平成10年度

# 電気通信技術審議会答申

諮問第５７号

「無線ＬＡＮシステムの技術的条件」

のうち

「準マイクロ波帯を使用する無線LANシステムの高度化のための技術的条件」

平成11年３月23日

# 目　　次

ページ

1　答申書・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　1

2　答申書別紙（諮問第57号答申）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　3

3　電気通信技術審議会無線ＬＡＮシステム委員会報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　9

4　参考資料・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・６７

5　諮問書・諮問理由・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１５７

# 電気通信技術審議会委員

| | | |
|---|---|---|
| 会　長 | 西澤　潤一 | 岩手県立大学学長 |
| 会長代理 | 徳田　修造 | (財)電気通信振興会理事長 |
| 委　員 | 青木　利晴 | 日本電信電話(株)代表取締役副社長 |
| 〃 | 生駒　俊明 | 日本テキサス・インスツルメンツ(株)代表取締役社長 |
| 〃 | 岩﨑　欣二 | ＫＤＤ(株)代表取締役副社長 |
| 〃 | 金子　尚志 | 日本電気(株)代表取締役社長 |
| 〃 | 川田　隆資 | 松下通信工業(株)代表取締役社長 |
| 〃 | 北城恪太郎 | 日本アイ・ビー・エム(株)代表取締役社長 |
| 〃 | 國井　秀子 | (株)リコー研究開発本部情報通信研究所所長 |
| 〃 | 倉内　憲孝 | 住友電気工業(株)代表取締役社長 |
| 〃 | 小舘香椎子 | 日本女子大学理学部教授 |
| 〃 | 坂田　浩一 | 日本テレコム(株)代表取締役会長 |
| 〃 | 関澤　　義 | 富士通(株)取締役会長 |
| 〃 | 高橋　寛子 | 筑波技術短期大学教授 |
| 〃 | 長尾　　真 | 京都大学総長 |
| 〃 | 名取　晃子 | 電気通信大学電気通信学部教授 |
| 〃 | 長谷川豊明 | 日本放送協会専務理事・技師長 |
| 〃 | 羽鳥　光俊 | 東京大学大学院工学系研究科教授 |
| 〃 | 原島　　博 | 東京大学大学院工学系研究科教授 |
| 〃 | 安田　靖彦 | 早稲田大学理工学部教授 |

平成１１年３月２３日

郵政大臣　野 田　　聖 子　殿

電気通信技術審議会
会長　西澤　潤一

# 答　申　書

本審議会は、諮問第５７号「無線ＬＡＮシステムの技術的条件」（平成３年７月２２日付け郵通技第５号に基づく諮問）の審議を行った結果、別紙のとおり答申します。

# 別　　紙

諮問第５７号

「無線ＬＡＮシステムの技術的条件」
のうち
「準マイクロ波帯を使用する無線ＬＡＮシステムの高度化のための技術的条件」

## 諮問第５７号「無線ＬＡＮシステムの技術的条件」に対する答申

「無線ＬＡＮシステムの技術的条件」のうち、準マイクロ波帯の周波数を使用する無線ＬＡＮシステムの高度化のための技術的条件は、次の通りとすることが適当である。

1 高度小電力データ通信システムの無線局についての適用範囲

技術的条件の適用範囲は、送受信装置及び制御装置とする。

2 一般的条件

(1) 通信方式

単向、単信、半複信又は複信方式であること。

(2) 伝送方式及び変調方式

ア　スペクトラム拡散方式

直接拡散（ＤＳ）方式、周波数ホッピング（ＦＨ）方式又はＤＳ方式とＦＨ方式との複合（ＤＳ／ＦＨ）方式であること。

イ　ア以外の方式

振幅変調（ＡＳＫ）方式、位相変調（ＰＳＫ）方式、周波数偏移キーイング（ＦＳＫ）方式又はこれらの複合方式であること。

(3) 無線周波数帯

産業科学医療用（ＩＳＭ）の使用に指定されている 2,400MHz から 2,500MHz までの周波数帯（ＩＳＭバンド）から選択すること。（特に諸外国の状況等を考慮し、2,400MHz から 2,483.5MHz までとすることが望ましい。）

(4) 空中線電力

ア　スペクトラム拡散方式

ＩＳＭバンドを利用することから、密度電力で規定すること適当であり、１ＭＨｚ当たり、１０ｍW以下(2,427MHz 以上 2,470.75MHz 以下の周波数の電波を使用するものであって、ＦＨ方式又はＦＨ／ＤＳ複合方式によるものは 3 mW/MHz 以下)であること。

なお、実行輻射電力が絶対利得２．１４デシベルの送信空中線に１ＭＨｚ当たりの平均電力が１０ｍW(2,427MHz 以上 2,470.75MHz 以下の周波数の電波を使用するものであって、ＦＨ方式又はＦＨ／ＤＳ複合方式によるものは 3mW/MHz 以下)の空中線電力を加えたときの値以下となる場合は、その低下分を送信空中線の利得で補うことが可能であること。

イ　ア以外の方式

１０ｍＷ以下であること。

(5) 違法使用への対策

送信装置の主要な部分(空中線系を除く高周波部及び変調部)は、容易に開けること出来ない構造であること。

3　無線設備の技術的条件

3.1 送信装置

(1) 周波数の許容偏差

±５０×１０$^{-6}$以内であること。

(2) スプリアス発射の強度の許容値

ア　2,387MHz 未満及び 2,496.5MHz を超える周波数帯：2.5μW

イ　2,387MHz 以上 2,400MHz 未満及び 2,483.5MHz を超え 2,496.5MHz 以下：25μW

(3) 空中線電力の許容値

上限２０％、下限８０％以内であること。

(4) 占有周波数帯幅の許容値

ア　ＦＨ方式及びＦＨ／ＤＳ複合方式

83.5MHz 以下

イ　ア以外の方式

26MHz 以下

(5) ＳＳ方式の拡散帯域幅（全電力の９０％が含まれる周波数帯幅）

拡散帯域幅の下限については、５００ｋＨｚ以上であること。

(6) ＳＳ方式の拡散率(拡散帯域幅のシンボルレートに等しい周波数に対する比)

５以上であること。

(7) ＦＨ方式又はＦＨ／ＤＳ複合方式の場合の特定周波数での滞留時間は、0.4秒以下であること。

3.2 受信装置

(1) 副次的に発する電波等の限度

１ＧＨｚ未満の周波数において４ｎＷ以下、１ＧＨｚ以上の周波数において２０ｎＷ以下であること。

3.3 電気通信回線設備との接続

電気通信回線設備に接続するものは、次の条件に適合すること。

(1) 個別識別符号（ＩＤコード）

識別信号を利用し、１９ビット以上で構成すること。

(2) インタフェース条件

混信による誤接続等を防止するため、キャリアセンス又は相関信号センスにより対策を講ずるものであること。

3.4 混信防止機能

(1) 電波法施行規則第６条の２第３号に規定する混信防止機能を有すること。

(2) 2,427MHz 以上 2,470.75MHz 以下の周波数の電波を使用するものは、利用者による周波数の切り替え又は電波の発射の停止が容易に出来る機能を有すること。

4 測定法

以下の項目を除き、平成４年度電気通信技術審議会答申第５７号「無線ＬＡＮシステムの技術的条件」に準ずること。

4.1 送信装置

(1) 周波数

スペクトラム拡散方式の場合は拡散変調を停止した無変調波、また、その他の方式については無変調波（搬送波）を送信した状態で、周波数計を用いて平均値（バースト波にあってはバースト内の平均値）を測定すること。

なお、空中線測定端子がない場合は、周波数計をＲＦ結合器又は空中線で結合し測定すること。

(2) 空中線電力

ア　スペクトラム拡散方式

標準符号化信号を入力信号として加え、1MHz の帯域幅における平均電力をスペクトルアナライザのＩＦ出力部又はビデオ出力部に波形記録計を接続したものを用いて測定すること。

平均電力の求める際の平均時間は、ＤＳ方式又はマルチキャリア方式にあっては0.4秒、ＦＨ方式又はＦＨ／ＤＳ複合方式にあっては、[拡散帯域幅(MHz)] ×0.4÷ [ＦＨを停止した場合の拡散帯域幅(MHz)] (秒)とすること。各拡散帯域幅が 1MHz 以下の場合は、1MHz として求めること。

なお、空中線端子がない場合は、スプリアス発射の強度の測定法の空中線測定端子がない場合に準ずること。

イ　ア以外の方式

昭和 60 年度電気通信技術審議会答申第 26 号「小電力無線設備の技術的条件(一部答申)」に準ずること。

(3) 拡散帯域幅

拡散帯域幅の測定は、ＳＳ方式を行う場合に限定する。

(4) 拡散率

拡散率の測定は、ＳＳ方式を行う場合に限定する。

(5) ＦＨ方式の滞留時間

標準符号化信号を入力信号として加え、ＦＨ作動状態で送信したスペクトラムをスペクトルアナライザを用いて測定すること。

スペクトルアナライザの測定中心周波数は、任意のホッピング周波数の中心に設定し、掃引周波数幅はゼロスパン(0Hz)とする。

観測されたスペクトラムから、一のホッピングあたりの送信開始及び終了時間をスペクトルアナライザから計測し、その差分を滞留時間とする。

# 電気通信技術審議会

# 無線ＬＡＮシステム委員会

# 報　　告

# 目　　次

Ⅰ　審議事項 …… １３

Ⅱ　委員会及び分科会の構成 …… １３

Ⅲ　審議経過 …… １３

Ⅳ　審議概要 …… １４
　１　2.4ＧＨｚ 帯使用機器の現状 …… １４
　２　小電力無線局の高度化に対する要求条件 …… ３８
　３　システム間の共用条件 …… ４３
　４　無線諸元の検討 …… ５０

Ⅴ　審議結果 …… ６３

別表１　無線ＬＡＮシステム委員会の構成 …… ６５

別表２　無線ＬＡＮシステム・小電力無線設備合同分科会の構成 …… ６６

# 電気通信技術審議会無線ＬＡＮシステム委員会報告

## Ⅰ　審議事項

無線ＬＡＮシステム委員会は、今回、電気通信技術審議会諮問第５７号「無線ＬＡＮシステムの技術的条件」（平成３年７月２２日諮問）のうち、「準マイクロ波帯を使用する無線ＬＡＮシステムの高度化のための技術的条件」について審議した。

## Ⅱ　委員会及び分科会の構成

委員会及び委員会の下に審議の効率化を図るために設置された分科会の構成は別表１及び別表２のとおりである。

## Ⅲ　審議経過

(1)　第４回会合（平成１０年６月１６日）

「無線ＬＡＮシステムの技術的条件」（平成３年７月２２日諮問）のうち、「準マイクロ波帯を使用する無線ＬＡＮシステムの高度化のための技術的条件」について審議を開始することとなり、審議の効率化を図るため、分科会の設置を決定した。

(2)　第５回会合（平成１０年１２月２２日）

分科会の審議報告に基づき審議を行った。分科会より提出された中間報告書について審議を行った。

(3)　第６回会合（平成１１年３月１８日）

答申案及び委員会報告書をとりまとめた。また、無線ＬＡＮシステムの技術的条件について、関係者から意見の聴取の機会を設けたが、所定の期日までに意見陳述を希望する旨の申し出がなかった。

## Ⅳ　審議概要

### 1　2.4GHz 帯使用機器の現状

2.4GHz 帯は、産業科学医療（ISM: Industrial、 Scientific and Medical）バンドとして ISM 応用機器の使用が認められており、この周波数で運用する無線通信業務は、ＩＳＭ応用機器の使用によって生じ得る有害な混信を容認しなければならない。国内では、図 1.1 のように割り当てられている。

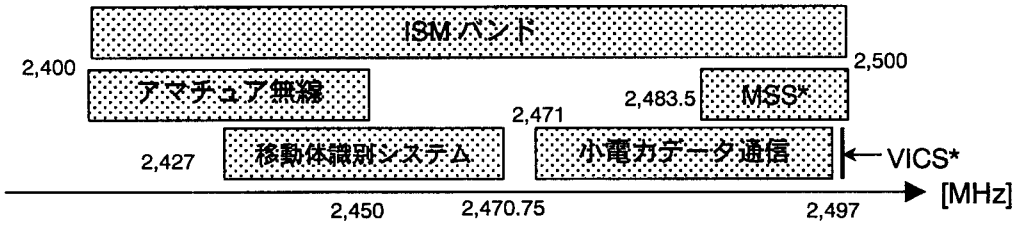



図 1.1　ISM バンド使用機器

*MSS(Mobile Satellite Service)：移動衛星業務

*VICS(道路交通情報通信システム)：2,499.7MHz

また、ISM バンドでは、電子レンジ以外にも、医療用ハイパーサーミア、木材乾燥機などのマグネトロン使用機器が使用されている。本章では、まずこれら ISM バンドを使用している各種機器のシステムイメージ、技術諸元、アプリケーション例および市場規模を説明し、諸外国の状況及び今後の傾向などを示す。

### 1.1　小電力データ通信システム

#### 1.1.1　システムイメージと応用例

2.4GHz 帯小電力データ通信システム(通称:2.4GHz 帯中速無線ＬＡＮ(Local Area Network))は、高速伝送能力を活かした無線通信による比較的大容量のデータ伝送が可能である。同システムは、ネットワークを構築することでシステムの高度化に用いたり、屋外などの回線工事が不可能な場所における高速データ伝送用組み込み通信装置として用いられ、近年、OA(Office Automation)、FA(Factory Automation)、SA(Service Automation)の各分野においてニーズが高まっている。主なシステム構成は図 1.2 のとおりである。

図 1.2 システム構成図

| | システム構成 | 基本ｻｰﾋﾞｽｴﾘｱ | 利用形態 | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| 標準LAN | 形態 1 対等分散通信 | 半径 20m 程度 | ・固定型<br>・半固定型<br>・移動型<br>（除く高速移動） | ・単信方式<br>・CSMA**方式 |
| 標準LAN | 形態 2 ポイント・スター通信 | 同上 | 同上 | ・単信方式<br>（2 波単信方式）<br>・ｱｸｾｽ制御は、集中局主導可能 |
| 標準LAN | 形態 3 ポイント・メッシュ通信 | 同上 | 同上 | ・単信方式<br>・ｱｸｾｽ制御は、集中局主導 |
| 標準LAN | 形態 4 リピート中継<br>BSA | BSA*内は形態 1、2、3 と同じ | ・固定型<br>・半固定型<br>・移動型<br>（除く高速移動） | ・BSA 内は、形態 1、2、3 のいずれか |
| 標準LAN | 形態 5 ポイント・スター通信<br>BSA | 同上 | 同上 | 同上 |
| 標準LAN以外 | 形態 6 対向型通信<br>1:1、 1:N 等 | 同上 | ﾓﾃﾞﾑやﾌﾟﾘﾝﾀの無線接続、その他の標準 LAN 以外のﾃﾞｰﾀ伝送など | ・単信方式、半複信方式、複信方式等 |

*BSA (Basic Service Area)、**CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

ただし、固定型　：通常固定し、ロケーション変更の場合のみ移動する形態
　　半固定型：通常移動を伴うが、通信時は移動しない形態
　　移動型　：通信時も移動可能な形態
とする。

### 1.1.2　制度、技術諸元

2.4GHz ISM 帯での使用を前提としているため、ある程度の干渉を許容したシステムとしてスペクトラム拡散（SS: Spread Spectrum）方式を用いている。1992 年、電波法施行規則第 6 条第 4 項第 4 号に「小電力ﾃﾞｰﾀ通信ｼｽﾃﾑの無線局の無線設備」として規定され、免許不要なシステムとして運用されている。

システムの技術基準は次のとおりである。

表 1.1 小電力データ通信システムの技術基準

| | | 技術基準 |
|---|---|---|
| 送信周波数 | | 2,471MHz 以上、2,497MHz 以下 |
| 伝送形式 | 伝送形式 | データ |
| | 変調方式 | DS、FH および複合方式 |
| 変調信号 | | 拡散符号（拡散率 10 以上） |
| 送信出力 | | 10mW／MHz |
| 免許条件 | | 必要なし |
| 空中線 | | 絶対利得 2.14dB 以下であること。<br>ただし、実効輻射電力が、絶対利得 2.14dB の送信空中線に 1MHz 帯域幅における平均電力が 10mW の空中線電力を加えた時の値以下となる場合は、その低下分を送信空中線の利得で補えるものとする。 |
| 空中線電力の許容偏差 | | ＋20％、－80％以内 |
| 占有周波数帯幅 | | 26MHz 以下(拡散帯域幅:500kHz 以上) |
| スプリアス発射強度 | | ア. 2,458MHz≦f＜2,471MHz 及び<br>2,497MHz＜f≦2,510MHz　25μW 以下<br>イ. 2,458MHz＞f 及び<br>2,510MHz＜f　2.5μW 以下 |
| 副次的に発射する電波の限度 | | 1GHz 未満　4,000μμW以下<br>1GHz 以上　20,000μμW以下 |
| その他 | | 主として同一の構内において使用される無線局の無線設備であって、識別符号を自動的に送信し、又は受信する混信防止機能が必要。 |

DS（Direct Sequence）：直接拡散方式
FH（Frequency Hopping）：周波数ホッピング方式
拡散率：拡散帯域幅を変調信号の送信速度に等しい周波数で除した値

### 1.1.3 システムの特徴

小電力データ通信システムは、微弱を除く 2.5GHz 以下で容認されている唯一の広帯域の小電力無線であり、他のシステムに対する利点は以下のとおりである。

(1) データ伝送速度が高速なため、比較的大容量のデータ伝送に適している。

(2) 高速伝送が可能なため、誤り訂正を行ってもスループットを確保できる。

(3) 端末の移設・増設の際に設置工事が不要であり、経済的な回線構築が容易に実現できる。

### 1.1.4 市場分野及び用途の動向

パソコンの低価格化は、OA 以外でのパソコンの使用を増加させ、SA、FA システムが IC 技術の急速な普及とともに高度化し、扱うデータ量も増大している。このような状況で、前述の技術進歩に伴ない、比較的低コストで大容量データを集計管理するシステムが実現できるようになっていることから、これらのシステムからの要求として、大容量データ伝送用無線機器に対するニーズが高まってきている。

(1) 主要市場分野

小電力データ通信システムの主要市場は、OA、SA、FA 分野である。外食産業での顧客注文、注文伝票などの通知／発行システムや、商業での店舗管理用 POS（Point Of Sales）システムへの導入、市街地などで有線による回線工事が困難な場所の無線回線利用などとして利用されている。また今後、携帯情報端末用 Bluetooth や情報家電用 HomeRF (Home Radio Frequency)/SWAP など、主にパーソナルユースを目的とした通信方式の規格化に向けた動きに伴ない、一般家庭における情報機器間の通信機としての役割も期待されている。参考資料 1 に HomeRF と Bluetooth の概要を示す。

(2) 利用用途、形態、動向

ア 高速レスポンスを必要とするシステムでのデータ通信
バーコード、ハンディターミナル、シーケンサなど

イ 人体に厳しい環境下でのデータ通信
冷凍室、恒温室、クリーンルーム、原子炉、火山観測など

ウ 守秘性が要求されるデータ通信
金銭、経理、人事データなど

エ 電気ノイズの厳しい環境下でのデータ通信

オ ビル間などのデータ通信

カ モバイル PC(Personal Computer)間のデータ通信

キ デジタル放送 TV データと PDA(Personal Digital Assistance)
又はモバイルコンピュータとの通信

ク 画像などの高速高容量データ通信
自動搬送車や自動機器などの動作状況の確認など

### 1.1.5 市場規模動向

小電力データ通信システムの需要予測として、「郵政行政統計データ 通信利用動向調査平成 10 年 3 月 31 日公表」を基に、企業内、企業外の両方の側面から条件を想定し、普及台数を見積もった。 表 1.2 に最近数年間の出荷台数を示す。

表 1.2 2.4GHz 帯・無線 LAN 需要（単位：万台）

| 年度 | 1995 | 1996 | 1997 |
|---|---|---|---|
| 出荷台数 | 2.4 | 4 | 5.9 |
| 累積台数 | 2.4 | 6.4 | 12.3 |

「日本電子機械工業会（EIAJ）小電界機器・システム委員会」より

(1) 企業内 LAN への普及予測条件

・LAN に接続される機器は、パーソナルコンピュータとプリンタが大半とする。
・両機器の将来の出荷台数を現状と同等とし、両機器で 1000 万台／年とする。
・企業内の両機器の需要を 7 割とする。
・企業内の保有台数を 3 年間の出荷台数と等しいとする。
・企業内の LAN 構築率を表 1.3 とする。
・2.4GHz 帯の無線 LAN の利用率を表 1.4 とする。
・普及台数=LAN 接続機器保有台数×LAN 構築率×2.4GHz 無線 LAN 利用率

表 1.3　企業における LAN 構築率

| 年度 | 1995 年 | 1996 年 | 1997 年 | 2000 年 | 2005 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 平均構築率 | 53.2 % | 66.6 % | 75.2 % | 83 %* | 90 %* |

＊印は予測値

表 1.4　無線 LAN の利用率

| 年度 | 1995 年 | 1996 年 | 1997 年 | 2000 年 | 2005 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 無線 LAN | − | 3.3 % | 4.7 % | 10 %* | 25%* |
| 2.4G | − | 3.3% | 4.7% | 4〜6 %* | 12〜18 %* |

＊印は予測値

(2)　企業内 LAN 以外への普及予測条件

・LAN に接続される機器は、パーソナルコンピュータとプリンタが大半とする。
・両機器の将来の出荷台数を現状と同等とし、両機器で 300 万台／年とする。
・POS 端末やハンディターミナルの出荷台数も考慮する。
・モバイルコンピューティング環境への適用も考慮する。
・企業外 LAN の普及台数を、企業内の予測の 2 割とする。

以上の想定により、2.4GHz 帯の無線 LAN の市場予測は、表 1.5 と予測できる。但し、普及台数は、その時点で実際に稼動している台数とする。

表 1.5　無線 LAN の市場規模予測　　（単位：万台）

| 年 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|
| 普及台数 | 70~120 | 230~400 |

## 1.2. 移動体識別システム

### 1.2.1 システムイメージとその応用

質問機から応答機に向けて電波を発射し、それを受けた応答機でデータを確認後、移動体データを質問機に送信することで、同データより移動体を識別する装置である。実際の応用例は、工場でのライン上を流れてくる生産物の識別による生産指示、研究所などにおけるドアの出入／開閉、通過できる／できないの判断、列車通過確認やポイント切替指示など多方面に応用されている。

主なシステム構成図は次のとおり。

(1)　システム構成モデルA

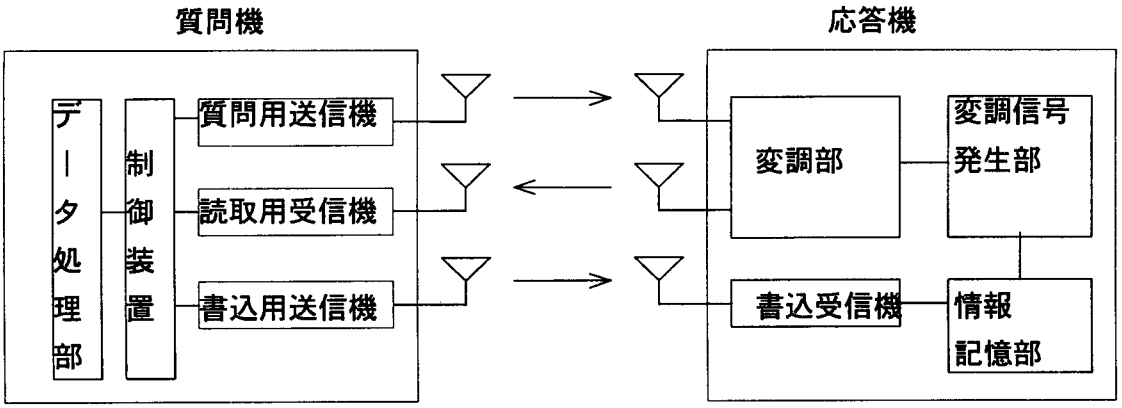



図 1.3　移動体識別システム構成モデルA

(2)　システム構成モデルB

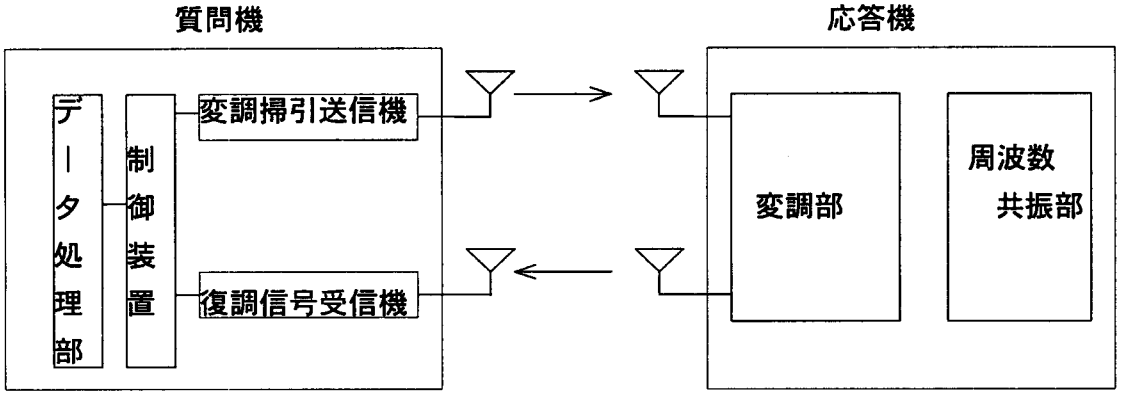



図 1.4 移動体識別システム構成モデルB

(3)　概念図

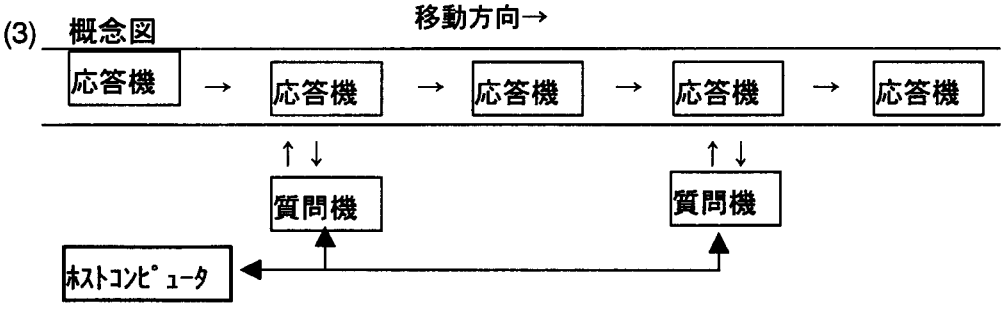



図 1.5 移動体識別システム概念図

### 1.2.2　制度、技術諸元

移動体識別システムは、特定小電力無線局のシステムが制度化される以前は、免許を要する無線局として電波法施行規則第 4 条第 1 項第 26 号の構内無線局として認可されていた。構内無線局移動体識別システムは、無線局免許は必要とさ

れているものの、無線従事者免許は不要な無線局として認められている。その後、1992年5月に電波法施行規則第6条第4項第2号の特定小電力無線局の中で移動体識別システムが認可され、現在に至っている。

システムの技術基準は表1.6のとおり。

表 1.6 移動体識別システムの技術基準

| | | 移動体識別 | |
|---|---|---|---|
| | | 特定小電力無線設備 | 構内無線設備 |
| 送信周波数 | | 2,440MHz帯<br>2,450MHz帯<br>2,455MHz帯 | |
| 伝送方式 | 伝送形式 | データ | |
| | 電波の型式 | NON、<br>A1D/AXN/F1D/F2D/G1D | NON、<br>A1D/AXN/F1D/F2D/G1D |
| 送信出力 | | 10mW | 300mW |
| 免許条件 | | 必要なし | 必要あり |
| 使用有効範囲 | | 3m未満 | 3m以上 |
| 空中線利得 | | 絶対利得20dB以下 | |
| 空中線電力の許容偏差 | | +50%、−50% | |
| 変調信号 | | 無変調、データまたは掃引信号 | |
| 変調方式 | | 電波型式に適合するもの | |
| 占有周波数帯幅 | | 5.5MHz以下 | |
| スプリアス発射の強度 | | 100μW以下(平均電力) | |
| 副次的に発射する電波の限度 | | 4,000μμW | |
| その他 | | 特定小電力無線局の混信防止機能として、次のいずれかの機能を有すること<br>① 主として同一の構内において使用される無線局の無線設備であって、識別符号を自動的に送信し、又は受信する機能<br>② 利用者による周波数の切り替え、又は電波の発射の停止が容易に行うことができる機能 | |

注： 質問機と応答機の技術基準は、基本的に同等。

### 1.2.3 システムの特徴

特定小電力の移動体識別システムは、構内無線局システムと比較して送信出力が小さいため認識距離が3m未満と短いが、運用上、特段支障はない。

現在のシステムは、産業用システムが主であり、生産現場において混在した種類の製品の区別を非接触カードにより指示し、生産品目別の部品供給、仕向地毎の内容変更など、コンピュータと組合せて指示を行うことで混在生産の自動化の重要なツールとなりつつある。また、個人に所有させることでゲートの通過管理、通過量や通過時間管理ができるなど利用は無限に考えられる。

現在、国内で稼動している主な移動体識別装置の仕様を参考資料2に示す。

### 1.2.4 市場分野及び用途の動向

小電力の移動体識別装置は、工場や倉庫のベルトコンベア、駐車場入出管理などにおいて、コンピュータと組合せることにより、非接触で通過する物体を認識し、流れの制御、作業指示などを行うものである。

従来、このような制御は、接触によるものがほとんどであったが、接触部分の管理が大変であった。しかしながら、無線による非接触のデータ交換の実現によって、作業指示やデータコードの読み取り及びロボットによる自動化生産でコンピュータからロボットなどの制御指示が簡単に行えるようになり、オートメーションシステム作りに必要なものとなってきている。

さらに、小型軽量化された小電力システムの取り扱いが比較的容易になったこと、またニーズが多岐にわたっていることなどから、現在は産業用が主流となっているものの、今後は多方面に応用拡大し使用され、市場が拡大される方向にあると考えられる。

(1) 主要市場分野

主な市場は、運輸、自動車、機械、ビル管理、建設業等における使用である。

(2) 利用用途、形態、動向

ア 運輸　貨物の仕分作業において、仕分別に応答機を設置し自動仕分および運送料金の自動計算や、請求書の自動発行など。

利用はN(質問機)：M(移動応答機「貨物」)

イ 自動車　生産現場において、多品種少量生産が可能なように部品流入の仕分を行い最適な生産を行うためのシステムとして使用など。

利用はN(質問機)：M(移動応答機「部品」)

ウ 機械　製鉄、機械加工の業種において、人間が行なうと危険が伴う重量物での移動運搬、機械化作業による運搬先の指定や運搬方法の指定、自動化機器の管理など。

利用はN(質問機)：M(移動応答機「部材」)

エ ビル管理　ビルの管理において、人間の流入のチェックや入退出時間の確認。警備の見回りにおいて、通過ポイントの時間確認やチェックなど。　利用はN(質問機)：M(移動応答機「人間、ガードマン」)

オ 建設業　資材搬入確認や工事業者の入退出管理など。

利用はN(質問機)：M(移動応答機「建設資材、工事業者」)

カ 鉄道輸送　貨物列車の行先指示やポイント切替え、列車組替えなど。

利用はN(質問機)：M(移動応答機「列車」)

以上のように、移動体識別システムは様々な分野において利用されているが、その活用方法はソフト次第で無限に広がるものであり、今後市場の拡大が期待される分野であると考えられる。 例えば、列車の入替え、ポイント切替え、列車ダイヤの組替えなどにも利用が可能で、省力化・無人化が進むと思われる。

### 1.2.5 市場規模動向

移動体識別装置には、電磁結合式、電磁誘導式、光通信式、マイクロ波式等があるが、マイクロ波を使用することにより、通信速度が高速化され複数のタグの同時読取り、アンテナの小型化とプリント化による薄型化、回路の1チップIC化による小型軽量化が可能と予想される。

このIC化、小型化は今後の利用分野の拡大と低価格化の可能性を飛躍的に高める可能性がある。また、SS 方式を用いた移動体識別装置も開発され、ノイズに強くより悪環境下での利用も可能となりはじめている。

この小型、軽量、低価格、高耐環境性により、現在のFA市場中心から、2000年には、物流・流通市場へ本格的に展開され、宅配便だけでも10億枚以上の無線タグの需要があり、現在より1桁上の市場規模になると思われる。これが一層の低価格化を実現する要因となり、今後さらなる利用分野の拡大を促進するという好循環をもたらすことが期待される。

以上から、2005年までの移動体識別装置の将来需要予測台数を図1.6に示す。

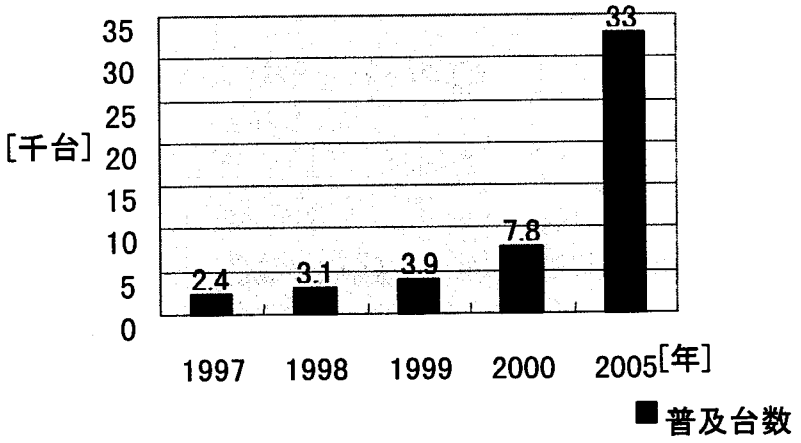



図1.6 移動体識別装置の将来需要予測台数

## 1.3. アマチュア無線

### 1.3.1 システムイメージと応用例

アマチュア無線の特徴は、電波法の範囲で運用の自由度が大きく、固定、車載、携帯すべての運用形態で使用されていることである。FM の音声通信、電信のほか、中継局を介した通信、広いバンドを生かした動画像伝送、衛星通信、月面反射による通信の他、デジタル通信やSS方式の実験などが行われている。

アマチュア無線の主なシステム構成モデルを図1.7に示す。

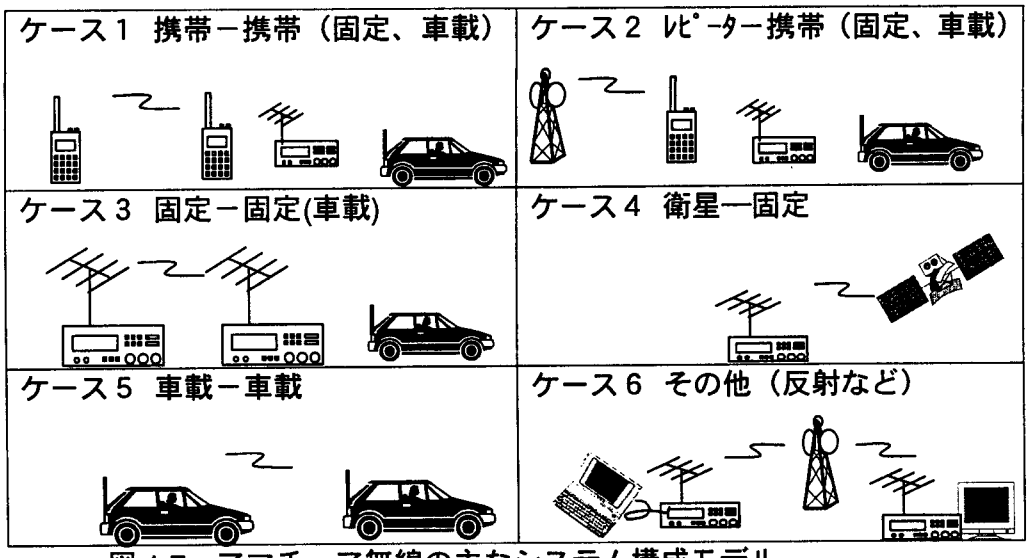


図 1.7　アマチュア無線の主なシステム構成モデル

### 1.3.2　制度、技術諸元（2.4GHz 帯）

(1)　周波数別の電波型式、使用形態等の条件

表 1.7　アマチュア無線の周波数別の変調方式、使用形態等の条件

| 周波数[MHz] | 使用形態等 | 変調方式及び占有周波数帯幅 |
|---|---|---|
| 2,400 ～2,405 | 衛星通信（上り、下り） | 制限なし |
| 2,405 ～2,407 | レピータへの上り通信 | ＦＭ系（約 20kHz） |
| 2,407 ～2,422 | ＴＶ信号 | ＡＭ系（6～9MHz）<br>ＦＭ系（15MHz 以下）混在 |
| 2,422 ～2,424 | データ通信及び RTTY | A2、F1、F2 |
| 2,424 ～2,424.5 | データ通信、月面反射通信 | RTTY を除くすべて |
| 2,424.5～2,425.0 | 標識信号の送信のみ | A1、F2 |
| 2,425 ～2,427 | レピータからの下り通信 | ＦＭ系（約 20kHz） |
| 2,427 ～2,431 | データ通信を除く | ＦＭ系（6kHz 以上） |
| 2,431 ～2,442 | ＴＶ信号 | ＡＭ系（6～9MHz）<br>ＦＭ系（11MHz 以下）混在 |
| 2,442 ～2,450 | 制限なし | 制限なし |

(2)　空中線電力等

空中線電力は、空中線に供給される電力としてのみ規定されており、最大値は 2Wである。空中線の型式は、多素子（10～15 × 2 程度）の八木アンテナが多いが、レピータ局においては無指向性とするため、通常多段のコリニア・アンテナを使っている

(3) 局数

レピータ局の数を表 1.8 に示す。

表 1.8 アマチュア無線の全国レピータ数

| | | | |
|---|---|---|---|
| 関東 | 25 | 東北 | 1 |
| 東海 | 27 | 北海道 | 12 |
| 近畿 | 42 | 北陸 | 4 |
| 中国 | 7 | 信越 | 9 |
| 四国 | 8 | | |
| 九州 | 9 | 合計 | 144 |

(4) 運用の傾向

運用の傾向は、大きく 3 分類され、

ア FM 系電話で、主にレピータを介して日常的な通信を行う

イ FM 系電話、TV で移動運用し、長距離通信の記録達成／更新を図る

ウ SS を含む新しい通信方式、高速のデータ通信に関し技術的研究を行う

が挙げられる。現在のところ、1,200MHz 帯以下の周波数帯のように、移動体(車等で移動しながらの)通信を行う例はあまりない。また、イ については、移動しての運用が主だが、見晴らしのよい山頂等へ移動し半ば固定的に設営しての運用になる。

### 1.3.3 システムの特徴

アマチュア無線局は、アマチュア業務としての運用に制限されており、他の業務のために使用したり第三者のための通信はできない。また、このバンドはアマチュア無線に二次業務として割り当てられており、「周波数が既に割り当てられ、または後日割り当てられる一次業務の局に有害な混信を生じさせてはならない。」、あるいは「周波数が既に割り当てられ、または後日割り当てられる一次業務の局からの有害な混信に対して保護を要求することができない。」とされ、更に、電波法施行規則 第 13 条の 2 及び関連告示により、「この周波数帯の使用は、国際周波数分配表に従って運用しているアマチュア業務以外の業務の無線局に妨害を与えない場合に限る。」、「2,400MHz から 2,450MHz までの周波数帯の使用に際しては、産業科学医療用装置の運用によって生じる有害な混信を容認しなければならない。」と規定されている。

### 1.3.4 市場分野及び用途の動向

販売されているアマチュア無線局としては、固定機型(オプションユニットを実装して運用)1 機種（1W）、車載機型 1 機種（1W）、周波数変換型送受信機 数

機種（2W）であり、製品が少ないこともあり、機器を自作して運用している局もあるものと思われる。用途としては、音声通信、テレビジョン通信、衛星通信、パケットデータ通信のほか、この周波数帯独特の月面反射（EME）通信などがあり、最近では、一部で SS 通信の実験を行ったり、デジタル化に向けた実験も計画されている。

### 1.3.5 市場規模動向

現在、このバンドで実際に運用しているアマチュア無線局数の正確な把握はできないが、これまでに販売されたメーカー製無線機器（3 メーカーの数機種に留まる）の販売台数の累計は、1 万台以下と推定される。また、中継局は全国に 144 局（ 表 1.9 参照 ）設置、運用されているが、他のアマチュア帯と比較して稼働率は低い。

しかし、日本アマチュア無線連盟（JARL）では、中継局の設置を推進するなど、このバンドの活性化に向けて活動を行っている。 また、1,200MHz 帯以下の周波数帯は現在利用度が極めて高い。特に 144～1,200MHz 帯では、デジタル変調技術等の導入など、狭帯域化をはかって収容力の増加に努めなければならない状態であり、混雑を避けようとするアマチュア局の 2.4GHz 帯への移行も活発化してきている。

その他、例えば先進的な技術的研究、特に高速大容量の通信の実験をする場合など、十分な周波数帯幅を得るために、特に 2,442～2,450MHz が用いられている。この周波数帯で、アマチュアが容易に入手可能な素子や機材が近年豊富になってきたことも、その要因として挙げられる。

さらに、空中線のサイズが小さいこと、あるいは同サイズのアンテナで高い利得が得られること及び雑音などの面から衛星通信に有利であるため、現在打上げ計画が進められている。 衛星については、この周波数帯のトランスポンダが搭載されることになっている。

以上のように、この周波数帯は、まだ 1,200MHz 帯以下の周波数帯ほどの運用者はいないが、既に一般のアマチュアにも手の届く範囲になっており、また、衛星の実現により国際的にも活況を呈してくるものと予想される。

### 1.3.6 諸外国の状況

諸外国のアマチュア無線の用途は、基本的に日本と同じであるが、メーカー製造機器はほとんど無く、活発に運用されている周波数帯ではない。海外においては、2,300～2,450ＭＨｚがアマチュア無線に割り当てられているが、やはり二次業務であり運用が制限されている。更に、国際電気通信連合 (ITU: International Telecommunication Union)の無線通信規則において、「2,400～2,450MHz の周波数帯においては、アマチュア衛星業務は、他の業務に有害な混信を生じさせないことを条件として、運用することができる。この使用を許可する主管庁は、アマ

チュア衛星業務の局の発射によって生じるいかなる有害な混信も直ちに除去することを確保する。」と規定されている。

## 1.4 ISM 機器

### 1.4.1 システムイメージと応用例

ISM 機器は、電子レンジ、医療用ハイパーサーミアおよび加熱器など、通信を目的としない高周波利用設備である。

### 1.4.2 制度、技術諸元

ISM バンドにおける制度としては、郵政省告示（昭和 46 年第 257 号）におい定められており、無線設備規則第 65 条の規定により通信設備以外の高周波利用設備から発射される基本波又はスプリアス発射による電界強度の最大許容値の特例が 2.4GHz 帯で定められている。ISM 機器の技術的条件を表 1.9 に示す。

表 1.9　ISM 機器の電界強度

| | |
|---|---|
| 周波数帯 | 2,450MHz±50MHz |
| 基本波による電界強度 | 特に規定なし |
| スプリアス発射による電界強度 | 特に規定なし |

また、電子レンジに関しては、電波法施行規則第 46 条の 7 において、表 1.10 のとおり規定されている。

表 1.10　電子レンジの技術的条件

| | |
|---|---|
| 周波数帯 | 2,450MHz±50MHz |
| 高周波定格値 | 2ｋW 以下 かつ動作状態における高周波出力の最大値が定格値の 115％を超えないもの |
| スプリアス発射 | 周波数帯内では、規定なし |
| 漏洩電波の電力束密度 | 耐久試験後、5mW／$cm^2$ 以下 |
| 筐体 | 高圧電気により充電される機器及び電線が、絶縁遮蔽体または、接地できる構造の金属遮蔽体内に収容され、外部より容易に触れられないもの |

### 1.4.3 市場規模動向及び用途の動向

電子レンジ、医療用ハイパーサーミアおよび加熱器などは、家庭内や病院など、主に屋内の限られた場所での使用を目的としている。市場規模も電子レンジなどは、既に一般家庭に普及済なため、市場での今後の急激な需要はないと思われる。

## 1.5 MSS(Mobile Satellite Service)

### 1.5.1 イメージと応用例

2.4GHz 帯の中・低軌道衛星を用いる移動体衛星通信システムは、1999 年後半からサービス開始予定であり、48 個の低軌道衛星により、南極、北極を除く全世界でのサービスが計画されている。通話料金は地域によって異なるが、世界平均で 1 分 1 ドル程度が見込まれている。

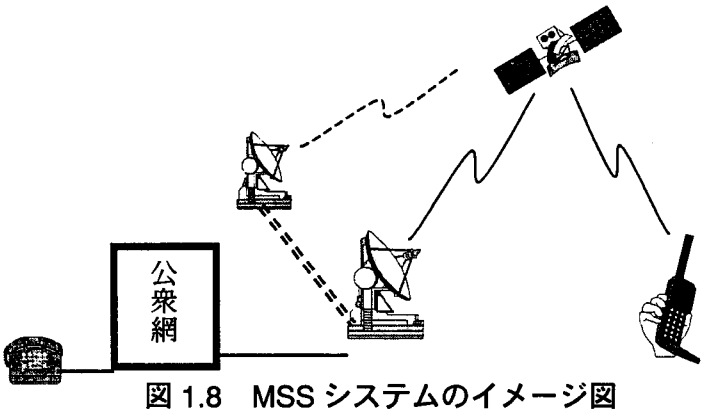



図 1.8　MSS システムのイメージ図

### 1.5.2 制度、技術諸元

表 1.11 MSS システムの一例

| | |
|---|---|
| 衛星高度 | 1,414km |
| 衛星基数 | 48 機 |
| 軌道面数 | 8(Walker "delta-pattern" constellation) |
| 軌道面当たりの衛星基数 | 6 |
| 最低可視衛星仰角 | 10 度 |
| 最大衛星－ユーザ間距離 | 3、504km |
| 衛星傾斜角 | 52 度 |
| ｻｰﾋﾞｽﾘﾝｸ下り回線運用周波数 | 2,483.5MHz～2,500MHz |
| ｻｰﾋﾞｽﾘﾝｸ下り回線運用帯域幅 | 16.5MHz |
| スポットビーム数 | 16 |
| セル再利用 | 毎セルごと |
| 多元接続方式 | CDMA |
| 伝送レート | 2,400bps |
| チップレート | 1.2288Mcps |
| キャリア当たりの帯域幅 | 1.25MHz |
| キャリア数 | 13 キャリア |
| 衛星ｻｰﾋﾞｽﾘﾝｸｱﾝﾃﾅ送信利得最大 | 13.0dB |
| ｻｰﾋﾞｽﾘﾝｸｷｬﾘｱ当たりの最大 EIRP | 16.0dBw |
| ｻｰﾋﾞｽﾘﾝｸｽﾎﾟｯﾄﾋﾞｰﾑ当たりの最大 EIRP | 16.0×13 ｷｬﾘｱ=27.14dBW |
| 衛星－地表間の自由空間ロス最小値 | -163.4dB |
| 衛星－地表間の自由空間ロス最大値 | -171.3dB |
| 大気等の影響によるロス | -1.0dB |
| ボイスアクティビティ | 0.4(-4.0dB) |

### 1.5.3 市場分野及び用途の動向

市場分野は、携帯電話である。地上波を用いた通信方式の場合、経済的制限よりグローバルな通信を提供するには不向きであるため、低軌道周回衛星等によるグローバルな通信を必要とする市場が発生している。また、目的別に利用できる衛星携帯電話と通常の携帯電話が両方使用できる端末の開発などが進められている。

### 1.5.4 市場規模動向

市場規模は、サービスが始まっていない今、統計的な予想はできないが、日本での想定ユーザ数は、数 10 万程度と想定されている。

## 1.6 VICS(Vehicle Information and Communication System)

### 1.6.1 イメージと応用例

VICS(道路交通情報通信システム）は、ドライバーに道路交通情報をリアルタイムに提供することを特徴としたシステムである。

高速道路の路側に設置した電波ビーコン（電波発信信号搭）から送信されたVICS 情報は、走行中の車の車載機で受信される。受信された道路交通情報は、VICS 対応のカーナビゲーション等に「地図表示型」、「簡易図形表示型」、「文字表示型」の３種類のスタイルで処理される。

図 1.9　VICS システムのイメージ図

### 1.6.2 制度、技術諸元

表 1.12　VICS の技術的条件

| | | 送信機 | 受信機 |
|---|---|---|---|
| 用途 | | 交通情報データ伝送 | |
| 変調方式 | | 二重変調<br>データ：GMSK*、位置検出：AM | |
| 周波数範囲 | | 2,499.7MHz | |
| 送信帯域幅 | | 85kHz | |
| 伝送速度 | | GMSK:64kbps、AM:1kHz 方形波 | |
| 送信出力 | | 10mW(10dBm)×2 | |
| アンテナ利得 | 送信 | 7dBi | |
| | 受信 | | 2dBi 程度 |
| 給電損失 | 送信 | 3dB | |
| | 受信 | | |
| 使用環境 | | 屋外 | 車内 |
| 通信距離 | | 90m | |
| ｷｬﾘｱ検出ﾚﾍﾞﾙ | | | -65Bm |

*GMSK: Guassian filtered Minimum Shift Keying

### 1.6.3 市場分野及び用途の動向

VICS は、その用途より屋外での使用を前提としている。主な市場分野は、道路・交通・車両分野である。VICS で受信可能な情報としては、①渋滞情報・渋滞時間、②所要時間情報、主要地点間の所要時間、③交通障害情報（事故、工事等）・交

通規制情報、④駐車場情報（満車・空車状態）等がある。

今後、家庭、オフィス等での「交通関連情報の提供」や目的地での「目的地情報の提供」については、サービス内容の充実を行いつつ順次拡大されていくと考えられる。

オンデマンドに対応した車載機等への情報提供サービスについては、21 世 紀初頭までの実用化を目途に研究開発を推進し、全国へ展開される予定である。

### 1.6.4 市場規模動向

VICS は、ITS（Intelligent Transportation Systems）の一環として推進されており、今後も需要は高まると予測される。

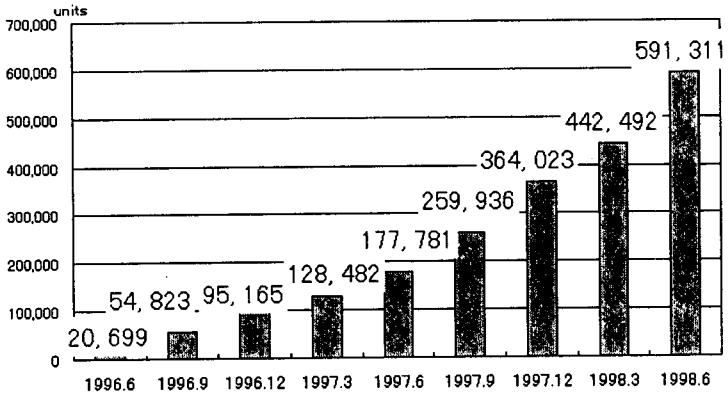



図 1.10　VICS ユニットの出荷台数累計

VICS センターより（1998.7.29 更新）

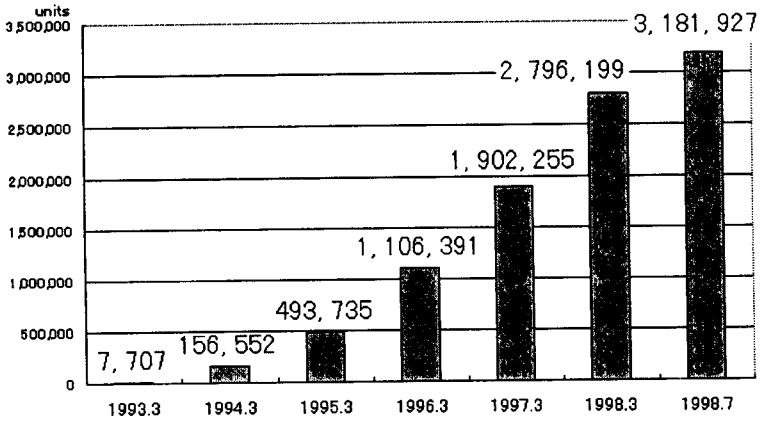



図 1.11　カーナビの出荷台数累計

VICS センターより（1998.9.1 更新）

## 1.7 諸外国の状況

無線 LAN の国際的な民間規格については、IEEE*802.11 が ISO**/IEC*** 8802-11 として規格化されている。また、移動体識別の規格では、ISO/IEC JTC1/SC31/WG 4 が 2.4GHz 帯を含む RF-ID（Radio Frequency IDentification）の標準化を進めている。RF-ID は、ISO/IEC JTC1/SC17/WG8 をはじめとした、他の委員会と密接に絡んでおり、今後の協力体制が重要視されている。

*IEEE:米国電気電子技術者協会(Institute of Electrical and Electronics Engineers)

**ISO:国際標準化機構(International Organization for Standardization)

***IEC:国際電気標準会議(International Electrotechnical Commission)

### 1.7.1 2.4GHz 帯無線 LAN の状況

(1) 周波数帯域

各国における無線 LAN システム等の使用周波数帯域を図 1.14 に示す。

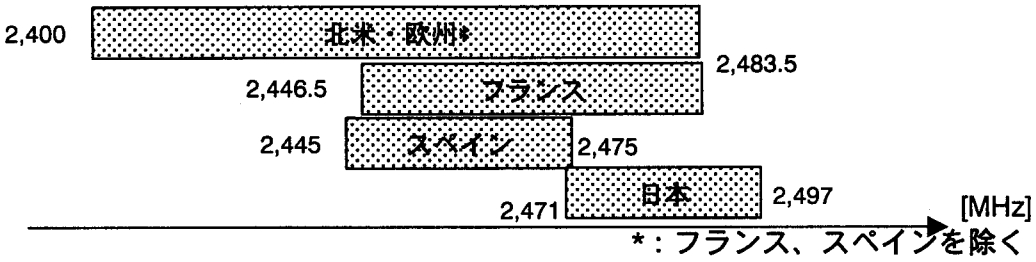



図 1.12 各国の使用周波数帯域

(2) FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum)方式の比較

FHSS(1 or 2Mbps)の場合の周波数配置は、次表のとおり。

表 1.13 ISO/IEC8802-11 の FHSS 周波数配置

| 国（地域） | チャンネル番号* | ホッピングシーケンス | 動作ﾁｬﾝﾈﾙ中心周波数 数 |
|---|---|---|---|
| 北米、欧州（除く、仏、西） | 2-80 | 26 | 79 |
| 日本 | 73-95 | 4 | 23 |
| スペイン | 47-73 | 9 | 27 |
| フランス | 48-82 | 11 | 35 |

*チャンネル番号：周波数下二桁をチャンネル番号と定義（1MHz 間隔）

(3) DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum)方式の比較

DSSS(1 or 2Mbps)の場合の使用可能なチャンネルは、次表のとおり。

表 1.14　ISO/IEC8802-11 の DSSS 周波数配置

| 国（地域） | チャンネル数 |
|---|---|
| 北米 | 11 |
| 欧州（除く、仏、西） | 13 |
| 日本 | 1 |
| スペイン | 2 |
| フランス | 4 |

(4)　送信電力の比較

送信電力は、ISO/IEC8802-11 では特に規定されていないが、各国の規定に従うことになっている。各国の送信電力規定は次表のとおり。

表 1.15　各国の送信電力値

| 国（地域） | 規定 | 備考 |
|---|---|---|
| 米国（FCC） | 総電力 1W | 総電力で規定 |
| 欧州（ETSI） | FHSS：100mW/0.1MHz<br>Other：10mW/MHz | 密度電力で規定 |
| 日本（電波法） | 10mW/MHz<br>（理論的には 260mW） | 密度電力で規定 |

(5)　10Mbps 機器への対応

IEEE802.11 では、現在 2.4GHz 帯を想定した 10Mbps 程度の高速無線 LAN の標準化作業が'99 年末完了の目標で進められている（参考資料３）。しかし、当該技術は、32Mcps の拡散クロックを使用するため、日本では適応できず、16Mcps に拡散を抑えた 5Mbps までの伝送レートとなっている。一方、日本では、独立な情報信号に対し、同一の拡散符号によりスペクトル拡散変調し、かつ、搬送波周波数を情報伝送速度で規定される量の整数倍だけ互いに離して同時送信を行う方式（CFO-SSMA: The carrier frequency offset spread spectrum multiple access）の開発が行われている。本方式を適用することにより、26MHz 帯域幅内で 2Mbps の DS 信号を 5 チャネル分多重化して伝送速度 10Mbps を実現する機器が登場している。

### 1.7.2　RF-ID の状況

現在、ＩＳＯでは、参考資料４にあるように、ＲＦ－ＩＤの運用周波数帯として 135kHz,13.56MHz,2.45GHz 及び 5.8GHz の４周波数が決定され、標準化作業が進められつつある。

現在、審議の中心は同じＩＳＭバンド１３．５６ＭＨｚの周波数を使用するＲＦ－ＩＤの標準化となっている。

基本的には、本会議が召集されての全体会議がまだ第２回を経過した時点であ

り、各ＩＳＯ／ＷＧの審議の進捗状況にも大きな変化はない。いずれにしても１９９９年中は１３．５６ＭＨｚの周波数を使用するものの審議がなされ、その後に２．４ＧＨｚ帯の審議が開始されるものと予測され、２０００年末に標準化(案)の取りまとめが行われるものと考えられる。

### 1.7.3 米国連邦通信委員会（FCC :Federal Communications Commission）の状況

米国においては、FCC part15.247 項(周波数拡散装置)、 15.245 項(電界撹乱検知装置)及び 15.249 項(その他)に 2.4GHz 帯を含む ISM バンドのデータ通信の技術的条件についての規定が記述されている。米国の RF-ID は構成によって、15.247 項、15.249 項 あるいは 15.245 項を適応した機器が存在する。表 1.16 にその規定(2.4GHz 帯のみ)の主な点を示す。

表 1.16　FCC の主な規定

| | DS 無線 LAN | FH 無線 LAN | RF-ID 等 |
|---|---|---|---|
| FCC 項目 | 15.247 | | 15.245／15.249 |
| 変調方式 | DS および FH(同変調方式の RF-ID も適用される) | | 規定なし |
| 周波数領域 | 2,400-2,483.5MHz (電界撹乱検知装置の場合は 2,435-2,465MHz) | | |
| 放射強度 | ・1W 以下であること。(尖頭値)<br>・6dBi 以上の指向性利得を有する送信アンテナを用いる場合は、6dBi を超える分だけ小さくすること。ただし2地点間の固定式専用通信機器の場合には、6dBi を超える分について3dB あたり 1dB 減少させること。<br>・一般大衆がＦＣＣで定めたガイドラインに規定した値を超える無線周波エネルギーの照射を受けることがない様に十分保護すること。 | | ・3m の距離において 50mV/m 以下であること。<br>・電界撹乱検知装置の場合は、3m の距離において 500mV/m 以下であること。 |
| 周波数あたりの放射強度 | ・いかなる3kHz 帯域においても8 dBm 以下であること。 | | |
| スプリアス | ・使用している周波数帯域以外の周波数帯域においては、帯域幅のいずれの100kHz 帯域幅においても、最大出力を含んでいる100kHz の帯域幅よりも20dB 以上低いこと。<br>・15.205a[1)]に規定した制限帯域での空中放射の値は15.209[2)]の一般妨害許容値まで減衰していること。 | | ・高調波の電界強度は、3m 離れた点で 500μV/m 以下であること。<br>・電界撹乱検知装置の高調波の場合は、1.6mV/m 以下であること。<br>・高調波を除き、範囲外の周波数においては、基本波より 50dB 減衰しているか、15.209[2)]項の一般妨害許容値まで減衰しているかいずれか小さい値を満足していること。 |
| その他の技術的条件 | ・6dB の帯域幅が少なくとも500KHz 以上であること。<br>・処理利得(逆拡散処理時に何 dB の S/N 比を改善できるかという比)は、10dB 以上であること。(受信機復調部の出力実測又は CW ジャムマージン法により計測する)<br>DS、FH の複合の場合は、17dB 以上の処理利得を持つこと | ・ホップチャンネル幅は、最低25KHz または、ホッピングチャンネルの20dB 帯域幅のいずれか広い周波数だけ離れているホッピングチャンネル搬送周波数を持っていること。ホッピングチャンネルの選択は擬似無作為抽出順序から得られた順番でホッピングすること。各チャンネルは、平均的に等しく利用しなければならない。<br>・ 75 以上のホッピング周波数を使用すること。<br>・ホッピングチャンネルの最大20dB 帯域幅を 1MHz とする。<br>・任意の周波数を占有する平均時間は30 秒間につき 0.4 秒を超えないこと。 | |

注1)　64 個所の制限周波数領域が定められている。たとえば、2.4GHz 帯に近いところでは、2,200-2,300MHz、2,310-2,390MHz、2,483.5-2,500MHz、2,655-2,900MHz などがある。詳細は FCC 本文参照。

注2)　一般妨害許容値は、FCC 15.206 において各周波数帯により表 1.17 のように定められている。

表 1.17 一般妨害許容値

| 周波数(MHz) | 許容電界強度 (μV/m) | 測定距離 (m) |
|---|---|---|
| 0.009-0.490 | 2400/F(kHz) | 300 |
| 0.490-1.705 | 24000/F(kHz) | 30 |
| 1.705-30 | 30 | 30 |
| 30-88 | 100 | 3 |
| 88-216 | 150 | 3 |
| 216-960 | 200 | 3 |
| 960 を超えて | 500 | 3 |

米国においても、技術の進歩と産業界からの要望に伴い、逐次改正を行っている。たとえば、処理利得についてはCWジャムマージン法のような実際の理論処理利得値によらず実際の雑音除去能力を測定する方法が追加された（FCC97-114）。

### 1.7.4 欧州電気通信標準化機構（ETSI: European Telecommunications Standards Institute）の状況

ヨーロッパにおいては、ETSI 300 328 に 2.4GHz ISM-Band のデータ通信について規定されている。この ETSI 300 328 は 1996 年 11 月に制定され、1997 年 7 月に若干改訂されている。表 1.18 にその規定の主な点を示す。

表 1.18　ETSI 300 328 の主な規定

| 項目 | DSSS とその他 | FHSS | |
|---|---|---|---|
| 変調方式 | DSSS および FHSS | | |
| 周波数領域 | 2,400-2,483.5MHz | | |
| 伝送レート | 250kbps 以上 | | |
| 放射強度 | 100mW（EIRP）以下 | | |
| 瞬間最大電力密度 | 10mW/MHz(eirp)以下 | 100mW/100kHz(eirp)以下 | |
| 周波数幅 | チャネル幅は-30dBm/100kHz(eirp)以上の帯域。 | | |
| スプリアス | 送信狭帯域スプリアス | | |
| | 周波数 | 送信時 | スタンバイ時 |
| | 30MHz～1GHz | -36dBm | -57dBm |
| | 1GHz～12.75GHz | -30dBm | -47dBm |
| | 1.8～1.9GHz、5.15～5.3GHz | -47dBm | -47dBm |
| | 送信広帯域スプリアス | | |
| | 周波数 | 送信時 | スタンバイ時 |
| | 30MHz～1GHz | -86dBm/Hz | -107dBm/Hz |
| | 1GHz～12.75GHz | -80dBm/Hz | -97dBm/Hz |
| | 1.8～1.9GHz、5.15～5.3GHz | -97dBm/Hz | -97dBm/Hz |
| | 受信狭帯域スプリアス | | |
| | 周波数 | 受信時 | |
| | 30MHz～1GHz | -57dBm | |
| | 1GHz～12.75GHz | -47dBm | |
| | 受信広帯域スプリアス | | |
| | 周波数 | 受信時 | |
| | 30MHz～1GHz | -107dBm/Hz | |
| | 1GHz～12.75GHz | -97dBm/Hz | |
| 条件 | ・DSSS を含む FHSS の規格に合わない SS。 | ・チャネルは20以上あること。チャネルとは、オーバーラップしない周波数チャネルまたはピークパワーから20dB 低い値で測定した周波数帯域幅で分離されたホッピング位置で規定。<br>・任意の周波数を占有する時間は 0.4 秒を超えないこと。<br>・1ホップの時間とチャネル数の4倍以内に全てのチャネルを使用すること。 | |

## 2　小電力無線局の高度化に対する要求条件

2.4GHz帯の小電力無線局の高度化利用に関して実施されたアンケート結果を基に要求条件を明らかにする。このアンケートは企業サイドからのシステムの高度化に対する意見を調査し、現実的なニーズを明確にすることを目的として行われた。（参考資料５）

### 2.1　小電力データ通信システムの高度化に関するニーズ

#### 2.1.1　無線システムの高速化への対応

有線系の通信速度の高速化に対応し無線システムへの通信速度の高速化の要求は益々強くなっている。とくにコンピュータの CPU 能力の高速化とコンテンツの大容量化が進むにつれて無線通信と言えども通信速度の高速化が非常に重要になっている。現在では 2 Mbps 程度が 2.4GHz 帯無線ＬＡＮの実用化の主体であるが，現行規格内でも 10～11Mbps 程度の高速化が実現しており，従来の電話系の数十Ｋbps 程度の低速の通信システムでは実現が難しかった多くの用途で今後多様な利用が考えられる。

しかしながら，有線系のネットワークは既にギガビットオーダーの領域に到達しており、このような高速通信系の中で通信する情報の多くはマルチメディア等に対応したより大容量のコンテンツが大半を占める。

このような状況から、有線系・無線系を意識することなくデータアクセスにおいてストレスのない快適な環境が実現できることが望まれており、より高速のシステム（例えば 25Mbps 以上）の要求についても、以下のような用途での対応が求められている。

① 高速で多彩なマルチメディアサービスを提供

② 基地局と複数の端末局から構成され、各端末が MPEG2(約 6Mbps)等を利用

③ ATM バックボーンとの本格的接続

④ ニュースを売店で買うイメージで短時間に高容量データを伝送

⑤ 100Base イーサーネットの無線接続

⑥ IEEE1394 の無線接続

⑦ 家庭内機器の無線接続(ホームリンク)

ＴＶ、電話、パーソナルコンピュータ等の通信／放送接続、部屋内および部屋間接続、機器間接続

これらのニーズは必ずしも２.4GHz 帯に限ったものではないが、低コスト化への要求や現状の実現可能性などを考慮すると 2.4GHz 帯でこのような高速のシステムを実現する可能性を持たせることは有益であると考えられる。

どの程度高速化が可能であるかについては、現段階において高速化への要求が

日々増大することからこれを定めることは困難であるが、数 100kbps から 10 数 Mbps 程度を基本としつつ 10 数 Mbps 以上の伝送容量を確保するため、広い周波数帯域の確保、ＳＳ方式の拡散率の制限緩和及びＳＳ方式のほか多様な伝送方式の採用等が望まれている。

### 2.1.2 マルチメディア通信

①のマルチメディア通信の中では大容量のコンテンツとして画像情報が挙げられ、特に FA の分野での利用が期待されている。

以下に幾つかの応用例を示す。

ア．建築用クレーン用モニタシステム

建築用クレーンの先端に取り付けると高層ビル、煙突、コンビナートのタンク等人命に危険のある高層建築物の状態確認ができる。

イ．天井走行式マニピュレータ用モニタシステム

栽培プラントの天井走行式マニピュレータに取り付けると、植物の生育状態を確認して、テレコントロールで施肥、灌水、薬剤散布、出荷作業を行ったり、画像処理装置と組み合わせて自動化を行うこともできる。また、天井走行式マニピュレータほどの設備としなくても天井に電動ズームレンズ付きカメラを旋回台と一緒に取り付けることで植物の生育状態を事務所で確認することができるようになる。

ウ．自動搬送車用モニタシステム

自動搬送車は、その使用形態から無線化が必須であった。これまでは、テレコントロールなど制御信号だけを無線化していたが、画像伝送装置を取り付けることで、事務所にいながらにして自動搬送車の走行領域内を画像で確認できるようになる。この使い方ができると、これまで単に荷物の運搬だけに使われていた自動搬送車の機能が広がり、搬送後の荷物の確認や、生産ラインの稼働状況、機器の動作状況などを搬送の合間に画像で確認できる。いわば自動走行画像確認システムとなる。

エ．特殊な場所で利用するモニタシステム

化学プラントなどで電気的、機械的に問題は無いが人命に危険がある場所で、目視確認をしたいが現状ではそれができない場所、または建築中の物件や工事現場の視察等、有線で固定設置するほどではないが時々状況を画像で確認したい場所で用いるモニタシステムへの利用が期待できる。

### 2.1.3 無線ホームリンク

⑦の家庭内機器の無線接続(ホームリンク)においては、HomeRF やパーソナルコンピュータの周辺機器の接続手段としてのシステムが外国で検討されている。これ

らのシステムは個人で購入して利用されることが多く、隣の部屋で使われたり、携帯電話のようにすぐ側で使われたりするためＦＡ用機器に比べて混信によるトラブルを発生する可能性が高くなることが予想される。

従って、現在の 2.4GHz 帯無線 LAN で使用できる周波数帯では端末収容能力が低いため、複数チャンネルが設定できる環境を整備しておくことも必要である。このような観点からは利用可能帯域の拡大が望まれる。

## 2.2 小電力データ通信システムの制限の緩和に関する要求

### 2.2.1 変調方式の制限の緩和について

2.4GHz 帯の小電力無線および移動体識別装置には、それぞれ変調方式が規定されている。例えば小電力データ通信システムは、SS 方式であることが条件であり、また移動体識別システムにおいては対象となる電波の型式が規定されている。

現在 2.4GHz 帯は ISO/IEC8802.11 の無線 LAN などのＳＳシステムが世界的規模で利用されようとしているような状況であるが、より有効に 2.4GHz 帯を利用するには SS 方式のほかシステムの要求に適した変調方式を選択できる可能性を持たせて設計の自由度を高めることが望ましいと考えられる。

さらに 2.4GHz 帯が ISM バンドであると言う特殊性を考慮し、他の周波数帯では難しい自由度の高い無線周波数帯域が確保されることにより、より安価で、よりユーザーニーズを満足できる製品の開発が促進されるものと予想される。

### 2.2.2 拡散率の制限の緩和について

現行の小電力データ通信システムは、拡散率が 10 以上と規定されている。この制限により今後新たな国際的な規格が現われた場合などに対応することができないことが予想される。特にデファクト標準に対しては国際標準よりもその制定速度が早く、これに対応して国内の関係諸規定を変更することも困難が予想される。

現在、IEEE802.11 において、無線 LAN の新たな仕様を９９年末の承認を目標に作業中であり、拡散率は「８」前後になる見込みである。

このため拡散率に関する制限を緩和することが望まれている。ただし、拡散率の制限の必要性を含めて、SS の場合に他のシステムとの周波数共用可能な範囲で拡散率をどの程度まで低減すべきかについても検討する必要がある。

### 2.2.3 チャネルセパレーションの設定について

2.4GHz 帯の無線システムを考えるとき、約 100MHz にわたる帯域をどのように使い分けるかについて周波数の有効利用の観点からチャネルを設定すべきか、否かか、もし、チャネルを設定する場合どのように区分すべきかを検討する必要がある。

今後の高速化や高機能化ニーズへの対応を図るためには、SS 方式のほか、多様

な伝送方式、変調方式及び伝送速度を可能とすることが望まれており、画一的なチャネル設定をしないことが望ましい。周波数資源の有効利用及び多様な伝送方式等の採用の観点からのチャネルセパレーションの検討については第４章において行うこととした。

## 2.3　諸外国の無線ＬＡＮシステムの導入の要望について

2.4GHz 帯は ISM バンドとして世界的に共通性の高い帯域である。この 2.4GHz 帯を用いた無線システムは既に幾つかのシステムが利用されているが、1998 年頃から無線 LAN やコンピュータの周辺機器の接続システムなどの分野において世界的な共用性を特徴とする新しいシステムの開発が活発に行われるようになった。

現在、国内の OA 用無線 LAN の大半が外国で開発された製品である。従来は各社独自のプロトコルを用いていたため相互に通信することはできなかった。しかしながら無線 LAN の場合、端末機器は移動が容易なため相互接続性については以前から強く望まれていた。このため相互接続性を考慮した代表的な無線 LAN として ISO/IEC8802.11 が開発され、'98 年 5 月に承認された。このシステム仕様を開発した米国 IEEE(The Institute of Electrical and Electronics Engineers)ではより高速化を目指した新たな仕様を現在審議中である。この新しい仕様に基づく製品も今後日本に導入される可能性は高いと予想される。

また、家庭内のネットワーク化の市場はインターネットや情報家電機器の普及と相まって今後大きな市場となることが予想されている。
米国においては複数のパーソナルコンピュータを持つ家庭が増えており、またインターネットの利用も急増している。このため複数のパーソナルコンピュータを接続してネットワーク化する動きも活発である。有線配線の煩わしさから無線によるネットワーク化のニーズも高まったが、無線機器が高価であったり十分な通信速度を確保できていなかったため、あまり普及していなかった。

更に、近年のパーソナルコンピュータの小型・軽量化とビジネスにおける道具としての必要性の高まりにより、国内だけでなく外国への出張においてもパーソナルコンピュータを携帯することは珍しいことではなくなってきた。また、携帯性や操作性の向上のためにパーソナルコンピュータの周辺機器のコードレス化は強いユーザーニーズの１つでもある。

以上のような諸外国の新しい無線システムの開発状況を考えると、このような機器が、国内で利用される機会は今後高まるであろうと予想される。携帯電話の場合と同じように国際的な規格の調和を可能にする環境の整備が強く望まれている。

## 2.4　移動体識別システムに関する要求条件

移動体識別は、FA 分野での応用から始まったが、92 年に特定小電力移動体識別装置が制度化されて以来、駐車場管理、入退出管理、物流管理などの分野への利用が広まっており高周波デバイスの低廉化に伴いシステムコストの低下で、市場は毎年 10～20%の成長を続けている。しかしながら、この移動体識別の市場が広がるとともに、混信などのトラブルが多少発生している。

このような問題は、今後ますます増加するものと危惧されており早期の改善が期待されている。

このようなトラブルの原因の一つに移動体識別の周波数が固定のものとして登録・管理されていることが挙げられる。

例えば、ある場所で移動体識別を導入したが、エリアの拡大のため新たにシステムを増設したり、他のシステムを併設しようとする場合、変更申請なしで簡単にチャネルを変更することが出来ないため、混信が避けられない状況にある。

このような問題を解決するためには、周波数が固定しないで、定められたバンドの中で設定・変更可能な柔軟性のある内容に変更することが望まれている。

## 3　システム間の共用条件

### 3.1　概　説

現在、2.4GHz 帯のＩＳＭバンドを使用している機器は、無線ＬＡＮを代表とする小電力データ通信システム、電子レンジを代表するＩＳＭ機器、無線タグを使った移動体識別装置、ＶＩＣＳとアマチュア無線で、各システムは多少の周波数の重複はあるものの用途別に周波数帯を分けて運用している。しかし、第１章、第２章の需要動向、高度化のニーズから明らかなように各システムに割り当てられた現在の帯域幅ではこれらに対応することが困難である。さらに、ＭＳＳが今後この帯域を使う予定であることも考慮し、現在の用途別の帯域制限を見直し各システムの要求を満足するための共用化策を検討する。

同一周波数帯域内で周波数を共用する方法として、①空間離隔、②時間離隔、③周波数離隔、④コード分割があげられる。しかし、無線仕様や動作条件の異なるシステム間で②時間離隔、③周波数離隔、④コード分割を実施するのは極めて困難である。そのため、①空間離隔によってシステム間分離を図る方法を主体に検討を進めるものとする。つまり、各システムの無線局間の距離を確保することで相互の干渉を避けることができ、かつ、その距離が実際の運用上で実現可能な長さであれば、共用可能と判断できる。

### 3.2　検討手順

ＩＳＭバンドで周波数を共用する可能性のある機器の標準モデルを想定し、各モデル間の与干渉・被干渉距離の計算を行い、共用化の検討材料とする。

(1)　モデル化

各システム内でも多くの機種があり、それらすべてに対して検討を加えるのは困難である。そこで、表 3.1 に示すように各システムごとにモデルを想定し、モデル間での干渉を検討するものとした。各モデルの詳細諸元は参考資料 6 に示す。

表 3.1 モデル化

| | モデル 1 | モデル 2 | モデル 3 | モデル 4 | モデル 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 小電力データ通信システム | 高速無線 LAN DS | 中速無線 LAN DS | 中速無線 LAN FH | 中速モデム DS | 低速モデム DS |
| ＩＳＭ機器 | 家庭用電子レンジ | 業務用電子レンジ | 医療器 | 加熱器 | － |
| 移動体識別装置 | 構内無線局 | 特定小電力 | － | － | － |
| アマチュア無線 | 音声、中継局 | 音声、固定局 | 音声、固定局 | 映像、固定局 | － |
| ＭＳＳ | 衛星局 | 端末局 | － | － | － |
| ＶＩＣＳ | 路上局 | 車載局 | － | － | － |

(2)　与干渉電力の想定

システムモデルごとの送信電力およびアンテナ利得からＥＩＲＰを想定する。たとえば、アンテナ利得 10dBi、給電線損失 2 dB のとき、送信機のアンテナ端子で 30dBm であれば、ＥＩＲＰは 38dBm となる。

(3)　耐干渉入力の想定

システムモデルごとに標準通信モデルを想定し、その状態での受信入力を計算する。この

標準受信入力からジャミングマージン分下げたレベルを耐干渉入力とする。ジャミングマージンは各モデルごとに想定する。耐干渉入力はアンテナ利得を含めた絶対値(dBm)で表現する。たとえば、アンテナ利得 10dBi、給電線損失２dB のとき、受信機のアンテナ端子で－80dBm であれば、耐干渉入力は－88dBm となる。

なお、アマチュア無線のように通信距離が不定の場合は標準受信入力を想定できないので、受信機内部雑音や外部雑音から想定される最高受信感度を耐干渉入力とする。

(4) 伝搬損失モデルの想定

各システムごとに適当な伝搬損失モデルを想定する。伝搬環境が同一であれば、原則的には希望波および干渉波の伝搬損失モデルは同一とする。

① 自由空間損失　　自由空間として計算
② 奥村カーブ・秦式　　開放地、郊外、都市(大、中小)で、１km 以上のとき
③ ｎ乗　　屋内のとき。ｎは 3.5 程度

また、コンクリート壁の損失は、壁１枚あたり-17dB とする。

(5) 干渉条件

小電力データ通信システムのＳＳ変調波は他システムにとって疑似雑音であり、他システムの狭帯域変調波は小電力データ通信システムで逆拡散されるので疑似雑音として扱える。したがって、干渉レベルの計算は白色雑音として扱うものとする。

干渉波の送信帯域幅より希望波の受信帯域幅が広い場合は、干渉波のＥＩＲＰが干渉電力となる。逆に、干渉波の送信帯域幅より希望波の受信帯域幅が狭い場合は、干渉電力を次の式で計算する。

干渉電力＝干渉波のＥＩＲＰ×希望波受信帯域幅／干渉波占有周波数帯幅

(6) 与・被干渉の計算

ＥＩＲＰ、耐干渉電力(絶対値)および送受信帯域幅が分かれば、適当な伝搬モデルを想定して伝搬損失を計算するだけで干渉の有無あるいは被干渉距離を計算することができる。

(7) 干渉実験による確認

想定条件の正確性を検証するため、小電力データ通信システムおよび電子レンジから、移動体識別装置への干渉特性を電波暗室内で測定した。

## 3.3 干渉距離の計算結果

(1) 干渉距離

想定したモデルシステムとその動作条件(ただし、使用周波数帯が同一であると仮定している。)によって計算した干渉距離を表 3.2 に示す。又、詳細な計算結果は、参考資料６に示す。なお、この表の小電力データ通信システムは次の理由でモデル２(ＤＳ)および３(ＦＨ)に限定した。

① モデル１は全帯域を使用するが総空中線電力はモデル２と同一なので、モデル２で代表できる。
② モデル４および５は帯域が狭く総空中線電力はモデル２より小さいので、モデル２で代表できる。

表 3.2　干渉距離と 2.4GHz 帯周波数共用条件の検討

| 与干渉＼被干渉 | | 小電力データ通信ｼｽﾃﾑ | | 移動体識別 | ｱﾏﾁｭｱ無線 | ＭＳＳ | ＶＩＣＳ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ﾓﾃﾞﾙ2 (DS) | ﾓﾃﾞﾙ3 (FH) | ﾓﾃﾞﾙ1,2 | ﾓﾃﾞﾙ1～4 | ﾓﾃﾞﾙ2(端末) | ﾓﾃﾞﾙ2(車載) |
| 小電力データ通信システム | モデル2 (ＤＳ) | － 面配置条件 | 15m 面配置条件 | 37m 共用条件 | 432~1943m 共用条件 | 81～430m 共用条件 | 14m 共用可 (個別割当) |
| | モデル3 (ＦＨ) | 58m 面配置条件 | － 面配置条件 | 76m 共用条件 | 432~1943m 共用条件 | 170～890m 共用条件 | 14m 共用可 (個別割当) |
| 移動体識別装置 | モデル1,2 | 42～112m 共用条件 | 42～112m 共用条件 | 167～478m 面配置条件 (共用中) | 291～22km 共用可 (共用中) | － 共用可 (個別割当) | 53～142m 共用可 (個別割当) |
| アマチチュア無線 | モデル1～4 | 256m 共用条件 | 256m 共用条件 | 1.0k~2.2km (共用中) 共用条件 | 許可条件 | 210～600m 共用可 (個別割当) | － 共用可 (個別割当) |
| ＭＳＳ | モデル2 (端末) | 干渉ﾚﾍﾞﾙ以下 共用可 | 干渉ﾚﾍﾞﾙ以下 共用可 | － 共用可 (個別割当) | | | |
| VICS | モデル2 (車載) | 36m 共用可 (個別割当) | 36m 共用可 (個別割当) | 117m 共用可 (個別割当) | | | |
| ＩＳＭ | モデル1,2 (電子ﾚﾝｼﾞ) | 1.8k ～ 2.1km 共用条件 | 1.8k ～ 2.1km 共用条件 | 5.5k ～ 7.1km 共用条件 (共用中) | | | |

注：干渉距離は、使用周波数帯が同一であると仮定して計算している。

(2)　共用の可否の判断

小電力データ通信システムや移動体識別装置は主として構内で使用するものであるので、干渉距離が構内の大きさより短い場合は空間離隔することによって共用可能と判断する。また、これまで共用してきたシステム、たとえば移動体識別装置とアマチュア無線などは今後とも共用可能と考えるのが妥当である。当然、同一システムどうしは共用を前提に構築されているので、改めて共用条件を考える必要はない。

さて、一般的な構内の大きさを明確にすることは困難であるが、数 10m以内の干渉距離であれば、多くの場合は空間離隔が可能と思われる。しかし、用途の異なるシステム間においては、必ずしも干渉距離だけでは共用できないものもあり得る。たとえば、小電力データ通信システムと移動体識別装置は、同一構内で近接して運用されることも考えられる。そのため、表中の「共用条件」とかかれている部分(網掛けの部分)は、空間離隔だけではなく、それ以外の共用条件の検討および干渉対策が必要である。とくに、使用周波数を拡張した小電力データ通信システムが与干渉側となる場合は、小電力データ通信システム側で干渉対策を考慮する必要がある。

## 3.4　確認実験

### 3.4.1 実験の目的及び方法

使用周波数帯を拡張した場合の小電力データ通信システム並びにＩＳＭ機器が移動体識別に与える干渉を測定し、計算による干渉距離等の妥当性について確認するための実験を行った。

実験の方法は、電波暗室内に移動体識別装置及び干渉源を設置し、干渉レベル及び干渉方向を変化させ、６種類の移動体識別装置について動作の正常・異常の確認を行った。その詳細については、参考資料７に示す。

なお、今回の実験においては、ＦＨ方式から移動体識別装置への送信タイミングが機種ごとに異なるため、定量的な評価が困難であると考えられる。従って、ＦＨ方式については、ホッピングを停止した状態で移動体識別装置に対する干渉を与えた最悪値をＤＳ方式の測定結果から算出して評価できるため、ＦＨ方式の装置を用いた実験は実施していない。

### 3.4.2 実験の結果

(1) 小電力データ通信システムからの干渉

小電力データ通信システムから移動体識別装置への干渉距離については、実験値と計算値がほぼ一致しており、想定条件及び計算過程が妥当であると考えられる。また、移動体識別装置側については、一部のものを除き正面以外の干渉の場合は、アンテナの指向性により、干渉を受けにくく、アンテナ利得が 10dB 程度のものにあっては、指向性による干渉レベルに 20dB 程度の差が生じている。

表 3.3　無線ＬＡＮ(SG)に関する実験結果

| 移動体識別装置の条件 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 送信出力 | 通信距離 | 干渉距離換算値 | | | 備考 |
| | | | 正面 | 側面 | 背面 | |
| Ａ社 | 10mW | 2 m | 69m | 79m | 69m | 計算値(ＤＳ)37m |
| Ｂ社 | 10mW | 2 m | 17m | 5 m | 6 m－ | |
| | | 5 m | 44m | － | － | |
| Ｃ社 | 10mW | 2 m | 19m | 5 m | 5 m | |
| | | 5 m | 61m | － | － | |
| Ｄ社 | 3 mW | 2 m | 84m | 23m | 11m | |
| Ｅ社 | 10mW | 3 m | 50m | － | － | |
| Ｆ社 | 300mW | 0.7m | 6 m | 5 m | 6 m | |

(2) ＩＳＭ機器からの干渉

ＩＳＭ機器の代表として電子レンジを実験に用いたが、それからの干渉距離は、計算値に比べ実験値の方が大幅に短く、想定条件及び計算過程について、現実より厳しい条件で計算していると考えられる。これは、電子レンジの輻射電力が想定条件より低いことが起因していると考えられる。

電子レンジと移動体識別装置については、現在、特段支障無く共用していることから、多くの場合の干渉距離は、実験値である数 m～数十 m 程度と考えるのが妥当である。

表 3.4　電子レンジに関する実験結果

| 移動体識別装置の条件 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 送信出力 | 通信距離 | 電子レンジ(正面) | | 備考 |
| | | | 4 m | 8 m | |
| A社 | 10mW | 2 m | × | × | 計算値 5.5k ～ 7.1km |
| B社 | 10mW | 2 m | − | − | |
| | | 5 m | △ | − | |
| C社 | 10mW | 2 m | − | − | |
| | | 5 m | △ | △ | |
| D社 | 3 mW | 2 m | − | △ | |
| E社 | 10mW | 3 m | − | △ | |
| F社 | 300mW | 0.7m | ○ | ○ | |

−：未実施、○：干渉なし、△：エラー有り、×：通信不可

## 3.5　小電力データ通信システムと他システム間の共用化条件の検討

小電力データ通信システムと他システム間との共用化条件の検討について以下に示す。なお、それぞれの詳細な検討については、参考資料８に示す。

### 3.5.1　対小電力データ通信システム

無線ＬＡＮシステムはランダム送信であるが、画像伝送などは、連続送信である。また、変調方式や伝送速度、拡散コードなどが個々に異なることから、時間離隔、コード分割は困難であり、空間離隔あるいは周波数離隔で対応することが適当と考えられる。

### 3.5.2　対ＩＳＭ機器

ＩＳＭ機器は通信装置ではなく、高周波エネルギーを利用するための装置であり、一般的な通信装置と同様に検討することは適当ではないと考えられることから、距離による空間離隔とすることが適当と考えられる。

### 3.5.3　対移動体識別装置

移動体識別装置については、使用周波数を拡張した場合の小電力データ通信システムと周波数帯が重なることから、空間離隔、周波数離隔によることとし、干渉距離内における他装置の配置にあたっては、干渉についての対策をとることが適当と考えられる。

なお、干渉対策についての検討は、以下のとおり。

(1) 移動体識別装置への干渉対策

小電力データ通信システムから移動体識別装置への干渉距離は、おおよそ 40m~80m であり、同一建物構内で運用される場合等においては、同一の運用管理者のもとで空間的な周波数共用が可能となるケースが多くなると考えられる。しかし、移動体識別装置は、無線局免許を有する構内無線局であるケースがあるため、保護されなければならない。

小電力データ通信システムから移動体識別装置への保護の方法としては、次のような方法が考えられる。

① 利用者による周波数の切り替え又は電波の発射の停止が容易に出来ること。

② 他の無線局から発射された電波によって生じる伝送誤りを検知した場合、当該電波の発射を自動的に停止する機能によること。

③ キャリアセンスした場合、当該電波の発射を自動的に停止する機能によること。

④　相関信号検出した場合、当該電波の発射を自動的に停止する機能によること。
⑤　通信相手局以外の局の識別符号を検知する機能によること。

表 3.5　小電力データ通信システムから移動体識別システムへの保護方法の効果

| | ＤＳ | | | ＦＨ | | | マルチキャリア | | | シングルキャリア | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 実現性 | 効果 | 海外製品の対応 | 実現性 | 効果 | 海外製品の対応 | 実現性 | 効果 | 海外製品の対応 | 実現性 | 効果 | 海外製品の対応 |
| ①ＣＨ変更／電波停止 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ②エラーセンス機能 | ○ | ○ | × | ○ | × | × | ○ | × | ? | ○ | × | ? |
| ③キャリアセンス機能 | × | ○ | × | × | ○ | × | × | ○ | ? | ○ | ○ | ? |
| ④相関センス機能 | ○ | ○ | × | － | － | － | － | － | － | － | － | － |
| ⑤識別符号の送信または受信機能 | ○ | × | ○ | ○ | × | ○ | ○ | × | ○ | ○ | × | ○ |

○：有／対応可　×：無／対応不可　？：不明　－：対象外

これらの方法の効果を表 3.5 に示す。この比較検討結果から①の方法を共用化のための条件とすることが望ましい。

(2)　その他の干渉対策

さらに、移動体識別装置への干渉を極力低減するため、FH 方式の空中線電力を必要最小限とすること及び帯域内スプリアスの規定を検討することが望ましい。

また、混信回避を確実とするため、民間レベルでガイドライン等の運用ルールを定め、民間レベルでの啓蒙活動を促進することを含めて共用条件とすることが望ましい。

### 3.5.4　対アマチュア無線

2.4G 帯のアマチュア無線については、普及台数が多くないため、利用者の運用に委ねることが適当と考えられる。また、当該周波数帯のアマチュア業務は、２次業務であり、他の無線局に混信を与えない場合に限り運用することが可能である。

### 3.5.5　対ＭＳＳ

ＭＳＳ端末機器への干渉距離は、計算上 80m~900m 程度であり、現在の規格による小電力データ通信システムにおいては、距離による空間離隔となる。また、ＭＳＳ端末は、主に屋外使用であり、小電力データ通信システムを屋内使用に限定すれば壁の遮蔽効果が期待できるが、一部屋外で使用されている例もあり限定することは困難と考えられる。

今後、ＭＳＳ端末機器が増加することが想定されており、将来的には、ＭＳＳ端末機器との周波数離隔となる 2483.5MHz を小電力データ通信システムの周波数の範囲の上限とすることが望ましいと考えられる。

#### 3.5.6　対ＶＩＣＳ

周波数離隔であり、特段支障は無い。

### 3.6　移動体識別装置と他システムの共用化条件の検討

#### 3.6.1　対ＩＳＭ機器

ＩＳＭ機器は通信装置ではなく、高周波エネルギーを利用するための装置であり、一般的な通信装置と同様に検討することは適当ではないと考えられることから、距離による空間離隔とすることが適当と考えられる。

なお、これまで、電子レンジと干渉した事例も報告されているが、距離や指向性を考慮することにより回避されており、今後とも特段大きな支障とならないと考えられる。

#### 3.6.2　対移動体識別装置

基本的には、距離又は指向性による空間離隔及び周波数離隔によると考えられる。ただし、移動体識別装置には、間欠動作のものもあり、この場合は、時間離隔によることも併用できるものと考えられる。

## 4　無線諸元の検討

### 4.1　検討方針

高度化に対するニーズに応え、2.4GHz 帯 ISM バンドを利用する小電力データ通信システム用無線局および移動体識別用無線局の無線設備の諸元を検討する上で、以下の項目を基本的な考え方とする。

(1)　周波数利用効率向上

限られた周波数資源の有効利用を図らなければならない。

(2)　高度化対応

高速化、大容量化、高密度化、多様化などに対応するよう検討されなければならない。

(3)　国際的標準化動向との調和

2.4GHz 帯を使用するシステムにおいては、可能な限り国際的な技術動向等を踏まえた上検討されなければならない。

(4)　既存無線局への干渉防止

他のシステムと周波数を共用することから、既存の他システムの無線局等（特に免許必要局）に混信を与えないよう検討されなければならない。

(5)　ISM 機器からの混信

2.4GHz 帯はＩＳＭ周波数帯であり、ＩＳＭ機器からの混信を前提とした上で、システムの技術的条件が検討されなければならない。

(6)　小電力無線設備に対応すること。

現行の無線設備が、小電力無線設備の混信防止の思想に基づいて規定されていることから、その思想ができる限り尊重されなければならない。

### 4.2　周波数利用に関する検討

#### 4.2.1　小電力データ通信システムのニーズ及び需要動向からみた所要周波数帯域幅

小電力データ通信システムのニーズ及び需要動向を考慮、同一通信エリア内にある複数の端末が同時に通信するシステムと、一つの端末がある高速のデータを単独で伝送するシステムの二つのシステムで検討を行った。その詳細については、参考資料 9 に示す。

(1)　面的セル配置による周波数の有効利用

モバイルコンピューティングへの対応などから、複数のセルによりサービスエリアを面的に拡張することへの期待がある。全セルでチャネルを共用するこ

とも可能であるが、高スループットを得るためには、各セルで異なるチャネルを使用できることが好ましい。

前述の干渉条件より、セル半径を３０ｍとして六角形セルを仮定すると、同一チャネルを使用するためには次隣接以上の距離を必要とする。（ここでは、セル周辺の端末が基地局から干渉を受けるとした）

よって、理論的にはクラスターサイズ＝３のチャネル繰り返しが可能となるが、これは最適なセル配置を仮定した場合である。よって、面的にセルを構成するためには最低限３チャネル相当の周波数帯域が必要となる。

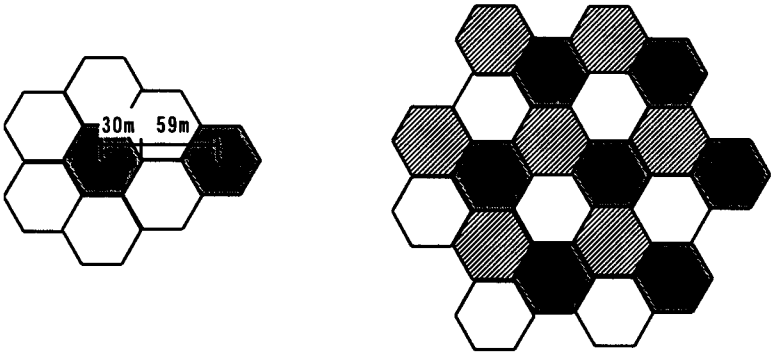



図 4.1　３チャネルによるセル配置

(2)　１ユーザによる広帯域運用と現行帯域運用の比較

１ユーザによる広帯域運用した場合と現行程度の帯域で複数チャネル運用した場合の得失を下表に示す。１ユーザの高速性を取るか、多数ユーザの運用を

表 4.1　広帯域化と現行の比較

| | 広帯域化 | 現行占有帯域幅 | 備　考 |
|---|---|---|---|
| 用　途 | 動画像伝送、ＬＡＮ | ＬＡＮ、動画像伝送 | |
| チャネル数 | １チャネル | ４チャネル | |
| 占有帯域幅 | 83.5MHz | 22～25MHz | |
| 伝送速度 | 30～40Mbpsが可能 | 11Mbps程度まで | |
| 製品コスト | 高価 | | |
| 収容ユーザ数 | １セル内では多数の端末が収容可 | 複数セルを考慮すると１チャネルに比べて４倍程度多い | 条件によって異なるので、単純比較は困難 |
| 実現性 | 有り | 既存 | |

注　収容ユーザ数の比較は次の方式によった。

・隣接するセルには異なった周波数を割り当てる
・セル形状は正方形とする
・一つのセル内の端末数は同数とする

取るかは、直接の比較ができないので判断が困難である。実際には、11Mbps以上の伝送速度を必要とするユーザ数は比較的少ないと思われる。また、ＬＡＮの場合は、常時大容量データ伝送をしているわけではなく、時間的にも限定されると思われる。したがって、ＦＨ方式以外の方式の場合、１ユーザによる広帯域運用より現行帯域程度で複数チャネル運用を可能とすることが望ましい。

(3) 所要周波数帯域

① 想定されるトラヒック量や動画像伝送等の高速伝送に対応し、かつ、面的セル配置による周波数有効利用を図るためには、最低限現行帯域幅の３チャネル相当の周波数帯域とすることが望ましい。

なお、無線ＬＡＮシステムにおいて複数チャネルを設定し、周囲の周波数利用状況に応じて自律的に周波数を選択し運用する技術が検討されており、周波数を有効に利用可能とする技術として今後の導入が期待されている（参考資料 10)。同技術は、移動体識別システムやアマチュア無線、ISM 機器等の他システムとの周波数共用の際にも有効に動作することが技術試験で確認されているところである。

② 高速化システムは現行規格の帯域幅で 10Mbps 以上を実現できるので、ＦＨ方式以外の方式の場合これを積極的に利用することが望ましい。

③ ただし、ビル間伝送のような限定された用途には、2.4GHz 帯でも高速化が有用であるし、今後の技術の発展を阻害しないためかつ、国際的な動向に調和させるためにも、83.5MHz 程度の周波数帯域が必要であると考えられる。

### 4.2.2 「高度小電力データ通信システム(仮称)」の制度化

小電力データ通信システムの使用周波数帯について、平成４年度電技審答申では、電子レンジ等からの雑音を回避する観点から、ISM バンドの高い周波数帯を小電力データ通信用周波数として設定した経緯がある。

しかしながら、複数チャネル設定に対するニーズ、諸外国とのハーモナイゼーションに対する要望等に対応する観点から、ユーザ及びメーカが電子レンジ等の ISM 機器からの混信を前提とするという ISM バンド利用上の制約を容認し、かつ移動体識別システムへの混信を最大限回避することをすることを条件として、小電力データ通信システムの高度化のため、ISM バンドのより低い周波数帯も使用できるよう措置することができ問うと考えられる。

具体的には、現行小電力データ通信システムのほかに新たに「高度小電力データ通信システム(仮称)、以下「高度システム」という。」を制度化することにより、

高度化ニーズへの対応、国際動向との調和を図ることが望ましい。

なお、第3章における周波数共用条件の検討では、現行小電力データ通信システムとMSSサービスリンクとの周波数共用は可能とされているが、将来のMSS需要増により周波数共用が困難になった場合、小電力データ通信システムを高度小電力データ通信システムに移行させ、高度小電力データ通信システムのみを存続させることについて、再度検討することが必要と考えられる。

(1) 高度システム

2,400～2,483.5MHzの周波数の電波を使用するもの

(2) 現行システム：技術的条件を変更しない

2,471～2,497MHzの周波数の電波を使用するもの

### 4.2.3 移動体識別装置の周波数範囲

現行規格の周波数範囲は2,427～2,470.75MHz(約43MHz幅)で、一部を重複して配置した26MHz～31MHz幅の3チャネルが割り当てられている。移動体識別装置は1チャネルあたりの伝送データ量が少なく、伝送速度は32kbps程度のものが多い。そのため、多くの装置は占有周波数帯域幅が数10kHz～数100kHz程度で済み、現行の周波数の範囲のままであっても将来的な需要等を満たすには十分であると考えられる。なお、占有周波数帯域幅に比べて指定周波数帯幅が広いのは、装置の簡略化・低価格化のために周波数変動の大きい自励発振器を開発当初から採用しているためである。現在においては、水晶制御のシンセサイザによって安定化を図るとともに、簡単に周波数を変更できる構成とすることが容易と考えられる。

移動体識別装置は1つの装置で2ないし3チャネルを使用するので、一般には空間分割で運用されてきた。移動体識別装置の性格上近接して配置されることも多く、空間分割が困難な場合は指定された周波数帯域幅のなかで中心周波数を変移させるという変則的な周波数分割方式を併用して対応してきた。しかし、装置ごとに中心周波数が固定されているため、即応性にかけるという問題点があった。それを解決するためには、使用周波数帯を固定的にチャネル分割せずに、システムごとに自由に分割できるようにすることが望ましい。その際、あらかじめチャネルセパレーションを指定する方法も考えられるが、移動体識別装置の伝送速度や占有周波数帯幅はシステムによって異なるので、一律に規定するのは困難である。

したがって、移動体識別装置の周波数範囲は2,427～2,470.75MHzとし、その

中で任意の２ないし３チャネルを使用できることとすることが適当と考えられる。

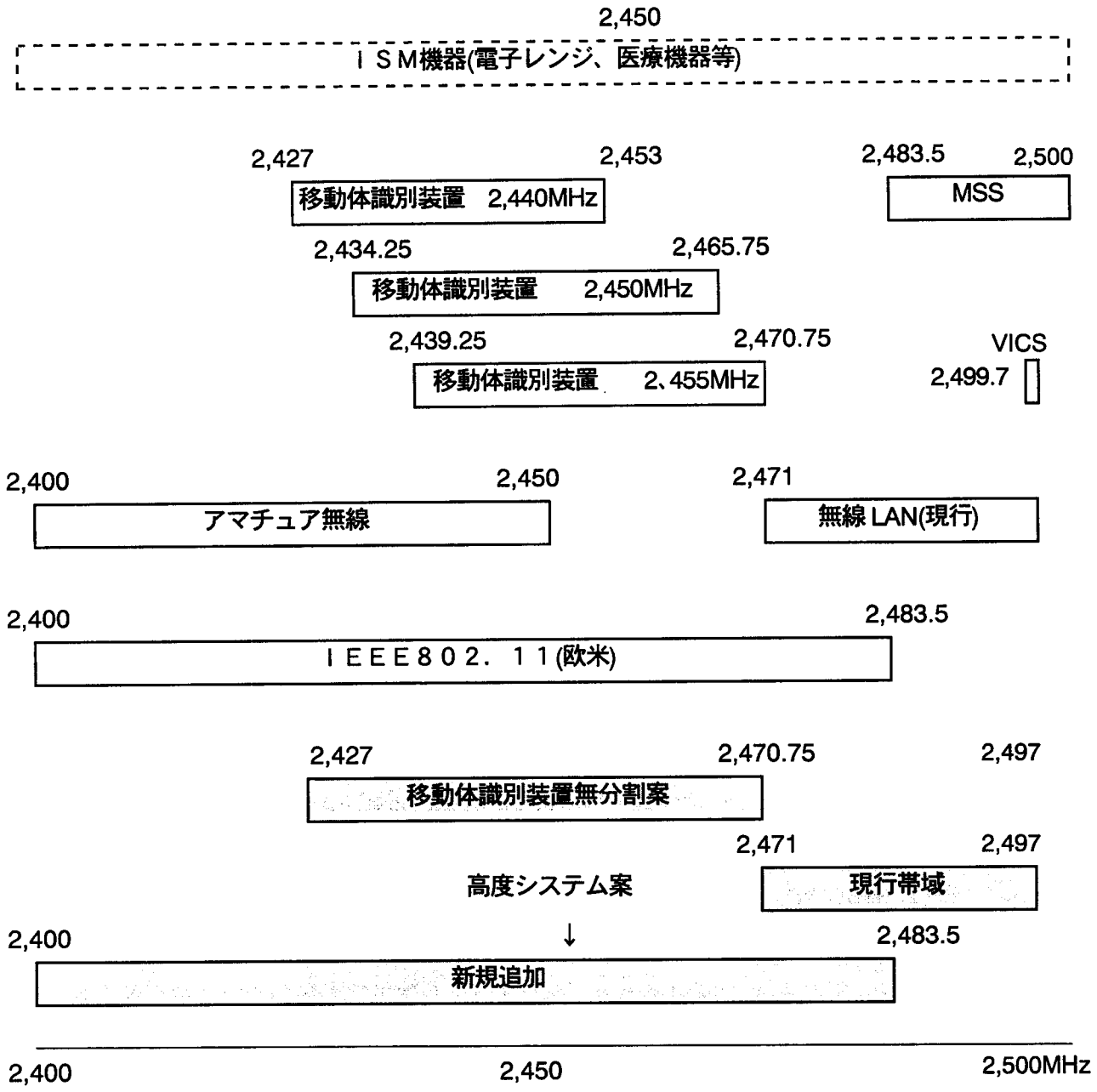



図 4.2　周波数配置（案）

## 4.3　高度システムの変調方式

電子レンジなどの ISM 機器が存在する 2.4GHz 帯において、数 10m程度の通信エリアで無線 LAN あるいは画像伝送などに必要な通信品質を確保するためにはＳＳ方式の採用が望ましいと思われる。一方で、マルチキャリア方式のように SS 信号と同様に電力密度的に拡散されている変調方式が開発されており、ISM 帯でも必要十

分な通信品質が得られる可能性がある。

また、2.4GHz 帯のニーズは必ずしも高速大容量で、長い通信距離のもののみが必要とされるとは限らない。そのような用途にまで構成が複雑で消費電力の大きい SS 変調方式に限定するのは、周波数有効利用の面等からも好ましくない。

そのため、高度システムの変調方式は原則として SS 方式とし拡散率の下限を定めるものとすることが適当である。ただし、10mW 以下という限定された空中線電力内においては、変調方式の規制を緩和し、より簡略なシングルキャリアによるデジタル変調方式を採用できるようにすることが適当と考えられる。

## 4.4 高度システムのチャネル分割

現行規格では、26MHz 幅の周波数帯域を割り当てられ、かつチャネルという規定がない。そのため、実際の製品の多くは、全体域を 1 チャネルとして使っているが、なかには適当に分割して多チャネルで使っているものもある。伝送速度が 2Mbps の場合は、26MHz の全帯域を占有してしまうため、チャネルを設定することが困難であった。

ここで、2,400MHz～2,483.5MHz の高度システムのチャネル分割方法案とその適否を検討した。以下の理由により、チャネルを規定しないことが望ましい。

なお、詳細を参考資料 11 に示す。

① 多様な変調方式、伝送速度を可能にするには、チャネルセパレーションを規定しない方が良い。

② チャネルセパレーションを規定しない場合、漏洩電力が規定できない等の理由により、チャネル設定の必要性がなくなる。

③ チャネルを規定する場合、20Mbps 以上の超高速伝送が実現困難になる。

④ 国際的な標準化の動向があり、製品の多数は、それに従った設計となることが期待でき、特段の支障は生じないものと考えられる。

⑤ FH 方式やチャープ方式は中心周波数の概念にそぐわない。

チャネル設定に関する比較検討結果を表 4.2 に示す。

表 4.2　チャネル設定の得失

| | チャネル設定あり | チャネル設定なし |
|---|---|---|
| 周波数利用効率 | ・占有周波数帯幅を統一すれば効率的な周波数配置が可能。 | チャネル設定した方が効率的。<br>・キャリアセンスが困難。 |
| 全帯域使用可否 | ・対応不可 | ・対応可 |
| 既存機器との整合 | ・既存機器はメーカ独自で設定してきたのでチャネルセパレーションを100kHz 以下にする必要あり。 | ・現行どおり |
| 海外規格との整合 | ・チャネルセパレーション 1 MHz であれば整合性あり。 | ・必要であれば海外規格に合わせればよい。 |
| 実現性 | ・伝送速度や変調方式の統一が困難なので、実効性を期待できない | ・現行どおり |

## 4.5　空中線電力等

### 4.5.1　高度システムの空中線電力

SS 変調方式の高度システムの空中線電力は、現行システムと同様に電力密度で規定する必要がある。FH 方式のように周波数が時間的に変化するものに対しては、時間的平均化した場合の空中線電力密度で規定することが望ましい。共用モデルによる検討の結果、空中線電力密度が 10mW／MHz であれば、他の無線局に対し適当な距離を置き、かつ、混信防止機能を有することによって有害な干渉を与えることなく周波数共用が可能である。

(1)　FH-SS 変調方式の場合

FH-SS 変調方式は、周波数を時分割して広帯域に拡散させるＳＳ方式であることから、特定の短時間に着目した場合のピーク電力が周波数を共用する移動体識別に対し干渉を与えないよう、その制限値に配慮することが必要である。

従って、2.4GHz 帯高度小電力データ通信システムの場合、移動体識別システムと周波数を共用しないものについては、従来どおり、10mW/MHz 以下、周波数を共用する場合においては、3mW/MHz 以下を制限値とすることが適当である。

(2) DS-SS 変調方式の場合

DS-SS 変調方式は、周波数軸上で広帯域にエネルギーを拡散させる方式であることから、移動体識別システムと周波数共用した場合でも、同システムに干渉を与える可能性は低い。このため、移動体識別システムと周波数を共用するか否かに関わらず、制限値は従来どおり 10mW/MHz 以下とすることが適当である。

(3) SS 変調方式以外の狭帯域変調の場合

従来のシステムと同様、通常の空中線電力で 10mW 以下と規定することが適当である。

4.5.2 占有周波数帯幅

(1) FH-SS 変調方式の場合

FH-SS 変調方式の占有周波数帯幅については、諸外国で検討されているシステムとのハーモナイゼーションの観点から、最大 83.5MHz とすることが適当である。広い占有周波数帯幅を利用することによって、高速大容量伝送に対応することができ、拡散率を上げることによって高信頼性によるデータ通信が可能となる。

なお、空中線電力が 3mW/MHz 以下に制限されること、及び短時間にホッピングしながら時分割によりごく狭い周波数を使用するシステムであることから、1 システムで 83.5MHz を占有しても周波数利用効率の低下は押さえられるものと考えられる。

(2) DS-SS 変調方式及びその他の変調方式の場合

DS-SS 変調方式等の占有周波数帯幅については、83.5MHz までの広帯域システムを認めることにより、20Mbps 以上の高速データ通信をサポートするよう措置することも考えられるが、①周波数利用効率の低下の可能性がある広帯域システムの実現ニーズよりも、従来程度の帯域幅で複数チャネルを設定しサービスエリアを面的に拡張させるニーズの方が大きいこと、②20 数 Mbps 以上の伝送速度については、5GHz 帯広帯域移動アクセスシステムにおいて実現される予定であること③現行の占有周波数帯幅でも 10 数 Mbps 程度の伝送速度で通信することは可能であり、想定トラヒック量や動画像伝送等の高速伝送へ対応が可能であることから、現行システム同様、最大 26MHz とすることが適当である。

### 4.5.3 電波防護指針

周波数範囲を 2,400～2,483.5MHz まで拡張した場合、電力密度を 10mW／MHz 以下とした場合においても総電力は最大約 260mW になる。電波防護指針として、電波法施行規則第 21 条の 3 (表 4.3 参照)において、電界強度・磁界強度・電力束密度が規定されている。空中線電力 Pt=0.26W、空中線利得 G＝2.14dB(約 1.6 倍)とすると、距離 D＝1 m の地点の電力束密度は

電力束密度＝$Pt \times G / (4\pi \times D^2)$

$= 0.26 \times 1.6 / (4\pi \times 1)$

$= 0.033[W/m^2] = 0.0033[mW/m^2]$

となる。無線 LAN はパソコンなどに装着され、通常、人体から 30cm 以上の距離で使用されるため、30cm の地点の電力束密度を計算すると、

電力束密度(30cm)＝$0.26 \times 1.6 / (4\pi \times 0.09)$

$= 0.37[W/m^2] = 0.037[mW/cm^2]$

となる。この値は防護指針の 1 $mW/cm^2$ 以下であるので、総電力 260mW は問題ないものと考えられる。

表 4.3 電波防護指針（抜粋）

| 周 波 数 | 電界強度 | 磁界強度 | 電力束密度 | 平均時間 |
|---|---|---|---|---|
| 1.5GHz を越え 300GHz 以下 | 61.4 V/m | 0.163 A/m | 1 $mW/cm^2$ | 6 分 |

注 表では電界強度・磁界強度・電力束密度の数値がそれぞれ規定されているが、真空中(または空気中)の電波伝搬であれば電波インピーダンスは 120π[Ω]であるので、各数値の意味は同一であると考えられる。

## 4.6 高度システムの拡散率の緩和

### 4.6.1 拡散率緩和の比較検討

ＳＳ変調方式の利点は通信品質の面で干渉波・ノイズに強く、マルチパスフェージングに強いということである。さらに、拡散／逆拡散を簡略化できれば、変復調器の規模や消費電力を低減することができ、送信機終段も非直線増幅器が使用できるので消費電力が少なくてすむ。そのため、広帯域のもの等に比べ、安価にシステムを構築し、かつ、より高速伝送を可能とすることができることから、大幅な利用の増加が見込まれる。

低拡散率 SS 方式の用途としては、次のようなものがある。

ア 移動体識別装置　　アクティブ方式

イ 画像伝送　　光ファイバ幹線のアクセス回線

災害現場、危険地帯の監視

工事現場、工事機器の監視

ウ　高速伝送　　高速テレメータシステム、研究・実験用システム

エ　位置検知　　ローカル的な位置検知システム、自然河川流量観測用無線浮子

また、必要最小限の周波数帯域と空中線電力を使用することによって無線システム設置密度を増加させることができ、周波数の有効利用を図れることになる。

したがって、低拡散率のメリット及び国際的動向を勘案し、高度システムのＳＳ拡散率は、現行システムの「10 以上」から「5 以上」に緩和することが望ましい。

ただし、低拡散率 SS 方式(狭帯域変調を含む)システムの利用者は、ISM 機器や他のＳＳ無線局からの干渉を受けやすいことをあらかじめ考慮してシステムを構築する必要がある。

### 4.6.2　低拡散率ＳＳ方式等から移動体識別装置への干渉

移動体識別装置との干渉距離の計算においては小電力データ通信システムのモデル(モデル１～５)を想定して計算したが、いずれも干渉電力は 1 MHz 幅に均等に分布するものとしてきた。低拡散率 SS 変調方式(狭帯域変調を含む)の場合はより狭い範囲に電力が集中することがあり、移動体識別装置のように等価受信帯域幅が狭いシステムへの干渉条件が異なってくる。たとえば、等価受信帯域幅が 32kHz とした場合、1 MHz あたりの空中線電力は同じ 10mW であっても、1 MHz 幅に均等に分布した場合と 32kHz 以内に集中した場合を比べると、干渉電力は集中した方が約 15dB(＝10×log(32kHz／1 MHz))大きくなる。しかし、FH 方式のような周波数が時間的に変化するＳＳ変調方式においては、1 MHz 幅に均等に分布した 10mW の場合より干渉電力が大きくなる。たとえば、モデル３のように拡散帯域幅を 26MHz としたときは、均等に分布したときに比べて干渉電力が約 14dB(＝10×log26)大きくなる。この数値はほぼ同等であり、低拡散率 SS 変調方式(狭帯域変調を含む)を許容したからといってFH方式に対し干渉条件が悪化することはない。

FH 方式の干渉確率は時間的なもので連続する干渉にならないが、必ずある割合で干渉を起こす。一方、低拡散率 SS 変調方式(狭帯域変調を含む)は周波数が合致してしまうと連続的な干渉になってしまうが、合致しなければまったく干渉にならないので、適当にチャネルを設定すれば多数の利用者が同一周波数帯を利

用できる。時間的確率と周波数合致確率を同列に比較するのは困難だが、少なくとも干渉条件によって低拡散率 SS 変調方式(狭帯域変調を含む)を疎外する理由はないと考えるのが妥当である。

## 4.7 高度システムのスプリアス発射の強度の許容値

小電力データ通信システムの周波数帯においては、使用周波数帯域内スプリアスを規定していなかったが、拡張予定の周波数帯に移動体識別装置が含まれるので、使用周波数帯域内スプリアスを規定しないと有効な周波数共用が困難である。占有周波数帯幅やチャネルセパレーションが固定であれば、隣接チャネル漏洩電力として帯域内スプリアスを規制できるが、変調方式や変調速度が固定されていない小電力データ通信システムの周波数帯では、使用周波数帯域内スプリアスの規制数値を一律に決定できない。そこで、変調速度(シンボルレート)から帯域内スプリアス規定する方法を検討する。詳細は、参考資料に示す。

### 4.7.1 基本的考え方

(1) 帯域外スプリアスは、現行小電力データ通信システムと同様の技術的条件を強制規格として規定することが望ましい。

(2) 周波数の有効利用及び移動体識別装置への干渉軽減を図るため、帯域内スプリアスに関する技術的条件を民間規格として規定し、かつ、帯域外スプリアスの許容値と連続性を有することが望ましい。

### 4.7.2 帯域内スプリアスに関する民間規格

(1) スペクトルマスク

帯域内スプリアスについては、図 4.3 に示すように、2,400MHz 以上 $f_L$ 以下及び $f_U$ 以上 2,483.5MHz 以下(スペクトルマスク外)の周波数帯におけるスプリアス発射強度の許容値は、25μW とする事が望ましい。ここで、

$f_0$：当該電波の中心周波数

$R_s$：変調速度

ＦＨ方式以外の場合

$f_U$： $f_0+(R_s\times1.2)$

$f_L$： $f_0-(R_s\times1.2)$

FH の場合

$f_U$：最高チャネル周波数＋($R_s$× 2 ×1.2)

$f_L$：最低チャネル周波数－($R_s$× 2 ×1.2)

$R_s$は変調速度(sps)に等しい周波数として計算する

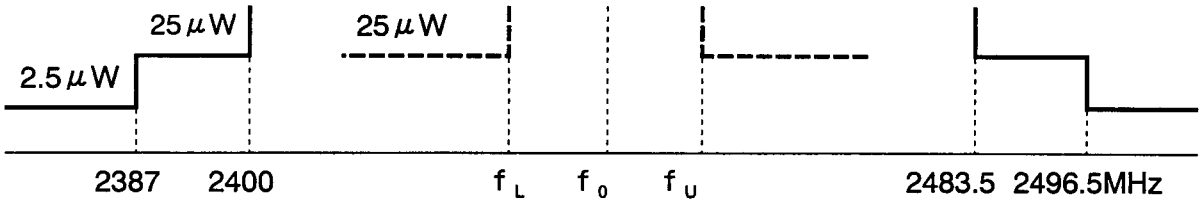



図 4.3 スペクトラムマスク

(2) 25μW の適否

無線設備規則第 7 条第 14 項で小電力データ通信システムのスプリアス発射の強度の許容値は給電線に供給される周波数毎の平均電力が、2,457MHz 未満及び 2,510MHz を超える周波数帯においては、2.5μW 以下、2,458MHz 以上 2,471MHz 未満及び 2,497MHz を超え 2,510MHz 以下の周波数帯においては、25μW 以下としている。この帯域外スプリアス許容値との整合を図ることが望ましい。当該周波数帯は ISM バンドであり、一般規則の 100μW を採用する方法も考えられるが、中心周波数が周波数帯の端に位置したときに矛盾を生じるので、25μW が妥当と考える。

## 4.8 高度システムのその他の無線諸元

### 4.8.1 ＳＳ方式の拡散帯域幅

現行システムにおいては、現在拡散帯域幅 500kHz 以上と規定されており、高度システムの拡散帯域幅も同様とすることが適当と考えられる。

### 4.8.2 ＦＨ方式における特定周波数での滞留時間

FH 方式の場合は平均電力の瞬間最大値が大きくなるので、ホッピングレートが遅くなると特定の周波数に長時間滞留してしまい、他の無線局に干渉を与えるおそれがある。そのため、同一周波数への滞留時間を制限する必要がある。干渉の面からはできるだけ滞留時間が短い方が望ましいが、極端に短くするのは技術的に困難であるし、ホッピングパターンの同期に必要な時間の割合が多くなるので周波数利用効率が落ちる。そのため、国際的な技術動向も踏まえ新たに滞留時間を 0.4 秒以下と規定することが適当と考えられる。

## 4.9 今後の検討課題

(1) OFDM 方式の検討

現在、5GHz 帯広帯域移動アクセスシステムや地上デジタルテレビジョン放送方式において導入が検討されている OFDM(Orthogonal Frequency Division MultiPlex)方式については、高度小電力データ通信システムにおける導入の要望の動向を踏まえつつ、今後検討することが適当である。

(2) 狭帯域変調方式等の空中線電力の規定方法

一定の通話品質を確保し、かつ、より高速通信を可能としたいというニーズに対応するため、狭帯域変調方式あるいは拡散率の低いＳＳ変調方式においても密度電力による空中線電力の規定が可能かどうかについて、周波数利用効率を踏まえつつ、今後検討することが適当である。

## Ⅴ　審議結果

無線ＬＡＮシステムの技術的条件のうち、準マイクロ波帯を使用する無線ＬＡＮシステムの高度化のための技術的条件について検討を行い、別添のとおり答申をまとめた。

別表１

# 電　気　通　信　技　術　審　議　会
# 無線ＬＡＮシステム委員会　構成員

| 氏　名 | 所　属 | |
|---|---|---|
| 清水　康敬 | 東京工業大学　大学院社会理工学研究科長 | ［委員長］ |
| 秋山　正樹 | 松下通信工業㈱　専務取締役 | |
| 飯田　徳雄 | (社)電信電話技術委員会　専務理事 | ~H10.12 |
| 堀崎　修宏 | (社)電信電話技術委員会　専務理事 | H10.12~ |
| 伊藤　泰彦 | 国際電信電話㈱　事業開発本部移動通信事業部審査役 | |
| 奥原　弘夫 | ㈱東芝　取締役情報通信・制御システム事業本部本部長 | |
| 加藤　孝雄 | ㈱日立製作所　取締役情報通信事業部長 | |
| 倉本　　實 | NTT 移動通信網㈱　常務取締役研究開発部長 | ~H10.12 |
| 酒匂　一成 | NTT 移動通信網㈱　取締役設備企画部長 | H10.12~ |
| 久留　　勇 | 日本ﾓﾄﾛｰﾗ㈱　代表取締役社長 | |
| 田中　和則 | 日本電信電話㈱　技術開発支援センタ担当部長 | |
| 田中　好男 | (財)電気通信端末機器審査協会　専務理事 | |
| ﾄｰﾏｽ P.ﾛｰｶﾞﾝ | 米国電子協会　日本担当部長兼日本事務所長 | |
| 長谷川　徹 | (財)ﾃﾚｺﾑｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞｾﾝﾀｰ　専務理事 | |
| ﾊﾟﾄﾘｯｸ ｷｬﾛﾙ | 欧州ﾋﾞｼﾞﾈｽ協会　通信・情報処理ｱﾄﾞﾊﾞｲｻﾞ | |
| 馬場　征彦 | 日本電気㈱　常務取締役交換移動通信事業本部長 | |
| 林　　豊 | 通信機械工業会　専務理事 | |
| 原　　昌三 | (社)日本ｱﾏﾁｭｱ無線連盟 | |
| 宮原　英明 | (社)電気通信事業者協会　専務理事 | |
| 森寺　章夫 | 富士通㈱　取締役移動通信・ﾜｲﾔﾚｽ事業本部長 | |
| 若尾　正義 | (社)電波産業会　常務理事 | |
| 事務局 | 郵政省電気通信局電波部移動通信課 | |

別表２

# 電気通信技術審議会無線ＬＡＮシステム委員会
# 無線ＬＡＮシステム・小電力無線設備合同分科会　構成員

| 氏　名 | 所　属 | |
|---|---|---|
| 内田　國昭 | (社)電波産業会　研究開発本部次長 | [主任] |
| 相原　重信 | 通信機械工業会　第二技術部長 | ~H11.2 |
| 吉村　裕光 | 通信機械工業会　サービス部 | H11.2~ |
| ｱｲﾘｰﾝ L ｼｮｰﾄ | ｸﾞﾛｰﾊﾞﾙｽﾀｰｼﾞｬﾊﾟﾝ(株)　日本代表 | ~H10.12 |
| 鈴木　一夫 | ｸﾞﾛｰﾊﾞﾙｽﾀｰｼﾞｬﾊﾟﾝ(株)　ｱﾄﾞﾊﾞｲｻﾞ | H10.12~ |
| 青木　直孝 | 日本ｱｲ･ﾋﾞｰ･ｴﾑ(株)　ES 事業ﾓｰﾋﾞﾙ&ﾈｯﾄﾜｰｸ製品部長 | |
| 伊藤　泰宏 | 日本放送協会　技術局開発センター | |
| 今久　喜寿 | (株)東芝　ｺﾝﾋﾟｭｰﾀﾈｯﾄｰﾜｰｸﾌﾟﾛﾀﾞｸﾄ事業部参事 | |
| 岩沢　　修 | 国際電気(株)　仙台研究所所長 | |
| 小田　　尚 | 日本無線(株)　ｼｽﾃﾑ機器事業部技術第３部 | |
| 岡坂　定篤 | (株)日立製作所　情報通信事業部 | |
| 北村　良之 | ｱﾝﾘﾂ(株)　産業機械事業部第２開発部課長 | |
| 久保　泰章 | 日本テレビ放送網(株)　技術局技術部送信担当副部長 | |
| 栗原　　猛 | (財)電気通信端末機器審査協会　企画調査部 | |
| 小松原 道正 | ｿﾆｰ(株)　ﾒﾃﾞｨｱﾌﾟﾛｾｼﾝｸﾞ研究所通信ﾗﾎﾞﾗﾄﾘｰ | |
| 児山　淳弥 | 三菱電機(株)　通信ｼｽﾃﾑ開発ｾﾝﾀｰ | |
| 篠永　英之 | ＫＤＤ(株)　技術企画部研究ｸﾞﾙｰﾌﾟﾘｰﾀﾞ | |
| 高橋　恒雄 | ｲﾝﾃﾙ(株)　ｺﾝｼｭｰﾏ･ﾌﾟﾗｯﾄﾌｫｰﾑ開発本部本部長 | |
| 高橋　正雄 | 松下通信工業(株)　ｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝｼｽﾃﾑ事業部 | |
| 玉眞　博義 | (社)日本ｱﾏﾁｭｱ無線連盟　業務部業務課 | |
| 徳田　清仁 | 沖電気工業(株)　社会基盤ｼｽﾃﾑ事業部高速無線ﾈｯﾄ開発ﾁｰﾑ<br>担当部長 | |
| 内藤　秀之 | 郵政省通信総合研究所　標準計測部測定技術課長 | |
| 野田　弘志 | (財)ﾃﾚｺﾑｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞｾﾝﾀｰ　第二証明部部長 | |
| 橋本　　明 | NTT 移動通信網(株)　無線ﾘﾝｸ開発部長 | |
| 本田　正徳 | 富士通(株)　移動通信ﾜｲﾔﾚｽ事業本部･ﾜｲﾔﾚｽｼｽﾃﾑ事業部 | |
| 元吉　　茂 | (社)電信電話技術委員会　第三技術部 | |
| 守倉　正博 | 日本電信電話(株)　ﾜｲﾔﾚｽｼｽﾃﾑ研究所ﾜｲﾔﾚｽﾏﾙﾁﾒﾃﾞｨｱ研究部<br>主幹研究員 | |
| 山本　雅男 | ｸﾗﾘｵﾝ(株)　情報通信技術部 | |
| 横田　知治 | 昭和電線電纜(株)　ﾈｯﾄﾜｰｸｼｽﾃﾑ開発室 | |
| 若山　郁夫 | 日本電気株　LAN 事業部専任部長 | |
| 事務局 | 郵政省電気通信局電波部移動通信課 | |

# 参　考　資　料

# 参考資料目次


参考資料１　HomeRFとBluetooth の概要 …… ７１

参考資料２　現状の移動体識別装置の仕様 …… ７２

参考資料３　IEEE802.11/TGbの状況 …… ７３

参考資料４　ISO/IECJTC/SC31/WG4(RFID) について
RFID国際標準化分科会（SC31）の審議概要 …… ７５

参考資料５　小電力無線局の高度化に対するアンケート等 …… ７８

参考資料６　周波数の共用化とシステム共存条件 …… ８７

参考資料７　干渉実験に係る検討 …… １１９

参考資料８　周波数共用に係る検討 …… １３８

参考資料９　周波数の利用方法 …… １４５

参考資料１０　適応周波数割当制御方式（PDCA:Packet Dynamic
Channel Allocation） …… １５２

参考資料１１　高度小電力データ通信システム（仮称）の
チャネルの検討 …… １５４

参考資料1

# HomeRF と Bluetooth の概要

表　HomeRF と Bluetooth の概要

| | HomeRF/SWAP* | Bluetooth |
|---|---|---|
| 目的 | 家庭、オフィス内無線 LAN | PC・周辺機器（携帯電話など）間の無線接続 |
| サービスエリア | 30m 程度 | 10m 程度 |
| ネットワーク構成 | Infrastructure Network | Ad Hoc Network が基本 |
| サービス内容 | 音声＋データ | 音声 or データ |
| プロトコル | IEEE 802.11 + DECT* | 独自 |
| 音声符号化 | ADPCM* 32kbps | CVSD*または Log PCM* 64kbps |
| 誤り訂正 | 音声 ： 再送<br>データ：上位層の ARQ* | 音声 ： FEC*<br>データ：FEC+上位層の ARQ |
| FH 速度 | 50 hop/s | 1600 hop/s |
| 発表 | 3'98 末 米国 | 5/20'98 英国 |

*SWAP: Shared Wireless Access Protocol

*CVSD: Continuous Variable Slope Delta modulation

*DECT: Digital Enhanced Cordless Telephone

*PCM: Pulse Code Modulation

*ADPCM: Adaptive Differential Pulse Code Modulation

*FEC: Forward Error Correction

*ARQ: Automatic Repeat reQuest

# 表 現状の移動体識別装置の仕様

| メーカ | 特徴 | 無線局種別 | | チャネル | | | | 占有 | | アンテナ | | | 送信時間 | | サービス | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 構内 | 特小 | 2440 | 2450 | 2455 | ch数 | 周波数帯幅 | 送信出力 | 利得 | 半値角 | 偏波 | 連続 | 間欠 | 距離 | 伝送速度 |
| A社 | リードオンリー | ○ | | ○N0N | | | 1ch;±10MHz | 約2MHz | 15mW | 3～12dBi | 60～30度 | 円偏波 | ○ | ○ | 5m | 38.4kbps |
| | リードライト | ○ | | | ○A1D | | ｽﾄﾘｯﾌﾟﾗｲﾝ共振 | 約2MHz | 15mW | 3～12dBi | 60～30度 | 円偏波 | ○ | ○ | 5m | 9.6kbps |
| | リードライト | | ○ | | ○A1D | | 30ch | 約1MHz | 10mW | 12dBi | 30度 | 円偏波 | ○ | ○ | 5m | 38.4kbps |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B社 | リードライト | ○ | | | ○A1D | | 1ch | ±200KHz | 0.3/2.2/80 mW | 3.5dBi | ±45°<br>±60° | 円偏波 | | | 0.1/0.5/2 m | 38.4kbps |
| C社 | リードライト | | ○ | | ○A1D | | 5ch程度 | | 10mW | 3dB | ±60° | 円偏波 | ◎ | ○ | 2m | 31.25kbps |
| | | ○ | | | ○A1D | | 未実施 | | 200mW | 11dB | ±45° | 円偏波 | ◎ | ○ | 10m | 31.25kbps |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D社 | 携帯機器<br>リードライト | | ○ | ○N0N起動用 | ○A1D通信用 | | 1ch:±5MHz<br>ｽﾄﾘｯﾌﾟﾗｲﾝ共振 | 300KHz | 10mW:A1D<br>6mW:NON | 5.8dBi:A1D<br>3.9dBi:NON | 60° | 円偏波 | | ○ | 3m | 31.25kbps |
| E社 | 電池無しタグ<br>リードライト | ○ | | ○N0Nパワ用 | | ○A1D信号用 | 5MHzセパ<br>3ch | | 300mW | 14dBi | 27° | 円偏波 | ◎ | ○ | 0.7m | 28.8kbps |
| F社 | リードライト | ○ | | | ○A1D | | 1ch:±5MHz<br>自励発振 | ±300KHz | 2mW | 12dBi | 37° | 垂直・水平 | ○ | ○ | 0.5m<br>2m | 10kbps |
| G社 | 国産 | | ○ | | ○A1D | | 100ch(ｼﾝｾ) | 300KHz | 10mW | 8dBi | 60° | 円偏波 | ○ | | 4m | 16kbps |
| | リードライト | | ○ | | ○A1D | | | | 10mW | 4dBi | | 円偏波 | ○ | | 2m | 16kbps |
| | 輸入品 | ○ | | | ○A1D | | 1ch;±10MHz | 1MHz | 3mW | 11dBi | | 円偏波 | ○ | ○ | 2m | 276kbps |
| | リードライト | ○ | | | ○A1D | | ｽﾄﾘｯﾌﾟﾗｲﾝ共振 | | 7mW | 4dBi | | 円偏波 | ○ | ○ | 1m | 3kbps |
| | | ○ | | | ○A1Dリード用 | ○A1Dライト用 | | | 3mW:リード<br>1mW:ライト | 11dBi | | 水平:リード<br>垂直:ライト | ○ | ○ | 2m | 3kbps |
| | | ○ | | | ○A1Dリード用 | ○A1Dライト用 | | | 3mW:リード<br>1mW:ライト | 14dBi | | 水平:リード<br>垂直:ライト | ○ | ○ | 5m | 3kbps |

干渉事例
- 移動体識別装置同士
- マイクロ波乾燥機
- マイクロ波医療機
- 電子レンジ(1～2m離せば問題無い)

干渉時の解決策
- アンテナの設置位置を変更
- 連続送信を間欠に変更した
- 電波吸収体を設けた

干渉問題で導入を断念した事例はない

# IEEE802.11/TGbの状況

IEEE 802.11の概要

IEEE 802.11は、北米におけるLAN/MANの地域標準化団体であるIEEE 802内の無線LANの標準化を目的とするワーキンググループとして、1990年に設立された。IEEE 802.11は、無線LANに適したMAC層とPHY層の標準化作業を中心とした活動を行い、MAC層としてCSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance)をベースとしたアクセス方式、PHY層として1/2Mbpsを実現する2.4GHz帯のFHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum)、DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum)方式及び赤外線の周波数拡散方式を標準化し、IEEE Std 802.11-1977標準として策定した。この標準は、1997年にISOにおいて、国際標準（ISO/IEC DIS 8802-11）として認められた。さらに、IEEE 802.11は、今後の新しい高速データサービスへの対応、広範な無線LANの普及を目指し、より高速なPHY層の標準化作業を開始した。この標準化作業を推進するため、IEEE 802.11は、1997年に2つのタスクグループ(タスクグループA(TGa)、タスクグループB(TGb))を設けた。これらのタスクグループは、

- TGa:5GHz帯で20Mbps程度の伝送速度を実現するPHY
- TGb:2.4GHz帯において、FHSSでは3Mbps以上、DSSSでは8Mbps以上の伝送速度を実現するPHY

をターゲットとし、IEEE 802のコンセプトである"同一MAC/複数PHY"に従い、IEEE 802.11で定めたMACに適した新しいPHYの標準化作業を進めている。

図1に、TGbのこれまでの活動内容及びスケジュールを示す。1997年11月～1998年1月に日・米・欧を中心とした企業から2.4GHz帯の高速無線LAN用基本変調方式として、7方式が提案された。これらの提案について、

- 雑音やマルチパスフェージングに対する耐性
- 無線LANの広い普及にも耐えられるシステムキャパシティの実現性
- 現状のISO/IEC DIS 8802-11標準準拠システムとの互換性・共存性
- コスト、実装等、無線機器の実現性

を中心とした観点から、共通の評価基準に基づいたシミュレーション等による比較検討を行い、1998年7月にCCK(Complementary Code Keying)*方式が基本変調方式として定められ、同年9月にはCCK方式に基づいた最初の標準化文書案(draft 1.0)が策定された。その主要パラメータを表1にまとめる。今後、TGbの活動スケジュールは、図1に示すように、1999年3月のIEEE 802.11での承認、2000年3月のIEEE

802 の承認に向けた作業が行われる。

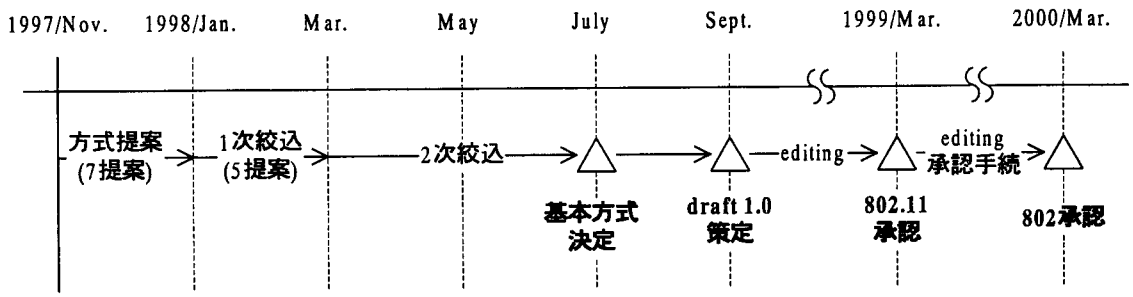



図 1 TGb の標準化スケジュール

表 1 現状の TGb 方式の主要パラメータ

| | |
|---|---|
| 変調方式 | CCK (Complementary Code Keying) |
| チップ変調方式 | QPSK/11Mchip/sec |
| チップシンボル数/CCK シンボル | 8 |
| サポートする伝送速度 | 11Mbps, 5.5Mbps, 2Mbps, 1Mbps |
| 帯域幅(FCC) | 83.5MHz(2400-2483.5MHz) |
| チャネル数 | 3 チャネル(5MHz セパレーションのうちの同時使用可能数) |

---

* : CCK (Complimentary Code Keying)

CCK では、高い Bit-rate を得るため固定の拡散符号ではなく、複数の拡散符号を用いて周波数拡散を行っている。従来考えられていた直接拡散方式同様、拡散符号により周波数拡散させた信号を、受信時には逆拡散の処理利得によって特定周波数からの干渉を効果的に排除するという基本動作を行っている。このため、CCK 方式も直接拡散方式の一方式と考えられる。

参考資料４

# ISO/IEC JTC1/SC31/WG4(RFID)について
# RFID 国際標準化分科会(SC31)の審議概要

## １．はじめに

ＳＣ３１/ＷＧ４への取り組みは、その審議内容が日本にとって利用の歴史やその技術的分野におけるレベルが高いこともあって、日本からも積極的に参画してきている。

RFID は日本ではデータキャリア(*1)と呼ばれ、国内では（社）日本電子工業振興協会(JEIDA)、エーアイエムジャパンの RFID 部会で１０年ほど前から関連諸活動がなされており、今回の国内取り組みは,この部会活動との共同の作業として日本の対応及び審議がなされてきている。

以下、ISO 会議の開催経過及び日本の対応について述べる。

*1：JIS X0500　用語

## ２．会議の開催経過

１９９８年１月のＩＳＯ/ＩＥＣ ＪＴＣ１　リオデジャネイロ総会でＳＣ３１の中に新規にワーキンググループ４（ＷＧ４）の設置についての活動と作業エリアの発表がされ、６月にＪＴＣ１の正式承認を得る。

従って正式会議としては１９９８年、平成１０年８月２６－２７日の両日開催された東京会議がＳＣ３１/ＷＧ４の正式、第一回会議となる。

それ以前では過去３回のアドホック会議がＷＧ４の設置と正式会議へのアプローチとして開催されている。

| | | |
|---|---|---|
| Adhoc-1. | コペンハーゲン会議 | （１９９７．０９） |
| Adhoc-2. | ロンドン会議 | （１９９７．１２） |
| Adhoc-3. | オスロ会議 | （１９９８．０７） |
| 第１回 | 東京会議 | （１９９８．０８） |

## ３.日本の対応

### ３.１　コペンハーゲン会議（Adhoc-第１回）

日本提案としては、まず標準化の全体構造を示唆することを目的とし、これらの理解として既に他のの応用分野でのＲＦＩＤの存在を認めた上でＳＣ３１（ＡＤＣ）に於けるＲＦＩＤの理解を示した上で、＜物用＞のＲＦＩＤと位置づけた。

具体的には、ＳＣ３１（ＲＦＩＤ）のシンタックス等のコモンアイテムは、これまでのバーコード、２次元コード等で決まっているコードを継承し、ＲＦインター

フェースはＳＣ１７、ＴＣ２０４等で決まっている規格が流用できるところは、これを尊重し流用する。

標準化構造として３レイヤー構造（コモンアイテム層、ＲＦインターフェース層、アプリケーション層）を提案、広く支持を得ることができた。

尚、この構造案はこの会議に先立ち、同年６月、ＡＩＭ／ＥＵ（ヨーロッパ）のＲＦＩＤ関係者の会合がロンドンで開催され、ＡＩＭ　Ｊａｐａｎから発表し、出席者の多数の賛同を得ている。

### ３.２　ロンドン会議（Adhoc-第２回）

・　アプリケーションの紹介

日本における最近のスマートカードとＲＦＩＤのアプリケーションについて紹介をした。

ＲＦＩＤによる実際のアプリケーションの大きなポテンシャルを示したが、実際にこの利便性を獲得するためには、世界的な規格か必要であることを強調した。

またＲＦＩＤの通信に使用する周波数としては、日本のメーカに中波帯の４００－５００ｋＨｚを使用し製品化している事例があり、下記周波数のうち５.８ＧＨｚの代わりにこの中波を提案したが、欧州では船舶用に使用している国があり、標準化の周波数としないこととした。

ＲＦＩＤの標準化の使用周波数としては国際的に使用が認められている４周波数を決定した。

１）１３５ｋＨｚ以下　　２）１３.５６ＭＨｚ

３）２.４５ＧＨｚ　　４）５.８　ＧＨｚ

である。

### ３.３　オスロ会議（Adhoc-第３回）

日本からは特別の提案事項はなかったが、ＲＦＩＤ機器の標準仕様の審議については、具体的な適用事例が必要との判断が示され、同時開催のＳＣ３１/ＷＧ２とのリエゾン会合も持たれ、東京会議への課題とされた。

過去３回のアドホック会議を経て議題は第１回東京会議へ引き継がれた。

### ３.４東京会議（第１回）

記念すべき第１回会議が東京で開催されたこともあって、日本からは総勢２１名の出席者となった。また提案と日本のＲＦＩＤ現状紹介を含め下記４テーマのプレセ

ンテーションを日本から行った。

1）**Present situation of RFID in Japan**

「日本に於けるＲＦＩＤの現状」と題して、以下の３項目について説明を行った。

① ＩＳＯ／ＩＥＣ　ＪＴＣ１／ＳＣ３１／ＷＧ４活動への取り組みを説明。
また活動主体としてＡＤＣ及びＡＤＣ／ＷＧ４委員会の構成企業についても説明。

② ＲＦＩＤアプリケーションの方向性としてカード型とタグ型について説明。

③ **日本に於ける関連法規制として、電波法とＲＦＩＤの運用周波数及び出力規制また人体曝露指針について欧米規制と日本の現状比較について説明。**

2）**Proposal for RFID Application in Supply Chain Model**

サプライチェーンモデルにおけるＲＦＩＤ応用事例の提案

本提案内要については、２章で詳述されているので省略する

3）**RFID Market and Applications in Japan**

日本に於けるＲＦＩＤ市場と応用事例

本提案内要については、４章で詳述されているので省略する。

4）**Necessity of RFID Measurement Standardization**

「ＲＦＩＤの性能評価測定法にかんする国際標準化の必要性」と題して、SC31/WG4 への追加作業アイテムの位置づけとして日本提案を行う。

## 4．むすび

標準化の最終目標は、国際並びに国内の異なったメーカで製造されたＲＦＩＤ機器が相互に一定の性能を有し、かつ互換性を持ち、もってユーザのＲＦＩＤシステムでの混在使用を可能にし、かつより信頼性の高い安全な機器の標準仕様を確立することである。

従って今後の提案への取り組みとしては、大規模アプリケーションはもとより、小さいながら数多くのＲＦＩＤ応用展開を計っている日本のＲＦＩＤ市場を背景に、

「Item Management」用ＲＦＩＤの要求事項を十分に把握した上で、これらを標準化の基本条件として位置づけ、ユーザ側に立った標準仕様を提案していかねばならない。

また数多くのメーカを有する日本ならではの技術面でも大きく寄与できると考える

日本での審議は常にこれらの点に着眼し、今後の提案を展開していくつもりである。

# 小電力無線局の高度化に対するアンケート等

2.4GHz 帯の小電力無線局の高度化利用に関するアンケート結果を示す。アンケートは企業サイドからのシステムの高度化に対する意見を調査し、現実的なニーズを明確にすることを目的とする。

調査は、主として「高度化の提案」、「ニーズ」について行われた。

## 1　アンケート調査の方法

### 1.1 調査項目

「２．４ＧＨｚ帯システムのアプリケーションの高度化に対する要求条件」及び「システムに対する要求条件」について調査を行った。調査結果の概要を表１及び表２に示す。

表　１：2.4GHz 帯システムのアプリケーションの高度化に対する要求条件

表　２：システムに対する要求条件

### 1.2 調査対象

(社)電波産業会の参加企業２５社に対し調査を行ったところ１８社から回答を得た。

### 1.3 アンケート結果の概要

また、利用ニーズについては、有線系 LAN の高速化に伴う「無線システムの高速化」や、最近の画像圧縮技術の導入による「画像情報の伝送」並びに音声、データ、画像などの「マルチメディア通信への利用」が望まれていることがわかった。

アンケートの結果、高度化利用に関しては、「無線 LAN の利用周波数帯域の拡大」が最も多く（46%）、続いて「制限事項の緩和」（32%）、「共用条件の見直し」（12%）の要望があった。

なお、高度化利用以外についてもいくつかの提案が出されていた。

## 2　システムに対する要求条件

### 2.1　無線システムの高速化

高速化の要求は有線系の通信速度の高速化に対応しより強くなっている。特にコンピュータの CPU 能力の高速化とコンテンツの大容量化が進むにつれて通信速度の高速化も非常に重要になっている。

現在では 2Mbps 程度が無線 LAN の実用化の主体であるが、11Mbps 程度の高速化の検討が進められている。

さらに、マルチメディア等に対応したより高速のシステム（例えば 25Mbps 以上）についても要求があり、対応が求められている。

### 2.2　画像情報の伝送

画像情報の利用は、FA の分野でのニーズが多く出されている。

(1) 建築用クレーン用モニタシステム

建築用クレーンの先端に取り付けると高層ビル、煙突、コンビナートのタンク等人命に危険のある高層建築物の状態確認ができる。

(2) 天井走行式マニピュレータ用モニタシステム

栽培プラントの天井走行式マニピュレータに取り付けると、植物の生育状態を確認して、テレコントロールで施肥、灌水、薬剤散布、出荷作業を行ったり、画像処理装置と組み合わせて自動化を行うこともできる。また、天井走行式マニピュレータほどの設備としなくても天井に電動ズームレンズ付きカメラを旋回台と一緒に取り付けることで植物の生育状態を事務所で確認することができるようになる。

(3) 自動搬送車用モニタシステム

自動搬送車は、その使用形態から無線化が必須であった。これまでは、テレコントロールなど制御信号だけを無線化していたが、画像伝送装置を取り付けることで、事務所にいながらにして自動搬送車の走行領域内を画像で確認できるようになる。この使い方ができると、これまで単に荷物の運搬だけに使われていた自動搬送車の機能が広がり、搬送後の荷物の確認や、生産ラインの稼働状況、機器の動作状況などを搬送の合間に画像で確認できる。いわば自動走行画像確認システムとなる。

(4) 特殊な場所で利用するモニタシステム

化学プラントなどで電気的、機械的に問題は無いが人命に危険がある場所で、目視確認をしたいが現状ではそれができない場所、または建築中の物件や工事現場の視察等、有線で固定設置するほどではないが時々状況を画像で確認したい場所で用いるモニタシステムへの利用が期待できる。

### 2.3 マルチメディア通信への利用

マルチメディア通信としては在宅医療や防犯システムなどが挙げられる。家庭用のシステムとしては HomeRF において検討されている。

## 3 2.4GHz 帯システムのアプリケーションの高度化に対する要求条件

### 3.1 無線 LAN の利用周波数帯の拡大による周波数利用効率の拡大

近年のモバイル通信およびモバイルコンピューティングへのニーズは年々増加傾向にあり、特に WindowsCE など小型の端末に適した OS の開発と相まってノートブック型コンピュータの小型・軽量化への技術開発の結果ユーザーに広く受け入れられつつある。また、PDA などの小型の通信端末もペン入力や音声入力の機能向上により更に多くのユーザーが利用するものと考えられる。

また 2.4GHz 帯を用いるシステムとして、ベンダー独自のシステムだけでなく標準仕様に基づくシステム化が進められている。

その 1 つは ISO/IEC8802.11 である。このシステムは最大 2Mbps の情報伝送速度をもつシステムで有線系イーサネットとの互換性のあるシステムである。この国際的な標準化効果により相互接続性の向上と機器のコスト低下は更に利用者数を増加させるものと予想されている。

このシステムは 2.4GHz の ISM バンドを用いる無線システムである。ISM バンドの利用

可能帯域は各国で指定された帯域が異なるため全く同じチャネル数を確保できるものではない。特に小電力データ通信システムにおいては 2Mbps(現在、IEEE802.11 においては 11 Mbps 程度の高速化を検討中。なお、10Mbps のシステムも一部実用化されているが)を超える高速の無線 LAN を構築する場合 DS 方式では 1 チャンネル分の帯域しか認められていないため、同一サービスエリア内でユーザー端末が増えた場合スループットの低下を招き非常に使い難いシステムとなる可能性がある。また、オフィスビル内で異なる企業がこの無線 LAN を導入した場合、アクセスポイントなどの無線局の設置の状況によっては隣り合った企業のシステムと干渉してお互いに通信を妨害する可能性も否定できない。もちろん家庭内で用いる場合にも同様の問題が発生する。一般家庭のユーザーの特性として直接的に電波の干渉を現象として理解することが難しいことを考えると、単一チャンネルしか利用できないシステムは普及の大きな妨げとなることは明白である。

無線 LAN がより高速化し、より多くのユーザーが利用することにより、まだ普及台数の少ない現時点ではあまり目立った障害とはなっていないチャンネル不足に伴うトラブルが増大するものと予想される。

このような問題を解決するには、複数チャンネルの設定等が可能なように、広帯域を利用できるようにすることが最も効果的であると考えられる。

このため複数のチャンネルが利用でき、ユーザーの増加を収容するための方策が強く望まれるところである。

ユーザ数の増加だけでなく無線通信のマルチメディア化による影響も考慮する必要がある。

家庭内無線システムとしてはマルチメディア通信の媒体として、2.4GHz 帯を利用しようとする動きがでてきている。現在 HomeRF/SWAP が標準仕様のまとめを行なっている。このシステムは音声とデータをサービスできるものである。

このシステムは動画伝送も視野に入れているが、第一段階としては、データおよび音声通信を目的とし、世界中で即時実現可能性を重視して、2.4GHz 帯の使用を決めている。

更にコンピュータの周辺機器においても無線化が進んでおり、Bluetooth がその 1 つである。このシステムは比較的近距離の無線通信を実現している。

HomeRF/SWAP と Bluetooth の概要

| | HomeRF/SWAP | Bluetooth |
|---|---|---|
| 目的 | 家庭、オフィス内無線 LAN | PC・周辺機器（携帯電話など）間の無線接続 |
| サービスエリア | 30m 程度 | 10m 程度 |
| ネットワーク構成 | Infrastructure Network | Ad Hoc Network が基本 |
| サービス内容 | 音声＋データ | 音声 or データ |
| プロトコル | IEEE 802.11 ＋ DECT | 独自 |
| 音声符号化 | ADPCM 32kbps | CVSD または LogPCM 64 kbps |
| 誤り訂正 | 音声 ： 再送<br>データ：上位層の ARQ | 音声 ： FEC<br>データ：FEC+上位層の ARQ |
| FH 速度 | 50 hop/s | 1600 hop/s |
| 発表 | 3'98 末 米国 | 5/20'98 英国 |

このようにデータだけでなく音声または画像を組み合わせたマルチメディア化が今後オフィス並びに家庭内の無線通信において急速に普及するであろうと予想される。

先に述べたが、このような広帯域通信が非常に接近した場所で使用されることが予想されるためチャンネル間の干渉を防止/軽減する方策として複数のチャンネルを利用できる周波数帯域を確保しておくことが必要と考える。

## 4 制限事項の緩和への要求

### 4.1 無線 LAN の SS 変調の制限の緩和について

この要求は短距離において高速伝送したい場合に狭帯域変調方式（例えば、シングルキャリア方式）や OFDM 等のマルチキャリア方式が選択できるためシステムに最適の方式が選定できるようになり、コストを含めた適切なシステムを提供することを目的としている。

ただし、一方では ISM バンドを使用する全てのシステムに対して SS 変調の制限をすべきとの意見もあり、複数のシステム間の周波数共用条件の検討の中で議論する必要がある。

### 4.2 拡散率の制限の緩和について

小電力データ通信システムにおいては、拡散率が 10 倍以上必要であると規定されている。この制限により今後新たな国際的な規格が現われた場合などに対応することができないことが予想される。特にデファクト標準に対しては国際標準よりもその制定速度が早く、しかしながらこれらに対応して国内の関係諸規定を変更することも困難であるため、この拡散率に関する制限を緩和することが望まれている。ただし、拡散率の制限をどの程度緩和できるかについては複数のシステム間の周波数共用条件の検討の中で議論する必要がある。

### 4.3 電気通信回線設備への接続緩和について

現行小電力データ通信システムにおいてはその用途を「主としてデータ信号の伝送のた

めの無線通信を行なうもの」との記述がある。コンピュータネットワークを考えると音声、画像、およびデータそれぞれの信号がデジタル化されている場合、いわゆるマルチメディアデータとして取り扱われるべきであるとの意見が多い。

具体的には先に紹介したHomeRFやBluetoothのシステムがこれに該当する。

勿論、これらの設備が誤接続防止機能を有することを証明したものに限り、許可されることを前提とすべきである。

同じように移動体識別からも電気通信回線設備への接続要求があった。

## 5 共用条件の見直し

### 5.1 周波数割り当ての再検討

この提案はISMバンドの全てを無線LANと移動体識別に解放する内容である。

例えば、

| 領　域 | 優 先 区 分 |
|---|---|
| A領域 | 小電力データ通信システム優先 |
| B領域 | 移動体識別優先 |
| C領域 | 小電力データ通信システム優先 |

のような3つの優先区分を設定して、運用する案が提案されている。

この提案は周波数の利用効率の拡大を目的としている。既存のシステムと新しいシステムの共存性のために変調方式などの変更も必要であると提案している。

### 5.2 ISMバンド全般の方式等の再構成

この提案は現行あるISMバンドのシステムを現状のままでなく、抜本的に変更して最初から各種のシステムが共存できることを前提に規格を作り直すべきであるとの内容である。

例えば、１０年程度の猶予期間を設けて周波数の割り当てを見直す提案である。

具体的な割り当てについては具体的に提案されていない。

他にはISMバンドを使用するシステムはこのバンドの持つ特殊性から全て電波干渉に強いSS方式を採用すべきであるとの提案もあった。

これらの要望についてはいかに既存のシステムを保護するかについての配慮が必要であり、現在稼働中のシステムへの影響も大きいことが予想される。従って、これらの要望を優先もしくは前提とした検討を行うことは困難と思われる。

### 5.3 キャリアセンス条件の再検討

この提案は明確なセンス規定のない小電力データ通信システム間において、同じエリアにおいて共存することができない状態を想定した対策のための要望である。ISO/IEC8802.11においてはキャリアセンスのしきい値が規定されておりこれらを参考にセンス規定を導入することを提案している。

ただし、この要求に対してはセンス規定を現行のとおり必須とすべきでないとの反対意見もある。

キャリアセンスが共存のための必須条件であるあるか、否かについては技術的にも実務的にも有効で且つ、効果のある基準が設定可能であるかについて第3章以降で検討する必要がある。

### 5.4 連続送信時間条件の再検討

この提案は上記キャリアセンスを必須条件とする場合に組み合わせて要求される内容である。現在、送信時間の制限がないため、キャリアセンスを必須とした場合、送信可能な状態を強制的に制限しておく必要がある。提案の中では 3 秒程度が出されているが、第3章以降の検討の中ではこの数値の妥当性についても検討する必要がある。

## 6 その他の要望

ここで記述する事項は 2.4GHz 帯の高度化利用に直接結びつくものではないが、例えばメーカーサイドからの検査検定手続きをより効率化できる等改善が希望される事項、および小電力無線局の定義に関する合理化への要望である。

### 6.1 小電力データ通信システムの技術的条件の緩和

ここでの提案は小電力データ通信システムの規定内容をより精選して合理的な内容にすることを目的としている。

先ず、「技術基準を遵守することを主眼とする製造者責任」の考えを取り入れて例えば、周波数偏差、空中線電力の下限値などの品質に関する規定を削除しても電波障害に繋がることはないとの提案である。

次に、小電力データ通信システムでは拡散帯域幅の 90%の占有帯域幅と規定されているが、一般に占有帯域幅の定義は、99%占有帯域幅で規定されているため、二重規格を避け統一すべきであるとの提案もある。

更にビット同期信号の条件については、使用する符号や通信制御 IC によっては 01 の繰り返しが困難な場合があり条件の緩和が望まれている。

### 6.2 呼び出し名称の登録の緩和について

この要求は移動体識別から要望されている項目である。

移動体識別は、FA 分野での応用から始まったが、92 年に特定小電力移動体識別装置としての認可を受けて以来、駐車場管理，入退出管理，物流管理などの分野への利用が広まっており高周波デバイスの低廉化に伴いシステムコストの低下で、市場は毎年 10～20%の成長を続けている。

しかしながら、この移動体識別の市場が広がるとともに、混信などのトラブルが出てきている。

このような問題は今後益々増加するものと危惧されており早期の改善が期待されている。

このようなトラブルの原因の 1 つに移動体識別の周波数は一波固定のものとして登録・管理されていることがあげられる。

例えば、ある場所で移動体識別を導入したが、エリアの拡大のため新たに呼び出し機を増設したり、他のシステム併設しようとする場合変更申請なしで簡単にチャンネルを変更することができないため、混信が避けられない状況にある。

このような問題を解決するために、周波数を固定しないで、定められたバンドの中で設定・変更可能な柔軟性のある内容に変更することが望まれている。

### 6.3 送信出力の規制の緩和について

この項目は単に2.4GHz帯の小電力無線局に限った問題ではないが、特に国際的に共通性の高いISMバンドの特性を考慮すると送信出力を10mWに限定されていることにより外国からの機器の導入のために共用化が進まない状況がある。これは単に外国からの導入だけでなく、外国への輸出においても個別の仕様設定を行なう必要があるため個別管理する必要がある。もし共用化が進めばこのような個別管理が不要になり、さらにコストを下げることも可能となって、結果的にユーザーに対してもメリットが期待できると考える。

このような観点から送信出力に対する規制を諸外国と同等に緩和されることを望む意見もある。

移動体識別に関する規格概要

| | 利用周波数範囲 | 出力 | 根拠 |
|---|---|---|---|
| 欧州 | 2400～2483.5MHz | 500mW(EIRP) | I-ETS 300　400 |
| 米国 | 2400～2483.5MHz | 1W(Max) | FCC Part 15 |

ただし、2.4GHz帯の高度化の検討においてはこれ以上に検討することは検討の範囲から適当でないと判断されるため第3章以降においての検討は行わない。

### 6.4 新たな周波数帯の確保

移動通信のために割り当て可能な 2.500GHz～2.655GHz の中で、より広い周波数が利用できるように再配置する提案があった。

また、900MHz帯と2.4GHz帯を併用したコードレス電話が外国で実用化されておりこのシステムの導入が可能になるようにとの要望もあった。

この要望についても 2.4GHz 帯の高度化の観点から検討の対象として適当でないと判断される。

アンケート結果をまとめ本報告書で検討すべき事項を整理すると、高度利用化のニーズに基づく検討の範囲としては表1の中の「高度化関連」に該当する項目とする。

## 表　1：　2.4GHz帯小電力無線の高度化利用に関する提案

| 大分類 | 要求項目 | サブ項目 | 要求度数 | 小電力データ通信システム | | | 移動体識別 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 電波法レベル | 高度化関連 | 高度化以外 | 電波法レベル | 高度化関連 | 高度化以外 |
| 無線LANの利用帯域の拡大 | 利用周波数帯を広げて，ユーザーの増加を収容可能にする | | 31% | | ○ | | | | |
| | 利用周波数帯を広げて，マルチメディア化に対応 | | 15% | | ○ | | | | |
| 制限事項の緩和 | 無線LANのＳＳ変調方式の制限の緩和 | | 8% | | ○ | | | | |
| | 拡散率の規制緩和 | | 8% | | ○ | | | | |
| | 用途規制を定めない | 電気通信回線設備へ接続可能とする | 8% | | ○ | | | ○ | |
| | 呼び出し名称登録の緩和 | | 3% | | | | | | ○ |
| | 送信出力の規制緩和 | | 5% | ○ | | | ○ | | |
| 共用条件の見直し | 周波数割り当ての再検討 | ISMバンドを3つに区分し、優先するシステムを明確化 | 3% | | ○ | | | | |
| | ISMバンド全般の方式などの再構成 | ISM帯は全てSS方式に限定 | 3% | | ○ | | | | |
| | キャリアセンスの再検討 | | 3% | | ○ | | | | |
| | 連続送信時間の再検討 | | 3% | | ○ | | | | |
| その他 | 小電力データ通信システムの技術的条件緩和 | 空中線電力下限の緩和 | 3% | | | ○ | | | |
| | | 周波数偏差の項目削 除 | 3% | | | ○ | | | |
| | | 拡散帯域幅の定義変更 | 3% | | ○ | | | | |
| | | ビット同期信号条件の緩和 | 3% | | | ○ | | | |
| | 新たな周波数の確保 | 2.5GHz～2.655GHz帯の確保 | 3% | | | ○ | | | |
| | | 900MHzと2.4GHzを併用する | 3% | | | ○ | | | |

## 表２　2.4GHz帯小電力無線のニーズ

| 大分類 | 用途 | システムの具体例 |
|---|---|---|
| データ通信 | 映像系の大容量データ通信 | |
| | CADデータ通信 | |
| | 多数の端末を収容するシステム | POS |
| | オフィス用高速無線LAN | |
| | 中速FA－LAN | NCとの通信、無人台車の制御、携帯端末との通信 |
| | バーコード機器 | |
| | テレコン分野 | |
| | 電子式価格表示器 | |
| | 事業用アクセス系 | |
| 画像伝送 | 画像伝送 | 遠隔監視システム |
| 音声系通信 | コードレス電話 | |
| マルチメディア通信 | 音声／データ伝送システム | HomeRF、Bluetooth |
| | 画像／音声伝送システム | 在宅医療、防犯システム |

# 周波数の共用化とシステム共存条件

現在，2.4GHz 帯のＩＳＭバンドを使用している機器は無線ＬＡＮを代表とする小電力データ通信システム，電子レンジを代表するＩＳＭ機器，無線タグを使った移動体識別装置，ＶＩＣＳとアマチュア無線で，各システムは多少の周波数の重複はあるものの用途別に周波数帯を分けて運用している。しかし，１章，２章の需要動向，高度化のニーズから明らかなように各システムに割り当てられた現在の帯域幅ではこれらに対応することが不可能である。さらに、ＭＳＳが今後この帯域を使う予定であることも考慮し、現在の用途別の帯域制限を見直し各システムの要求を満足するための共用化策を検討する。

## 1　2.4GHz 帯共用モデルの検討

### 1.1　概要

ＩＳＭバンドで周波数を共用する可能性のある機器の標準モデルを想定し、各モデル間の与干渉・被干渉距離の計算を行い、共用化の検討材料とする。

(1)　モデル化するシステムの選定

①　小電力データ通信システム
②　ＩＳＭ機器
③　移動体識別装置
④　アマチュア無線
⑤　ＭＳＳ
⑥　ＶＩＣＳ

(2)　与干渉電力の想定

システムモデルごとの送信電力およびアンテナ利得からＥＩＲＰを想定する。たとえば，アンテナ利得 10dBi，給電線損失２dB のとき，送信機のアンテナ端子で 30dBm であれば，ＥＩＲＰは 38dBm となる。

(3)　耐干渉入力の想定

システムモデルごとに標準通信モデルを想定し，その状態での受信入力を計算する。この標準受信入力からジャミングマージン分下げたレベルを耐干渉入力とする。ジャミングマージンは各モデルごとに想定する。耐干渉入力はアンテナ利得を含めた絶対値(dBm)で表現する。たとえば，アンテナ利得 10dBi，給電線損失２dB のとき，受信機のアンテナ端子で－80dBm であれば，耐干渉入力は－88dBm となる。

なお，アマチュア無線のように通信距離が不定の場合は標準受信入力を想定できないので，受信機内部雑音や外部雑音から想定される最高受信感度を耐干渉入力とする。

(4)　伝搬損失モデルの想定

各システムごとに適当な伝搬損失モデルを想定する。伝搬環境が同一であれば，原則的には希望波および干渉波の伝搬損失モデルは同一とする。

①　自由空間損失　　自由空間として計算
②　奥村カーブ・秦式　　開放地，郊外，都市(大，中小)で，１km 以上のとき
③　ｎ乗　　屋内のとき。ｎは 3.5 程度

(5)　干渉条件

小電力データ通信システムのＳＳ変調波は他システムにとって疑似雑音であり，他システムの狭帯域変調波は小電力データ通信システムで逆拡散されるので疑似雑音として扱える。したがって，干渉レベルの計算は白色雑音として扱うものとする。

干渉波の送信帯域幅より希望波の受信帯域幅が広い場合は，干渉波のＥＩＲＰが干渉電力となる。逆に，干渉波の送信帯域幅より希望波の受信帯域幅が狭い場合は，干渉電力を次の

式で計算する。

干渉電力＝干渉波のＥＩＲＰ×希望波受信帯域幅／干渉波占有帯域幅

(6) 与・被干渉の計算

ＥＩＲＰ，耐干渉電力(絶対値)および送受信帯域幅が分かれば，適当な伝搬モデルを想定して伝搬損失を計算するだけで干渉の有無あるいは被干渉距離を計算することができる。

## 1.2.各システムのモデル化

各システム内でも多くの機種があり，それらすべてに対して検討を加えるのは困難である。そこで，各システムごとにモデルを想定し，モデル間での干渉を検討するものとした。

なお，干渉条件の裏付けは別章で記述する。

### (1) 小電力データ通信システム用無線装置

表 1.1 小電力データ通信システム用無線装置のモデル

| | | | モデル1 | モデル2 | モデル3 | モデル4 | モデル5 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 前提条件 | 用途 | | ＬＡＮ | ＬＡＮ | ＬＡＮ | モデム | モデム | |
| | 伝送速度 | | 10Mbps | 2 Mbps | 1 Mbps | 256kbps | 32kbps | |
| | 変調方式 | ＳＳ | ＤＳ | ＤＳ | ＦＨ | ＤＳ | ＤＳ | |
| | | 無線 | ＱＰＳＫ | ＱＰＳＫ | ＢＰＳＫ | ＢＰＳＫ | ＢＰＳＫ | |
| | 拡散率 | | 11 | 11 | 11 | 31 | 31 | |
| | 送信出力 | /MHz | 10mW/MHz | 10mW/MHz | 10mW/MHz | 10mW/MHz | 10mW/MHz | |
| | | 計 | 30dBm | 24dBm | 24dBm | 21dBm | 13dBm | |
| | アンテナ利得 | 送信 | 2 dBi | 2 dBi | 2 dBi | 2 dBi | 2 dBi | |
| | | 受信 | 2 dBi | 2 dBi | 2 dBi | 2 dBi | 2 dBi | |
| | 給電線損失 | 送信 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | |
| | | 受信 | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | |
| | 使用環境 | | 屋内 | 屋内 | 屋内 | 屋外 | 屋外 | |
| | 通信距離 | | 30m | 30m | 30m | 100m | 1 km | |
| | 所要ＢＥＲ | | 10－5 | 10－5 | 10－5 | 10－4 | 10－3 | |
| | ＮＦ | | 6 dB | 6 dB | 6 dB | 6 dB | 6 dB | |
| | 受信機雑音 | | －88dBm | －94dBm | －105dBm | －97dBm | －105dBm | |
| | 装置ﾏｰｼﾞﾝ | | 3 dB | 3 dB | 3 dB | 3 dB | 3 dB | |
| | 干渉ﾏｰｼﾞﾝ | | 10dB | 10dB | 10dB | 10dB | 10dB | |
| 干渉条件 | 周波数範囲 | | 2.4～2.5GHz | | | | | |
| | 送信帯域幅 | | 100MHz | 26MHz | 26／2MHz | 13MHz | 2 MHz | |
| | 受信帯域幅 | | 100MHz | 26MHz | 2 MHz | 13MHz | 2 MHz | |
| | ＥＩＲＰ | | 32dBm | 26dBm | 26dBm | 23dBm | 15dBm | |
| | 耐干渉入力 | | －70dBm | －76dBm | －76dBm | －76dBm | －98dBm | 受信ｱﾝﾃﾅ利得込み |

(2)　ＩＳＭ機器

表 1.2　ＩＳＭ機器のモデル

| | | モデル１ | モデル２ | モデル３ | モデル４ | 備　　考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 前提 | 構　　成 | 電子レンジ | 電子レンジ | ﾊｲﾊﾟｰｻｰﾐｱ | 加熱器 | |
| | 用　　途 | 家庭用 | 業務用 | 医療用 | 業務用 | |
| | 出　　力 | 500W程度 | １kW 程度 | 150W(*1) | 18kW(*2) | マグネトロン出力 |
| 干渉条件 | 周波数範囲 | 2450±50MHz | | | | |
| | 送信帯域幅 | 狭帯域 | 狭帯域 | 狭帯域 | 狭帯域 | |
| | 受信帯域幅 | ― | ― | ― | ― | |
| | ＥＩＲＰ | 32dBm | 35dBm | | | |
| | 耐干渉入力 | ― | ― | ― | ― | |

*1「Ａｌｏｋａハイパーサーミア装置ＨＭＳ－０２０型」の例。
*2印刷システムに含まれる「乾燥機」の例。1.5kW出力のマグネトロンを１２台装備。乾燥機を紙が通過するためのスリットから強力な漏れ電波あり。

(3) 移動体識別装置

表 1.3 移動体識別装置のモデル

| | | | | モデル1 | モデル2 | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 前提条件 | 無線局種別 | | | 構内無線 | 特定小電力 | |
| | 用　途 | | | 長距離伝送 | 短距離伝送 | |
| | 変調方式 | | | N0N，A1D 他 | N0N，A1D 他 | |
| | 送信出力 | | | 300mW(25dBm) | 10mW(10dBm) | |
| | アンテナ利得 | 質問 | 送信 | 11dBi | 11dBi | |
| | | | 受信 | 11dBi | 11dBi | |
| | | 応答 | 送信 | 2dBi | 2dBi | |
| | | | 受信 | 2dBi | 2dBi | |
| | 給電線損失 | | 送信 | 0dB | 0dB | |
| | | | 受信 | 0dB | 0dB | |
| | 応答器損失 | | | 10dB | 10dB | |
| | 使用環境 | | | 屋内／屋外 | 屋内／屋外 | |
| | 通信距離 | | | 5 m | 2 m | TR-1 はいずれも 2 m |
| | ＮＦ | | | 13dB | 13dB | 参考値 |
| | 受信機雑音 | | | －118dBm | －118dBm | 参考値 |
| | 伝播ﾏｰｼﾞﾝ | | | 10dB | 10dB | タグの姿勢変動など |
| | 干渉ﾏｰｼﾞﾝ | | | 10dB | 10dB | |
| 干渉条件 | 周波数範囲 | | | 2440MHz 帯　2427～2453MHz<br>2450MHz 帯　2434.25 ～ 2465.75MHz<br>2455MHz 帯　2439.25 ～ 2470.75MHz | | |
| | 送信帯域幅 | | | 狭帯域 | 狭帯域 | |
| | 受信帯域幅 | | | 32kHz | 32kHz | |
| | ＥＩＲＰ | | | 36dBm | 21dBm | アンテナ利得 11dBm |
| | 耐干渉入力 | | | －98dBm | －97dBm | 受信アンテナ利得(11dB)込み |

参考　パラメータは RCR TR-1「移動体識別装置研究開発報告書」のモデルＡの値を採用した。

(4) アマチュア無線

表 1.4 アマチュア無線のモデル

| | | | モデル1 | モデル2 | モデル3 | モデル4 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 前提条件 | 構成 | | 中継局 | 固定局1 | 固定局2 | 固定局3 | |
| | 用途 | | 音声通信 | 音声通信 | 音声通信 | 映像通信 | |
| | 変調方式 | | FM | FM | SSB(AM) | TV(FM) | |
| | 送信出力 | | 2W(33dBm) | 2W(33dBm) | 2W(33dBm) | 2W(33dBm) | |
| | アンテナ利得 | 送信 | 15dBi | 24dBi | 24dBi | 24dBi | |
| | | 受信 | 15dBi | 24dBi | 24dBi | 24dBi | |
| | 給電線損失 | 送信 | 4dB | 2dB | 2dB | 2dB | |
| | | 受信 | 4dB | 2dB | 2dB | 2dB | |
| | 使用環境 | | 屋外 | 屋外 | 屋外 | 屋外 | |
| | 通信距離 | | 不定 | 不定 | 不定 | 不定 | |
| | 所要S／N | | 10dB | 10dB | 10dB | 20dB | |
| | NF | | 10dB | 10dB | 10dB | 10dB | |
| | 受信機雑音 | | -122dBm | -122dBm | -129dBm | -92dBm | |
| | 干渉マージン | | 10dB | 10dB | 10dB | 10dB | |
| 干渉条件 | 周波数範囲 | | 受信 2405 ～ 2407MHz<br>送信 2425 ～ 2427MHz | 2405 ～ 2424.5MHz<br>2425 ～ 2431MHz | 2400 ～ 2405MHz<br>2424 ～ 2424.5MHz | 2421 ～ 2450MHz | |
| | 送信帯域幅 | | 16kHz | 16kHz | 3kHz | 16MHz | |
| | 受信帯域幅 | | 16kHz | 16kHz | 3kHz | 16MHz | |
| | EIRP | | 44dBm | 55dBm | 55dBm | 55dBm | |
| | 耐干渉入力 | | -146dBm | -157dBm | -131dBm | -116dBm | 受信ｱﾝﾃﾅ利得込み |

(5) ＭＳＳ

ＭＳＳのサービスリンク下り回線は、2483.5 MHz～2500 MHz を使用するため、無線 LAN の利用周波数帯域 2471 MHz～2497 MHz と一部周波数が重複する。表 1.5 に MSS のモデルをまとめる。尚、表 1.5 の各パラメータは ITU の TG 4/5 Report に規定されている LEO D を参照している。

表 1.5　MSS のモデル

| | | | モデル 1 | モデル 2 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|
| 前提条件 | 構成 | | 衛星局 | 端末局 | |
| | 用途 | | 音声通話 | 音声通話 | |
| | 変調方式 | | SS | SS | |
| | 送信電力 | ／CH | 最大 46 dBm(EIRP) | | 1 チャネル当たり |
| | | 計 | 最大 57 dBm(EIRP) | | |
| | チャネル数 | | 13 | | |
| | 送信帯域幅 | | 1.25 MHz | | 1 チャネル当たり |
| | 衛星高度 | | 1,414 km | － | |
| | 通信距離 | | 1,414～3,504 km | 1,414～3,504 km | |
| | 衛星機数 | | 48 機 | － | |
| | 軌道面数 | | 8 | － | |
| | 可視衛星仰角 | | － | 最低 10 度 | |
| | ﾎﾞｲｽｱｸﾃｨﾋﾞﾃｨ | | 0.4 | 0.4 | |
| | 所要受信入力 | | － | | |
| | 干渉マージン | | － | | |
| 干渉条件 | 周波数範囲 | | 2483.5～2500 MHz | | 下りリンク |
| | 送信帯域幅 | | 16.5 /1.25 MHz | － | |
| | 受信帯域幅 | | － | 1.25 MHz | |
| | EIRP | | 最大 57 dBm/46 dBm | － | |
| | 耐干渉入力 | | － | | 受信アンテナ利得込み |

(6)　ＶＩＣＳ

表 1.6　ＶＩＣＳのモデル

| | | | モデル１ | モデル２ | 備　　考 |
|---|---|---|---|---|---|
| 前提条件 | 構　　成 | | 路上局 | 車載局 | |
| | 用　　途 | | 交通情報データ伝送 | | |
| | 変調方式 | | データ：GMSK，位置検知：ＡＭ | | ２重変調 |
| | 伝送速度 | | GMSK：64bps，ＡＭ：１kHz 方形波 | | |
| | 送信出力 | | 10mW(10dBm) × 2 | － | ２方向に出力 |
| | ｱﾝﾃﾅ利得 | 送信 | 7 dBi | － | |
| | | 受信 | － | 2 dB * | *:メーカによって異なる |
| | 給電損失 | 送信 | 3 dB | － | |
| | | 受信 | － | 0 dB * | *:ｱﾝﾃﾅ部に LNA があるので 0dB とした |
| | 使用環境 | | 屋外 | 車内 | |
| | 通信距離 | | 90m | | |
| | ＣＤレベル | | － | －65dBm | |
| | 干渉ﾏｰｼﾞﾝ | | － | 10dB | |
| 干渉条件 | 周波数範囲 | | 2499.7MHz | | |
| | 送信帯域幅 | | 85kHz | － | |
| | 受信帯域幅 | | － | (85kHz) | |
| | ＥＩＲＰ | | 14dBm | － | |
| | 耐干渉入力 | | － | －75dBm | ＣＤレベルから 10dB ダウンとした |

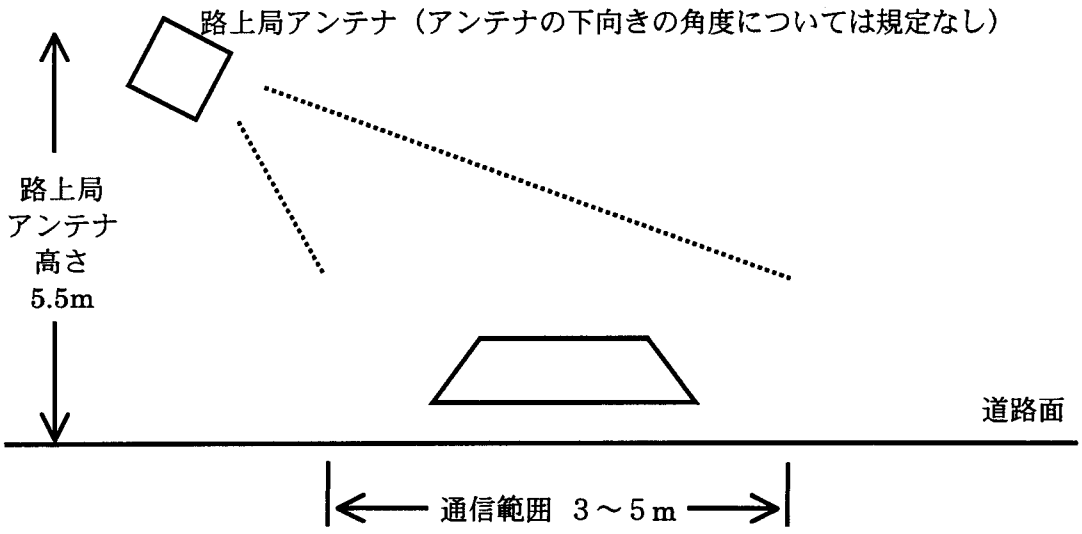



図 1.1　ＶＩＣＳのモデル

## 1.3 与干渉電力

(1) 小電力データ通信システム用無線装置

小電力データ通信システムの規格である送信出力 10mW/MHz・アンテナ利得 2.14dB と送信帯域波からＥＩＲＰを次のように想定する。

表 1.7 小電力データ通信システムの与干渉電力

| | | モデル１ | モデル２ | モデル３ | モデル４ | モデル５ | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 変調方式 | | ＤＳ | ＤＳ | ＦＨ | ＤＳ | ＤＳ | |
| 伝送速度 | | 10Mbps | 2 Mbps | 1 Mbps | 256kbps | 32kbps | |
| 送 信 | /MHz | 10mW | 10mW | 10mW | 10mW | 10mW | |
| 出 力 | 計 | 30dBm | 24dBm | 24dBm | 21dBm | 13dBm | |
| ｱﾝﾃﾅ利得 | | 2 dBi | 2 dBi | 2 dBi | 2 dBi | 2 dBi | |
| 給電損失 | | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | |
| 送信帯域幅 | | 100MHz | 26 ／ 2MHz | 26MHz | 13MHz | 2 MHz | |
| ＥＩＲＰ | | 32dBm | 26dBm | 26dBm | 23dBm | 15dBm | |

① 送信電力の計算

送信電力は，送信帯域幅×MHz 当たりの電力で計算した。たとえば，モデル１の場合は

10mW/MHz×100MHz＝１W(30dBm)

となる。実際の装置では，送信スペクトラムが平坦でないのと帯域制限フィルタの偏差から，この計算値より少ない送信電力となる。

② モデル３(ＦＨ)の送信帯域幅

ＦＨの場合は，瞬間的に見ると送信帯域幅２MHz でＥＩＲＰ24dBm の送信となる。

(2)　ＩＳＭ機器

1）電子レンジ

ＲＣＲ　ＴＲ-２７の数値を基準として見直した(ＲＣＲ　ＴＲ-２７に計算ミスがあり，実際より大きなＥＩＲＰとなっているので訂正した)。

①　計算結果

家庭用電子レンジのＥＩＲＰ＝32dBm

測定値は dBm／MHz 表記であるが，電子レンジは拡散しているわけではなく，周波数変動が周波数ホッピング的なだけであるので，そのまま dBm 値を採用した。

業務用は出力電力 1 kW として，家庭用より 3 dB 大きくした。

業務用電子レンジのＥＩＲＰ＝35dBm

②　計算過程

計算過程を下表に示す。表中の数値は『ＲＣＲ　ＴＲ-２７の 107 ページ表１』を用いた。

表 1.8　家庭用電子レンジの不要輻射測定結果(負荷あり)

| 番号 | 装置 | 出力電力 [W] | 帯域内最大等価不要輻射電力 水平面内最大値 2450±50MHz [dBm／MHz] | [mW／MHz] | 測定距離 [m] | 備　　考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | A | 600 | 22 | 158 | 1 | |
| 2 | B | 500 | 17 | 50 | | |
| 3 | C | 500 | 16 | 40 | | |
| 4 | D | 500 | 15 | 32 | | |
| 5 | E | 500 | 16 | 40 | | |
| 6 | F | 600 | 27 | 501 | 3 | |
| 7 | G | 500 | 31 | 1259 | | |
| 8 | H | 600 | 29 | 794 | | |
| 9 | I | 500 | 19 | 79 | | |
| 10 | J | 500 | 29 | 794 | | |
| 11 | K | 500 | 21 | 126 | 1 | |
| 12 | L | 600 | 27 | 501 | 1 | |
| 13 | | | 30 | 1000 | 3 | |
| 14 | | | 30 | 1000 | 5 | |
| 15 | | | 28 | 631 | 10 | |
| 16 | M | 500 | 24 | 251 | 3 | |
| 17 | N | 650 | 24 | 251 | 3 | |
| 平均値m | | | (23.8) | 442 | | |
| 標準偏差σ | | | (5.6) | 392 | | |
| m＋3σ | | | (40.6) | 1617 | 1617mW＝32dBm／MHz | |

(3) 移動体識別装置

構内無線局と特定小電力無線局の規格の最大値より EIRP を以下のように想定した。

表 1.9 移動体識別装置の与干渉電力

| | モデル 1 | モデル 2 | 備　考 |
|---|---|---|---|
| 無線設備 | 構内無線 | 特定小電力 | |
| 送信出力 | 300mW(25dBm) | 10mW(10dBm) | |
| ｱﾝﾃﾅ利得 | 11dBi | 11dBi | |
| 給電損失 | 0 dB | 0 dB | |
| 送信帯域幅 | 32kHz | 32kHz | |
| E I R P | 36dBm | 21dBm | |

(4) アマチュア無線

送信出力を 2 W（法規上の最大値）、中継局は 22 段コリニア、固定局は 27 素子×2 の八木アンテナとして EIRP を次のように想定した。

表 1.10 アマチュア無線の与干渉電力

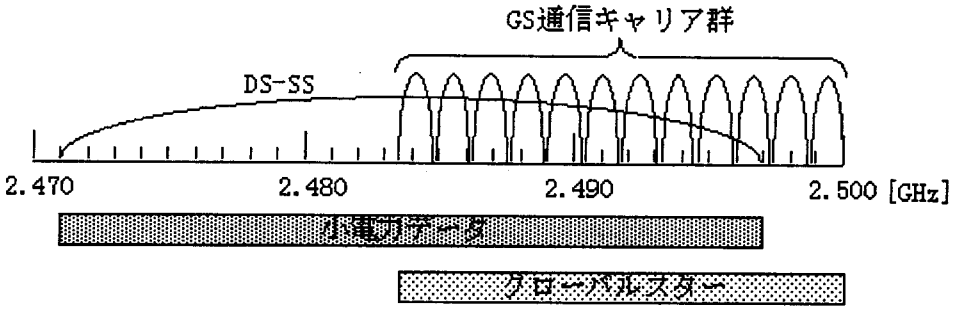
| | モデル 1 | モデル 2 | モデル 3 | モデル 4 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|
| 無線設備 | 中継局 | 固定局 1 | 固定局 2 | 固定局 3 | |
| 用　途 | 音声通信 | 音声通信 | 音声通信 | 映像通信 | |
| 変調方式 | FM | FM | SSB(AM) | TV(FM) | |
| 送信出力 | 2W(33dBm) | 2W(33dBm) | 2W(33dBm) | 2W(33dBm) | |
| アンテナ利得 | 15dBi | 24dBi | 24dBi | 24dBi | |
| 給電損失 | 4dB | 2dB | 2dB | 2dB | |
| 送信帯域幅 | 16kHz | 16kHz | 3kHz | 16MHz | |
| EIRP | 44dBm | 55dBm | 55dBm | 55dBm | |

(5) M S S

GS では、16.5 MHz の帯域幅を 13 個の周波数スロットに分割し、各スロット毎に CDMA による複数通信チャネルの多重化が行われているが、ここでは全周波数スロット・全チャネルを一括して取り扱うこととし、更にスポットビームの周波数プランを無視した最悪ケースを想定して検討を行う。

この場合、サービスリンク下り回線のチャネル当たりの最大送信 EIRP = 46 dBm より、小電力データと重複する 2483.5 MHz～2497 MHz に亙る GS 衛星からの最大与干渉電力（EIRP）は、

$$46\ \text{dBm} \times \{(2497 - 2483.5)/1.25\} = 46.0\ \text{dBm} \times 10.8 = 56.33\ \text{dBm}$$




となる。

図　1.2　小電力データとGSの使用周波数バンド

(6)　ＶＩＣＳ

①　ＥＩＲＰ

道路上に道路と平行して設置した２つの路上アンテナがあり，それぞれに給電線を通して10mWが供給される。給電線損失は，送信出力がアンテナ端で５mWになるように選択される。２つのアンテナの指向性は異なる方向を向いているので，ＥＩＲＰは下表にようになる。

表 1.11　ＶＩＣＳの与干渉電力

| | モデル１ | モデル２ | 備　　考 |
|---|---|---|---|
| 構　　成 | 路上局 | 車載局 | |
| 送信出力 | 10mW(10dBm) × 2 | － | ２方向に出力 |
| アンテナ利得 | 7 dBi | － | |
| 給電線損失 | 3 dB | － | |
| 送信帯域幅 | 85kHz | － | |
| ＥＩＲＰ | 14dBm | － | |

②　送信波形

ＶＩＣＳのビーコンは，データ変調のＧＭＳＫに１kHzＡＭ(変調度10%)を重畳しているが，ＡＭの変調度は 10%と小さいので，与干渉電力としては平均送信電力を用いても問題ないと考える。

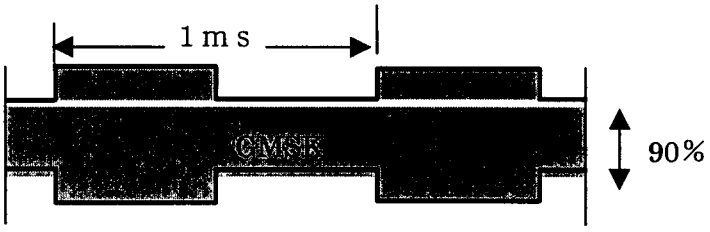



図 1.3　ＶＩＣＳの送信波形

③　アンテナパターン

路上アンテナは，下向きに取り付けられ，道路に平行したまゆ型のパターン形状である。このアンテナの真下で小電力データ通信システムを運用することは極めてまれなので，与干渉電力(ＥＩＲＰ)はアンテナ利得を０dB程度として計算してもよいと思われるが，ここでは，最悪条件を考慮して最大ＥＩＲＰを採用した。

## 1.4 耐干渉入力の検討

### (1) 小電力データ通信システム

#### ① 標準伝搬モデル

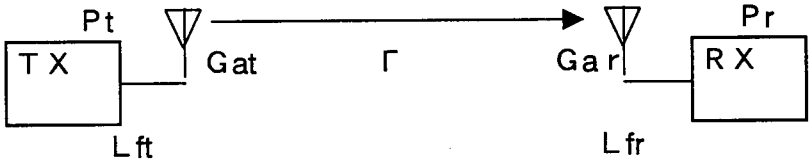



図 1.4 伝搬モデル

受信電力Prは，次式で与えられる。

$$Pr = Pt - Lft + Gat - \Gamma + Gar - Lfr \quad \cdots\cdots \quad 式\ 1.1$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pt | 空中線電力[dBm] | | |
| Lft | 送信給電線損失[dB] | → | 0dBとした |
| Gat | 送信空中線利得[dB] | → | 2dBとした |
| Γ | 伝搬損失[dB] | | |
| Gar | 受信空中線利得[dB] | → | 2dBとした |
| Lfr | 受信給電線損失[dB] | → | 0dBとした |

#### ② 遅延分散特性

屋内等の閉空間において，壁，屋内配置物により，遅延プロファイルは統計的に指数関数分布となり，遅延時間τの確率密度関数をPτとした時，

$$P\tau = (1/\sigma)e^{(-\tau/\sigma)} \quad \cdots\cdots \quad 式\ 1.2$$

と仮定できる。ここで，σを遅延分散（Delay Spread）と呼ぶ。

室内伝搬における遅延分散特性の測定例を表 1.12 に示す。各モデルによって貢献が異なるが，ここでは単純平均値 70ns を用いることとする。

表 1.12 屋内における遅延分散

| 場　所 | 周波数 | 遅延分散 | 備　　考 |
|---|---|---|---|
| OFC/NCO | 0.85，1.7，4GHz | 40ns | 鉄筋，121×75m |
| OFC/NYX | 0.85,1.9,4,5.8GHz | 40ns | 50×100m |
| 会議室 | 2.4GHz | 43ns | 鉄筋，10×20m，見通し 15m |
| 工場 | 2.4GHz | 50ns | 鉄筋，50×50m，反射物多し |
| Walnut Creek | 915MHz | 74ns | |
| | 1.9GHz | 94ns | |
| SF PacBell | 915MHz | 76ns | |
| | 1.9GHz | 77ns | |
| San Ramon | 915MHz | 67ns | |
| | 1.9GHz | 88ns | |
| 見通し環境 | 2.4GHz | 120ns | 鉄筋，26×100m |
| 準見通し環境 | 2.4GHz | 30～120ns | 同上，上とはｱﾝﾃﾅ高が異なる |
| 分散遅延の単純平均 | | 約 70ns | |

③ 所要Eb／N0

ＲＣＲ ＴＲ－２７「無線ＬＡＮシステム研究開発報告書」同様に，所要Eb／N0を算出する。遅延分散(σ)として上記70nsを用いたときの，各モデルの所要Eb／N0を表1.13に示す。ただし，モデル4および5は屋外使用であり，遅延分散は十分長くσ／Tは1程度になるものとした。

表 1.13 所要Eb／N0

| | 拡散符号速度 | 正規化帯域幅σ/T | 所要ＢＥＲ | 所要Eb／N0 | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|
| モデル1 | 55Mcps | ３．８５ | $10^{-5}$ | ２０ｄＢ | 屋内 |
| モデル2 | 11Mcps | ０．７７ | $10^{-5}$ | ２３ｄＢ | 屋内 |
| モデル3 | 11Mcps | ０．７７ | $10^{-5}$ | ２３ｄＢ | 屋内 |
| モデル4 | 8 Mcps | 1 | $10^{-4}$ | １８ｄＢ | 屋外 |
| モデル5 | 1 Mcps | 1 | $10^{-3}$ | １５ｄＢ | 屋外 |

④ 所要受信電力Prd

所要Eb／N0を得るための所要受信電力Prdは，無線区間のキャリア対雑音比(C／N)から，次式で与えられる。

Prd＝C／N＋(Pdn＋10logWs)＋Mjam＋Msys ･････････････ 式 1.3

ここで，Pdnは，単位周波数あたりの雑音電力密度で，雑音が熱雑音のみであった場合は，kをボルツマン定数，Tを絶対温度とし，k＝1.38×10－２３であり，T＝300Kとしたとき，受信機の雑音指数ＮＦがＮＦ＝6dBとすれば，

Pdn＝10×log(kT)＋ＮＦ

＝－203＋6＝－197[dBw/Hz]＝－167[dBm/Hz] ･････････････ 式 1.4

となる。Wsは受信帯域幅，即ち，拡散帯域幅で，Mjamは，ジャミング・マージンで通常10dB程度取る。Msysは，システムの内部損失マージンで，通常3dB程度とされる。

また，C／NとEb／N0の関係は，次式により与えられる。

C／N＝Eb／N0＋10log(Rd／Ws) ･･････････････････････････ 式 1.5

ここで，Rdは情報信号の伝送速度[bps]である。

したがって，所要受信電力Prdは次式で与えられる。

Prd＝Eb／N0＋10log(Rd／Ws)＋(Pdn＋10logWs)＋Mjam＋Msys 式 1.6

各モデルの諸元を代入して計算した所要受信入力を表1.14に示す。なお，Rd／Wsの計算において，実際の装置のWsはたとえば22MHz程度と狭いが，大きな誤差ではないため26MHzを使用した。

表 1.14 所要受信電力

| | 受信帯域幅 | 伝送速度 | Rd／Ws | 所要Eb／N0 | Mjam | Msys | 所要受信電力 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| モデル1 | 100MHz | 10Mbps | 10 | 20dB | 10dB | 3dB | －64dBm |
| モデル2 | 26MHz | 2 Mbps | 13 | 23dB | 10dB | 3dB | －68dBm |
| モデル3 | 26MHz | 1 Mbps | 26 | 23dB | 10dB | 3dB | －71dBm |
| モデル4 | 13MHz | 256kbps | 50 | 18dB | 10dB | 3dB | －82dBm |
| モデル5 | 2MHz | 32kbps | 63 | 15dB | 10dB | 3dB | －94dBm |

⑤ 伝搬損失

屋内における距離ｄ離れた点での平均伝搬損失ＰL(d)は次式により与えられる。

$$PL(d)[dB] = PL(d0) + 10 \times n \times \log(d / d0)[dB] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad 式\ 1.7$$

ここで，ＰL(d0)は単位長さあたりの伝搬損失であり，波長をλとしたとき，

$$PL(d0) = 20\log(4\pi d0 / \lambda) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad 式\ 1.8$$

となる。ｎは伝搬減衰の係数である。2.4GHz において，ＰL(d0)＝40dB である。

室内伝搬における伝搬減衰係数の測定例を表 1.15 に示す。表 1.15 ではｎの平均値 3.4 であるが，周波数が 2.4GHz でないため，少し大目に見てｎ＝3.5 とする。

表 1.15　屋内における伝搬減衰係数

| 場　所 | 周波数 | 伝搬減衰係数 | 周波数 | 伝搬減衰係数 | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|
| Walnut Creek | 915MHz | 2.4 | 1.9GHz | 2.6 | |
| SF PacBell | 915MHz | 2.3 | 1.9GHz | 3.9 | |
| San Ramon | 915MHz | 2.8 | 1.9GHz | 3.8 | |
| 単純平均 | | 2.5 | | 3.4 | |

各モデルの伝搬損失計算結果を次の表に示す。

表 1.16　伝搬損失

| | 使用環境 | 伝送距離 | 伝搬減衰係数 | 伝搬損失 | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|
| モデル 1 | 屋内 | 30m | 3.5 | 92dB | |
| モデル 2 | 屋内 | 30m | 3.5 | 92dB | |
| モデル 3 | 屋内 | 30m | 3.5 | 92dB | |
| モデル 4 | 屋外 | 100m | 奥村カーブ | 89dB | 奥村カーブは郊外部 |
| モデル 5 | 屋外 | 1 km | 奥村カーブ | 103dB | 奥村カーブは開放地 |

⑥ 標準受信入力と耐干渉入力

送信出力を 10mW／MHz としたときの各モデルの受信入力を表 1.17 に示す。受信入力は所要受信入力より大きい必要がある。ここで，送受信給電線損失を０dB としているのは，「給電線損失分をアンテナ利得で補うことができる」の規定によるものである。

表 1.17　受信入力

| | 送信出力 | 伝送距離 | 伝搬損失 | ｱﾝﾃﾅ利得 | 受信入力 | 所要受信入力 | 耐干渉入力 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| モデル 1 | 30dBm | 30m | 92dB | +2/+2 dB | −58dBm | −64dBm | −70dBm |
| モデル 2 | 24dBm | 30m | 92dB | +2/+2 dB | −64dBm | −68dBm | −76dBm |
| モデル 3 | 24dBm | 30m | 92dB | +2/+2 dB | −64dBm | −71dBm | −76dBm |
| モデル 4 | 21dBm | 100m | 89dB | +2/+2 dB | −64dBm | −82dBm | −76dBm |
| モデル 5 | 13dBm | 1km | 103dB | +2/+2 dB | −86dBm | −94dBm | −98dBm |

注　アンテナ利得欄は送信／受信アンテナ利得を表す。給電線損失は各０dB としている。

(2)　ＩＳＭ機器

ＩＳＭ機器には受信装置がないので，ＩＳＭ機器の耐干渉入力は検討対象外である。

(3)　移動体識別装置

①　標準伝搬モデル

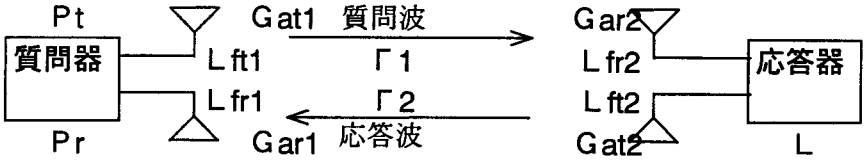



図 1.5　伝搬モデル

質問器から発射された電波は応答器で反射され再び質問器で受信し，識別コードを読み取る原理のため，受信電力Ｐｒは，次式で与えられる。

Ｐｒ＝Ｐｔ－Ｌft1+Ｇat1-Γ1＋Ｇar2－Ｌfr2－Ｌ－Ｌft2+Ｇat2-Γ2＋Ｇar1－Ｌfr1　‥　式 1.9

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ｐｔ | 空中線電力[dBm] | | |
| Ｌft1/Ｌfr1 | 質問器電線損失[dB] | → | 0dBとした |
| Ｇat1/Ｇar1 | 質問器空中線利得[dB] | → | 送信１１dB，受信１１ｄＢとした |
| Γ1/Γ2 | 伝搬損失[dB] | → | Γ1=Γ2　自由空間損失とした |
| Ｇar2/Ｇat2 | 応答器空中線利得[dB] | → | 送信２dB，受信２ｄＢとした |
| Ｌfr2/Ｌft2 | 応答器電線損失[dB] | → | 0dBとした |
| Ｌ | 応答器全体損失[dB] | → | １０dBとした |

②　標準受信入力の計算

受信入力＝Ｐｔ＋Ｇat1－Γ1(下り)＋Ｇar2－Ｌ＋Ｇat12－Γ2(上り)＋Ｇar1

モデル１：25dBm＋11dB－54dB＋２dB－10dB＋２dB－54dB＋11dB＝－67dBm

モデル２：10dBm＋11dB－46dB＋２dB－10dB＋２dB－46dB＋11dB＝－66dBm

近距離見通し条件なので伝搬損失は自由空間損失で計算した。カードの姿勢変動や主ビームからのずれなどの伝搬マージンを10dBして，標準受信入力を次のとおりとする。

標準受信入力　モデル１：－77dBm
　　モデル２：－76dBm

③　耐干渉入力の計算

干渉マージンを10dBとすれば，利得11dBの受信アンテナでの耐干渉入力は次のとおりとなる。

モデル１：－98dBm
モデル２：－97dBm

計算に使用したパラメータの数値はRCR TR-1「移動体識別装置研究開発報告書」のモデルＡの値を採用した。

(4) アマチュア無線

① 耐干渉入力

アマチュア無線の場合、局間の通信距離は不定であり、通信が成立する限界レベルに近い状態で運用されることもあり、標準受信入力を想定できないので各モデルの受信雑音電力（理論値）を基に耐干渉入力を想定する。

表 1.18 アマチュア無線の耐干渉入力

| | | モデル1 | モデル2 | モデル3 | モデル4 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 無線設備 | 中継局 | 固定局1 | 固定局2 | 固定局3 | |
| | 用　途 | 音声通信 | 音声通信 | 音声通信 | 映像通信 | |
| | 変調方式 | FM | FM | SSB(AM) | TV(FM) | |
| | アンテナ利得 | 15dBi | 24dBi | 24dBi | 24dBi | |
| | 給電損失 | 4dB | 2dB | 2dB | 2dB | |
| | 干渉マージン | 10dB | 10dB | 10dB | 10dB | |
| | 所要 S/N | 10dB | 10dB | 10dB | 20dB | |
| | NF | 10dB | 10dB | 10dB | 10dB | |
| | 受信雑音電力 | -122dBm | -122dBm | -129dBm | -92dBm | |
| | S/N 改善係数 | 13dB | 13dB | - | 12dB | |
| | 所要受信電力 | -125dBm | -125dBm | -119dBm | -84dBm | |
| | 耐干渉入力 | -146dBm | -157dBm | -131dBm | -116dBm | |

(5) ＶＩＣＳ

① 標準伝搬モデル

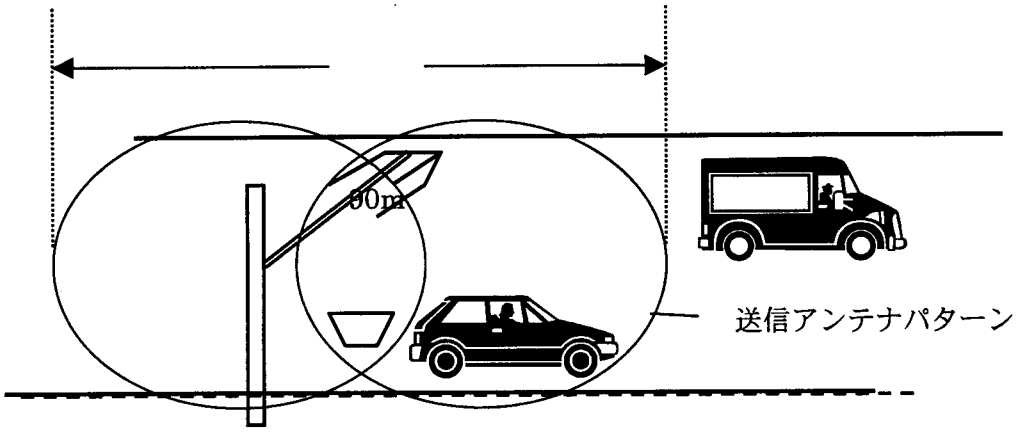



図 1.6 ＶＩＣＳの標準伝搬モデル

② 所要受信電力

受信側に受信感度の規定が無いので所要受信電力が計算できず，耐干渉入力を想定できない。そこで，ＣＤ(キャリア検知)レベルの規格値から 10dB ダウンのレベルを耐干渉入力とした。また，受信アンテナの利得規格がないので，路上局の試験に使用する試験用受信ダイポールアンテナ相当とし，利得を 2 dB とした。

表 1.19　ＶＩＣＳの耐干渉入力

| | モデル１ | モデル２ | 備　　考 |
|---|---|---|---|
| 構　　成 | 路上局 | 車載局 | |
| アンテナ利得 | － | 2 dB * | *:メーカによって異なる |
| 給電線損失 | － | 0 dB * | *:ｱﾝﾃﾅ部に LNA があるので 0dB とした |
| 受信帯域幅 | － | 85kHz | |
| 耐干渉入力 | － | －75dBm | ＣＤレベルから 10dB ダウンとした |

注　モデル１は受信機非実装

## 1.5　干渉の検討

### (1)　基本干渉モデル

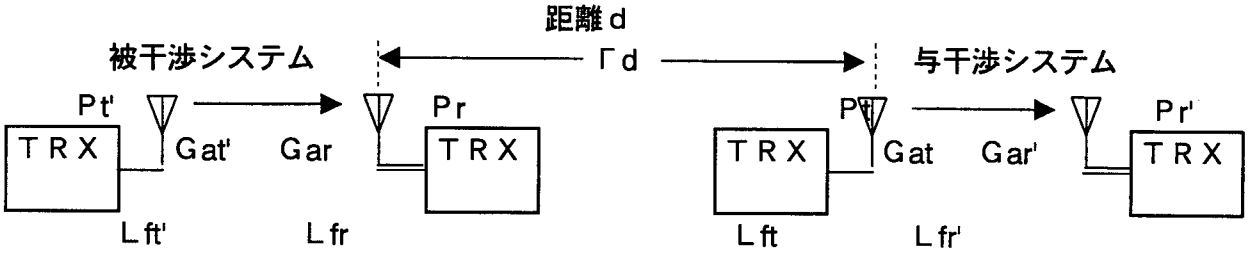



図 1.7　基本干渉モデル

干渉波の受信電力Ｐｒは，次式で与えられる。

$$Pr = Pt - Lft + Gat - \Gamma + Gar - Lfr \quad \cdots\cdots \quad 式\ 1.10$$

Ｐｔ　　空中線電力[dBm]
Ｌft　　送信給電線損失[dB]
Ｇat　　送信空中線利得[dB]
Γｄ　　伝搬損失[dB]
Ｇar　　受信空中線利得[dB]
Ｌfr　　受信給電線損失[dB]

### (2)　実際の干渉モデル

干渉検討の対象システムは屋内・屋外を問わず，いろいろな場所に存在する。与干渉システムと被干渉システムが同一空間にある場合は，干渉波の伝搬損失計算方式は非干渉システムの標準伝搬モデルと同一方式を用いればよい。しかし，与干渉システムと被干渉システムが異なる空間にある場合は，干渉波の伝搬モデルを想定しないと干渉波の伝搬損失を計算できない。

そこで，異空間における干渉波の伝搬モデルを次のように想定し，空間伝搬損失にコンクリート壁の損失を追加して計算するものとした。コンクリート壁の損失は以下の資料により，１枚当たり 17dB とした。

表 1.20 コンクリート壁の遮蔽損

| 遮　蔽　物 | 遮蔽損 | 備　　考 |
|---|---|---|
| 0.6m square reinforced concrete pillar | 12 ～ 14dB | 1,300MHz　参考 1) |
| oncrete wall | 8～15dB | 1,300MHz　参考 1) |
| Concrete floor | 10dB | 1,300MHz　参考 1) |
| 遮蔽欠損 | 23dB | ＰＨＳ　参考 2) |
| 単純平均 | 17dB | 真数の平均値 |

参考 1)　Rappaport T.S.;Indoor Radio Communication for Factories of the Future, IEEE commun.magazine.pp15-24,May 1989

参考 2)　ＮＴＴ資料

① 同一空間：基本干渉モデルと同じ

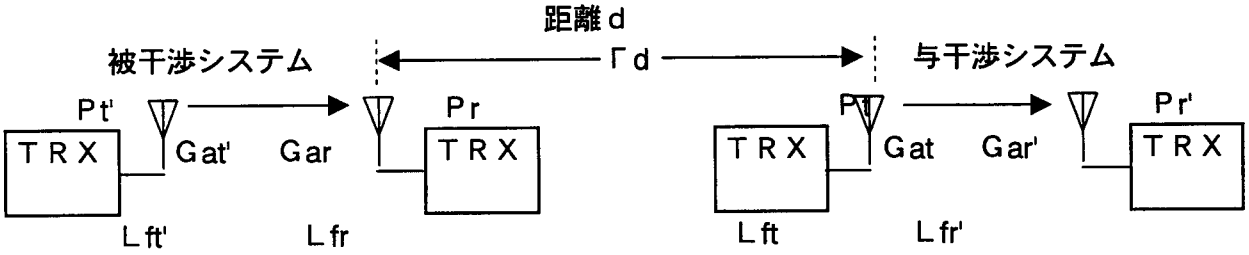
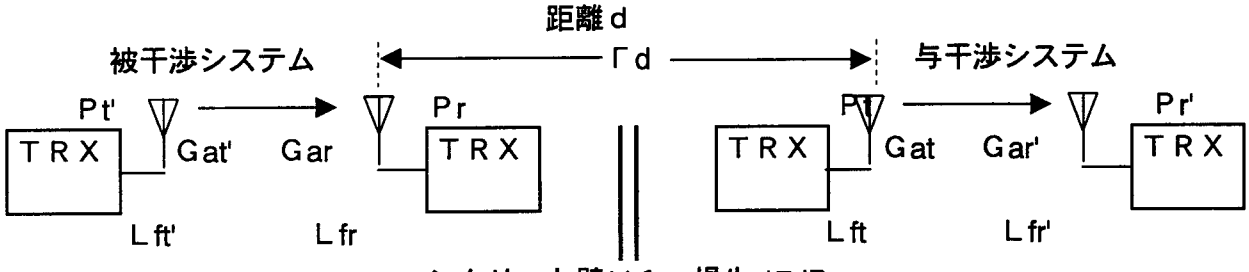



図 1.8　同一空間での干渉モデル

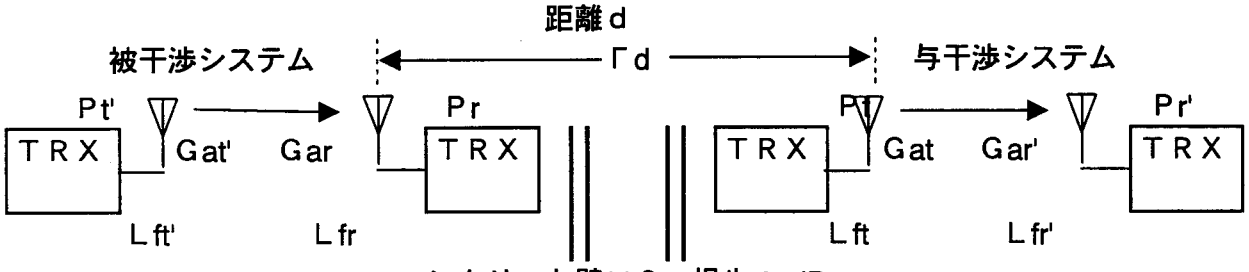
② 屋内と屋外




コンクリート壁×１：損失 17dB

図 1.9　屋内と屋外システムの干渉モデル

③ 屋内と屋内(異なる建物間)




コンクリート壁×２：損失 34dB

図 1.10　屋内と屋内システムの干渉モデル

(3)　干渉波の伝搬損失計算式

①　屋内：3.5 乗則を用いる。

Γ[dB]＝40dB＋10×3.5×log D[dB] ･････････････････････････････････ 式 1.11

D：距離[m]

λ：波長[m]　　周波数：2,450MHz

② 屋外

奥村カーブ・秦式を用い，システムの想定設置環境によって大都市，中小都市，郊外，開放地を選択する。計算結果を巻末資料に示す。なお，秦式の有効距離は1～20kmであるが，自由空間損失より秦式の損失の方が大きい範囲では，1km 未満でも秦式を使用するものとした。

③ 衛星通信：自由空間損失を用いる。

Γ[dB]＝20×log(4πD／λ) ･････････････････････････････････････ 式 1.12

D：距離[m]

λ：波長[m]　　周波数：2,450MHz

## 2 小電力データ通信システムからみた干渉の検討

### (1) 小電力通信システム間の干渉

① 同一システムからの干渉

同一システムからの干渉，たとえばモデル1→モデル1の場合は，干渉波をノイズとして扱える。先にジャミング・マージンMjam＝10dBとしており，アンテナや送信電力，所要受信入力などが同一条件であるので，干渉波の伝搬損失Γdが標準伝搬モデルの伝搬損失Γより10dB以上大きければよいことになる。

伝搬損失Γdが10dB大きくなる距離を次の表に示す。

なお，ＦＨ(モデル3)の場合は相互の同期がランダムであるので，干渉を受ける時間的確立はＤＳより少ないといえる。

表 2.1 同一モデル間の非干渉距離

| | 環境 | 伝送距離 | 損失計算 | 伝搬損失Γ | 伝搬損失Γd | 非干渉距離 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| モデル1 | 屋内 | ３０ｍ | 3.5乗則 | ９２ｄＢ | １０２ｄＢ | 約５９ｍ |
| モデル2 | 屋内 | ３０ｍ | 3.5乗則 | ９２ｄＢ | １０２ｄＢ | 約５９ｍ |
| モデル3 | 屋内 | ３０ｍ | 3.5乗則 | ９２ｄＢ | １０２ｄＢ | 約５９ｍ |
| モデル4 | 屋外 | １００ｍ | 奥村則(郊外) | ８９ｄＢ | ９９ｄＢ | 約１９７ｍ |
| モデル5 | 屋外 | １ｋｍ | 奥村則(開放) | １０３ｄＢ | １１３ｄＢ | 約１.９ｋｍ |

② 相互システムからの干渉

・ 占有帯域幅が希望波より狭い干渉波

干渉波の全電力が希望波の受信帯域内に入るので，前節と同じくジャミング・マージンMjam＝10dBとして計算する。つまり，干渉波電力が，希望波(標準モデル)の受信電力より10dB少なければよいことになる。

・ 占有帯域幅が希望波より広い干渉波

希望波の受信フィルタによって干渉波電力の一部は削除される。つまり，帯域比だけ削減した干渉波電力が，希望波(標準モデル)の受信電力より10dB少なければよいことになる。

・ 距離の計算

各モデル相互の非干渉距離を表 6.2 に示す。なお，干渉波の伝搬損失Γdはすべて3.5乗則(式 5.4)で計算した。当然，奥村カーブや自由空間損失で計算すると数値が変わることに

なる。また，耐干渉強度(非干渉距離)は非対称になるので，各システム間の距離は長い方の数値を採用しなければならない。

$$\Gamma d[dB] = 40dB + 10 \times 3.5 \times \log d\ [dB] \quad \cdots\cdots \quad 式\ 2.1$$

表 2.2　小電力データ通信システム相互間の非干渉距離

| | | | | 与干渉システム | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル1 | モデル2 | モデル3 | モデル4 | モデル5 |
| | | | ＥＩＲＰ | 30dBm | 26dBm | 26dBm | 23dBm | 15dBm |
| | | 耐干渉入力 | 帯域幅 | 100MHz | 26MHz | 26MHz | 13MHz | 2MHz |
| 被干渉システム | モデル1 | −70dBm | 100MHz | | 26dBm | 26dBm | 23dBm | 15dBm |
| | | | | | 96dB | 96dB | 93dB | 85dB |
| | 30m | | | | 39m | 39m | 32m | 19m |
| | モデル2 | −76dBm | 26MHz | 24dBm | | 26dBm | 23dBm | 15dBm |
| | | | | 100dB | | 102dB | 99dB | 91dB |
| | 30m | | | 51m | | 58m | 49m | 28m |
| | モデル3 | −76dBm | 26MHz | 14dBm | 15dBm | | 15dBm | 15dBm |
| | | | | 90dB | 81dB | | 81dB | 81dB |
| | 30m | | (2MHz) | 26m | 15m | | 15m | 15m |
| | モデル4 | −76dBm | 13MHz | 21dBm | 20dBm | 26dBm | | 15dBm |
| | | | | 97dB | 96dB | 91dB | | 91dB |
| | 100m | | | 42m | 39m | 28m | | 28m |
| | モデル5 | −98dBm | 2MHz | 21dBm | 20dBm | 26dBm | 15dBm | |
| | | | | 119dB | 118dB | 134dB | 113dB | |
| | 1 km | | | 178m | 167m | 477m | 120m | |

上段：実効干渉波電力(被干渉側の帯域内のＥＩＲＰ)
中段：必要伝搬損失(与干渉波の伝搬損失)＝
実効干渉電力－耐干渉入力
下段：必要距離

③　リミッタに関する考察

干渉の有無は送受信機がリニア系として計算している。しかし，実際の送受信機はリニア系でない。とくに受信機はリミッタ方式が一般的である。受信機がリミッタ方式の場合は，干渉波の方が希望波より大きいと，希望波が抑圧されるので，リニア系計算上では受信可能でも実際は受信できなくなる。

ただし，本検討では受信帯域内の干渉波電力は希望波より 10dB 小さいとしているので，リミッタの影響はないと考える。

(2)　ＩＳＭ機器からの干渉

表 2.3　ＩＳＭ機器からの干渉距離

| 与干渉 ＼ 被干渉 | | 小電力データ通信システム | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | モデル１ | モデル２ | モデル３ | モデル４ | モデル５ |
| | | −73dBm | −80dBm | −80dBm | −86dBm | −110dBm |
| モデル１ | 所要損失 | 106dB | 112dB | 112dB | 118dB | 142dB |
| 電子レンジ | 自由空間 | 1.9km | 3.9km | 3.9km | 7.7km | 123km |
| (家庭用) | 3.5 乗則 | 75m | 112m | 112m | 167m | 800m |
| EIRP=32dBm | 秦式都市 | 133m | 198m | 198m | 293m | 1.5km |
| | 郊外 | 312m | 641m | 641m | 561m | 3.3km |
| ｱﾝﾃﾅ高：2m | 開放 | 1.2km | 1.8km | 1.8km | 2.2km | 12km |
| モデル２ | 所要損失 | 109dB | 115dB | 115dB | 121dB | 145dB |
| 電子レンジ | 自由空間 | 2.7km | 5.5km | 5.5km | 10.9km | 17.3km |
| (業務用) | 3.5 乗則 | 92m | 137m | 137m | 203m | 985m |
| EIRP=35dBm | 秦式都市 | 163m | 241m | 241m | 356m | 1.7km |
| | 郊外 | 379m | 561m | 561m | 830m | 3.99km |
| | 開放 | 1.5km | 2.1km | 2.1km | 3.2km | 15.5km |
| モデル３ 医療用 | EIRP | | | | | |
| モデル４ 加熱用 | EIRP | | | | | |

(3)　移動体識別装置との干渉

表 2.4　小電力データ通信システムから移動体識別装置への干渉

| | | | | 与干渉システム | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル１ | モデル２ | モデル３ | モデル４ | モデル５ |
| | | | ＥＩＲＰ | 32dBm | 26dBm | 26dBm | 23dBm | 15dBm |
| | | 耐干渉入力 | 帯域幅 | 100MHz | 26MHz | 26MHz | 13MHz | 2MHz |
| 被干渉ｼｽﾃﾑ | モデル１ 構内無線 | −98dBm | 32kHz | -3dBm | -3dBm | 8dBm | -3dBm | -3dBm |
| | | | | 95dB | 95dB | 106dB | 95dB | 95dB |
| | | | | 37m | 37m | 76m | 37m | 37m |
| | モデル２ 特定 小電力 | −97dBm | 32kHz | -3dBm | -3dBm | 8dBm | -3dBm | -3dBm |
| | | | | 94dB | 94dB | 105dB | 94dB | 94dB |
| | | | | 34m | 34m | 66m | 34m | 34m |

表 2.5　移動体識別装置から小電力データ通信システムへの干渉

| | | | | 被干渉システム | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル1 | モデル2 | モデル3 | モデル4 | モデル5 |
| | | | 耐干渉入力 | ー<br>70dBm | ー<br>76dBm | ー<br>76dBm | ー<br>76dBm | ー<br>98dBm |
| | | EIRP | 帯域幅 | 100MHz | 26MHz | 2 MHz | 13MHz | 2 MHz |
| 与干渉システム | モデル1<br>構内無線 | 36dBm | 32kHz | 36dBm | 36dBm | 36dBm | 36dBm | 36dBm |
| | | | | 106dB | 112dB | 112dB | 112dB | 134dB |
| | | | | 76m | 112m | 112m | 112m | 478m |
| | モデル2<br>特定<br>小電力 | 21dBm | 32kHz | 21dBm | 21dBm | 21dBm | 21dBm | 21dBm |
| | | | | 91dB | 97dB | 97dB | 97dB | 119dB |
| | | | | 28m | 42m | 42m | 42m | 178m |

どちらも屋内での使用が殆どのため，伝播損失は 3.5 乗則を採用した。

(4)　アマチュア無線との干渉

表 2.6 小電力データー通信システムからアマチュア無線への干渉

| | | | | 与干渉システム | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル1 | モデル2 | モデル3 | モデル4 | モデル5 |
| | | | EIRP | 30dBm | 26dBm | 26dBm | 23dBm | 15dBm |
| | | 耐干渉入力 | 帯域幅 | 100MHz | 26MHz | 2MHz | 13MHz | 2MHz |
| 被干渉システム | モデル1 | -146dBm<br>壁×1=17dB | 16KHz | -8dBm | -6dBm | -6dBm | -6dBm | -6dBm |
| | | | | 121dB | 123dBm | 123dBm | 123dBm | 123dBm |
| | | | | 831m | 947m | 947m | 947m | 947m |
| | モデル2 | -157dBm<br>壁×1=17dB | 16KHz | -8dBm | -6dBm | -6dBm | -6dBm | -6dBm |
| | | | | 132dB | 134dBm | 134dBm | 134dBm | 134dBm |
| | | | | 1705m | 1943m | 1943m | 1943m | 1943m |
| | モデル3 | -131dBm<br>壁×1=17dB | 3KHz | -15dBm | -13dBm | -13dBm | -13dBm | -13dBm |
| | | | | 99dB | 111dB | 111dB | 111dB | 111dB |
| | | | | 197m | 432m | 432m | 432m | 432m |
| | モデル4 | -116dBm<br>壁×1=17dB | 16MHz | 22dBm | 24dBm | 24dBm | 23dBm | 15dBm |
| | | | | 121dB | 123dB | 123dB | 122dB | 114dB |
| | | | | 831m | 947m | 947m | 887m | 526m |

表 2.7　アマチュア無線から小電力データー通信システムへの干渉

| | | | | 被干渉システム | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル１ | モデル２ | モデル３ | モデル４ | モデル５ |
| | | | 耐干渉入力 | -70dBm | -76dBm | -76dBm | -76dBm | -98dBm |
| | | EIRP | 帯域幅 | 100MHz | 26MHz | 2MHz | 13MHz | 2MHz |
| 与干渉システム | モデル１ | 44dBm 壁 × 1=17dB | 16KHz | 44dBm | 44dBm | 44dBm | 44dBm | 44dBm |
| | | | | 97dB | 103dB | 103dB | 103dB | 125dB |
| | | | | 173m | 256m | 256m | 256m | 1079m |
| | モデル２ | 55dBm 壁 ×1=17dB | 16KHz | 55dBm | 55dBm | 55dBm | 55dBm | 55dBm |
| | | | | 97dB | 103dB | 103dB | 103dB | 125dB |
| | | | | 173m | 256m | 256m | 256m | 1079m |
| | モデル３ | 55dBm 壁× 1=17dB | 3KHz | 55dBm | 55dBm | 55dBm | 55dBm | 55dBm |
| | | | | 97dB | 103dB | 103dB | 103dB | 125dB |
| | | | | 173m | 256m | 256m | 256m | 1079m |
| | モデル４ | 55dBm 壁× 1=17dB | 16MHz | 55dBm | 55dBm | 55dBm | 54dBm | 46dBm |
| | | | | 97dB | 103dB | 103dB | 102dB | 127dB |
| | | | | 173m | 256m | 256m | 240m | 1230m |

(5)　ＭＳＳとの干渉

①　干渉モデル

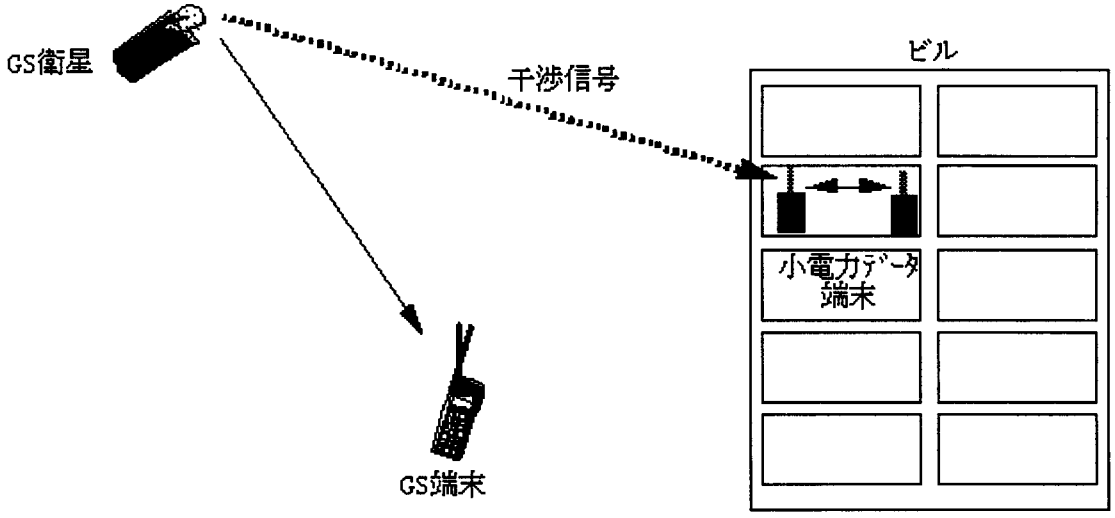



図 2.1　小電力データ端末室内利用時における MSS 衛星からの干渉

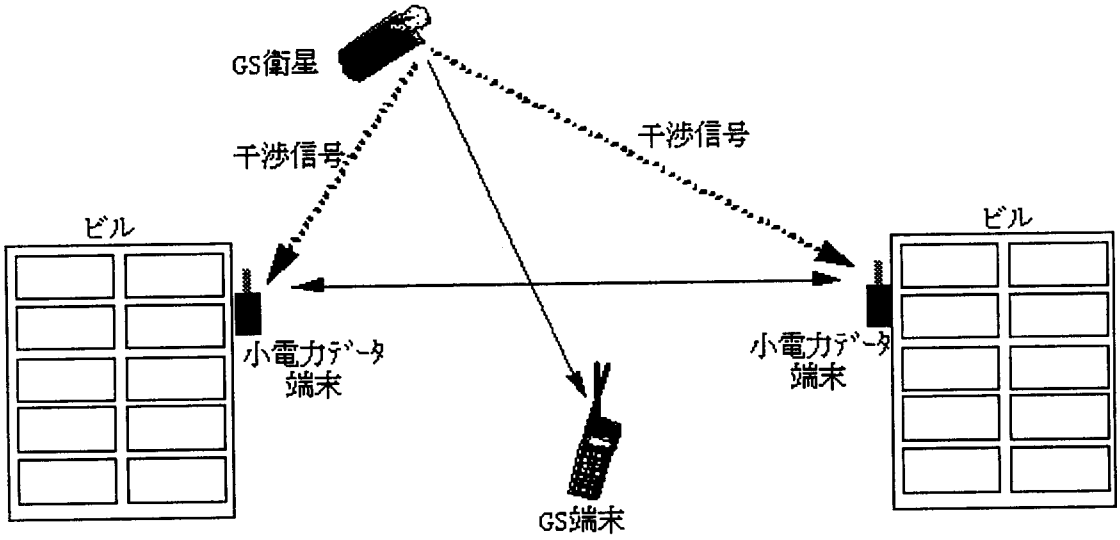



図 2.2　小電力データ端末屋外利用時における MSS 衛星からの干渉

MSS 衛星から小電力データ端末への干渉モデルとしては、図 2.1 に示す小電力データ端末室内利用時における GS 衛星からの干渉、図 2.2 に示す小電力データ端末屋外利用時における GS 衛星からの干渉の 2 通りが考えられる。GS 衛星－小電力データ端末間距離を考えると、GS 衛星が天頂方向に存在する場合に最短距離（衛星高度）となり、最低可視仰角 10 度の位置に存在する場合に最長距離（約 3504km）の関係となる。ここで、音声通話時の無音区間の割合を 60%、室内利用時における小電力データ端末のアンテナ利得を 2.14dB、ケーブルロスを 1.0dB と仮定すると、小電力データ端末における GS 衛星からの受信信号電力レベルは、

最大：56.33 - 163.4 - 4.0 + 2.14 - 1.0 = -109.93 dBm
最小：56.33 - 171.3 - 4.0 + 2.14 - 1.0 = -117.83 dBm

となる。

但し、MSS 衛星－小電力データ端末間の伝搬損失は、自由空間ロスとして計算している。更に、遮蔽欠損による 23dB の信号減衰を考慮すると、小電力データ端末における MSS 衛星からの受信信号電力レベルは、

最大：-109.93 - 23.0 = -132.93 dBm
最小：-117.83 - 23.0 = -140.83 dBm

となる。

上記の計算結果より、衛星が天頂方向にあり、かつ、回線がほぼフルに近い状態で利用されている最悪ケースを前提として考えた場合でも、GS 衛星から室内利用時における小電力データ端末への干渉電力レベルは約-133 dBm 程度である。従って、伝送速度 2 Mbit/s の小電力データ端末の耐干渉入力レベル約-80dBm（表 2.1）に比べて、その影響は完全に無視できるものと考えられる。更に、伝送速度 32 kbit/s の小電力データ端末の場合でも、所望の耐干渉入力レベル約-110 dBm より大きく下回るため、ほぼ完全に無視できるものと考えられる。

次に、小電力データ端末の屋外利用時における GS 衛星からの影響について考える。小電力データ端末をビル間等の LAN 間接続用システムとして利用する場合、一般に指向性アンテナ等の高利得アンテナの適用が想定される。そのため、小電力データ端末の受信アンテナ利得を屋内利用時よりも高く見積もる必要がある。例えば、無指向性アンテナに比較して＋10 dB の利得アップを想定した場合、小電力データ端末における GS 衛星からの受信信号電力レベルは、

最大：-109.93 + 10.0 = -99.93 dBm
最小：-117.83 + 10.0 = -107.83 dBm

となる。

ここで、上記計算結果を屋外システムとして利用度の高い伝送速度 1～2 Mbit/s の小電力データ端末の耐干渉入力レベル-76dBm（表 1..1）と比較すると、約 20 dB 以上のマージンが見込めるため、GS 衛星からの干渉信号の影響はほぼ無視できるものと考えられる。更に、上記計算にて仮定したような最悪条件（衛星が天頂方向にあり、回線がほぼフルに近い状態で利用され、かつ、指向性アンテナのビーム内に衛星が存在する条件）が同時に起こる可能性は極めて低く、 GS 衛星から小電力データ端末への干渉は、屋外利用時においてもほぼ完全に無視できるものと予想される。

表 2.8　MSS からの干渉

| | |
|---|---|
| 衛星高度 | 1414 km |
| GS 衛星からの最大与干渉総電力（EIRP） | 46.0×10.8 = 56.33 dBm |
| 衛星－地表間の自由空間ロス最小値 | -163.4 dB |
| 衛星－地表間の自由空間ロス最大値 | -171.3 dB |
| ボイスアクティビティ | 0.4（-4.0 dB） |
| 小電力データ端末のｱﾝﾃﾅ利得（室内利用時） | 2.14 dB |
| 小電力データ端末のｱﾝﾃﾅ利得（屋外利用時） | 12.14 dB |
| ケーブルロス | -1.0 dB |
| 遮蔽欠損 | 23.0 dB |
| 小電力データ端末における干渉電力レベル（屋内利用時） | 最大：　-132.93 dBm<br>最小：　-140.83 dBm |
| 小電力データ端末における干渉電力レベル（屋外利用時） | 最大：　-99.93 dBm<br>最小：　-107.83 dBm |

(6) ＶＩＣＳとの干渉

① 干渉モデル

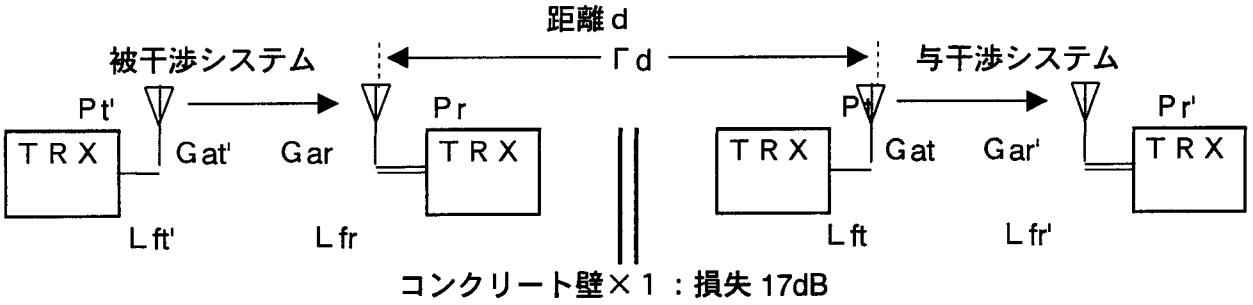



図 2.3 ＶＩＣＳと小電力データ通信システムの干渉モデル

② 伝搬損失計算

ＶＩＣＳと省電力データ通信システムが共存するのは主として都市部あるいは郊外部と思われるので秦式(郊外)を採用する。

③ 計算結果

非干渉距離を下表に示す。上段は実効ＥＩＲＰ，中段は必要伝搬損失，下段は非干渉距離である。

表 2.9 小電力データ通信システムからＶＩＣＳへの干渉

| | | | | 与干渉システム | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル１ | モデル２ | モデル３ | モデル４ | モデル５ |
| | | | ＥＩＲＰ | 32dBm | 26dBm | 26dBm | 23dBm | 15dBm |
| | | 耐干渉入力 | 帯域幅 | 100MHz | 26MHz | 26MHz | 13MHz | 2MHz |
| 被干渉システム | モデル１ 路上局 | 送信のみ | － | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | モデル２ 車載局 | －75dBm | 85kHz | 1 dBm | 1 dBm | 1 dBm | 1 dBm | 1 dBm |
| | | | | 76dB | 76dB | 76dB | 76dB | 76dB |
| | | | | 14m | 14m | 14m | 14m | 14m |

表 2.10 ＶＩＣＳから小電力データ通信システムへの干渉

| | | | | 被干渉システム | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | モデル２ | モデル３ | モデル４ | モデル５ |
| | | | 耐干渉入力 | － 70dBm | － 76dBm | － 76dBm | － 76dBm | － 98dBm |
| | | ＥＩＲＰ | 帯域幅 | 100MHz | 26MHz | 2 MHz | 13MHz | 2 MHz |
| 与干渉システム | モデル１ 路上局 | 14dBm | 85kHz | 14dBm | 14dBm | 14dBm | 14dBm | 14dBm |
| | | | | 84dB | 90dB | 90dB | 90dB | 112dB |
| | | | | 24m | 36m | 36m | 36m | 151m |
| | モデル２ 車載局 | 受信のみ | － | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

3　移動体識別装置からみた干渉の検討

(1)　移動体識別装置間の干渉

表 3.1　移動体識別装置相互間の干渉距離

| | | | | 与干渉システム | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル1 | モデル2 |
| | | | ＥＩＲＰ | 36dBm | 21dBm |
| | | 耐干渉入力 | 帯域幅 | 32kHz | 32kHz |
| 被干渉 | モデル1 構内無線 | −98dBm | 32kHz | 36dBm | 21dBm |
| | | | | 134dB | 119dB |
| | | | | 478m | 178m |
| | モデル2 特定 小電力 | −97dBm | 32kHz | 36dBm | 21dBm |
| | | | | 133dB | 118dB |
| | | | | 447m | 167m |

(2)　ＩＳＭ機器からの干渉

表 3.2　ＩＳＭ機器からの干渉距離

| 被干渉 / 与干渉 | | 移動体識別装置 モデル1 −98dBm | 移動体識別装置 モデル2 −97dBm |
|---|---|---|---|
| モデル1 電子レンジ (家庭用) EIRP=32dBm アンテナ高：2m | 所要損失 | 130dB | 129dB |
| | 自由空間 | 3100m | 2700m |
| | 3.5乗則 | 367m | 343m |
| | 秦式都市 | 642m | 601m |
| | 郊外 | 1500m | 1400m |
| | 開放 | 5800m | 5500m |
| モデル2 電子レンジ (業務用) EIRP=35dBm | 所要損失 | 133dB | 132dB |
| | 自由空間 | 4400m | 3900m |
| | 3.5乗則 | 447m | 419m |
| | 秦式都市 | 781m | 732m |
| | 郊外 | 1800m | 1700m |
| | 開放 | 7100m | 6600m |
| モデル3 医療用 | EIRP | | |
| モデル4 加熱用 | EIRP | | |

(3) 小電力データ通信システムとの干渉

表 3.3 移動体識別装置から小電力データ通信システムへの干渉

| | | | | 与干渉システム | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル1 | モデル2 |
| | | | ＥＩＲＰ | 36dBm | 21dBm |
| | | 耐干渉入力 | 帯域幅 | 32kHz | 32kHz |
| 被干渉システム | モデル1 | −70dBm | | 36dBm | 21dBm |
| | 10Mbps | | 100MHz | 106dB | 91dB |
| | DS | | | 76m | 28m |
| | モデル2 | −76dBm | | 36dBm | 21dBm |
| | 2Mbps | | 26MHz | 112dB | 97dB |
| | DS | | | 112m | 42m |
| | モデル3 | −76dBm | | 36dBm | 21dBm |
| | 1Mbps | | 2MHz | 112dB | 97dB |
| | FH | | | 112m | 42m |
| | モデル4 | −76dBm | | 36dBm | 21dBm |
| | 256kbps | | 13MHz | 112dB | 97dB |
| | DS | | | 112m | 42m |
| | モデル5 | −98dBm | | 36dBm | 21dBm |
| | 32kbps | | 2MHz | 134dB | 119dB |
| | DS | | | 478m | 178m |

表 3.4 小電力データ通信システムから移動体識別装置への干渉

| | | | | 被干渉システム | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル1 | モデル2 |
| | | | 耐干渉入力 | −98dBm | −97dBm |
| | | ＥＩＲＰ | 帯域幅 | 32kHz | 32kHz |
| 与干渉システム | モデル1 | 32dBm | | -3dBm | -3dBm |
| | 10Mbps | | 100MHz | 95dB | 94dB |
| | DS | | | 37m | 34m |
| | モデル2 | 26dBm | | -3dBm | -3dBm |
| | 2Mbps | | 26MHz | 95dB | 94dB |
| | DS | | | 37m | 34m |
| | モデル3 | 26dBm | | 8dBm | 8dBm |
| | 1Mbps | | 2MHz | 106dB | 105dB |
| | FH | | | 76m | 66m |
| | モデル4 | 23dBm | | -3dBm | -3dBm |
| | 256kbps | | 13MHz | 95dB | 94dB |
| | DS | | | 37m | 34m |
| | モデル5 | 15dBm | | -3dBm | -3dBm |
| | 32kbps | | 2MHz | 95dB | 94dB |
| | DS | | | 37m | 34m |

(4) アマチュア無線との干渉

表 3.5 移動体識別装置からアマチュア無線への干渉

| | | | | 与干渉システム | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル1 | モデル2 |
| | | | ＥＩＲＰ | 36dBm | 21dBm |
| | | 耐干渉入力 | 帯域幅 | 32kHz | 32kHz |
| 被干渉システム | モデル1 | −146dBm | | 33dBm | 18dBm |
| | 中継局 | 壁×1=17dB | 16kHz | 179-17dB | 164-17dB |
| | 音声通信 | 郊外 | | 11km | 4.5km |
| | モデル2 | −157dBm | | 33dBm | 18dBm |
| | 固定局1 | 壁×1=17dB | 16kHz | 190-17dB | 175-17dB |
| | 音声通信 | 郊外 | | 22km | 9km |
| | モデル3 | −131dBm | | 26dBm | 11dBm |
| | 固定局2 | 壁×1=17dB | 3kHz | 157-17dB | 142-17dB |
| | 音声通信 | 郊外 | | 2.9km | 1.1km |
| | モデル4 | −104dBm | | 33dBm | 18dBm |
| | 固定局3 | 壁×1=17dB | 16kHz | 137-17dB | 122-17dB |
| | 映像通信 | 郊外 | | 780m | 291m |

表 3.6 アマチュア無線から移動体識別装置への干渉

| | | | | 被干渉システム | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル1 | モデル2 |
| | | | 耐干渉入力 | −98dBm | −97dBm |
| | | ＥＩＲＰ | 帯域幅 | 32kHz | 32kHz |
| 与干渉システム | モデル1 | 44dBm | | 44dBm | 44dBm |
| | 中継局 | 壁×1=17dB | 16kHz | 142-17dB | 141-17dB |
| | 音声通信 | 郊外 | | 1.1km | 1.0km |
| | モデル2 | 55dBm | | 55dBm | 55dBm |
| | 固定局1 | 壁×1=17dB | 16kHz | 153-17dB | 152-17dB |
| | 音声通信 | 郊外 | | 2.2km | 2.1km |
| | モデル3 | 55dBm | | 55dBm | 55dBm |
| | 固定局2 | 壁×1=17dB | 3kHz | 153-17dB | 152-17dB |
| | 音声通信 | 郊外 | | 2.2km | 2.1km |
| | モデル4 | 55dBm | | 55dBm | 55dBm |
| | 固定局2 | 壁×1=17dB | 16kHz | 153-17dB | 152-17dB |
| | 映像通信 | 郊外 | | 2.2km | 2.1km |

(5) ＭＳＳとの干渉

表 3.7 移動体識別装置からＭＳＳへの干渉

| | | | | 与干渉システム | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル１ | モデル２ |
| | | | ＥＩＲＰ | 36dBm | 21dBm |
| | | 耐干渉入力 | 帯域幅 | 32kHz | 32kHz |
| 被干渉システム | モデル１ 衛星局 | 送信のみ | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | モデル２ 端末局 | −110dBm | | 36dBm | 21dBm |
| | | 壁×1=17dB | 1.25MHz | 146-17dB | 131-17dB |
| | | 都市 | | 600m | 210m |

表 3.8 ＭＳＳから移動体識別装置への干渉

| | | | | 被干渉システム | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル１ | モデル２ |
| | | | 耐干渉入力 | −98dBm | −97dBm |
| | | ＥＩＲＰ | 帯域幅 | 32kHz | 32kHz |
| 与干渉システム | モデル１ 衛星局 | 57dBm | | 57dBm | 57dBm |
| | | 壁×1=17dB | 16.5MHz | 155-17dB | 154-17dB |
| | 高度 1414km | 自由空間 | | 80km | 71km |
| | モデル２ 端末局 | 受信のみ | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

(6)　ＶＩＣＳとの干渉

表 3.9　移動体識別装置からＶＩＣＳへの干渉

| | | | | 与干渉システム | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル１ | モデル２ |
| | | | ＥＩＲＰ | 36dBm | 21dBm |
| | | 耐干渉入力 | 帯域幅 | 32kHz | 32kHz |
| 被干渉システム | モデル１路上局 | 送信のみ | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | モデル２車載局 | −75dBm | | 36dBm | 21dBm |
| | | 壁×1=17dB | 85kHz | 111-17dB | 96-17dB |
| | | 郊外 | | 142m | 53m |

表 3.10　ＶＩＣＳから移動体識別装置への干渉

| | | | | 被干渉システム | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | モデル１ | モデル２ |
| | | | 耐干渉入力 | −98dBm | −97dBm |
| | | ＥＩＲＰ | 帯域幅 | 32kHz | 32kHz |
| 与干渉システム | モデル１路上局 | 14dBm | | 10dBm | 10dBm |
| | | 壁×1=17dB | 85kHz | 108-17dB | 107-17dB |
| | | 郊外 | | 117m | 110m |
| | モデル２車載局 | 受信のみ | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

## 4 まとめ

２．４ＧＨｚ帯周波数共用モデルによる与・被干渉距離の計算結果を表４に示す。小電力データ通信システムは主流と考えられるモデル２、３を中心にシステム全体を整理した。

表 4 各システム間の干渉距離

| 与干渉＼被干渉 | | 小電力データ | | 移動体識別 | ｱﾏﾁｭｱ無線 | ＭＳＳ | ＶＩＣＳ | ＩＳＭ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | モデル２ | モデル３ | | | | | |
| 小電力データ | モデル２ | － | １５ｍ | ３７ｍ | ４３２ｍ～１９４３ｍ | ８１ｍ～430m | １４ｍ | |
| | モデル３ | ５８ｍ | － | ７６ｍ | ４３２ｍ～１９４３ｍ | 170m～890m | １４ｍ | |
| 移動体識別 | | ４２～１１２ｍ | ４２～１１２ｍ | １６７～４７８ｍ | ２９１ｍ～２２Ｋｍ | 210m～600m | ５３～１４２ｍ | |
| アマチュア無 | | ２５６ｍ | ２５６ｍ | １．０Ｋｍ～２．２Ｋｍ | | | | |
| ＭＳＳ | | 干渉レベル以下 | 干渉レベル以下 | 干渉レベル以下 | | | | |
| ＶＩＣＳ | | ３６ｍ | ３６ｍ | １１７ｍ | | | | |
| ＩＳＭ | | 1.8ｋｍ～2.1ｋｍ | 1.8ｋｍ～2.1ｋｍ | 5.5ｋｍ～7.1ｋｍ | | | | |

注：干渉距離は、使用周波数が同一であると仮定して計算している。

参考資料７

# 干渉実験に係る検討

## １　実験目的と方法

(1) 目　的

使用周波数を拡張した小電力データ通信システムが移動体識別装置に与える干渉、および電子レンジが移動体識別装置に与える干渉を測定し、計算で得た干渉距離の妥当性を確認する。

(2) 方　法

電波暗室内に供試移動体識別装置と干渉波発生源を適当な距離を置いて設置し、干渉レベルおよび干渉方向を変化させて、移動体識別装置(計６機種)の動作の正常／異常を確認した。

干渉源としては、レベルの正確さを期すために、小電力データ通信システムの代わりに拡散変調が可能な標準信号発生器(ＳＧ)を用いた。また、電子レンジはＳＧで等価が困難なため、あらかじめ漏洩電力を測定した業務用電子レンジ(出力 1.4kW)を用いた。

なお、今回の実験においては、ＦＨ方式から移動体識別装置への送信タイミングが機種毎に異なるため、定量的な評価が困難であることから、ＦＨ方式については、ホッピングを停止した状態で移動体識別装置に干渉を与えた最悪値をＤＳの測定結果から算出し、評価しているため、ＦＨ方式の装置を用いての実験は実施していない。

干渉方向を変化させたのは、移動体識別装置のアンテナの指向性による干渉距離の変化を測定するためのもので、移動体識別装置質問器の正面を０度とし、45 度間隔で 180 度まで変化させた。

(3) 拡散変調可能なＳＧを干渉源とした実験系統

移動体識別装置(ＲＦ－ＩＤ)系は、ターンテーブル上で質問器を中心に回転させた。通信距離はＲＦ－ＩＤのカタログ仕様に合わせた。通信距離が２ｍを越えるものは正面のみの測定となった。

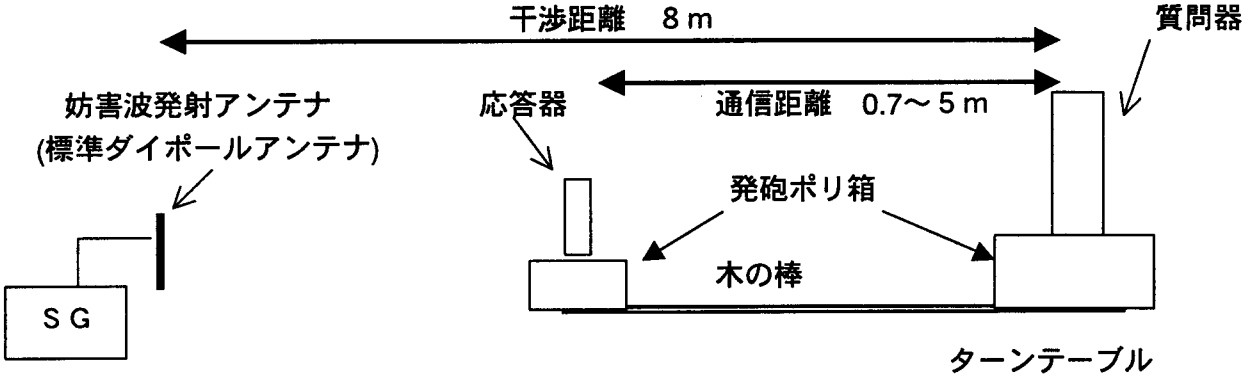
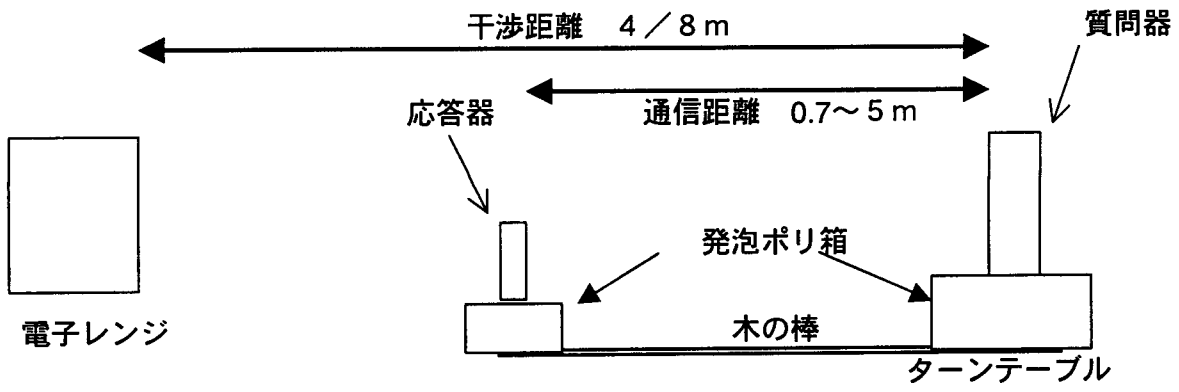



図１　ＳＧを干渉源とした場合

(4) 電子レンジを干渉源とした実験系統

電子レンジは 400cc の水を負荷として動作させた。電子レンジ正面(扉側)の輻射電力は約 22 dB であった。移動体識別装置(ＲＦ－ＩＤ)系は、ターンテーブル上で質問器を中心に回転させた。通信距離はＲＦ－ＩＤのカタログ仕様に合わせた。通信距離が２ｍを越えるものは正面のみの測定となった。




電子レンジを干渉源とした場合

2　実験結果

8ｍあるいは4ｍの距離で干渉しないときのＳＧの出力を、10mW／MHzの小電力データ通信システムの干渉距離(3.5乗則)に換算した値を表1に示す。また、電子レンジについては、質問器正面からの干渉の度合いを、○：干渉を受けずに通信可能、△：干渉でエラーを生じるときもあるが通信可能、×：通信不可で表した。

表中の計算値欄は、移動体識別装置の出力10mWで通信距離2ｍのときの、小電力データ通信システム(ＤＳ無線ＬＡＮ)および電子レンジ(輻射電力32dBm～35dBm)からの干渉距離計算値である。なお、実験結果の詳細は別紙に示す。

表1　無線ＬＡＮ(SG)に関する実験結果

| 移動体識別装置の条件 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 送信出力 | 通信距離 | 干渉距離換算値 | | | 備考 |
| | | | 正面 | 側面 | 背面 | |
| A社 | 10mW | 2ｍ | 69m | 79m | 69m | 計算値(ＤＳ)37m |
| B社 | 10mW | 2ｍ | 17m | 5ｍ | 6ｍ－ | |
| | | 5ｍ | 44m | － | － | |
| C社 | 10mW | 2ｍ | 19m | 5ｍ | 5ｍ | |
| | | 5ｍ | 61m | － | － | |
| D社 | 3mW | 2ｍ | 84m | 23m | 11m | |
| D社 | 10mW | 3ｍ | 50m | － | － | |
| E社 | 300mW | 0.7m | 6ｍ | 5ｍ | 6ｍ | |

表2　電子レンジに関する実験結果

| 移動体識別装置の条件 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 送信出力 | 通信距離 | 電子レンジ(正面) | | 備考 |
| | | | 4ｍ | 8ｍ | |
| A社 | 10mW | 2ｍ | × | × | 計算値 5.5k～7.1km |
| B社 | 10mW | 2ｍ | － | － | |
| | | 5ｍ | △ | － | |
| C社 | 10mW | 2ｍ | － | － | |
| | | 5ｍ | △ | △ | |
| D社 | 3mW | 2ｍ | － | △ | |
| D社 | 10mW | 3ｍ | － | △ | |
| E社 | 300mW | 0.7m | ○ | ○ | |

－：未実施、○：干渉なし、△：エラー有り、×：通信不可

## 3　実験の考察

### (1) 小電力データ通信システムからの干渉

小電力データ通信システム(ＤＳ無線ＬＡＮ)から移動体識別装置への干渉距離は、実験値と計算値がほぼ一致しており、想定条件および計算過程が適切であったと判断できる。また、正面以外からの干渉の場合はアンテナの指向性のため、干渉を受けにくくなっている。アンテナ利得が 10dB 程度のときは前後比、前横比（90 度方向）を 20dB 程度確保できると思われる。

なお、Ａ社のように計算値に比べて実験値の干渉距離の方が長いものもあるが、質問器形状が小さくてアンテナ利得が低いためと考える。アンテナ利得が低い場合は、正面以外の方向からも干渉を受けやすいことがわかる。

### (2) 電子レンジからの干渉

電子レンジから移動体識別装置への干渉距離は、計算値より実験値の方が極端に短くなっている。これは、実験に用いた電子レンジの輻射出力が計算に用いた値より低いため、および電子レンジのスペクトラムが干渉にとって必ずしも最悪条件になっていないためと思われる。

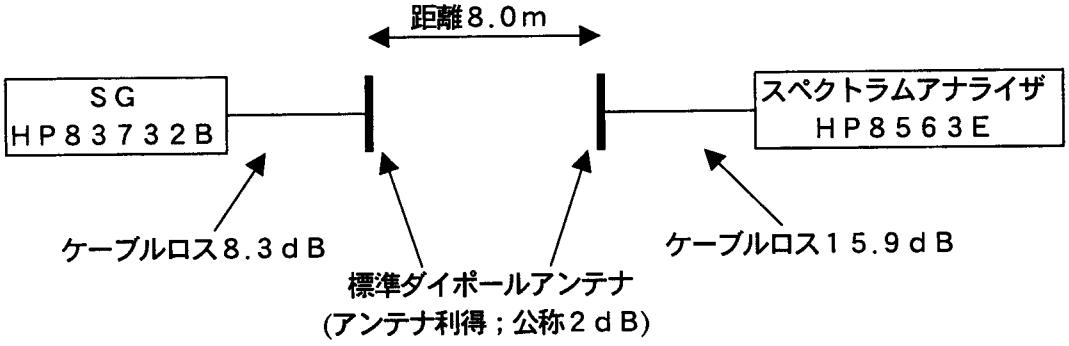
電子レンジと移動体識別装置は現在でも大きな問題がなく共存しているので、多くの場合の干渉距離は実験値、すわわち数m～数 10m程度と考えるのが妥当である。

なお、詳細な測定データ、観測されたスペクトラムアナライザの波形データについては、別紙に示す。

ＲＦ－ＩＤに対する、疑似ＳＳ電波及び電子レンジ輻射による干渉実験（詳細報告）

1．伝搬環境の確認

(1)実験系

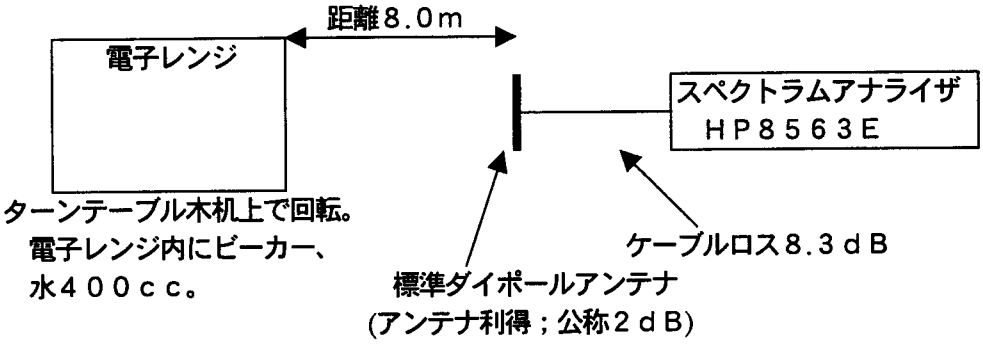



(2)結果

ＳＧ出力 ＋１０.０ｄＢｍに対して、スペクトラムアナライザの読み －６７.０６ｄＢｍ。
よって、空間の減衰は５６.８６ｄＢ。自由空間における理論値(距離８.０ｍ)は５８ｄＢ。
以上から、この空間は、ほぼ自由空間に等しい伝搬環境であると判断する。
１.１４ｄＢの差は、アンテナケーブルからの漏れによる伝搬ではないかと推測される。

2．電子レンジからの輻射の測定

(1) 実験系




使用した電子レンジ

コンビニエンスストア、ファミリーレストランなどで使用される業務用。高周波定格出力１４００Ｗ。マグネトロン２本使用。

(2) 結果

２分間MAX HOLDし、ピーク値をよみ、系全体のロス６３.１６ｄＢを補正し、輻射電力とする。

| | |
|---|---|
| 正面 | ２１.９ｄＢｍ |
| 右側面 | ７.９２ｄＢｍ |
| 左側面 | １３.２６ｄＢｍ |
| 背面 | ５.７５ｄＢｍ |

(3) 追加　電子レンジからの輻射については、２８日になって、木机上に置いた場合と発泡スチロール上に置いた場合とで、差があることが判明したため、追加の測定を行った。
また、距離４ｍの場合や、電子レンジ内に負荷(ビーカーの水４００ｃｃ)を置かない場合についても、測定を行った。

(a)２７日の測定

電子レンジ負荷あり、距離８m、正面　　１４.７８dBm
電子レンジ負荷なし、距離８m、正面　　２７.９５dBm
電子レンジ負荷あり、距離４m、正面　　２０.７１dBm

(b)２８日の測定

(ＴＲ２７の条件と合わせるため、スペクトラムアナライザの設定を
RB=1MHz,VB=1MHz,中心周波数=2450MHz,ｽﾊﾟﾝ=100MHz,SWEEP=1sec とした)

電子レンジ負荷あり、木机上、距離８m、正面　　２４.７５dBm
電子レンジ負荷あり、木机上、距離８m、右側面　　６.４６dBm
電子レンジ負荷あり、木机上、距離８m、左側面　　１３.６９dBm
電子レンジ負荷あり、木机上、距離８m、背面　　８.０２dBm
電子レンジ負荷あり、３０cm 発泡ｽﾁﾛｰﾙ上、距離８m、正面　　２４.９６dBm

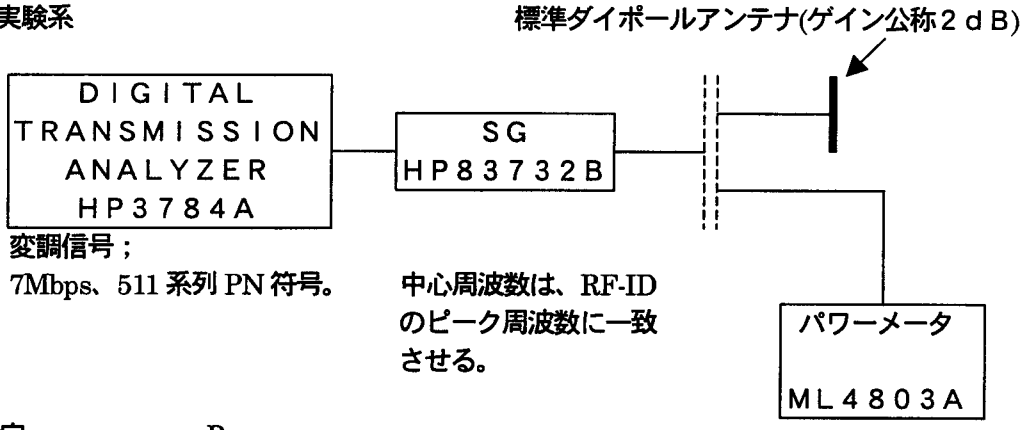
電子レンジの輻射スペクトラムのハードコピーは、別添に示す。

(4) まとめ

輻射は、正面側がもっとも大きいことが確認された。また、時間的に不規則で、再現性が低いことも確認された。負荷がある場合には右上がりの三角形のようなスペクトラムが観測されるが、負荷がない場合には大きなピークが２つ現れた。これは、発振周波数が異なる２本のマグネトロンが搭載されているためと考えられる。また、負荷がある場合には、電波が吸収されることによって、スペクトラムが変わるものと考えられる。

３．疑似ＤＳＳＳ妨害源の設定

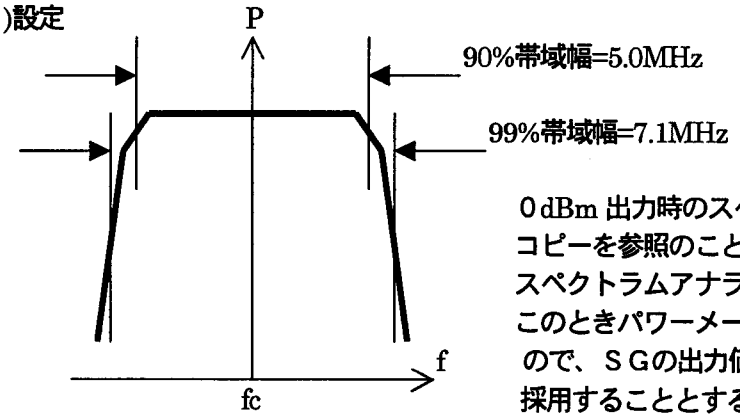
(1) 実験系




変調信号；
7Mbps、511 系列 PN 符号。

中心周波数は、RF-ID のピーク周波数に一致させる。

(2)設定




０dBm 出力時のスペクトラムは、別紙のハードコピーを参照のこと。
スペクトラムアナライザの読みは-1.73dBm だが、このときパワーメータの読みが０dBm となったので、ＳＧの出力値をそのままパワーの値として採用することとする。

4．ＲＦ－ＩＤへの疑似ＤＳＳＳ妨害実験

（1）各社ＲＦ－ＩＤシステムの概要

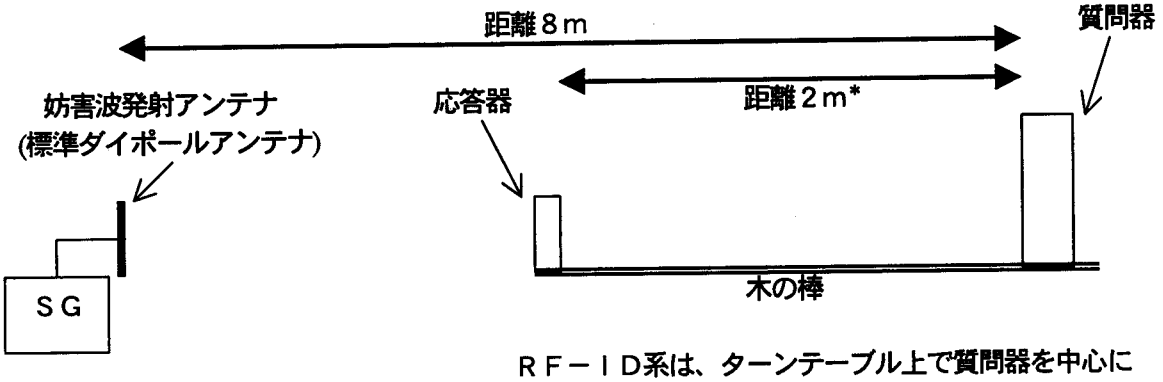
| メーカー | フレーム長 | 伝送速度 | 出力 | 公称ｻｰﾋﾞｽ距離 |
|---|---|---|---|---|
| Ａ社 | 約８００バイト | 31.25kbps | 10mW | １.５ｍ |
| Ｂ社 | ４８バイト | 38.4kbps | 10mW | ５ｍ |
| Ｃ社 | 約２００バイト | 31.25kbps | 10mW | ５ｍ |
| Ｄ社（１） | １ｋバイト／１００バイト | 276kbps | 3mW | ２ｍ |
| Ｄ社（２） | ４８ビット | 16kbps | 10mW | ３ｍ |
| Ｅ社 | １０バイト | 31kbps | 300mW | ７０ｃｍ |

Ｂ社の質問器のアンテナの指向性：半値角＝３０°

Ａ社のサービス距離は公称１.５ｍだが、今回の実験は、Ａ社内の判定基準２ｍで実施。

（2）実験系

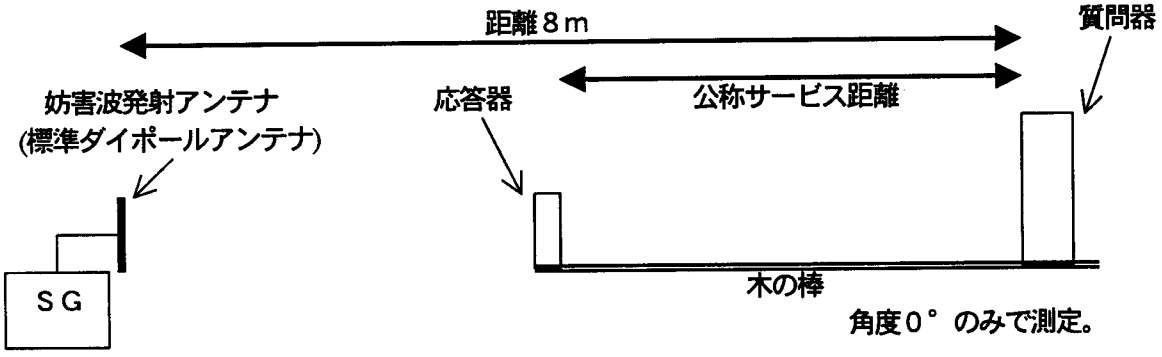
(a)ＲＦ－ＩＤの質問器－応答器間距離が２ｍ*の場合




ＲＦ－ＩＤ系は、ターンテーブル上で質問器を中心に回転させ、０，４５，９０，１３５，１８０の各角度で測定を行う。

*ただし、Ｅ社の製品については、公称サービス距離が７０ｃｍなので、質問器－応答器間距離を７０ｃｍにした。

(b)ＲＦ－ＩＤの質問器－応答器間距離が公称サービス距離の場合




＊　ただし、Ｅ社の製品と、Ｄ社の３ｍＷ機については、(a)の実験内容と重なるので、省略。

(3)評価方法

ＲＦ－ＩＤシステムは、無線ＬＡＮ機器などと違って、ＢＥＲやＰＬＲを簡単に測定できるようにはなっていないので、実際の使用状態において各社の担当者が通信状況を判断し、「ＯＫ、グレーゾーン、ＮＧ」の３段階にわける評価方法を採用した。

(4)実験結果

(a) ＲＦ－ＩＤの質問器－応答器間距離が２ｍ*の場合…ＳＧ出力の読みを示す。

| メーカー／角度 | A社 | | | B社 | | | C社 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ＮＧ | グレー | ＯＫ | ＮＧ | グレー | ＯＫ | ＮＧ | グレー | ＯＫ |
| 0 | –18 | -19～-20 | –21 | +4 | +3～+1 | 0 | +3 | +2～0 | −1 |
| ４５ | –20 | -21～-22 | –23 | | +20 | | +14 | +13～+11 | +10 |
| ９０ | –20 | -21～-22 | –23 | | +19 | | | | +20 |
| １３５ | –15 | -16～-20 | –21 | | | +20 | | | +20 |
| １８０ | –17 | -18～-20 | –21 | +18 | | +17 | | | +20 |

| メーカー／角度 | D社(3mW 機) | | | D社(10mW 機) | | | E社 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ＮＧ | グレー | ＯＫ | ＮＧ | グレー | ＯＫ | ＮＧ | グレー | ＯＫ |
| 0 | -22 | -23 | -24 | +5 | +4～+2 | +1 | +18 | +19～+16 | +15 |
| ４５ | -2 | -3 | -4 | +15 | +14～+13 | +12 | +20 | +19 | +18 |
| ９０ | -1 | -2～-3 | -4 | | | +20 | | | +20 |
| １３５ | +6 | +5～+4 | +3 | | | +20 | | | +20 |
| １８０ | +11 | +10～+8 | +7 | | +20～+19 | +18 | | | +20 |

*ただし、Ｅ社の製品については、公称サービス距離が７０ｃｍなので、質問器－応答器間距離を７０ｃｍにした。

(b) (a)への追加測定と追加実験結果

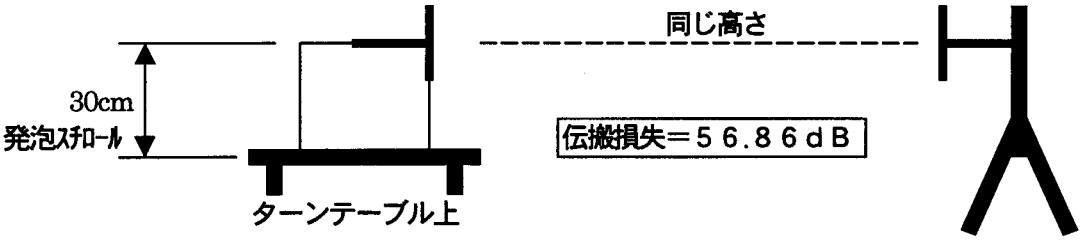
Ｃ社の測定時だけ、タグの固定方法が異なっていたので、再測定を行った。(1/27)

| メーカー／角度 | C社 | | |
|---|---|---|---|
| | ＮＧ | グレー | ＯＫ |
| 0 | -11 | -12～-14 | -15 |
| ４５ | | | |
| ９０ | | | |
| １３５ | | | |
| １８０ | | | |

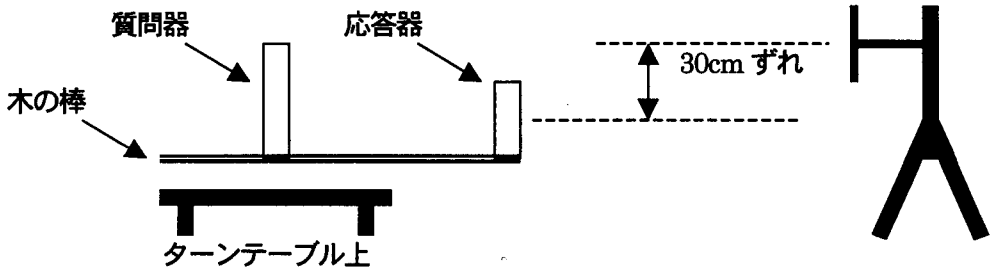
左の結果、(a)の測定結果と約１４ｄＢの違いがあることが確認されたため、伝搬系の再測定を行った。

伝搬環境の再測定

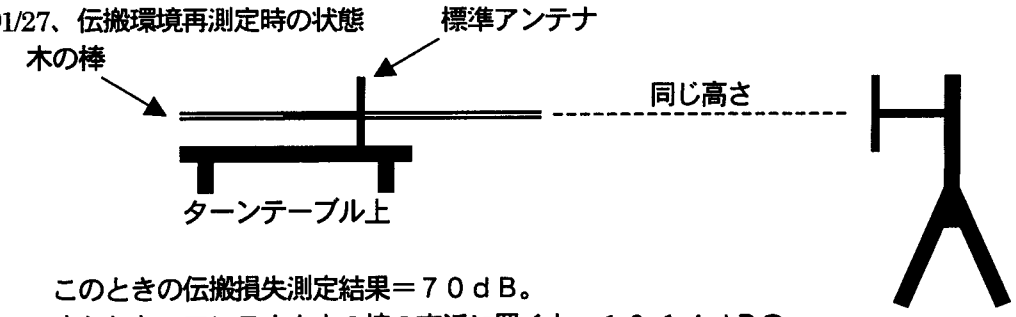
①1/26、伝搬環境測定時の状態




②1/27、ＲＦ－ＩＤへの妨害実験時の状態



③1/27、伝搬環境再測定時の状態




このときの伝搬損失測定結果＝７０ｄＢ。
すなわち、アンテナを木の棒の直近に置くと、１３.１４ｄＢの差が出ることが確認された。この結果から、横河電子機器の測定結果の相違は、アンテナの設置方法の相違によると考えられる。

（ｃ）ＲＦ－ＩＤの質問器－応答器間距離が公称サービス距離の場合…ＳＧ出力の読みを示す。

| メーカー＼公称距離 | A社*1 1.5m | | | B社*2 5m | | | C社*2 5m | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 角度 | NG | グレー | OK | NG | グレー | OK | NG | グレー | OK |
| 0 | | | | -10 | -11～-13 | -14 | -16 | -17～-18 | -19 |
| 45 | | | | | | | | | |
| 90 | | | | | | | | | |
| 135 | | | | | | | | | |
| 180 | | | | | | | | | |

| メーカー＼公称距離 | D社(3mW機)*3 2m | | | D社(10mW機)*2 3m | | | E社*3 70cm | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 角度 | NG | グレー | OK | NG | グレー | OK | NG | グレー | OK |
| 0 | | | | -12 | -13～-15 | -16 | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 90 | | | | | | | | | |
| 135 | | | | | | | | | |
| 180 | | | | | | | | | |

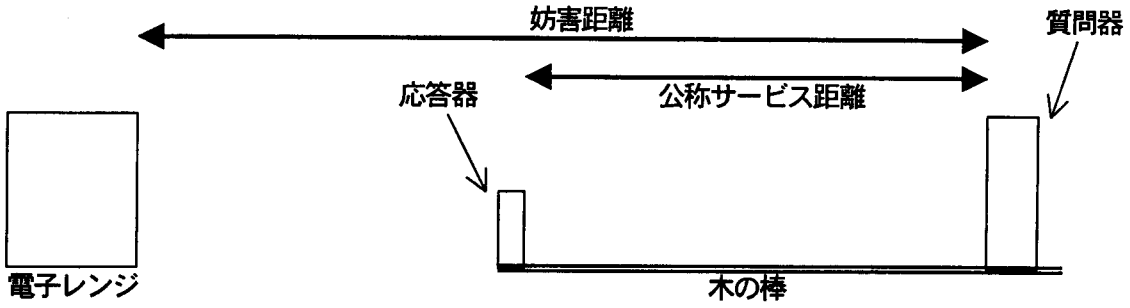
*1 A社の公称距離は１.５ｍだが、今回の実験は、A社内の判定基準２ｍで行ったため、（ａ）の実験内容と重なるので、省略。
*2ターンテーブル上で回転させられないため、角度０°のみ測定。
*3 E社と、D社の３ｍW機については、（ａ)の実験内容と重なるので、省略。

（ｄ）（ｃ)への追加測定
D社(10mw機)のデータが、距離が２ｍから３ｍになったことで、異常に悪化したので、確認のため距離２ｍで追加の再測定を行った。

| メーカー＼測定距離 | D社(10mW機) 2m | | |
|---|---|---|---|
| 角度 | NG | グレー | OK |
| 0 | -3 | -4～-6 | -7 |
| 45 | | | |
| 90 | | | |
| 135 | | | |
| 180 | | | |

5．ＲＦ－ＩＤへの電子レンジからの妨害実験

(1)実験系




角度０°のみで測定。

(2)評価方法

4.(2)と同様の方法とする。表記の方法は下記の通り。

「エラーなし」…ある程度の時間測定し、エラーが発生しない、と判断された状態。

「エラーあり」…通信成功とエラー発生が混在する状態。

「通信不可」…エラーが連続的に発生し、通信がまったく成立しないと判断された状態

(3)実験結果

| メーカー | E社 | | B社 | C社 | | A社 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 妨害距離 | 8ｍ | 4ｍ | 4ｍ | 4ｍ | 8ｍ | 8ｍ |
| 角　度 | | | | | | |
| 0 | エラーなし | エラーなし | エラーあり | エラーあり | エラーあり | 通信不可 |
| 45 | | | エラーあり | エラーあり | エラーあり | 通信不可 |
| 90 | | | エラーあり | エラーあり | エラーあり | 通信不可 |
| 135 | | | エラーあり | エラーあり | エラーなし | 通信不可 |
| 180 | | | エラーあり | エラーなし | エラーなし | 通信不可 |

| メーカー | D社 | | |
|---|---|---|---|
| 機種 | 3ｍW機 | | 10ｍW機 |
| 妨害距離 | 8ｍ | 8ｍ | 8ｍ |
| 角　度 | ① | ② | ③ |
| 0 | 通信不可 | エラーあり | エラーあり |
| 45 | 通信不可 | エラーあり | エラーあり |
| 90 | 通信不可 | エラーあり | エラーあり |
| 135 | エラーあり | エラーあり | エラーあり |
| 180 | エラーあり | エラーあり | エラーあり |

D社のパケットフォーマット

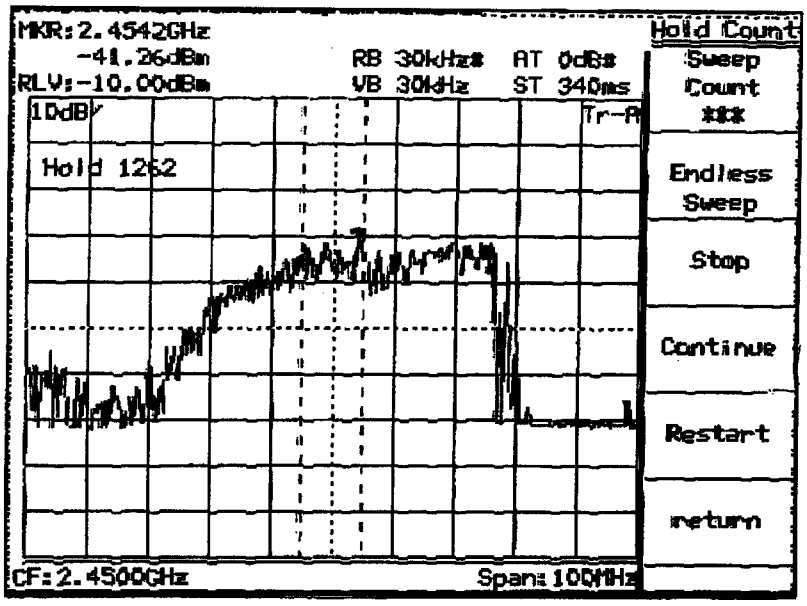
①データ長 1000byte,276kbps

②データ長 100byte,276kbps

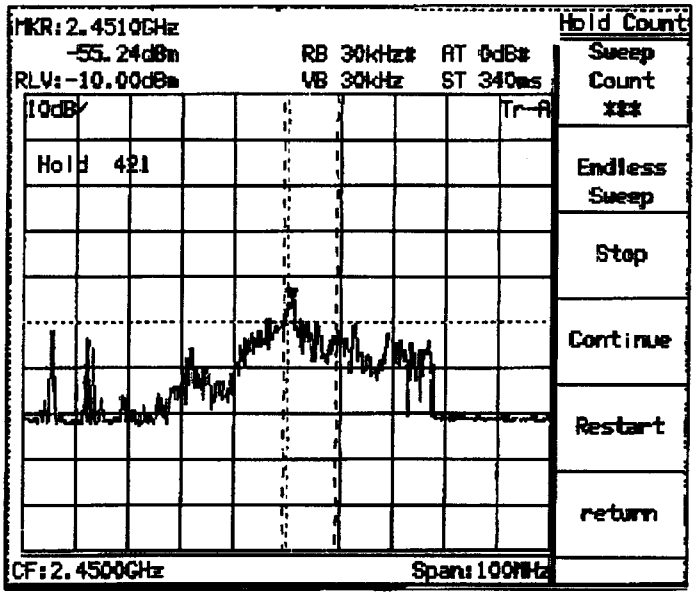
③データ長 48bit,16kbps

以上

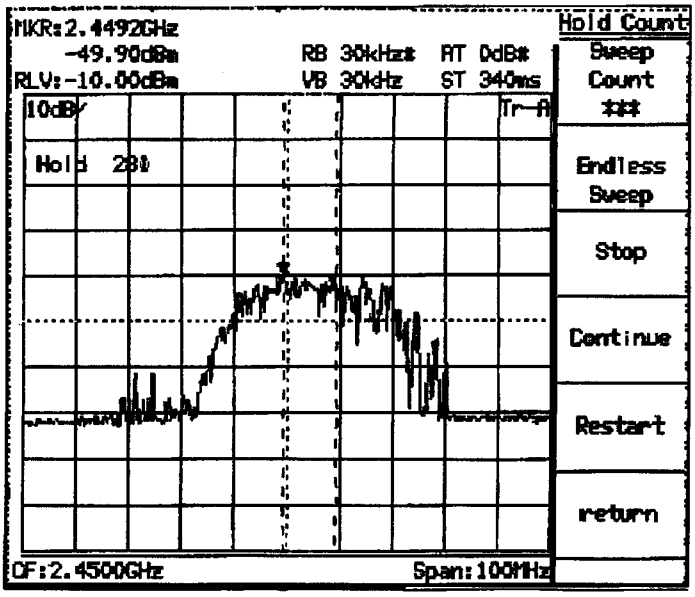
| メーカー／質問器－応答器間距離／角度 | 自由空間距離 R(m) | 3乗損距離 R(m) | 3.5乗損距離 R(m) | 電搬損 (dB) | 定格送信電力 P(dBm) | 被干渉感度 (dBm) | SG出力値 (dBm) | 1MHz換算電力 (dBm) | 測定距離 (m) | 測定電搬損 (dB) | 周波数 f(MHz) | 波長 λ(m) | 基地アンテナ高さ hb(m) | 移動アンテナ高さ hm(m) | 送信アンテナ利得 (dB) | ケーブルロス (dB) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A社/2m/0° | 1,652 | 140 | 69 | 105 | 10 | -93 | -21 | -28 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 45° | 2,080 | 163 | 79 | 107 | 10 | -95 | -23 | -30 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 90° | 2,080 | 163 | 79 | 107 | 10 | -95 | -23 | -30 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 135° | 1,652 | 140 | 69 | 105 | 10 | -93 | -21 | -28 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 180° | 1,652 | 140 | 69 | 105 | 10 | -93 | -21 | -28 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| B社/2m/0° | 147 | 28 | 17 | 84 | 10 | -72 | 0 | -7 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 45° | 15 | 6 | 5 | 64 | 10 | -52 | 20 | 13 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 90° | 17 | 6 | 5 | 65 | 10 | -53 | 19 | 12 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 135° | 15 | 6 | 5 | 64 | 10 | -52 | 20 | 13 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 180° | 21 | 8 | 6 | 67 | 10 | -55 | 17 | 10 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| B社/5m/0° | 738 | 82 | 44 | 98 | 10 | -86 | -14 | -21 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| C社/2m/0° | 165 | 30 | 19 | 85 | 10 | -73 | -1 | -8 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 45° | 47 | 13 | 9 | 74 | 10 | -62 | 10 | 3 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 90° | 15 | 6 | 5 | 64 | 10 | -52 | 20 | 13 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 135° | 15 | 6 | 5 | 64 | 10 | -52 | 20 | 13 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 180° | 15 | 6 | 5 | 64 | 10 | -52 | 20 | 13 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| C社/5m/0° | 1,312 | 120 | 61 | 103 | 10 | -91 | -19 | -26 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| D社(3mW)/2m/0° | 2,334 | 176 | 84 | 108 | 10 | -96 | -24 | -31 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 45° | 233 | 38 | 23 | 88 | 10 | -76 | -4 | -11 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 90° | 233 | 38 | 23 | 88 | 10 | -76 | -4 | -11 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 135° | 104 | 22 | 14 | 81 | 10 | -69 | 3 | -4 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 180° | 66 | 16 | 11 | 77 | 10 | -65 | 7 | 0 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| D社(10mW)/2m/0° | 131 | 26 | 16 | 83 | 10 | -71 | 1 | -6 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 45° | 37 | 11 | 8 | 72 | 10 | -60 | 12 | 5 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 90° | 15 | 6 | 5 | 64 | 10 | -52 | 20 | 13 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 135° | 15 | 6 | 5 | 64 | 10 | -52 | 20 | 13 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 180° | 19 | 7 | 5 | 66 | 10 | -54 | 18 | 11 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| D社(10mW)/3m/0° | 929 | 95 | 50 | 100 | 10 | -88 | -16 | -23 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| E社/70cm/0° | 26 | 9 | 6 | 69 | 10 | -57 | 15 | 8 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 45° | 19 | 7 | 5 | 66 | 10 | -54 | 18 | 11 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 90° | 15 | 6 | 5 | 64 | 10 | -52 | 20 | 13 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 135° | 15 | 6 | 5 | 64 | 10 | -52 | 20 | 13 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |
| 180° | 15 | 6 | 5 | 64 | 10 | -52 | 20 | 13 | 8 | 58 | 2,450 | 0.122 | 2 | 2 | 2 | 8.3 |



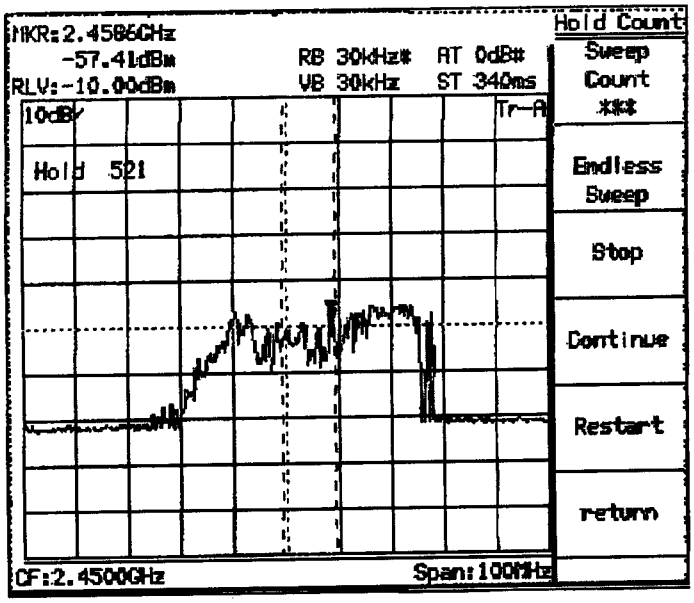

波形１
電子レンジ
１／２６
正面、距離８ｍ
負荷あり
２分間MAX HOLD



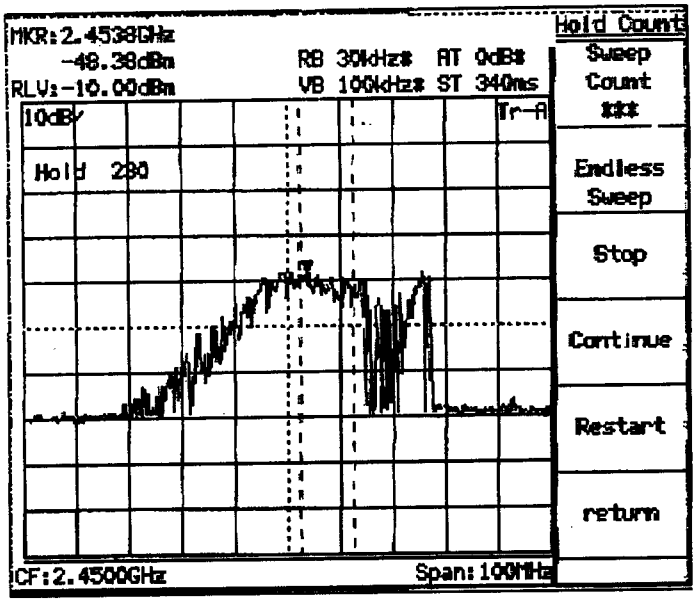

波形２
電子レンジ
１／２６
右側面、距離８ｍ
負荷あり
２分間MAX HOLD



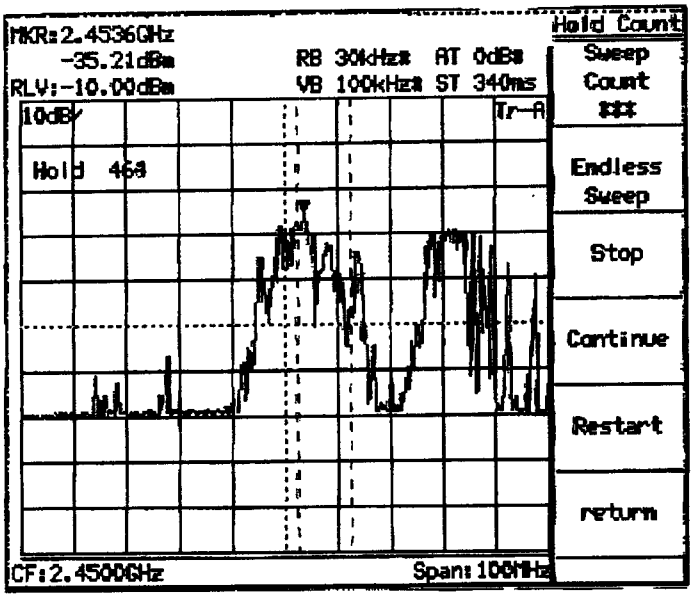

波形３
電子レンジ
１／２６
左側面、距離８ｍ
負荷あり
２分間MAX HOLD



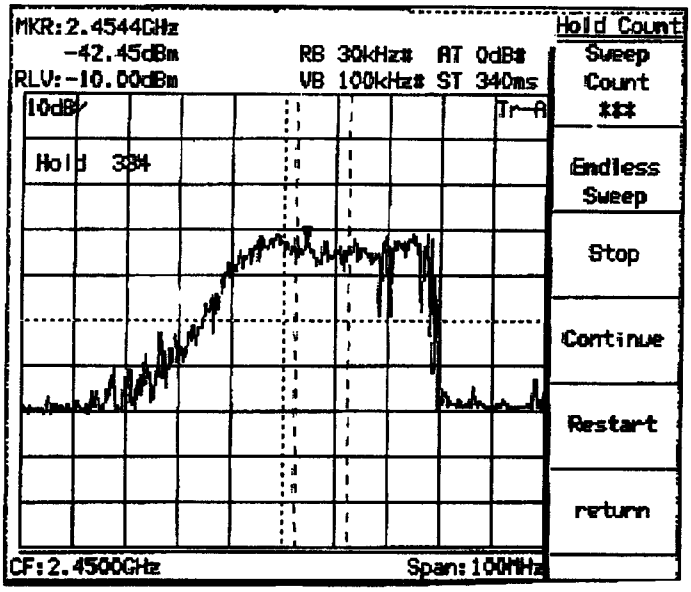

波形４
電子レンジ
１／２６
背面、距離８ｍ
負荷あり
２分間MAX HOLD



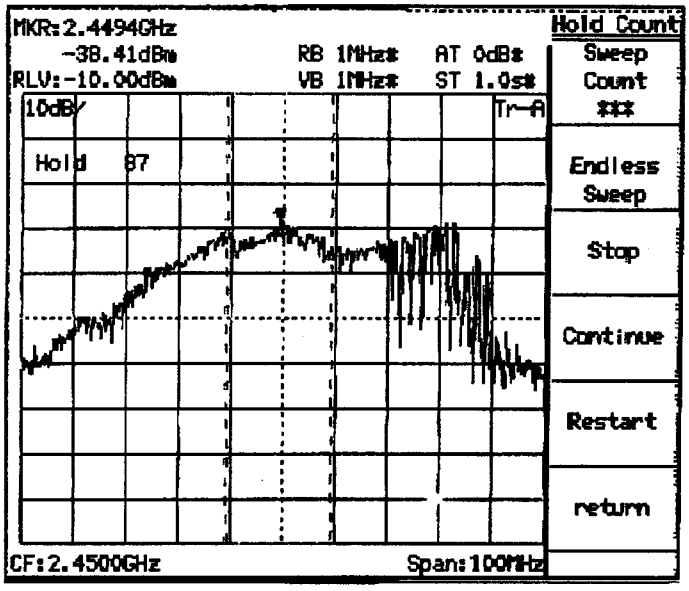

波形５
電子レンジ
１／２７
正面、距離８ｍ
負荷あり
MAX HOLD



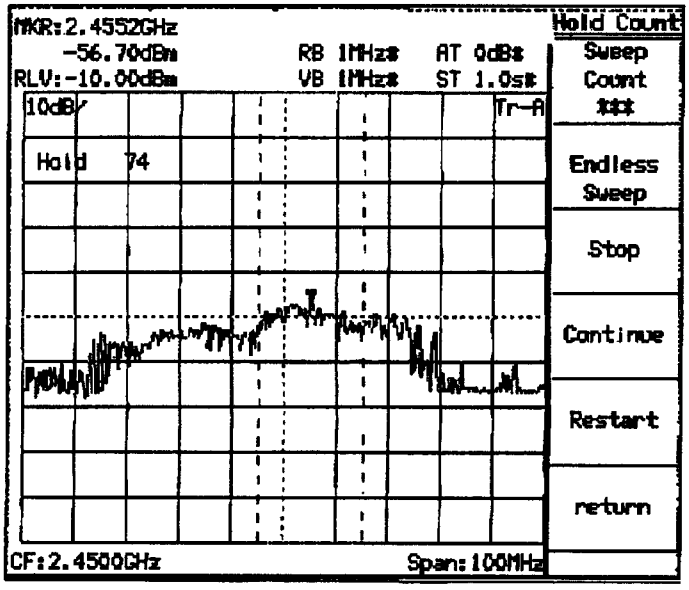

波形６
電子レンジ
１／２７
正面、距離８ｍ
負荷なし
MAX HOLD



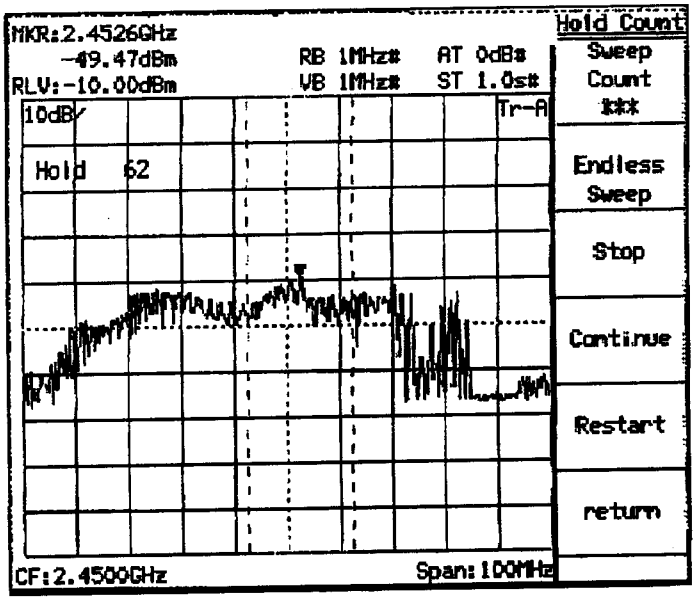

波形７
電子レンジ
１／２７
正面、距離４ｍ
負荷あり
MAX HOLD



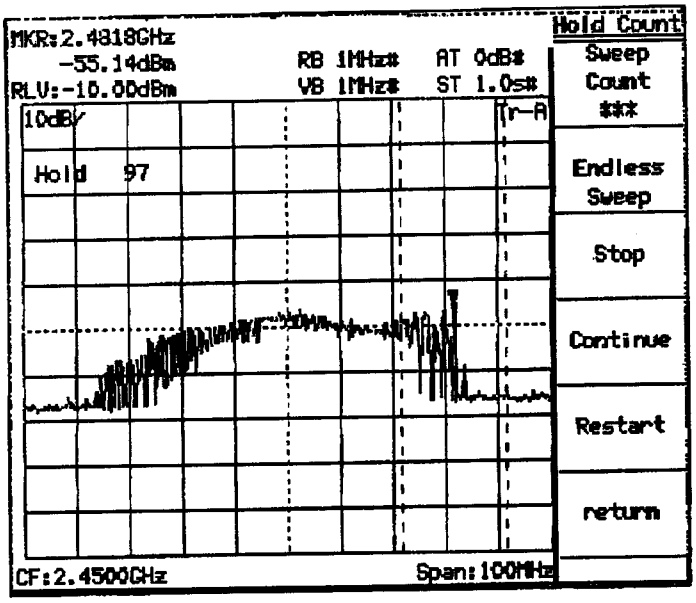

波形８
電子レンジ
１／２８
正面、距離８ｍ
木机上
負荷あり
MAX HOLD



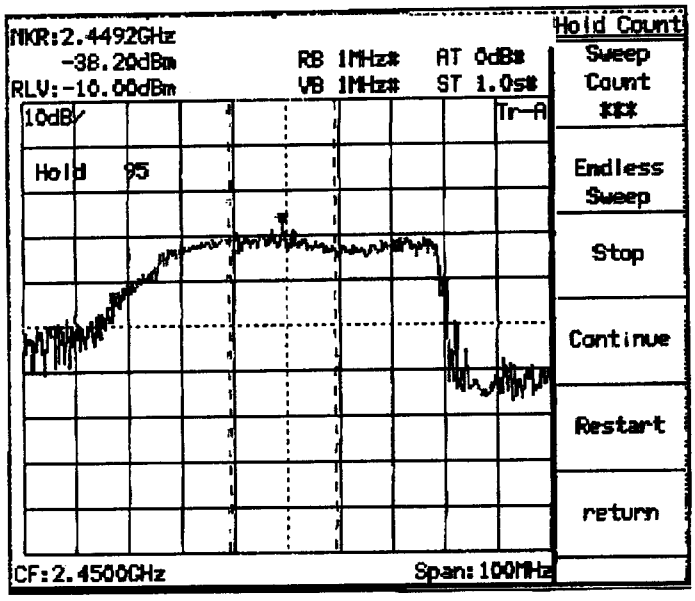

波形９
電子レンジ
１／２８
右側面、距離８ｍ
木机上
負荷あり
MAX HOLD



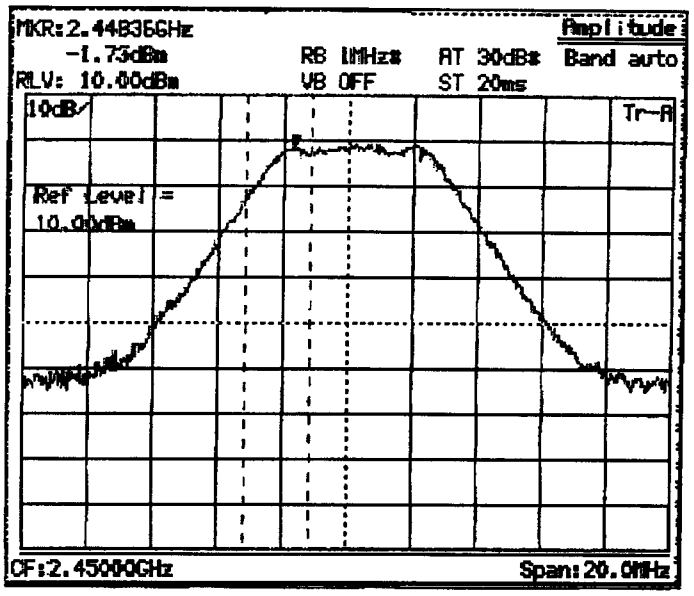

波形１０
電子レンジ
１／２８
左側面、距離８ｍ
木机上
負荷あり
MAX HOLD



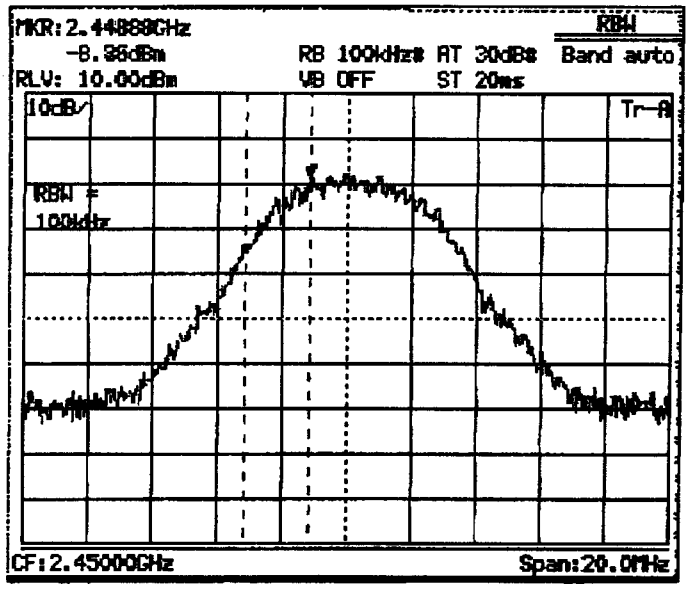

波形１１
電子レンジ
１／２８
背面、距離８ｍ
木机上
負荷あり
MAX HOLD



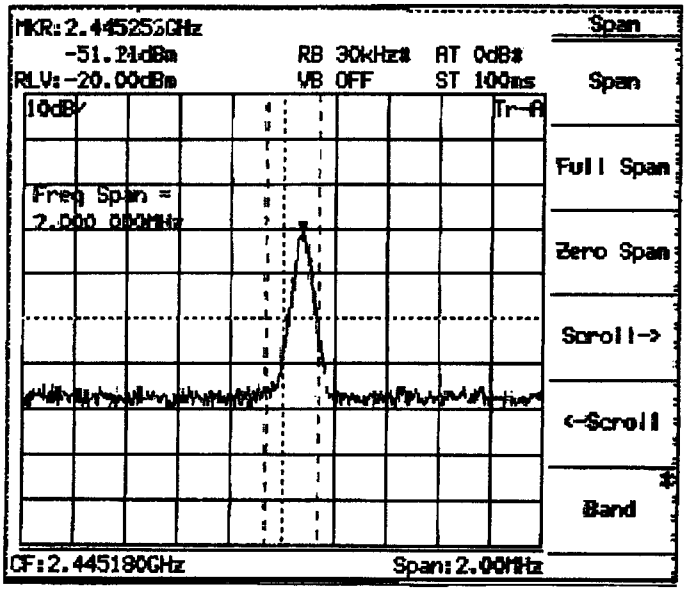

波形１２
電子レンジ
１／２８
正面、距離８ｍ
30cm発泡スチロール上
負荷あり
MAX HOLD



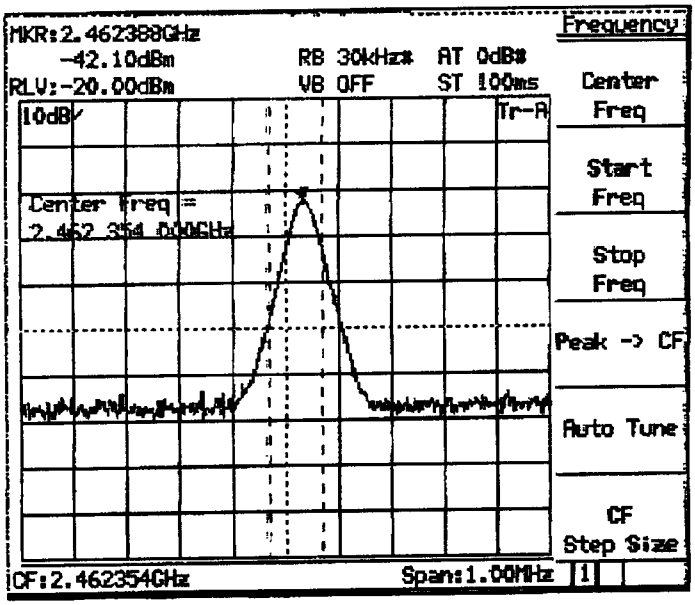

波形１３
妨害波スペクトラム
１／２７
ＲＢＷ＝１ＭＨｚ



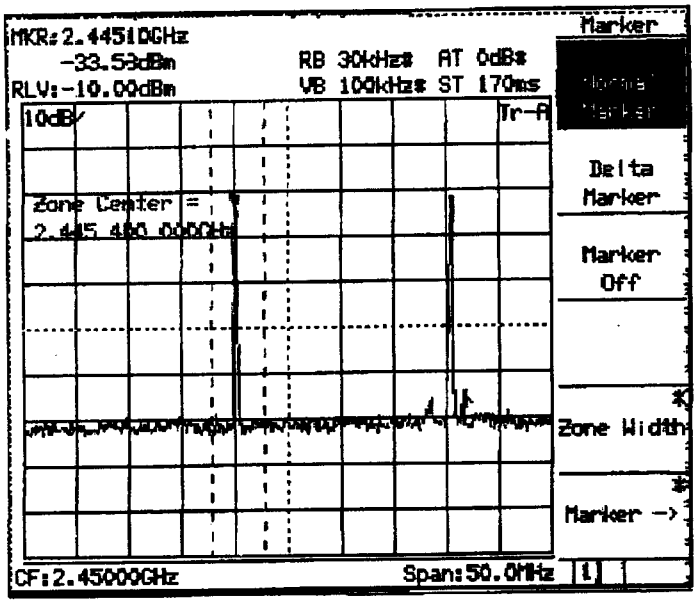

波形１４
妨害波スペクトラム
１／２７
ＲＢＷ＝１００ｋＨｚ



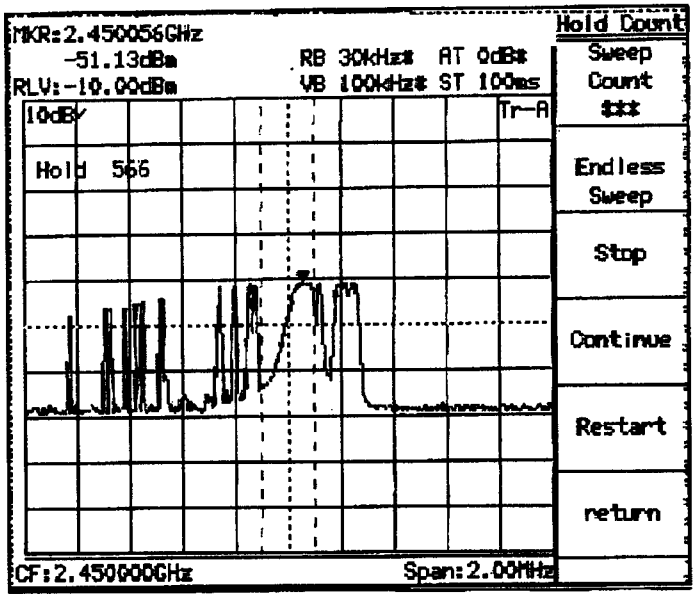

波形１５
ＲＦ－ＩＤ
Ａ社
１／２７
距離８ｍ
キャリアのみ



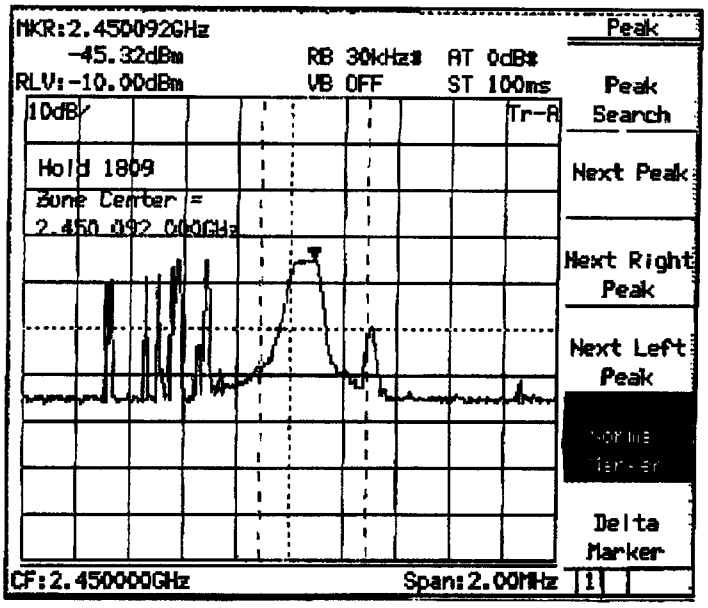

波形１６
ＲＦ－ＩＤ
Ｂ社
１／２７
距離８ｍ



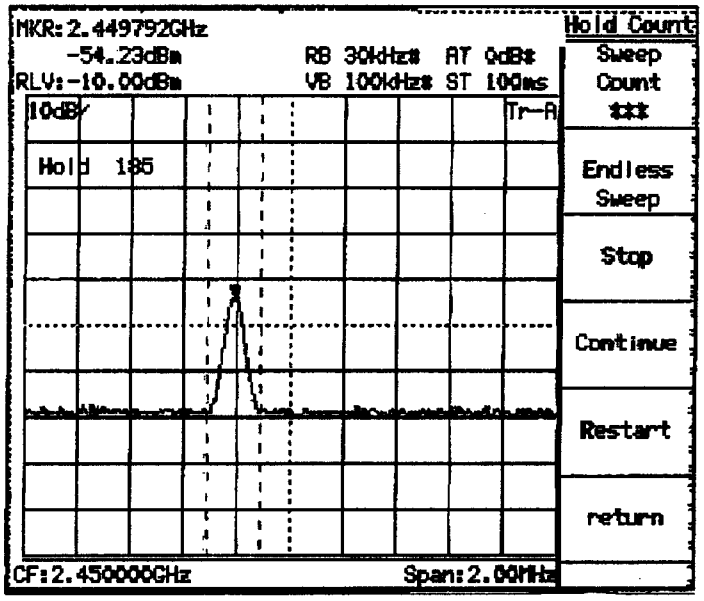

波形１７
ＲＦ－ＩＤ
Ｅ社
１／２６
距離８ｍ
質問器スペクトラム



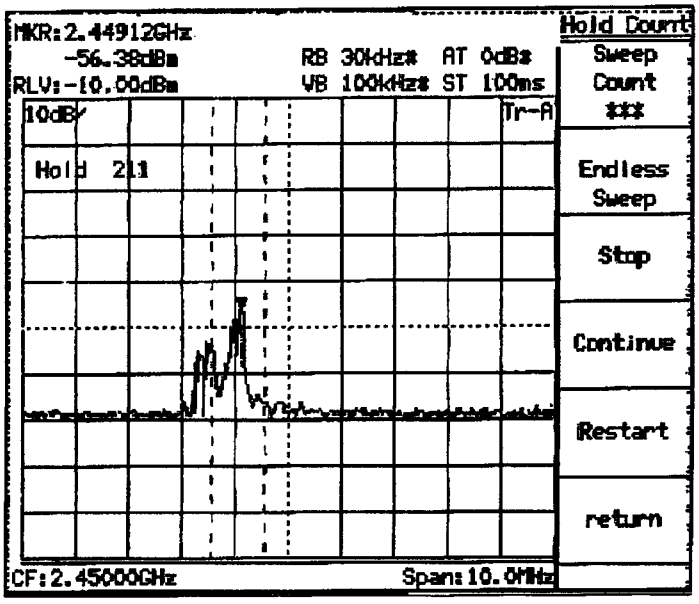

波形１８
ＲＦ－ＩＤ
Ｃ社
１／２６
距離８ｍ



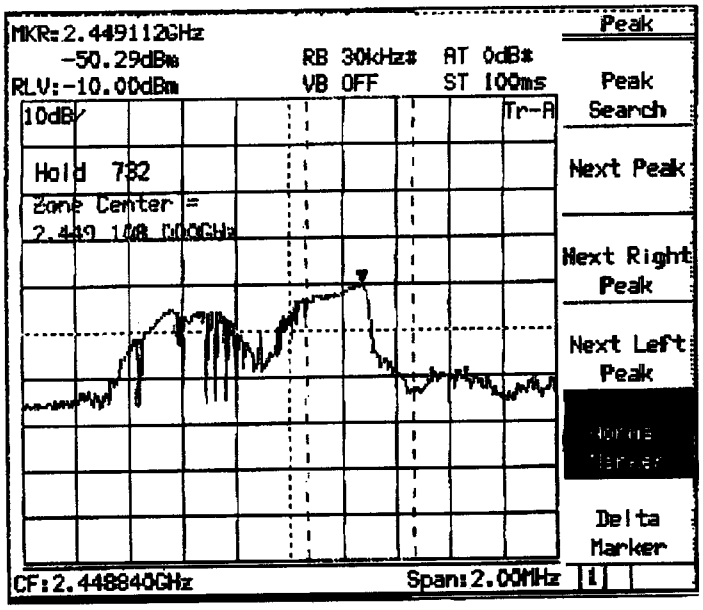

波形１９
ＲＦ－ＩＤ
Ｃ社
１／２８
距離８ｍ
質問器



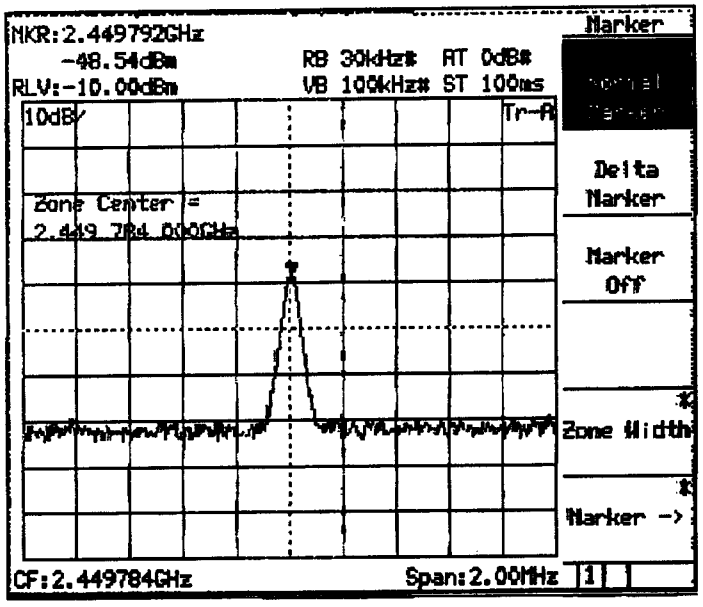

波形２０
ＲＦ－ＩＤ
Ｄ社(10mW)
１／２６
距離８ｍ
質問器



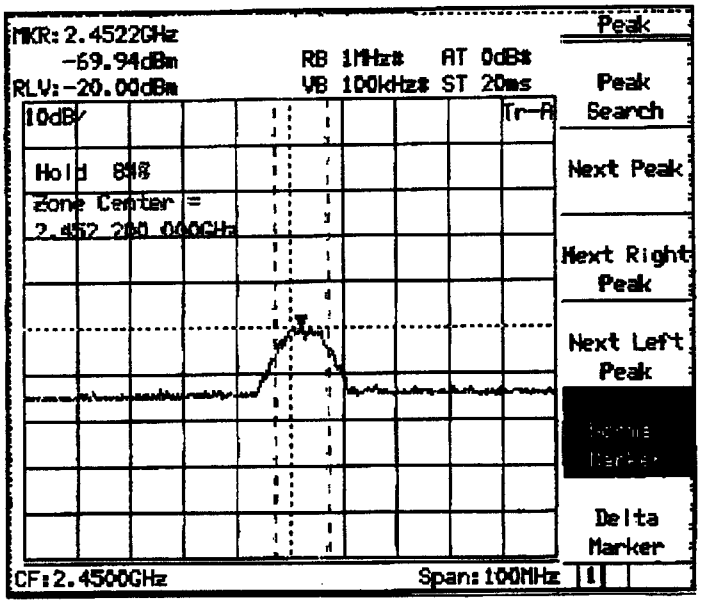

波形２１
ＲＦ－ＩＤ
Ｄ社(3mW)
１／２６
距離８ｍ
質問器



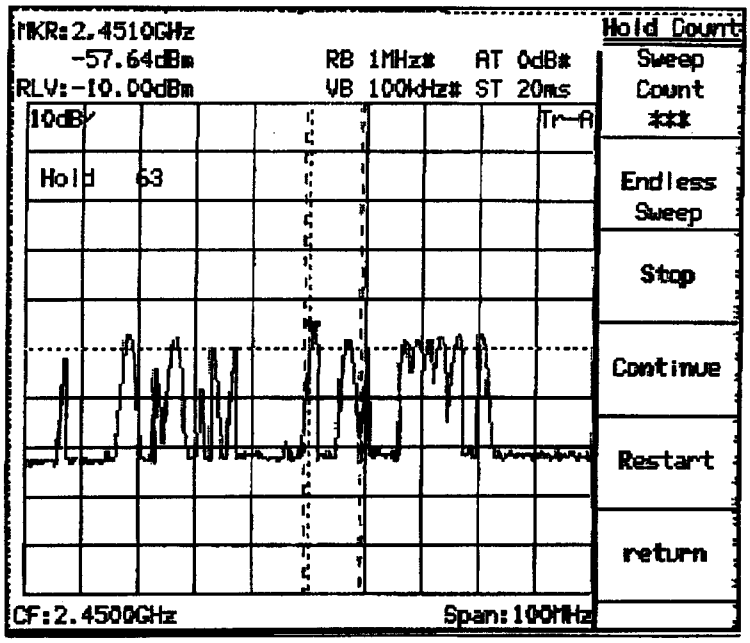

波形２２
ＲＦ－ＩＤ
Ｄ社(3mW)
１／２８
距離８ｍ



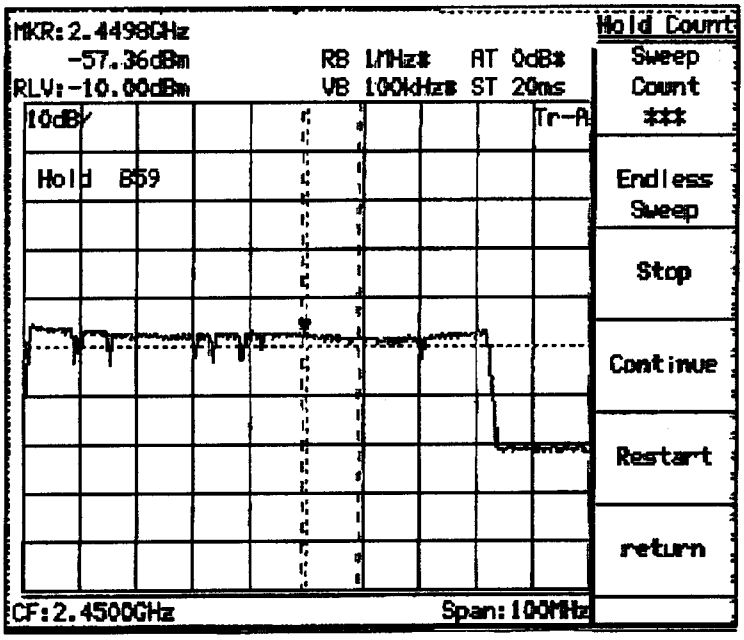

波形２３
ＲＦ－ＩＤ
Ｄ社(10mW)
１／２８
距離８ｍ




波形２４
無線ＬＡＮ(DS)
Ｆ社
１／２６
距離８ｍ




波形２５
無線ＬＡＮ(FH)
Ｇ社
１／２６
短時間MAX HOLD




波形２６
無線ＬＡＮ(FH)
Ｇ社
１／２６
長時間MAX HOLD

参考資料８

# 周波数共用に係る検討

## １　共用の基本的な方法

一つの周波数帯域を有限な空間で複数の利用者が共用する方法として、①空間分割(ＳＤＭＡ)、②時間分割(ＴＤＭＡ)、③周波数分割(ＦＤＭＡ)、④コード分割(ＣＤＭＡ)がある。ここでは、各方式の概要を述べ、利用方法を検討している。ただし、コード分割は異なる通信方式間の共用方法として採用困難なので、空間分割・時間分割・周波数分割を組み合わせて使用することになる。

### 1.1　空間分割(ＳＤＭＡ)

#### 1.1.1　距離で分離

干渉を与える可能性のある複数のシステム間の距離が十分離れていれば、それぞれで同一周波数帯を使用可能である。また、建物の外壁などの遮蔽効果を併用すれば、比較的短い間隔で複数のシステムが利用可能である。

共用化対象システムの組み合わせによって被干渉・与干渉が無くなる距離が異なるので、各システムの設置条件によっては距離で分離する方法が採用可能である。

#### 1.1.2　指向性で分離

鋭い指向性を持ったアンテナを使用することで相互の干渉を無くすことが可能である。たとえば、移動体識別装置のように短距離で特定の相手と通信するシステム間の分離に適する。

#### 1.1.3　偏波面で分離

垂直編波と水平偏波あるいは右旋円偏波と左旋円偏波で分離する方法である。同一利用者の同一システム間での分離に有効である。

### 1.2　時間分割(ＴＤＭＡ)

#### 1.2.1　ＣＳＭＡ

他無線局のキャリア(あるいは総電力や相関信号)を検知し、そのキャリアが存在している間は送信を待機することによって送信競合を避ける方式である。相互の変調方式や送受信帯域幅あるいは通信方式が異なる場合は、キャリアの検出が困難である。なお、ＳＳ方式の場合は、その特性上拡散帯域全体の電力を検出するため、帯域内に狭帯域変調信号が妨害波として入感した場合、検知してしまう等のデメリットも存在する。

#### 1.2.2 同期方式

各無線局の送信・受信動作のタイミングを制御して送信競合を避ける方式である。同一システムであれば同期可能であるが、異なるシステム間の同期は非常に困難である。

#### 1.2.3 ランダム方式

各無線局の送信タイミングがランダムかつ送信時間が短い場合は、送信競合しないときが確率的に存在するので、周波数共用が可能である。しかし、送信頻度が高くなると競合頻度が高くなってしまう。また、動画像伝送のように長時間連続送信する場合は適用が困難である。

### 1.3 周波数分割(ＦＤＭＡ)

与えられた周波数帯域を複数のチャネルに分割し、各チャネルを利用者に割り当てる方式である。占有周波数帯幅が一律な場合はチャネル設定が容易であるが、2.4GHzＩＳＭ帯は方式の異なる無線設備が混在するのでチャネル設定が困難である。また、送信要求があった局に対しダイナミックにチャネルを割り当てる方式(ＭＣＡ)は、周波数利用効率を上げることができるが、占有周波数帯幅や通信方式が異なるシステム間には適用が困難である。

### 1.4 コード分割(ＣＤＭＡ)

次の条件であればコード分割が可能であるが、これらの条件を異なるシステム間で満足させるのは非常に困難である。

① ＤＳ－ＳＳ方式であること。
② 同一変調方式、伝送速度であること。
③ 同一伝送速度であること。
④ 受信電力と干渉波電力の比およびタイミングを制御できること。
⑤ 利用者数に対応した相互相関のよいコードが存在すること。

## 2 小電力システムと他システム間の共用化条件の検討

### 2.1 対小電力データ通信システム

無線ＬＡＮの場合はランダム送信であるが、画像伝送などは連続送信である。また、変調方式や伝送速度、拡散コードなどがシステムごとに異なるので時間分割、コード分割は困難である。したがって、空間分割あるいは周波数分割で対応することが適当と考えられる。

### 2.1.1　空間分割

無線ＬＡＮは一般的に水平面無指向性なので、指向性や偏波による分離が困難であり、距離による分離となる。干渉距離が 60m程度であるので、設置密度がそれほど高くない限り、距離による空間分割が可能である。ビル間転送や画像伝送の場合は１：１通信となるので、指向性や偏波面による分離を併用できる。

### 2.1.2　周波数分割

複数のシステムを隣接配置する場合あるいは面状に密着して配置する場合は周波数分割を併用する必要がある。一般には伝送速度２～11Mbps 程度で十分なことが多く占有周波数帯幅は 25MHz 程度となる。周波数分割によって周波数利用効率を上げるとともに、複数システム全体としてのトラフィックを確保することができる。

なお、与えられた周波数幅をすべて使用する高伝送速度の無線設備が存在する場合は周波数分割ができないが、このような高伝送速度無線装置の需要は現時点では低いので、空間分割を併用すれば共用が可能と考えられる。

## 2.2　対ＩＳＭ機器

まったく異質の装置であり、空間分割(距離)とすることが適当と考えられる。なお、電子レンジのうち半サイクル発振方式のものは時分割も併用できるが、万が一、干渉距離内に多数の電子レンジが存在するときは時分割使用が困難となる。また、ハイパーサーミアや乾燥機は使用箇所・台数が極めて限定されるので、きわめて重要な問題とはならないものと考えられる。

### 2.2.1　空間分割

ＩＳＭ機器との計算上の干渉距離は極めて長いが、これまでの移動体識別装置と電子レンジの干渉実績から比較すると、小電力データ通信システムと電子レンジの干渉距離も実運用では、それほど長くならないと考えられる。

### 2.2.2　周波数分割

現行帯域(2,471～2,487MHz)では、計算上の干渉距離が非常に長いにも関わらず電子レンジと共存してきた。これは、電子レンジの干渉電力を確率上の最大値として計算しているためかつ、現行帯域では、干渉電力が比較的小さいためである。これまでの例では数m程度離せば干渉を受けずに動作可能である。複数チャネルを使用可能としておけば、少なくとも高い周波数のチャネルはこれまでと同様に使用できる。

## 2.3 対移動体識別装置

### 2.3.1 空間分割

同一周波数帯で使用する場合は、基本的には空間分割(距離、指向性)が適当と考えられる。移動体識別装置は指向性の強いアンテナを用いて限られた範囲での通信となるので、指向性による分離が特に有効と思われる。

### 2.3.2 周波数分割

小電力データ通信システムと移動体識別装置は、工場内などの同一エリアで使用する機会が今後多くなると想定され、空間分割が困難な場合があり得る。そのため、既存の移動体識別装置とくに構内無線局に対しては、小電力データ通信システム側で干渉対策を考慮しておく必要がある。

### 2.3.3 干渉対策

小電力データ通信システムから移動体識別システムへの干渉距離は、計算結果及び実験結果から 40m～80m 程度であり、かつ、移動体識別システムが一般的に同一の運用管理者のもとで同一建物構内で運用されるケースが多いと思われることから、基本的には、両システムの空間的な周波数共用は可能である。しかしながら、移動体識別は、無線局免許を有する構内無線局であり、かつ、工場での生産ラインで使用されることが多いことから、干渉対策を行うことが適当である。

2,427MHz から 2,470.75MHz までの周波数を使用する場合、小電力データ通信システムから移動体識別システムへの干渉対策(保護方法)として次の①～⑤が考えられる。

① 利用者による周波数の切替え又は電波の発射の停止が容易にできること

② 他の無線局から発射される電波によって生じる伝送誤りを検知した場合、当該電波の発射を自動的に停止する機能

③ キャリアセンスした場合、当該電波の発射を自動的に停止する機能

④ 相関信号検出した場合、当該電波の発射を自動的に停止する機能（受信信号と拡散のための信号を演算し信号レベルを検出）

⑤ 通信相手局以外の識別符号を検知し、当該電波の発射を自動的に停止する機能

この各方法の効果を表 1 に示す。

②～⑤の対策は、小電力データ通信システムが移動体識別装置から干渉を受けた場合に検知する動作であり、移動体識別装置が一方的に干渉を受けている場合は機能しないため、効果が不充分な面も見受けられることから、①の機能を義務付けする必要がある。

なお、ＦＨ方式又はＦＨ／ＤＳ方式については、必要最小限の空中線電力(例えば 3mW/MHz 以下)とすること及び帯域内スプリアスを規定することも有効と思われる。さらに混信を確実に回避するため、民間レベルでガイドライン等の運用

ルールを定め、民間レベル（例えば、取扱説明書等における注意書きの義務付け）での啓蒙活動を促進することを含めて共用条件とすることが望ましい。

表１　小電力データ通信システムから移動体識別システムへの保護方法の効果

| | ＤＳ | | | ＦＨ | | | マルチキャリア | | | シングルキャリア | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 実現性 | 効果 | 海外製品の対応 | 実現性 | 効果 | 海外製品の対応 | 実現性 | 効果 | 海外製品の対応 | 実現性 | 効果 | 海外製品の対応 |
| ①ＣＨ変更／電波停止 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ②エラーセンス機能 | ○ | ○ | × | ○ | × | × | ○ | × | ? | ○ | × | ? |
| ③キャリアセンス機能 | × | ○ | × | × | ○ | × | × | ○ | ? | ○ | ○ | ? |
| ④相関センス機能 | ○ | ○ | × | － | － | － | － | － | － | － | － | － |
| ⑤識別符号の送信または受信機能 | ○ | × | ○ | ○ | × | ○ | ○ | × | ○ | ○ | × | ○ |

○：有／対応可　×：無／対応不可　？：不明　－：対象外

## 2.4　対アマチュア無線

アマチュア無線機の普及台数が少ないので、利用者の運用に委ねることが適当と考えられる。また、アマチュア無線は２次業務であるので、他の無線局へ混信を与えない場合に限り運用することが可能である。

## 2.5　対ＭＳＳ(グローバルスター)

ＭＳＳ端末機への干渉距離の計算値では 80m～900m 程度となった。ＭＳＳは主に屋外で使用するものであることから、小電力データ通信システムを屋内使用に限定すれば外壁の遮蔽効果を期待できるが、既存のシステムが屋外でも一部使用されているので屋内限定は現状では困難であると考えられる。また、諸外国の規格に合わせて小電力データ通信システムの周波数範囲の上限を2,483.5MHzまでとすれば干渉を回避できるが、既存のシステムからの干渉波避けられない。

今後、ＭＳＳが増加することが想定されており、将来的には小電力データ通信シ

ステムの周波数範囲の上限を 2,483.5MHz に押さえることが望ましいと思われる。

### 2.6 対ＶＩＣＳ

周波数分割されているので問題ない。

## 3 移動体識別装置と他システムの共用化条件の検討

### 3.1 対ＩＳＭ機器

まったく異質の装置であり、空間分割(距離、指向性)が適当と考えられる。なお、移動体識別装置が間欠動作の場合、電子レンジのうち半サイクル発振方式のものは時分割の併用も考えられるが、移動体識別装置の伝送時間は数 10ms 程度のものが多く、時分割は事実上困難である。また、ハイパーサーミアや乾燥機は使用箇所・台数が極めて限定されるので、きわめて重要な問題とはならないものと考えられる。

しかしながら、これまで移動体識別装置とＩＳＭ機器は共存しており、電子レンジと干渉したこともあるが、距離を離したりアンテナ指向性方向を変更したりして解決してきており、今後とも大きな問題はないと考えられる。

### 3.2 対移動体識別装置

基本的には空間分割(距離、指向性)と周波数分割になる。なお、いずれの移動体識別装置も間欠動作であれば時分割(ランダム)も併用できるものと考えられる。

#### 3.2.1 空間分割

既存のシステムで相互に干渉した場合は、距離を離したりアンテナ指向性方向を変更して解決してきており、多くの場合は今後とも大きな問題はないと考えられる。

#### 3.2.2 周波数分割

既存のシステムでも２～５ｍ程度に近接して設置する場合は、必ずしも距離やアンテナ指向性だけでは干渉を回避できない場合があった。このような場合は、それぞれの指定周波数帯幅(2、427～2、470.75MHz)のなかで中心周波数を変えさせることで干渉を回避できる。

### 3.3 対アマチュア無線

アマチュア無線機の普及台数が少ないので、利用者の運用に委ねることが適当と考えられる。また、アマチュア無線は２次業務であるので、他の無線局へ混信を与えない場合に限り運用することが可能である。

### 3.4　対ＭＳＳ(グローバルスター)

周波数分割されているので問題ない。

### 3.5　対ＶＩＣＳ

周波数分割されているので問題ない。

参考資料９

# 周波数の利用方法

## １　小電力データ通信システムのニーズ及び需要動向から見た所要帯域幅の検討

### 1.1　同一通信エリア内にある複数の端末が同時に通信するシステム

OA 環境で使用される無線 LAN システムを想定し、小電力データ通信システムとして必要となる所要周波数帯域を概算する。使用モデルとしては第３章で示した無線 LAN のモデル２(DS:2Mbit/s)を採用した。

(1)　現状のシステム条件

・チャネル

2471～2497MHz の１チャネル

・データレート

2 Mbps

・チャネルスループット

アクセス方式は CSMA/CA であるが、ここでは一般的な CSMA で評価する。最大スループットは、８０％程度まで到達することが可能だが、システムとして安定した遅延特性を得るためには、チャネルスループットを３０～４０％で運用する必要がある。

・実効データレート

チャネルスループットに対し、PHY/MAC ヘッダおよび ACK 応答などのオーバヘッドを１０％とすると、平均的な実効データレートは以下のように見積もれる。

$$2[\mathrm{Mbit/s}] \times 0.3 \times 0.9 = 540[\mathrm{kbit/s}]$$

・干渉距離

第３章 3.1.6 の干渉距離計算結果より、モデル２の同一システム間での干渉条件は希望波のサービスエリア３０ｍに対して干渉距離５９ｍとなる。

(2)　想定トラヒックへの要件

１フロアのオフィス環境に無線 LAN を構築したと仮定する。この状況から、トラヒックを想定することは困難であるが、将来的な需要も加味し、最もトラヒ

ックの高い時間帯として以下のような仮定を行う。

・端末利用者：１００人

・トラヒック：１００kByte/min./人（WWW ページのダウンロード　等）

よって、総トラヒックは１０[MByte/min]＝1.33[Mbit/s]となる。

すなわち、干渉条件を満たせないオフィス環境のように１フロアでチャネルを共用しなければならない条件では、所要のチャネル容量は 1.33[Mbit/s] / 540[kbit/s] = 2.5 倍となる。したがってここで想定したトラヒックに対応するためには、３チャネル相当の周波数帯域が必要となる。

(3)　エリア拡大への要件

モバイルコンピューティングへの対応などから、複数のセルによりサービスエリアを面的に拡張することへの期待がある。全セルでチャネルを共用することも可能であるが、高スループットを得るためには、各セルで異なるチャネルを使用できることが好ましい。

前述の干渉条件より、セル半径を３０ｍとして六角形セルを仮定すると、同一チャネルを使用するためには次隣接以上の距離を必要とする。（ここでは、セル周辺の端末が基地局から干渉を受けるとした）

よって、理論的にはクラスターサイズ＝３のチャネル繰り返しが可能となるが、これは最適なセル配置を仮定した場合である。よって、面的にセルを構成するためには最低限３チャネル相当の周波数帯域が必要となる。

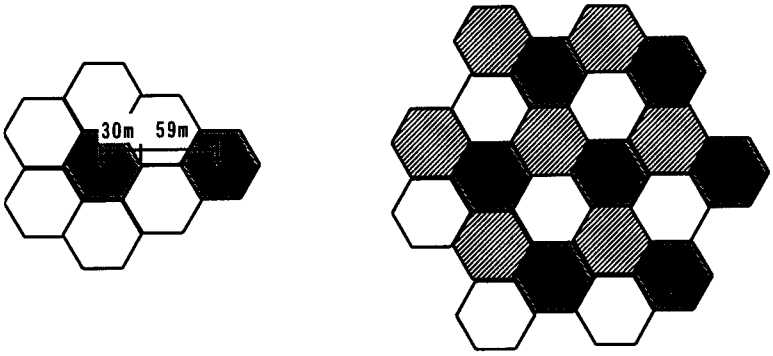



図１　３チャネルによるセル配置

実際の無線ＬＡＮシステムの構築は室内が主体であるが、建物の構造や部屋の形状の制限から六角形セルを構成するのは困難である。そのため、一般には方形セルとなることが多いと想定される。方形セルの場合に次隣接以上の距離を確保

するためには下図に示すように最低限４チャネル相当の周波数帯域が必要となる。

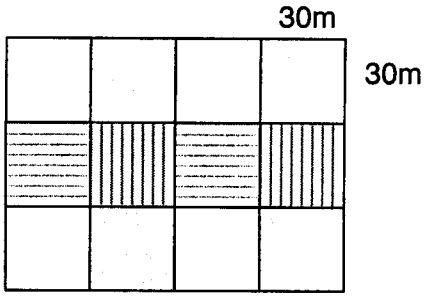



図２　４チャネルによるセル配置

(4)　高速化システムへの要件

無線 LAN の通信エリアは 30m四方程度の室内を想定しており、その中に収容される端末数は多くても 100 台程度と思われる。この通信エリア内のトラフィックは業務内容によって左右され、一律に想定するのは困難であるが、多くの有線 LAN(イーサネット)が 10Mbps で動作している現状から推定すると、無線 LAN も同程度の伝送速度で十分であると考えられる。なお、100Mbps のイーサネットの普及が始まっているが、無線 LAN は有線 LAN に比べて収容端末数が少ないので、必ずしも同等速度を必要とせず 10Mbps でも十分対応可能と考える。

現在、無線 LAN の実用化の主体は 2Mbps 程度がであるが、現行規格の帯域幅でも 10～11Mbps 程度の高速化が実現しており、高速化のための帯域幅拡大は必要ないと思われる。

## 1.2　一つの端末が高速のデータを単独で伝送するシステム

(1)　データ速度からみた高速のデータを単独で伝送するシステム

リアルタイムで高速度を必要とするデータとして、①動画像、②高品質音声、③高速テレコントロールなどがあげられるが、現行規格で実現している 11Mbps を越える速度を必要とするのは動画像伝送に限定してよいと思われる。動画像伝送に必要な伝送速度を下表に示す。

表1　画像信号のビットレート

| 画　質 | 画 像 の 種 類 | ビットレート | 備　考 |
|---|---|---|---|
| ＨＤＴＶ | スタジオ規格 | 1 Gbps | 非圧縮、BTA S-001 |
| 現行テレビ | 素材伝送、２次分配 | 120～140Mbps | 非圧縮、ITU-R 601 |
| | 素材伝送、２次分配 | 100Mbps | ITU-R 721、DPCM |
| | | 30～45Mbps | ITU-R 723MC＋DPCM |
| | 動画 | 4～10Mbps | MPEG2、H262 等<br>符号化対象はＨＤＴＶ含む |
| ストレージメディア | | | |
| テレビ電話、会議 | 準動画 | 64kbps～1.5Mbps | H261 等 |

出典(抜粋)　マルチメディア時代のディジタル放送技術事典、NHK 放送技術研究所編、丸善(株)、1994

上表に示す動画像のうち、テレビ会議、ストレージメディア程度(～6.3Mbps)の品質であれば、伝送速度 5.5～11Mbps で対応可能である。また、スタジオ規格動画像データのビットレートは 100Mbps を越えるので、100MHz 未満の帯域での伝送は困難であり対象外と考える。したがって、ビットレート 15～45Mbps が伝送対象データとなる。

(2)　高速化の実現性

・性能

動画像伝送用として、ビットレート 15～45Mbps が必要とされる。現在、占有帯域幅 22～25MHz 程度で 11Mbps を伝送できる技術が確立しているので、同等技術で使用周波数帯幅を拡張すれば、

使用周波数帯幅 83.5MHz の場合　：　約 37Mbps　　(11×83.5／25)

程度の伝送速度を確保できる。したがって、CATV/CCTV やスタジオ画像程度の品質で動画像伝送が可能である。

・コスト

100MHz 近い広帯域で高出力リニア増幅器を構成するためには、高価なマイクロ波デバイスを使用するか、あるいは新規に専用ＭＭＩＣの開発を要する。また、30Mbps を越える高速伝送を達成するためには高速ベースバンドプロセッサと高速ＣＰＵセットを必要とするので、製品価格は現行製品の数倍に達す

ると想定される。当然、高速化に伴って消費電力も増加するので、適用できるアプリケーションはビル間転送などごく限られたものになると思われる。

## 1.3 広帯域化の得失

### (1) 広帯域化の課題

同一エリアあるいは近傍エリアで複数の無線ＬＡＮを運用する場合は、複数チャネルを確保するために広い周波数帯域が必要である。また、高速データ伝送のためにも広い周波数帯域を必要とする。さらに、通信信頼性をあげるためにも、広い周波数帯域が有効である。つまり、ＤＳの場合は拡散率を大きくして処理利得を向上させれば、通信信頼性を向上させることができる。ＦＨの場合はホッピング数を多くして、他システムとの干渉確率を下げ、通信信頼性を向上させることができる。

複数チャネルで運用する場合は、多くのユーザを収容することができ電波の効率的運用が可能になる。しかし、高速伝送のため、あるいは通信信頼性をあげるため広い周波数帯域を１のユーザが占有する場合は、電波の効率的運用とは必ずしもいえない。

そこで、１ユーザが広帯域運用した場合の得失を検討する。

### (2) １ユーザによる広帯域運用と現行帯域運用の比較

広帯域運用した場合と現行程度の帯域で複数チャネル運用した場合の得失を下表に示す。１ユーザの高速性を取るか、多数ユーザの運用を取るかは、直接の比較ができないので判断が困難である。実際には、11Mbps 以上の伝送速度を必要とするユーザ数は比較的少ないと思われる。また、ＬＡＮの場合は、常時大容量データ伝送をしているわけではなく、時間的にも限定されると思われる。したがって、ＦＨ方式以外の方式の場合、１ユーザによる広帯域運用より現行帯域程度で複数チャネル運用を可能とすることが望ましい。

表２　広帯域化と現行の比較

| | 広帯域化 | 現行占有帯域幅 | 備　考 |
|---|---|---|---|
| 用　途 | 動画像伝送、ＬＡＮ | ＬＡＮ、動画像伝送 | |
| チャネル数 | １チャネル | ４チャネル | |
| 占有帯域幅 | 83.5MHz | 22～25MHz | |
| 伝送速度 | 30～40Mbpsが可能 | 11Mbps程度まで | |
| 製品コスト | 高価 | | |
| 収容ユーザ数 | １セル内では多数の端末が収容可 | 複数セルを考慮すると１チャネルに比べて４倍程度多い | 条件によって異なるので、単純比較は困難 |
| 実現性 | 有り | 既存 | |

注　収容ユーザ数の比較は次の方式によった。

・隣接するセルには異なった周波数を割り当てる

・セル形状は正方形とする

一つのセル内の端末数は同数とする

(3)　考察

①　想定されるトラヒック量や動画像伝送等の高速伝送に対応し、かつ、面的セル配置による周波数有効利用を図るためには、最低限現行帯域幅の３チャネル相当の周波数帯域を必要とする

②　高速化システムは現行規格の帯域幅で 10Mbps 以上を実現できるので、ＦＨ方式以外の方式の場合これを積極的に利用する

ことが望ましい。

よって、同一通信エリア内にある複数の端末が同時に通信するシステムの場合、現状の１チャネル分 26MHz から、26MHz×3 チャネル＝78MHz 以上の所要周波数帯域幅が要求される。なお、システムに応じて、さらにガードバンドを設けることを考慮する必要がある。

ただし、ビル間伝送のような限定された用途には、2.4GHz 帯でも高速化が有用であるし、今後の技術の発展を阻害しないためかつ、国際的な動向に調和させるためにも、83.5MHz 程度の周波数帯域が必要であると考えられる。

## 2　移動体識別システムのニーズ及び需要動向からみた所要周波数帯域幅

移動体識別装置の需要動向は、第１章の予測より 2005 年には今の十倍の市場規模となっているが、周波数帯域幅としては無線器の性能向上等で今の帯域幅で十分運用可能と思われる。

しかしながら、現在の規則では、各装置が周波数固定で使用することが義務付けられており、混信した場合でも周波数を変更できず今後の他システムとの共存が危惧される。

このため、移動体識別システム装置としてのニーズとしては、帯域幅拡大より現在の帯域内で自由に周波数変更が可能とすることと、今後スペクトラム拡散を使用したシステムの導入が可能となるよう変調方式の見直しなど現状の規制緩和が望まれている。

また、海外との調和を考えると、現状の帯域に限定せず ISM バンド全体を使用可能とすることで、今後急速に普及するであろう国際的物流分野への対応も図ることが可能となる。

# 適応周波数割当制御方式（PDCA: Packet Dynamic Channel Allocation）

## 1　適応周波数割当制御方式（PDCA方式）の概要

PDCA方式は、システムに割り当てられた複数の周波数チャネル（以下チャネルという。）から通信環境の変化に応じて最適なチャネルを選択して通信を行うことを可能とするものであり、以下のような動作をするシステムである。

(1) 基地局に相当する親局は、起動時に他の無線ゾーンからの干渉を受けないチャネルを動的に選択し新しい無線ゾーンを構築する。また、ネットワーク構成や通信環境の動的な変化に対応して、各親局は他の無線ゾーンからの干渉を検出してチャネルを変更する。

(2) 移動局である子局は、起動時に接続可能な親局において用いられているチャネルを動的に選択する。また、無線ゾーン間の移動を検出し、移動先の無線ゾーンで用いられているチャネルを選択し再接続を行う。

## 2　PDCA動作確認試験

PDCA方式の無線LANシステムの動作を確認するため、2.4GHz帯を用いたシステムにより、以下のような動作確認試験が行われており、その一例を図1に示す。

【確認方法】

あらかじめ複数の移動局が起動している状態でランダムに各基地局を起動させ、チャネル選択状況を確認する。

この試験により、PDCA方式によって基地局が自律的に干渉回避を行うことができ、またチャネル数の増加に伴いチャネルを設定できる割合が向上することが確認された。

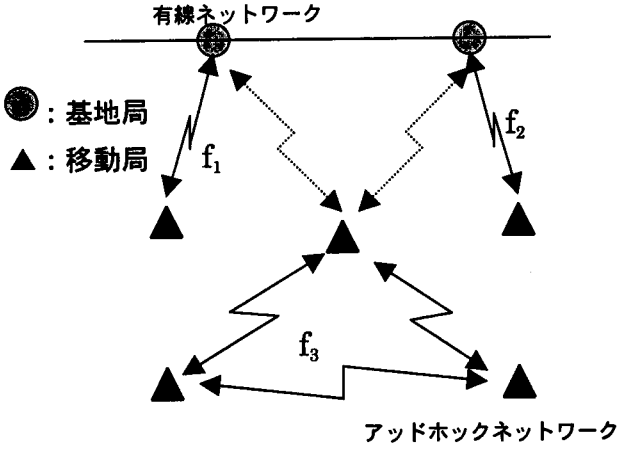



図1：無線局配置例

また、この環境より大規模な試験（基地局、移動局各16台）においても、同様に動作可能であることが確認されている。

## 3　他システムとの共用検討試験

2.4GHz帯を用いたPDCA方式の無線LANシステムと同一周波数帯を用いる他システム（小電力データ通信システム、アマチュア無線、移動体識別システム、ISM機器等）との共用について、与干渉・被干渉の観点から机上検討及び実際の評価試験の結果、当該方式を用いた無線LANシステムが、どの既存システムとも共用可能性のあることが確認されている。

## 4　まとめ

基地局配置や移動局数等の試験環境にも依存するが、これまでの試験環境下においては、システムに与えられたチャネルが4～5チャネルあれば、ほぼすべての基地局が自律的に干渉を回避しチャネルを設定できることが確認されており、PDCA方式を用いることで、より少ないチャネル数で効率のよい運用が可能であ

ると考えられる。

現状の無線LANシステムにおいては、基地局への周波数の割当は固定的であり、複雑な伝搬環境等を考えると、同一チャネルを使用するセルどうしが干渉しあう可能性がある。これに対してPDCA方式は、自律的に干渉回避を行うことで、ある程度のチャネル数があれば干渉を回避できることが確認されている。

なお、この試験検討は、平成８年度から１０年度まで（社）電波産業会に設置された「マルチパス環境下における単一周波数通信技術に関する調査検討会　－無線伝送における適応周波数資源利用制御－」において実施されたものである。

参考文献

「マルチパス環境下における単一周波数通信技術に関する調査検討会報告書」、（社）電波産業会、1999.3

# 高度小電力データ通信システム(仮称)のチャネルの検討

## 1　チャネルセパレーション

チャネルセパレーションは、主に占有周波数帯幅と周波数許容偏差によって定められるが、伝送速度や拡散率を規定しないため具体的数値を規定することが困難である。ここでは、低速チャネルと高速チャネルを想定して検討を進める。

### (1)　低速チャネルのセパレーション

周波数許容偏差が±125kHz 程度であるので、ガード周波数帯は 250kHz 以上必要である。低速チャネルであっても、2.4GHz 帯を使用する場合は他の特定小電力無線設備よりも速い伝送速度となることが考えられる。また、ガード周波数帯とのバランス上からも 250kHz 以上の占有周波数帯幅と考えるのが妥当である。したがって、チャネルセパレーションは 500kHz 以上とすることが適当と考えられる。また、ＳＳ方式の場合、空中線電力が 1 MHz あたりの電力密度で規定されることから、低速チャネルセパレーションは 1 MHz が望ましい。中心周波数(MHz)の下 2 桁がチャネル番号と同一になり、運用上も都合がよい。FH－SS のときは低速チャネルがホッピング幅となるが、IEEE802.11 とも整合がとれており国際的な観点からも望ましいと考えられる。

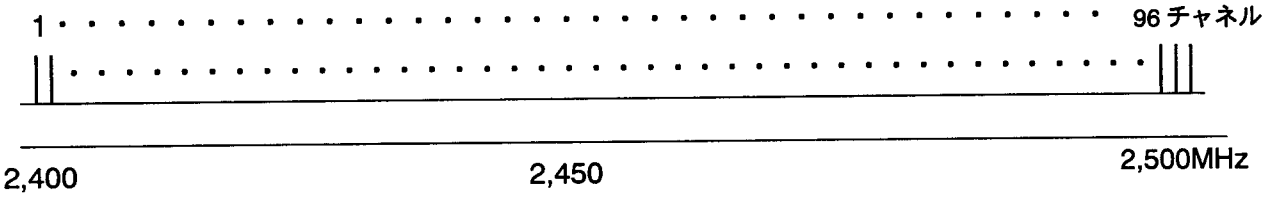



図 1　低速チャネル案

### (2)　高速チャネルのセパレーション

高速チャネルは伝搬特性上から DS－SS 変調方式が使用されると考えるのが妥当である。伝送速度 2 Mbps の無線設備のチップレートはほとんどが 11Mcps であ

り、より高速な伝送速度 11Mbps の伝送を行う無線設備の場合、チップレートも 11Mcps である。したがって、占有周波数帯幅は 22MHz～25MHz 程度と考えるのが妥当である。現行機器の占有周波数帯幅にあわせるとチャネルセパレーションは 26MHz になる。周波数範囲が 83.5MHz であるので、3チャネル案として考えるならば、重複しない配置で3チャネルを確保できる。この場合、最も低いチャネルは移動体識別装置の周波数帯に重複しないので、周波数分割による共用化に適していると考えられる。

なお、IEEE802.11 の高速チャネルは 25MHz セパレーションのインターリーブ配置であり、その数値を採用する方法もあり、この場合、同時使用チャネルは3チャネルになるが、適当なインターリーブ配置ができれば、より自由度の高いゾーン配置が可能となる。

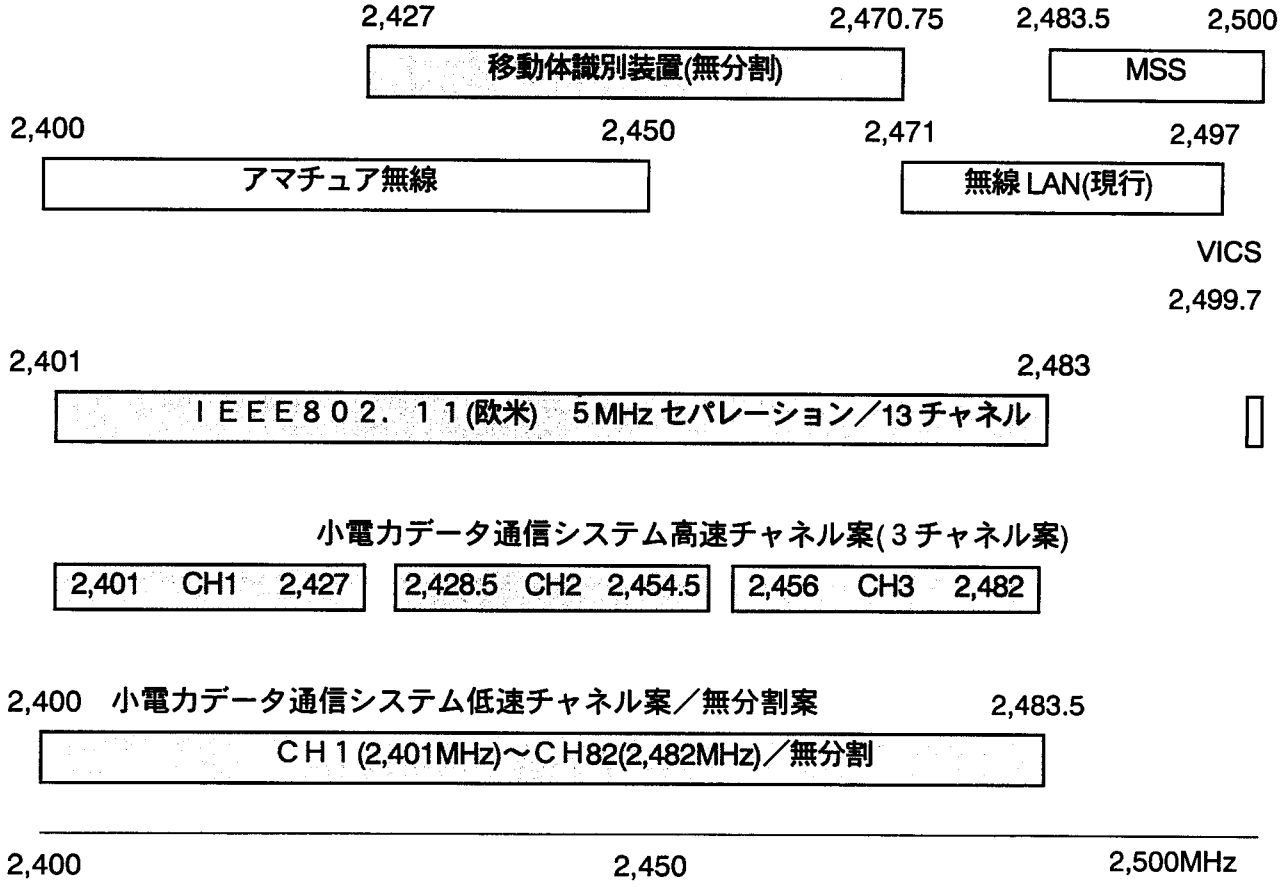



図２　チャネル案と既存の周波数数

## 2　チャネル設定の比較検討

チャネルを設定した場合としない場合の比較検討を表 4.3 に示す。限定された条件であればチャネル設定の効果を期待できるが、変調方式や伝送速度を規定しない場合は自由度がなくなるだけで利点は期待できない。したがって、チャネルは規定せず個々のシステムの裁量に任せることが望ましい。たとえば、狭い地域で多地点の低速伝送が必要な場合は、狭いチャネルセパレーションを設定すべきであると考えられる。また、汎用性が必要な場合は IEEE などの規格を準用すればよい。

なお、チャネル設定に関する比較検討表を表 1 に示す。

表 1　チャネル設定の得失

| | チャネル設定あり | チャネル設定なし |
|---|---|---|
| 周波数利用効率 | ・占有周波数帯幅を統一すれば効率的な周波数配置が可能。 | チャネル設定した方が効率的。<br>・キャリアセンスが困難。 |
| 全帯域使用可否 | ・対応不可 | ・対応可 |
| 既存機器との整合 | ・既存機器はメーカ独自で設定してきたのでチャネルセパレーションを 100kHz 以下にする必要あり。 | ・現行どおり |
| 海外規格との整合 | ・チャネルセパレーション 1 MHz であれば整合性あり。 | ・必要であれば海外規格に合わせればよい。 |
| 実現性 | ・伝送速度や変調方式の統一が困難なので、実効性を期待できない | ・現行どおり |

# 諮問書・諮問理由

郵 通 技 第 5 号

平成3年7月22日

電気通信技術審議会

会長　　齋 藤 成 文 殿

郵政大臣　関 谷 勝 嗣

# 諮　問　書

下記について諮問する。

記

諮問第５７号　無線ＬＡＮシステムの技術的条件

諮問第５７号

無線ＬＡＮシステムの技術的条件

## 1　審議開始の理由

２．４ＧＨｚ帯は、ＩＳＭ（産業科学医療用）バンドと呼ばれ、電子レンジをはじめとした各種のＩＳＭ機器に利用されている。また、この周波数帯では、小電力データ通信システム(中速無線ＬＡＮ)、移動体識別等の小電力無線局が運用されている。

現在、小電力データ通信システム用については、画像伝送や高速大容量データ伝送等のニーズが増大しているため、産業界より、より高度な利用を可能とするように要望されていること及び諸外国より、我が国の無線ＬＡＮに使用可能な周波数を拡張するよう要望されている等の理由により、利用可能な周波数帯域の拡大が必要となっているが、同周波数帯については、用途別に専用的に利用されており、利用帯域の拡大が困難な状況であるため、更なる周波数の有効利用方策が求められている。

このため、小電力データ通信システム及び移動体識別用無線局の周波数共用等の方策により周波数の有効利用を図るとともに、小電力データ通信システムの無線局の高度化を可能とするための技術的条件について検討する必要がある。

## 2　答申を希望する事項

(1) 小電力データ通信システムに係る周波数有効利用方策

(2) 小電力データ通信システムの高度化に必要な技術的条件

## 3　審議スケジュール

答申希望時期：　平成１１年３月頃

## 4　答申が得られたときの行政上の措置

関係省令等の改正に資する。

## 5　審議体制

準マイクロ波を使用する移動体識別用無線局の高度化について別途審議を行う小電力無線設備委員会と連携を図って審議する。