

情報通信審議会 情報通信技術分科会

移動通信システム委員会

報 告 (案)

目 次

| | | |
|-----|-------------------------------------|----|
| I | 審議事項 | 4 |
| II | 委員会、作業班及びアドホックグループの構成 | 4 |
| III | 審議経過 | 5 |
| IV | 審議概要 | 6 |
| | 第 1 章 UWB（超広帯域）無線システムの概要 | 6 |
| | 1-1 審議の背景 | 6 |
| | 1-2 UWB 無線システムの概要 | 6 |
| | 1-3 UWB 無線システムの定義 | 7 |
| | 1-4 UWB 無線システムの新たな利用ニーズ | 7 |
| | 第 2 章 諸外国における取り組み | 13 |
| | 2-1 国際標準化動向 | 13 |
| | 2-2 諸外国の動向 | 16 |
| | 第 3 章 UWB 無線システムの普及予測 | 22 |
| | 3-1 使用周波数帯の前提 | 22 |
| | 3-2 普及予測 | 22 |
| | 3-3 普及密度 | 25 |
| | 3-4 利用密度 | 27 |
| | 第 4 章 他の無線システムとの共用条件 | 30 |
| | 4-1 干渉検討の条件 | 30 |
| | 4-2 固定マイクロ | 33 |
| | 4-3 放送 | 39 |
| | 4-4 海上レーダー | 47 |
| | 4-5 航空・気象レーダー | 58 |
| | 4-6 アマチュア無線 | 67 |
| | 4-7 衛星 | 69 |
| | 4-8 電波天文 | 82 |
| | 第 6 章 センサー用途 UWB 無線システムの技術的条件 | 90 |
| | 6-1 一般的条件 | 90 |
| | 6-2 無線設備の技術的条件 | 92 |
| | 6-3 測定方法 | 93 |
| | 6-4 将来の技術的条件の見直し等 | 95 |

I 審議事項

移動通信システム委員会は、情報通信審議会諮問第 2008 号「UWB（超広帯域）無線システムの技術的条件」（平成 14 年 9 月 30 日）について審議を行った。

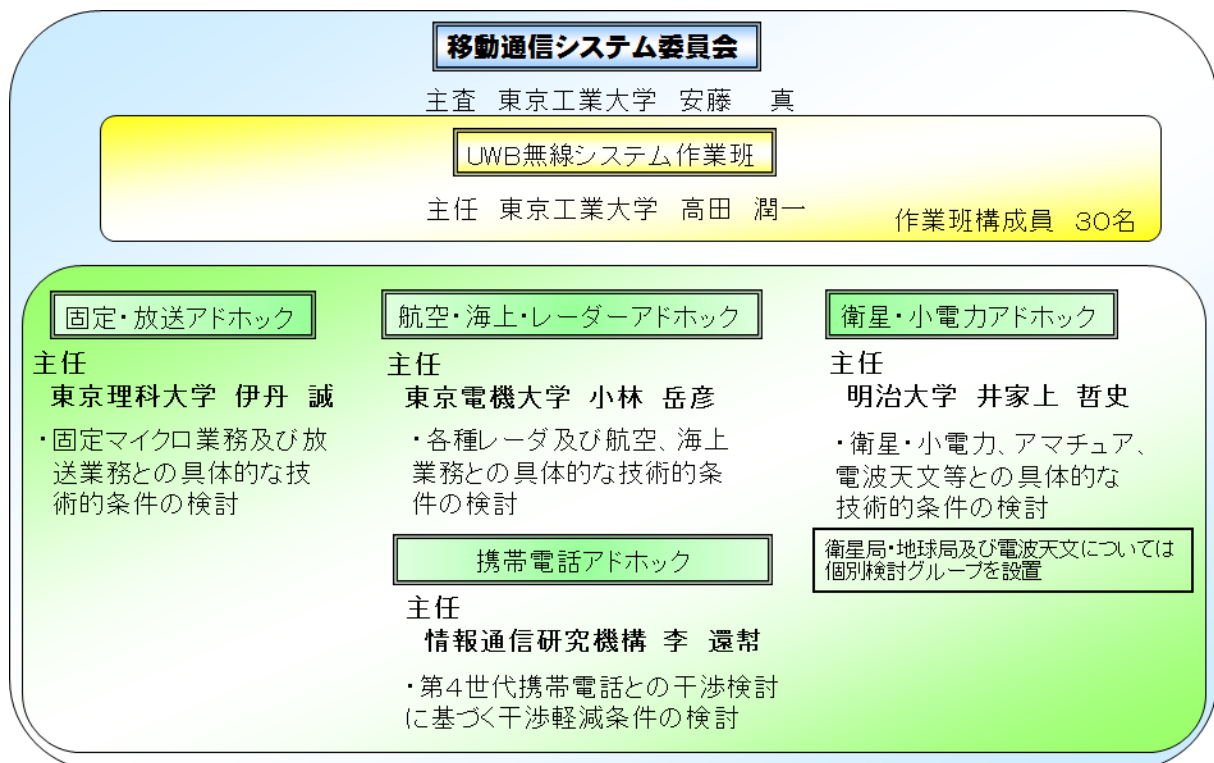
II 委員会、作業班及びアドホックグループの構成

UWB 無線システムの委員会及び下部検討作業グループの構成は図 1 のとおりである。

本委員会の下に検討の促進を図るため、UWB 無線システム作業班を設置し、既存の無線業務別にセンサー用途 UWB 無線システムとの共用について検討を行うための固定・放送アドホックグループ、航空・海上・レーダーアドホックグループ、衛星・小電力アドホックグループの計 3 つのアドホックグループを設置し、さらに、衛星局・地球局及び電波天文については、個別に詳細な検討を行う要望があったことから、衛星・小電力アドホックグループの下にそれぞれ個別検討グループを設置して検討を行った。

また、4.2GHz～4.8GHz（ローバンド）においては、第 4 世代携帯電話との干渉検討が未着手のため、平成 25 年 12 月 31 日まで不要となっている干渉軽減装置の技術的条件について携帯電話アドホックグループを設置して検討を行った。

委員会の構成員については別表 1 のとおりであり、各作業班の構成員については別表 2 のとおりである。



Ⅲ 審議経過

1 委員会での検討

- (1) 第 1 回（平成 24 年 4 月 18 日）
UWB 無線システムの新たな用途に向けた検討を行うため、委員会の下に作業班を設置することとし、調査の進め方及びスケジュールについて審議を行った。
- (2) 第 2 回（平成 25 年 1 月 18 日）
これまでの作業班での審議状況を中間報告するとともに、新たな検討事項として干渉軽減機能の技術的条件について審議が追加されたことが報告された。
- (3) 第 3 回（平成 25 年 7 月〇日）

2 作業班での検討

- (1) 第 1 回（平成 24 年 6 月 6 日）
作業班での検討の進め方、作業班運営方針、作業班の検討体制及び今後のスケジュールについて審議を行った。
- (2) 第 2 回（平成 24 年 7 月 2 日）
センサー用途 UWB 無線システムの利用シーン、通信用途及びセンサー用途 UWB 無線システムの需要予測及び普及密度、アドホックグループの設置、センサー用途 UWB 無線システムの基本仕様について審議を行った。
- (3) 第 3 回（平成 24 年 12 月 3 日）
各アドホックグループの進捗状況及びこれまでの審議の中間報告案について審議を行った。
- (4) 第 4 回（平成 25 年 3 月 18 日）
固定・放送アドホックグループ、航空・海上・レーダーアドホックグループ及び衛星・小電力アドホックグループ（アマチュア、電波天文）のとりまとめ案について審議を行った。また、衛星・小電力アドホックグループ（衛星）及び携帯電話アドホックグループの進捗状況について審議を行った。
- (5) 第 5 回（平成 25 年 4 月 22 日）
衛星・小電力アドホックグループ（衛星）のとりまとめ案及び携帯電話アドホックグループの進捗状況並びに交流電源接続規制の取り扱いについて審議を行った。
- (6) 第 6 回（平成 25 年 6 月 4 日）
携帯電話アドホックグループのとりまとめ案及び交流電源接続規制への対応案について審議を行った。
- (7) 第 7 回（平成 25 年 6 月 24 日）

3 アドホックグループでの検討

これまで、以下のアドホックグループを開催した。

- ・ 固定・放送アドホックグループ 計 6 回
- ・ 航空・海上・レーダーアドホックグループ 計 6 回
- ・ 衛星・小電力アドホックグループ 計 6 回
 - ✓ 衛星局・地球局個別検討グループ 計 7 回
 - ✓ 電波天文個別検討グループ 計 5 回
- ・ 携帯電話アドホックグループ 計 8 回

IV 審議概要

第1章 UWB（超広帯域）無線システムの概要

1-1 審議の背景

非常に広い帯域幅にわたって電力を拡散させる無線技術の UWB（超広帯域）無線システムは、近距離でのワイヤレス通信において数百 Mbps の高速通信を可能とするほか、高精度な測位等を可能とするものとして、平成 18 年 8 月にマイクロ波帯（3.4GHz 帯を超え 4.8GHz、7.25GHz を超え 10.25GHz 以下）を用いた UWB 無線システムが、平成 22 年 4 月には 24GHz～29GHz 帯を利用した UWB レーダーシステムが我が国に導入されている。その導入にあたっては、UWB 無線システムが発射する電波の周波数帯域で電波を使用している各種無線システムと周波数を共用するための条件等の技術的条件について検討する必要がある。このため我が国では、マイクロ波帯（3.4GHz 帯を超え 4.8GHz、7.25GHz を超え 10.25GHz 以下）を用いた UWB 無線システムについて技術的検討を行い、平成 18 年 3 月に通信用途の UWB 無線システムの技術的条件、平成 21 年 11 月に 24GHz～29GHz 帯を利用した UWB レーダーシステムの技術的条件を明らかにするとともに、それぞれの導入に必要な制度整備が行われてきた。

今般、低速度かつ測距・測位を目的としたセンサーネットワークとして UWB 無線システムを利用するニーズが国際的に高まり、関連する国際標準化も進められている。

このため、こうした国際的な動向や国内の利用者ニーズ等を踏まえ、UWB 無線システムの技術的条件の見直しにつき、検討を行うものである。

1-2 UWB 無線システムの概要

UWB 無線システムは、非常に広い帯域幅（図 1-1 参照）にわたって電力を拡散させる無線システムである。電力を抑え、周波数を重畳して利用することにより他の無線システムと共用を図る新たな技術として注目されている。“ultra-wideband”の名称は、非常に広い帯域幅に電波を放射することに由来している。

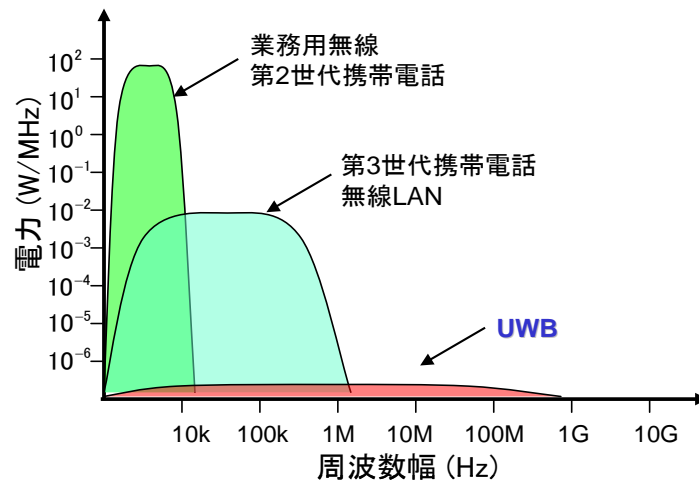


図 1-1 UWB 無線システムの周波数利用の概念

1-3 UWB 無線システムの定義

UWB無線システムは、ITU-R SG1によるUWBの技術的特性に関する勧告案(DNR ITU-R SM.[UWB.CHAR])において、以下のとおり定義されている。

定義

UWB技術を用いたデバイスは、500MHz以上の帯域幅(※)を有するもの、又は帯域幅(※)を中心周波数(f_c)で割った帯域幅率(μ_{-10})が0.2以上のものであることとする。

(※) 最高輻射周波数(f_M)に対して、輻射電力が10dB下がった周波数(f_L, f_H ; $f_L < f_H$)間の幅を帯域幅(B_{-10})とする。

$$B_{-10} = f_H - f_L$$

$$\mu_{-10} = B_{-10} / f_c$$

$$f_c = (f_H + f_L) / 2$$

なお、発射する電波の中心周波数を変化させる方式(周波数ホッピング、チャープ等)については、瞬時に電力を輻射する帯域幅が500MHz以上の帯域を有するもの、又は帯域幅率が0.2以上のものであることとする。

1-4 UWB 無線システムの新たな利用ニーズ

1-4-1 UWB 無線システムの現状

我が国におけるUWB無線システムは、モバイルに適用可能な高速通信用途として期待されていたシステムであるが、屋内限定など使用に当たっては運用制限が課せられており、またWi-Fiなどの屋外でも利用可能な他の高速通信システムの台頭により普及していない(第3章 参照)。

一方、海外では、製造業や流通業において、位置探知用としてUWB無線システムが

利用されており、他にも多様な用途に利用されている。例えば米国では、地中レーダー、壁越しイメージング、監視システム、車載レーダー、医療イメージング及びハンドヘルド通信での利用が認められている。また、欧州では、自動車や鉄道車両でのデータ通信と構造材料解析での利用が認められている。

このような利用用途の違いは、各国の制度の違いによるものが大きい。米国では、干渉軽減技術の要件がないことなどから屋外利用に対しての開発も盛んである。日本、欧州、米国の制度の主な比較は表 1 - 1 のとおりである。なお、諸外国の状況については、第 2 章を参照されたい。

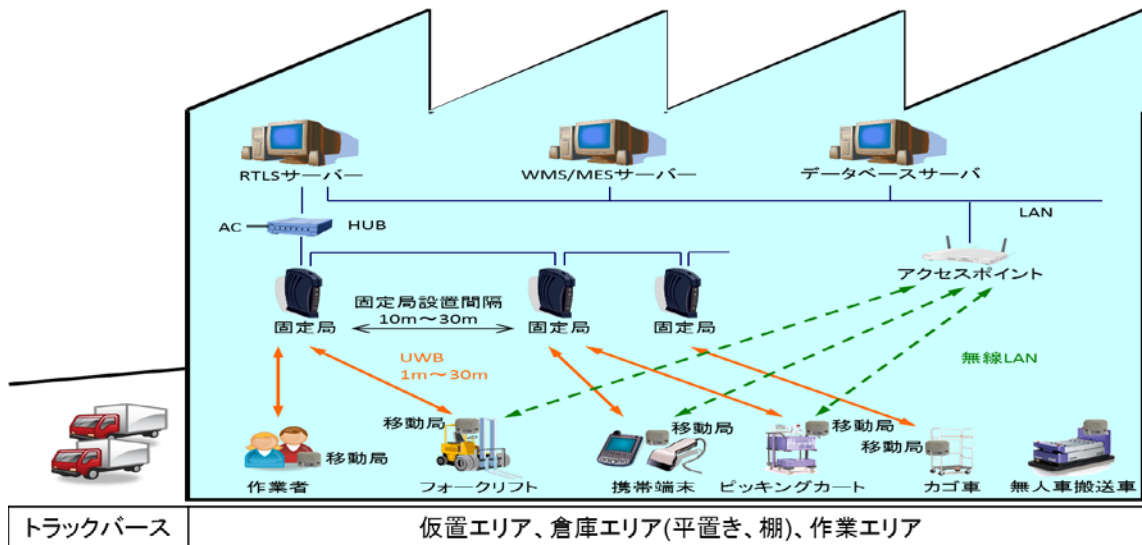
表 1 - 1 日欧米の制度比較

| 比較項目 | 日 | 欧 | 米 |
|-----------|--|---|---|
| 周波数 | 3.4GHz-4.8GHz 7.25GHz-10.25GHz | 3.1GHz-4.8GHz 6GHz-9GHz | 3.1GHz-10.6GHz |
| 空中線電力偏差 | 平均電力-41.3 dBm/MHz以下 | 平均電力-41.3 dBm/MHz以下 | 平均電力-41.3 dBm/MHz以下 |
| 空中線電力ピーク値 | 尖頭電力0dBm/50MHz | 尖頭電力0dBm/50MHz | 尖頭電力0dBm/50MHz |
| 空中線利得 | 絶対利得0 dBi以下 | 規制なし | 規制なし |
| 利用制限 | 筐体の見やすい箇所に、屋内においてのみ電波の発射が可能である旨が表示されていること | 屋外の固定設置あるいは固定アンテナの運用と、航空機への搭載を認めない。自動車や列車に搭載されたUWB機器使用は、干渉軽減技術が必要 | 玩具の操作や、飛行機、船舶および人工衛星の中での利用は禁止 |
| | 交流電源を使用していない無線設備においては、交流電源を使用している無線設備からの信号を受信した後でなければ、電波を発射してはならない | 対向する受信機からACKを受け取らなければ、送信を10秒以内に停止する | ハンドヘルド機器は対向する受信機が存在する場合にのみ送信。対向受信機からのACKを受信できない場合には10秒以内に送信を停止することが必要、少なくとも10秒毎にACKの確認が必要 |

1 - 4 - 2 UWB 無線システムの新たなニーズ

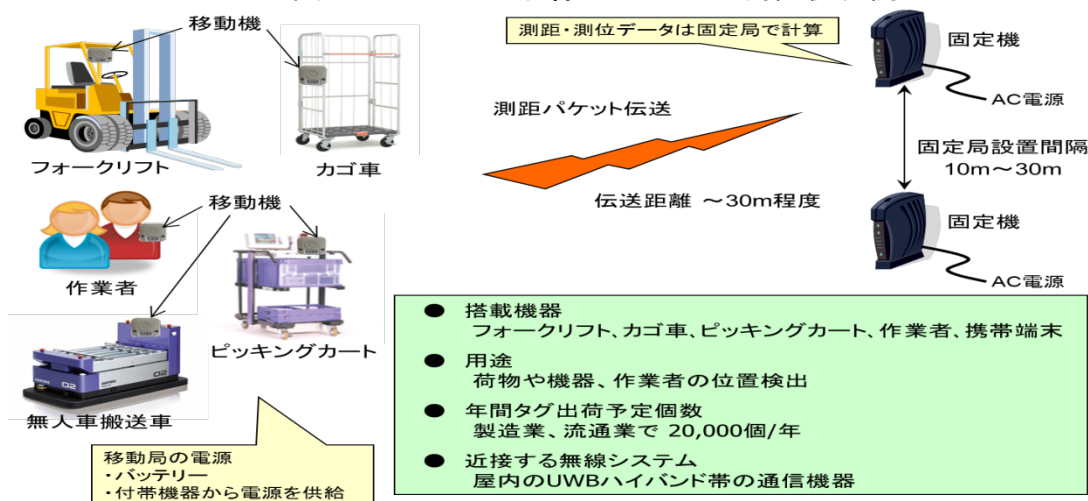
我が国においても、高速通信を目的とした通信用途のニーズに加え、UWB 無線システムの特長的機能である測位、通信、個体識別 (ID) の 3 つに注目した測位システムとしてのセンサー用途 UWB 無線システムのニーズが高まっている。測位システムの分類としては、RTLS*¹ (Real Time Location System) があり、諸外国では、主に製造業や流通業の工場内 (図 1 - 2 参照) で使用されている。

図 1 - 2 製造業、流通業における UWB 測位システムの例



RTLSは、30cm程度の誤差で屋内の移動物標の位置、距離を感知することが可能であり、固定型無線機が移動物標に貼り付けられたタグを識別して通信を行うものである。(図1-3参照)

図1-3 UWB無線システムの測位状況例

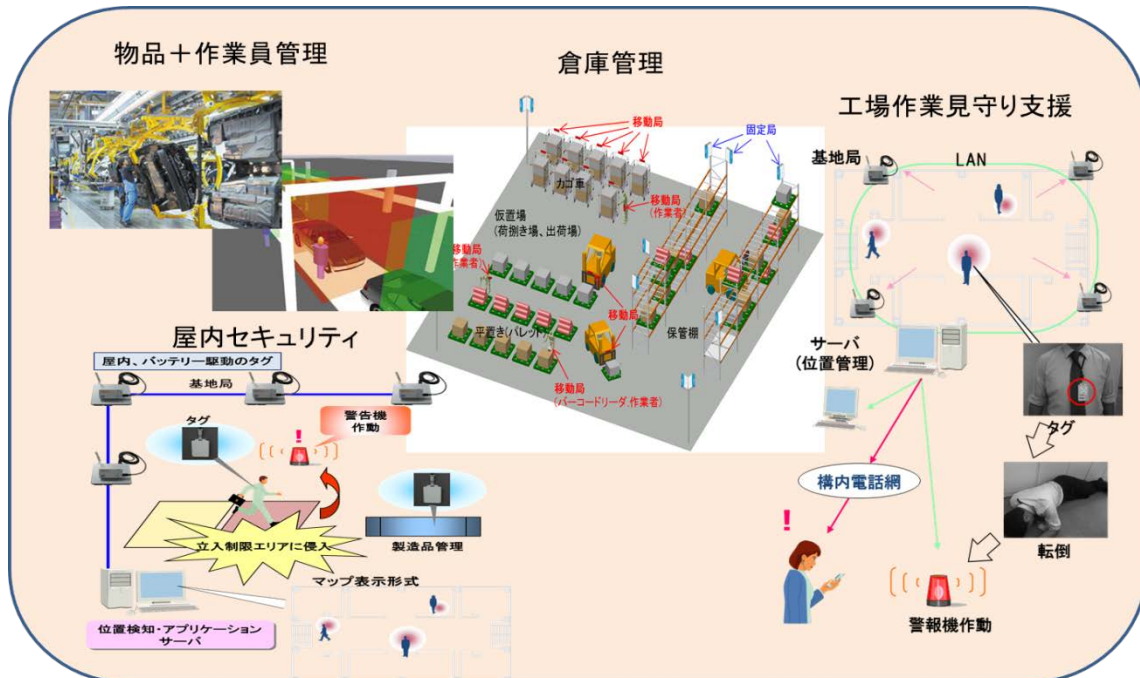


*1RTLS: リアルタイム位置情報システム。物や人にタグを付けて、位置情報をリアルタイムに、遠隔検知するシステム

1-4-3 具体的な利用シーン

センサー用途のUWB無線システムの具体的な利用シーンとして、自動車製造工場ライン管理、平置倉庫管理、カゴ車作業管理、工場作業員見守り支援、製造工場セキュリティなどRFID^{*2}(Radio Frequency Identification)と同様な用途があげられている。(図1-4参照)

図1-4 利用シーン



*2RFID: 「電波による個体識別」の略。ID 情報を埋め込んだ RF タグ (IC タグ) から、電磁界や電波などを用いた無線通信によって情報をやりとりするもの。

・自動車製造工場ライン管理

自動車組み立て製造において、各部品の位置や作業員の位置情報を的確に把握してシステムラインの効率化を図る。諸外国では BMW などの大手自動車メーカーが使用。日本メーカーも国外において使用。

・平置倉庫管理、カゴ車作業管理

倉庫内に固定機を等間隔に配置して、フォークリフトやカゴ車に設置された移動機により、倉庫在庫情報管理、在庫データ更新、フォークリフト作業員への作業指示などを行う。

・工場作業員見守り支援

作業員にタグを付すことにより、屋内に配置された固定機で人の所在管理 (時刻とともに管理・記録) を行い、作業員に異常があった場合は警報機により報知する。

・セキュリティ

人や物にタグを付すことにより、屋内に配置された固定機でそれらの位置を一元管理して社員位置や製造品位置を常時把握する。また、複数のセキュリティレベルの機能により、未許可エリアに人が侵入した場合は、警報機を作動させる。

これらのシステムは、WMS*3 (Warehouse Management System) 及び MES*4 (Manufacturing Execution System) と組み合わせて総合管理システムとして利用される。また、欧州では、無線 LAN と UWB 無線システムを組み合わせ、無線 LAN で情報通信を行い、UWB 無線システムで位置探知を行うシステムもある。これらのシステムに共通しているのは、タグ装置や移動機のような低レート無線機を前提とし

ていることであり、主要な機能として大容量(高速)通信は求められていない点にある。

また、個人が屋内で利用する形態とは異なり、特定の工場等の建物内で多数のデバイスを使用する点が、通信用途 UWB 無線システムと異なっている(第3章参照)。

*3 WMS: 物流センターなどにおける一連の業務を効率化するための総合管理システム。

*4 MES: 工場の生産ラインの各部分とリンクすることで、工場の機械や労働者の作業を監視・管理するシステム

1-4-4 その他の利用シーン

我が国の現行制度において UWB 無線システムは伝送速度を 50Mbps 以上とする制限が課せられており、センサー用途の UWB 無線システムを導入するためには、伝送速度に係る制限を見直す必要がある。このため、伝送速度に係る制限を見直した場合における UWB 無線システムの普及予測を算出することを目的として、通信用途の UWB 無線システムを 50Mbps 以下の低レートで利用するシーンを抽出し、UWB 無線システムの普及予測について検討することとした。

利用シーンとして、図1-5のように複数の利用シーンが考えられるが、屋外利用の禁止及び交流電源への接続の制限が課せられている状況においては、市場に導入されるかどうか未知数である。作業班における検討では、これらの利用シーンに対するニーズとシステム概要については想定範囲外であり、普及予測を具体化する検討を深めることができなかった。このため、低レートによる通信用途 UWB 無線システムについては、その普及が現実的に見込まれ、システムの具体案が示された場合において、他の無線システムとの干渉検討を十分踏まえた上での導入を検討することとした。

図1-5 低レート通信用途 UWB 無線システムの想定される利用シーン



・ イベント時位置情報システム

・

・ 医療機器位置管理システム

.....
・屋内ボディーモーショントラッキング
.....

第2章 諸外国における取り組み

2-1 国際標準化動向

IEEE802 標準化委員会は無線 LAN (WLAN; Wireless LAN) の標準規格 802.11 シリーズや、Bluetooth の標準規格 IEEE802.15.1 など策定したことでよく知られている。IEEE802 標準化委員会の傘下に 20 を超えるワーキンググループ (WG; Working Group) があるが、それらの中でワイヤレスパーソナルエリアネットワーク (WPAN; Wireless Personal Area Network) を対象とするワーキンググループ IEEE802.15 は、これまで UWB を用いた標準規格を 3 つ策定した。以下、策定された順にこの 3 つの標準規格を記述する。

1. IEEE802.15.4a

IEEE802.15.4a は 2007 年 3 月に策定された初めての UWB を用いた国際標準規格である。IEEE802.15.4a で規定されている UWB 物理層 (PHY) の必須仕様 (Mandatory) を表 2-1 に示す。IEEE802.15.4a は測距を重視した低レート WPAN のための規格で、同期検波と非同期検波の受信機を同時にサポートするために、BPSK+BPM (Burst Position Modulation) を定義している。同期検波を用いた受信機は BPSK と BPM でそれぞれ変調されたビットを検出するのに対して、非同期検波を用いた受信機は BPM で変調されたビットのみを検出する仕組みとなっている。表 2-2 に IEEE802.15.4a の無線チャネルの割当を示す。UWB のローバンド (3.1-4.9 GHz) およびハイバンド (6-10.6 GHz) を対象とするが、ローバンドとハイバンドを同時に用いる必要はないため、ローバンドとハイバンドのそれぞれの必須バンドを定義している。また、1 つのチャネルの帯域幅は 499.2 MHz を基本としているが、より良い測距性能を得るために 1GHz 以上の広帯域チャネルを 4 つ定義した。表 2-2 の IEEE802.15.4a で定義されているチャネルの中で、ローバンドではチャネル 3、ハイバンドではチャネル 9-15 は国内の UWB バンドに合致する。

表 2-1 IEEE802.15.4a の必須仕様

| パラメータ | 数値 |
|---------------------|-------------------------------|
| データレート | 850 Kbps |
| パルス波形 | ルートレイズドコサイン ロールオフ率が 0.6 |
| 変調方式 | BPM と BPSK の組み合わせ |
| 誤り訂正符号 | RS 符号 + 畳み込み符号 ただし、受信機は選択可 |
| 平均 PRF | 15.6 MHz & 3.9 MHz |
| チップレート (ピーク PRF) | 499.2MHz |
| プリアンブル符号長 | 31 ビット |
| チャンネルアクセス | ALOHA |

表 2 - 2 IEEE802.15.4a の無線チャネル

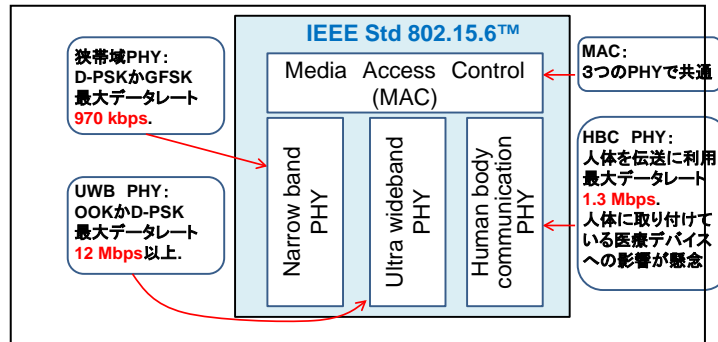
| チャンネル番号 | 中心周波数(MHz) | -3dB 帯域幅(MHz) | 必須/オプション |
|---------|------------|---------------|----------|
| 1 | 3494.4 | 499.2 | オプション |
| 2 | 3993.6 | 499.2 | オプション |
| 3 | 4492.8 | 499.2 | ローバンド必須 |
| 4 | 3993.6 | 1331.2 | オプション |
| 5 | 6489.6 | 499.2 | オプション |
| 6 | 6988.8 | 499.2 | オプション |
| 7 | 6489.6 | 1081.6 | オプション |
| 8 | 7488.0 | 499.2 | オプション |
| 9 | 7987.2 | 499.2 | ハイバンド必須 |
| 10 | 8486.4 | 499.2 | オプション |
| 11 | 7987.2 | 1331.2 | オプション |
| 12 | 8985.6 | 499.2 | オプション |
| 13 | 9484.8 | 499.2 | オプション |
| 14 | 9984.0 | 499.2 | オプション |
| 15 | 9484.8 | 1354.97 | オプション |

2. IEEE802.15.6

IEEE802.15.6 は医療とヘルスケアデータを優先的に取り扱うボディアリアネットワーク (BAN; Body Area Network) の標準規格で、2012 年 2 月に策定された。先の IEEE802.15.4a は既存規格 IEEE802.15.4 の PHY の追加仕様を定義する標準規格 (MAC は IEEE802.15.4 を利用する) であるのに対して、IEEE802.15.6 は独自の PHY と独自の MAC を定義する単独標準規格である。図 2 - 1 に示すように IEEE802.15.6 は 1 つの MAC と 3 つの PHY から構成されている。すなわち、狭帯域 (Narrow Band) PHY、UWB PHY および人体通信 (HBC; Human Body Communication) PHY である。UWB を用いた PHY は他の 2 つの PHY に対してより高いデータレートを提供できる。なお、送受信機構成を簡単にするため、インパルスを用いた OOK (On-Off Keying) 変調を基本としているが、通信性能をよくするために DBPSK/DQPSK を用いることも可能である。

IEEE802.15.6 のチャネル割当はシステム間の共存と協調を図るため、IEEE802.15.4a のそれを踏襲している。ただし、IEEE802.15.6 は帯域幅が 499.2 MHz のチャネルのみを採用し、帯域幅が 1GHz 以上のチャネルを使用しない。

図 2 - 1 IEEE802.15.6 の構成



3. IEEE802.15.4f

IEEE802.15.4f は 2012 年 2 月に策定された標準規格で、IEEE802.15.4 の PHY の追加仕様を定義し、MAC は IEEE802.15.4 を利用するものである。図 2-2 のように IEEE802.15.4f では 3 つの PHY が定義されており、その中の UWB PHY は特に測距利用を優先した仕様となっている。変調として OOK または PPM (Pulse Position Modulation) を用いることが可能である。前述の 2 つの標準規格と違って、IEEE802.15.4f は UWB ハイバンドのみを対象とし、より良い測距性能を得るためにチャンネルの帯域幅に制限を設けず、各国の UWB 制度で許容される電力マスクに委ねた。表 2-3 に IEEE802.15.4f のチャンネル割当を示す。ハイバンドにおいて 3 つのチャンネルが定義され、最大帯域幅は 2 GHz 以上である。

図 2-2 IEEE802.15.4f の構成

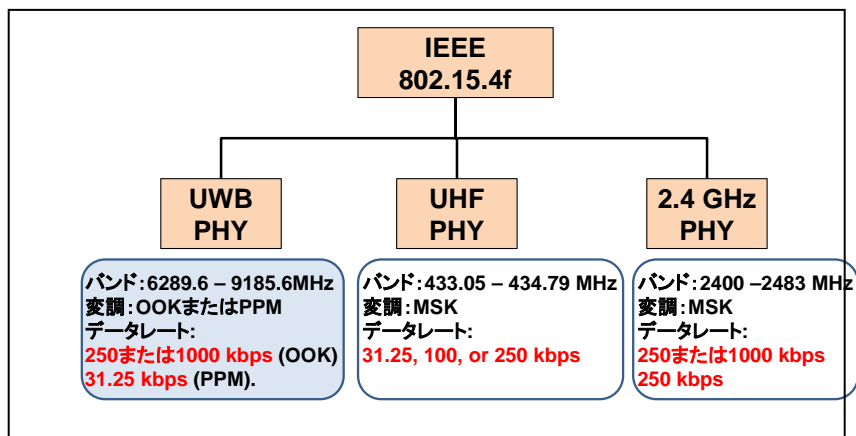


表 2-3 IEEE802.15.4f のチャンネル割当

| チャンネル番号 | 中心周波数(MHz) | 最大帯域幅(MHz) |
|---------|------------|------------|
| 0 | 6489.6 | 1730.56 |
| 1 | 6988.8 | 2296.32 |
| 2 | 7987.2 | 2129.92 |

2-2 諸外国の動向

2-2-1 海外の UWB 市場動向

近年、RTLS (Real Time Locating System RTLS、屋内リアルタイム位置検知) の市場が立ち上がりつつある。英国の市場調査会社 IDTechEX 社 (1999 年設立) によれば、WiFi/UWB 技術をベースとする RTLS 市場は 2018 年に \$0.25 billion に達すると予測されている。旧来の RTLS (WiFi ベース) は、その位置検知精度が 3m 程度に留まるため、物品管理等へ応用する上で大きな制限となっていた。これに対して、後発である UWB 技術を適用すれば、サブメータークラスの位置検知が達成できる。しかしながら、普及に際してその実現コストがネックとなっていた。このような状況の中、世界標準である IEEE802.15.4a 整備され、その準拠チップが開発されたこと契機に、正に RTLS 市場が急速に立ち上がることが期待されている。その潜在市場として、旧来の RTLS では満足できなかった産業 (鉄鋼、自動車、航空機等) 向け製造ライン管理や、従業員の安全管理、病院向け資産管理が有力視されている。

表 2-4 RTLS の方式比較

| | WiFi ベース RTLS | UWB ベース RTLS | 備考 |
|--------|---------------|----------------|------------|
| 位置検知精度 | ~3m 程度 | ~30cm 程度 | 屋内想定 |
| 通信範囲 | ~30m 程度 | ~30m 程度 | 屋内想定 |
| 電池寿命 | ~1 年 | ~3 年 | 典型的な使用状況にて |
| 検知方式 | TDOA 他 | TDOA, TOA, AOA | |
| コスト | 安価 (チップあり) | 現状高価 (チップ開発中) | |

TOA: Time of Arrival, TDOA: Time difference of arrival, AOA: Angle of arrival

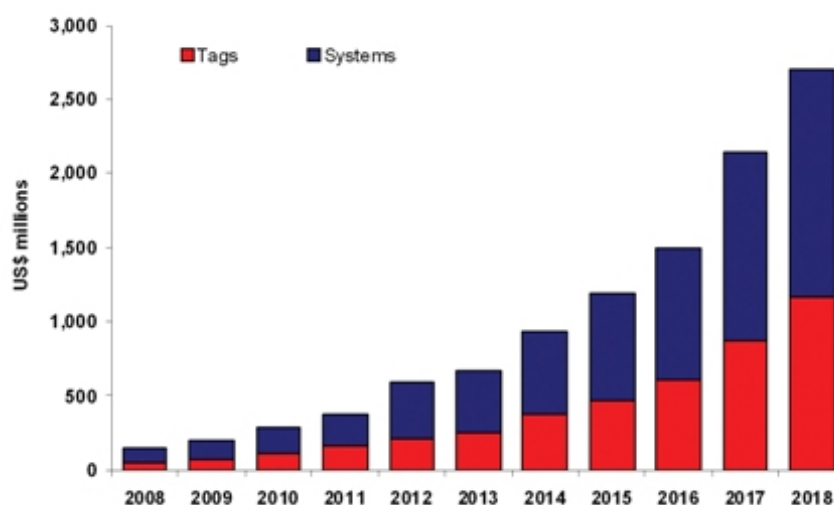


図 2-3 IDTechEx Forecast of Global RTLS Market by Value 2008-2018

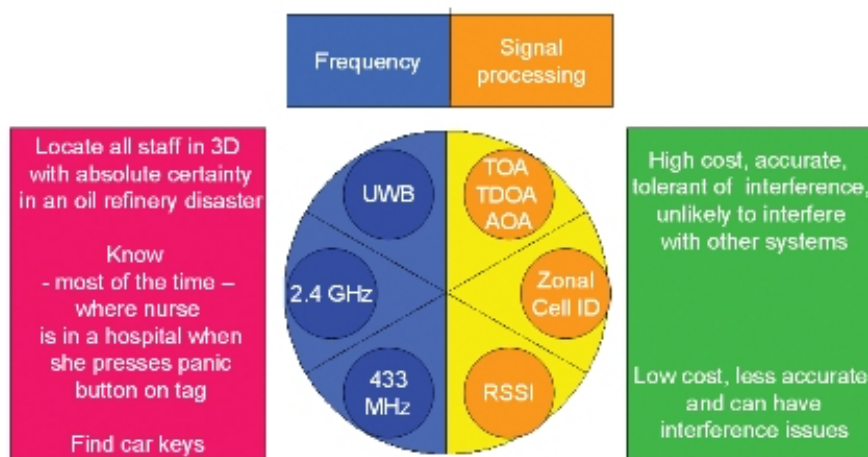


図 2 - 4 The Main Choices of Active Tag RTLS Frequency and Signaling Compared

出展:

<http://www.parcelindustry.com/ME2/dirmod.asp?sid=23C6283BD51B46348B616C079EB2E21&nm=Miscellaneous&type=Publishing&mod=Publications%3A%3AArticle&mid=8F3A7027421841978F18BE895F87F791&tier=4&id=41C56ACC1AF046C9936403EFD044AE77>

2 - 2 - 2 海外の UWB ベンダ状況

市場へ UWB デバイスを提供始めているベンダは少なくなく、産業向け市場をメインにスタートアップしている段階といえる。中でも、Ubisense 社の POSCO 社向けシステムや、Zebra 社のアブダビ空港向けシステムといった大規模なシステム導入事例も出てきている。また、国際標準である IEEE802. 15. 4a の完成に伴い、これに準拠した RTLS 技術やデバイスの提供がアナウンスされている。decaWave 社は、2011 年 11 月にサンプルチップの出荷を開始している。海外においては、UWB が RTLS の主要技術になるものと期待されており、とりわけコストの問題が解決されれば、急速に広まるものと予想される。以下では、主要ベンダの状況について記述する。

(1) TIME DOMAIN 社

T 米国を本拠地とする UWB モジュールベンダーである。世界各国に UWB モジュールを供給し、その数、数百社に達する。同社は商用 UWB 製品向けの FCC 規則に適合する独自の UWB チップを有し、米国政府系サービスや陸海軍向けにビジネスを展開している。最近では、鉄道車両の位置管理用途として、鉄道センサ事業を展開する Metrom 社に対して UWB 装置の提供を開始している。Metrom 社は、ファーストクラスの鉄道顧客向けに、2013 年第一四半期に数千台、続く 2 年にわたって数万台を設置する見込みである。TIME DOMAIN 社の製品を以下に示す。

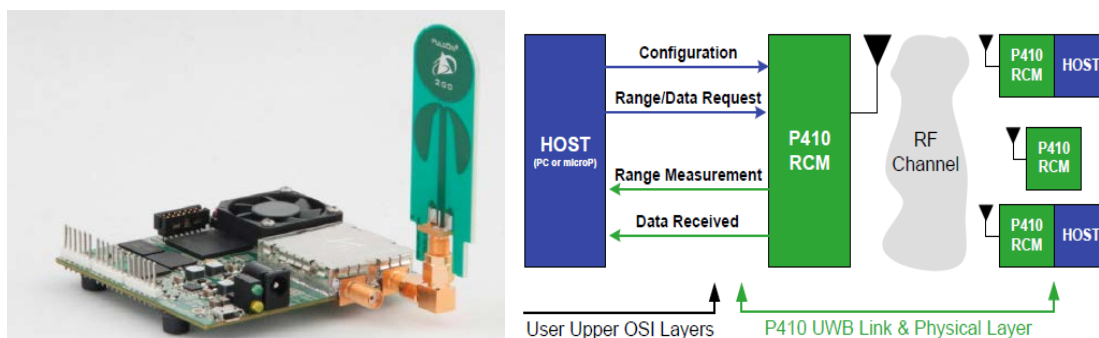


図 2 - 5 TIME DOMAIN 社 UWB OEM モジュール P410RCM およびそのインターフェース

表 2 - 5 TIME DOMAIN P410RCM 主要諸元

| 項目 | 内容 |
|---|--|
| サイズ、重量 | 76 x 80 x 19 mm、58g |
| 使用周波数帯 | 3.1 GHz to 5.3 GHz (中心 4.3GHz) |
| 送信出力 | -31.6 to -12.64 dBm / -14.5 to 0.7 dBm |
| 測距誤差 (Pulsed Two-Way Time-of-Flight) | 平均 2.1cm、 σ 2.3cm |
| 見通し時最大距離 | 35m (PII=16:1) ~ 354m (PII=1024:1) |

PII: Pulse integration rates

(出展 : <http://www.timedomain.com/>)

(2) decaWave 社

アイルランドを本拠地とし米・仏・韓に拠点を置き、IEEE802.15.4a に準拠する UWB チップを開発したチップベンダーである。この UWB チップは、その準拠規格ゆえに低コストかつ低消費電力で、屋内環境（障害物を通じて）におけるヒト・モノ位置検知を実現することを特長とする。IEEE802.15.4a 準拠チップ (DW1000) は、2011 年 11 月にサンプル出荷し、その商用化は 2013 年第二四半期に予定されている。

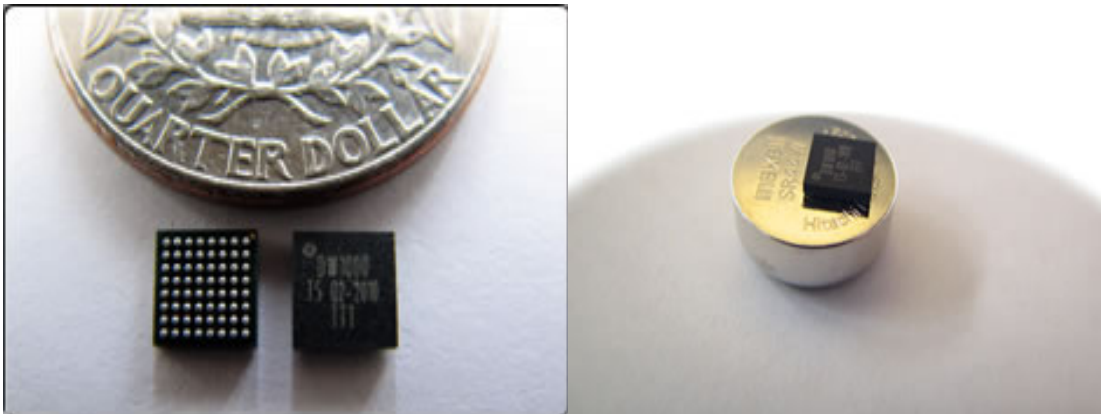


図 2 - 6 deccaWave 社 IEEE802.15.4a 準拠チップ (DW1000)

IEEE802.15.4a 準拠チップ DW1000 の特長

- 10cmの屋内位置検知精度
- 6.8Mbpsまでのデータ伝送レート
- 最大通信距離は、見通し450m、見通し外45m
- 狭帯域のIEEE802.15.4送受信機とくらべ、送信時1/7、受信時1/3の低消費電力
- CMOS、4.5mm×4.5mm BGA

また、同社は、1000 を超える企業・研究機関とともに、RTLS (Real Time Location Systems) の畜産・医療分野への応用や、WSN (Wireless Sensor Networks) の航空産業への応用応に取り組んでいる。

ScenSor (DW1000 製品) による RTLS の特長

- 屋内20mセル毎に無線タグ最大11000枚を、5m/sで移動しても10cm精度で位置検知
- 腕時計用電池やエネルギーハーベスト下で、最大10年まで使用可能な低消費電力性

(出展 : <http://www.decawave.com/>)

(3) Zebra Technologies 社

米国に本拠地を置き、バーコード・ラベルや RFID スマートラベルなどの印刷を行う特殊プリンタを製造し、世界 100 カ国へ製品を販売する企業である。UWB によるリアルタイム位置検知システムも取り扱っている。2012 年 10 月には UWB 製品を IEEE 標準に準拠させ、主要顧客であるボーイング社や上海 URTLS テクノロジーに展開している。



図 2 - 7 Zebra DART UWB RTLS

表 2 - 6 Zebra DART UWB RTLS 主要諸元

| 項目 | 内容 |
|-----------|--|
| センササイズ、重量 | 15.5 x 7.1 x 6.4cm、0.45kg |
| タグサイズ、重量 | φ40, h=20mm、20g (バッジタグ: 4.22 x 0.71 x 7.42cm、20g) |
| タグ電池寿命 | 7年/1Hz blink |
| 使用周波数帯 | 6.35 to 6.75 GHz (IEEE 802.15.4f 準拠) |
| 測位誤差 | 30cm 以下 (見通し) |
| タグ電波到達距離 | 50m~100m (屋内) |

Zebra 社の DART UWB RTLS は、2009 年、アブダビ国際空港のエプロンにおける 472 台の GSE (Ground Service Equipment) の位置把握の一つの方式として導入されている。産業分野では、世界最大級の航空機製造現場において、数千個もの工具・備品、部品等のリアルタイム位置検知に適用され、業務効率化に活用されている。また、欧州自動車部品メーカーである voestalpine 社のリンツ・オーストリア工場において、1 万人の従業員に対する位置監視により重大事故の防止に活用されている。医療分野では、例えば、926 台のベッド数を有する米国ワシントンホスピタルセンターにおいて、3 千個の医療機器の位置追跡と、その機器と患者との関連付けによって医療ミス防止、救急処置、さらに、サービス充実化に活用されている。2012 年には、英国ウエストチェシャー大学において、2 万人の学生を追跡するために、RTLS が導入され、設備管理やリソース配置の最適化に活用されはじめている。

(出展 : <http://www.zebra.com/>)

(4) Ubisense 社

英国を本拠地とし、UWB 技術をベースとするリアルタイム位置検知システムソリューションベンダーである。AoA (Angle of Arrival) と TDoA (Time Difference of Arrival) の両方式を併用することでセンサの設置数を抑えて3次元位置検知を実現している。



図 2 - 8 Ubisense 社製品

表 2 - 7 Ubisense 社 製品主要諸元

| 項目 | 内容 |
|-----------|---|
| センササイズ、重量 | 20 x 14 x 6.5cm、580g (IP30) |
| タグサイズ、重量 | 38 x 39 x 16.5mm、25g (コンパクトタグ) 83 x 42 x 11mm、32g (スリムタグ) |
| タグ電池寿命 | 4年以上 (オフィスワークでの使用例) |
| 使用周波数帯 | UWB: 6GHz - 8GHz, 8.5GHz - 9.5GHz, Telemetry 用: 2.4GHz 米、欧、カナダ、シンガポール、中国、韓国で認証取得 |
| 測位誤差 | 15cm 以下 |

Ubisense 社は、世界の自動車メーカー15社のうち8社に RTLS ソリューションを提供している。BMW 社 ドイツ レーゲンスブルク工場では、長さ 2km におよぶ製造ラインの中で 15cm 以内に車両とその組み立てに使用される工具の位置を特定している。車両は同時に 1000 台、工具は 150 個である。ホンダイタリアでは、長さ 80m の製造ラインにおいて、300 個のアクティブタグと 13 個のアンテナによりオートバイの製造をリアルタイムに追跡している。その他、AGCO Fendt トラクター ドイツ Marktoberdorf 工場、カミンズ 米国ジェームスタウン エンジン工場、アストン・マーティン 英国国内工場、ヒュンダイ 韓国国内工場、に加え、2013 年にはダイムラー ドイツ ジンデルフィンゲン工場にも導入が予定されている。一般の産業分野では、エアバス社での製造効率化、マーシャル・エアロスペース社でのツール探索時間の改善、キャタピラー社ベルギー油圧バルブ工場における工程管理への適用があげられる。また、作業員の位置把握にも適用され、英国セラフィールド原発における作業員の安全管理や韓国ポスコ製鉄所における作業員 500 人の安全管理があげられる。カザフスタンでは施設の危険環境下の作業員位置把握への適用が予定されている。交通分野では、スイス、ドイツ、米国にて、発着場でのバス位置管理に適用されている。

(出展 : <http://www.ubisense.net>)

第3章 UWB 無線システムの普及予測

UWB 無線システムと他の無線システムとの共用検討を行う際に、UWB 無線システムの普及密度が重要なパラメータであり、また、将来の UWB 無線システムの利用密度を予測することは、UWB 無線システムに関する制度的措置を検討する上でも重要である。このことから、通信用途 UWB 無線システムの導入にあたっては、UWB 無線システムの普及予測及びそれにより導き出される利用密度の予測が行われ、制度化されている。

今回のセンサー用途 UWB 無線システムの導入にあたり、現存する通信用途 UWB 無線システムに加え、センサー用途 UWB 無線システムが UWB 無線システムとして加わることとなる。このため、情報通信審議会（諮問第 2008 号 平成 18 年 3 月答申）の報告書（以下「平成 17 年度報告書」という。）における UWB 無線システムの普及予測が適正であるかどうかを見直しつつ、センサー用途 UWB 無線システムの普及予測及び利用密度を検討していくこととした。

3-1 使用周波数帯の前提

センサー用途 UWB 無線システムの導入対象の周波数帯は、干渉軽減機能が不要でニーズの高いハイバンド（7250MHz～10250MHz）である。一方、通信用途 UWB 無線システムを制度化した時の検討では、ローバンド（3400MHz～4800MHz）とハイバンドの区分けはなされていないことから、今回も同様に UWB 無線システム全体を対象として普及予測を行うこととした。

3-2 普及予測

3-2-1 通信用途 UWB 無線システムの普及予測

平成 24 年 3 月現在、通信用途 UWB 無線システムの普及台数は表 3 - 1 及び表 3 - 2 のとおりである。

表 3 - 1 通信用途 UWB 無線システムの出荷台数

| 出荷年度 | 技術基準適合証明 (台数) | 工事設計認証 (台数) | 合計 |
|-----------------|------------------|----------------|--------|
| 平成18年 | 7 | 9,566 | 9,573 |
| 平成19年 | 103 | 7,825 | 7,928 |
| 平成20年 | 83 | 1,036 | 1,119 |
| 平成21年～ 平成23年 | | | 21,271 |
| 総計 | | | 39,891 |

出荷台数（UWB出荷台数（総務省 平成 21 年度及び平成 24 年度「電波の利用状況調査」）より

表 3 - 2 通信用途 UWB 無線システムの技術基準適合証明及び工事設計認証の取得数

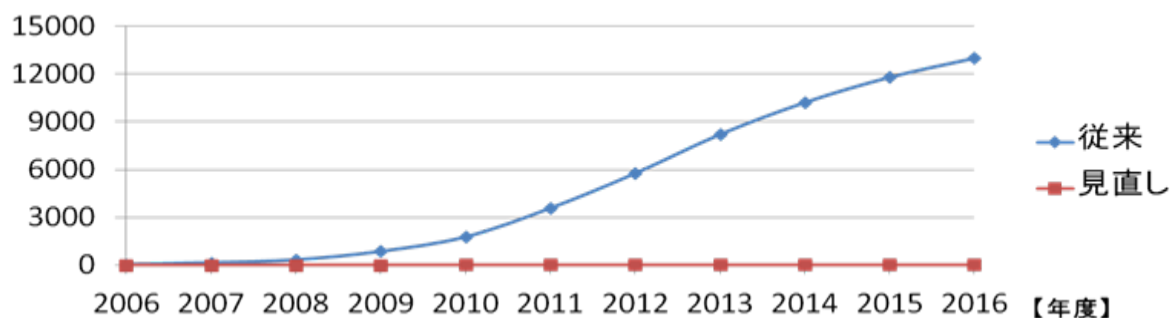
| 取得年度 | ローバンド(3.4GHz-4.8GHz) | | ハイバンド(7.25GHz-10.25GHz) | |
|-------|----------------------|----------------|-------------------------|----------------|
| | 技術基準適合証明 (台数) | 工事設計認証 (件数) | 技術基準適合証明 (台数) | 工事設計認証 (件数) |
| 平成18年 | 7 | 2 | 0 | 2 |
| 平成19年 | 107 | 12 | 2 | 0 |
| 平成20年 | 83 | 10 | 0 | 2 |
| 平成21年 | 41 | 6 | 35 | 4 |
| 平成22年 | 0 | 4 | 30 | 4 |
| 平成23年 | 0 | 1 | 0 | 4 |
| 合計 | 238 | 35 | 67 | 16 |

表3-1及び表3-2に基づき、今後のマーケットシェアを考慮して普及予測を見直す。UWB無線システムの普及台数は、導入当初である平成18年度の9,573台以降、減少傾向にあり、平成21年度以降は毎年平均7,000台程度の増加にとどまっている。また、技術基準適合証明数及び工事設計認証数もそれに比例するように減少しており、新たなUWB製品が市場に出ていないことを示していると考えられる。この原因として、高速通信用途として利用価値が高いと期待されていたUWB無線システムであるが、国際標準規格が決定されないままの状態が続き、その一方で平成19年に高速無線LAN(IEEE802.11n)規格が国際標準化されたことが考えられる。このため、高速通信用途としてのUWB無線システムへの期待感がなくなり、また屋内利用限定や交流電源への接続といった運用面での制約などが課せられていることなどから、市場におけるUWB無線システムの魅力が薄れているものと推測される。現時点で、通信用途UWB無線システムが急速に伸びる要素は見当たらないことから、今後、市場に導入されると想定されるUWB無線システムは、過大に見積もっても毎年10,000台程度にとどまると思われる。この状況を踏まえ、普及予測を見直すこととした。見直しに当たっては、表3-1の出荷台数と2012年以降は毎年10,000台が増加されていくとの想定のもと、普及予測数を算出した。結果、表3-3及び図3-1のとおり当初の予測に比べて1600分の1程度の普及しか見込めない結果となった。

表3-3 通信用途UWBの普及予測(平成17年度報告書との比較表)

| 年度 | | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|--------------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| デバイス数(万デバイス) | 従来 | 50 | 150 | 330 | 860 | 1,770 | 3,580 | 5,770 | 8,220 | 10,230 | 11,820 | 13,020 |
| | 見直し | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

図3-1 通信用途UWBの普及予測(平成17年度報告書との比較グラフ)

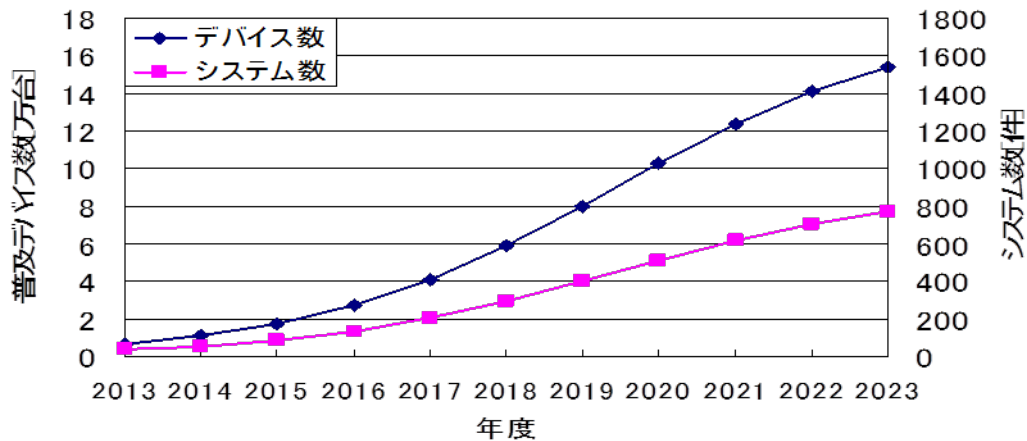


3-2-2 センサー用途 UWB 無線システムの普及予測

測位精度に優れたセンサー用途 UWB 無線システムは位置探知用 (RTLS) として、電波を利用して移動体の位置を測定するためのシステムである。現在、我が国では、920MHz 帯や 2.4GHz 帯を使用する位置探知システムが普及しているが、大きな生産ラインを持つ製造工場や大量の物品管理を行う物流事業所においては、より精度の高い位置探知が可能なセンサー用途 UWB 無線システムの利用が求められている。センサー用途 UWB 無線システムの欧米での導入実績及び国内マーケットの規模から、市場成熟期のセンサー用途 UWB 無線システムの出荷台数は 20,000 台/年程度と予測される。使用される場所は、主に敷地面積の大きな製造工場及び物流センターなどであり、移動体・主要部品の追跡、工場セキュリティ等の工場内安全システムに使用されると考えられる。センサー用途 UWB 無線システムの利用にあたってシステムという仕組みが導入され、で 1 システムあたりのセンサー用途 UWB 無線システムのデバイス数は、第 1 章の利用シーンから平均 150~200 デバイス程度と予測されるが、諸外国の普及状況を踏まえ最大値として 500 デバイスを採用した。また、全国の製造業及び流通業者数のうち最大 2 割がセンサー用途 UWB 無線システムを導入するものと仮定した。実際は、位置探知用システムを必要としない製造業及び流通業も多数存在すると考えられるため、当該数値を上回ることはないと考えられる。

センサー用途 UWB 無線システムの普及予測は図 3-2 のとおり、導入開始当初から 2~3 年の立ち上がり期間を経て、普及が伸びるものと推測される。しかし、PC や PC 周辺機器への搭載を想定している現行の通信用途 UWB 無線システムと異なり、導入 10 年前後から伸び率の鈍化が始まり、以降はほぼ横ばい状態になると考えられる。国内マーケットの規模を考慮した場合、センサー用途 UWB 無線システムの出荷台数は、10 年後には 16 万デバイス、15 年後は 18 万デバイスと予測される。

図 3-2 センサー用途 UWB 無線システムの普及予測



- ・ デバイス出荷台数は、海外メーカー実績（主として製造業界）、欧米/日本設置比率、国内マーケット（主として流通業界）を考慮して試算
- ・ 1システムあたりの平均デバイス数は海外実績、国内販売計画より推測
- ・ 横ばい時の普及デバイス数 = 180,000 デバイス
- ・ 横ばい時の普及システム数 = 900 システム

3-3 普及密度

平成 17 年度報告書においては、普及密度の算出に平成 17 年度国勢調査結果の人口密度を引用している。今回の算出においても同様に、平成 22 年度国勢調査結果を用いることとした。統計値*は、東京都の人口密度 6,013/k²(5,748/k²)、神奈川県の人ロ密度 4,670/k²(3,639/k²)、秋田県の人ロ密度を 93/k²(99/k²)を用いて算出した。

* ()内は平成 17 年度報告書の値

3-3-1 通信用途 UWB 無線システムの普及密度

平成 17 年度報告書においては、我が国における地域毎の 1km²当たりの通信用途 UWB 無線システムの普及密度（デバイス/km²）を検討して算出している。普及密度は UWB 無線システムの総数を日本の総人口で除算した値を 1 人当たりの普及数（デバイス/人）として、これに人口密度（人/km²）を乗算したものであり、各地域における普及の指標としている。今回見直しを行った通信用途 UWB 無線システムの普及予測は 3-2-1 のとおり、平成 17 年度の予測値よりも大幅に小さい値となっているため、普及密度についても見直すこととした。なお、地域の選定については平成 17 年度報告書と同様に東京、神奈川、秋田の 3 地域を選定した。

平成 17 年度報告書の普及密度と見直した普及密度は、表 3-4 のとおり年数の経過と共に差が拡大していくこととなり。2016 年においては、1/1000 程度となって

いる。

表3-4 UWB の普及密度(平成 17 年度報告書との比較)

| 普及密度(デバイス/km ²) | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 地域 | | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| 東京 | 従来 | 22 | 70 | 151 | 386 | 798 | 1610 | 2600 | 3701 | 4604 | 5322 | 5862 |
| | 見直し | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 神奈川 | 従来 | 14 | 44 | 95 | 244 | 1020 | 1020 | 1646 | 2343 | 2915 | 3370 | 3711 |
| | 見直し | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 秋田 | 従来 | 0 | 1 | 3 | 7 | 14 | 28 | 45 | 64 | 79 | 92 | 101 |
| | 見直し | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表3-4から、10年後の値を算出すると2023年に、東京都では8デバイス/km²と推定され、マージンを見込んだとしても10デバイス/km²を超えることはないと推測される。

3-3-2 センサー用途 UWB 無線システムの普及密度

センサー用途 UWB 無線システムは、通信用途 UWB 無線システムのように各家庭や個人で使用する M2M (Machine to Machine) のような個人向けシステムでなく、業務用として特定の分野で使用されるものである。したがって、母数を国民人口とすると非常に密度が小さくなり、設置環境に合わなくなる。よって、製造業及び流通業の事業所数を母数とすることとし、経済産業省「平成 21 年経済センサス基礎調査」を踏まえ該当事業所数を算出した。なお、算出選定地域は、平成 17 年度報告書の 3 地域(東京、神奈川、秋田)に製造業及び流通業の事業所数の多い大阪、愛知の 2 地域を加え、合計 5 カ所とした。

また、第 1 章のセンサー用途 UWB 無線システムの利用シーンから、導入されるのはある程度規模の大きい工場や物流センターに見込まれることから、従業員 100 名以上の事業所を対象とした。システムを導入する事業所数と 1 システムあたりのセンサー用途 UWB デバイス数の乗算から総デバイス数を求め、対象地域の面積で除することにより 10 年後のセンサー用途 UWB 無線システムの普及密度(デバイス/km²)を表 3-5 のとおり算出した。

表3-5 センサー用途 UWB 無線システムの普及密度

| 地域 | 2023年における 導入事業所数※ (飽和時の普及率を20%と 仮定した値) | | | 2023年における デバイス数[万台]※ ※500デバイス/システム (飽和時の普及率を20%と 仮定した事業所数より算出) | | | 都道府県 面積 [km ²] | 2023年における 普及密度 [デバイス/km ²] | | |
|------|---|------------------|------------------|--|-------------|--------------|----------------------------------|--|-------|-------|
| | 製造業 | 流通業 | 合計 | 製造業 | 流通業 | 合計 | | 製造業 | 流通業 | 合計 |
| 全国 | 2,576 (2,969) | 1,910 (2,201) | 4,486 (5,170) | 129 (148) | 96 (110) | 224 (259) | 377,950.1 | 3.41 | 2.53 | 5.93 |
| 東京都 | 197 (227) | 194 (224) | 391 (451) | 10 (11) | 10 (11) | 20 (23) | 2,187.5 | 45.03 | 44.34 | 89.37 |
| 神奈川県 | 144 (166) | 149 (172) | 293 (338) | 7 (8) | 7 (9) | 15 (17) | 2,415.9 | 29.80 | 30.84 | 60.64 |
| 愛知県 | 217 (250) | 148 (171) | 365 (421) | 11 (13) | 7 (9) | 18 (21) | 5,165.0 | 21.01 | 14.33 | 35.33 |
| 秋田県 | 24 (28) | 6 (7) | 30 (35) | 1 (1) | 0 (0) | 2 (2) | 11,636.3 | 1.03 | 0.26 | 1.29 |
| 大阪府 | 149 (172) | 223 (257) | 372 (429) | 7 (9) | 11 (13) | 19 (21) | 1,898.5 | 39.24 | 58.73 | 97.97 |

* 出典：平成21年経済センサス基礎調査からの数値を適用

※ 飽和時の普及率が製造業及び流通業の20%と仮定した値に基づき、2023年の値を推定

以上から、通信用途 UWB 無線システムが最も普及したとしても10年後の2023年において10デバイス/km²以下であり、一方センサー用途 UWB 無線システムについては、一番普及密度の高い大阪において97.97デバイス/km²となる。したがって、UWB 無線システム全体の普及密度は107.97デバイス/km²となる。このため、第4章の他の無線システムとの干渉検討における UWB 無線システムの普及密度についても見直すこととした。平成17年度報告書においては、普及密度を1,000デバイス/km²、500デバイス/km²、100デバイス/km²としているが、今回見直した普及予測に伴う普及密度は、107.97デバイス/km²である。この値にマージンを加味し、最大200デバイス/km²とし、他は100デバイス/km²、50デバイス/km²に区分して干渉検討を実施することとした。

3-4 利用密度

前節の普及密度は、市場に提供される全ての UWB 無線システムを累計しており、実際に電波を発射するのは、そのうちの1部である。このことから UWB 無線システムの実運用時の検討においては、利用シーンを考慮して利用密度を検討していく必要があり、通信用途 UWB 無線システムは、ピコネット(*1)の考え方を採用している。ピコネットの構成によって実際に使われる UWB 無線システムの1km²あたりの利用密

度は変化するし、1 ピコネットを構成する UWB 無線システムのデバイス数が 2 デバイスと 4 デバイスの場合について、利用密度の検討を行っている。この考え方に基づいて、センサー用途 UWB 無線システムの利用密度を検討した。

3-4-1 セル

諸外国のセンサー用途 UWB 無線システムの実運用環境では、工場の製造ラインや物流倉庫に多数の UWB デバイスが配置される。配置されたデバイス間の相互干渉を避けるため、時分割されたタイムスロットに各 UWB デバイスが割り当てられ、1 タイムスロットの間に該当する UWB デバイスのみが UWB 信号の出力を行い、UWB 信号を受信した設備で測距計算を実施する。同じタイムスロット管理下で動作している UWB デバイスが複数あっても、任意の時間では 1 つの UWB デバイスのみが UWB 信号を出力している状態となる。このように配置されたデバイスを一定のグループに分けており、このグループは一般的に「セル^{*2}」と呼ばれている。

*1 ピコネット

一般に、ピコネットとは、複数の無線機器が存在するオフィス環境及び家庭内において、ホストの役割を果たす PC または AV 機器に搭載された無線機器を中心としていくつかの無線機器がクライアントとなり相互に通信を行うネットワークのことである。

ピコネット内においては、例えば PC がホスト、周辺機器がクライアントという関係を確立して初めて双方向の通信を行うため、最低 2 つの無線機器が必要となる。また、それぞれの無線機器は時分割に通信を行うことから、ある短時間においては 1 つのピコネット内では 1 つの無線機器のみが電波を送信している。したがって、例えば、PC、プリンタ、外付けハードディスク、デジタルカメラの各々に搭載された 4 つの無線機器からなるピコネットにおいても、ある短時間においては 1 つのピコネット内で 1 つの無線機器のみが電波を送信していることとなる。

UWB 無線システムは、UWB 無線システム同士がピコネットを構成して通信を行うことから、他の無線システムとの干渉検討の観点からは、複数の UWB 無線システムから構成される 1 つのピコネットを 1 つの UWB 無線システムと見なすこととしている。

(平成 17 年度報告書より抜粋)

*2 セル

センサー用途 UWB 無線システムは、ホストの役割を果たす固定システムと位置探知の物標となるタグから構成される。1 つの工場等においては、多数の UWB デバイスが設置されるが、距離や建物内の場所により、複数のタグとタグの位置探知を行う固定システムを 1 つのグループとして構成される。この 1 つのグループをセルと呼んでいる。1 つのセルに存在する複数のタグはタグ間の干渉を避けるため、時間軸上では 1 つのタグからしか電波は発射されない。このため、1 つのセルが 1 つの UWB 無線システムと見なせる。

3-4-2 1 システムにおけるセル数とデバイス数の考え方

通信用途 UWB 無線システムは、M2M としての利用を主眼とし、人口密度の高い大都市を対象とした利用密度の検討を行っている。この際、1 ピコネットを構成する UWB 無線システムが 2 デバイスの場合は、 $\text{利用密度} = \text{普及密度} \times 1/2$ として算出している。一方、センサー用途 UWB 無線システムのセルに関しては、配置さ

れるセル数やセルの大きさは利用シーンにより異なると考えられるが、諸外国の実運用例から最大 500 デバイスが 1 システム（1 工場）に存在するとし、システム内に存在する 1 セルの大きさ平均を $20 \text{ m}^2 \times 30 \text{ m}^2$ と仮定した。実際、市場にセンサー-UWB 無線システムが導入される場合は、より効率的な運用のため、より大きなセルを構築してデバイスを多く配置するものと考えられることから、セルサイズはさらに大きくなると推測される。

我が国の製造業等で使用される工場の平均建築面積は $6,000 \text{ m}^2$ 程度（第 4 章の 1 を参照）であり、全建築面積で UWB 無線システムが使用されるという最悪のケースを考慮しても、1 セル当たり 600 m^2 の面積であることから、最大 10 セルの配置が妥当と考えられる。この 10 セルの中に 500 デバイスが存在することとなるため、1 セル当たりのデバイス数は 50 デバイス程度と考えられる。

3-4-3 実環境における利用密度

通信用途 UWB 無線システムにおける利用密度の検討の前提は、対象とする全ての UWB 無線システムの電源が ON となっており、1 日中ピコネットを介して動作していると仮定しているものである。しかしながら、1 日中動作している UWB 無線システムの存在は少ないと想定され、実環境における利用密度は稼働率を考慮してさらに小さいと考えられることから、他の無線システムとの干渉検討を行う前提条件として稼働率を考慮している。

また、センサー用途 UWB 無線システムにおける利用密度の検討の前提においても、対象とする全てのセンサー用途 UWB 無線システムの電源が ON となっており、1 日中デバイスがタイムスロット上で連続して動作していると仮定しているが、実環境としては考えにくい。よって、実環境における利用密度はさらに小さいと考えられることから、他の無線システムとの干渉検討を行う前提条件として稼働率を考慮することが適当である。

第4章 他の無線システムとの共用条件

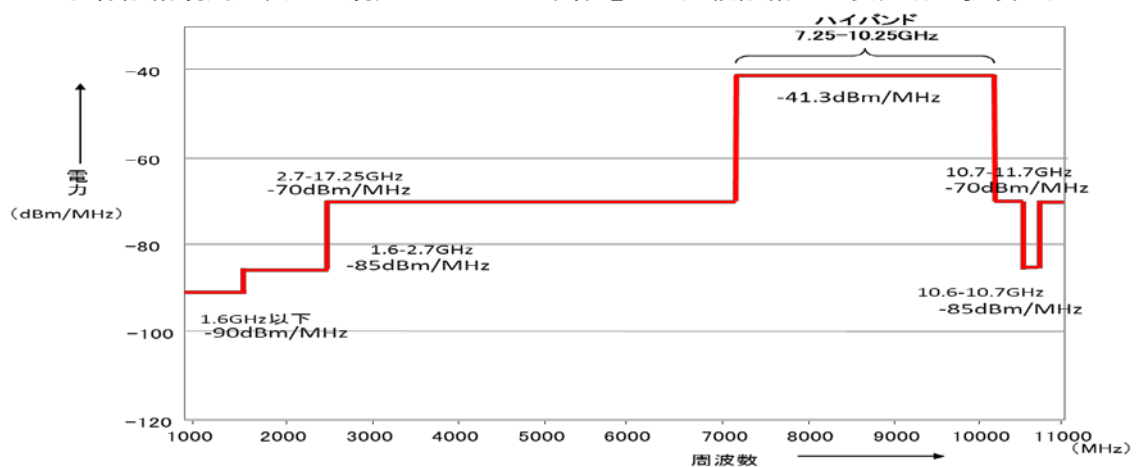
4-1 干渉検討の条件

4-1-1 干渉検討における基本的な考え方

本章では、以下の基本的な考え方に基づき干渉検討を行った。

- (1) 周波数は有限な資源であり、その利用については、国際的なルールを遵守しつつ、将来における適正な利用が妨げられることがないように配慮する。
- (2) 共用条件の検討は、干渉に関する考え方として、ITU-R SM. 1756 及び RA. 769 (電波天文) に準拠し、RR4.4 を適用して行う。
- (3) 対象周波数は、7.25GHz から 10.25GHz とする。
- (4) 使用する周波数帯における空中線電力は無線設備規則第 49 条の 27 第 5 項の規定 (任意の 1MHz の帯域幅における平均電力は最大 -41.3dB (1mW を 0dB とする。)) 及び任意の 50MHz の帯域幅における尖頭電力最大 0dB 以下の値) のとおりとする。
- (5) 7.25GHz を超え 10.25GHz 以下を使用する UWB 無線システムの送信設備の不要発射の強度の許容値は、無線設備規則別表の第 3 (図 4-1 参照) の規定の値のとおりとする。

無線設備規則別表 3 の規定に基づく空中線電力と送信設備の不要発射の強度の図



4-1-2 対象無線局

センサー用途 UWB 無線システムの導入にあたっては、7.25GHz を超え 10.25GHz 以下の周波数帯内の無線局を対象として検討を行う。

隣接する周波数帯においては、平成 17 年度報告書において検討済みであり、その検討結果に基づき電力マスクが定められていることから対象外とする。

ただし、被干渉側よりセンサー用途 UWB 無線システムの利用シーンを考慮して再度検討すべきとした無線局は除く。

4-1-3 干渉検討の手法

干渉検討においては、周波数帯域、空中線電力、不要発射の強度の許容値、変調方式、通信方式とも通信用途 UWB 無線システムと同様とすることを条件としており、技術的条件として変更する点は伝送速度のみである。また、被干渉側にとってアグリゲートにおいては、通信用途 UWB 無線システムとセンサー用途 UWB 無線システムが混在した形で存在することとなることから、平成 17 年度報告書に基づく相関関係及び計算方式を原則用いることとした。

1 基本式

$$\textcircled{1} \text{自由空間伝搬損失 } \Gamma_0 = (4\pi D/\lambda)^2, \quad \lambda (\text{波長}) = c [\text{m/S}] / f [\text{Hz}] \\ = (3 \times 10^8) [\text{m/S}] / f [\text{Hz}]$$

2 簡略化した等価式

$$\textcircled{2} \text{自由空間伝搬損失 } \Gamma_0 [\text{dB}] = 92.44 + 20 \log f [\text{GHz}] + 20 \log D [\text{km}]$$

3 自由空間伝搬損失の算出

②の式を用いて 10cm~50km までを求める。

4 被干渉無線局の許容受信レベルを算出

算出式 許容干渉レベル + 受信感度 + 空中線利得 - 給電線損失 - 大気減衰等 + シングル
エントリーに対する干渉量の増加による補正值 [dB] 補正

5 距離の算出式

$$\text{回線成立性} = \text{許容受信レベル} - \text{UWB の平均電力 } B + \text{自由空間伝搬損失 } A = 0$$

$$\therefore \text{UWB の平均電力 } B - \text{自由空間伝搬損失 } A = \text{許容受信レベル}$$

①の式を用いて離隔距離を算出

4 利用環境

(1) 利用制限

通信用途 UWB 無線システムの利用は、屋外での利用は他の無線システムに干渉を与えることから、屋内利用に限定されている。センサー用途 UWB 無線システムは、通信用途 UWB 無線システムと電力マスクが同様であるため他の無線システムに干渉を与えること、また、実運用としては、第 1 章 1-4 のとおり主に製造業や流通業の建物内での使用が想定されるため利用環境上、屋外利用の検討をしなくとも特段問題ないことから屋内利用に限定して検討を行うこととした。

なお、屋内利用の担保については以下の通りである。

- ① ホストの役割を果たす UWB 無線システムを搭載した機器は、屋内に固定的に設置されている必要がある。

また、クライアントの役割を果たす UWB 無線システムは、交流電源に接続されていない場合でも、ホストの役割を果たす UWB 無線システムを感知した後、UWB 無線システム間の通信を行うものであることから、実質、屋内利用は担

保される。

- ② センサー用途 UWB 無線システムの機器の見やすいところに、UWB 無線システムの利用は屋内に限定する旨の注意書きを表示することにより、屋内利用が担保される。

(2) 航空機、船舶、衛星での利用禁止

センサー用途 UWB 無線システムの利用シーンから航空機、船舶、衛星内で利用するケースは想定されないが、万一の場合を考慮し、主運行のために搭載されている他の無線機器に影響を与え、人命等に危険を及ぼすことがないように、通信用途 UWB 無線システムと同様、電子機器や電波を発する機器の利用が制限されている航空機、船舶、衛星内では UWB 無線システムを利用しないこととする。

(3) 壁の減衰値

上記(1)より屋内限定の利用を考慮した場合、屋外利用の他の無線システムとの共用条件を検討する際の壁の減衰値は、平成 17 年度報告書と同等の値 (12dB) とした。(参考資料 1 参照)

(4) 利用密度

利用密度は第 3 章に基づき普及密度の値において、すべてのデバイスから電波が発射される最悪ケースとし 50 デバイス/km²、100 デバイス/km²、200 デバイス/km² の場合で検討した。実際は、セル範囲内で 1 デバイスから電波が発射することとなるため、実環境での利用密度は下がることとなる。

(5) 稼働率

センサー用途 UWB 無線システムはパルスであり時間当たりの電波の発射は短時間である。このため、常時電波が発射されているものではないことから、第 3 章のとおり UWB 稼働率を考慮することとした。平成 17 年報告書においては、ITU-R の勧告値とした最悪の値である 5% として検討を行っていることを踏まえ、UWB 稼働率については 5% と仮定して検討した。

したがって、実運用環境においては、さらに干渉の可能性は低くなる。

(6) 自然離隔距離

センサー用途 UWB 無線システムは、第 3 章で主に製造・流通業などの産業分野において従業員 100 人以上の比較的大規模な工場の 2 割に設置されるものと推測されている。また、諸外国の状況から、1 工場等あたり 500 デバイス、10 セルが配置さ

れるものと定義している。1セルの大きさは、システムにより異なるが、諸外国の平均から $20\text{m} \times 30\text{m}$ ^{*1}程度と推定される。この条件において、センサー用途 UWB 無線システムが使用される $20\text{m} \times 30\text{m}$ の大きさのセルを 10 セル配置した場合の面積は、 $6,000\text{ m}^2$ となり、建物全体でセルが配置されている最悪ケースとして考慮した場合、この値が建築面積となる。全国製造工場の全体の敷地面積に対して、建築面積は、製造工場の全体の敷地面積の 3 割程度を占めている^{*2}。よって、 $6,000\text{ m}^2$ の建築面積の場合の工場敷地面積は、 $20,000\text{ m}^2$ となる。この場合、仮にセンサー用途 UWB 無線システムを敷地の中心に設置した場合は、30 メートル以上の離隔距離が自然と発生することとなる。

実運用としては、建物内すべてをセンサー用途 UWB 無線システムのセルでカバーされるケースは考えられない。また運用に際しては、利用者はセルがカバーする面積を $20\text{m} \times 30\text{m}$ より広げることにより、全体を構成するセル数を少なくしてコストを低く抑えるのが通常の運用と考えられるため、 $20,000\text{ m}^2$ における UWB 電波の発射源は減るものと考えられる。また、セルをカバーする面積が大きくなれば、工場敷地面積は更に大きくなると考えられるため、これらを考慮すると、自然離隔距離はさらに延びるものと考えられる。

*1 平成 17 年度報告書における通信用途 UWB 無線システムのピコの場合は、1 ピコの大きさが 200 m^2 ($10\text{m} \times 20\text{m}$) である。通信用途 UWB 無線システムと比較した場合、住宅敷地面積が一番広い茨城県だと $6,000\text{ m}^2$ の範囲において 1 戸建の家がすべて UWB を設置していると想定すると 12 ピコが存在することとなり、センサー UWB 無線システムの利用環境の方が被干渉局への影響は少ないこととなる。

*2 平成 22 年工業統計表 用地・用水編（経済産業省経済産業政策局調査統計部）速報版

4-2 固定マイクロ

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ブ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 |
| インターリーバサイズ | 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

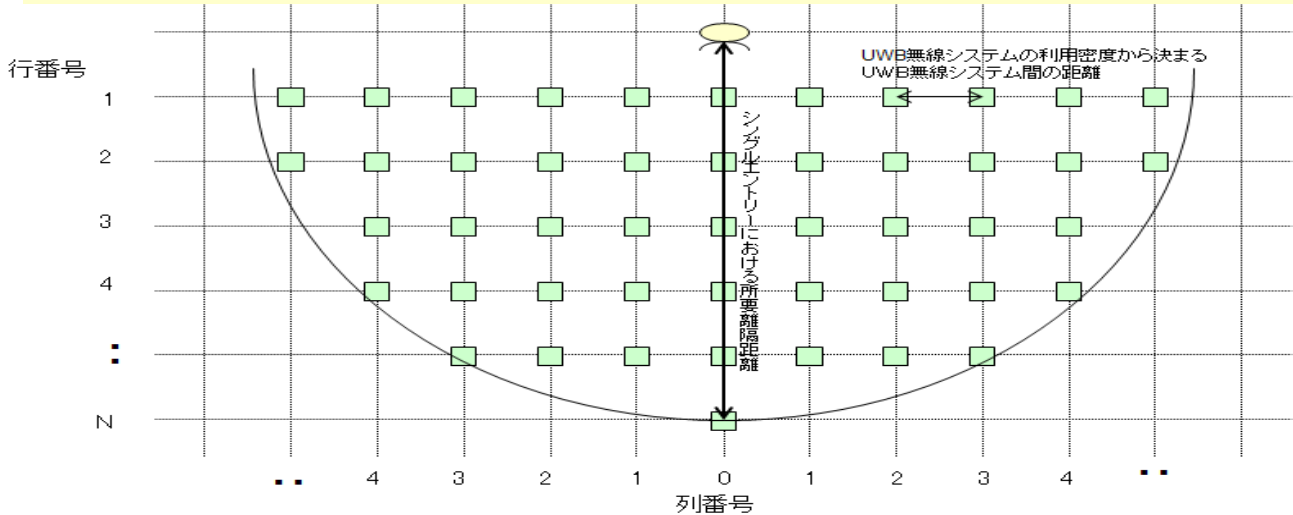
干渉検討にあたっての条件は以下のとおり

| 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㎡ |
| 位置関係 | 図 4-2-1 参照 |
| マイクロ無線局と UWB 局の高低差 | 0m* |
| 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

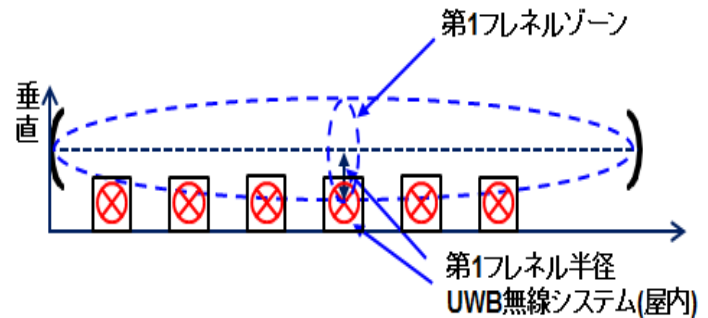
最高部と電波伝搬路の第 1 フレネルゾーン間の差が 20m 以上あることで障害なしと判定している。共用可否の判定として、UWB 無線システムが屋内だけで使用されることから、ここでは屋上設備および最上階の天井高を考慮して、UWB

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

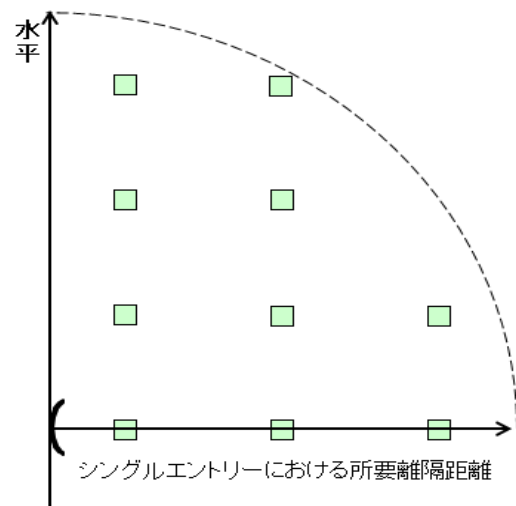
垂直条件:
第1フレネルゾーンのクリアランス確保における固定マイクロ波局と通信用途UWB無線システム \otimes の高低差のイメージ



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

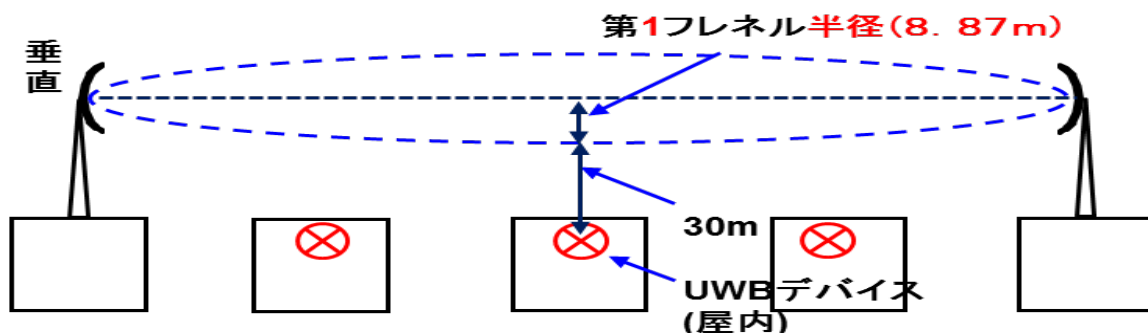
第1フレネルゾーンの半径 $r=8.87\text{m}$

| | | | | |
|---------------------------|--------------|----|--------|--------------------------------|
| 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

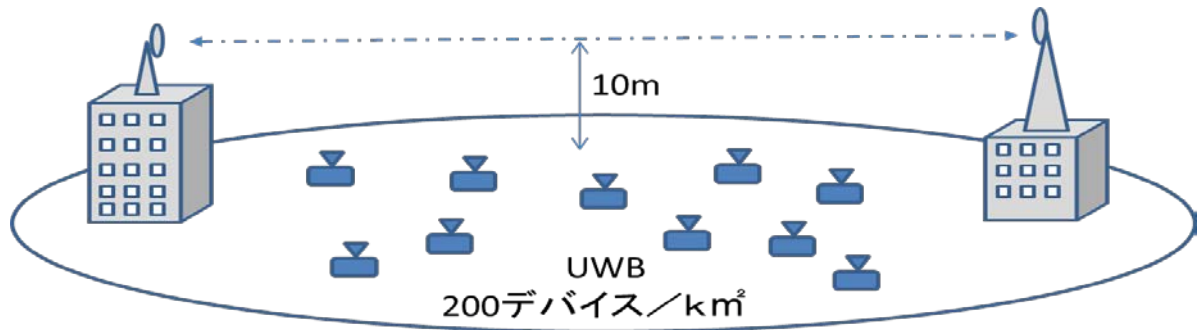
| | | | |
|-------------------|------|---------------------------|----------------------|
| 周波数帯 | | | 7.5GHz 帯 |
| UWB マスクレベル | | | -41.3dBm/MHz |
| 干渉量の総和 (受信機入力) | 計算条件 | 第 1 フレネル半径 (8.87m)+30m | <u>-136.3dBm/MHz</u> |
| 許容干渉レベル | | | -129.83dBm/MHz |

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/ km^2 *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/ km^2 *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 m^2 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るべきである。

- ・ 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 m^2 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 m^2 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 m^2 と予測されてお

り、セル環境では、50 デバイス中 1 デバイスが電波を放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

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1} | 備考(運用状態などの特記事項) |
|--------------------------|--------------------------|--|
| 5,850 ~ 7,125 (下隣接) | 6853 (FPU) 1120 (固定局) | B、C、D、Mバンド (固定局およびFPU) |
| 7,425 ~ 7,750 | 57 (注2) | Nバンド (デジタル固定局のみ) (注2) 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) | Eバンド (固定局およびFPU) |

注1 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 | ・ 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] | マスクレベル | 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 (デバイス/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 |
|--|------------------------|--------------|
|--|------------------------|--------------|

| | | | | |
|-------------------------------|--|-------------|-------------|--------------|
| 利用密度 (テハイス /km ²) | 200 | 100 | 50 | interference |
| 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思わ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。

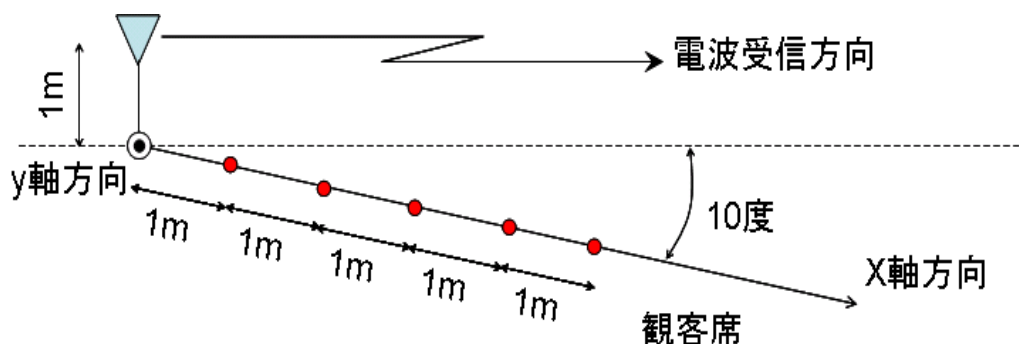


図 4-3-1 計算で用いた UWB 素子と FPU アンテナとの位置関係

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。

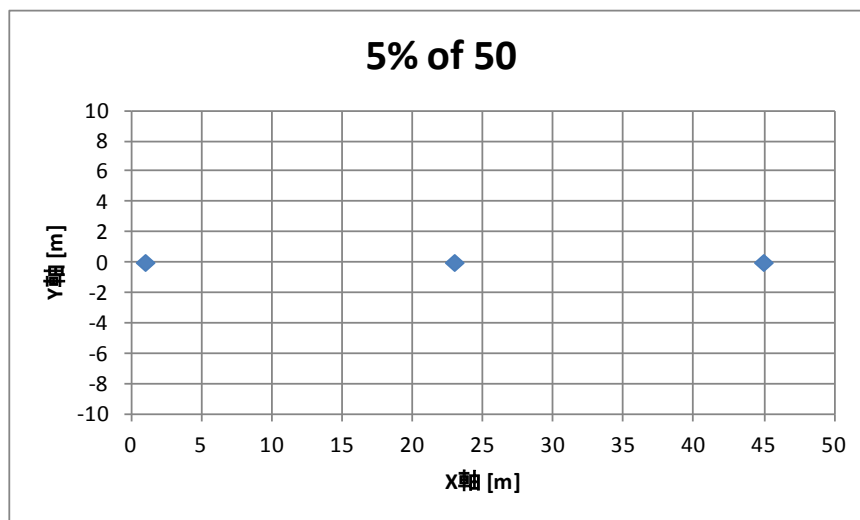


図 4-3-2 UWB 3 素子(50 素子×稼働率 5%)の位置

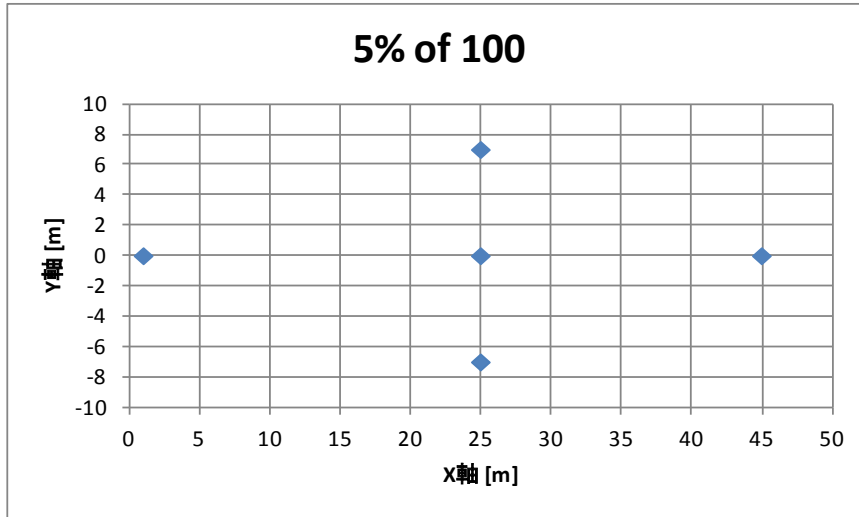


図 4-3-3 UWB 5 素子(100 素子×稼働率 5%)の位置

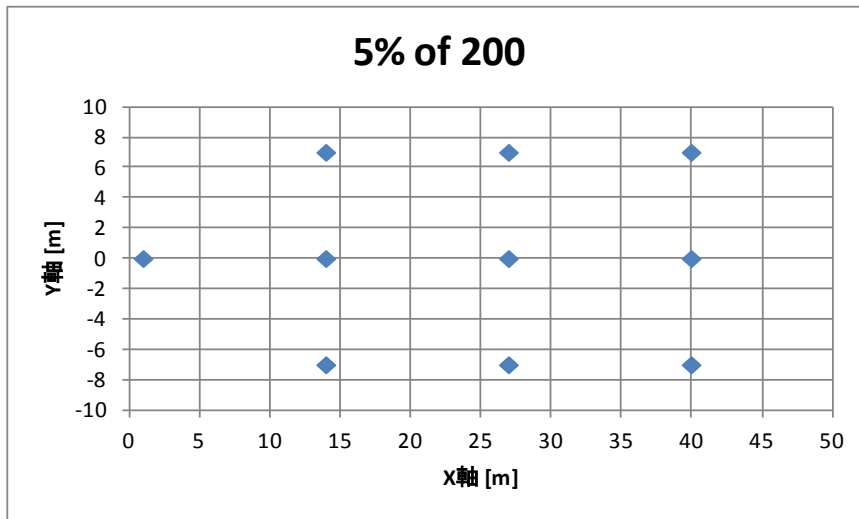


図 4-3-4 UWB 10 素子(200 素子×稼働率 15%)の位置

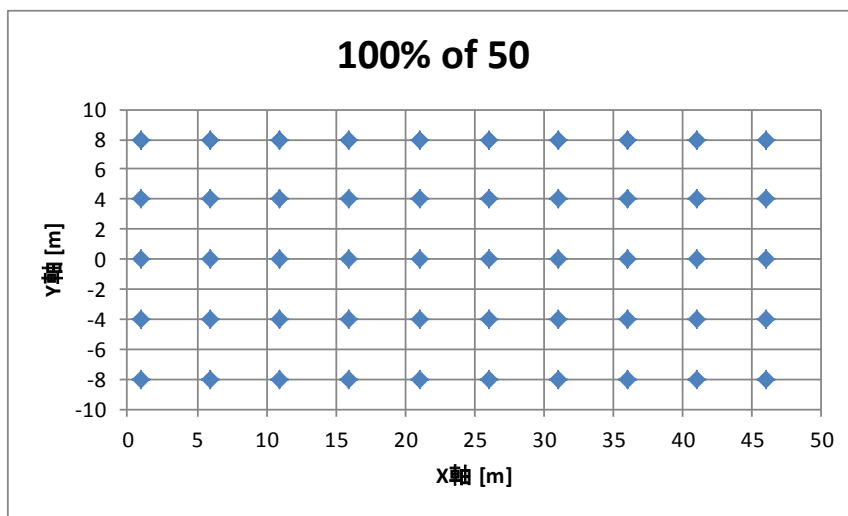


図 4-3-5 UWB 50 素子(50 素子×稼働率 100%)の位置

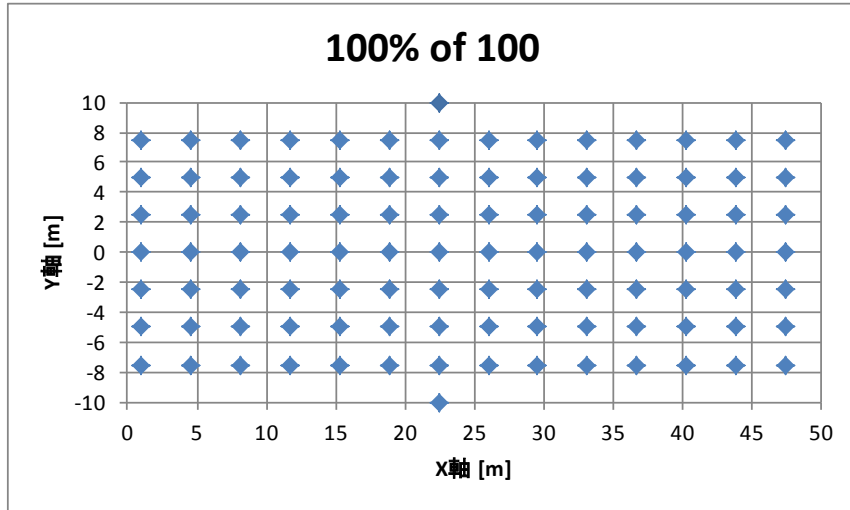


図 4-3-6 UWB 100 素子(100 素子×稼働率 100%)の位置

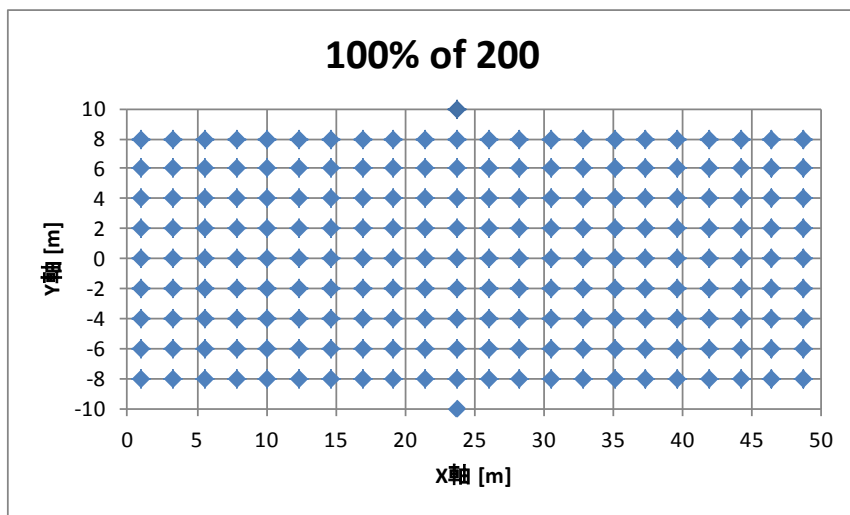


図 4-3-7 UWB 200 素子(200 素子×稼働率 100%) の位置

(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 λ/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。

4-4 海上レーダー

4-4-1 海上レーダーの概要と使用状況

7.25GHz-10.25GHz帯において使用される海上レーダーは表4-1のとおりである。平成17年度報告書に比べて、空港周辺を航行する船舶を監視するため、空港内に設置して使用されるXバンド船舶レーダーとして船舶高情報表示装置が今回新たに対象として加わっている。

表 4 - 1

| | 無線システム名 | 周波数帯 | UWB マスク値 (dBm/MHz) |
|---|-------------|------------------|-----------------------|
| 1 | 港湾・漁場監視レーダー | 9410MHz、9740 MHz | -41.3dBm |
| 2 | レーダービーコン | 9300~9500MHz | -41.3dBm |

| | | | |
|---|-----------|----------|----------|
| 3 | 船舶高情報表示装置 | 9410 MHz | -41.3dBm |
|---|-----------|----------|----------|

4-4-2 港湾・漁場監視レーダー

(1) 干渉検討の条件

表 4-2-1 に漁場・監視レーダーの無線局の諸元を示す。また、表 4-2-2 に干渉検討の条件を示す。

表 4-2-1 漁場・監視レーダーの無線局の諸元

| | |
|------------------|--|
| 利用形態による分類 | 9.5GHz から 9.8GHz の帯域内の陸上に固定して使用するレーダー |
| 使用する周波数帯 | 9GHz 帯 |
| 変調中心周波数 | 9410MHz、9740 MHz |
| 受信信号処理 | アナログ信号処理 |
| 変調方式 | パルス無変調 PON |
| アンテナ特性 | 空中線最大利得 35 dBi 水平ビーム幅 0.4°、垂直ビーム幅 19.0° (ニアフィールドは考慮せず) |
| IF 帯域幅 | 3 MHz (想定値) |
| 許容干渉レベル (受信機入力端) | -104.77 dBm/MHz |
| | 最小受信感度 -100 dBm IF 帯域幅による換算値 -4.77 dB |

表 4-2-2 干渉検討の条件

| | |
|------------------------|-----------------------------------|
| UWB 平均電力レベル | -41.3 dBm/MHz |
| 壁による遮蔽損 | 12 dB |
| Aggregate 干渉評価における利用密度 | 50, 100, 200 デバイス/km ² |
| Aggregate 干渉評価における稼働率 | 5 % |
| レーダーアンテナ高 | 5 m (シングルエントリーのみ利得低下を考慮) |
| レーダーアンテナ特性 | 図 4-2-1 参照 |

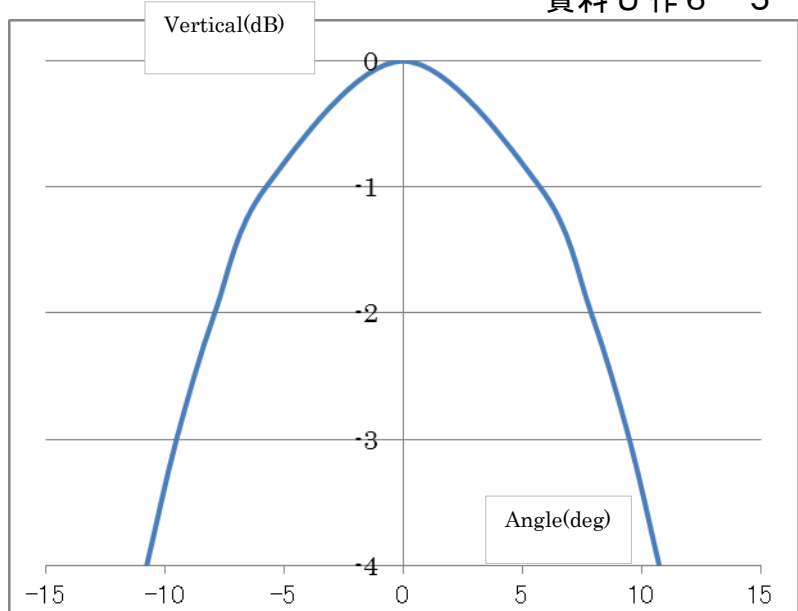
図 4-2-1

仮定したレーダーアンテナ特性

【垂直パターン】

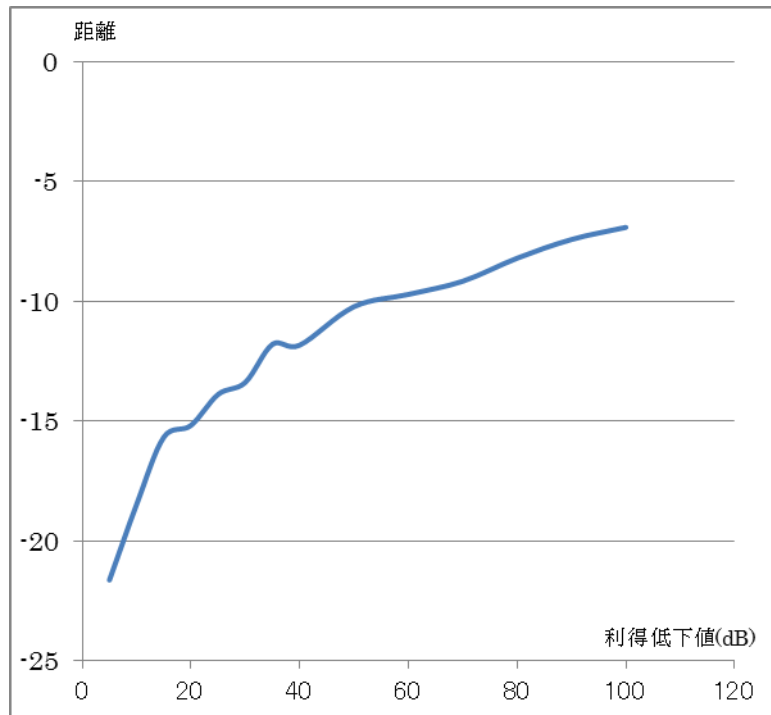
| | |
|------------|--------------|
| Angle(deg) | Vertical(dB) |
|------------|--------------|

| | |
|-------|----|
| -10.8 | -4 |
| -9.5 | -3 |
| -7.9 | -2 |
| -5.8 | -1 |
| 0 | 0 |
| 5.8 | -1 |
| 7.9 | -2 |
| 9.5 | -3 |
| 10.8 | -4 |



【ニアフィールド特性予想】

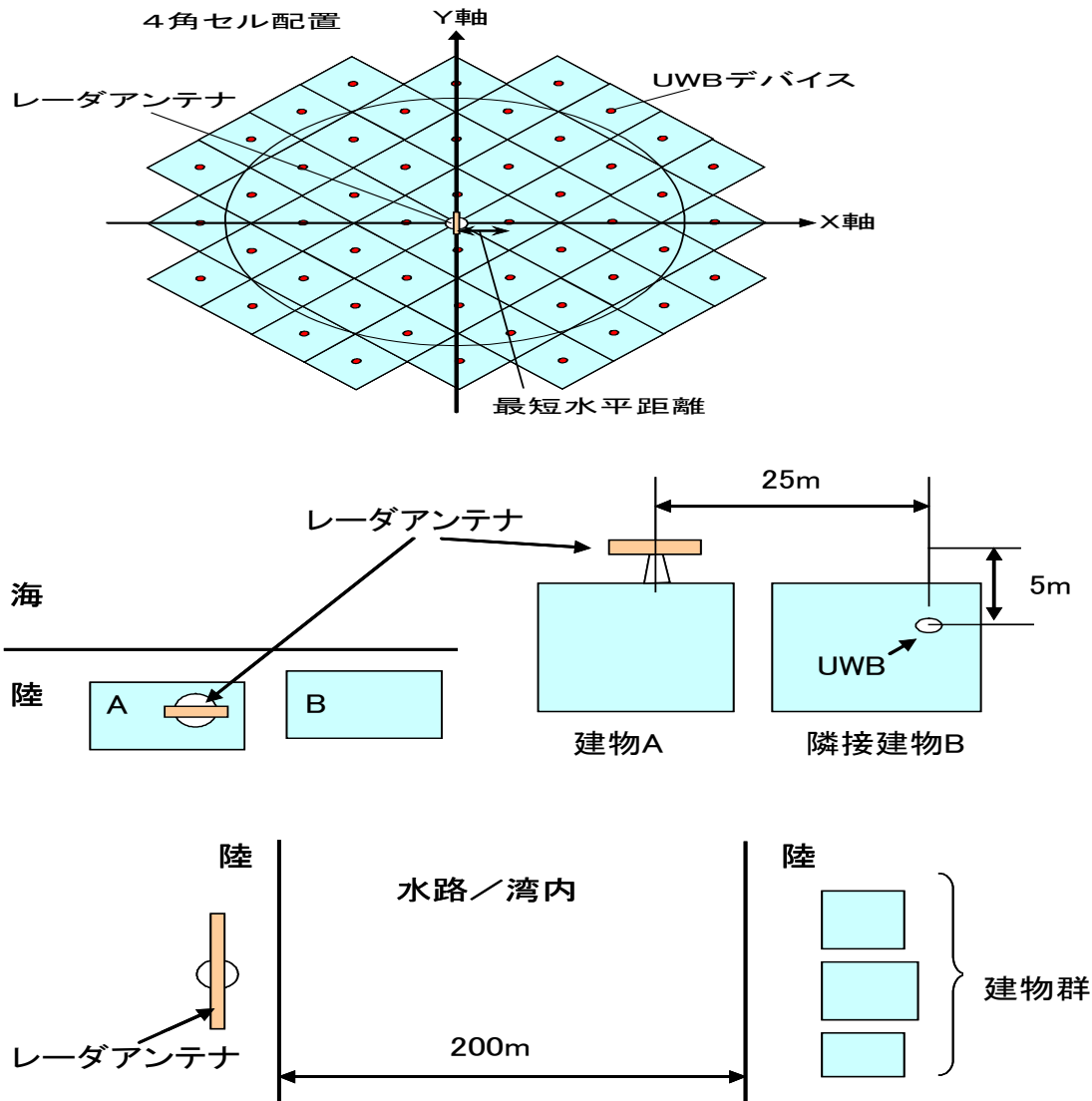
| 距離(m) | 利得低下値(dB) |
|-------|-----------|
| 5 | -21.7 |
| 10 | -18.5 |
| 15 | -15.7 |
| 20 | -15.2 |
| 25 | -13.9 |
| 30 | -13.4 |
| 35 | -11.8 |
| 40 | -11.8 |
| 50 | -10.2 |
| 60 | -9.7 |
| 70 | -9.2 |
| 80 | -8.2 |
| 90 | -7.4 |
| 100 | -6.9 |



(2) 干渉検討の手法

通信用途時とシングルエントリーでの検討を実施、さらに Aggregate における干渉検討を実施した。Aggregate における構成モデルは図 4-2-2 のとおり通信用途 UWB 無線システム時と同様とした。

図 4 - 2 - 2



(3) 干渉検討結果

・シングルエントリー

自由空間伝搬における離隔距離は、92.1m となる。実際は、軸方向利得修正や俯角が見込まれるため実運用時の離隔距離はさらに短くなるものと考えられる。

・Aggregate

Aggregate における計算結果は以下のとおりである。

| デバイス数/k m ² | 必要離隔距離 |
|------------------------|--------|
| 50 | 149.4m |
| 100 | 211.1m |
| 200 | 298.2m |

自由空間伝搬における離隔距離は、最大 200 デバイス/k m²において、298.2m

となる。実際は、1システム 10セルでの運用となるため、10デバイスが運用していることとなるため利用密度はさらに低くなること、軸方向利得修正や俯角が見込まれるため実運用時の離隔距離はさらに小さくなるものと考えられる。

(4) 干渉検討結果の考察

干渉検討結果からシングルエントリーの場合は、最大 92.1m の離隔距離が必要となる。また、複数のセルが配置される Aggregate においては、298.2m の離隔距離が必要となる。センサー用途 UWB 無線システムにおいては、複数のセルが配置される場合は、自然離隔距離が発生することを考慮すれば、シングルエントリーの場合は共用可能と考えられる。

Aggregate については、自然離隔距離を除いても離隔距離が残るがインパルス方式であるセンサー用途 UWB 無線システムは、対レーダーに対しては、平成 17 年度報告書同様、近傍の UWB 無線システムが一番影響をうけるものと考えられるため、シングルエントリーのみを考慮することとした。また、平成 17 年度報告書から、ファーフィールド（200m 対岸からの干渉）を考えた場合、近似的に半径 200m 以遠の干渉量 -117.8dB/MHz を用いるとすると、 12.8dB のマージンが得られることが分かっている。UWB 無線システムの需要密度は平成 17 年度報告書の予測よりかなり低くなっていることから、通信用途 UWB 無線システムとセンサー用途 UWB 無線システムが混在したとしても特段問題ないものと考えられる。このほか、海上レーダーの近傍に UWB 無線システムが設置された場合は、UWB 無線システム自体が影響を受けるものと推測される。このため、業務用として使用されるセンサー用途 UWB 無線システムを海上レーダー近傍に設置する場合は、海上レーダーからの影響を避けるため、シールド対策等の干渉を回避する手段が施されるものと考えられ、実運用時において海上レーダーに対する影響はさらに低くなると考えられる。

(5) 干渉検討結果の検証

上記設置例が全ての設置パターンを網羅しているわけではないので、更に確証を得るためには実証実験が必要と考える。また、今後新たな問題等が想定される時には、再度 UWB 無線システムの出力電力の見直しが必要である。

また、インパルス方式はレーダーに対する影響として尖頭電力に起因するものが大きいと考えられることから、平成 17 年度報告書と同様に PRF（パルス繰り返し周波数）をなるべく広く（理想は 10MHz 以上）とすることが望ましい。

(6) まとめ

- ・ 「港湾・漁場監視レーダー」について、単一 UWB 無線システムに対するシングルエントリー及び Aggregate 干渉検討を行った結果、インパルス方式の場合は海上レーダーの近傍に設置された UWB 無線システムを考慮すればよく、必要離隔距離内(92.1m)にセンサー用途 UWB 無線システムが設置される可能性は少ないことから共用可能である。
- ・ インパルス方式の UWB 無線システムについては、レーダーに対する尖頭電力の影響が考えられることから平成 17 年度報告書同様にパルス繰り返し周波数 PRF 10MHz 以上とすることが望まれる。その時の尖頭電力は-41.3dBm 以下であることが望ましい。
- ・ 更に確証を得るためには実証実験が必要と考える。また、今後新たな問題等が想定される時には、再度 UWB 無線システムの出力電力の見直しが必要である。

4-4-3 レーダービーコン

(1) 干渉検討の条件

表 4-3-1 にレーダービーコンの無線局の諸元を示す。また、表 4-3-2 に干渉検討の条件を示す。

表 4-3-1 レーダービーコンの無線局の諸元

| | |
|------------|-------------------------------------|
| 利用形態による分類 | 3.1 から 10.6GHz の帯域内の陸上に固定して使用するレーダー |
| 使用する周波数帯 | 9300~9500MHz |
| 変調周波数 | 同上 |
| 受信信号処理 | アナログ信号処理 |
| ベースバンド帯域幅 | |
| 変調方式 | 周波数アジャイル型 PON 低速掃引型 QON |
| シンボルレート | _____ |
| 誤り訂正方式 | _____ |
| インターリバーサイズ | _____ |

表 4-3-2 干渉検討の条件

| | |
|-------------|---------------|
| UWB 平均電力レベル | -41.3 dBm/MHz |
| 壁による遮蔽損 | 12 dB |
| 許容干渉レベル | -53dBm/MHz |

(2) 干渉検討の結果

許容干渉レベルが-53dBm/MHz と高いことから離隔距離はおよそ 0m となって

おり、共用可能である。

4-4-4 船舶高情報表示装置（Xバンド船舶レーダー）

UWB 無線システムは船舶内での使用は禁止されている。今回のセンサー用途 UWB 無線システムは、船舶持ち込むことは通常想定されないため、Xバンド船舶レーダーについて考慮する必要はないが、空港周辺を航行する船舶を監視するレーダーとしてXバンド船舶レーダーを陸上で使用しているため当該設装置を対象として検討を行った。

(1) 干渉検討の条件

表 4-4-1 に「Xバンド船舶レーダー」の無線局の諸元を示す。また、表 4-4-2 に干渉検討の条件、図 4-4-3 にニアフィールドのアンテナ利得を使用する条件を示す。

表 4 - 4 - 1 Xバンド船舶レーダーの無線局の諸元

| | |
|---------------------|---|
| 利用形態による分類 | 9.3GHz から 9.5GHz の帯域内の海上で使用するレーダー |
| 使用する周波数帯 | 9GHz 帯 |
| 変調中心周波数 | 9410 MHz、 |
| 変調方式 | パルス無変調 PON |
| 受信信号処理 | アナログ信号処理 |
| アンテナ特性 | 空中線最大利得 28.5 dBi 水平ビーム幅 1.2°、垂直ビーム幅 22° |
| 許容干渉レベル (受信機入力端) | -110dBm/MHz |
| | 内訳： 許容干渉レベルの基準値 -105 dBm/MHz 基準値からの低減値 -6 dB 給電線損失 1 dB |

表 4 - 4 - 2 干渉検討の条件

| | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| UWB 平均電力レベル | -41.3 dBm/MHz |
| 壁による遮蔽損 | 12 dB |
| Aggregation 干渉評価における利用密度 | 50, 100, 200 デバイス/km ² |
| Aggregation 干渉評価における稼働率 | 5 % |
| 干渉モデル | 稼働している UWB 無線システムを 4 角セルの中心に配置 |
| レーダーアンテナ高 | 15 m |

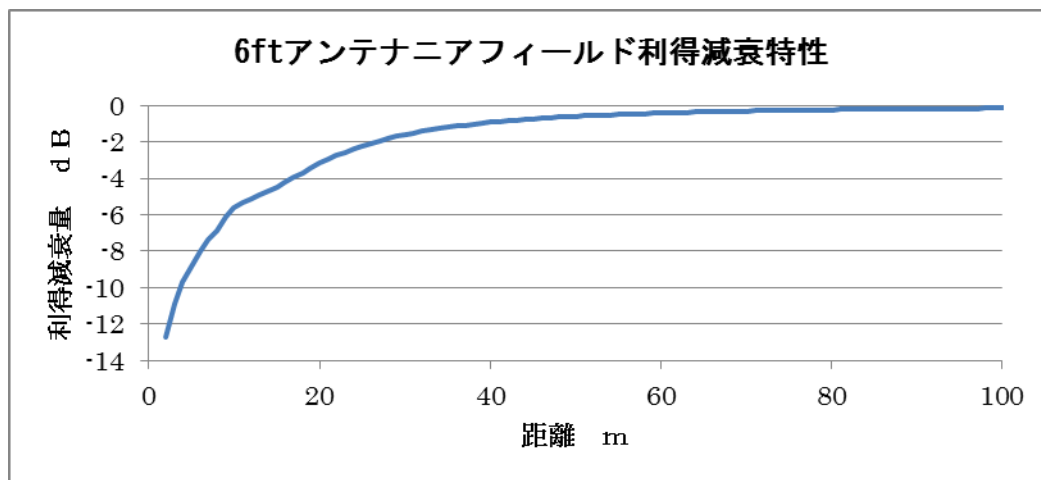
レーダーアンテナ特性

図 4-4 参照

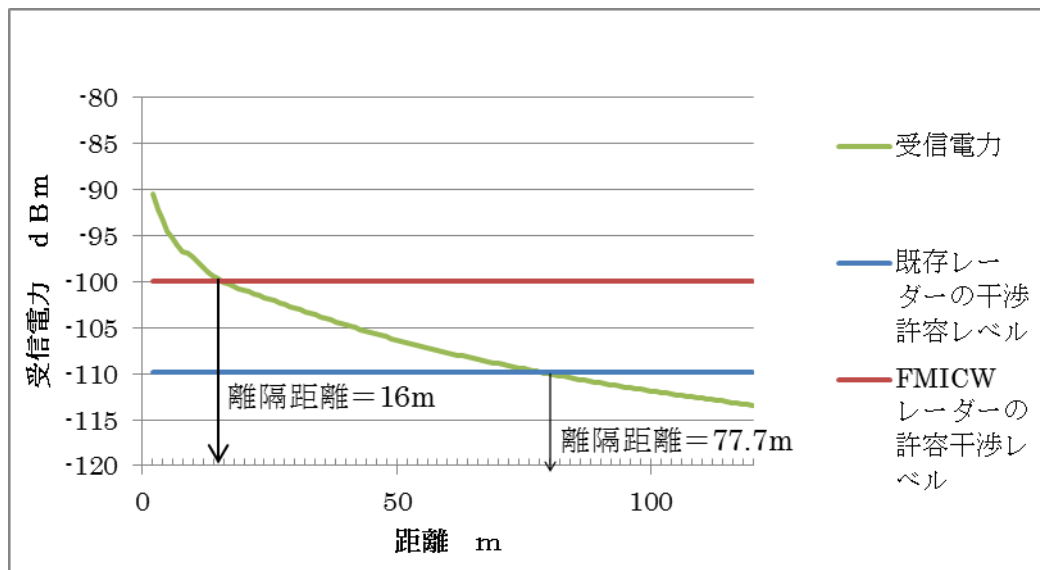
図 4 - 4 ニアフィールドのアンテナ利得を使用する条件
 仮定したレーダーアンテナ特性

【ニアフィールドにおける利得減衰量と受信電力】

| 距離(m) | 利得減衰量(dB) | 受信電力 dBm) |
|-------|-----------|-----------|
| 5 | -8.9 | -94.5 |
| 10 | -5.7 | -97.4 |
| 15 | -4.5 | -99.7 |
| 20 | -3.2 | -100.9 |
| 25 | -2.2 | -101.9 |
| 30 | -1.6 | -102.9 |
| 35 | -1.2 | -103.8 |
| 40 | -0.932 | -104.7 |
| 50 | -0.604 | -106.3 |
| 60 | -0.422 | -107.7 |
| 70 | -0.311 | -108.9 |
| 80 | -0.238 | -110 |
| 90 | -0.188 | -111 |
| 100 | -0.152 | -111.9 |



【ニアフィールドにおける受信電力】



(2) 干渉検討結果及び考察

海上レーダー同様、インパルス方式の UWB 無線システムは、海上レーダーに対する近傍のものが影響を受けるため、シングルエントリーのみの結果から考察することとした。自由空間伝搬における離隔距離は、80.21m となる。これにニアフィールドの利得減衰を考慮した場合は、表 4-4-3 のとおり 77.7m となる。さらに実運用時においては、軸方向利得修正や俯角が見込まれるため実運用時の離隔距離はさらに小さくなるものと考えられる。また、センサー用途 UWB 無線システムにおいては、複数のセルが配置される場合は、自然離隔距離が発生することを考慮すれば共用可能である。ただし、今後新たな問題等が想定される時には、再度 UWB 無線システムの出力電力の見直しが必要である。

表 4 - 4 - 3

離隔距離 $< 2L^2 / \lambda$ の場合ニアフィールドのアンテナ利得を使用する。

L: アンテナ長、 λ : 波長

| | ファーフィールド | ニアフィールド |
|------------------|----------|---------|
| $2L^2 / \lambda$ | 203 m | |
| 離隔距離 | — | 77.7 m |

(3) Xバンド船舶レーダーに対する UWB の条件

船舶にセンサー用途 UWB 無線システムが設置されることは一般的に想像できないが、レアなケースを想定して平成 17 年度報告書同様、船舶での使用を禁止することが適当である。その場合において、通信用途 UWB 無線システム同様船舶での使用禁止の効果的な運用としてセンサー用途 UWB 無線システムが搭載された機器には、屋内限定の注意書きやラベルを貼付することを義務化することが適当であると考えられる。

4-4-5 その他

また、干渉検討の対象とはならないが船舶用レーダーとして今後、開発が進み市場導入が見込まれている FMICW レーダー*についても検討を行った。

* FMICW レーダーは送信にパルス角度変調波を用い、受信に反射波と送信波を合成して得られたビート信号を用いるレーダーシステムである。従来のパルスレーダーに比べ衝撃係数（デューティ比）が大きくパルス長が長いため、送信の尖頭電力も平均電力も小さい特徴がある。このため、送信器の固体化、小型化、長寿命化が容易である。今後、プレジャーボートや遊漁船などの小型レーダー市場に有望であると考えられている。

(1) 干渉検討の条件

表 4-5-1 に「FMICW レーダー」の無線局の諸元を示す。また、表 4-5-2 に干渉検討の条件を示す。

表 4 - 5 - 1

| | |
|-----------------|--|
| 利用形態による分類 | 9.3GHz から 9.5GHz の帯域内の海上で使用するレーダー |
| 使用する周波数帯 | 9GHz 帯 |
| 変調中心周波数 | 9400 MHz、 |
| 周波数変調の幅 | 1 MHz |
| 変調方式 | QON |
| 受信信号処理 | デジタル信号処理 |
| アンテナ特性 | 空中線最大利得 28.5 dBi 水平ビーム幅 1.2°、垂直ビーム幅 22° |
| 許容干渉レベル（受信機入力端） | -105 dBm/MHz |
| | 内訳： 許容干渉レベルの基準値 -100 dBm/MHz （-130dBm/kHz を 1MHz へ換算した値） 基準値からの低減値 -6 dB 給電線損失 1 dB |

表 4 - 5 - 2

| | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| UWB 平均電力レベル | -41.3 dBm/MHz |
| 壁による遮蔽損 | 12 dB |
| Aggregation 干渉評価における利用密度 | 50, 100, 200 デバイス/km ² |
| Aggregation 干渉評価における稼働率 | 5 % |

(2) 干渉検討結果

シングルエントリーでの検討結果の離隔距離は 26m であり、現在の X バンド船舶レーダーの 80.21m よりも小さいことから X バンド船舶レーダーが共用可能であれば、陸上に設置されたとしても共用可能と考えられる。また、ニアフィールド

ドの利得減衰を考慮した場合の離隔距離は表 4-5-3 のとおり 16m となる。

表 4-5-3

離隔距離 $< 2L^2/\lambda$ の場合ニアフィールドのアンテナ利得を使用する。

L : アンテナ長、 λ : 波長

| | ファーフィールド | ニアフィールド |
|----------------|----------|---------|
| $2L^2/\lambda$ | 203 m | |
| 離隔距離 | — | 16.0 m |

4-5 航空・気象レーダー

4-5-1 航空・気象レーダーシステムの概要と使用状況

7. 25GHz を超え 10. 25GHz 以下において使用される航空・気象レーダーは以下のとおりである。

- (1) Xバンド可搬型気象レーダー：降雨の範囲、強さ等の観測。
- (2) 小型レーダー雨量計：土石流対策のため、一定の範囲について観測。
- (3) 精測進入レーダー：滑走路に進入中の航空機について観測
- (4) 航空機搭載用気象レーダー(WX RDR)：降雨の範囲、強さ等の観測。

7. 25GHz を超え 10. 25GHz 以下において使用される航空・気象レーダーの対象周波数帯及び対象周波数帯における UWB マスク値を表 4-5-1 に示す。

表 4 - 5 - 1

| | 無線システム名 | 周波数帯 (MHz) | UWB マスク値 |
|---|-----------------------|--|---------------|
| 1 | Xバンド可搬型気象レーダー | 9770、9810 | -41. 3dBm/MHz |
| 2 | 小型レーダー雨量計 | 9710~9790 | -41. 3dBm/MHz |
| 3 | 精測進入レーダー装置 | 9100 | -41. 3dBm/MHz |
| 4 | 航空機搭載用気象レーダー (WX RDR) | 9333. 11 9354. 69から9366. 12 までの 1. 27MHz 間隔 の周波数 10 波 | -41. 3dBm/MHz |

平成 17 年度報告書と比較して、空港に設置されている精測進入レーダー装置を新たに検討対象局としている。航空機搭載用気象レーダー (WX RDR) は航空機に搭載されたものであり、航空機に UWB 無線システムを搭載することは禁止されているため、今回の干渉検討では対象外である。センサー用途 UWB 無線システムが航空機に設置されることは通常想定されないが、万一の場合を考慮して通信用途 UWB 無線システム同様、航空機での使用を禁止することが適当であるとした。その場合において、平成 17 年度報告書同様、航空機での使用禁止の効果的な運用として UWB 無線システムが搭載された機器には、屋内限定の注意書きやラベルを貼付することを義務化することが適当であると考えられる。

4-5-2 干渉検討の手法

シングルエントリー及び Aggregate における干渉検討を実施した。

Xバンド可搬型気象レーダー及び小型レーダー雨量計については、米国 National Telecommunications and Information Administration (NTIA) において用いられた UWB Rings シミュレーションモデルに基づき、当該システムの Aggregate を考慮した場合の共用条件を検討した。共用検討として、各システム

において必要とされる UWB 無線システムの離隔距離を平均電力密度により評価した。ここで、Xバンド気象レーダー及び小型レーダー雨量計については、平成 17 年度報告書同様、尖頭電力における UWB 無線システムからの干渉が懸念されることからワーストケースとして尖頭電力を平均電力から 10dB 増加した -31.3dBm/MHz 尖頭電力値として離隔距離を算出した。

4-5-3 Xバンド可搬型気象レーダー

(1) 干渉検討の条件

Xバンド可搬型気象レーダーについては、天頂観測用 X-band レーダー及び筑波無線標定移動局の 2 局を対象として干渉検討を行った。表 4-5-2 に無線局の諸元及び干渉検討の条件を示す。

表 4 - 5 - 2

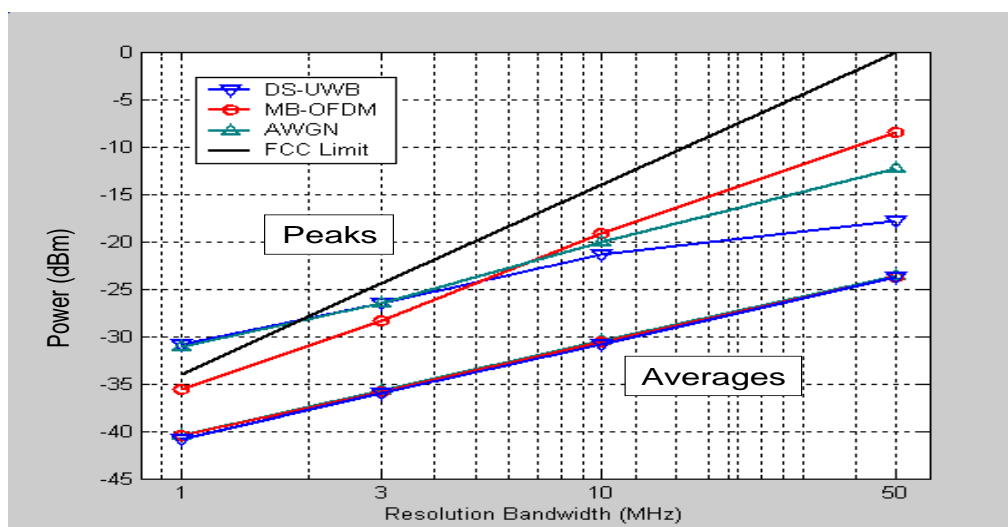
| | | | |
|----------------------------|-----------------|--|-----------|
| | | 天頂観測用 X-band レーダー | 筑波無線標定移動局 |
| 局種 | | 無線標定移動局 | 無線標定移動局 |
| 周波数 (MHz) | | 9770 | 9810 |
| 送信出力 (kW) | | 20 | 40 |
| 変調方式 (パルス変調) | 変調の形式 | 無変調パルス列 | 無変調パルス列 |
| | 変調信号 | なし | なし |
| | 伝送情報 | なし | なし |
| | パルス幅 (μ s) | 0.2~1.0 | 0.2~1.0 |
| | パルス繰返し周波数 (Hz) | 1200 以下 | 1200 以下 |
| アンテナゲイン (dBi) | | 38 | 36 |
| アンテナビーム幅 | 水平 (度) | 2 | 2 |
| | 垂直 (度) | 2 | 2 |
| 偏波 | | 水平偏波 | 水平偏波 |
| 最低アンテナ仰角 (度) | | - 2 | - 2 |
| アンテナ地上高 (m) | | 1.3 | 3 |
| システム雑音指数 NF (dB) | | 3.5 | 3.5 |
| システムロス | 送信 (dB) | 4.1 | 5.5 |
| | 受信 (dB) | 3.4 | 6.7 |
| IF 帯域 (MHz) | | 6.5 | 6.5 |
| 最小受信感度 S_{min} (dBm/MHz) | | -103 | -103 |
| 保護基準 (dB) | | -5 当該レーダー装置の干渉波除去信号処理(平均化処理)により最小 5dB の干渉波抑圧が期待されるため従来の保護基準である-10dB から-5dB を緩和。 | |
| UWB の利用密度 | | 最大 200 デバイス/km ² | |

| | |
|-----|---|
| | Rin*=0.1km Rout=20km |
| 稼働率 | 5%UWB Rings のシミュレーションに稼働率の規定がなく、アクティブデバイス数での評価となるため実際のデバイス密度は上記の利用密度に稼働率の逆数をかけて端末数を推定する。 ・稼働率 5%時の端末数 アクティブデバイス数×1/0.05 デバイス /km ² |
| 壁損 | 12dB |

* Rin:UWB 無線システムとの離隔距離半径

中心周波数を 9.8GHz とした場合の、UWB 無線システムの出力量について、尖頭電力と平均電力の関係を図 4-5-1 に示す。示したグラフである。RBW を 1MHz としたときには、尖頭電力と平均電力の差は 10dB 以下となる。ここでは、ワーストケースを考慮するために、尖頭電力を平均電力から 10dB 高いものとして、-31.3dBm/MHz の値の尖頭電力により共用条件を検討した。

図 4-5-1 平均電力と尖頭電力の比較



(2) 干渉検討結果及び考察

・シングルエントリー

見通し伝搬におけるシングルエントリーにおける離隔距離は、126.4m である。ここで、レーダーの指向性、設置地上高 (3~13m) および周辺環境、観測仰角 (-0.2 度以上) を考慮すると、アンテナ指向方向の必要離隔距離内にセンサー用途 UWB 無線システムを使用する工場等の施設は存在しないと考えられるため、共用は可能と考えられる。

・ Aggregate

天頂観測用 X-band レーダーは設置高が 1.3m と低く、UWB 無線システムの設置高とほぼ同一であるため気象レーダー側のアンテナ仰角及び Rin により干渉レベルが大きく変動する。

シミュレーションにおいては仰角を-2, 0, +2deg、Rin=0.1km に設定し、干渉波レベルが最大となる仰角を推定し、0deg において最大となることを確認した(図 4-5-2、図 4-5-3 及び図 4-5-4 参照)。

仰角を 0deg に設定した場合の許容される UWB 無線システムのアクティブデバイス数はシミュレーション結果より 10 デバイス/km²となる。UWB 無線システムの稼働率を 5% とすると許容されるデバイス数は 200 デバイス/km² となり、想定される利用密度の最大である 200 デバイス/km² と同一の値となり、共用条件は満たすものと考ええる。

図 4-5-2 天頂観測用 X-band レーダ(仰角+2deg)に対する共用条件検討結果

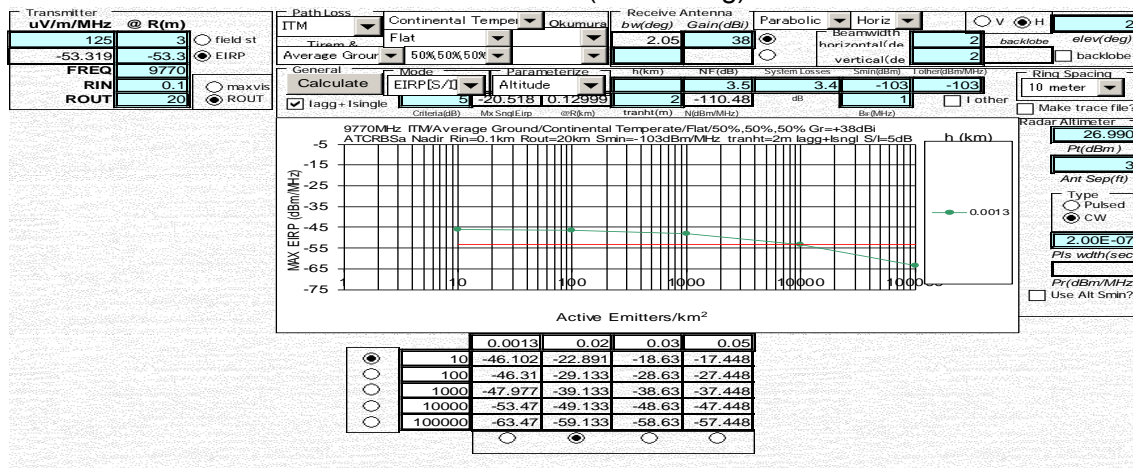


図 4-5-3 天頂観測用 X-band レーダ(仰角-2deg)に対する共用条件検討結果

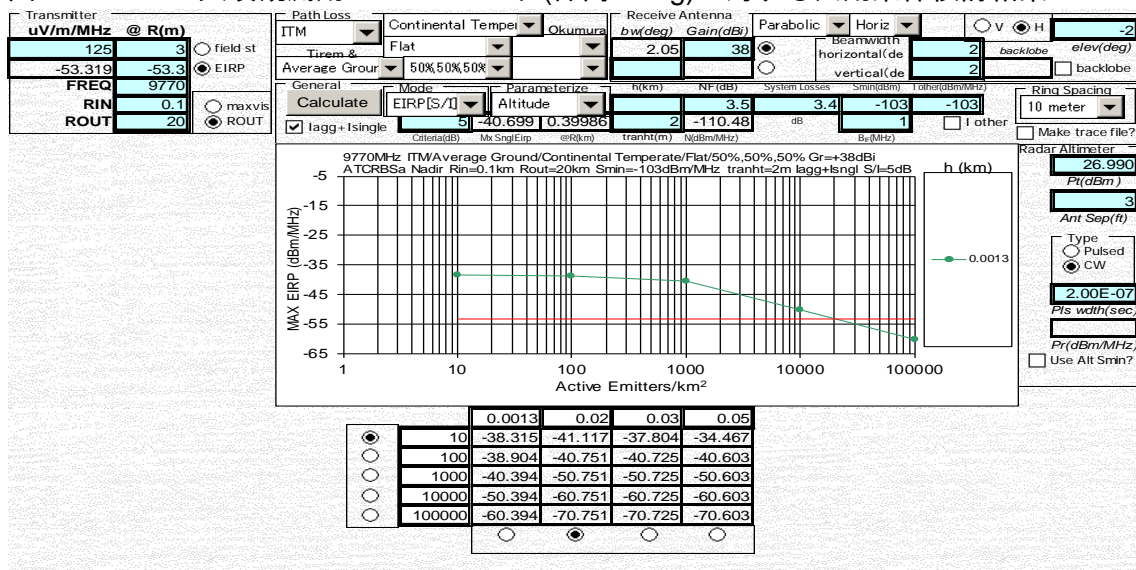
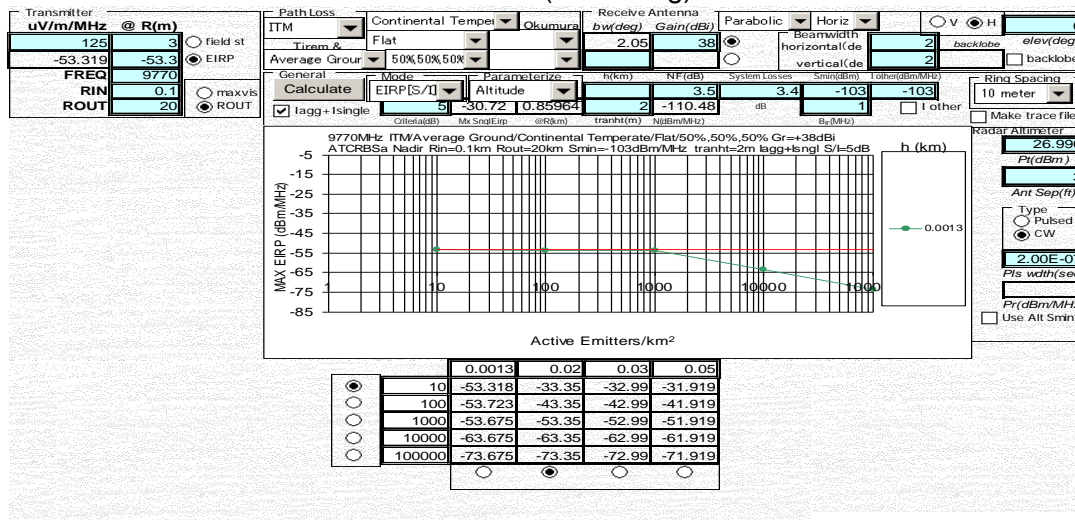


図 4-5-4 天頂観測用 X-band レーダ(仰角 0deg)に対する共用条件検討結果



筑波無線標定移動局は設置高が 3m と低く、UWB 無線システムの設置高とほぼ同一であるため気象レーダー側のアンテナ仰角及び UWB 無線システムとの Rin により干渉レベルが大きく変動する。

シミュレーションにおいては仰角を -2, 0, +2deg、Rin=0.1km に設定し、干渉波レベルが最大となる仰角を推定し、-0.5deg において最大となることを確認した（図 4-5-5、図 4-5-6 及び図 4-5-7 参照）。

仰角を -0.5deg に設定した場合の許容される UWB 無線システムのアクティブデバイス数はシミュレーション結果より 1800 デバイス/km² となる。UWB 無線システムの稼働率を 5% とすると許容されるデバイス数は 36000 デバイス/km² となり、想定される利用密度の最大である 200 デバイス/km² をはるかに超えるため、共用条件は満たすものとする。

両レーダーと UWB 無線システムとの離隔距離は Rin=0.1km の条件から 100m を確保する必要があるが、センサー用途 UWB 無線システムにおいては自然離隔距離が発生することから問題ないものと考えられる。

図 4-5-5 筑波無線評定移動局(仰角-2deg)に対する共用条件検討結果

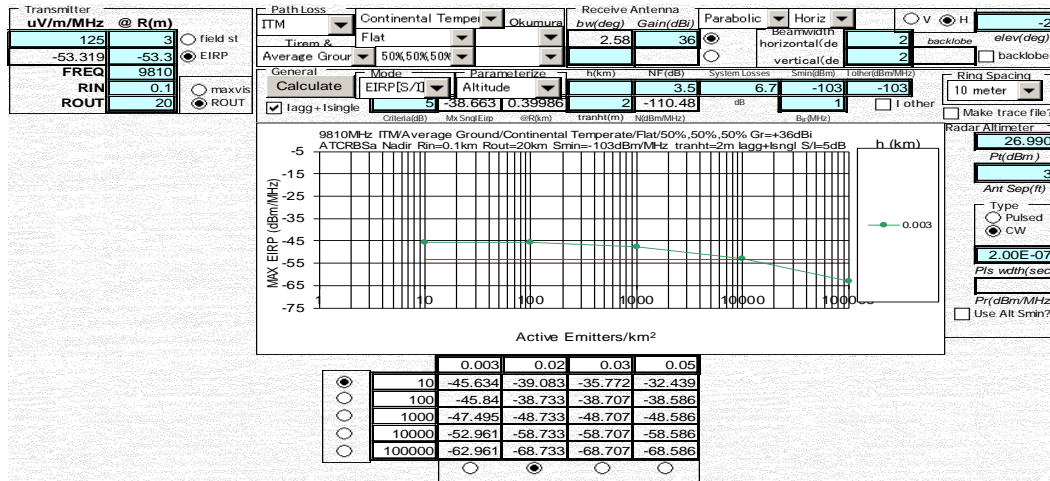


図 4-5-6 筑波無線評定移動局(仰角+2deg)に対する共用条件検討結果

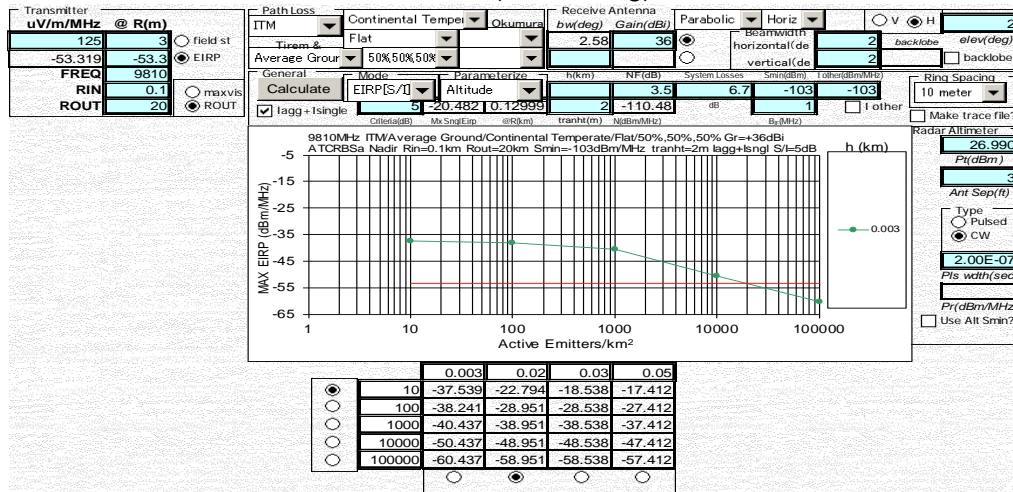
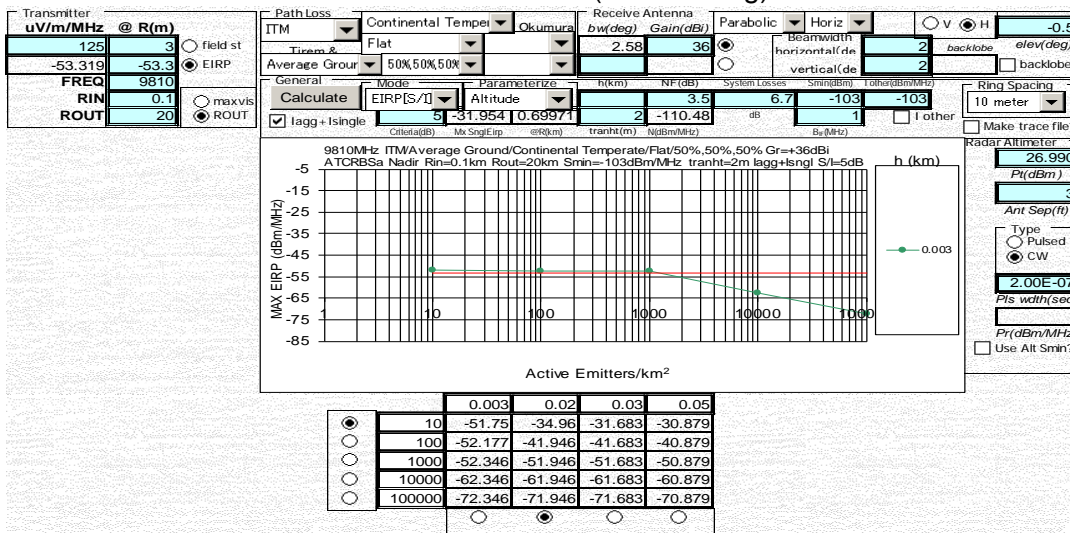


図 4-5-7 筑波無線評定移動局(仰角-0.5deg)に対する共用条件検討結果



4-5-4 小型レーダー雨量計

(1) 干渉検討の条件

表 4-5-3 に小型レーダー雨量計の諸元及び干渉検討の条件を示す。

表 4-5-3 小型レーダー雨量計のシステム諸元

| | |
|---------------|--|
| 周波数 (MHz) | システム数 |
| 9710~9790 | 41 |
| アンテナゲイン (dBi) | 44 (Parabolic) |
| アンテナビーム幅 | 水平 1.2 度 垂直 1.2 度 |
| 偏波 | 水平偏波 |
| アンテナ仰角 (度) | 0 |
| アンテナ地上高 (m) | 10~50 |
| 伝搬モデル | ITM (50%50%50%) |
| システム NF (dB) | 1.4 |
| システムロス (dB) | 3 |
| IF 帯域 (MHz) | 1.2 |
| 感度 (dBm/MHz) | -113 |
| 保護基準 (dB) | -5 当該レーダー装置の干渉波除去信号処理(平均化処理)により最小 5dB の干渉波抑圧が期待されるため従来の保護基準である-10dB から-5dB を緩和した。 |
| UWB の利用密度 | 最大 200 デバイス/km ² Rin=0.01km Rout=20km |
| 稼働率 | 5% UWB Rings のシミュレーションに稼働率の規定がなく、アクティブデバイス数での評価となるため実際のデバイス密度は上記の利用密度に稼働率の逆数をかけてデバイス数を推定する。 ・稼働率 5%時の端末数 アクティブデバイス数×1/0.05 デバイス/km ² |
| 壁損 | 12dB |

中心周波数を 9.74GHz とし、図 4-5-1 のとおり、Xバンド可搬型気象レーダーと同様、尖頭電力を平均電力から 10dB 高いものとして、-31.3dBm/MHz の値の尖頭電力により共用条件を検討した。

(2) 干渉検討の結果及び考察

・シングルエントリー

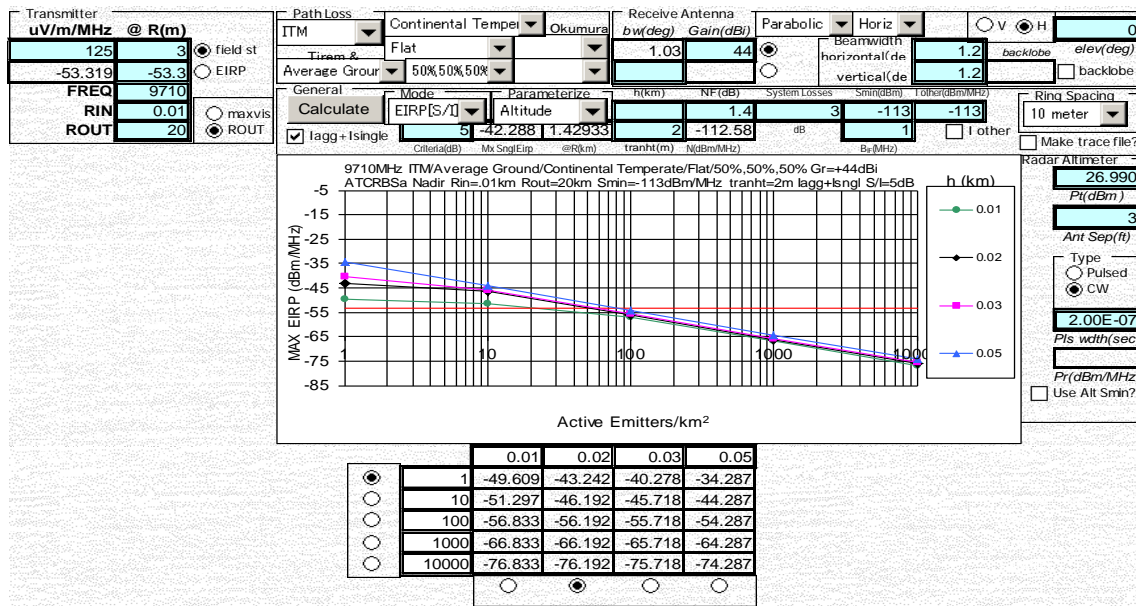
見通し伝搬におけるシングルエントリーにおいての離隔距離は、840.3m である。ここで、レーダーのアンテナが狭指向性であること、設置周辺環境を考慮すると、アンテナ指向方向の必要離隔距離内に一般の家屋や大規模工場は存在しないと考えられるため、共用は可能と考えられる。

・Aggregate

図 4-5-7 に小型レーダー雨量計のシミュレーション結果を示す。小型レーダー雨量計のアンテナ設置高を 10~50m とした場合、許容される UWB 無線システムのアクティブデバイス数はシミュレーション結果よりそれぞれ 25~90 デバイス/km²となる。

UWB 無線システムの稼働率を 5% とすると許容されるデバイス数は 500~1800 となり、想定される利用密度の最大である 200 デバイス/km²を満足するため共用条件は満たすものと考えられる。

図 4-5-7 小型レーダー雨量計のシミュレーション結果



4-5-5 精測進入レーダー装置

(1) 干渉検討の条件

表 4-5-4 に精測進入レーダー装置の諸元及び干渉検討の条件を示す。

表 4-5-4

| 周波数(MHz) | 局数 |
|-----------|----|
| 9000~9180 | 1 |

| | |
|-----------|---------------------------|
| 利用形態による分類 | 9000~9200MHz 無線航行陸上局(PAR) |
| 使用する周波数帯 | 9GHz 帯 |
| 送信周波数 | 9100 MHz |
| 変調方式 | パルス無変調 PON |
| アンテナ特性 | 空中線最大利得 41 dBi |
| 許容受信入力値 | -102dBm |
| 給電線損失 | 0.3dB |

中心周波数を 9.1GHz とし、UWB 無線システムの電力の尖頭電力を平均電力から

10dB 高いものとして、 -31.3dBm/MHz の値の尖頭電力により共用条件を検討した。

(2) 干渉検討の結果及び考察

設置個所が全国で 1 箇所しかないこと、空港内に設置するものであることから、Aggregate の検討は行わず、シングルエントリーのみ検討を行い、かつ、設置場所において UWB 無線システムとの共用検討を行った。

見通し伝搬におけるシングルエントリーにおけるの離隔距離は、561m である。シングルエントリーの検討結果においては離隔距離が生じるものの、当該レーダーは数百メートルの滑走路方向にメインビームを向けている物であり、メインビーム方向以外は空中線パターンにおいて減衰することとなる。これらの範囲に、UWB 無線システムを設置する一般の家屋や大規模工場は存在しないと考えられるため共用可能であると考えられる。

[1] NTIA Special Publication 01-43 "Assessment of compatibility between ultrawideband devices and selected federal systems"

[URL:http://www.ntia.doc.gov/osmhome/reports/uwb/uwb.pdf](http://www.ntia.doc.gov/osmhome/reports/uwb/uwb.pdf)

UWB Rings シミュレーション

[URL:http://www.ntia.doc.gov/osmhome/reports/uwb/excelsheets.html](http://www.ntia.doc.gov/osmhome/reports/uwb/excelsheets.html)

[2] IEEE802.15-05-262r0 "Peak power margin for UWB waveforms"

4-6 アマチュア無線

4-6-1 アマチュア無線システム使用状況と無線局諸元

7.25GHz を超え 10.25GHz 以下において使用されるアマチュア無線は表 4-6-1 のとおりである。当該周波数帯を使用するアマチュア無線の無線局の諸元を表 4-6-2 に示す。

対象周波数 7.25GHz-10.25GHz

表 4-6-1 検討周波数帯における使用状況

| 周波数 (MHz) | 局数 (局) |
|------------------------|--------|
| 10.1GHz 帯(10~10.25GHz) | 1517 |

平成 24 年 6 月末現在

表 4-6-2 アマチュア無線の諸元

10GHz 帯電信 (A1A) のシステム諸元

| | |
|-----------|--|
| 利用形態による分類 | 固定、移動、衛星等の無線電信 |
| 使用する周波数帯 | 10.1GHz 帯 (10~10.25GHz) |
| ベースバンド帯域幅 | 伝送速度により占有周波数帯幅は変化するが、125Hz 以内 |
| 誤り訂正方式 | なし |
| アンテナ特性 | 電磁ホーンやパラボラアンテナ等で各無線局により異なる アンテナ利得：33dBi |
| 許容干渉レベル | -110dBm/MHz |

10GHz 帯 FM テレビジョン (F8W) のシステム諸元

| | |
|-----------|--|
| 利用形態による分類 | 固定、移動等の FM テレビジョン |
| 使用する周波数帯 | 10GHz 帯 (10~10.25GHz、10.45~10.5GHz) |
| 受信信号処理 | アナログ |
| 変調方式 | 周波数変調 (可変リアクタンス変調) |
| 誤り訂正方式 | なし |
| アンテナ特性 | 電磁ホーンやパラボラアンテナ等で各無線局により異なる アンテナ利得：30dBi |
| 許容干渉レベル | -94dBm/MHz |

4-6-2 干渉検討の条件

センサー用途 UWB 無線システムの干渉検討条件

| | |
|-------------------------------------|--------------|
| 10.1GHz 帯 (10~10.25GHz) UWB 平均電力レベル | -41.3dBm/MHz |
| 壁の減衰 | 12dB |
| 伝搬モデル | 自由空間伝搬 |

センサー用途 UWB 無線システムの干渉検討条件は通信用途 UWB 無線システムの干渉検討条件と同様であり、アマチュア無線の環境も特段変わっていない。このことから現時点の UWB 無線システムの使用環境を考慮した場合、

- ・センサー用途 UWB 無線システムの普及予測と見直しを行った通信用途 UWB 無線システムの普及予測を合算しても、既答申の普及予測と比べて非常に低い。
- ・UWB 無線システムの使用が従来どおり屋内限定であれば、アマチュア無線に対し干

渉により重大な影響が発生する確率は低いと考えられる。

以上から、平成 17 年度報告書における以下の共用条件を付した上で共用可能と考えられる。

共用条件

将来、UWB 無線システムの屋外設置など利用状況が変化した場合には、その状況に応じた伝搬モデルや Rec. ITU-R SM. 1757 に示されている評価パラメータ等を考慮した再検討が必要と考える。

なお、平成 17 年度報告書に基づく干渉検討及び結果の概略については以下のとおりである。

(1) 干渉検討の条件

シングルエントリーの検討においては、UWB 無線システムは、屋内設置に設置された状態において、アマチュア無線システムのアンテナは、屋外設置として検討している。

Aggregate の場合は、UWB 無線システム密度と UWB 無線システム稼働率を考慮して干渉検討を行っており、この場合の UWB 無線システム密度は、都会において 4,400 デバイス/k m²と予測している。UWB 無線システムの稼働率が 5%とした場合、UWB 無線システムが複数ある場面においてアマチュア局が干渉を受けるには、アンテナの主ビーム方向が付近のビルの壁面に向き、壁面の反射を利用して通信を行う場面、アンテナの主ビーム方向が上空方向に向き、地上の UWB 無線システムからの影響を受ける場面の 2つの場面を想定して検討している。壁面の反射を利用して通信を行う場面はシングルエントリーの検討と同様であるため、Aggregate においては、アマチュア無線システムのアンテナ主ビーム方向が上空を向いている場合のみの干渉検討を行っている。その条件は表 4-6-3 のとおりである。

表 4 - 6 - 3

| | |
|-------------------------------------|------------------------|
| 10.1GHz 帯 (10~10.25GHz) UWB 平均電力レベル | -41.3dBm/MHz |
| 壁の減衰 | 12dB |
| UWB 機器の密度 | 2200 個/km ² |
| UWB 機器稼働率 | 5% |
| アンテナ利得 | -10dBi |
| 干渉の影響を積算する最小半径 | 30m |
| 干渉の影響を積算する最大半径 | 1000m |
| 伝搬モデル | 自由空間伝搬 |

(2) 干渉検討の結果

以上の干渉検討結果は表 4-6-4 のとおりである。

【シングルエントリー】

| サービス (用途) | 周波数帯 | 許容干渉レベル | 離隔距離 |
|-----------------|-------------|-------------|-------|
| 電信 (A1A) | 10~10.25GHz | -102dBm/MHz | 72.2m |
| FM テレビジョン (F8W) | 10~10.25GHz | -94dBm/MHz | 28.8m |

【Aggregate】

| サービス (用途) | 周波数帯 | 許容干渉レベル | Aggregation 電力 |
|-----------------|-------------|-------------|----------------|
| 電信 (A1A) | 10~10.25GHz | -102dBm/MHz | -147dBm/MHz |
| FM テレビジョン (F8W) | 10~10.25GHz | -94dBm/MHz | -147dBm/MHz |

Aggregate においては、影響はないものと考えられるが、シングルエントリーにおいては、10.1GHz 帯電信 (A1A) の利用において、72.2m の離隔距離が必要となる。ビル等の建造物に反射させて遠距離との通信を行うことは、アマチュア無線運用では良く行われることであるが、72m の離隔距離とアマチュア無線局が使用している指向性の鋭いアンテナ、主に使用されている電波の型式等の条件から干渉発生確率は低いと思われる。

4-7 衛星

4-7-1 干渉対象無線局

衛星局・地球局の干渉検討では以下の無線局について検討を行った。

- ・ 移動衛星業務地球局
- ・ 宇宙研究業務地球局
- ・ 地球探査衛星業務 (宇宙から地球) 地球局
- ・ 地球探査衛星業務 (受動) 人工衛星局
- ・ 地球探査衛星業務 (能動) 人工衛星局 (参考)

4-7-2 干渉対象無線局の概要

(1) 移動衛星業務地球局 無線局の概要

| | |
|-----------|---|
| 利用形態による分類 | 移動衛星業務 |
| 使用する周波数帯 | 7250~7375MHz (ダウンリンク) 及び 7900~8025MHz (アップリンク) |
| 変調中心周波数 | 上述周波数内にて不特定 |
| 受信信号処理 | アナログ及びデジタル |
| ベースバンド帯域幅 | 上述周波数内にて不特定 |
| アンテナ特性 | JMCS 系衛星網の ITU ファイリング値を使用 |

無線局の諸元

| | |
|---------|---|
| 受信周波数 | 7250~7375MHz |
| 許容干渉レベル | -133.8dBm/MHz |
| 利用状況 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 運用局数：数百局 ・ 移動範囲：全国 ・ 用途：主に屋外で利用し、公道など移動中も利用、上述周波数内にて不特定 |

(2) 宇宙研究業務地球局 無線局の概要

| | |
|-----------|-------------------------------|
| 利用形態による分類 | 宇宙研究業務 |
| 使用する周波数帯 | 8400~8450MHz (ダウンリンク：SRS 深宇宙) |

| | |
|--------|-----------------------------------|
| | 8450~8500MHz (ダウンリンク:SRS) |
| 受信信号処理 | アナログ及びデジタル |
| アンテナ特性 | ITU のファイリング値または Rec. ITU-R S. 465 |

無線局の諸元

| | |
|---------|---|
| 受信周波数 | ①8400~8450MHz (ダウンリンク:SRS 深宇宙) ②8400~8450MHz (ダウンリンク:SRS) |
| 許容干渉レベル | ① -221 dB(W/Hz) 時間率 0.001% (Rec. ITU-R . SA 1157) ② -216 dB(W/Hz) 時間率 0.1% (無人ミッション) 時間率 0.001% (有人ミッション) (Rec. ITU-R SA. 609) |
| 利用状況 | <ul style="list-style-type: none"> ・運用局数 (国内のみの局数): 下記のとおり ・展開範囲 (国内 JAXA 局のみ記載): 内之浦 (鹿児島県)、臼田 (長野県)、勝浦 (整備予定)、鳩山 ・用途: SRS 衛星が地球局の可視域にいる時間帯にのみ地球局に向けてテレメトリ・観測データの送信を行う。 |

(3) 地球探査衛星業務 (宇宙から地球) 地球局

無線局の概要

| | |
|-----------|---|
| 利用形態による分類 | 地球探査衛星業務 |
| 使用する周波数帯 | 8025~8400MHz (ダウンリンク) |
| 変調中心周波数 | 上述周波数内にて不特定 |
| 受信信号処理 | アナログ及びデジタル |
| 変調方式 | 不特定 (主に OQPSK) |
| アンテナ特性 | ITU のファイリング値または Rec. ITU-R S. 580/Rec. ITU-R S. 465 |

JAXA 無線局の諸元

| | |
|---------|---|
| 受信周波数 | 8025-8400MHz |
| 許容干渉レベル | (ダウンリンク: 地球局の保護基準) -148 dBW per 10 MHz 時間率 20% (長期間) -133 dBW per 10 MHz 時間率 0.0050% (短期間) ※Rec. ITU-R SA. 1027 上述周波数内にて不特定 |
| 利用状況 | <ul style="list-style-type: none"> ・運用局数 (国内のみの局数): 十数局 ・設置形態: 固定地点設置及び可搬移動設置 ・国内 JAXA 局の展開例: 勝浦、鳩山、つくば ・用途: 地球観測衛星が地球局の可視域にいる時間帯にのみ地球局に向けて観測データの送信を行う。 |

他の地球探査衛星業務無線局 (ASNAO シリーズ (*))

- ・データ送信用人工衛星局の諸元

| | |
|------------|--|
| 利用形態による分類 | 地球探査衛星業務 |
| 使用する周波数帯 | 8025～8400MHz（ダウンリンク） |
| 変調中心周波数 | 主に 8180MHz |
| 受信信号処理 | デジタル信号処理 |
| 必要周波数帯域幅 | 300MHz |
| 変調方式 | 主に 16QAM または QPSK |
| シンボルレート | 主に 216.28Msps（多値変調における 1 シンボルのレート） |
| 誤り訂正方式 | リードソロモン符号 |
| インターリーバサイズ | N/A |
| 送信アンテナ特性 | 指向性アンテナ |
| 利用状況 | 地球観測衛星が受信地球局の可視域にいる時間帯のみ、地球局に向けて観測データの送信を行う。 |
| 軌道高度 | 504km |

データ受信地球局の諸元

| | |
|-----------|--|
| 利用形態による分類 | 地球探査衛星業務 |
| 受信周波数 | 8025-8400MHz（ダウンリンク） |
| 許容干渉レベル | （受信地球局の保護基準、Rec. ITU-R SA. 1027） -148 dBW per 10 MHz 時間率 20%（長期間） -133 dBW per 10 MHz 時間率 0.0050%（短期間） |
| 利用状況 | ・運用局数（日本国内の局数）：十数局（固定地点の受信局が数局程度、移動可能な受信局が数局程度） ・地球観測衛星が地球局の可視域にいる時間帯のみ、地球局に向けて観測データの送受信を行う。 |
| 受信アンテナ特性 | Rec. ITU-R S. 465 |

(4) 地球探査衛星業務(受動)人工衛星局
既存の無線局の概要及び諸元

| | |
|--|--|
| 利用形態による分類 | 地球探査衛星（受動） 衛星搭載型マイクロ波放射計 |
| 使用する周波数帯 (p: 1 次で能動と共用、P: 1 次で受動と共用、s: 2 次) | 6.425-7.25 GHz 10.6-10.7 GHz (10.6-10.68p, 10.68-10.7P) |
| 変調中心周波数 | N/A |
| 受信信号処理 | アナログ信号処理 |
| ベースバンド帯域幅 | 200 MHz (6.9GHz 帯) 100 MHz (10.7GHz 帯) |
| 変調方式 | N/A |
| シンボルレート | N/A |
| 誤り訂正方式 | N/A |
| インターリーバサイズ | N/A |

| | |
|-----------------------------|--|
| アンテナ特性 | オフセットパラボラアンテナ |
| 干渉許容レベル | -172 dBm/MHz (6.9GHz 帯) -176 dBm/MHz (10.7GHz 帯) |
| 軌道高度 (typical として前回値) | 700km |
| 放射計視野面積 (typical として前回値) | 2,553 km ² (6.9GHz 帯)、 1,162 km ² (10.7GHz 帯) |

(5) 地球探査衛星業務(能動)人工衛星局(参考)

ASNARO2 SAR 人工衛星局の諸元(*)

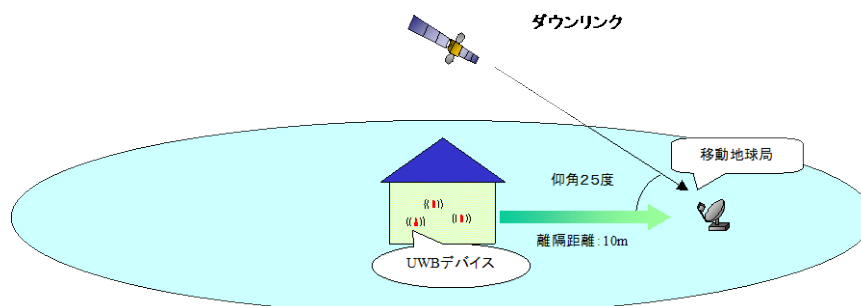
| | |
|----------------------------|------------------------------------|
| 利用形態による分類 | 地球探査衛星(能動)、 衛星搭載型合成開口レーダー |
| 使用する周波数帯 | 9.50-9.80 GHz |
| 変調中心周波数 | 9.65 GHz |
| ベースバンド帯域幅 | 300MHz |
| 変調方式 | QON |
| アンテナ特性 | パラボラアンテナ |
| アンテナ利得 | 46.0 dBi |
| 干渉許容レベル (受信レーダー信号の保護基準) | -75 dBm/MHz (アンテナ出力端) |
| 軌道高度 | 504km |
| 地面上レーダー視野面積 | 150 km ² (オフナディア角 15 度) |

(*) ASNARO 衛星とは、経済産業省及び(財)宇宙システム開発利用推進機構(USEF)が開発推進中の高性能小型地球観測衛星シリーズを言う。当面 400kg 級の光学衛星(ASNARO1)とレーダー衛星(ASNARO2)がラインアップされており、高度 500km 程度の低軌道を周回して地表を高分解能で観測することができる。なお、ASNARO1 は 2013 年、ASNARO2 は 2015 年打ち上げ予定。

4-7-3 干渉対象局の概要と使用状況

(1) 移動衛星業務地球局

UWB 無線システムと移動地球局(移動衛星業務)の位置関係



検討条件

- ① UWB 無線システムは陸地のみ存在
- ② JMCS 系衛星網の中から最小開口径アンテナの移動地球局を選択
- ③ UWB 無線システムで用いるアンテナは無指向性
- ④ UWB 無線システムは室内のみで利用(壁による減衰 12dB を想定)

(2) 宇宙研究業務地球局

(2) - 1 深宇宙 SRS 地球局

・ 臼田地球局：深宇宙専用局

(位置) 北緯 36 度 07 分 57 秒 東経 138 度 21 分 46 秒

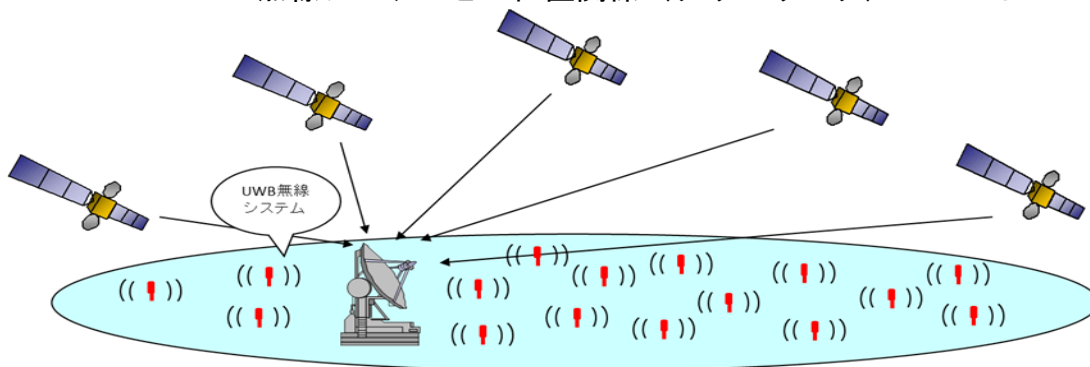
・ 内之浦地球局 (34m)：深宇宙、近地球 SRS (Space Research Service: 宇宙研究業務) 用地球局

(位置) 北緯 31 度 15 分 16 秒 東経 131 度 04 分 42 秒

(2) - 2 近地球 SRS 地球局

・ 内之浦地球局 (20m)：深宇宙 SRS 地球局と近い場所に設置。他に、勝浦 (千葉)、増田 (種子島)、沖縄地球局もあるが、X-BAND の SRS に緊急用途で対応できるのは、勝浦のみとなる予定。

UWB 無線システムとの位置関係 (ダウンリンク) Xバンド



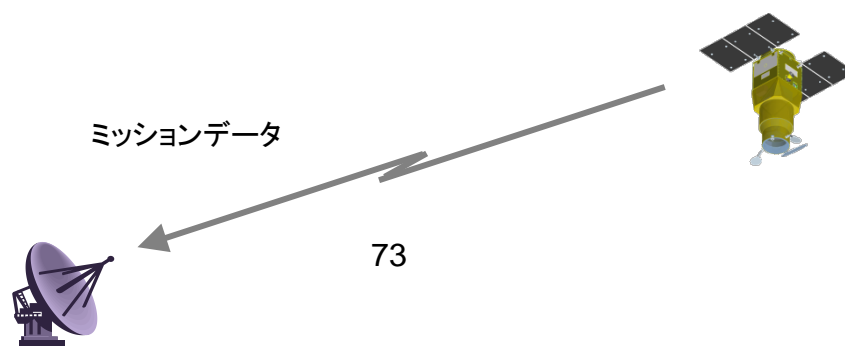
条件

- ① シングルエントリとして計算
- ② 地球局仰角は、ワーストケースとして地球局メインビームにUWB送信機が入る前提とした。

(3) 地球探査衛星業務 (宇宙から地球) 地球局

地球を周回する衛星上の能動検知器又は受動検知器を用いて取得した、地球の特性及びその自然現象に関する情報を関係通信網の地球局に配布するため、衛星が電波を発射して行う無線通信業務であり、JAXA 及び民間事業者が本業務を実施する。

1990 年代後半から現在まで、国内外の衛星がこの業務を行い、今後も各種の地球探査衛星が計画され、X 帯の周波数がしばしば使用される。



検討条件は、次のとおり：

- ① UWB 無線システムは陸地のみ存在
- ② UWB 無線システムで用いるアンテナは無指向性
- ③ UWB 無線システムは室内のみで利用（壁による減衰 12dB を想定）
- ④ 被干渉無線システムの周波数帯は、8025~8400MHz（ダウンリンク）
- ⑤ 被干渉無線システムのアンテナ特性は、Rec. ITU-R S. 465
- ⑥ 被干渉無線システムの許容干渉レベルは、Rec. ITU-R SA. 1027

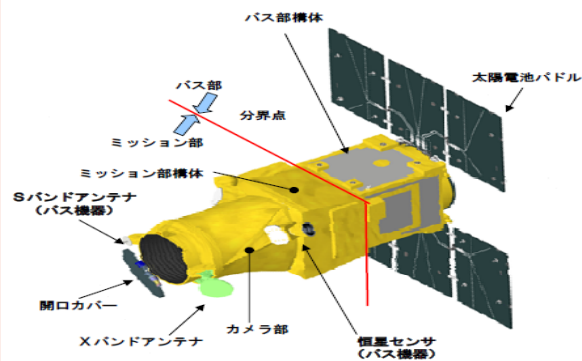
(4) 地球探査衛星業務(受動)人工衛星局

衛星に搭載された受動検知器を用いて、地球の特性及びその自然現象に関する情報を取得するため、衛星が電波を受信して行う無線通信業務のことである。

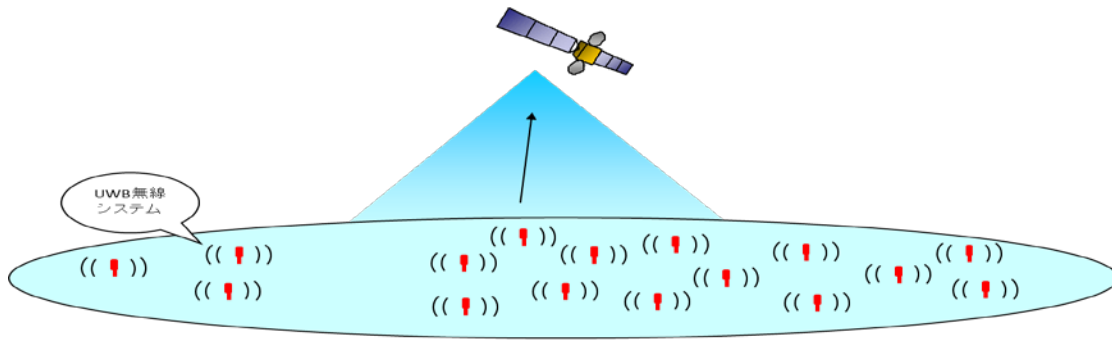
被干渉計算に当たって、地球探査衛星業務(受動)人工衛星局の受動センサーのパラメータは、4-7-2(4)記載の値に基づく。

開発中の地球探査衛星業務(受動)の人工衛星の一例を下に示す。

| システム諸元 | |
|-----------------------------|---|
| ミッション - 光学センサ - データ伝送 | パンクロ/マルチスペクトル型 分解能: 0.5m以下 (Pan, 高度504km) 観測幅: 10km Xバンド 16相QAM, 約800Mbps |
| 播像範囲 アジリティ | 直下±45degのコーン内 90deg/90秒 (平均 1deg/秒) |
| 打上 軌道 | 2013年 次期固体ロケット、H-IIA, Dnepr, Rocket 等の主要 ロケットに適合 太陽同期準円軌道(高度504km) 軌道傾斜角: 97.4° 降交点通過太陽地方時刻: 11時 |
| 地球局 | 国内受信局(地球局設備+データセンター)および 可搬局、海外局を想定 |
| 設計寿命 運用期間 | 5年 3年以上(目標5年) |
| 質量 | ・バス 250kg (推奨除く) ・ミッション 200 kg ・推奨 45kg ・TOTAL 495 kg |
| 電力 | 発生電力: 1300 W (3年後) ミッション供給電力: 400 W |



UWB 無線システムとの位置関係 (EESS 受動) 6-7GHz 帯

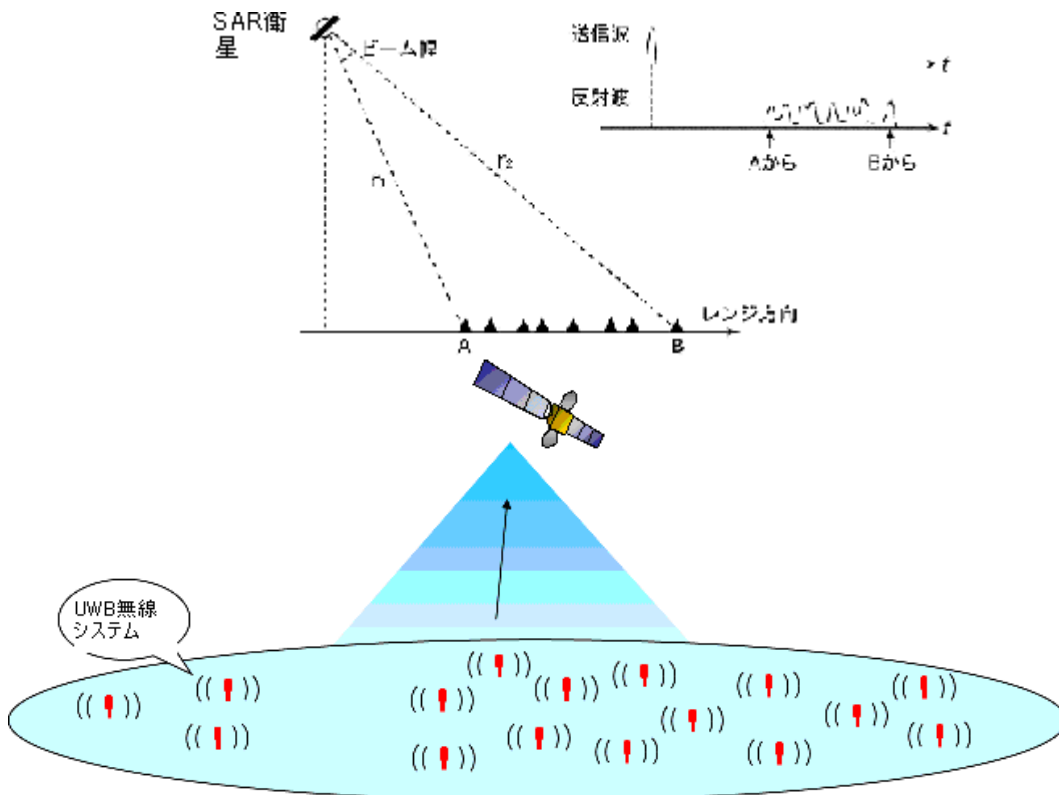


条件

① 受動センサ(放射計)の視野面積にある局数からの総計の干渉電力を計算

(5) 地球探査衛星業務(能動)人工衛星局

主に地球周回する衛星に搭載された能動検知器により、地球の特性及びその自然現象に関する情報を取得するため、衛星から電波を発射して行う無線通信業務のことであり、衛星に搭載された合成開口レーダ (SAR) が用いられ、分解能は光学検知器に劣るが、光学観測ができない気象条件の際でも、観測を行うことができる。各国の衛星がこの業務を行っているほか、国内では 2015 年の打上を目指している ASNAR02 と呼ばれる計画があり、今回の被干渉対象無線局とする。



条件

合成開口レーダ (SAR) の視野面積にある局数から、総計の干渉電力を計算した。

検討条件は、次のとおり：

- ① UWB 無線システムは陸地のみ存在
- ② UWB 無線システムで用いるアンテナは無指向性
- ③ UWB 無線システムは室内のみで利用（壁による減衰 12dB を想定）
- ④ 被干渉無線システムの周波数帯は、9500～9800MHz
- ⑤ 被干渉無線システムのアンテナ利得は、46.0dBi
- ⑥ 被干渉無線システムの許容干渉レベルは、-75dBm/MHz
- ⑦ 衛星の軌道高度は、504km
- ⑧ 地表面上レーダー視野面積は、150 km²

4-7-4 干渉検討の手法

(1) 移動衛星地球局

衛星移動通信システムは固定的に設置されたものではなく移動型システムである。移動型システムにおいては、移動しながら電波を送信受信する移動通信と、場所を移して固定して使用する可搬型通信の2通りが存在する。移動型は固定型と異なり、UWB 無線システムに近接する可能性があり、近接した場合は影響が出る可能性があるため、実運用に基づき、干渉をどの程度回避できるかが焦点となる。その結果における平成 17 年度報告書の内容は以下のとおりである。

Xバンド 移動衛星業務

干渉検討の対象となる陸上衛星地球局は、主に可搬型及び車載型の運用となる。

可搬型及び車載型という運用形態を前提とし、上記離隔距離を踏まえると、少なくともUWB無線システムの普及が十分進んでいない段階においては、UWB無線システムとの干渉が発生する確率は低いと考えられる。

また、仮に干渉が発生した場合でも、車両が移動し、あるいは可搬型の設置場所を移動するなど、支障なく運用可能となるものと考えられる。

したがって、少なくともUWB無線システムの普及が進んでいない段階においては、暫定電力マスクに基づくUWB無線システムによる当該陸上衛星地球局への影響は限定的なものと考えられる。

なお、電波特性を考慮した場合、当該周波数帯においては、暫定電力マスクのバンドエッジであることから、実環境においては更なるマージンが見込まれる。

ただし、我が国においてUWB無線システムを導入し、実利用環境下における影響評価を引き続き行うこととし、万が一、UWB無線システムが当該陸上地球局に有害な混信を及ぼすことが明らかになった場合には、速やかに技術的条件の見直しを行うこととし、UWB無線システムの製造業者等においては、混信の除去に積極的に対応することが必要である。

今回、センサーUWB 無線システムの導入に関わらず、UWB 無線システムが移動衛星地球局に近接した場合、衛星移動地球局に干渉がある環境に変わりはない。平成 17 年度報告書において衛星移動通信システムの利用者側から移動衛星地球局が移動して通信している状態において常にUWB無線システムが近接している状況を想定して1対1の状況で検討しており、共用の困難性が示されている。ただし、利用密度が上がらなければ、影響を受ける確率は低いことは認識しており、実運用におい

て影響がある場合は、見直しを行うことで合意している。このため、移動衛星地球局については、現在の利用密度予測状況を考慮した上で共用条件について検討することとした。

(2) 宇宙研究業務地球局

- ・地形の考慮：解析を極力簡易にするため、地球局アンテナ駆動軸レベルに平面を置き実際の地形を考慮しないモデルで計算した。
- ・地球局最低仰角：ある仰角まではあらゆる干渉を許容する、という考え方は難しいものの、UWB 無線システムの普及予測、地球局の通常運用を考慮し、5deg 以上を保護する条件とした。
- ・離隔距離の計算は、シングルエントリー又は Aggregate により行う。
- ・屈折伝搬の考慮について、仰角によっては直接波以外の伝搬モードによる影響が無視できない場合があるため、屈折伝搬による影響が無視できるかどうかは、方位角でサンプリングし評価を実施した。
- ・尖頭電力考慮について、宇宙研究業務受信地球局のうち、特に深宇宙ミッションでは、200 万キロ以上からの宇宙機からの微弱電波を捕捉する前提の受信システムを持つ地球局であり SRS 使用帯域である 8400MHz-8500MHz 帯に集中する電力として干渉してくる可能性を UWB スペクトラムの特性から評価することが必要であり、マスク規定値等を参照し、どのような値で尖頭電力に対する評価を行うべきか、UWB 側からの情報提供を受けるなどして検討した。

(3) 地球探査衛星業務(宇宙から地球)地球局

- ・地形は考慮せず、解析を極力簡易にするため、地球局アンテナ駆動軸レベルに平面を置き実際の地形を考慮しないモデルで計算する。
- ・地球局最低仰角は、ある仰角まではあらゆる干渉を許容する、という考え方は難しいものの、UWB 無線システムの普及予測や、地球局の通常運用を考慮し、また、地球局送信空中線の最小仰角を規定する電波法施行規則第 32 条第 3 号に示された 3 度以上を参考として、仰角 3 度以上を保護する条件とする。
- ・空中線の軸外利得は、Rec. ITU-R S. 465-6 に準拠する。
- ・干渉許容レベルは、Rec. ITU-R SA. 1027 準拠しており、そこには長期間時間率 20%の場合 -148 dBW/10 MHz と短期間時間率 0.0050%の場合 -133 dBW/10 MHz の 2 種類のレベルが示されているが、一次評価値として、時間率を無視し、-148 dBW/10 MHz の値を用いる。

(4) 地球探査衛星業務(受動)人工衛星局

- ・電波伝搬特性は、自由空間伝搬と見なす。
- ・地球探査衛星業務(受動)の特性は、4-7-1(4)に記載されたパラメータを使用する。
- ・地球探査衛星業務(受動)人工衛星局搭載センサー視野内の UWB 無線システムのみから干渉を受けるとみなし、視野外からの干渉は無いと仮定した。
- ・地球探査衛星業務(受動)人工衛星局搭載センサーと UWB 無線システムとの距離は、最短距離と仮定した。
- ・地球探査衛星業務(受動)人工衛星局搭載センサー視野のセンサー利得は一樣と仮定した。
- ・地球探査衛星業務(受動)のアンテナ利得は、諸元表に記載されていないが、アンテナ口径 2m、周波数 7.25GHz、開口効率 60%のときの理論値 41.4dBi を用いる。

(5) 地球探査衛星業務(能動)人工衛星局(参考)

- ・電波伝搬特性は、自由空間伝搬と見なした。
- ・地球探査衛星業務(能動)人工衛星局搭載 SAR レーダー視野内の UWB 無線システムのみから干渉を受けるとみなし、視野外からの干渉は無いと仮定した。
- ・地球探査衛星業務(受動)人工衛星局搭載 SAR レーダーと UWB 無線システムとの距離は、最短距離と仮定した。
- ・地球探査衛星業務(受動)人工衛星局搭載 SAR レーダー視野のアンテナ利得は一樣と仮定した。

4-7-5 干渉検討の結果

(1) 移動衛星業務地球局

1対1においては干渉があるものの、利用密度が平成 17 年度報告書の検討状況を踏まえ、被干渉側と共用条件について検討した結果は以下のとおり。

- ・UWB 無線システムが導入されてから干渉を受けている実態はないこと。
- ・センサー用途 UWB 無線システムはある程度使用場所が限定されており、通信用途に比べて実運用時の干渉確率は低くなること。
- ・UWB 無線システムの利用密度が当初よりかなり低くなっていること。

以上から、平成 17 年度報告書にある「UWB 無線システムが当該陸上地球局に有害な混信を及ぼすことが明らかになった場合には、速やかに技術的条件の見直しを行うこととし、UWB 無線システムの製造業者等においては、混信の除去に積極的に対応することが必要である。」条件において共用可能である。ただし、需要が予測より伸びる場合は、再度共用条件を見直す必要がある。

(2) 宇宙研究業務地球局

宇宙研究業務においては、宇宙研究業務地球局のアンテナの最小仰角を 5deg とし、簡易な地形モデルにおいて離隔距離を評価したが、見通し外からの屈折

伝搬等の直接伝搬以外の伝搬モードでの影響が地形やUWBシステム設置場所によって影響を受けることが判明し、また、解析条件を簡易にしていることも踏まえ、一概に離隔距離を示す事は困難であった。なお、評価ではUWBの複数セル（非同期）の送信が重なる確率が小さいことからシングルエントリーのみを評価の対象とした。また、宇宙研究業務のシステム特性から、当該周波数帯域における単位Hzあたりの干渉電力が評価の対象となり、尖頭電力マスク値ベース、およびUWBシステム実機の実測ベースによる電力を考慮した検討を行った結果、両者共に大きな離隔距離が必要となる計算結果となったが（概ね宇宙研究業務地球局からの見通し距離が調整距離となる結果）、尖頭電力マスク値を電力のベースとするのは非現実的であるとの意見、実測ベースではマスク値ベースと比較すると大きく緩和されるがなおスペアナによる測定値が宇宙研究業務の受信機を模擬した計測になっていないことへの疑義が残り、一概に離隔距離を示すことは困難であった。

平成17年度報告書の検討状況、および利用密度の予測等から、UWBと宇宙研究業務との共用条件について検討した結論は以下のとおりである。

- ・UWB無線システムが導入されてから現在まで宇宙研究業務に干渉を受けている実態は認められないこと。
- ・センサー用途UWB無線システムはある程度使用場所が限定されること。
- ・UWB無線システムの利用密度が当初よりかなり低くなっていること。

以上から、「UWB無線システムが宇宙研究業務地球局に有害な混信を及ぼすことが明らかになった場合には、速やかに技術的条件の見直しを行うこととし、UWB無線システムの製造業者等においては、混信の除去に積極的に対応することが必要である。」との条件において共用可能である。ただし、需要が予測より伸びる場合は、再度共用条件を見直す必要がある。

(3) 地球探査衛星業務(宇宙から地球)地球局

- ・被干渉計算に当たり、自由空間伝搬を仮定し、次のパラメータを用いる。

UWB無線システム平均電力=-41.3dBW/MHz

帯域下端周波数=8.2GHz

空中線仰角3度のRec. ITU-R S. 465 軸外利得=20.07dBi

シングルエントリーの場合の計算結果は次のようになり、干渉の生じる範囲は、一般に工場構内に留まると考えられる。

所要最小離隔距離=160m

もし、4 台のセンサー用途 UWB 無線システムからの電力を同時に受ける状況を Aggregate 干渉と見なすと、最小離隔距離は次のように 2 倍になり、依然として工場敷地内に留まると考えられる。

所要最小離隔距離 = 320m

- ・参考情報であるが、Rec. ITU-R SA. 1027 に規定された時間率を勘案すると、さらに被干渉を許容できるほか、Rec. ITU-R SA. 1027 の短時間率の許容干渉レベル-133 dBW/10MHz に対応する所要離隔距離を試算すると、上記距離の 0.178 倍つまり次のようになる。

シングルエントリー最小離隔距離 = 28.5m

4 台からの Aggregate 最小離隔距離 = 56.9m

- ・また UWB 無線システムが導入されてから、明確に通信用途 UWB 無線システムから干渉を受けている実態はない模様であり、センサー用途 UWB 無線システムは、通信用途 UWB 無線システムより使用場所が限定されると予想されるため、通信用途 UWB 無線システムに比べて実運用時の干渉確率は低くなること、さらに、UWB 無線システムの利用密度が当初よりかなり低くなっていることもあり、被干渉の可能性は緩和される方向である。
- ・従って、地球探査衛星業務(宇宙から地球)地球局が、センサー用途 UWB 無線システムから受ける可能性のある被干渉は、許容できると考えられ、共用可能と判断できる。

(4) 地球探査衛星業務(受動)

- ・地球探査衛星業務(受動)の使用周波数帯が、6.425~7.25GHz(帯域幅 825MHz)であるため、UWB 無線システムの検討帯域 7.25~10.25GHz と、7.25GHz の周波数における重複が生じている。しかし、地球探査衛星業務(受動)の受信周波数帯 6.425~7.25GHz(帯域幅 825MHz)のベースバンド使用周波数帯幅は 200MHz であることから、実効的な受信周波数帯域は 6.425~7.25GHz より狭い。このため、今回の審議会開催の前提となっている UWB 無線システムの検討帯域 7.25~10.25GHz との重複が無くなるが、念のため、UWB 無線システムの電力マスクに示される不要輻射からの干渉を検討する。
- ・地球探査衛星業務(受動)の使用周波数帯が、6.425~7.25GHz(帯域幅 825MHz)であることから、中心周波数は $(6.425 + 7.25) / 2 = 6.8375$ [GHz] と考えられ、ベースバンド帯域幅が 200MHz であることから、実効的な受信周波数帯域は、6.7375~6.9375GHz となり、この周波数帯域の UWB 無線システムの放射電力密度は、-70dBm/MHz である。

- ・このときのシングルエントリーによる、所要最小離隔距離は 12.2km となり、軌道高度 700km より小さい。
- ・6.9GHz 帯の放射計の視野面積は 2,553 km²、UWB 無線システムの最悪普及率予測例の最大値は、200 デバイス/km²、稼働率は 5% であるから、視野面積内の最悪普及時の同時稼働台数は、 $2,553 \times 200 \times 0.05 = 25,530$ [台] であって、所要最小離隔距離を求めると、1,939km となって軌道高度 700km を上回る。
- ・6.9GHz 帯の放射計の視野面積 2,553 km² は、神奈川県面積 2,416km² より大きな値であり、そのような広いエリアに最大密度でセンサー用途 UWB 無線システムが普及することを想定することは過大評価の傾向にもなるため、例えば神奈川県内における工業地帯の面積に相当する割合などの現状を勘案するなどして、UWB 無線システムの最悪普及率と同時稼働台数の積を 10 分の 1 に緩和し、受動センサー視野面積内の最大普及時の同時稼働台数を $2,553 \times 200 \times 0.05 / 10 = 2,553$ 台とすると、Aggregate 干渉時の所要最小離隔距離は、613km となり、軌道高度 700km を下回り、共用可能と考えられる。
- ・また、センサー用途 UWB 無線システムはある程度使用場所が限定され、通信用途に比べて実運用時の干渉確率は低くなること、UWB 無線システムの利用密度が当初よりかなり低くなっていることから、UWB デバイスが普及予測を超えない条件において共用可能と考えられるが、最悪普及シナリオが成立すると、若干の有害な干渉が予想されることから、需要が予測より伸びる場合は、再度共用条件を見直す必要がある。

(5) 地球探査衛星業務(能動)人工衛星局(参考)

- ・地球探査衛星業務(能動)人工衛星局に関して、シングルエントリーの最小離隔距離を計算すると 6m となり、軌道高度 504km に比較して非常に小さい値となる。
- ・地表上レーダー視野面積 150km² において、最悪普及状態の最大普及率 200/km²、同時稼働率 5% に基づく、Aggregate の最小離隔距離を計算すると 234m になり、軌道高度 504km に比較して十分小さい。
- ・UWB 無線システムの利用密度が当初よりかなり低くなっていることなども勘案すると、前提となる普及予測に基づけば、地球探査衛星業務(能動)人工衛星局が、センサー用途 UWB 無線システムから受ける可能性のある干渉は許容できるものと考えられ、共用可能と判断できる。

4-8 電波天文

本資料は、センサー用途 UWB デバイスと電波天文業務及び国土地理院等所属の測地 VLBI (Very Long Baseline Interferometry) *¹との共用検討について記述する。

4-8-1 電波天文・測地 VLBI の概要

(1) 電波天文

日本には、国立天文台の野辺山をはじめとして、北海道から沖縄（石垣島）まで複数の電波望遠鏡が存在する。電波望遠鏡は、宇宙の諸現象を解明するために国内のみならず海外の研究者にも利用されており、これまでに多くの星間分子の発見、ブラックホールの発見、星の誕生現場の解明など多くの先端的成果を挙げている。天体からの信号は非常に微弱である。携帯電話を月面に置いたとしても、それは全天のトップ 10 の電波天体に匹敵してしまう。電波天文学における信号強度の単位は Jansky であり、 $1 \text{ Jy} = 10^{-26} \text{ W/m}^2/\text{Hz} = -260 \text{ dB(W/m}^2/\text{Hz)}$ である。電波天文観測では、mJy オーダーの信号は容易に検出でき、場合によっては数 μJy の信号を受信することも可能である。このような微弱な信号を観測するために、電波天文学では様々な先端技術を用いている。超伝導素子を用いた超高感度受信機の使用や大陸を挟んで電波望遠鏡をリンクする VLBI (Very Long Baseline Interferometry : 超長基線電波干渉法) などがその代表である。

(2) 測地 VLBI

電波望遠鏡を用いた応用技術として、VLBI というものがある。干渉計技術の 1 つだが、各観測局に原子時計を配置することによりケーブルでつなぐ必要がなくなるため、各局間の配置距離を非常に長くすることができることが特徴である。この技術では、天体の構造をより細かく調べることができ、また、天体の位置も精密に測ることができる。

加えて、逆に電波望遠鏡の位置も精密に測ることができるため、測地目的の VLBI 観測も定常的に行われてきている。現在では、世界各国の測量機関等の協力により測地 VLBI 観測が行われており、世界測地系の決定・維持や地球規模でのプレート運動の検出に用いられている。国内では、国土地理院や情報通信研究機構 (NICT) 等が測地 VLBI 観測局を有している。

4-8-2 干渉検討対象無線局

(1) 電波天文観測

| 周波数 (MHz) | 局数 (局) | 備考 (運用形態などの特記事項) |
|---------------|--------|-----------------------------|
| 10640 - 10660 | 1 | 早稲田大学西早稲田 2.4mφ x 8 x 8 (台) |

(2) 測地 VLBI 観測

| 周波数 (MHz) | 局数 (局) | 備考 (運用形態などの特記事項) |
|----------------|--------|-------------------|
| 8180 - 8980 | 1 | 国土地理院 新十津川 3.8m |
| 7780 - 8980 | 1 | 国土地理院 つくば 32m |
| 7780 - 8580 | 1 | 国土地理院 始良 10m |
| 7780 - 8580 | 1 | 国土地理院 父島 10m |
| (2000 - 14000) | 1 | 国土地理院 石岡 13.2m* |
| 7860 - 9080 | 1 | NICT 鹿島 34m |
| 7860 - 8680 | 1 | NICT 小金井 11m |
| 8100 - 9000 | 1 | 国立天文台 水沢 20m |
| 8100 - 9000 | 1 | 国立天文台 入来 20m |
| 8100 - 9000 | 1 | 国立天文台 小笠原〔父島〕 20m |
| 8100 - 9000 | 1 | 国立天文台 石垣島 20m |

* 次世代型として現在建設中。この周波数帯のうち、1GHz 幅を 4 チャンネル選択することを計画 (9~10GHz 帯が有力候補)。干渉検討条件は同じ。

4-8-3 干渉対象無線局の緒元

| 周波数 (MHz) | 干渉閾値 spfd 値 (dBW/m ² /Hz) | 干渉閾値 (dBm/MHz) |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 5000 以下 * ¹ | 別紙参照 | 別紙参照 |
| 7780 - 9080 | | -150 * ² |
| (2000 - 14000) | | -150 * ² |
| 10640 - 10660 * ¹ | 別紙参照 | 別紙参照 |

Note*¹ : 電波天文観測のため ITU-R 勧告 RA. 769 (別紙参照) に準ずる

Note*² : 測地 VLBI 観測要求条件にしたがう。

Aggregation 干渉の条件

| | | |
|------------|-------------|------------|
| UWB 平均電力密度 | 1.3650GHz 帯 | -90dBm/MHz |
| | 1.4135GHz 帯 | -90dBm/MHz |
| | 1.6120GHz 帯 | -85dBm/MHz |
| | 1.6650GHz 帯 | -85dBm/MHz |
| | 1.7200GHz 帯 | -85dBm/MHz |

| | | |
|----------------------------|---------------|---|
| | 2. 6720GHz 帯 | -85dBm/MHz |
| | 2. 6950GHz 帯 | -85dBm/MHz |
| | 3. 2630GHz 帯 | -70dBm/MHz |
| | 3. 3350GHz 帯 | -70dBm/MHz |
| | 3. 3490GHz 帯 | -70dBm/MHz |
| | 4. 8950GHz 帯 | -70dBm/MHz |
| | 4. 9950GHz 帯 | -70dBm/MHz |
| | 7780 - 9080 帯 | -41. 3dBm/MHz |
| | 10. 6500GHz 帯 | -85dBm/MHz |
| | 1065 - 14000 | -70dBm/MHz |
| 壁による減衰 | | 一律 12dB |
| 伝搬モデル | | 自由空間伝搬と回折損失 (勧告 ITU-R P. 452 の” Line-of-sight with sub-path diffraction、 Line-of-sight における マルチパスによる時間率 は 10%、Diffraction 損失 は、メディア値とした) |
| アンテナ利得 | | 0dBi |
| UWB Active Emitter Density | | セル数 (/システム) |
| アグリゲート放射電力 | | セル数*(-41. 3dBm/MHz) |
| アクティビティ | | システム操作時間 |
| 電波天文アンテナ高さ | | 30m |

4-8-4 干渉検討の手法

- ・電波天文観測及び測地 VLBI 観測とも基本式に基づきシングルエントリーにおける離隔距離を算出する。
- ・センサー用途 UWB 無線システムの利用シーンを想定し、Aggregate の計算を行う
- ・尖頭発射電力が測地 VLBI 観測に与える影響について検討を行う。

【法第 56 条保護対象外受信設備の取り扱い】

受信設備については、電波法第 2 条第 5 項において電波法令の対象外であるが電波法第 56 条において、電波天文業務の用に供する受信設備については例外となっており、保護すべき受信設備は施行規則第 50 条の 6 に基づき公示 (*) されている。今回の対象無線局は、公示されていないものであるため、無線局の保護対象とはならないものであるが、VLBI のように国土地理院で有効活用されている受信設備もあることから、民間レベルで、一定の保護を求めていく方策は必要と考える。

* 総務省告示

平成 15 年 287 号（野辺山）、平成 18 年 51 号（北海道大学）、平成 20 年（名古屋大学（富士ヶ峰、才尻山、穂ノ原）、平成 22 年 448 号（水沢、小笠原、薩摩川内、石垣）、平成 24 年 52 号（平川）、平成 24 年 174 号（水沢）

4-8-5 干渉検討の結果

(1) シングルエントリーの計算

・電波天文観測計算条件及び計算結果

| | |
|------------|------------------------|
| 空中線電力 | -85dBm/MHz（平均空中線電力） |
| 空中線利得 | 0dBi |
| 壁 損 | 12dB |
| 稼働率 | 5% |
| 許容干渉レベルの算出 | ITU-R 勧告 RA. 769 に基づく値 |
| 計算結果 | 電波天文観測 126.1m |

・測地 VLBI 観測計算条件及び計算結果

干渉検討にあたっては、鹿島局を選出して検討を行った。

| | |
|------------|---|
| 空中線電力 | -41.3dBm/MHz（平均空中線電力） |
| 空中線利得 | 0dBi |
| 壁 損 | 12dB |
| 稼働率 | 5% |
| 許容干渉レベルの算出 | ITU-R 勧告 RA. 769 に基づく許容干渉値レベル＋受信感度＋アンテナ利得－給電線損失＝-150dBm/MHz |
| 計算結果 | 測地 VLBI 観測 192.1m |

(2) Aggregate の計算

前提条件

工場内のセンサネットシステムはセル単位で配備される。セル数と工場建屋面積（工場敷地ではなく、実際にセンサネットがおかれる建屋の面積、建屋面積＜敷地面積）のモデルは、10セル/6000㎡程度である。1セル内には複数台の UWB 無線システムが含まれるが、同一セル内での複数同時発射は無く、セル間の動作は独立している。

5-2-2 Aggregate モデル

モデル 1 工場面積は考慮せず、1点から複数(=n)セル分の発射が行われたと仮定する。UWB 無線システムの総送信電力は電力加算で求め

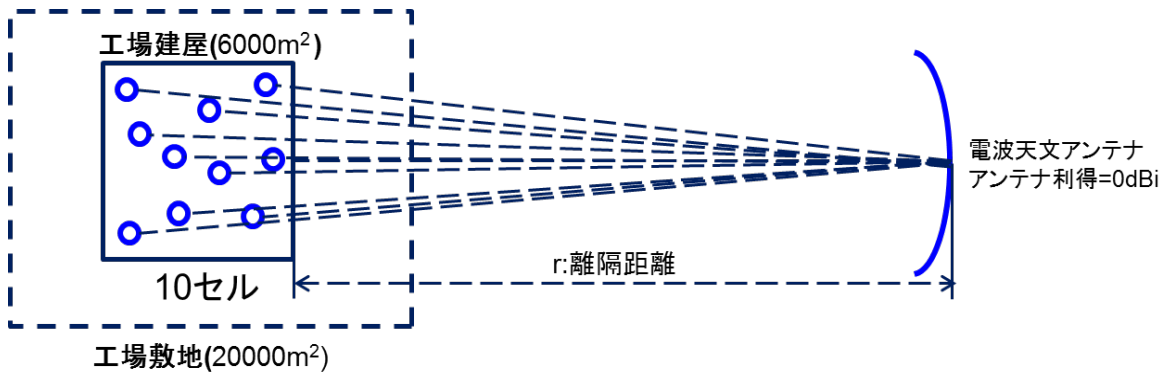
る。



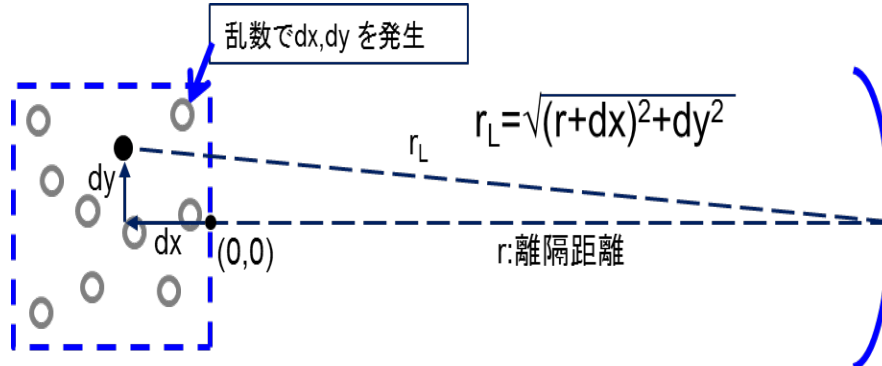
自由空間伝搬では、シングルエントリーの離隔距離 r_s に対してアグリゲートの離隔距離 r_a は \sqrt{n} 倍になる。

$$G_T G_R \frac{\lambda^2}{(4\pi r_s)^2} P_T = G_T G_R \frac{\lambda^2}{(4\pi r_a)^2} n P_T$$

モデル2 工場建屋面積を考慮して工場建屋内に複数の発射源があり、各発射源からの電波発射が行われたと仮定する。UWB 無線システムの総送信電力は電力加算で求める。



工場建屋内のセル配置と電波天文アンテナとの距離



計算結果

工場敷地面積 20000 m²より工場敷地 1 辺は 141.4m、工場建屋面積 6,000 m²より工場

建屋の 1 辺は 77.5m。工場が工場敷地の中央に建てられたとすると、工場周囲には 32m の自然離隔距離が発生する。

| | シングル | モデル1 | モデル2-1 | モデル2-2 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| | n=1セル | n=10セル | n=10セル | n=10セル |
| 鹿島(8.5GHz) | 192.1m | 575.5m | 533.0m | 533.8m |
| 早稲田(10.25GHz) | 126.1m | 366.7m | 325.2m | 325.8m |

4-8-6 尖頭電力による測地 VLBI 観測への影響

UWB 無線システムの尖頭電力が測地 VLBI 観測の受信機初段アンプに与える影響 (Appendix を参照) について、アンプの飽和を回避できるか否かの検討を行った。結果、上記の離隔距離が確保できれば、尖頭電力についても特段の影響はないことが確認された。

電波天文観測及び測地 VLBI 観測の設置箇所は表 4-8 のとおりである。

表 4-8 電波天文観測及び測地 VLBI 観測の設置箇所

| | 住所 |
|-------------------|-------------|
| 国土地理院 新十津川 | 北海道樺戸郡新十津川町 |
| 国土地理院 つくば | 茨城県つくば市 |
| 国土地理院 始良 | 鹿児島県始良市 |
| 国土地理院 父島 | 東京都小笠原村父島 |
| 国土地理院 石岡 | 茨城県石岡市 |
| NICT 鹿島 | 茨城県鹿嶋市 |
| NICT 小金井 | 東京都小金井市 |
| 国立天文台 水沢 | 岩手県奥州市 |
| 国立天文台 入来 | 鹿児島県薩摩川内市 |
| 国立天文台 小笠原 〔父島〕 | 東京都小笠原村 |
| 国立天文台 石垣島 | 沖縄県石垣市 |
| 早稲田大学西早稲田 | 新宿区西早稲田 |

4-8-7 共用検討結果

電波天文に対する影響としては、Aggregate の条件が一番厳しくこのようなケースに該当するかどうかを個別の設置局において検討することとした。

(1) 電波天文観測

干渉対象無線局としては早稲田局のみであり、必要離隔距離内にセンサー用途 UWB 無線システムを設置する 20,000 m²規模の敷地面積を持った工場等は 300m 内には存在しない。

(2) 測地 VLBI 観測

干渉対象無線局としては 12 箇所の測地 VLBI 観測局であるが、必要離隔距離内にセンサー用途 UWB 無線システムを設置する 20,000 m²規模の敷地面積を持った工場等は 500m 内には存在しない。

(3) 共用条件

電波天文観測及び測地 VLBI 観測ともセンサー用途 UWB 無線システムが影響を与えることはないため共用可能である。

測地 VLBI 観測については法第 56 条に該当する保護対象受信設備ではないが、世界的に共有して測地観測を行っている関係から、影響を考慮して UWB 無線システムとの干渉状況を検討したものである。この趣旨に基づき、UWB 無線システムの販売者及び利用者においては、表 4-8 に示した測地 VLBI 観測に対する影響を十分考慮して UWB 無線システムを設置することを求めることとする。

別紙

勧告 ITU-R RA. 769 に基づく干渉閾値

| 周波数 (MHz) | 干渉閾 spfd 値 (dBW/m ² /Hz) | 干渉閾値 (dBm/MHz) |
|---------------|---|----------------|
| 1330-1400 | -239 ^{*1} , -255 ^{*2} | -189.2 |
| 1400-1427 | -239 ^{*1} , -255 ^{*2} | -189.5 |
| 1610.6-1613.8 | -238 ^{*1} | -173.6 |
| 1660-1670 | -237 ^{*1} , -251 ^{*2} | -186.9 |
| 1718.8-1722.2 | -237 ^{*1} | -173.2 |
| 2655-2690 | -247 ^{*2} | -187.0 |
| 2690-2700 | -247 ^{*2} | -187.1 |
| 3260-3267 | -230 ^{*1} | -171.8 |
| 3332-3339 | -230 ^{*1} | -172.0 |
| 3345.8-3352.5 | -230 ^{*1} | -172.0 |
| 4800-4990 | -230 ^{*1} , -241 ^{*2} | -186.3 |
| 4990-5000 | -241 ^{*2} | -186.5 |
| 10600-10700 | -240 | -192.0 |

*1; スペクトル線観測、*2; 連続波観測

spfd; spectral power flux density

第6章 センサー用途 UWB 無線システムの技術的条件

第5章までの検討結果を踏まえ、本章ではマイクロ波帯を用いたセンサー用途 UWB 無線システムの技術的条件を以下のとおり取りまとめた。

6-1 一般的条件

(1) UWB 無線システムの定義

最高輻射周波数 (f_M) に対して、輻射電力が 10dB 下がった一番外側の周波数 (f_L , f_H ; $f_L < f_H$) 間の幅を帯域幅 (B_{-10}) とし、500MHz 以上の帯域幅を有するもの、又は、帯域幅を中心周波数 (f_C) で割った帯域幅率 (μ_{-10}) が 0.2 以上のものを UWB 無線システムとする。

なお、周波数ホッピング、チャープ等の発射する電波の中心周波数を変化させる方式については、瞬時に電力を輻射する帯域幅が 500MHz 以上の帯域を有するもの、又は、帯域幅率が 0.2 以上のものを UWB 無線システムとする。

$$\begin{aligned} B_{-10} &= f_H - f_L \\ \mu_{-10} &= B_{-10} / f_C \\ f_C &= (f_H + f_L) / 2 \end{aligned}$$

(2) 使用周波数帯

センサー用途 UWB 無線システムの使用周波数帯については、7250MHz から 10250MHz までを使用可能な周波数帯とすることが適当である。

また、当該周波数帯におけるセンサー用途 UWB 無線システムの運用については、他の無線システムへの有害な混信を与えないと共に、これらの無線システムからの混信を容認するものとする。

(3) 空中線電力

空中線電力は、使用周波数帯において 1MHz あたりの最大となる平均電力及び尖頭電力について表 6-1 を満たすことが適当である。

表 6-1 空中線電力

| 周波数帯 (MHz) | 平均電力 | 尖頭電力 |
|------------|------------------|---------------|
| 7250~10250 | -41.3 dBm/MHz 以下 | 0dBm/50MHz 以下 |

(4) 空中線の利得

空中線の利得は、0dBi 以下とする。

ただし、等価等方輻射電力が利得 0dBi の空中線に使用周波数帯の空中線電力を加えたときの値以下となる場合は、その低下分を空中線の利得で補うことができるものとする。

(5) 通信方式及び変調方式

通信方式については、利用形態を踏まえ、単信方式、複信方式及び半複信方式

とする。

また、変調方式については、現在インパルス方式、DS-UWB 方式又は MB-OFDM 方式等複数の変調方式が利用されているが、国際的にも特に限定されていないことから、我が国への導入においても限定しないこととする。

(6) 拡散帯域幅

(1) UWB 無線システムの定義に基づき、電力最大点から 10dB 下がった周波数帯幅が 500MHz 以上であること。ただし、今後の国際的な検討動向等も踏まえ、必要であれば、整合性を図ることとする。

(7) 送信速度【P】

送信速度は特段設定しないものとする。

(8) 通信制御

- ① UWB 無線システムの無線設備は、新たな送信に先立ち、周囲の UWB 無線システムの無線設備の識別信号の確認を実行した後、送信を開始すること。
- ② 周囲の UWB 無線システムの無線設備の識別信号の検出が行われなかった場合に、UWB 無線システムの無線設備は識別信号の発射を可能とする。

(9) 混信防止機能

識別符号を自動的に送信し、又は受信する機能を有し、他の無線局にそのような混信その他の妨害を与えないように運用することができるものであること。

(10) 端末設備内において電波を使用する端末設備

- ① 端末設備を構成する一の部分と他の部分相互間において電波を使用するものは、48 ビット以上の識別符号を有すること。
- ② 特定の場合を除き、使用する電波の空き状態について判定を行い、空き状態の時のみ通信路を設定するものであること。

(11) 運用制限【P】

屋内利用に限定する。

なお、以下に述べる方法により、屋内利用が担保される。

- ① UWB 無線システムを搭載した機器の見やすいところに、UWB 無線システムの利用は屋内に限定する旨の注意書きを表示することにより、屋内利用は担保される。

(12) 違法改造への対策

違法改造への対策として、筐体は、容易に開けることができない構造であること。

(13) 電波防護指針への適合

電波防護指針では、電波が人体に好ましくない作用を及ぼさないレベルであるかどうかを判断するための指針値等を示しており、これに基づき、UWB 無線システムの運用状態に応じて、電波防護指針に適合するようシステム諸元の設定に配

慮する必要がある。

UWB 無線システムから発射される電波については、最大の送信電力を想定した場合においても、送信空中線からの距離が 2.7mm 以上であれば、電波の強さが指針値よりも低くなることから、UWB 無線システムの利用形態を鑑み、特段支障はない。(参考資料 2 参照)

(14) 電磁環境対策

UWB 無線システムと医療用電子機器との相互の電磁干渉に対しては、十分な配慮が払われていること。

6-2 無線設備の技術的条件

6-2-1 送信装置

(1) 占有周波数帯幅の許容値

通信用途 UWB 無線システムは現行の無線設備規則との整合を図る観点から、輻射帯域幅ではなく、占有周波数帯幅の許容値を定めており、センサー用途 UWB 無線システムについても同様の考え方とすることが適当である。占有周波数帯幅の許容値は、変調方式等の技術仕様及び無線機器の製造品質等により個々に異なり、輻射帯域幅との関係を一概に明確にすることは困難であるが、UWB 無線システムの使用周波数帯を踏まえ、3000MHz 以内とすることが適当である。

(2) 不要発射の強度の許容値

センサー用途 UWB 無線システムは、周波数帯域、電力マスクがハイバンドの通信用途 UWB 無線システムと同一である。通信用途 UWB 無線システムの導入の際、不要発射の強度の許容値は我が国の他の無線システムとの干渉を考慮して定められたものであることから、センサー用途 UWB 無線システムの導入においても同様とすることが適当である。不要発射については、使用周波数帯の外側をスプリアス領域とし、そのスプリアス領域における不要発射の強度の許容値を表 6-2 のとおりとする。

表 6-2 不要発射の強度の許容値

| 周波数 (MHz) | 平均電力 | 尖頭電力 |
|-------------|------------------|------------------|
| 1600 未満 | -90.0 dBm/MHz 以下 | -84.0 dBm/MHz 以下 |
| 1600~2700 | -85.0 dBm/MHz 以下 | -79.0 dBm/MHz 以下 |
| 2700 以上 | -70.0 dBm/MHz 以下 | -64.0 dBm/MHz 以下 |
| 10600~10700 | -85.0 dBm/MHz 以下 | -79.0 dBm/MHz 以下 |
| 11700~12750 | | |

(3) 参照帯域幅

不要発射の強度の許容値における参照帯域幅は、1MHz とする。

(4) 空中線電力の許容偏差

次のとおりとすることが適当である。

上限 +20%の範囲であること。

(5) 筐体輻射

等価等方輻射電力が、不要発射の強度の許容値以下であること。

6-2-2 受信装置

使用周波数帯においては、1MHz 当たり 4nW (-54dBm/MHz) 以下とし、その他の周波数は、不要発射の強度の許容値以下とする。

6-3 測定方法

センサー用途 UWB 無線システムの変調方式は、パルス変調方式、オンオフ変調方式であり、通信用途 UWB 無線システム導入の際に検討された方式に含まれている。また、新たな測定器による測定方法が確立されてきているが、UWB 無線システムのような超広帯域な周波数の測定、かつ、パルスのような ns あたりの信号を測定するとなった場合、画一的に信頼できる測定方法の進展はあまりみられない。したがって、測定方法については、以下に示す平成 17 年度報告書の内容を踏襲する。

(平成 17 年度報告書より抜粋)

6-3-1 周波数の偏差

周波数は、占有周波数帯幅の測定において占有周波数帯幅の上限の周波数及び下限の周波数が指定周波数帯内にあることをもって確認する。

6-3-2 占有周波数帯幅

(1) 空中線測定端子付きの場合

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力をスペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和が、それぞれ全電力の 0.5%となる周波数幅を測定すること。

なお、標準符号化試験信号での変調が不可能な場合には通常運用される信号のうち占有周波数帯幅が最大となる信号で変調をかける。

(2) 空中線測定端子無しの場合

適当な RF 結合器又は空中線で結合し、(1)と同様にして測定すること。

6-3-3 空中線電力

(1) 空中線端子付きの場合

ア 平均電力の測定

スペクトルアナライザの分解能帯域幅を 1MHz として測定することとし、等価雑音帯域幅の補正を行うことによって矩形フィルタに換算すること。等価インパルス帯域幅の補正は用いない。

連続送信波によって測定することが望ましいが、運用状態において連続送信状態にならない場合バースト波にて測定する。

バースト波にて測定する場合は、送信時間率（電波を発射している時間／バースト繰り返し周期）が最大となる値で一定の値としてバースト繰り返し周期よりも十分長い区間における平均電力を測定し、送信時間率の逆数を乗じてバ

バースト内平均電力を求める。次に 1ms（ミリ秒）内の最大送信時間率（電波を放射している時間／1ms）を求め、バースト内平均電力に乗じて 1ms 内の最大値を求めることが適当である。

また、試験用端子が空中線端子と異なる場合は、空中線端子と試験用端子の間の損失等を補正する。

イ 尖頭電力の測定

スペクトルアナライザの分解能帯域幅を 3MHz としてピーク検波で測定し、電力最大となる点の値を求める。この値に換算値として 24.4dB（50MHz 当たり尖頭電力 = $20 \log(50\text{MHz} / \text{測定に用いた分解能帯域幅}(3\text{MHz}))$ ）で換算した値を加算し測定値とする。この場合、スペクトルアナライザのビデオ帯域幅は分解能帯域幅の 3 倍程度に設定する。

(2) 空中線端子無しの場合

測定距離 3m の電波暗室又は地面反射波を抑圧したオープンサイト若しくはそれらのテストサイトにおいて供試機器と同型式の機器を使用して校正された RF 結合器を用い、その他の条件は(1)と同様にして測定すること。

この場合、テストサイトの測定用空中線は、指向性のものを用いること。また、被測定対象機器の大きさが 60cm を超える場合は、測定距離をその 5 倍以上として測定することが適当である。

なお、偏波面の特定が困難な場合は、水平偏波及び垂直偏波にて求めた空中線電力の最大に 3dB 加算すること。

6 - 3 - 4 不要発射の強度の許容値

(1) 空中線端子付きの場合

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときのスプリアス成分の平均電力（バースト波にあっては、バースト内の平均電力（ホッピングする不要発射の場合は個々のバースト内の平均電力））を、スペクトルアナライザ等を用いて測定すること。

この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定することが適当である。また、試験用端子が空中線端子と異なる場合は、空中線端子と試験用端子の間の損失等を補正する。

なお、標準符号化試験信号での変調が不可能な場合には通常運用される信号で変調をかける。また、尖頭電力を測定する場合は、スペクトルアナライザの分解能帯域幅を参照帯域幅としビデオ帯域幅を分解能帯域幅の 3 倍程度として測定する。

測定周波数範囲は、30MHz から 26GHz とするが、発射周波数帯が 5.2GHz 以下の場合は、上限周波数を 5 倍高調波とすることができる。

(2) 空中線端子無しの場合

測定距離 3m の電波暗室又は地面反射波を抑圧したオープンサイト若しくはそれらのテストサイトにおいて供試機器と同型式の機器を使用して校正された RF 結合器を用い、その他の条件は(1)と同様にして測定すること。

この場合、テストサイトの測定用空中線は、指向性のものを用いること。また、

被測定対象機器の大きさが 60cm を超える場合は、測定距離をその 5 倍以上として測定すること。

なお、偏波面の特定が困難な場合は、水平偏波及び垂直偏波にて求めた不要発射の最大値に 3dB 加算すること。

6-3-5 拡散帯域幅

(1) 空中線測定端子付きの場合

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力をスペクトルアナライザで分解能帯域幅を 1MHz として測定し、スペクトル分布の最大電力点から 10dB 減衰する上限及び下限の周波数を求め周波数幅を測定すること。

なお、標準符号化試験信号での変調が不可能な場合には運用される信号のうち拡散帯域幅が最大となる信号で変調をかける。

(2) 空中線測定端子無しの場合

適当な RF 結合器又は空中線で結合し、(1)と同様にして測定すること。

6-3-6 受信装置の副次的に発射する電波等の限度

(1) 空中線端子付きの場合

スペクトルアナライザ等を用いて測定すること。この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。

(2) 空中線端子無しの場合

測定距離 3m の電波暗室又は地面反射波を抑圧したオープンサイト若しくはそれらのテストサイトにおいて供試機器と同型式の機器を使用して較正された RF 結合器を用い、その他の条件は(1)と同様にして測定すること。

この場合、テストサイトの測定用空中線は、指向性のものを用いること。また、被測定対象機器の大きさが 60cm を超える場合は、測定距離をその 5 倍として測定すること。

なお、偏波面の特定が困難な場合は、水平偏波及び垂直偏波にて求めた副次的に発射する電波等の限度の最大値に 3dB 加算すること。

6-3-7 筐体輻射

6-3-4-(2)と同様に測定すること。

6-4 将来の技術的条件の見直し等

平成 17 年度報告書において、現行の通信用途 UWB 無線システムについては、既存無線システムの中に、UWB 無線システムの普及状況によっては、干渉が懸念される無線システムもあるとされている。これに関してセンサー用途 UWB 無線システムも同様であり、かつ、一つの地域に集中して UWB デバイスが配置されるため、設置条件によっては干渉の懸念が指摘されている。したがって、センサー用途 UWB 無線システムが導入された後においても、実環境における他の無線システムへの影響評価について引き続き検討を行うこととし、UWB 無線システムの普及状況、影響評価の結果及び国際動向を踏まえ、3 年毎に普及状況を把握して、必要に応じて技術的

条件の見直しを行うことが適当である。加えて、UWB 無線システムの製造業者等においては、UWB 無線システムが他の無線システムの運用に支障を与えることとなった場合には、混信の除去に積極的に対応することが必要である。

また、今後の WRC 等における、新たな国際周波数分配の動向を注視しつつ、国際協調の観点から必要に応じ技術的条件の見直しを行うこととする。