-6、200 素子の場合を図 4-3-7 に示す。FPU アンテナは、(x、y) 座標上で原点に置いており、UWB 素子位置を表す図 4-3-2～図 4-3-7 の x-y 座標面は、図 4-3-1 の通り水平面から俯角 10 度に傾斜している。

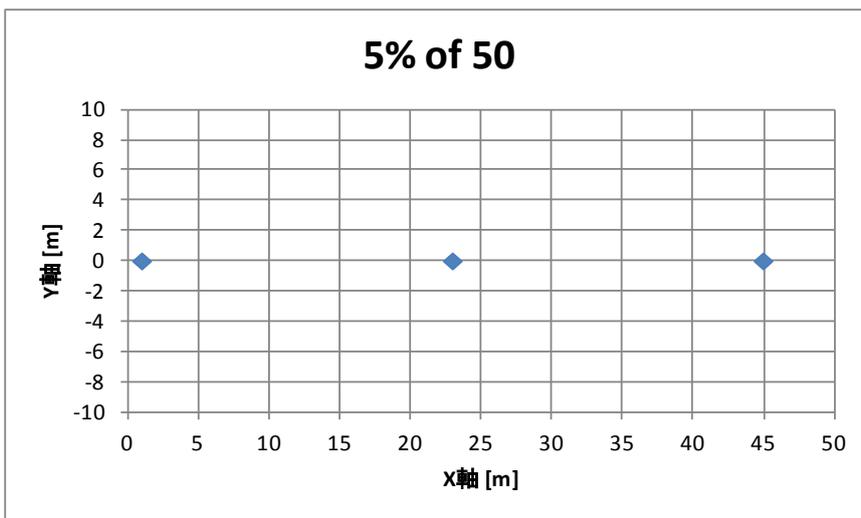


図 4-3-2 UWB 3 素子(50 素子×稼働率 5%)の位置

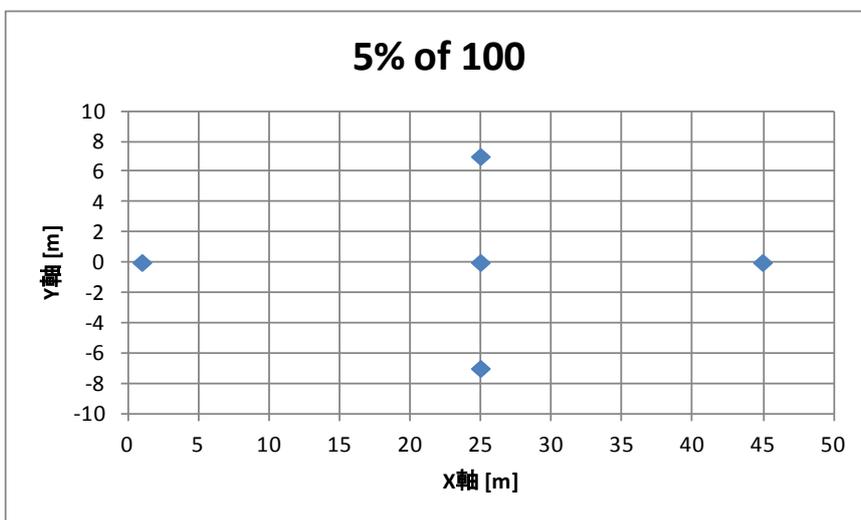


図 4-3-3 UWB 5 素子(100 素子×稼働率 5%)の位置

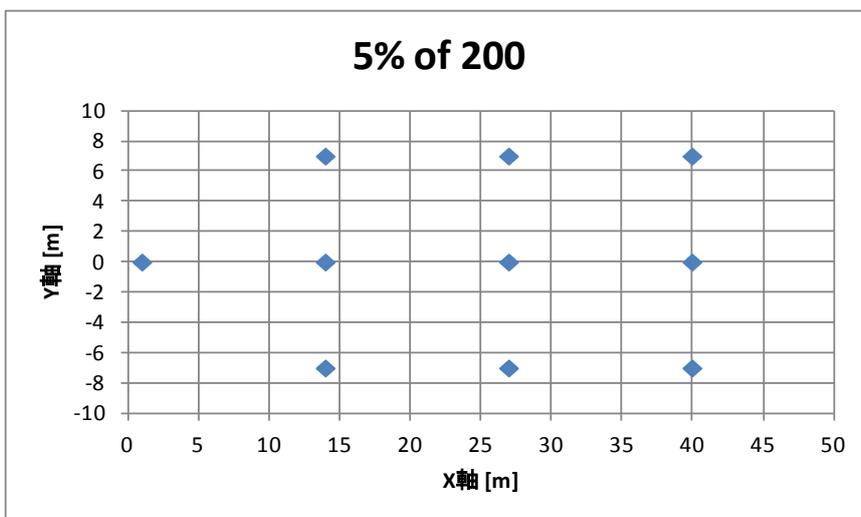


図 4-3-4 UWB 10 素子(200 素子×稼働率 15%)の位置

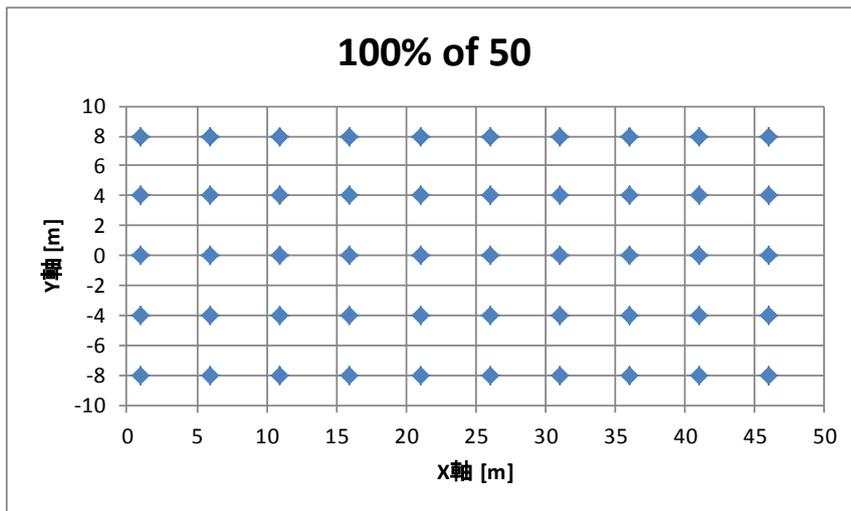


図 4-3-5 UWB 50 素子(50 素子×稼働率 100%)の位置

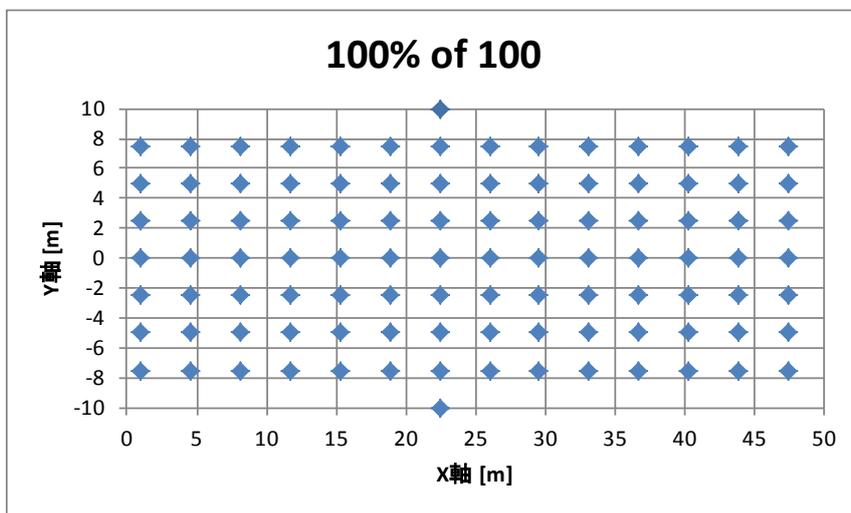


図 4-3-6 UWB 100 素子(100 素子×稼働率 100%)の位置

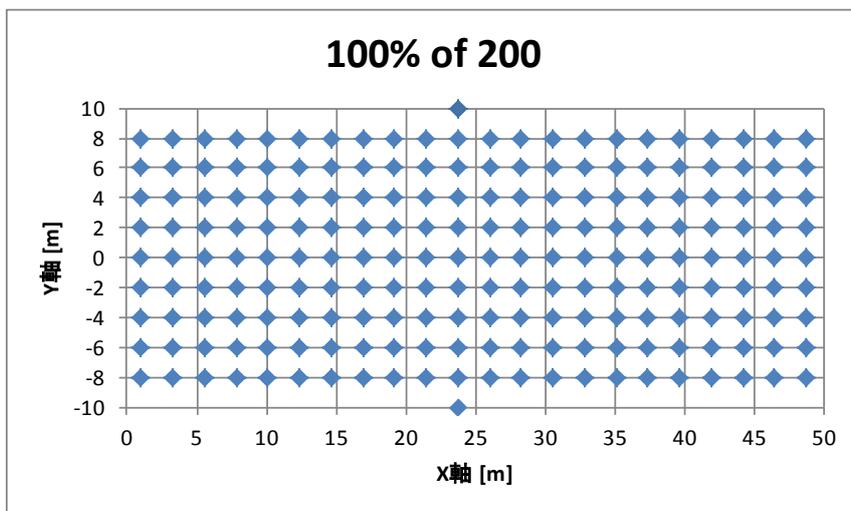


図 4-3-7 UWB 200 素子(200 素子×稼働率 100%) の位置

(2) 計算パラメータ

計算で用いた計算パラメータを表 4-3-3 に示す。

表 4-3-3 計算で用いたパラメータ

項目	パラメータ	備考
UWB 素子数	1、3、5、10、 50、100、200	3、5、10 は、それぞれ 50、 100、200 素子の稼働率 5% 想定 50、100、200 は、それぞれ 50、100、200 素子の稼働率 100%想定
UWB 素子間隔 (m)	図 4-3-2~4-3-7 参照	
受信アンテナ高さ (m)	1m	
ビーム到来方向	0 度	
計算アンテナ径 (m)	1.2mφ、0.6mφ、0.3mφ	R. R. Ap. 7 Annex6 $\lambda/D < 100$ を使用。
壁減衰 (dB)	0 dB	屋内イベント会場想定
周波数 (GHz)	6.5GHz、10.5GHz	

(3) 計算結果

パラメータで計算した結果を表 4-3-4、表 4-3-5 に示す。

表 4-3-4 屋内イベント会場内の FPU 受信機に入力される干渉電力@6.5GHz

マスク値	アンテナ 径	FPU 受信機に入力される干渉電力(dBm/MHz)			
		UWB 素子数			
		1	3(5% of 50)	5(5% of 100)	10(5% of 200)
マスク値 -70 dBm/MHz	1.2mφ	-128.328	-127.575	-127.32	-126.161
	0.6mφ	-125.318	-124.564	-124.31	-123.151
	0.3mφ	-122.307	-121.554	-121.3	-120.141
シングル に対する 加算値 dB		—	0.75	1.01	2.17

マスク値	アンテナ 径	FPU 受信機に入力される干渉電力(dBm/MHz)			
		UWB 素子数			
		1	50(100% of 50)	100(100% of 100)	200(100% of 200)
マスク値 -70 dBm/MHz	1.2mφ	-128.328	-121.688	-119.804	-115.985
	0.6mφ	-125.318	-118.678	-115.793	-112.975
	0.3mφ	-122.307	-115.668	-112.783	-109.965
シングル に対する 加算値 dB		—	6.64	9.52	12.34

表 4-3-5 屋内イベント会場内の FPU 受信機に入力される干渉電力@10.5GHz

マスク値	アンテナ 径	FPU 受信機に入力される干渉電力(dBm/MHz)			
		UWB 素子数			
		1	3(5% of 50)	5(5% of 100)	10(5% of 200)
マスク値 -70 dBm/MHz	1.2mφ	-134.576	-133.823	-133.569	-132.409
	0.6mφ	-131.566	-130.813	-130.558	-129.399
	0.3mφ	-128.556	-127.802	-127.548	-126.389
シングル に対する 加算値 dB		—	0.75	1.01	2.17

マスク値	アンテナ 径	FPU 受信機に入力される干渉電力(dBm/MHz)			
		UWB 素子数			
		1	50(100% of 50)	100(100% of 100)	200(100% of 200)
マスク値 -70 dBm/MHz	1.2mφ	-134.576	-127.937	-125.052	-122.233
	0.6mφ	-131.566	-124.926	-122.042	-119.223
	0.3mφ	-128.556	-121.916	-119.031	-116.213
シングル に対する 加算値 dB		—	6.64	9.52	12.34

4-3-5 干渉評価

(1) STL/TTL/TSL

STL/TTL/TSLについては、134mの離隔距離があるが、都市部における伝搬損失、山間部での利用状況及びセンサー用途UWB無線システムが工場等の大きな敷地

面積を有する場所での使用による自然離隔距離、屋内利用に限定することによる12dBの壁損を考慮すれば、共用可能と考える。

(2) FPU

屋外利用については、離隔距離が10.5mあるが、センサー用途UWB無線システムが工場等の大きな敷地面積を有する場所の屋内で利用することを考慮すれば、自然離隔距離や12dBの壁損が生じるため共用可能と考える。

屋内利用については、同一屋内で使用するケースがあることを考えれば、自然離隔距離や壁損については考慮できない。このため最大89.1m、稼働率5%を考慮しても27.5mの離隔距離が必要となる。しかし、センサー用途UWB無線システムについては、通信用途UWB無線システムのように個人が屋内に持ち込んで使用するものではなく、センサー用途UWB無線システムの使用建物内においてFPUを使用する場合は、使用者との事前調整を行うことが通例と考えられるため運用調整により共用可能である。