

平成13年度

情報通信審議会答申

諮問第2001号

「2.4GHz帯を使用する無線システムの高度化に必要な技術的条件」

平成13年9月25日

目 次

	ページ
1 答申書	1
2 答申書別添（諮問第2001号答申）	3
3 情報通信審議会 情報通信技術分科会	
2. 4GHz帯高度化方策委員会報告	1 3
4 参考資料	6 5
5 諮問書・諮問理由	1 1 1

情報通信審議会委員名簿

五十音順 敬称略

氏 名	主 要 現 職
会 長 秋山 喜久	関西電力（株） 代表取締役会長
会長代理 齊藤 忠夫	東京大学 名誉教授
委 員 有吉 孝一	安田火災海上保険（株） 相談役
“ 安西 邦夫	東京ガス（株） 代表取締役会長
“ 生駒 俊明	日本テキサス・インスツルメンル（株） 社長
“ 大山 永昭	東京工業大学 フロンティア創造共同研究センター 教授
“ 川田 隆資	松下電器産業（株） 代表取締役副社長
“ 北城 悟太郎	日本アイ・ビー・エム（株） 代表取締役会長
“ 清原 慶子	東京工科大学 メディア学部 教授
“ 國井 秀子	（株）リコー 執行役員ソフトウェア研究所 所長
“ 小舘 香椎子	日本女子大学 理学部 教授
“ 鈴木 勝利	全日本電機・電子・情報関連産業労働組合連合会 中央執行委員長
“ 関口 泰治	ノキア・ジャパン（株） 顧問
“ 醍醐 聰	東京大学大学院 経済学研究科 教授
“ 多賀谷 一照	千葉大学 副学長兼法経学部 教授
“ 月尾 嘉男	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
“ 長尾 真	京都大学 総長
“ 中川 正雄	慶應義塾大学 理工学部情報工学科 教授
“ 名取 晃子	電気通信大学 電気通信学部 教授
“ 根岸 哲	神戸大学 法学部 教授
“ 根元 義章	東北大学大学院 情報科学研究科 教授
“ 羽鳥 光俊	国立情報学研究所 情報メディア研究係 教授
“ 林 敏彦	大阪大学大学院 国際公共政策研究科 教授
“ 原島 博	東京大学大学院 情報学環 教授
“ 藤井 義弘	日立造船（株） 相談役
“ 藤原 まり子	（株）博報堂 博報堂生活総合研究所 客員研究員
“ 宮崎 久美子	東京工業大学大学院 理工学研究科 教授
“ 村上 政敏	（株）時事通信社 相談役
“ 安田 靖彦	早稲田大学 理工学部 教授
“ 吉岡 初子	主婦連合会 事務局長

情 審 技 第 4 7 号
平成13年9月25日

総 務 大 臣
片 山 虎之助 殿

情 報 通 信 審 議 会
会 長 秋 山 喜 久

答 申 書

平成13年3月28日付け諮問第2001号「2.4GHz帯を使用
する無線システムの高度化に必要な技術的条件」をもって諮問された事
案について、審議の結果、別添のとおり答申する。

別 添

諮問第2001号

「2.4GHz 帯を使用する無線システムの高度化に必要な技術的条件」

諮問第2001号「2.4GHz 帯を使用する無線システムの高度化に必要な技術的条件」に対する答申

2.4GHz 帯を使用する無線システムの高度化に必要な技術的条件は、以下のとおりとすることが適当である。

1 小電力データ通信システムの技術的条件

1.1 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。

1.2 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) 変調方式

ア スペクトラム拡散方式及び直交周波数分割多重方式

スペクトラム拡散方式については、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。直交周波数分割多重(OFDM)方式については、伝送データを分散させて複数のキャリアを各々変調し、それらを占有周波数帯内に均等かつ直交する周波数配置に多重して伝送を行う方式であって、1MHz 当たり 1 本以上のキャリア数を有するもの、又はこのOFDM方式とFH方式との複合(OFDM/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までの周波数帯から選択すること。(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及び直交周波数分割多重方式

1MHzの帯域幅における平均電力が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、DS/FH複合方式又はOFDM/FH複合方式によるものは3mW以下)であること。

イ ア以外の方式

10mW以下であること。

(5) 空中線利得

ア スペクトラム拡散方式及び直交周波数分割多重方式

(ア) 送信空中線の絶対利得は2.14デシベル以下であること。

ただし、1MHz当たりの等価等方輻射電力が、絶対利得2.14デシベルの送信空中線に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、DS/FH複合方式又はOFDM/FH複合方式によるものは3mW)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できる。

(イ) 指向性アンテナを用いる場合に限り、1MHz当たりの等価等方輻射電力が、絶対利得2.14デシベルの送信空中線に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、DS/FH複合方式又はOFDM/FH複合方式によるものは3mW)の空中線電力を加えたときの値を越えることができるが、1MHz当たりの等価等方輻射電力をこの値のA倍にする場合には、使用する空中線の半値角 θ について $\theta \leq 360/A$ (度)を満たすこと。

ただし、1MHz当たりの等価等方輻射電力の上限は、絶対利得12.14デシベルの送信空中線に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、DS/FH複合方式又はOFDM/FH複合方式によるものは3mW)を加えたときの値とする。

イ ア以外の方式

(ア) 絶対利得が2.14デシベル以下であること。

ただし、等価等方輻射電力が絶対利得2.14デシベルの送信空中線に10mW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できる。

(イ) 指向性アンテナを用いる場合に限り、等価等方輻射電力が、絶対利得2.14デシベルの送信空中線に10mWの空中線電力を加えたときの値を越えることができるが、1MHz当たりの等価等方輻射電力をこの値のA倍にする場合には、使用する空中線の半値角 θ について $\theta \leq 360/A$ (度)を満たすこと。

ただし、等価等方輻射電力の上限は、絶対利得12.14デシベルの送信空中線に10mWを加えたときの値とする。

(6) 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、容易に開けることの出来ない構造であること。

1.3 無線設備の技術的条件

1.3.1 送信装置

(1) 周波数の許容偏差

$\pm 50 \times 10^{-6}$ 以内であること。

(2) スプリアス発射の強度の許容値

1MHzの帯域幅における平均電力が次の値以下であること。

ア 2,387MHz未満及び2,496.5MHz未満を超える周波数帯: $2.5 \mu W$

イ 2,387MHz以上2,400MHz未満及び2,483.5MHzを超え2,496.5MHz以下: $25 \mu W$

(3) 筐体輻射

実効輻射電力がスプリアス発射の強度の許容値以下であること。なお、既に存在する小電力データ通信システムについては現行の規格を適用する。

(4) 空中線電力の許容値

上限20%、下限80%以内であること。

(5) 占有周波数帯幅の許容値

ア FH方式、DS/FH複合方式又はOFDM/FH複合方式: 83.5MHz以下

イ ア以外の方式: 26MHz以下

(6) 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。

(7) SS方式の拡散率

5以上であること。

(8) ホッピングの一様性

FH方式においては、特定の周波数において電波を連続して発射する時間(滞留時間)は0.4秒以下であり、かつ0.4秒に拡散率を乗じた時間内で任意の周波数の滞留時間の合計が0.4秒以下であること。

1.3.2 受信装置

副次的に発する電波等の限度については、平均電力が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。

1.3.3 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、48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。ただし通信品質劣化時に通信路の切断を行う機能を有するものにあつては、通信路の正常性を確認することにより対策を講じることができる。

1.3.4 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。

1. 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。

(1) 周波数

DS方式又はOFDM方式の場合はPN符号をデータとした変調波、FH方式、DS/FH方式又はOFDM/FH方式の場合は拡散変調を停止した状態で、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(バースト波にあたってはバースト内の平均値)を測定すること。

(2) 送信装置の空中線電力

ア 空中線端子付きの場合

スペクトルアナライザのIF出力に電力計を接続して、1MHzの帯域幅における平均電力を測定することが適当である。平均電力を求める際の平均時間は、FH方式又はDS/FH複合方式又はOFDM/FH複合方式にあつては、測定値が一定となるまでの十分な時間とすることが適当である。DS方式又はOFDM方式にあつては、バースト波の場合は、バースト内の平均電力とすること。

イ 空中線端子無しの場合

電波暗室で1MHzの帯域幅における実効輻射電力を測定し、 $[\text{測定値} \times \theta / 360]$ (θ は半値角(度)) を空中線電力とする。その他の条件は空中線端子付の場合に同じとすること。

(3) 空中線の半値角

電波暗室で供試機を回転台の上に載せて、1MHzの帯域幅における実効輻射電力が最大点から半分になる角度を測定すること。

(4) 送信装置のスプリアス発射の強度

ア 空中線端子付きの場合

スペクトルアナライザで1MHzの帯域幅における平均電力を測定すること。平均電力を求める際の平均時間は、FH方式、DS/FH複合方式又はOFDM/FH複合方式にあつては、空中線電力の測定の際の平均時間と同じとすること。DS方式又はOFDM方式にあつては、バースト波の場合はバースト内の平均電力とすること。

イ 空中線端子無しの場合

電波暗室で1MHzの帯域幅における実効輻射電力を測定し、その値が次の値以下であることを確認すること。その他の条件は空中線端子付の場合に同じとすること。

(ア) 2,427MHz以上2,470.75MHz以下の電波を使用するもの

a. 2,387MHz未満及び2,496.5MHz未満を超える周波数帯:

2.5 μ W又は基本波の1MHz帯域幅における実効輻射電力との相対

値が -31dB

- b. $2,387\text{MHz}$ 以上 $2,400\text{MHz}$ 未満及び $2,483.5\text{MHz}$ を超え $2,496.5\text{MHz}$ 以下:
 $25\mu\text{W}$ 又は基本波の 1MHz 帯域幅における実効輻射電力との相対値が -21dB

(イ) (ア)以外のもの

- a. $2,387\text{MHz}$ 未満及び $2,496.5\text{MHz}$ 未満を超える周波数帯:
 $2.5\mu\text{W}$ 又は基本波の 1MHz 帯域幅における実効輻射電力との相対値が -36dB
- b. $2,387\text{MHz}$ 以上 $2,400\text{MHz}$ 未満及び $2,483.5\text{MHz}$ を超え $2,496.5\text{MHz}$ 以下:
 $25\mu\text{W}$ 又は基本波の 1MHz 帯域幅における実効輻射電力との相対値が -26dB

(5) 受信装置の副次的に発射する電波等

空中線端子無しの場合、実効輻射電力を測定し、次の値以下であることを確認すること。

ア $2,427\text{MHz}$ 以上 $2,470.75\text{MHz}$ 以下の電波を使用するもの

- (ア) 1GHz 未満の周波数において 4nW 又は基本波の 1MHz 帯域幅における実効輻射電力との相対値が -59dB
- (イ) 1GHz 以上の周波数において 20nW 又は基本波の 1MHz 帯域幅における実効輻射電力との相対値が -52dB

イ ア以外のもの

- (ア) 1GHz 未満の周波数において 4nW 又は基本波の 1MHz 帯域幅における実効輻射電力との相対値が -64dB
- (イ) 1GHz 以上の周波数において 20nW 又は基本波の 1MHz 帯域幅における実効輻射電力との相対値が -57dB

(6) 筐体輻射

- (4)イ と同様に測定すること。

2 FH方式を用いる移動体識別用無線局の技術的条件

FH方式を使用する移動体識別用無線局の技術的条件は、以下のとおりとすることが適当である。他の方式を使用する移動体識別用無線局の技術的条件については、現行の技術的条件のとおりとするのが適当である。

2.1 一般的条件

(1) 伝送方式及び変調方式

スペクトラム拡散方式(FH方式)であること。

(2) 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。)

(3) 空中線電力

1MHzの帯域幅における平均電力が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は3mW以下)であること。

(4) 空中線利得

送信空中線の絶対利得は、6デシベル以下であること。

ただし、1MHz当たりの等価等方輻射電力が絶対利得6デシベルの送信空中線に10mW(2,427MHz以上2,470.75MHz以下の周波数の電波を使用するものは3mW)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。

(5) 応答機からの受信

応答機(送受信装置から独立した応答のための装置であって、送信設備が発射する電波により作動し、その受信電力の全部又は一部を同一周波数帯として発射するものをいう。)からの電波を受信できること。

(6) 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、容易に開けることの出来ない構造であること。

2.2 無線設備の技術的条件

2.2.1 送信装置

(1) 周波数の許容偏差

$\pm 50 \times 10^{-6}$ 以内であること。

(2) スプリアス発射の強度の許容値

1MHzの帯域幅における平均電力が次の値以下であること。

ア 2,387MHz未満及び2,496.5MHzを超える周波数帯: $2.5 \mu W$

イ 2,387MHz以上2,400MHz未満及び2,483.5MHzを超え2,496.5MHz以下: $25 \mu W$

(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

83.5MHz以下であること。

(5) ホッピングの一様性

特定の周波数において電波を連続して発射する時間(滞留時間)は0.4秒以下であり、かつ2秒間における任意の周波数での滞留時間の合計が0.4秒以下であること。

(6) 筐体輻射

実効輻射電力がスプリアス発射の強度の許容値以下であること。

2.2.2 受信装置

副次的に発する電波等の限度については、平均電力が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。

2.2.3 混信防止機能

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。

2.3 測定法

FH方式を用いる無線局については、小電力データ通信システムに準ずること。

情報通信審議会 情報通信技術分科会

2.4GHz帯高度化方策委員会

報 告

目 次

I 審議事項	17
II 委員会及び作業班の構成	17
III 審議経過	17
IV 審議内容	18
第1章 2. 4 G H z 帯使用機器の現状	18
第2章 高度利用技術の導入	41
第3章 技術的条件の検討	51
第4章 今後の課題	58
V 審議結果	59
別表1 委員会構成	61
別表2 作業班構成	63

I 審議事項

2.4GHz帯高度化方策委員会は、情報通信審議会諮問第2001号「2.4GHz帯を使用する無線システムの高度化に必要な技術的条件」（平成13年3月28日諮問）について審議を行った。

II 委員会及び分科会の構成

委員会の構成については、別表1のとおり。

なお、検討の促進を図るため、本委員会の下に作業班を設けて検討を行った。

作業班の構成については、別表2のとおり。

III 審議経過

① 第1回（平成13年4月17日）

委員会の運営方法、審議方針及び検討事項について審議を行った。また、作業班を設置することとした。

② 第2回（平成13年7月6日）

中間報告書案及び今後の検討事項について審議を行った。また、関係者からの意見聴取の機会を設けた結果、所定の期日までに意見陳述を希望する旨の申し出が5件あり、それらの意見を踏まえて審議を行うこととなった。（参考資料1）

③ 第3回（平成13年9月17日）

これまでの審議をふまえ、答申案及び委員会報告書を取りまとめた。

IV 審議内容

第1章 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。

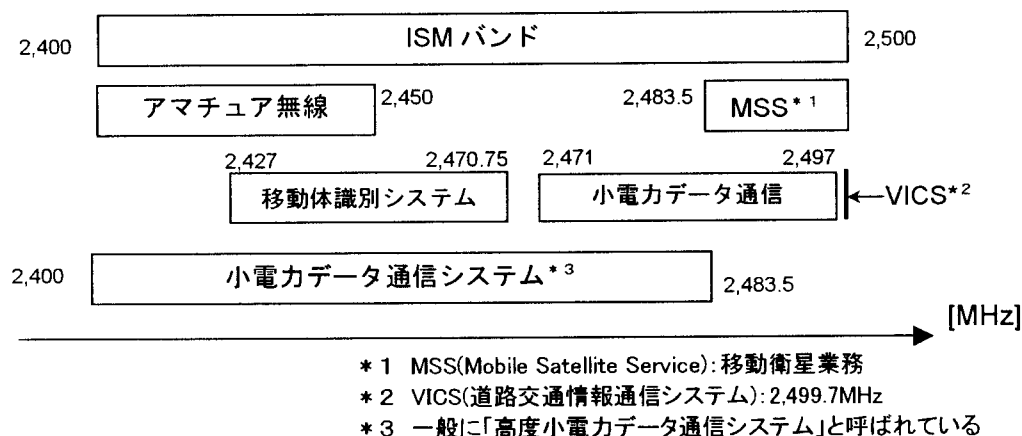


図 1.1 2.4GHz 帯の使用状況

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応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。

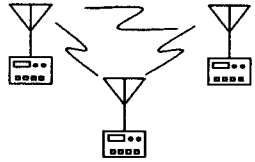
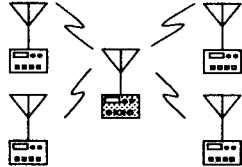
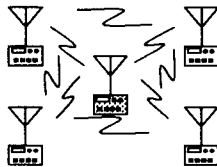
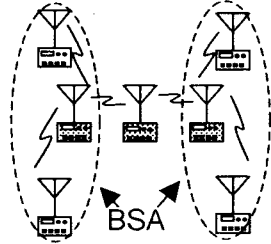
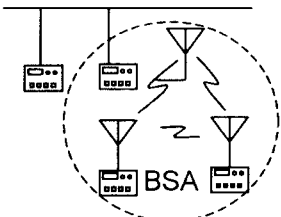
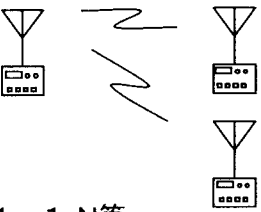
1 小電力データ通信システム

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(通称無線LAN)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。

また、本システムは、LANの一種であるためインターネットとの親和性が良好である。このため、本システムをインターネット接続のための加入者側のアクセス手段(いわゆるラストワンマイル)として活用する電気通信事業者も現れてきている。(図1.3)

図 1.2 システム構成図

	システム構成	基本サービスエリア	利用形態	備考
標準 LAN 以内	形態 1 対等分散通信 	半径 20m 程度	・固定型 ・半固定型 ・移動型	・単信方式 ・CSMA**方式
	形態 2 ポイント・スター通信 	同上	同上	・単信方式 (2 波単信方式) ・アクセス制御は、集中局主導可能
	形態 3 ポイント・メッシュ通信 	同上	同上	・単信方式 ・アクセス制御は、集中局主導
	形態 4 リピート中継 	BSA*内は形態 1、2、3 と同じ	・固定型 ・半固定型 ・移動型	・BSA内は、形態 1、2、3 のいずれか
	形態 5 ポイント・スター通信 	同上	同上	同上
標準 LAN 以外	形態 6 対向型通信  1:1、1:N等	同上	モデムやプリンタの無線接続、その他の標準 LAN 以外のデータ伝送など	・単信方式、半複信方式、複信方式等

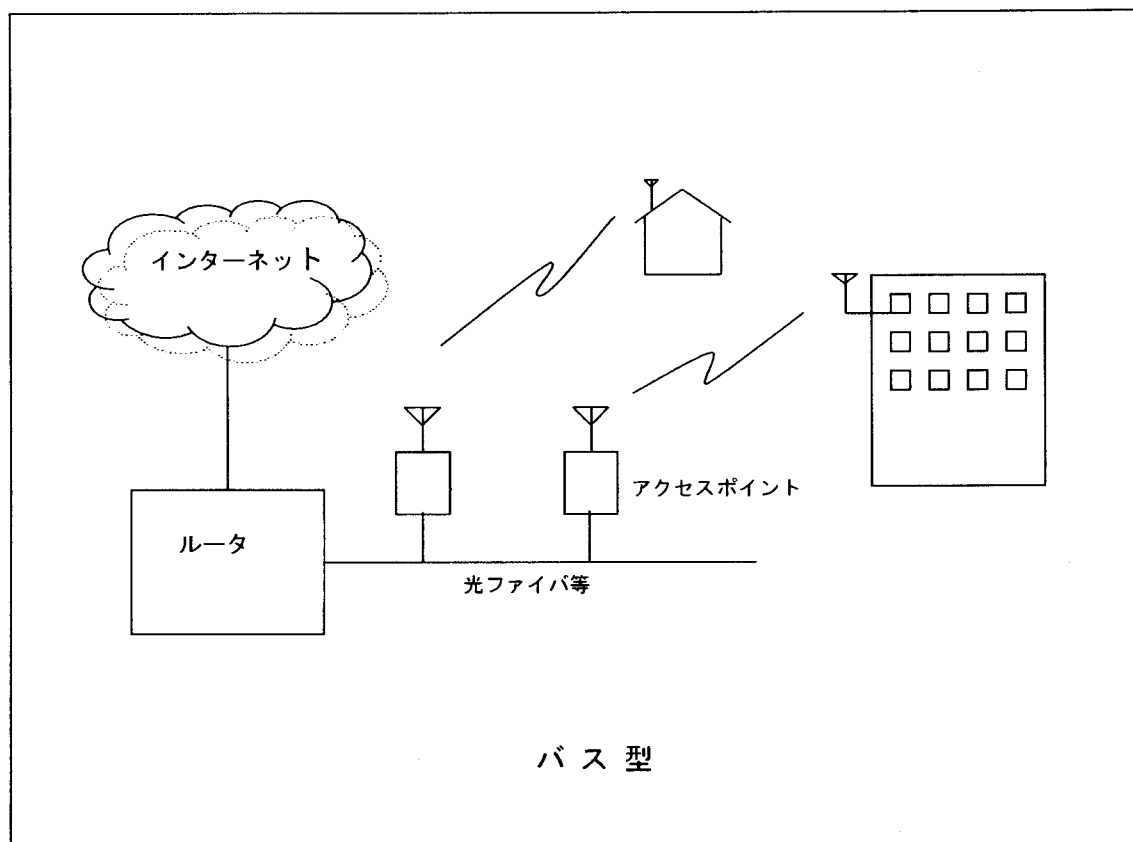
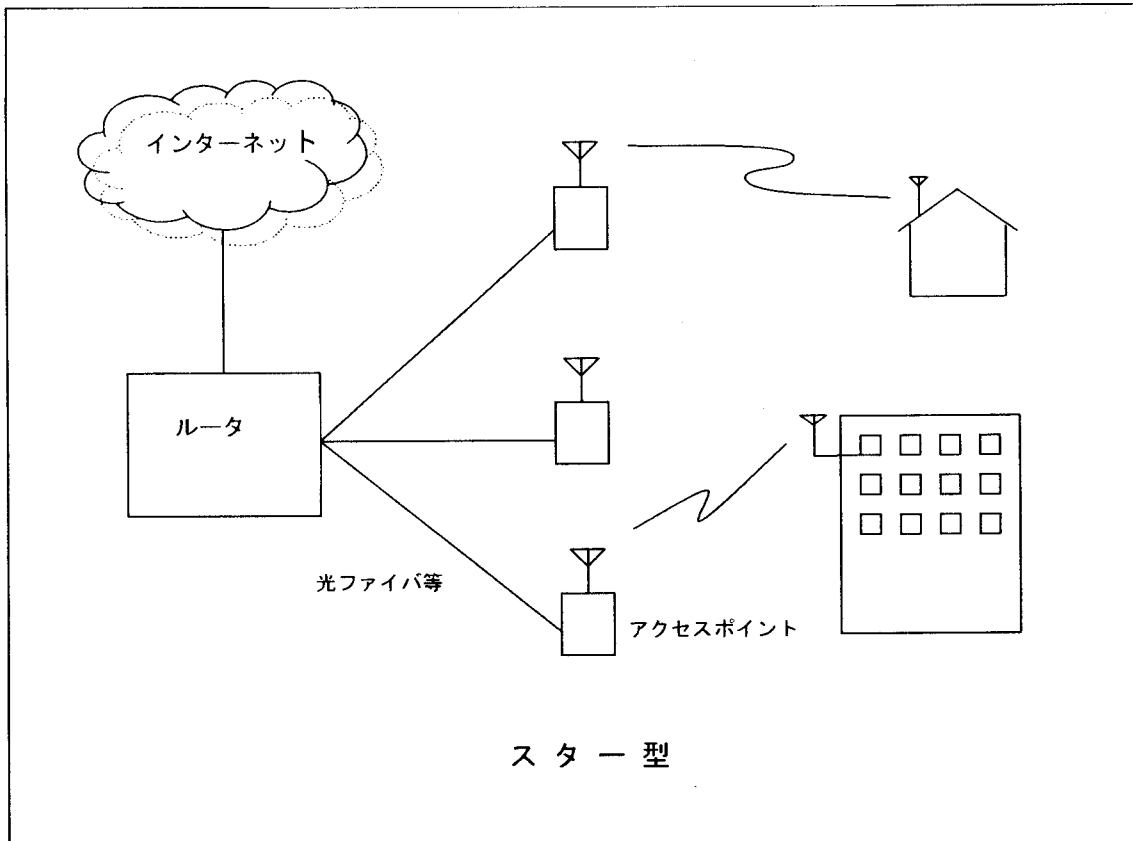
*BSA (Basic Service Area)、**CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

ここで、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

図 1.3 ラストワンマイルとしての活用例



アクセスポイントは電柱やビル屋上に設置

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「小電力デ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。また、1999年には使用周波数帯が拡張された(高度)小電力データ通信システムが制度化されており、システムの技術基準は表1.1の次のとおりである。

運用においては、免許を要しない局である条件として電波法第4条に「他の無線局にその運用を阻害するような混信その他の妨害を与えないように運用することができるもの」と規定されている。

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) 高速伝送が可能のため、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. 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。

また、光ファイバや専用線などと組み合わせた電気通信事業用のアクセス手段としても、今後伸びが期待されている。インターネットアクセス専用の加入者線の一部として、本システムによるラストワンマイルが実現されている。

(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

表 1.1 小電力データ通信システムの技術基準

		小電力データ通信システム	
送信周波数		2,471～2,497MHz (26MHz)	2,400～2,483.5MHz (83.5MHz)
通信方式	通信方式	単方向通信方式、単信方式、半複信方式または複信方式	
	変調方式及び伝送形式	スペクトル拡散方式 (DS、FHおよび複合方式)	デジタル信号を送送するもの (スペクトル拡散方式を含む)
拡散率		10以上	スペクトル拡散方式を用いるものについては5以上
送信出力		10mW/MHz以下	・スペクトル拡散方式を用いるものについては10mW/MHz (2,427～2,470.75MHzを使用し、FHおよび複合方式を用いるものについては3mW/MHz) ・その他については10mW
免許条件		必要なし	
空中線		絶対利得2.14dB以下であること。 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)	FHの場合は83.5MHz以下、それ以外の場合は26MHz以下(拡散帯域幅: 500kHz以上)
スプリアス発射強度		ア. $2,458\text{MHz} \leq f < 2,471\text{MHz}$ 及び $2,497\text{MHz} < f \leq 2,510\text{MHz}$ $\Rightarrow 25\mu\text{W}$ 以下 イ. $2,458\text{MHz} > f$ 及び $2,510\text{MHz} < f$ $\Rightarrow 2.5\mu\text{W}$ 以下	ア. $2,387\text{MHz} \leq f < 2,400\text{MHz}$ 及び $2,483.5\text{MHz} < f \leq 2,496.5\text{MHz}$ $\Rightarrow 25\mu\text{W}$ 以下 イ. $2,387\text{MHz} > f$ 及び $2,496.5\text{MHz} < f$ $\Rightarrow 2.5\mu\text{W}$ 以下
副次的に発射する電波の限度		1GHz未満 $\Rightarrow$ 4ナノワット以下 1GHz以上 $\Rightarrow$ 20ナノワット以下	
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

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 画像などの高速大容量データ通信

自動搬送車や自動機器などの動作状況の確認など

ケ インターネットアクセス用加入者回線システム

コ 地域情報化システムにおける屋外無線回線

1. 5 市場規模動向

小電力データ通信システムは、近年急速に普及が進み、オフィスや家庭での使用のみならず、工場等での制御用通信、屋外のアクセス回線といった用途で幅広く利用されている。規格としてもいわゆるIEEE802. 11準拠の無線LANに加え、Bluetoothやその他の独自規格の通信システム等幅広いシステムが存在し、小電力データ通信システム全体としての市場規模を推定するのは容易ではないが、現在最も台数が多いと思われる無線LANシステムについては、その稼働台数は2005年までに230～400万台と推定されている。

2 移動体識別システム

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。

従来の応答機はバッテリー内蔵タイプが多く、使用出来る期間はバッテリー寿命で決まっており、価格も高価であった。ここ1～2年の間に、半導体技術の進展により、バッテリーレスの1チップIC応答機が実用レベルで登場している。また、国際標準化が進む中、米国を中心に移動体識別システム特有の課題を改善し、耐干渉性の高い通信方式が商用化され、移動体識別システムの形態やその適用領域に大きな変化、拡大が起こりつつある。

主なシステム構成ならびに、主たる利用形態は次の図の通りである。

(1)システム構成モデルA

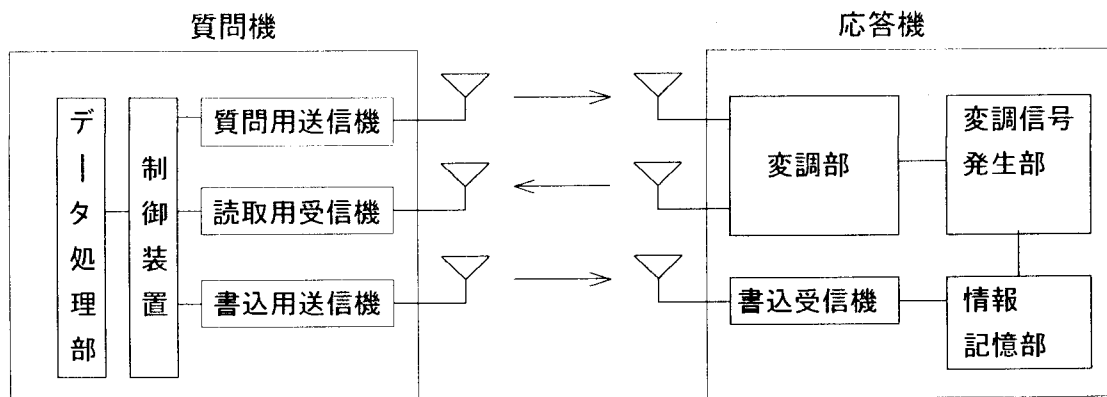


図 1.4 移動体識別システム構成モデル

(2)システム構成モデルB

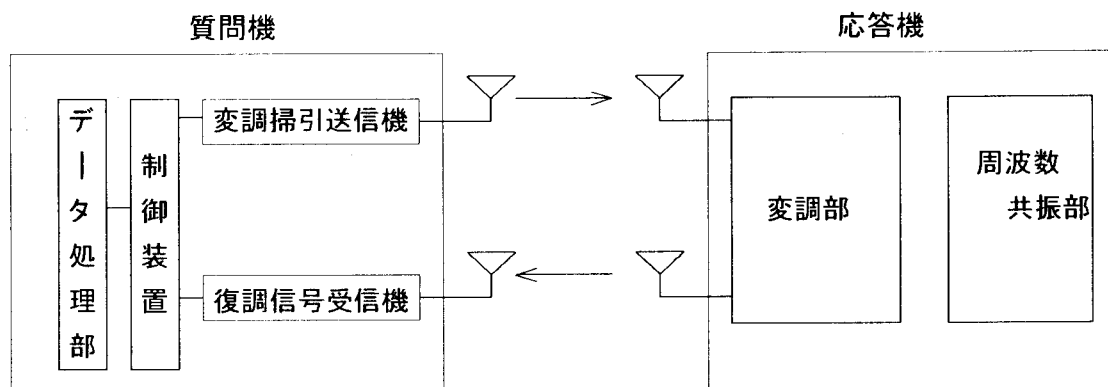


図 1.5 移動体識別システム構成モデルB

(3)概念図

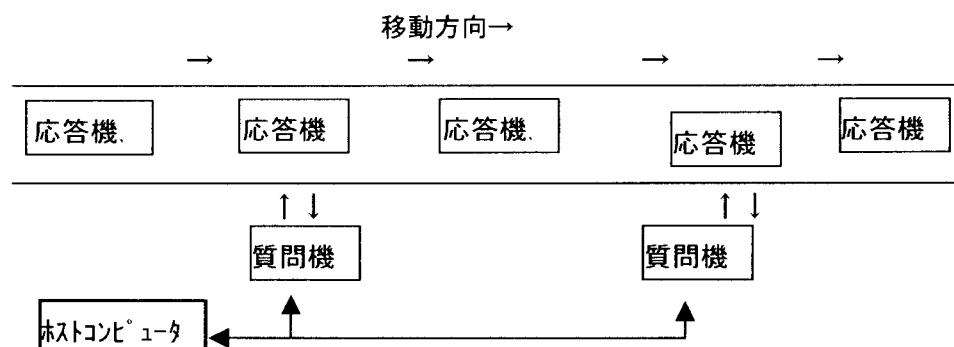


図 1.6 移動体識別システムの概念図

(4) 概念図(移動型質問機を使ったシステム)

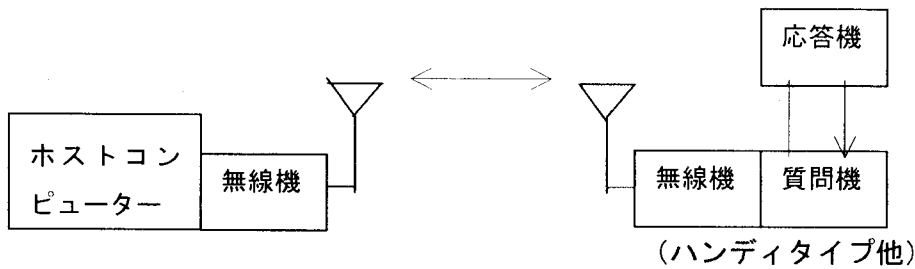


図 1.7 移動体識別システム概念図(移動型質問機を使ったシステム)

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1.2のとおり。

表 1.2 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 2,450MHz 帯 2,455MHz 帯	
伝送方式	伝送形式	データ	
	電波の型式	NON、 A1D/AXN/F1D/F2D/G1D	NON、 A1D/AXN/F1D/F2D/G1D
空中線電力		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		100 μ W 以下(平均電力)	
副次的に発射する電波の限度		4nW	
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 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 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	

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はバッテリー内蔵の応答機では3m未満である。(バッテリーレスの応答機に適用した場合、数cm程度)。

従来のシステムは、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(応答機)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して、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等に利用されている。

2.4 市場分野及び用途の動向

現在までの移動体識別装置は、主として、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、作業指示などに使用されている。

一方、1チップの半導体で形成される応答機及び小型、軽量の携帯型質問機も登場し、今後、産業用途での活用範囲の更なる発展のみならず、物流管理、物品管理等幅広い新しい用途拡大の兆しをみせている。

(1) 主要市場分野

従来の主な市場である運輸、自動車、機械、ビル管理、建設業等に加え、物流管理、物品管理、履歴管理、アパレル管理等新しい市場開拓が行われつつある。

(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(移動応答器「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、更に1チップの小型、軽量、安価なタグ普及の環境が整えば、従来市場での更なる発展と従来に比べてあらゆる物品に使用できるほか、ハンディタイプの質問機とも連動し、飛躍的な発展が進むと思われる。

卸・流通小売業、倉庫業等における入出庫管理の自動化や検品データ入力 of 精度アップ、棚卸管理の効率化、運送業等での仕分け精度・効率のアップ、小売業等における自動検数等、その活用方法はソフト次第で無限に広がるものである。

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、回路の1チップIC化による小型軽量化が進んでいる。この小型化、IC化は、これからの利用分野の拡大と低価格化を飛躍的に高められると思われる。また、米国を中心にSS方式(FH)を用いた移動体識別装置も開発され、移動体識別装置の課題が改善され、又、ノイズに強く、より悪環境下での利用も可能となってきた。

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、ここ1~2年で、物流・流通市場等へ本格的に展開され、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。宅配便だけでも10~20億枚以上の無線タグの需要があり、膨大な市場規模になるとと思われる。

将来の移動体識別装置の将来需要予測台数を図1.8に示す。

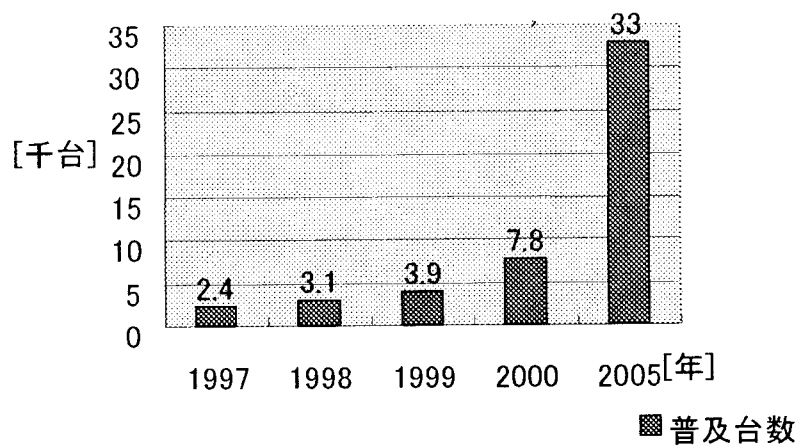


図 1.8 移動体識別装置の将来需要予測台数

3 アマチュア無線

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 1.9 に示す。

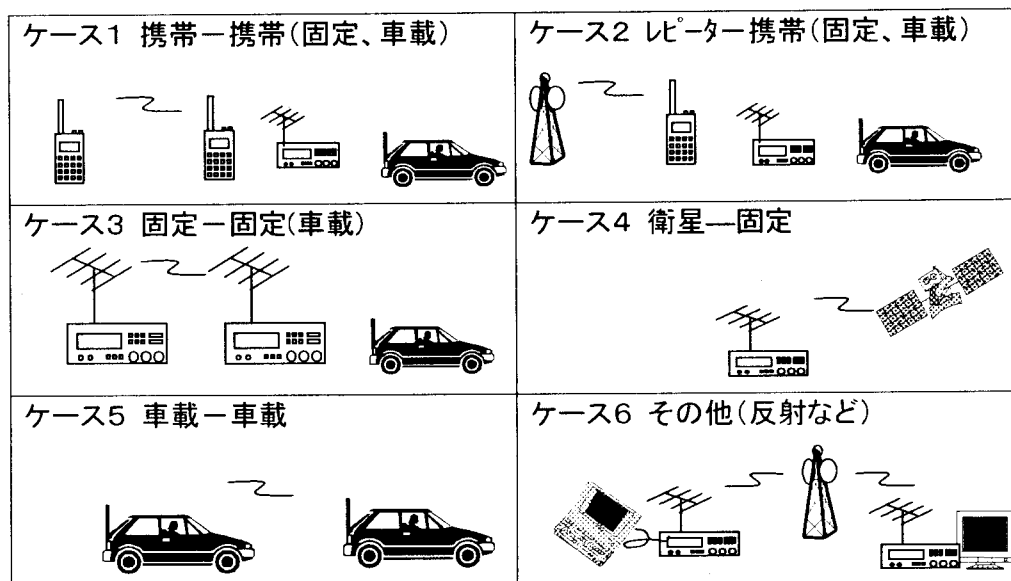


図 1.9 アマチュア無線の主なシステム構成モデル

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 1.3 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) 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) 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(30 素子×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 1.4 に示す。

表 1.4 アマチュア無線の全国レピータ数

関東	27	東北	3
東海	27	北海道	11
近畿	43	北陸	3
中国	7	信越	10
四国	8		
九州	10	合計	149

(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。

(5) 周波数割当て上の位置付け

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、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。」及び「2,400MHzから2,450MHzまでの周波数帯の使用に際しては、産業科学医療用機器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。

3. 3 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機器は、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が多い。主な運用は、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、月面反射(EME)通信などがある。また近年では、一部でSS通信の実験やデジタル化に向けた実験も行われている。

3. 4 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2万台以下と推定される。また、中継局は全国に149局(表1.4参照)設置、運用されている。

一方、1,200MHz帯以下の周波数帯における免許数は極めて高く、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。

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、今後のアマチュア無線におけるデジタル技術の導入を推進しており、特に、1,200MHz帯及び2,400MHz帯のレピータ局を中心にその導入の検討を開始している。

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。最近では国際協力により開発された大型アマチュア衛星AO-40が平成12年11月に南米の仏領ギアナから打上げられた。この衛星には、この周波数帯のトランスポンダが搭載されており、日本をはじめとする各国のアマチュアが利用している。

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、今後のデジタル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。

3. 5 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。

4 ISM機器

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。

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)において定められており、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1.5に示す。

表 1.5 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1.6のとおり規定されている。

表 1.6 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收容され、外部より容易に触れられないもの

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。

5 MSS (Mobile Satellite Service)

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、2000年4月から欧米等においてサービスが開始されている。日本でのサービス導入は2003年頃が想定されている。

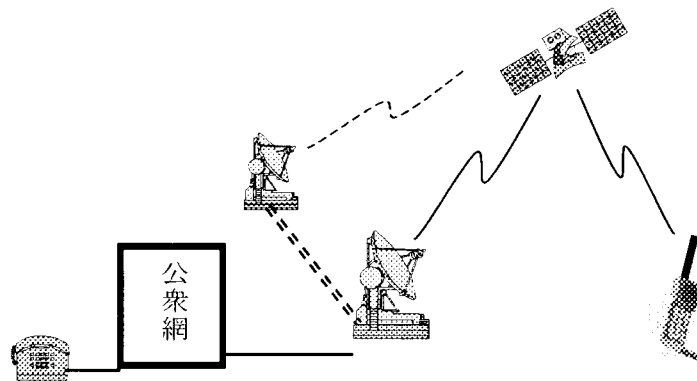


図 1.10 MSS システムのイメージ図

5. 2 制度、技術諸元

表 1.7 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
サービスリンク下り回線運用周波数	2,483.5MHz～2,500MHz
サービ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
衛星サービスリンクアンテナ送信利得最大	13.0dB
サービスリンクキャリア当たりの最大 EIRP	16.0dBw
サービスリンクスポットビーム当たりの最大 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)

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。

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。

6 VICS(Vehicle Information and Communication System)

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(電波発信信号塔)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。

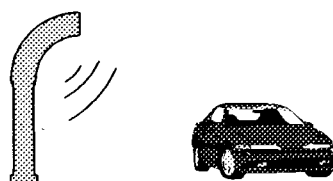


図 1.11 VICS システムのイメージ図

6.2 制度、技術諸元

表 1.8 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 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	
キャリア検出レベル			-65Bm

*GMSK: Gaussian filtered Minimum Shift Keying

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。

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。平成2001年6月末現在で、カーナビゲーションの累計出荷実績は約760万台、うちVICSユニットの累計出荷実績は約317万台となっている。

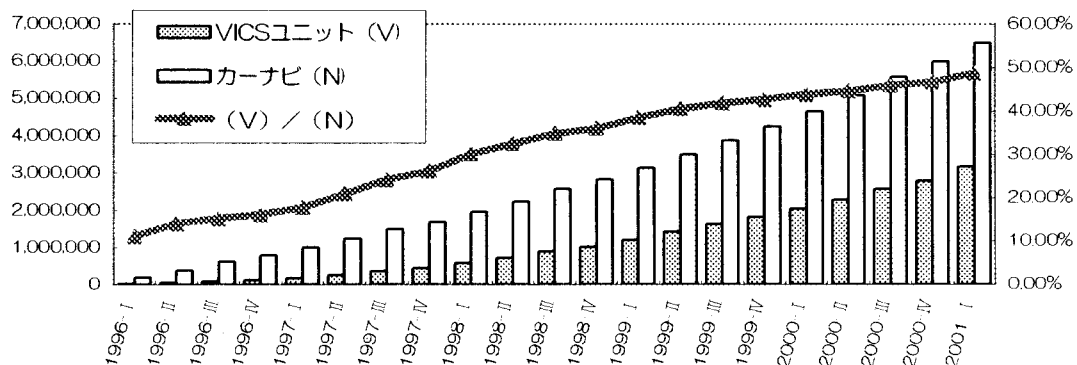


図 1.12 VICS ユニットの出荷台数累計／カーナビの出荷台数累計

VICS センターより(2001.6)

7 諸外国の状況

無線LANの国際的な民間規格については、最大2Mbpsの伝送を可能とするIEEE^{*1}802.11がISO^{*2}/IEC^{*3} 8802-11として規格化されている。その後、1999年に最大11Mbpsの伝送を可能とするIEEE802.11bが標準化され、市場に広く出回るようになっている。また、移動体識別の規格では、ISO/IEC JTC1/SC31/WG4 が2.4GHz帯を含むRFID(Radio Frequency IDentification)の標準化を進めている。

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

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

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

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1.13に示す。

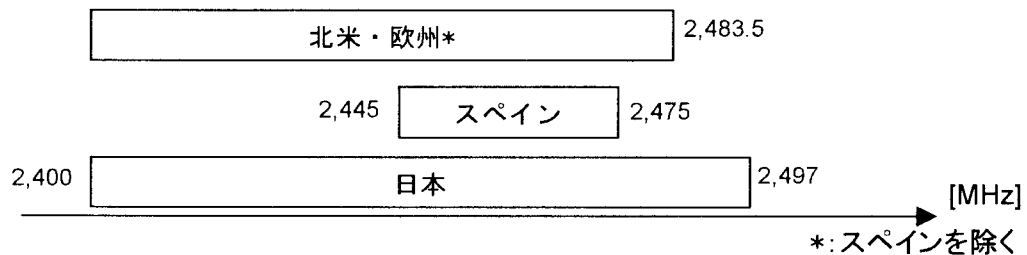


図 1.13 各国の使用周波数帯域

(2) 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 1.9 各国の送信電力値

国(地域)	規定	備考
米国(FCC)	総電力 1W (FH の一部は 0.125W)	総電力で規定
欧州(ETSI)	FHSS: 100mW/0.1MHz Other: 10mW/MHz	密度電力で規定
日本(電波法)	10mW/MHz (理論的には 260mW)	密度電力で規定

(3) 20Mbps 機器への対応

IEEE802.11では、現在2.4GHz帯を想定した20Mbpsを超える高速無線LANの標準化作業が進められている(参考資料7)。

7. 2 RFID の状況

現在ISOでは、RFIDの運用周波数帯として135kHz, 13.56MHz, 2.45GHz及び5.8GHzおよびUHF(900MHz帯)の5周波数が決定され、標準化作業が進められている。(参考資料8)

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(電界攪乱検知装置)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RFID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1.10にその規定(2.4GHz帯のみ)の主な点を示す。

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。(参考資料9)

表1.10 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 RFID も適用される)		規定なし
周波数領域	2,400-2,483.5MHz (電界攪乱検知装置の場合は 2,435-2,465MHz)		
放射強度	・1W 以下(尖頭値)であること。ただしホッピング周波数が 75 未満の FH 方式は 0.125W 以下。 ・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話機器の場合には、6dBi を超える分について 3dB あたり 1dB 減少させること。 ・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電波エネルギーの照射を受けることがない様子を十分保護すること。		・3m の距離において 50mV/m 以下であること。 ・電界攪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 を超えないこと。		
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。 ・15.205a¹⁾に規定した制限帯域での空中放射の値は 15.209²⁾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 500 μV/m 以下であること。 ・電界攪乱検知装置の高調波の場合は、1.6mV/m 以下であること。 ・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、15.209²⁾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。 ・処理利得(対雑散処理率)が何 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 C W ジャムマージン法により計測する) - 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 帯域幅のいずれかより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。擬似無作為抽出順序から得られた順番でホッピングし、各チャンネルを平均的に等しく利用すること。 ・75 以上のホッピング周波数を使用するものは、ホッピングチャンネルの最大 20dB 帯域幅が 1MHz であり、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。 ・ホッピングチャンネルの最大 20dB 帯域幅が 1MHz を超え、15 以上のオーバーラップしないホッピング周波数を使用するものは、75MHz 以上の全ホッピング幅であり、任意の一チャンネルを占有する平均時間は全チャンネルをホップするのに要する時間につき 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 15.209 において各周波数帯により表 1.11 のように定められている。

表 1.11 一般妨害許容値

周波数(MHz)	許容電界強度 ($\mu\text{V/m}$)	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

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、最近では2000年7月に若干改訂されている。表1.12にその規定の主な点を示す。

表 1.12 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	チャンネル幅は-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。		・チャンネルは20以上あること。チャンネルとは、オーバーラップしない周波数チャン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。 ・任意の周波数を占有する時間は0.4秒を超えないこと。 ・1ホップの時間とチャンネル数の4倍以内に全てのチャンネルを使用すること。	

第2章 高度利用技術の導入

1 小電力データ通信システムへのOFDM方式の導入

1.1 背景

2.4GHz帯小電力データ通信システムについては、平成11年には使用可能な周波数帯域が拡大され、最大11Mbps程度の伝送速度が実現されるとともに、低コスト化が進んでいることから、急速に普及が進んでいる。

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伝送され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アクセスが可能な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、より高速なシステムの導入が期待されているところである。

平成11年3月の電気通信技術審議会答申「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」(以下、「前回答申」という)においても、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方式において導入予定のOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式の導入について検討を進めることが適当とされている。また、国際動向を見ても、IEEE、FCC等において、2.4GHz帯通信システムへのOFDM方式導入について検討されているところである。

1.2 OFDM方式の特長

OFDM方式は、以下のような特長を有している。

- (1) 周波数利用効率が低い
- (2) マルチパス歪に強い
- (3) 高い誤り訂正利得が可能
- (4) 高いダイバーシティ利得が可能
- (5) リンクアダプテーションによる高速化・フォールバックが可能

これらから、QPSK等のシングルキャリア変調に比べて電力増幅器に大きなバックオフが必要という欠点はあるものの、広帯域ワイヤレスアクセスに相応しい高速化及び周波数有効利用が図れる変調方式として、5GHz帯においては米国IEEE802.11、欧州ETSI-BRAN、日本MMAC推進協議会における標準の変調方式として選定されている。

1.3 海外における検討状況について

(1) IEEE 802.11における検討

2000年3月に開催された802.11会合において、1999年に策定された最大11Mbpsが可能な802.11b方式を拡張し、更なる高速化の技術条件を検討するためのHigh Rate 802.11b Study Group (HRb SG)が発足した。このStudy Groupはその後2000年9月にIEEEより802.11 Task Group G (TGg)として承認された。

TGgの目的は802.11bのPHYを拡張し、従来方式との相互接続性を維持しつつ20Mbps以上の伝送速度を達成する方式を標準化することであり、2002年9月を目標として標準化作業が行なわれている。

(2) FCC の検討状況

2000年2月にカナダの無線機器メーカーがFCCに対し2.4GHz帯を使用するOFDM機器の認可を求めたが、当時はスペクトラム拡散の定義に適合していないとの理由で拒否された。一方、前記IEEEによる標準化作業が2000年3月より進められていたが、提案された方式はいずれも現時点におけるFCC Part15の規定を満たさないものであったため、業界からの規制緩和が求められていた。

これらの一連の動きを受けてFCCは、2001年5月に規制緩和に向けての改正案であるFurther Notice of Proposed Rule Making and Order (FCC 01-158)を発行し、意見募集を始めた。この改正案の主要な点は以下のようなものである。

- ・ スペクトラム拡散以外のデジタル変調方式を認める
- ・ DS方式のプロセスゲイン規定を削除する
- ・ FH方式の適応ホッピングルールを緩和する

さらにこの文書によって、FCCはOFDMおよび類似のデジタル変調方式の運用を、送信出力を100mWに制限することなどを条件に、改正までの間暫定的に認めることになっている。

1. 4 共用条件について

前回答申では、DS方式のスペクトラムを白色雑音として扱い共用検討がなされた。OFDMのスペクトラムはより白色雑音に近いため、その検討結果をOFDMにも同様に適用してよいと考えられる。従って前回共用検討でDS方式が共用可能とされていることから、基本的にOFDMについても共用可能と考えられる。

(1) 与干渉

OFDM方式から他方式(他システム)への与干渉はOFDM方式に比べて占有帯域幅の広いもの(DS方式無線LAN)と占有帯域幅の狭いもの(FH方式無線LAN、RFID等)への干渉条件に分けて検討するのが適当であると考えられる。なお、OFDM方式の占有帯域幅については、現在IEEE802.11において17MHz程度のものが検討されている。

その場合、DS方式への与干渉は、802.11b方式を代表とするDS方式の占有帯域幅が20MHz程度であるため、OFDM方式はDS方式より帯域幅が狭い分だけ白色雑音のエネルギー量が低くなり、与干渉は低減されていると言える。また、狭帯域システムに対する与干渉条件は電力密度を同一(10mW/MHz)とすればDSと同等と考えられ、共用は可能であると考えられる。

(2)被干渉

OFDM方式ではスペクトラム拡散方式の拡散利得に相当する干渉改善効果は見込めないが、誤り訂正による改善、サブキャリア単位での干渉回避技術の導入、柔軟な可変伝送レートの特徴を生かした適応変調技術等を用いることにより、十分実用的な運用ができるものと考えられる。

1.5 その他

なお、OFDMとFHの複合方式についても、BDMA(Band Division Multiple Access)方式として、移動伝搬路で良好な性能を得ると同時に、干渉ダイバーシティ効果による大容量システムを実現できる可能性が示されている。前述のFCCの改正案においても、DS/FH複合方式に加え、その他デジタル変調(OFDM)とFH方式の複合方式が記述されている。

2 移動体識別システムへの周波数ホッピング方式導入の検討

2.1 背景

移動体識別システムは、従来バッテリー内蔵の応答機を使った活用例が多く、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、通過可否の判断、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きた。

バッテリー内蔵型の応答機は、従来は一般的にタバコの箱程度の大きさがあり、使用可能期間はバッテリー寿命で決まっており、価格も高価であった。そのため、産業分野での使用に限定される傾向があった。一方、ここ1～2年の間に、半導体技術の進展により、バッテリーレスの1チップIC応答機が実用レベルで登場し、又、国際標準化が進む中、米国を中心にSS方式(FH)を用いたノイズに強い移動体識別装置も開発される等、移動体識別装置の課題の改善に向けて、新たな方式の導入が期待されている。

なお、平成11年3月の電気通信技術審議会答申「準マイクロ波帯を使用する移動体識別用無線局の高度化のための技術的条件」(以下、「前回答申」という)においては、「今後の国際的な標準化動向によって、移動体識別用無線局の高度化の必要性が生じた場合は、別途検討することが適当である。」とされており、また、FH方式の導入に関しては、「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において答申されている無線諸元の範囲で移動体識別用無線局の高度化を行うことは可能である。」とされている。

2.2 移動体識別システムにおける周波数ホッピング方式の特長

移動体識別システムにおいては、質問機の送信周波数と応答機で反射し受信する周波数が完全に一致するため、同一のホッピングパターンでの同期検波が可能となる。このため、通常の周波数ホッピング方式(以下FH方式)に伴う受信機の複雑性がなく、他の無線業務に比べ、FH方式の特長がより有効に発揮される。

また、FH方式の導入により、移動体識別システムに特有のデッドポイントの問題が解決される。デッドポイント問題とは、質問機と応答機間の距離がある特定の値となった場合、応答機からの信号を復調することが出来ない現象である。

図2.1は同期検波方式を使った一般的な質問機と応答機の基本機能構成であるが、最も簡易な構成の質問機において固定した周波数の信号源を使った場合、質問機と応答機との距離 L に対して同期検波復調器の出力特性は図2.2のようになる。同図の p 点においてはPM変調波に対して検波感度はなく、又 q 点においてはAM変調波に対して検波感度が得られない。現在、これらの回避のために回路構成が複雑化しているが、FH方式を使った場合、周波数の変化によりこれらの問題が解決され、装置構成の簡略化・小型化・低コスト化が可能となる。

また、様々な環境において質問機から発射された直接波と、各種の周辺障害物か

らの反射による定在波やマルチパスで到来した間接波(反射波)が打ち消しあうことによるデッドポイントの問題も、FH方式の導入により回避することが可能になる。

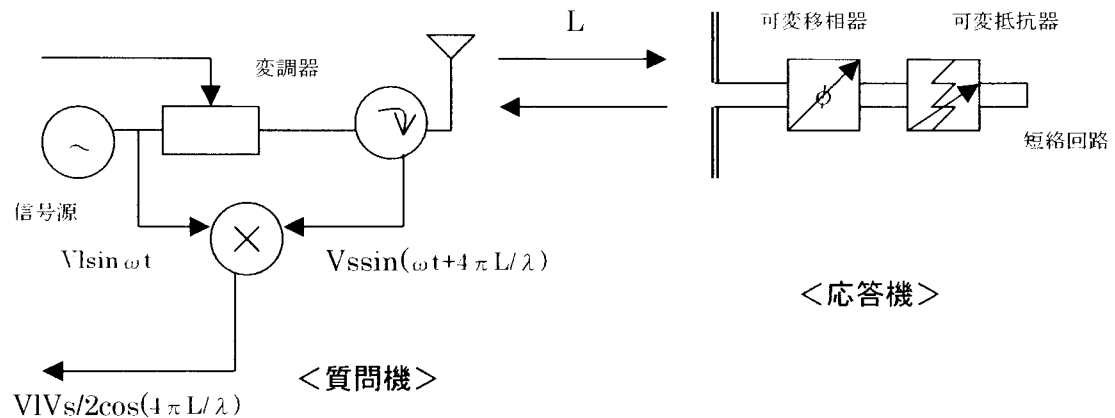


図 2.1 基本回路構成

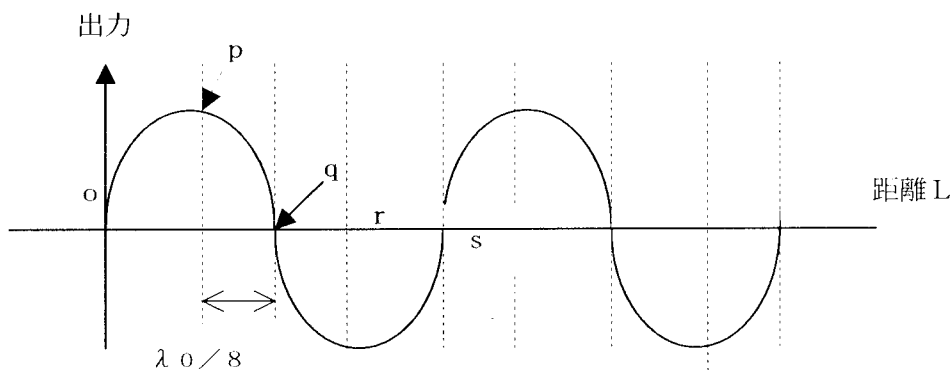


図 2.2 検波感度ゼロ地点

2.3 海外での動向

米国においては、FCC part15.247項(周波数拡散装置)、15.245項(電界攪乱検知装置)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)。また、ヨーロッパにおいては、ETSI 300 328に2.4GHz ISMバンドのデータ通信について規定されている。これら欧米の規格においては、移動体識別システムにおけるFH方式の使用が可能となっている。

また、現在ISO(国際標準化機関)では、2.4GHz帯を使用した移動体識別システムについて、ISO/IEC JTC1/WG4のWD(Working Draft)段階にあり、今後の審議を経て2001年末にはCD(Committee Draft)段階となる予定であるが、現在候補となっている提案には全てFH方式が導入されている。

2. 4 他システムとの共用条件について

移動体識別システムについては、前回答申において、FH方式を導入して他の無線システムと共用することが可能とされている。

アンテナ利得については、利用形態及び普及動向を考慮すれば、等価等方輻射電力が現行移動体識別システムの特定小電力無線設備と同程度以下となるものであれば問題はないと考えられる。また、当周波数帯においては、主にバッテリーレス方式の利用が想定されていることから、適度な通信距離の確保のために、2.14dBiを越えるアンテナ利得を認めることが適当である。

現行の移動体識別用特定小電力無線設備の技術基準では、送信出力が10mW、空中線利得が絶対利得20dBi以下と規定されており、一方、現行の無線LANのFH方式では、1MHz当たりの空中線電力が10mW(3mW)、帯域幅が26MHz(83.5MHz)のものが認められている。したがって、FH方式を用いる移動体識別システムについては、アンテナの絶対利得を6dBiとすれば、等価等方輻射電力は現行のシステムと同等になり、導入にあたり問題はないと考えられる。(回線設計例については参考資料2を参照)

3 小電力データ通信システムにおける高指向性アンテナの利用

3.1 背景

2.4GHz帯を使用する小電力データ通信システムは、免許不要であり、経済的に高速伝送無線回線を構築することができる。そのため、屋内有線LANの置き換えだけでなく、屋外でのISP(Internet Service Provider)事業のアクセス回線(いわゆるラスト1マイル)としての利用や、地域情報化システムにおける拠点間通信としての利用が進んでいる。

屋内無線LANにおける通信エリアは半径数十m程度であったが、ISP事業ではエリア内に含まれる加入者数との関係から半径数百m以上(P-MP)が望まれており、地域情報化システムにおいては数km以上(P-P)の通信距離が望まれている。とくに、過疎地や離島間通信では数kmを越える通信距離の需要は少なくない。これら長距離の通信を実現する手段として、高指向性アンテナは有効であると考えられる。

また、2.4GHz帯は無線LAN以外にも多くの電波利用機器が運用されており、種々の干渉回避の手段を用意することが望ましい。その一つの有効な方法としてアンテナ指向性による空間的分離がある。しかしながら、現行法では利得が2.14dBiを越えるアンテナを使用する場合、空中線電力を低減した無線装置を用いるか、アッテネータの挿入や給電線の延長等によってEIRPを抑制する必要がある、利得条件の緩和が期待されているところである。

3.2 海外での動向

欧米での無線LANの規格は、日米欧とも電力及びアンテナ利得以外に顕著な違いはない。電力及びアンテナ利得について、日米欧の比較を表2.1にまとめた。米国では屋外の固定通信用としての使用も含めて規定しており、その場合には利得の高いアンテナの使用が可能となっている。

	日本	米国(FCC)	欧州(ETSI)
空中線電力の規定	・DS、FH及び複合 10mW/MHz (2427-2470.75MHz で FH及び複合を使用の 場合は、3mW /MHz) ・その他 10mW	1W	規定はない。 (EIRP=100mW で 規定)
アンテナ利得	2.14dBi 以下 ただし、電力を下げれば 等価的に利得の高い アンテナの利用も可	6dBi以下 ただし、電力を下げれば 等価的に利得の高い アンテナの利用も可(固定 通信用として使用する 時は等価以上の高利得 のものが使用できる。)	規定はない。 (EIRP=100mW で 規定)

表 2.1 無線 LAN に関する規定の日米欧比較

3.3 等価等方輻射電力(EIRP)の検討

以下の理由から現行より10dB程度の増加が期待されている。

(1) 面的セル配置時の補完

面的セル配置によってサービスエリアを構成する場合に、建造物などの障害物により、加入者局が最寄りの基地局から見通せないことがある。

図2.3を例にとると、ベランダ等アンテナを設置する場所が限られている場合、伝搬路A上に遮蔽物が存在しているとすると、基地局にアクセスするために例えば伝搬路Bを選択することになる。セル半径を r とすれば、伝搬路A、Bの狭角 $\theta \cong 0$ のとき、伝搬路Bの長さは $L=3r$ (最大値)となる。この通信距離の増加は、EIRPに換算すると約10dBの増加となる。

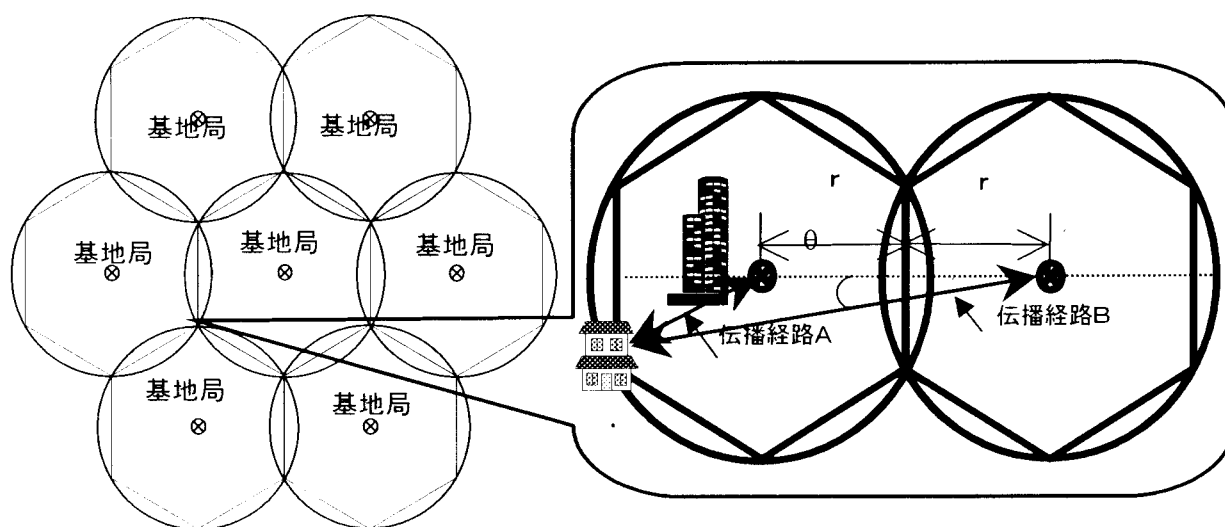


図 2.3 基地局配置と伝播経路

(2) アンテナの経済性

無線LANシステムの端末局にはパッチアンテナあるいは3～8素子の八木アンテナが使用されることが多い。パッチアンテナ(1素子)の利得は9dBi程度、8素子八木アンテナの利得は12dBi程度であるので、EIRPの制限を現行より10dB程度大きくすればアッテネータ等を挿入することなくこれらのアンテナを接続することができ、システムの構築が経済的に行える。

(3) 今後想定される伝送速度

現行無線LANの伝送速度はほとんどが11Mbps以下であるが、動画像伝送などコンテンツ容量の増大により、さらなる高速化が期待されている。例えば、IEEE802.11gにおいてはOFDM方式で最大伝送速度54Mbpsの標準化検討が進められており、これらが実用化された場合に、同等のセル半径(P-MP)あるいは通信距離(P-P)を確保するには9dB程度の利得増加が必要となる。(IEEE802.11a方式の伝送速度はデータ速度で最大54Mbpsのものが規定され、無線区間の伝送速度は最大90Mbpsとなつ

ている。11MbpsSS方式(IEEE802.11b)の無線伝送速度は11Mbpsであるので、EIRPを約9dB($=10 \times \log 90/11$)増加すればビットあたりのエネルギーが同一になり、同一の通信距離を確保できることになる。)

3.4 共用条件について

2.4GHz帯を用いるシステム間の共用条件については、電気通信審議会「準マイクロ波帯を使用する無線LANの高度化のための技術的条件」において詳細に検討され、それをもとに空中線利得は2.14dBi(ダイポールアンテナの絶対利得に等しい値)以下、空中線電力は10mW/MHz(一部3mW/MHz)以下との現行の規定が定められた。新たに利得の高いアンテナを導入してEIRPを増加させる場合、干渉を与える面積がダイポールアンテナと同等以下であれば、周波数共用条件については現行のものから大きな相違は生じないものと考えられる。

与干渉面積を一定に保つには、ダイポールアンテナが水平面無指向性であることを考えると、アンテナの水平面のビーム角度をアンテナ利得に応じて規制する方法がある(参考資料3)。以下に概要をしめす。

与干渉面積の理論値は、下図のように電力束密度が等方向アンテナ(理想アンテナ)と等しい円錐状ビームを仮定し、地表面への投影面積を計算した。与干渉距離は2乗則(自由空間)を採用する。

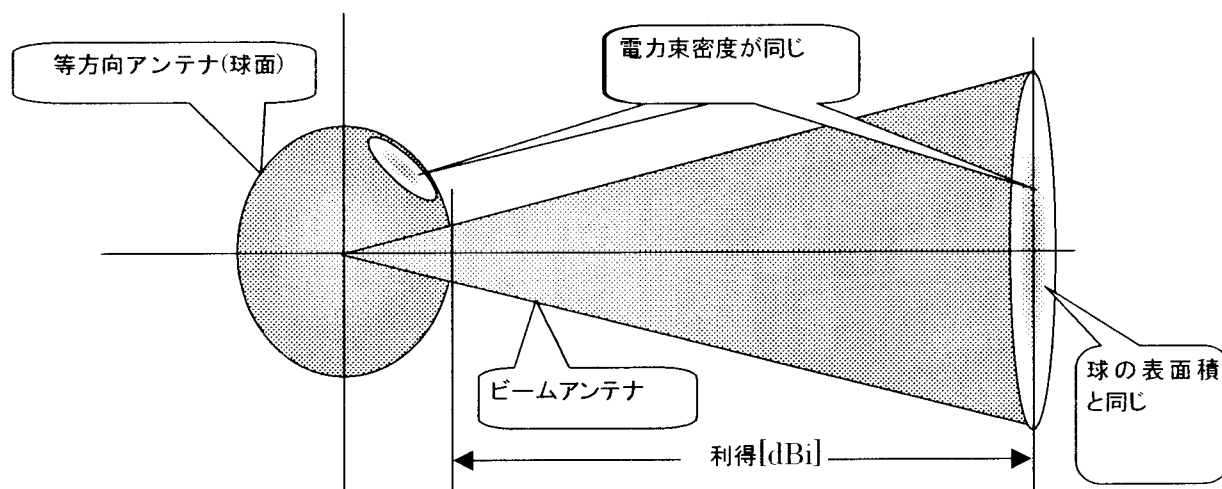


図 2.4 与干渉面積計算の概念図

この場合、円錐形ビームアンテナの地表面投影面積と、ダイポールアンテナの地表面投影面積の比Aは、次の式で計算できる。

$$(式1) \quad A = L^2 \times \theta / 360$$

L: ダイポールアンテナとの与干渉距離比

θ : ビーム角(半値幅に相当)

ダイポールアンテナとの与干渉距離比Lは、2乗則によるとすれば、次の式で計算

できる。

$$(式2) \quad L = 10^{((G - 2.14) / 20)}$$

G: 絶対利得[dBi]

ここで、ダイポールアンテナとの投影面積比を1以下とした場合、 θ とGの関係は次の式3で表される。

$$(式3) \quad 1 \geq 10^{((G - 2.14) / 10)} \times \theta / 360$$

書き直すと

$$(式4) \quad \theta \leq 360 / 10^{((G - 2.14) / 10)}$$

となる。たとえば、利得12.14dBiのアンテナのときは、ビーム角(半値幅)が36度以下であれば、与干渉面積がダイポール比で1以下となる。

以上の検討から、高指向性アンテナの導入に当たっては、アンテナ利得に応じて半値角を規制することによって与干渉面積の増加を抑制できるものと考えられる。

3. 5 高指向性アンテナの運用にあたっての考え方

高指向性アンテナには通信路確保や干渉低減等のメリットがある一方で、これまで検討してきた共用条件の考え方にそぐわない使用方法もありうる。メリットを発揮するには、使用するアンテナが適正に通信の相手方を向いていることや、被干渉局を極力少なくすることが必要であるが、逆に使用方法が不適切な場合には、干渉低減に寄与しないことも考えられる。このため、高指向性アンテナの導入にあたっては、適切な使用方法や注意事項等を整理し、それらを使用者に適切に知らせることが必要である。

共用条件の考え方にそぐわない例としては、

- ・ 電氣的、機械的または手動により指向性を変化させ、通信の相手方を切り替えて使用する場合に、指向方向の正確な調整が困難なアンテナを用いること
- ・ 一箇所を中心にしてP-P通信路を多方向に配置するセクタアンテナ的使用を、特に屋外で行うこと

などが挙げられ、このような使用は望ましくない。

以上検討を行ってきたように、高指向性アンテナの導入に当たっては、技術面及び運用面の双方において配慮を行うことが必要である。さらに、2.4GHz帯を用いる小電力データ通信システムは、免許を要しない無線局として、アマチュア局や移動体識別システム等の他の無線局に対してそれらの運用を阻害するような混信を与えないように運用されるものとの規定がされている。したがって、民間レベルでガイドライン等の運用ルールを定め、啓発活動を促進する等によって、混信回避をより確実なものとするのが望まれるとともに、万一混信またはその他の障害が生じた際には、混信の回避に向けて関係者が協調して対応することが望ましい。

第3章 技術的条件の検討

1 小電力データ通信システムの技術的条件

現行の小電力データ通信システムにOFDM方式の追加および高指向性アンテナの利用を可能にするために必要な修正を加えたものであるが、基本的に電気通信審議会諮問第57号に対する答申「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」を用いている。

1.1 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。

1.2 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) 変調方式

変調方式に関しては、国内のニーズ、国際状況等を踏まえ、直交周波数分割多重方式を追加して以下のとおりとするのが適当である。

ア スペクトラム拡散方式及び直交周波数分割多重方式

スペクトラム拡散方式については、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。直交周波数分割多重(OFDM)方式については、伝送データを分散させて複数のキャリアを各々変調し、それらを占有周波数帯内に均等かつ直交する周波数配置に多重して伝送を行う方式であって、1MHz当たり1本以上のキャリア数を有するもの、又はこのOFDM方式とFH方式との複合(OFDM/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)のうち、諸外国の状況等を考慮し、2,400MHzから2,483.5MHzまでとすることが適当である。

(4) 空中線電力

ア スペクトラム拡散方式及び直交周波数分割多重方式

ISMバンドを利用することから、1MHzの帯域幅における平均電力で規定すること適当であり、当該電力が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、DS/FH複合方式又はOFDM/FH複合方式によるものは3mW以下)であることとする。

イ ア以外の方式

10mW以下であることとする。

(5) 空中線利得

ア スペクトラム拡散方式及び直交周波数分割多重方式

(ア) 送信空中線の絶対利得は2. 14デシベル以下であることとする。

ただし、1MHz当たりの等価等方輻射電力が、絶対利得2. 14デシベルの送信空中線に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、DS/FH複合方式又はOFDM/FH複合方式によるものは3mW)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できることとする。

(イ) 指向性アンテナを用いる場合に限り、1MHz当たりの等価等方輻射電力が、絶対利得2. 14デシベルの送信空中線に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、DS/FH複合方式又はOFDM/FH複合方式によるものは3mW)の空中線電力を加えたときの値を越えてもよいものとし、1MHz当たりの等価等方輻射電力をこの値のA倍にする場合には、使用する空中線の半値角 θ について $\theta \leq 360/A$ (度)を満たすこととする。

ただし、1MHz当たりの等価等方輻射電力の上限は、絶対利得12. 14デシベルの送信空中線に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、DS/FH複合方式又はOFDM/FH複合方式によるものは3mW)を加えたときの値とする。

イ ア以外の方式

(ア) 送信空中線の絶対利得は2. 14デシベル以下であることとする。

ただし、等価等方輻射電力が絶対利得2. 14デシベルの送信空中線に10mW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とする。

(イ) 指向性アンテナを用いる場合に限り、等価等方輻射電力が、絶対利得2. 14デシベルの送信空中線に10mWの空中線電力を加えたときの値を越えてもよいものとし、1MHz当たりの等価等方輻射電力をこの値のA倍にする場合には、使用する空中線の半値角 θ について $\theta \leq 360/A$ (度)を満たすこととする。

ただし、等価等方輻射電力の上限は、絶対利得12. 14デシベルの送信空中線に10mWを加えたときの値とする。

(6) 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、容易に開けることの出来ない構造であること。

1. 3 無線設備の技術的条件

1. 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

1MHzの帯域幅における平均電力が次の値以下であること。

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

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

(3) 筐体輻射

実効輻射電力がスプリアス発射の強度の許容値以下であること。なお、既に存在する小電力データ通信システムについては現行の規格を適用する。

(4) 空中線電力の許容値

上限20%、下限80%以内であること。

(5) 占有周波数帯幅の許容値

ア FH方式、DS/FH複合方式又はOFDM/FH複合方式: 83.5MHz以下

イ ア以外の方式: 26MHz以下

(6) 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。

(7) SS方式の拡散率

5以上であること。

(8) ホッピングの一様性

FH方式においては、特定の周波数において電波を連続して発射する時間(滞留時間)は0.4秒以下であり、かつ0.4秒に拡散率を乗じた時間内で任意の周波数の滞留時間の合計が0.4秒以下であること。

1. 3. 2 受信装置

副次的に発する電波等の限度については、平均電力が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。

1. 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、48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。ただし通信品質劣化時に通信路の切断を行う機能を有するものにあつては、通信路の正常性を確認することにより対策を講じることができる。

1. 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。

1. 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。

(1) 周波数

DS方式又はOFDM方式の場合はPN符号をデータとした変調波、FH方式、DS／FH方式又はOFDM／FH方式の場合は拡散変調を停止した状態で、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(バースト波にあたってはバースト内の平均値)を測定すること。

(2) 送信装置の空中線電力

ア 空中線端子付きの場合

スペクトルアナライザのIF出力に電力計を接続して、1MHzの帯域幅における平均電力を測定することが適当である。平均電力を求める際の平均時間は、FH方式又はDS／FH複合方式又はOFDM／FH複合方式にあつては、測定値が一定となるまでの十分な時間とすることが適当である。DS方式又はOFDM方式にあつては、バースト波の場合は、バースト内の平均電力とすることが適当である。

イ 空中線端子無しの場合

電波暗室で1MHzの帯域幅における実効輻射電力を測定し、 $\left[\text{測定値} \times \theta / 360 \right]$ (θ は半値角(度)) を空中線電力とする。その他の条件は空中線端子付の場合に同じとすることが適当である。

(3) 空中線の半値角

電波暗室で供試機を回転代の上に載せて、1MHzの帯域幅における実効輻射電力が最大点から半分になる角度を測定する。

(4) 送信装置のスプリアス発射の強度

ア 空中線端子付きの場合

スペクトルアナライザで1MHzの帯域幅における平均電力を測定することが適当である。平均電力を求める際の平均時間は、FH方式、DS／FH複合方式又はOFDM／FH複合方式にあつては、空中線電力の測定の際の平均時間と同じとすることが適当である。DS方式又はOFDM方式にあつては、バースト波の場合はバースト内の平均電力とすることが適当である。

イ 空中線端子無しの場合

電波暗室で1MHzの帯域幅における実効輻射電力を測定し、その値が次の値以下であることを確認する。その他の条件は空中線端子付の場合に同じとするこ

とが適当である。

(ア) 2,427MHz以上2,470.75MHz以下の電波を使用するもの

a. 2,387MHz未満及び2,496.5MHz未満を超える周波数帯:

25 μ W又は基本波の1MHz帯域幅における実効輻射電力との相対値が-31dB

b. 2,387MHz以上2,400MHz未満及び2,483.5MHzを超え2,496.5MHz以下:

25 μ W又は基本波の1MHz帯域幅における実効輻射電力との相対値が-21dB

(イ) (ア)以外のもの

a. 2,387MHz未満及び2,496.5MHz未満を超える周波数帯:

25 μ W又は基本波の1MHz帯域幅における実効輻射電力との相対値が-36dB

b. 2,387MHz以上2,400MHz未満及び2,483.5MHzを超え2,496.5MHz以下:

25 μ W又は基本波の1MHz帯域幅における実効輻射電力との相対値が-26dB

(5) 受信装置の副次的に発射する電波等

空中線端子無しの場合、実効輻射電力を測定し、次の値以下であることを確認する。

ア 2,427MHz以上2,470.75MHz以下の電波を使用するもの

(ア) 1GHz未満の周波数において4nW又は基本波の1MHz帯域幅における実効輻射電力との相対値が-59dB

(イ) 1GHz以上の周波数において20nW又は基本波の1MHz帯域幅における実効輻射電力との相対値が-52dB

イ ア以外のもの

(ア) 1GHz未満の周波数において4nW又は基本波の1MHz帯域幅における実効輻射電力との相対値が-64dB

(イ) 1GHz以上の周波数において20nW又は基本波の1MHz帯域幅における実効輻射電力との相対値が-57dB

(6) 筐体輻射

(4)イ と同様に測定することが適当である。

2 FH方式を用いる移動体識別用無線局の技術的条件

FH方式を使用する移動体識別用無線局の技術的条件は、以下のとおりとすることが適当である。現行の小電力データ通信システムの技術的条件を元にして、移動体識別に適応するために必要な修整を施したものである。また、他の方式を使用する移動体識別用無線局の技術的条件については、現行の技術的条件のとおりとするのが適当である。

2.1 一般的条件

準マイクロ波帯を用いる移動体識別用無線局のうちFH方式を用いる設備についての一般的条件は、以下の通りとするのが適当である。

(1) 伝送方式及び変調方式

スペクトラム拡散方式(FH方式)であること。

(2) 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、特に諸外国の状況等を考慮し、2,400MHzから2,483.5MHzまでとすることが適当である。

(3) 空中線電力

ISMバンドを利用することから、1MHzの帯域幅における平均電力で規定することと適当であり、当該電力が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は3mW以下)であることとする。

(4) 空中線利得

送信空中線の絶対利得は、6デシベル以下であることとする。

ただし、1MHz当たりの等価等方輻射電力が絶対利得6デシベルの送信空中線に10mW(2,427MHz以上2,470.75MHz以下の周波数の電波を使用するものは3mW)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とする。

(5) 応答機からの受信

応答機(送受信装置から独立した応答のための装置であって、送信設備が発射する電波により作動し、その受信電力の全部又は一部を同一周波数帯として発射するものをいう。)からの電波を受信できること。

(6) 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、容易に開けることの出来ない構造であること。

2.2 無線設備の技術的条件

技術的条件については現行の小電力データ通信システムにならい、以下のとおりとすることが適当である。

2. 2. 1 送信装置

(1) 周波数の許容偏差

$\pm 50 \times 10^{-6}$ 以内であること。

(2) スプリアス発射の強度の許容値

1MHzの帯域幅における平均電力が次の値以下であること。

ア 2,387MHz未満及び2,496.5MHzを超える周波数帯: $2.5 \mu W$

イ 2,387MHz以上2,400MHz未満及び2,483.5MHzを超え2,496.5MHz以下: $25 \mu W$

(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

83.5MHz以下であること。

(5) ホッピングの一様性

拡散率5の小電力データ通信システムと同等ととすることとし、特定の周波数において電波を連続して発射する時間(滞留時間)は0.4秒以下であり、かつ2秒間における任意の周波数での滞留時間の合計が0.4秒以下であること。

(6) 筐体輻射

実効輻射電力がスプリアス発射の強度の許容値以下であること。

2. 2. 2 受信装置

副次的に発する電波等の限度については、平均電力が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。

2. 2. 3 混信防止機能

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。

2. 3 測定法

FH方式を用いる無線局については、小電力データ通信システムに準ずることが適当である。

第4章 今後の課題

2. 4GHz帯を用いる無線システムについては、特に無線LAN等については免許を要しない局であることも要因となり、コミュニティエリアや家庭におけるインターネットアクセスに利用されるなど、利用方法が多様化し、利用者数の伸長も著しい。また、さらなる高速伝送を可能とするOFDM方式の導入が世界的な潮流になるなど、技術的にも急速に発展している分野である。一方で、利用者の増加に伴い、混信のケースの増加が懸念されていることも事実であり、利用者間の協調運用が期待される。

2. 4GHz帯はISMバンドと呼ばれ、ISM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ことから、必ずしも良好な通信状況が確保されるわけではなく、主として干渉に強くまた他のシステムとの共用が実現しやすい方式を用いて運用されることが望ましい周波数帯である。このような現状を踏まえて、同周波数帯の利便性の向上をはかるためには、干渉の確率を増加させないように配慮しつつ、干渉に強い変調方式やアダプティブアレイアンテナ等干渉低減に寄与する新しい技術に迅速かつ柔軟に対応していくことが望ましい。また、他周波数帯の技術開発や利用動向も踏まえ、利便性を向上させるためのさらなる技術的検討を行っていくことが必要である。

また、移動体識別システムについては、今後国際物流分野における利用の拡大が期待されることから、国際標準化動向を踏まえグローバルな利便性を確保していくために、必要に応じて高度化の検討を行うことが望まれる。

V 審議結果

2.4GHz 帯を使用する無線システムの高度化に必要な技術的条件について検討を行い、別添のとおり答申案をとりまとめた。

情報通信審議会 情報通信技術分科会
2. 4GHz帯高度化方策委員会の構成

(敬称略)

氏 名	所 属	
中川 正雄	慶応義塾大学理工学部教授	主 査
若尾 正義	(社)電波産業会常務理事	主査代理
酒匂 一成	(株)NTTドコモ取締役ネットワーク企画部長	～H13.7
相上 義明	(株)NTTドコモ取締役ネットワーク企画部長	H13.7～
新本 孫宏	シャープ(株)代表取締役副社長	
神崎 慶治	(財)テレコムエンジニアリングセンター専務理事	
久保 勲	(株)東芝上席常務モバイルコミュニケーション社社長	
倉本 實	松下通信工業(株)専務取締役技術本部長	
竹中 俊幸	日本電気(株)モバイル・ワイヤレス事業本部長	
田中 和則	日本電信電話(株)第三部門担当部長	
田中 好男	(財)電気通信端末機器審査協会専務理事	
築山 宗之	東京電力(株)常務取締役	
原 昌三	(社)日本アマチュア無線連盟会長	
辻村 省治	日本無線(株)顧問担当	～H13.7
平出 賢吉	日本無線(株)常務取締役	H13.7～
伊藤 泰彦	ケイディーディーアイ(株) 執行役員常務 IP事業本部本部長	～H13.7
平林 立彦	ケイディーディーアイ(株) ネットワーク技術本部 ワイヤレスシステム部次長	H13.7～
古川 享	米国マイクロソフト社副社長	
堀崎 修宏	(社)電信電話技術委員会専務理事	
本多 美雄	欧州ビジネス協会通信・情報処理アドバイザー	
松尾 益次郎	日本テレコム(株)専務取締役技術本部長・情報統括	
森尾 稔	ソニー(株)取締役副会長	

情報通信審議会 情報通信技術分科会
2.4GHz 帯高度化方策委員会 2.4GHz 帯高度化方策作業班の構成

(敬称略)

氏 名	所 属	
若尾 正義	(社)電波産業会 常務理事	主任
長谷川 孝明	埼玉大学 工学部 助教授	主任代理
猪崎 徹	シャープ(株) 情報システム事業本部 システム機器事業部 参事	
伊藤 健司	シーメンス(株) 移動通信技術推進部 部長代理	
岡坂 定篤	(株)日立製作所 通信事業部 主管技師	
若山 郁夫	日本電気(株) NECソリューションズ 第二コンピュータ事業本部 LAN事業部 製品技術部長	～H13.6
岡ノ上 和広	日本電気(株) ネットワーキング研究所 研究マネージャー	H13.6～
小川 伸郎	アイコム(株) 取締役 ソリューション事業部長	
荻野 博	東京電力(株) 電子通信部 副長	
小口 卓郎	富士通(株) ネットワーク事業本部 専任部長	
福田 邦夫	ソニー(株) 通信研究所 2部 統括部長	～H13.7
北久保 和人	ソニー(株) 通信研究所 バリューワイヤレスクリエーション部 3課 無線技術マネージャー	H13.7～
小林 英男	(社)電信電話技術委員会 第3技術部長	
佐々波 浩一	(財)テレコムエンジニアリングセンター 研究開発部長	
佐藤 利夫	松下通信工業(株) モバイルコミュニケーションカンパニー 通信ネットワーク事業部 技術三部 システム技術課 主任システム技師	
佐藤 英昭	キャノン(株) プラットフォーム技術開発センター 主席研究員	
篠永 英之	ケーディーディーアイ(株) 研究開発統括部 次長	
長澤 東四郎	(財)電気通信端末機器審査協会 理事 機器審査部長	
中村 光	(株)NTTドコモ 研究開発本部 無線リンク開発部 主幹技師	
間中 信一	マイクロソフト プロダクトディベロップメントリミテッド モバイルデバイス開発統括部 グループシニアマネージャ	～H13.9
新居 直明	マイクロソフト プロダクトディベロップメントリミテッド モバイルデバイス開発統括部 シニアマネージャ	H13.9～
馬場 博幸	スピードネット(株) 常務取締役	
平野 忠彦	(株)ウェルキャット 無線研究部 部長	
藤田 昇	日本無線(株) 無線ネットワークグループ 担当部長	
船橋 好一	日本アイ・ビー・エム(株) 通信渉外 次長	
松谷 寛	(株)東芝 モバイルコミュニケーション社 モバイルコンピューティング&コミュニケーション開発センター 開発第三部 開発第二担当 グループ長	
真野 浩	ルート(株)代表取締役	
水野 光彦	独立行政法人 通信総合研究所 無線通信部門 横須賀無線通信研究センター 研究主管 無線統合ネットワークグループリーダー	
森 章和	(社)日本アマチュア無線連盟 技術研究所 所長	
守倉 正博	日本電信電話(株) NTT アクセスサービスシステム研究所 主幹研究員	
山崎 吉晴	日本テレコム(株) 情報通信研究所 開発部門 担当部長	

参 考 資 料

参考資料目次

参考資料 1	意見聴取の結果について	69
参考資料 2	FH 方式を使用した移動体識別用無線局の回線設計例	71
参考資料 3	指向性アンテナの利得とビーム角度の規定についての技術的検討 ...	73
参考資料 4	電波防護指針への適合性について	79
参考資料 5	小電力データ通信システムにおけるアダプティブアレイアンテナの利用 ・	81
参考資料 6	Bluetooth の動向	83
参考資料 7	IEEE における標準化検討状況	85
参考資料 8	ISO における RFID の検討状況	87
参考資料 9	FCC ルール改正動向	91

意見聴取の結果について

第2回委員会（平成13年7月6日開催）において実施された意見の聴取において、5件の意見陳述があった。概要は以下のとおりである。

(1) 種々のシステムが共存する2.4GHz帯は、現在すでに混信が起きている状況であり、その深刻化を避けるために無線LANについて、以下のような提案を行う。

①以下のように使用区分を制定する。

2400～2483.5MHz 屋内用

2450～2483.5MHz 屋内及び屋外用

②前項の法制化まで、電波産業会の定める標準規格（STD-T66）中に使用区分を記載して自主的な運用を求める。

③同標準規格中にアマチュア局との混信について記載する。

④狭帯域変調方式の採用、多値化、など周波数の有効利用を促進する。

(2) （アマチュアリピータからの受信状況を録音したテープを再生。）現在、ビル間通信によると思われる混信を受けている状況である。2次業務であることは理解するが、未来の技術者を育てる場であるアマチュアバンドでの混信が現在以上に深刻にならないように検討をお願いする。

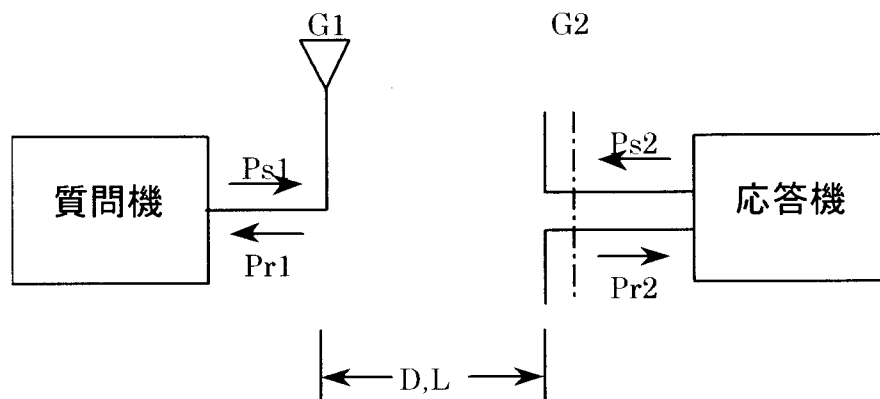
(3) 当該バンドでのアマチュア通信に、近年無線LANによるビル間通信が原因と思われるノイズが入るようになった。一昨年までは、東京一宇都宮間で100キロ程度の通信実験が可能であったが、昨年夏ごろから東京一さいたま市間の25キロ程度、最近では東京一戸田市間の14キロ程度まで通信距離が縮まっている。この状況の悪化が懸念されることから無線LANのアンテナ規制緩和は適当ではないと考える。

(4) （1.2mパラボラアンテナで受信した2.4GHz帯のスペクトラム図をもとに、アマチュア無線局がビル間通信によると思われる混信を受けている状況を説明。また、アマチュアリピータからの受信状況を録音したテープを再生。）アマチュアに配慮した検討をお願いしたい。

(5) 実効輻射電力の増加は干渉の増加を招くと懸念される。高利得アンテナを複数使用して全方向を埋め尽くす結果となり、全体的な電界強度を持ち上げることになると思われる。また、拡散利得の低いSS通信は干渉を受けやすく、アマチュア無線局が無線LANに干渉を与えることを理由に活動制限されないことを希望する。今後、性急な変更は行わず、現状の枠内での新たな方式や効率のよい技術の開発に期待したい。

F H方式を使用した移動体識別用無線局の回線設計例

FH方式を使用した移動体識別用無線局の質問器の回線設計は以下のように行うことが出来る。バッテリーレス応答器を使用した場合、応答器の動作限界は、応答器の起動電力($Pr2$)で決定され、(1)式によれば通信距離はおよそ 53.2cm となる。(現行の移動体識別用小電力無線設備の場合、およそ 7.0cm となる。)



[条件]

質問器送信電力 : $Ps1 = 23.7\text{dBm}$ ※

質問器受信感度 : $Pr1 = -50\text{dBm}$

質問器アンテナ利得 : $G1 = 6\text{dBi}$

伝搬損失 : $L\text{dB}$

通信距離 : $D\text{cm}$

応答器受信感度 : $Pr2 = -3\text{dBm}$

応答器損失 : $ML = 10\text{dB}$

応答器送信電力 : $Ps2 = Pr2 - ML$

応答器アンテナ利得 : $G2 = 2\text{dBi}$

$$Pr2 = Ps1 + G1 - L + G2 \quad (1)$$

$$Pr1 = Ps2 + G2 - L + G1 \quad (2)$$

※ 帯域幅 79MHz、送信電力 3mW/MHz を想定

指向性アンテナの利得とビーム角度の規定についての技術的検討

1 与干渉面積を用いた共用条件の考え方

無線 LAN や移動体識別装置などの 2.4GHz 帯無線装置の地表面における分布はランダムと仮定する。ある D/U 以上の強度をもつ領域を地表面に投影した面積がダイポールアンテナと同等であれば、下記のように被干渉局数はこれまでと同等になると考えられる。

○無線 LAN から周辺局への干渉

被干渉局が下図のようにランダムに分布する場合は、与干渉面積が同じであれば有害な干渉を受ける無線局数は確率的に同等である。

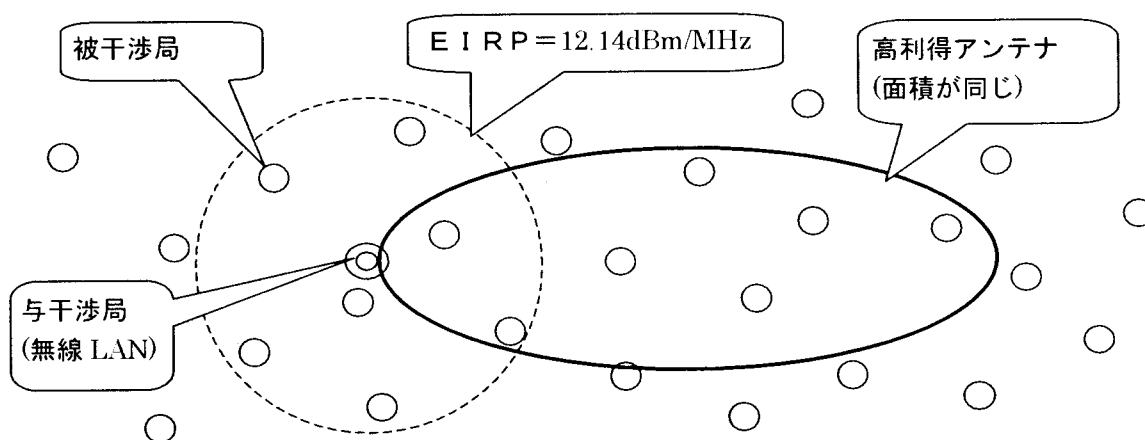


図 1 無線 LAN から周辺局への干渉

なお、面的セル配置の無線 LAN システムの中に小数の被干渉局がランダムに分布する場合は、位置によって干渉が増加する場合と減少する場合があります。広いエリアで見れば、確率的には同等である。また、アンテナの指向性をあげることにより、干渉・障害の回避が可能となる場合もある。

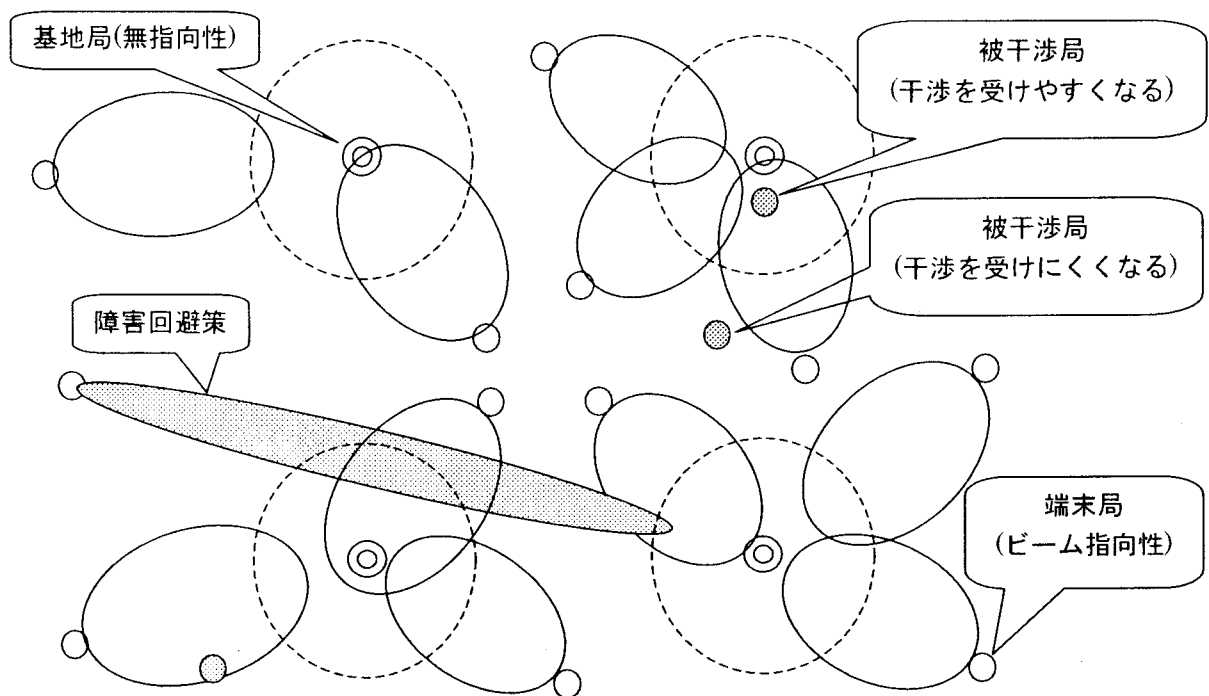


図2 面的セル配置の中の少数の被干渉局

2 与干渉面積の検討方法

ビーム形状を円錐形として、水平面への投影面積を計算すると表1のようになる（計算条件は次節で述べる）。表2は、一般に広く用いられている八木アンテナを例に取り、そのパターン図から与干渉面積比（ダイポール比）を計算したものである。ビーム角と半値角を対応させれば、各項目の数値は概ね一致しており、円錐形ビームで理論値を検討するのは妥当であると言える。

表1 円錐ビームのアンテナ利得と与干渉面積（理論値）

ビーム角[度]	—	180	120	83	58	41	29	20	14	10
利得[dBi]	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27
与干渉面積比	0.63	0.62	0.83	1.15	1.60	2.25	3.17	4.47	6.31	8.92

表2 八木アンテナの利得と与干渉面積（パターン図から積算）

アンテナ	基準	八木A	八木B	八木C	八木D	八木E	八木F	八木G
半値角[度]	—	148	120	53	39	37	30	26
利得[dBi]	2.14	5.5	6.6	11.7	13.6	14.2	15.58	17
与干渉面積比	1	0.95	0.97	1.41	1.64	1.76	2.07	2.31

3 与干渉面積の計算条件

与干渉面積の理論値は、下図のように電力束密度が等方向アンテナ(理想アンテナ)と等しい円錐状ビームを仮定し、地表面への投影面積を計算した。与干渉距離は2乗則(自由空間)を採用した。

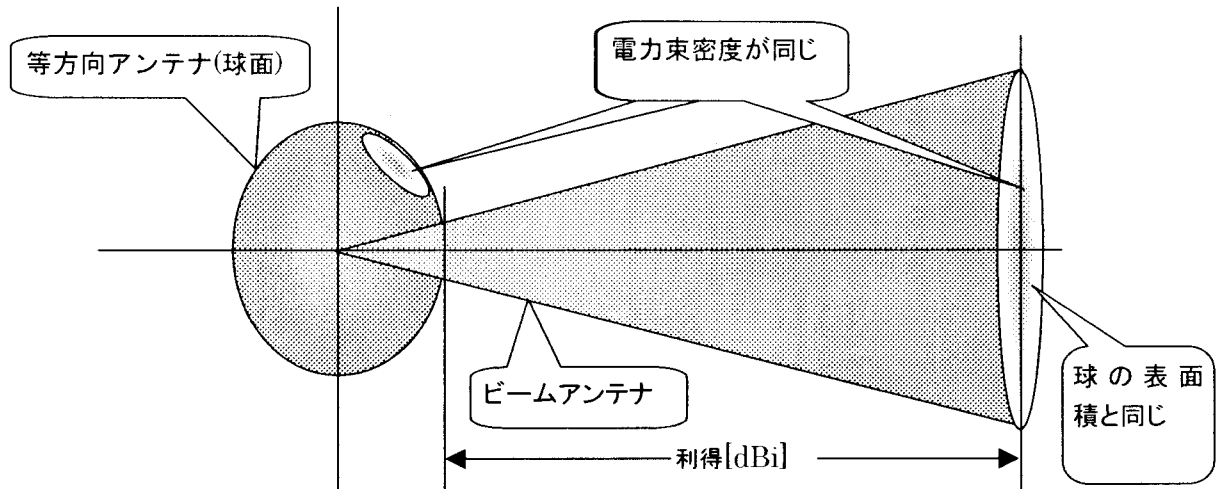


図3 与干渉面積計算の概念図

4 与干渉面積の規定方法

円錐形ビームアンテナの地表面投影面積と、ダイポールアンテナの地表面投影面積の比Aは、次の式で計算できる。

$$(式1) \quad A = L^2 \times \theta / 360$$

L : ダイポールアンテナとの与干渉距離比

θ : ビーム角 (半値幅に相当)

ダイポールアンテナとの与干渉距離比Lは、2乗則によるとすれば、次の式で計算できる。

$$(式2) \quad L = 10^{((G-2.14)/20)}$$

G : 絶対利得[dBi]

ここで、ダイポールアンテナとの投影面積比を1以下とした場合、 θ とGの関係は次の式3で表される。

$$(式3) \quad 1 \geq 10^{((G-2.14)/10)} \times \theta / 360$$

書き直すと

$$(式4) \quad \theta \leq 360 / 10^{((G-2.14)/10)}$$

となる。

たとえば、利得12.14dBiのアンテナのときは、ビーム角(半値幅)が36度以下であれば、与干渉面積がダイポール比で1以下となる。面積比を1とした場合の、円錐ビームアンテナの利得と式4から算出される規制角度の関係を表3、図4に示す。

また、参考として、八木アンテナの場合に、給電線損失等でアンテナ利得を調節することによって与干渉面積(ダイポール比)を1とした例を表4、図4に示す。これらのアンテナが式4の関係をよく満たすことから、高利得アンテナを導入する際に半値角制限を課すことによって、与干渉面積をほぼ保つことが実際に可能であることがわかる。参考に、図5に、規制の有無による八木アンテナのビーム範囲の違いを示した。

表3 規制アンテナの利得と与干渉面積（ビームアンテナ理論値）

利得[dBi]	6	9	12	15
旧ビーム角[度]	120	83	58	41
規制ビーム角[度]	148	74.18	37.18	18.63
与干渉面積比	1	1	1	1

表4 規制アンテナの利得と与干渉面積（八木アンテナ）

アンテナ種類	基準	八木A	八木B	八木C	八木D	八木E	八木F	八木G
旧利得[dBi]	2.14	5.5	6.6	11.7	13.6	14.2	15.58	17
調節後利得[dBi]	—	5.7	6.73	10.25	11.44	11.78	12.65	13.37
半値角[度]	—	148	120	53	39	37	30	26
与干渉面積比	1	1	1	1	1	1	1	1

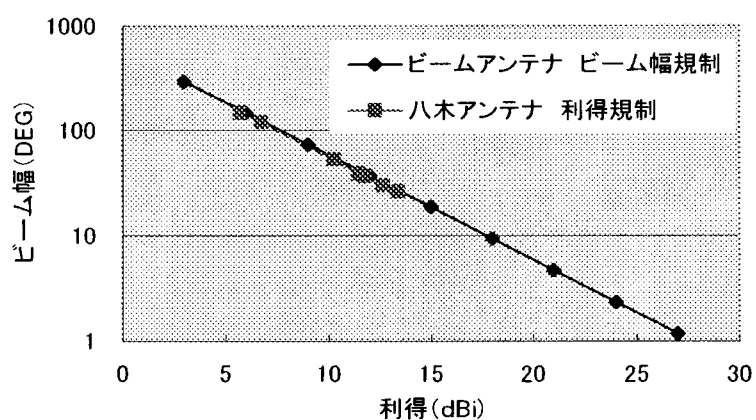
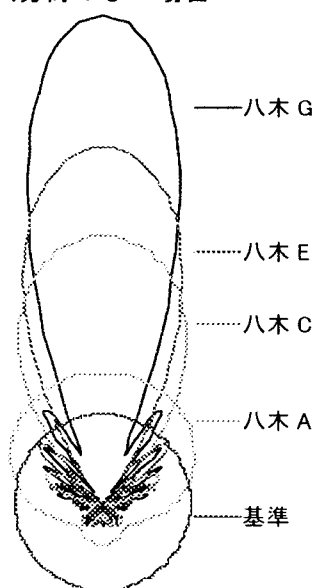


図4 アンテナ利得とビーム角

規制のない場合



与干渉面積比1の場合

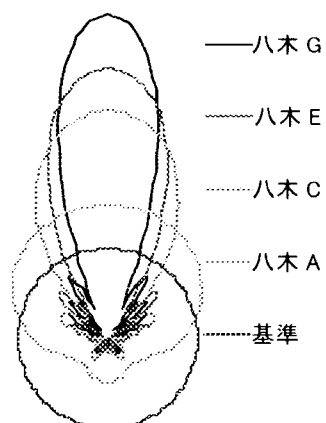


図5 八木アンテナのビームパターン図

なお、ここではアンテナの絶対利得を用いて議論したが、EIRPで考えると以下のようになる。EIRPの基準値を、絶対利得2.14dBiのアンテナに規定の空中線電力を加えた値として、その値からB倍する場合を考える。このとき θ についての条件（式4）は、アンテナの絶対利得とEIRPの関係から

$$\text{（式5）} \quad \theta \leq 360/B$$

となる。

以上の検討から、与干渉面積を増加させることなく高利得アンテナを導入することは技術的に可能であるといえる。ただし、高利得アンテナをセクタ化して使用することについては、混信のケースの増加が懸念され、望ましくないものと考えられる。

電波防護指針への適合性について

本システムでの電波防護指針（※）の適合性について、①小電力データ通信システムにおいて固定的に使用される場合、②その他の場合、について確認を行った。いずれの場合にも、送信時の等価等方輻射電力（eirp） $P_t[W]$ が最大になるのは、空中線電力が 1MHz あたり 3mw、送信帯域幅が 83.5MHz、空中線利得が 12.14dBi のときである。

① 固定的に使用される場合

本システムが固定的に使用される場合は、通常の利用形態では人体から 1m 以上の距離で利用される。アンテナからの距離が 1m の点における電力束密度 S は

$$S[mW/cm^2] = \frac{P_t}{40\pi R^2} = \frac{0.003 \times 83.5 \times 10^{1.214}}{40\pi \times 1} = 0.0326[mW/cm^2]$$

である。ここで、本システムを固定的に使用する場合に適用できる電波防護指針は電磁界強度指針（表 1）であり、アンテナからの距離が 1m 以上の場合は電磁界強度指針を満たしている。

表 1 一般環境における電磁界強度（平均時間 6 分間）の指針値

周波数	電界強度の実効値	磁界強度の実効値	電力束密度
1.5GHz～300GHz	61.4[V/m]	0.163[A/m]	1[mW/cm ²]

② その他の場合

本システムが可搬の機器に取り付けて使用される場合に、無線端末がパソコンとなどに装着して利用され、人体に近接することが想定されるが、通常の利用形態では人体から 30cm 以上の距離で利用される。アンテナからの距離が 30cm の点における電力束密度 S は

$$S[mW/cm^2] = \frac{P_t}{40\pi R^2} = \frac{0.003 \times 83.5 \times 10^{1.214}}{40\pi \cdot 0.3^2} = 0.36[mW/cm^2]$$

である。ここで、本システムを可搬の機器に取り付けて使用する場合に適用できる電波防護指針は人体が局所的に電波にさらされる場合であることから補助指針（表 2）であり、アンテナからの距離が 30cm 以上の場合は補助指針を満たしている。（なお、実際には、12.14dBi の高利得アンテナが可搬機器に装着されることはない想定される。）

表 2 人体が電磁界に不均一又は局所的にさらされる場合の補助指針（一般環境）

周波数	電磁界強度の空間的最大値	平均時間
1GHz～3GHz	四肢以外 4[mW/cm ²]	6 分間

以上のことから、このシステムの通常の利用形態では電波防護指針を満足していると言える。

※ 電波防護指針：平成 2 年電気通信技術審議会「電波利用における人体の防護指針」及び平成 9 年電気通信技術審議会答申「電波利用における人体防護の在り方」をいう。

小電力データ通信システムにおけるアダプティブアレイアンテナの利用

1 背景

2.4GHz 帯を用いた無線 LAN の普及につれ、同一チャネルを用いた複数の無線 LAN が隣接するオフィスやビルに用いられるケースが増えており、相互干渉によるスループットの低下等の例が見られるようになっている。また、同周波数帯は、無線 LAN 以外にも多種の電波利用機器が存在することから、干渉を回避する技術の開発が大きな課題となっている。

干渉回避のための有効な方法の一つとして、第 2 章で検討されているようなアンテナ指向性による空間的分離があるが、さらに、高指向性アンテナを発展させた、指向性ビームを適応的に制御できるアダプティブアレイアンテナを用いれば、新たな無線 LAN の増設など干渉環境の変化に応じて干渉回避を行うことができ、さらなる周波数利用効率の向上を期待できる。

2 アダプティブアレイアンテナと小電力データ通信システムでの効果

アダプティブアレイの適切なアルゴリズムを用いることにより、所望信号への利得の劣化を抑えつつ、干渉波の到来方向にヌル（指向性の谷）を形成することができる（図 1）。これにより、2.4GHz を用いる他の機器や隣接する無線 LAN 機器からの干渉を低減することが可能になる。また、同一の周波数を用いる繰り返し距離を短縮でき、多種多様な機器が用いられている 2.4GHz 帯の周波数利用効率の向上にも貢献することになる。

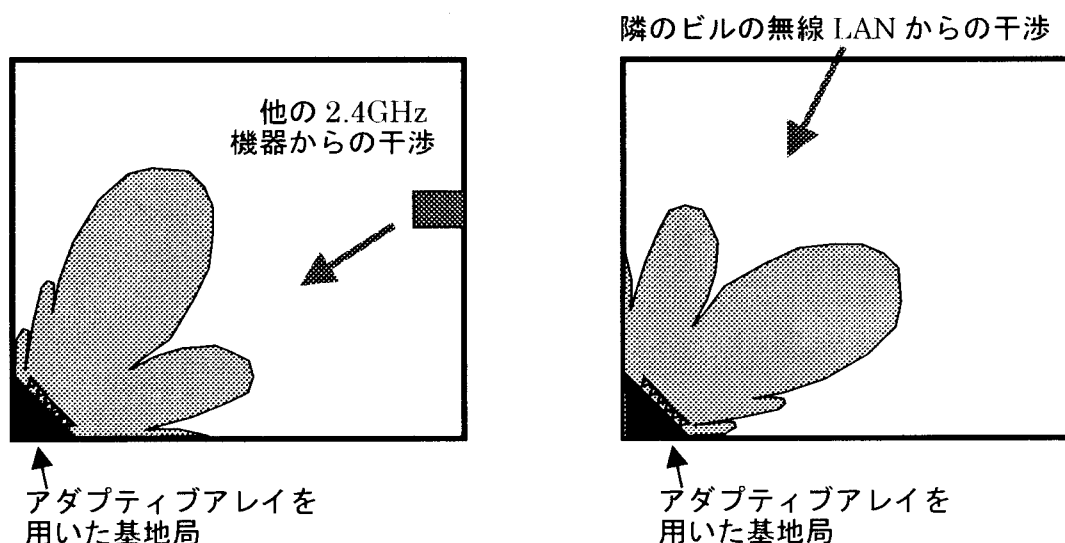


図 1 アダプティブアレイを無線 LAN に使用した場合の干渉抑圧

3 単一のアダプティブアレイアンテナを異なる周波数チャネルを用いるアクセスポイントにより共用する場合の利点

2で示したアダプティブアレイは、一般に2.4GHzの素子アンテナを2分の1波長以上離して複数ならべるためにサイズがやや大きくなるが、PHS等の基地局のように一つのアダプティブアンテナを複数の無線局で共有することが可能である。すなわち、複数の基地局の送信信号あるいは受信信号を、アレイアンテナの素子数だけ合成あるいは分割し、単一のアダプティブアレイに接続して使用することができる(図2)。これにより、オフィス等の限られた空間を有効に活用し、また機器のコストを低減することもできる。

図2では、アダプティブアレイのウェイト制御に工夫をし、複数のチャネルを異なるエリアで使用するように、空間的分離を行っている。オフィス内の配置換え等により端末の配置密度が変わった場合、この変化を自動的に検出し、アダプティブアレイの複数の指向性を図2の右図のように最適なものに変更する、といった利用も考えられる。すなわち、アダプティブアレイを用いることにより、適応的に負荷の分散を行い、スループットや周波数利用効率の局所的低下を防ぐことができるようになる。

なお、指向性利得の上限値に配慮することにより、高利得アンテナの場合と同様に干渉面積を抑えることも可能である。また、上では屋内の無線LANへの使用における周波数利用効率向上を述べたが、屋外での使用時にアダプティブアレイを用いる場合でも同様の効果を期待することができる。

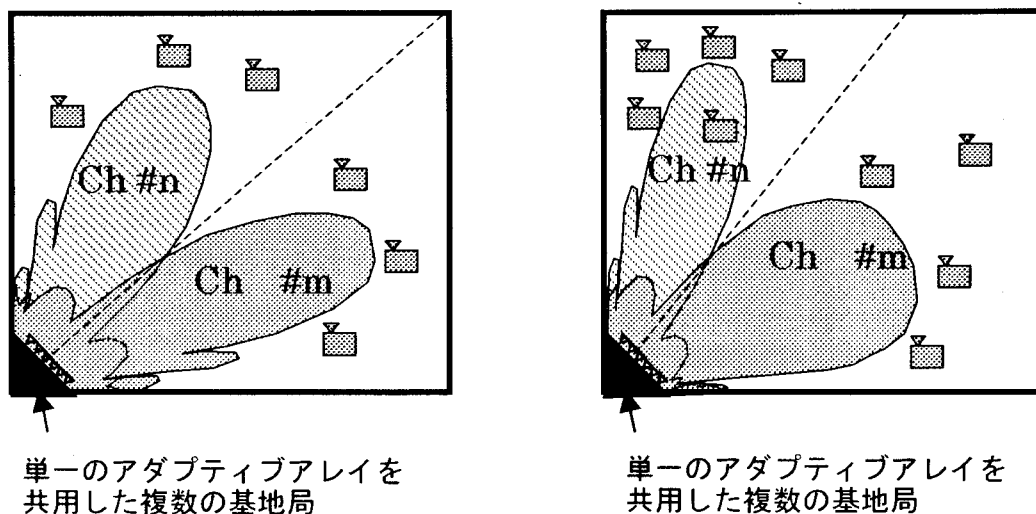


図2 単一のアダプティブアレイを複数の基地局で共用した場合の無線エリアの例

Bluetooth の動向

1 Bluetooth とは？

「多目的無線 I/O」:

- ・ PC、携帯端末機器(携帯電話、PDA)、PC 周辺機器(プリンタ、プロジェクタ、デジカメ)、HMI 機器(キーボード、マウス)、AV 機器(ヘッドセット、BS デジタル TV)等のあらゆる機器間を多目的に無線接続するグローバル規格。
- ・ 単なるコードレス通信方式でなく、分散協調ネットワーク環境を構築可能。
- ・ 携帯電話などのモバイル機器と PC 間の通信に重点が置かれている。
- ・ Bluetooth 接続された装置は、マスターとスレーブの関係となる。
- ・ Bluetooth は無線 LAN とは異なり、常時接続ではなく Ad-Hoc 接続が可能。これにより低消費電力、無線帯域の有効利用が可能。
- ・ マスタ 1 台に対し、最大 7 台のスレーブ(アクティブ)を接続するピコネットを構築。
- ・ ピコネット同士を接続しスキャターネットに拡張可能。
- ・ プロファイルとは、アプリケーション別のソフトウェアスタックの実装手法を明記したものの。プロファイルに従ったソフトウェアを実装することにより、同一プロファイルを持つ他社機器との相互接続が可能となる。

2 Bluetooth の仕様概要

Bluetooth の主要緒言

項目	内容	備考
周波数帯	2.400MHz~2.4835MHz	ARIB STD-T66 ISM バンド
使用周波数帯	2.402MHz~2.4800MHz	日・米・欧: 免許不要。
周波数帯域	78MHz 幅	
キャリア幅	1MHz	
出力	1mW(クラス 3: 0dBm; パワーコントロールはオプション)	100mW(クラス 1: +20dBm; 0dBm を超過するとパワーコントロールが必要) 2.5mW(クラス 2: +4dBm; パワーコントロールはオプション)
通信距離	半径 10m(クラス 3)	半径 100m(クラス 1)
変調方式	GFSK/FH-SS	
FH レート	1,600 回/秒	
端末数	8 Terminals/piconet	
データ転送速度	1Mbps	Ver2.0 で 2~10Mbps
音声: Synchronous	64Kbps	最大 3 チャンネル
データ: Full Duplex	432.6Kbps / 432.6Kbps	
データ: Asymmetric	723.2Kbps / 57.6Kbps	
ネットワークポリン	Point to Point / Point to Multi-point	

3 最近の動向

Bluetooth Spec. Ver1.0 (Core プロトコル+13個のプロファイル策定)

- ・99年7月 V.1.0a 仕様一般公開(初回一般リリース)
- ・同12月 V1.0b 仕様一般公開(V.1.0aのErrata修正)
- ・01年3月 V.1.1 仕様一般公開(主にセキュリティに関する相互接続性の問題点を解決。その他 V.1.0b の Errata 修正)
- ・約2500社が Bluetooth SIG に参加

Bluetooth2.0 (9個の新プロファイル策定+高速化仕様策定)

- ・99年12月 Bluetooth の仕様強化と使用範囲の拡大を目指して活動開始。
- ・現在仕様1.1 対応チップセット、モジュール、対応製品のロゴ取得が盛ん。
- ・Bluetooth2.0 関連のプロファイルが今後リリースされる。

4 Bluetooth の将来

現在、Bluetooth の高速化、QoS の改良、データ保存性の強化を目的として仕様改定作業が進行中である。変調方式や伝送速度については各種案が検討されており、Radio1.0 の改善として 2Mbps および高速化として 10Mbps が目標となっている。仕様リリース時期は明確にされていない。

Radio1.0 の改善

- ・RF, BB, LMP 仕様の改善
- ・2Mbps での変調方式をサポート

高速伝送モード

- ・10Mbps の伝送速度をサポート(10m 範囲)
- ・耐干渉性の強化
- ・Bluetooth と無線 LAN との共存

IEEE 802.11 における無線 LAN 標準化検討状況

2000 年 3 月に開催された 802.11 会合において、1999 年に策定された最大 11Mbps が可能な 802.11b 方式を拡張し、更なる高速化の技術条件を検討するための High Rate 802.11b Study Group (HRb SG)が発足した。この Study Group はその後 2000 年 9 月に IEEE より 802.11 Task Group G (TGg)として承認された。

TGg の目的は 802.11b の PHY を拡張し、従来方式との相互接続性を維持しつつ 20Mbps 以上の伝送速度を達成する方式を標準化することであり、2002 年 9 月を目標として標準化作業が行なわれている。

TGg には当初 4 方式が提案され、現在これらを投票により一つに絞る作業がおこなわれている。2001 年 5 月会合における投票では最終的に残っていた二つの方式 (OFDM 方式および PBCC 方式) のうち、OFDM 方式が過半数の票を得たが、標準化に必要な 75%には届かなかった。続く 7 月会合では、残った OFDM 方式が規定の 75%の票を得られなかった場合に方式選定をやり直すか、再度投票の機会を与えるかという議論に終始し、方式選択は行われなかった。結局、投票の機会を複数回認めることが決議され、次回 9 月会合に方式決定の判断は持ち越された。

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式

5GHz 帯で採用された OFDM 方式の 802.11a 標準を基本にし、無線周波数を 2.4GHz 帯に変更したもの。プリアンプルを 802.11b に合わせることで従来方式との互換性を維持している。FFT のサンプルレートは当初 802.11b との整合性から 22MHz とされていたが、最終的には 802.11a と同じ 20MHz に修正され、5GHz 帯とのデュアルバンド化も視野に入れている。伝送速度は最大 24Mbps であるが、オプションとして最大 54Mbps まで規定されている。

PBCC (Packet Binary Convolutional Coding)方式

2.4GHz 帯の現行 DS 方式である 802.11b 標準(BPSK,QPSK)に 8-PSK 変調モードを追加して最大 22Mbps の伝送速度を達成するもの。DS 方式を踏襲しており、スペクトラム形状も 802.11b と同様である。

ISOにおけるRFIDの検討状況 —RFID 国際標準化分科会 (ISO/IEC JTC1/SC31/WG4) での審議概要

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加している。国内では（社）電子情報技術産業協会（JEITA）が実質的 SC31 審議母体となり、また（社）日本自動認識システム協会（AIMJ）においては RFID 専門委員会で 10 年ほど前から関連諸活動がなされてきた。今回の国内取り組みは、審議母体である JEITA と AIMJ の RFID 専門委員会の共同活動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。

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 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 の正式承認を得て発足した。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が、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 (RFID) の正式第一回会議となる。尚、参考までに SC31 (ADC:オートマチック・データ・キャプチャ) は、1996 年 6 月第 1 回 SC31 ブリュッセル会議において、WG1～3 の設立を承認され、以下の作業エリアとなっている。

- ・ SC31/WG1 : データキャリア (バーコード、2 次元コード)
- ・ SC31/WG2 : データストラクチャー
- ・ SC31/WG3 : コンフォーマンス
- ・ SC31/WG4 : RFID: 物の管理用 (Item Management) RFID

3 会議経過概要

3.1 使用周波数

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 (135kHz 以下、13.56MHz、2.45GHz、5.8GHz) を決定した。(後に UHF を追加。)

3.2 会議の構成

WG4 は以下の 5 グループの活動単位で構成されている。

1. ARP (アプリケーション)
2. SG1 (データシンタックス)
3. SG2 (固有 ID)
4. SG3 (エアインタフェース)
5. SG4 (規定類)

この内、電波法に関連する SG3、SG4 について、その活動概要を述べる。

3.3 SG3 (エアインタフェース) の発足と活動概要

1998 年の第 1 回 SC31/WG4 東京会議で、ARP、SG1、SG2、SG3 の設置が承認され、SG3 では、135kHz 以下、13.56MHz、2.45GHz、5.8GHz の 4 つの周波数の審議をすることを承認。(途中で米国の要望により UHF 帯を追加) 以下 1999 年以降 2000 年末までの審議概要を述べる。

1) SG3 の審議経緯

No	年月	場所	審議概要
1	1999. 1	Zandvoort オランダ	13.56MHz の Tag Talks First(TTF) と Reader Talks First(RTF) について審議。UHF 帯を追加する要求意見が出た。
2	1999. 3	Freising ドイツ	56MHz について、ISO15693-2 の提案あり。 TTF については、RTF と干渉せずかつ ISO14443/15693 と共存できることが証明された場合に標準化を進めることを決議
3	1999. 4	Bandol フランス	引き続き TTF と RTF の審議。日本では ARIB 規格により TTF は認められていないことを説明。UHF 帯を作業項目に追加することを承認 (日本は、電波法により UHF 帯は使用できない為、反対表明)
4	1999. 8	Paris フランス	TTF は RTF を干渉することを実験で証明。13.56MHz に、Gemplus と Checkpoint が新規提案。また 2.45GHz に SCS が提案
5	1999. 12	San Diego アメリカ	すべての周波数 (<135kHz・13.56MHz・2.45GHz・5.8GHz・UHF) の WD を 2000 年 12 月 25 日までに完成されることを決定
6	2000. 3	Birmingham イギリス	Gemplus と Checkpoint が、各種方式の共存の為に Universal Wake-up コマンドを提案
7	2000. 5	London イギリス	UHF 帯については、ヨーロッパでも周波数割当が難しい状況であることが報告
8	2000. 9	Singapore シンガポール	<135kHz、13.56MHz、2.45GHz について新規提案を締切り、12 月 25 日までに WG を完成させることを決議。 5.8GHz、UHF については 12 月末まで提案を受け付け、2001 年 3 月の WD 完成を目指すことを決議。
9	2000. 12	Boca Raton アメリカ	<135kHz、13.56MHz、2.45GHz について投票を行い、WD を 12 月までに作成する提案を採択した。日本から、125kHz を新たに提案。(未投票)。5.8GHz と UHF は 12 月末まで提案を受け付け、3 月までに WD を完成させる予定。 5.8GHz については日本からの提案が期待されている。

なお、2001 年の審議概要は以下の通りである。

(1) 2001.02 Orlando (USA)

ISO18000-3 (13.56MHz)

Mode1: ISO15693、Mode2: Gemplus、Mode3: Checkpoint、Mode4: SCS、Mode5: Magellan について WD を作成した。CD 化は、6 月中に Draft を完成し、2001 年 12 月までに CD 承認の予定。

ISO18000-4 (2.45GHz)

Mode1: Intermec、Mode2: SCS、Mode3: Siemens、Mode4: TagMaster、Mode5: UPU について WD を作成した。これらは全て FH (周波数) 方式を用いたもの。CD 化は、6 月中に Draft を完成し、2001 年 12 月までに CD 承認の予定。

(2) 2001.04 Adelaide (Australia)

ISO18000-3 (13.56MHz)

Gemplus (Mode 2) が Mode 1 (ISO15693) の基本パルスを採用する融合方法を提案。
但し、Mode 5 (Magellan) は機能が大きく異なる為、融合は不可。CD 案を 6 月末までにまとめる予定。

ISO18000-4 (2.45GHz)

Mode 6 (NEDAP) が、オーストラリアの賛同が得られたことから復活した。今後、融合方式で CD 案を 6 月末までにまとめる予定。

(3) 2001.06 Marseille (France)

CD 化のスケジュールは各周波数のプロジェクトエディタは 8 月中旬までに、最終 WD を作成し National Body に送付。各国の投票を得て、10 月 18-19 日の SG3 会議(グリーンロ会議/オランダ)で CD へ移行。

ISO18000-3 (13.56MHz)

絞込み案が芳しくなく議長の判断で本会議中に絞込みの方向性を SG3 レベルの票決で方向を決める。決まらない場合は、議長として決める。」とされた。

ISO18000-4 (2.45GHz)

NEDAP/Siemens が電池ありで Intermec のものについて得票をえたが、過半数に達せず WG4 の意向を再度確認して次期会合で結論を出す。他の提案は却下された。

2) 審議スケジュール

ISO/IEC18000	WD	CD	FCD	FDIS	IS
-1, General parameter	2000-12	2001- 9	2002- 9	2002- 11	2002- 12
-2, <135kHz	2000-12	2001-12	2002-12	2003- 2	2003- 3
-3, 13.56MHz	2000-12	2001-12	2002-12	2003- 2	2003- 3
-4, 2.45GHz	2000-12	2001-12	2002-12	2003- 2	2003- 3
-5, 5.8GHz	2001- 3	2002- 3	2003- 3	2003- 5	2003- 6
-6, UHF	2001- 3	2002- 3	2003- 3	2003- 5	2003- 6

WD : Working Draft, CD : Committee Draft, FCD : Final CD,

FDIS : Final Draft of IS, IS : International Standard

3) 2001 年の今後の SG3 会議

現在、13.56 及び 2450MHz は WD ステージから CD ステージに入り、本年末には実質上の技術審議の最終段階に入れる予定である。

- ・ 2001-10-15/16 Groenlo (NL)
- ・ 2001-12-4/5 San Diego (USA)

3. 4 SG4 (規定類) の発足と活動概要

1999 年 9 月の WG4 会議において、従来 SG3 の中で審議してきた電波に関する電波法・安全規格・等の規定類については、新たに SG4 を設置して審議することとなった。

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活動を行っている。

1) SG4 の審議経緯

No	年月	場所	審議概要
1	2000. 2	Phoenix アメリカ	SG4 の役割として、「RFID 用に使用する周波数の世界的な調和を進めるために、各国の電波法と規格を修正しかつ、世界的な周波数戦略を開発すること」を戦略として立案。 13. 56MHz については、アメリカ (FCC)・ヨーロッパ (ETSI)・日本 (ARIB) で規格が異なるが、FCC は 2001 年 3 月までには ETSI と同等になる予定。
2	2000. 9	Singapore シンガポール	UHF 帯 (周波数：862-928MHz、帯域：6MHz、出力：4W ERP、通信距離：2m以上) は日本とデンマークが反対。ヨーロッパでは TETRA プロジェクトで使用している周波数のため、割当は当分不可能。 新たに 820MHz 帯と 433MHz の追加が承認。 日本では 828-830MHz が空いている (実験局) が、帯域が 2MHz と狭い。
3	2000. 12	Barcerona スペイン	900MHz 帯については米国から強い要求が出ているが、日本とデンマークが強行に反対している。日本では次世代携帯電話用に周波数割当の整理を行う予定であり、UHF 帯の RFID 用途の使用は認められない。また、ヨーロッパでは現在この周波数帯は TETRA プロジェクトで使用されており、見直しは早くとも 2003 年。このような状況から、SC31/WG4 の作業項目から UHF 帯をはずしたらという意見も出てきている。

2) 今後の SG4 会議予定

- ・ 2001. 10. 13 Amsterdam (NL)
- ・ 2001. 12. 08 San Diego (USA)

4 むすび

現在、2. 4GHz 帯の移動体識別システムにおいて最も急がれている用途の一つとしてパレット管理、海上コンテナ、航空貨物、航空手荷物等大陸間、または国境を越えて移動する国際物流分野があげられる。これらは国境を越えるシステムであり、今後国際標準化の必要性はますます必要になっている。

標準化の最終目標は、国際並びに国内の異なったメーカーで製造された 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、「物」を管理する「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く方針である。また数多くのメーカー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必要がある。

FCC における 2.4GHz 帯を使用するシステムの検討状況

2000 年 2 月にカナダの無線機器メーカーが FCC に対し 2.4GHz 帯を使用する OFDM 機器の認可を求めたが、当時はスペクトラム拡散の定義に適合していないとの理由で拒絶されていた。一方、前記 IEEE による標準化作業(TGg)が 2000 年 3 月より進められていたが、提案された方式 (OFDM、PBCC) はいずれも現時点における FCC Part15 の規定を満たさないものであったため、業界からの規制緩和が求められていた。

これらの一連の動きを受けて FCC は、2001 年 5 月に規制緩和に向けての改正案 Further Notice of Proposed Rule Making and Order (FCC 01-158)を発行し、意見募集を始めた。この文書での主な改正点は以下のようなものである。

○スペクトラム拡散以外のデジタル変調方式を認める

○DS 方式のプロセスゲイン規定を削除する

○FH 方式の適応ホッピングルールを緩和

さらにこの文書によって、FCC は OFDM および類似のデジタル変調方式の運用を、送信出力を 100mW に制限することなどを条件に、改正までの間暫定的に認めることになっている。また、OFDM と FH との複合方式については、DS/FH 複合方式に加え、その他のデジタル変調方式/FH 複合方式として記述されている。

(次ページから、FCC 01-158 本文)

**Before the
Federal Communications Commission
Washington, D.C. 20554**

In the Matter of	)	
	)	
Amendment of Part 15 of the Commission's Rules	)	
Regarding Spread Spectrum Devices	)	ET Docket No. 99-231
	)	
Wi-LAN, Inc	)	DA 00-2317
Application for Certification of an Intentional	)	
Radiator Under Part 15 of The Commission's	)	
Rules	)	

**FURTHER NOTICE OF PROPOSED RULE MAKING AND
ORDER**

Adopted: May 10, 2001

Released: May 11, 2001

Comment Date: [75 days after publication in the Federal Register]

Reply Comment Date: [105 days after publication in the Federal Register]

By the Commission:

INTRODUCTION

1. By this action, we propose to amend Part 15 of the Commission's rules to improve spectrum sharing by unlicensed devices operating in the 2.4 GHz band (2400 - 2483.5 MHz), provide for introduction of new digital transmission technologies, and eliminate unnecessary regulations for spread spectrum systems. Specifically, this Further Notice proposes to revise the rules for frequency hopping spread spectrum systems operating in the 2.4 GHz band to reduce the amount of spectrum that must be used with certain types of operation, and to allow new digital transmission technologies to operate pursuant to the same rules as spread spectrum systems. It also proposes to eliminate the processing gain requirement for direct sequence spread spectrum systems, which will provide manufacturers with increased flexibility and regulatory certainty in the design of their products. We take these actions to facilitate the continued development and deployment of new wireless devices for businesses and consumers.

2. We also find that our Office of Engineering and Technology (OET) acted properly in denying an application for equipment certification filed by Wi-LAN, Inc. ("Wi-LAN") under the current spread spectrum rules for a system using wideband orthogonal frequency division multiplexing modulation (W-OFDM).¹ We agree with the staff's finding that this technology does not qualify for operation under the current spread spectrum rules. We will, however, grant an interim waiver to allow Wi-LAN's equipment and similar devices from other manufacturers to be certificated at reduced power levels during the pendency of this rule making.

¹ FCC ID:K4BAP01

We note that the proposals we are making in this Further Notice, if adopted, would accommodate devices such as Wi-LAN's.

BACKGROUND

3. Part 15 of the FCC's rules provides for the operation of unlicensed devices. As a general condition of operation, Part 15 devices may not cause any harmful interference to authorized services and must accept any interference that may be received.² In addition, all services and devices operating in the 915 MHz (902 - 928 MHz), 2.4 GHz, and 5.7 GHz (5725 - 5850 MHz) bands must accept any interference received from industrial, scientific and medical equipment. Section 15.247 contains rules governing the operation of spread spectrum devices in the 915 MHz, 2.4 GHz, and 5.7 GHz bands.³ Operation under these rules is limited to frequency hopping and direct sequence spread spectrum systems. In frequency hopping systems, an information signal, usually a data stream, modulates a radio frequency carrier that is hopped among a number of frequencies in concert with a receiver. In direct sequence systems, the information data stream is combined with a high speed digital spreading code that is used to modulate a radio carrier, producing a radio signal that has a bandwidth covering anywhere from 1 to 100 megahertz. Both frequency hopping and direct sequence systems are permitted to use output powers of up to 1 watt in the above bands, however, most devices use lower power for various design reasons, such as conserving battery life. Spread spectrum modulation reduces the power density of the transmitted signal at any frequency, thereby reducing the possibility of causing interference to other signals occupying the same spectrum. Similarly, at the receiver end, the power density of interfering signals is minimized, making spread spectrum systems relatively immune to interference from outside sources.

4. The original *Notice of Proposed Rule Making* ("Notice") in this proceeding, which was initiated in response to a request from the Home RF working group, proposed to amend the rules to allow frequency hopping spread spectrum systems operating in the 2.4 GHz band to use hopping channel bandwidths wider than 1 MHz.⁴ The *Notice* also proposed to adopt a new method for determining compliance with the requirement that direct sequence systems exhibit a minimum of 10 dB processing gain. The *First Report and Order* ("*First R&O*") in this proceeding amended the spread spectrum rules to allow frequency hopping spread spectrum transmitters in the 2.4 GHz band to use bandwidths between 1 MHz and 5 MHz at a reduced power output of up to 125 mW.⁵ Frequency hopping systems with a bandwidth of up to 1 MHz are required to use at least 75 non-overlapping hopping frequencies. Use of 75 hopping frequencies is generally not feasible for systems having a bandwidth in excess of 1 MHz because the 2.4 GHz band, which covers 2400-2483.5 MHz, provides only 83.5 megahertz of spectrum. Accordingly, the rules were amended to permit systems using a bandwidth greater than 1 MHz but less than or equal to 5 MHz to use as few as 15 non-overlapping channels provided that the total span of hopping channels be at least 75 MHz.⁶ Therefore, while a system using 5 MHz hopping channel bandwidths is permitted to use as few as 15 hopping frequencies, one using 3 MHz hopping channel bandwidths must use at least 25 hopping frequencies to comply with the rules. In the *First R&O*, the Commission stated that it would

² 47 C.F.R. § 15.5.

³ 47 C.F.R. § 15.247

⁴ *Notice of Proposed Rule Making*, ET Docket 99-231, 14 FCC Rcd 13046 (1999).

⁵ *First Report and Order* in ET Docket 99-231, 15 FCC Rcd 16244 (2000).

⁶ Manufacturers typically avoid operation near 2483.5 MHz in order to meet restrictions on out-of-band emissions to protect mobile satellite service operations in the upper adjacent spectrum. Therefore, frequency hopping systems that employ a bandwidth of 5 MHz generally could not use more than 15 hopping frequencies without repeating operation in the same spectrum. The requirement to hop over a minimum number of channels ensures that the transmissions are spread over a wide range of frequencies to reduce the risk of interference to other systems.

address the processing gain issue in a future Report and Order.⁷

5. Thirteen parties ("Petitioners") filed a Joint Petition for Clarification or, in the Alternative, Partial Reconsideration ("Joint Petition") of the *First R&O*.⁸ The Petitioners request that the rules be clarified to allow frequency hopping systems in the 2.4 GHz band with bandwidths of 1 MHz or less to use as few as 15 hopping channels. The petitioners state that such operations should be subject to an output power limit of 125 mW and should be required to use adaptive hopping techniques to avoid operating on occupied frequencies.

6. We observe that there have been several other recent developments relevant to the spread spectrum rules. One such development is the Wi-LAN application for certification of a W-OFDM system under the spread spectrum rules as discussed further below. Another is a recent announcement by Texas Instruments that it plans to introduce a new high data rate, digital transmission system called packet binary convolutional coding ("PBCC") for operation in the 2.4 GHz band under the spread spectrum rules. While Texas Instruments claims that this technology will meet the current rules, at this juncture compliance has not been demonstrated. We are also aware that the IEEE Working Group 802.11 is in the process of developing standards for a new generation of wireless networks capable of operating at data speeds of at least 20 MB/s.⁹ There has been much debate within this standards group centered on whether certain technologies meet the FCC's spread spectrum rules.

DISCUSSION

7. The Commission's spread spectrum rules have been a tremendous success. A wide variety of devices have been introduced under these rules for business and consumer use including cordless telephones and computer local area networks. Moreover, the past few years have witnessed the development of industry standards, such as IEEE 802.11b, Bluetooth, and Home RF, that promise to greatly expand the number and variety of devices that will operate in the 2.4GHz band. We anticipate the introduction of wireless headsets and computer connections for cellular and PCS phones, wireless computer peripherals such as printers and keyboards, and a host of new wireless Internet appliances that will use this band as well as the other bands that provide for unlicensed operation.

8. Since the time the spread spectrum rules were first introduced some 15 years ago, the Commission has amended the rules several times to accommodate technology developments and promote new and innovative use of the 915 MHz, 2.4 GHz, and 5.7 GHz bands.¹⁰ Over the years, the data rates achievable by spread spectrum devices have increased from a few kilobits per second to 20 megabits per second, and more. These high data rates were not envisioned when the rules were first drafted. In fact, the original rules were crafted in a manner to highlight the interference immunity characteristics of spread spectrum devices, even at the expense of higher speeds. It appears that our current rules may unnecessarily restrict system designs that could otherwise achieve data rates of more than 20 megabits per second.

⁷ *First Report and Order* in ET Docket 99-231, *supra* at footnote 1.

⁸ *Joint Petition For Clarification or, in the Alternative, Partial Reconsideration*, submitted on October 25, 2000, by 3Comm, Apple Computer, Cisco Systems, Dell Computer, IBM, Intel Corporation, Intersil, Lucent Technologies, Microsoft, Nokia Inc., Silicon Wave, Toshiba America Information Systems, and Texas Instruments.

⁹ The IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) is a non-profit technical professional organization. Among other activities, the organization develops operating standards for communication equipment. The IEEE 802.11 Working Group, in particular, develops standards for wireless local area networking devices.

¹⁰ *First Report and Order*, GEN Docket 81-413, 1 FCC 2nd 419 (1985), 58 RR 2nd 251 (1985).

9. The Commission initiated this proceeding to provide for the continued development of spread spectrum technology. In light of the Joint Petition and other recent technology developments, we are initiating this Further Notice to relax or eliminate rules that impede efficient use of the spectrum and introduction of new technologies. Specifically, we propose to further relax the frequency hopping spread spectrum rules as requested in the Joint Petition. We also propose to amend the rules to accommodate new digital transmission systems that have spectrum characteristics similar to spread spectrum systems. In addition, we propose to eliminate the processing gain requirement for direct sequence spread spectrum systems. Finally, in conjunction with our analysis of these proposals, we address Wi-LAN's Application for Review of OET's denial of its application for equipment certification.

10. **Frequency Hopping Spread Spectrum Systems.** Petitioners argue that frequency hopping spread spectrum systems in the 2.4 GHz band that have a bandwidth of 1 MHz or less should be permitted to use as few as 15 hops as was permitted for systems having a bandwidth greater than 1 MHz. They also argue that the requirement that the total span of hopping channels shall be 75 MHz should not be applied to systems using bandwidths of 1 MHz or less. They state that the current requirements exacerbate interference because they effectively compel multiple systems to operate to a large extent in the same spectrum. Further, they submit that the requirements effectively negate the opportunity for frequency hopping systems to use adaptive hopping techniques as allowed in Section 15.247(h) because there is only 83.5 MHz of spectrum available in the 2.4 GHz band. Accordingly, petitioners request that the Commission clarify the rules adopted in the *First R&O* to specify a minimum of 15 hopping channels for any system that uses adaptive hopping techniques as allowed under Section 15.247(h) and limits its output power to 125 mW, regardless of hopping channel bandwidth. Similar to the rules adopted in the *First R&O*, the request would require systems with 5 MHz hopping channel bandwidths to use at least 75 MHz of spectrum. However, systems with smaller bandwidths will be able to use less spectrum.

11. Petitioners refer to the results of studies which they assert show that facilitating use of adaptive hopping techniques in the 2.4 GHz band would help to ameliorate interference by allowing frequency hopping systems to avoid transmitting on frequencies used by direct sequence systems that may be operating at the same location or nearby.¹¹ Petitioners state that interference avoidance is beneficial to both frequency hopping and direct sequence systems. They note that the Commission has previously determined that adaptive hopping techniques can be used to mitigate interference. For example, in the 915 MHz band (902 - 928 MHz), the rules permit frequency hopping spread spectrum systems to employ a minimum number of hopping channels with bandwidths narrow enough, in comparison to the available bandwidth, to allow the systems to adapt their hopsets to avoid other users.¹²

12. We agree with comments filed by Proxim Inc. ("Proxim") and Mobilian Corporation that the relief requested by the Petitioners cannot be afforded on the basis of a clarification or reconsideration. Although the request was proposed in an *ex parte* filing shortly before the *First R&O* was adopted, we do not believe there has been an adequate notice and comment on this proposal. We note that there are a very large number of users of the 2.4 GHz spectrum, including Amateur radio operators and fixed and mobile operations, that could be effected by this rule change and may not be aware it is being considered because it was not proposed in the

¹¹ Joint Petition at 3. Copies of these studies were not submitted with the Joint Petition. If Petitioners wish for the Commission to consider these studies in the context of this proceeding, they should submit copies for inclusion in the docket of this proceeding.

¹² See 47 C.F.R. § 15.247(a)(1)(i). Frequency hopping systems in the 902-928 MHz band that use hopping channels at least 250 kHz wide are permitted to use as few as 25 channels. A system operating in this fashion would be able to use as little as 6.25 MHz of the available 26 MHz, allowing it to avoid occupied portions of the spectrum.

*Notice.*¹³ We do, however, believe that the petitioners' request has merit and therefore will consider it pursuant to this Further Notice.

13. Accordingly, we propose to amend Section 15.247 by incorporating the changes proposed in the Joint Petition. The proposed rule modification is shown in Appendix B, Section 15.247(a)(1)(iii). Specifically, we propose to allow use of as few as 15 hops, as provided by our current rules, irrespective of the bandwidth utilized, provided that the output power does not exceed 125 mW and the device uses adaptive hopping techniques, as proposed in the Joint Petition. Interested parties are invited to comment on the acceptability of this proposal. Commenters are encouraged to include technical analyses that support claims that this change will either improve or degrade sharing of this spectrum. We particularly invite comment as to whether use of adaptive hopping techniques should be mandatory and how we should determine compliance with this requirement when evaluating specific devices for purposes of equipment certification. Commenters are also encouraged to examine alternative operating parameters or conditions that may achieve the same goals. For example, the operating conditions in the Joint Petition would allow a system using 1 MHz bandwidth hopping channels to use as little as 18% of the available spectrum at 2.4 GHz to implement adaptive hopping techniques. Could the Commission realize the goals of the petitioners by requiring that adaptive hopping systems use a minimum of 25% or 50% of the band with a power reduction in relationship to amount of spectrum used? Could even fewer hops be used efficiently and effectively with a corresponding reduction in power? Those commenters who do not agree that the rule changes would be beneficial to operation in the 2.4 GHz band should provide an explanation.

14. We are not proposing to reduce the minimum number of hopping channels required for frequency hopping spread spectrum systems in the 915 MHz or 5.7 GHz bands. We note that the Commission has previously reduced the required minimum number of hopping channels in the 915 MHz band from 50 to 25.¹⁴ The Commission indicated that the modified rules would facilitate improved sharing of the band.¹⁵ With regard to the 5.7 GHz band, 125 MHz of spectrum is available to accommodate the required 75 hopping channels. Therefore, there are generally a sufficient number of frequencies available to avoid interfering with other users. We invite comment on whether it is appropriate to consider modifications to the minimum number of hopping channels for these bands.

15. Digital Transmission Systems. We observe that new digital transmission technologies have been developed that have spectrum characteristics similar to spread spectrum systems. Indeed, proponents of some of these technologies allege that their systems meet the processing gain requirement of Section 15.247(e) for direct sequence spread spectrum

¹³ See the Table of Frequency Allocations, 47 C.F.R. § 2.106. The 2400-2402 MHz band is allocated to the Amateur service on a secondary basis; the 2402-2417 MHz band is allocated to the Amateur service on a primary basis; the 2417-2450 MHz band is allocated on a secondary basis to the Amateur service and on a secondary basis to the federal government for the Radiolocation service; and, the 2450-2483.5 MHz band is allocated to the Fixed and Mobile services on a primary basis and to the Radiolocation service on a secondary basis. Part 15 devices may not cause any harmful interference to these services and must accept any interference that may be received. See 47 C.F.R. § 15.5. In addition, all services and devices operating in the 2400-2483.5 MHz band must accept any interference received from industrial, scientific and medical equipment.

¹⁴ See *Report and Order* in ET Docket 96-8, 12 FCC Rcd 7488 (1997).

¹⁵ *Id.* at paragraph 27.

systems.¹⁶ The Wi-LAN device is one example. Other examples include the technology advanced by Texas Instruments and technologies considered by standards organizations such as IEEE 802.11. However, the current rules only provide for specific types of spread spectrum technology and do not provide latitude to permit other types of technologies that have similar spectrum characteristics.¹⁷ This situation not only has the potential to block the introduction of new and perhaps beneficial technologies, but also can create confusion as to whether a particular device may meet the rules and thereby can discourage investment and potentially lead to inequities in competition among equipment manufacturers. In comments responding to Wi-LAN's Application for Review, Intersil Corporation ("Intersil") contends that the Commission should draft an alternate set of rules to authorize digitally modulated equipment operating in the 2.4 GHz band.¹⁸ Intersil states that the rules could specify a suitable power level and power spectral density that would ensure that the devices not cause harmful interference to other users in the band.

16. We agree that the rules should be modified to permit the operation of alternative digital technologies that have spectrum characteristics similar to spread spectrum systems. We do not believe that it is necessary to adopt a separate rule section for digitally modulated radios as Intersil suggests. Instead, it appears that alternative digital technologies can be accommodated with appropriate modifications to the existing spread spectrum rules in Section 15.247. Specifically, we propose to amend Section 15.247 to provide for use of spread spectrum or digital technologies. This proposed change would apply for operations in the current spread spectrum bands at 915 MHz, 2.4 GHz and 5.7 GHz. Digital technologies would be required to meet the same technical requirements as spread spectrum systems, as modified in this proceeding. We believe that this proposal will allow more and more diverse products to utilize those bands and thereby increase consumer choice. It would provide the flexibility and certainty needed to promote the introduction of new, non-interfering products into the band, without the need for frequent rule changes to address each specific new technology that may be developed.

17. The rules for Part 15 spread spectrum systems limit maximum peak output power to 1 watt. In addition, the rules for direct sequence systems limit peak power spectral density conducted to the antenna to 8 dBm in any 3 kHz band during any time interval of continuous operation. This peak power density limit is intended to control interference by ensuring that the transmitted energy in a direct sequence system is not concentrated in any one portion of the emission bandwidth. In considering the appropriate power limits for digital modulation systems, it appears that the spectrum characteristics of these systems are very similar to the characteristics of direct sequence spread spectrum systems. Accordingly, it appears that digital systems may exhibit no more potential to cause interference to other devices than direct sequence systems. With this in mind, we invite comment on whether digitally modulated systems should be allowed to operate at the same power levels as direct sequence spread spectrum systems, namely 1 watt maximum output power with power spectral density not exceeding 8 dBm in any 3 kHz band. However, we also invite comment as to whether the flexibility we are allowing for digitally modulated systems warrants a reduction in permitted power levels to reduce the likelihood of any adverse impact on other systems operating in this spectrum, similar to the reduced power levels adopted for wide-band frequency hopping

¹⁶ 47 C.F.R. § 15.247(e).

¹⁷ See 47 C.F.R. § 15.247(a).

¹⁸ *Reply Comments of Intersil Corporation*, in DA 00-2317, November 30, 2000.

systems.¹⁹ If we find it necessary to reduce the allowed power for digitally modulated systems, should we make any changes in the power level adjustments for point-to-point operation in Section 15.247(b)(3)?²⁰

18. The proposals made herein would more closely align the Section 15.247 rules with the U-NII rules. We seek comment on whether the same result would be achieved by amending the U-NII rules to include the 915 MHz and 2.4 GHz bands. The upper limit of the 5.725 - 5.825 GHz U-NII band would also need to be expanded to 5.850 GHz in order to realign the standards with those presently permitted under Section 15.247. We specifically invite comment on any detrimental impact this could have on manufacturers.

19. **Direct Sequence Processing Gain.** The rules currently require direct sequence systems to have a processing gain of at least 10 dB.²¹ Processing gain may be determined using the "CW (continuous wave) jamming margin test" by stepping a signal generator in 50 kHz increments across the system passband. The jamming level required to produce the recommended Bit Error Rate (BER) and the system output power are recorded at each point. The "jammer to signal" ratio is then calculated from these measurements. Processing gain is calculated as: $G_p = (S/N)_o + M_j + L_{sys}$, where G_p =processing gain of the system, $(S/N)_o$ = signal to noise ratio required for the chosen BER, M_j = jammer to signal ratio, and L_{sys} = system losses (not more than 2 dB.)

20. In the *Notice*, the Commission observed that the CW jamming margin test may not measure the true processing gain for certain types of direct sequence spread spectrum systems where a portion of the information signal is embedded in the spreading code. The Commission proposed to instead require use of a Gaussian noise signal in the jamming margin test. It stated that a Gaussian interferer is likely to give a more accurate measure of processing gain because it is more closely related to the noise a system would encounter in a real-world environment.²²

21. In response to the *Notice*, commenters identified a number of questions that would need to be answered before the Commission could allow the use of a Gaussian interferer in the jamming margin test set-up. Particularly, commenters questioned how the Gaussian noise interferer should be generated, what bandwidth should be used, and how will the test be performed.²³ Similarly, in its comments in the matter of Wi-LAN's Application for Review, Intersil contends that the diversity of opinion within the industry as to the definition of processing gain makes it difficult to develop a test to measure the parameter. Intersil also states that, while the Gaussian noise test may be easier to implement, it may not give a true indication of whether the system actually has 10 dB of processing gain.²⁴ Home Wireless Networks suggests that the processing gain requirement is no longer necessary and that the

¹⁹ See *First R&O* at paragraph 15.

²⁰ See 47 C.F.R. § 15.247(b)(3).

²¹ See 47 C.F.R. § 15.247(e).

²² See *Notice* at paragraphs 13-14.

²³ See, generally, Lucent Technologies, Inc. comments; Aironet Wireless Communications, Inc. comments; Proxim, Inc. and Micrilor, Inc. reply comments.

²⁴ See *Reply Comments of Intersil Corporation* in DA 00-2317, November 30, 2000, at 5.

Commission should only address the emissions characteristics of such devices.

22. The processing gain requirement was adopted more than ten years ago as a means to ensure that manufacturers would not take advantage of the higher power levels afforded spread spectrum devices by designing systems with wide bandwidths where much of the energy transmitted is not needed for communication. As the spread spectrum industry has matured it is not clear that this requirement continues to be necessary. Manufacturers have an incentive to design their systems to include processing gain in order for their devices to operate properly when located near other radio frequency devices. In addition, it has become increasingly difficult to determine the true processing gain of certain direct sequence spread spectrum systems. The comments filed in response to the Notice suggest there is no agreement on a reliable method of measuring processing gain. We observe that uncertainties about the processing gain requirement can be a significant impediment to the introduction of new technologies. In light of these factors, we are now proposing to eliminate the processing gain requirement for direct sequence spread spectrum systems. We invite comment on this proposal.

23. **Wi-LAN Application for Review.** On February 17, 2000, Wi-LAN filed an application for equipment certification for its Wideband Orthogonal Frequency Division Multiplexing (W-OFDM) transmitter under the rules for direct sequence spread spectrum systems. The Commission's Office of Engineering and Technology ("OET") denied that application on the basis that Wi-LAN's W-OFDM device did not meet the definition of a direct sequence spread spectrum system as set forth in Section 2.1 of the rules.²⁵ Section 2.1 of our rules defines a spread spectrum system as, "[A]n information bearing communications system in which . . . the bandwidth is deliberately widened by means of a spreading function over that which would be needed to transmit the information alone."²⁶ As stated above, Section 2.1 provides for only two specific types of spread spectrum systems: direct sequence and frequency hopping. Section 2.1 defines a direct sequence systems as, "[A] spread spectrum system in which the carrier has been modulated by a high speed spreading code and an information data stream. The high speed code sequence dominates the "modulating function" and is the direct cause of the wide spreading of the transmitted signal." OET found that the Wi-LAN device does not meet this definition because it, among other things, does not use a high speed spreading code to modulate a single radiofrequency (RF) carrier and, further, the spreading function that is used does not dominate the modulation function. It therefore denied Wi-LAN's application for certification on the basis that the W-OFDM device could not be authorized as a direct sequence spread spectrum system. Subsequently, OET denied Wi-LAN's Petition for Reconsideration of that decision for the same reasons.²⁷

24. Wi-LAN has filed an Application for Review of the staff action.²⁸ In this filing,

²⁵ See letter from Joe Dichoso to Wi-LAN, Inc. regarding application for FCC ID: K4BAP01, May 12, 2000. See also, 47 C.F.R. § 2.1.

²⁶ 47 C.F.R. §2.1(c).

²⁷ Letter from Dale N. Hatfield, Chief of the Office of Engineering and Technology, to Mitchell Lazarus, August 18, 2000.

²⁸ *Application for Review*, September 20, 2000. The Commission gave public notice of receipt of the *Application for Review*. See DA 00-2317, October 17, 2000.

Wi-LAN argues that its device meets all the technical requirements explicitly stated in the rules for direct sequence spread spectrum systems and should be granted certification. Wi-LAN states that its W-OFDM system accomplishes the spreading function required by the spread spectrum definition through the addition of forward error correction codes and the use of an Inverse Fast Fourier Transform (IFFT) sequence. It contends that this transform function is closely analogous to the high speed spreading code used in other direct sequence systems. Wi-LAN argues that this transform function widens the occupied bandwidth from 6.875 MHz to 25 MHz, or a factor of 3.6, over that needed for the digital information alone, and that this meets the spreading requirement in the rules. It does not provide data on the processing gain of its system. Wi-LAN further contends that OET's assertion that it has turned down similar requests from others is not supported by any specific references, and in any event may not be used for denial of certification for a device that meets the letter and intent of the rules. In an Opposition to the Application for Review, Proxim does not raise substantive objections to the propriety of the technology proposed, but argues that Wi-LAN's technology is not permitted under the current rules and must be addressed through rule making. In comments and replies, Cisco Systems, Inc., Metricom, Inc., and Intersil support Wi-LAN's application.

25. Initially, we find that OET acted properly in denying Wi-LAN's application for certification. In this regard, we agree with OET that Wi-LAN's W-OFDM device does not meet the definition of a direct sequence spread spectrum system as set forth in Section 2.1 of the rules. As OET observes, this device does not use a high speed data code to accomplish wide spreading of the transmitted signal. Rather, it adds forward error correction data to widen the bandwidth, and it does so by only a relatively modest amount, *i.e.*, 12.5 MHz or a factor of 1.8, over that necessary to transmit the information alone. The additional spreading to 25 MHz is a product of the modulation process that does not add to the system's processing gain. This does not comport with the requirements that the high speed code sequence dominate the modulating function or that it is the direct cause of the wide spreading of the transmitted signal. Wi-LAN's argument that the Commission has previously accepted transforms as spreading functions when it certified the Fast Walsh transform used in 11 Mbps Complementary Code Keying (CCK) systems is incorrect. The approval of that system was based on the fact that, while it did incorporate a transform, it also used a high speed spreading code and therefore could be characterized as a direct sequence spread spectrum systems. We reiterate that, as indicated above, operation under the Part 15 spectrum rules is limited to frequency hopping and direct sequence systems. The Wi-LAN system is neither of these types but rather is a digital modulation system, as discussed above, that resembles a spread spectrum system only in its spectrum characteristics.

26. Notwithstanding our finding that Wi-LAN's W-OFDM system is not a spread spectrum system as defined in our rules, we find that it will serve the public interest to allow grant of equipment certification now for this system and similar systems that operate in the 2.4-2.483 GHz band if they meet the existing rules for direct sequence spread spectrum systems in Sections 15.247(a), (b), (c), and (d), conditioned on their compliance with any final rules that may be adopted in this proceeding.²⁹ Accordingly, the Commission will waive, on an interim basis, the restriction of Section 15.247(a) that limits operation pursuant to the remaining portions of Section 15.247 to frequency hopping and direct sequence spread spectrum systems.³⁰ We find that there is good cause to waive the cited rule during the pendency of this proceeding

²⁹ See 47 C.F.R. §§15.257(a), (b), (c), and (d).

³⁰ 47 C.F.R. §1.3 grants the Commission authority to waive any provision of its rules provided good cause is demonstrated. See also *WAT Radio v. FCC*, 418 F.2d 1153, 1157 (D.C. Cir. 1969).

because such devices have generally the same emission mask as currently authorized devices and thus will not undermine the existing rules. Digital modulation systems closely resemble spread spectrum systems in terms of their spectrum occupancy characteristics, and therefore are not likely to pose any increased risk of interference over that posed by spread spectrum systems. We believe that compliance with the rules listed above, which address spectrum occupancy, power, out-of-band emissions, and antennas, will ensure that digital modulation systems operating in the 2.4 GHz band will operate with the same spectrum occupancy characteristics as spread spectrum systems. We also observe that such systems appear to offer capabilities in terms of broadband data transmission capacity that are likely to make them more desirable than traditional spread spectrum systems for many users. Allowing authorization of digital modulation systems now will avoid the delays otherwise imposed by our rulemaking process and thereby substantially speed the process for implementation of these new system designs. In this regard, our decision to waive the restrictions which prevent authorization of such systems reflects our view that it is appropriate and desirable to take steps wherever possible to facilitate the timely and efficient introduction of new technologies and equipment, and particularly those that will support the development and deployment of broadband infrastructure without threat to incumbent operations and devices. For the reasons indicated above, we believe that authorization of Wi-LAN's device and other digital modulation systems prior to our adoption of final rules will not result harm to other radio operations. Consistent with Wi-LAN's application for equipment certification, we will require that any devices granted prior to the adoption of new rules pursuant to the provisions of this paragraph comply with a maximum peak output power limit of 100 mW. In addition, any devices so conditionally authorized will have to comply with whatever rules we ultimately adopt for digital modulation systems in the 2.4 MHz band. Accordingly, we are instructing OET to re-examine the Wi-LAN application for certification of its W-OFDM system for its compliance with the above listed portions of Section 15.247 of the rules and the power limits indicated above. OET shall also accept applications for equipment certification under Section 15.247 for other devices using digital modulation techniques if the equipment complies with the provisions stated above. Such applications submitted pursuant to the above provisions need not be accompanied by a formal waiver request, but should state that they fall within the terms of this Order as to the waiver. Any such applications will be subjected to the conditions set forth herein, including that operation is conditioned on compliance with any final rules that may be adopted in this proceeding.

PROCEDURAL MATTERS

A. Regulatory Flexibility Act

27. As required by Section 603 of the Regulatory Flexibility Act, 5 U.S.C. § 603, the Commission has prepared an Initial Regulatory Flexibility Analysis (IRFA) of the expected impact on small entities of the proposals suggested in this document. The IRFA is set forth in Appendix A. Written public comments are requested on the IRFA. These comments must be filed in accordance with the same filing deadlines as comments on the rest of the Further Notice, but they must have a separate and distinct heading designating them as responses to the IRFA. The Secretary shall send a copy of this Further Notice, including the IRFA, to the Chief Counsel for Advocacy of the Small Business Administration in accordance with Section 603(a) of the Regulatory Flexibility Act, 5 U.S.C. § 603(a).

B. *Ex Parte* Rules -- Permit-But-Disclose Proceedings

28. This is a permit-but-disclose notice and comment rule making proceeding. *Ex parte* presentations are permitted, except during any Sunshine Agenda period, provided they are disclosed as provided in the Commission's rules. See generally 47 C.F.R. §§ 1.1200(a), 1.1203, and 1.1206.

C. Authority

29. This action is taken pursuant to Sections 4(i), 301, 302, 303(e), 303(f), and 303(r) of the Communications Act of 1934, as amended, 47 U.S.C. Sections 154(i), 301, 302, 303(e), 303(f), and 303(r).

D. Comment Dates

30. Pursuant to Sections 1.415 and 1.419 of the Commission's rules, 47 C.F.R. §§ 1.415, 1.419, interested parties may file comments on or before [75 days after publication in the Federal Register], and reply comments on or before [105 days after publication in the Federal Register]. Comments may be filed using the Commission's Electronic Comment Filing System (ECFS) or by filing paper copies. See Electronic Filing of Documents in Rulemaking Proceedings, 63 Fed. Reg. 24,121 (1998).

31. Comments filed through the ECFS can be sent as an electronic file via the Internet to <<http://www.fcc.gov/e-file/ecfs.html>>. Generally, only one copy of an electronic submission must be filed. If multiple docket or rulemaking numbers appear in the caption of this proceeding, however, commenters must transmit one electronic copy of the comments to each docket or rulemaking number referenced in the caption. In completing the transmittal screen, commenters should include their full name, Postal Service mailing address, and the applicable docket or rulemaking number. Parties may also submit an electronic comment by Internet e-mail. To get filing instructions for e-mail comments, commenters should send an e-mail to ecfs@fcc.gov, and should include the following words in the body of the message, "get form <your e-mail address>." A sample form and directions will be sent in reply.

32. Parties who choose to file by paper must file an original and four copies of all comments, reply comments and supporting comments. If participants want each Commissioner to receive a personal copy of their comments, an original plus nine copies must be filed. If more than one docket or rulemaking number appear in the caption of this proceeding, commenters must submit two additional copies for each additional docket or rulemaking number. All filings must be sent to the Commission's Secretary, Magalie Roman Salas, Office of Secretary, Federal Communications Commission, 445 12th Street, SW, Washington, DC 20554. Comments and reply comments will be available for public inspection during regular business in the FCC Reference Center (Room CY-A257), 445 12th Street, SW, Washington, DC 20554.

ORDERING CLAUSES

33. IT IS ORDERED that, pursuant to Sections 4(i), 301, 302, 303(e), 303(f), and 303(r) of the Communications Act of 1934, as amended, 47 U.S.C. Sections 154(i), 301, 302, 303(e), 303(f), and 303(r), this Further Notice of Proposed Rule Making is hereby ADOPTED.

34. IT IS FURTHER ORDERED that, pursuant to Sections 4(i), 301, 302, 303(e), 303(f), and 303(r) of the Communications Act of 1934, as amended, 47 U.S.C. Sections 154(i), 301, 302, 303(e), 303(f), and 303(r), the Application for Review filed by Wi-LAN, Inc. on September 20, 2000 is hereby DENIED.

35. IT IS FURTHER ORDERED that, pursuant to Sections 4(i), 301, 302, 303(e), 303(f), and 303(r) of the Communications Act of 1934, as amended, 47 U.S.C. Sections 154(i), 301, 302, 303(e), 303(f), and 303(r), OET shall process applications for certification of digital modulation systems that operate in the 2400 - 2483.5 MHz band for compliance with the proposals in this Further Notice of Proposed Rule Making.

36. IT IS FURTHER ORDERED that the Commission's Consumer Information Bureau, Reference Information Center, SHALL SEND a copy of this Further Notice of Proposed Rule Making, including the Initial Regulatory Flexibility Act, to the Chief, Counsel for Advocacy of the Small Business Administration.

37. For further information concerning this Further Notice, contact Neal L. McNeil, Office of Engineering & Technology, (202) 418-2408, TTY (202) 418-2989, email nmcneil@fcc.gov.

FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION

Magalie
Secretary

Roman

Salas

APPENDIX A

Initial Regulatory Flexibility Analysis

As required by Section 603 of the Regulatory Flexibility Act,³¹ the Commission has prepared an Initial Regulatory Flexibility Analysis (IRFA) of the expected significant economic impact on small entities by the policies and rules proposed in this Further Notice of Proposed Rule Making and Order (Further Notice). Written public comments are requested on the IRFA. Comments must be identified as responses to the IRFA and must be filed by the deadlines for comments on the Further Notice of Proposed Rule Making provided above in paragraph 27.

A. Need for and Objectives of the Proposed Rules

This Further Notice proposes changes that remove unnecessary regulatory barriers to the introduction of new wireless devices using spread spectrum and other digital technologies. The proposals will also improve sharing of the spectrum by wireless devices operating in the 2.4 GHz band (2400 - 2483.5 MHz). Specifically, the Further Notice proposes to relax the frequency hopping spread spectrum rules in Section 15.247 in accordance with a Joint Petition for Clarification, or in the Alternative, Partial Reconsideration filed by thirteen parties.³² The proposed changes would permit all frequency hopping systems in the 2.4 GHz band to use as few as fifteen hopping channels instead of the seventy-five hopping channels some systems are now required to use. Systems using the minimum number of channels will be required to employ adaptive hopping techniques in order to avoid transmitting on occupied frequencies.

The Further Notice seeks comments regarding alternative operating parameters or conditions for frequency hopping systems that may achieve the same goals. For example, the operating conditions in the Joint Petition would allow a system using 1 MHz bandwidth hopping channels to use as little as 18% of the available spectrum at 2.4 GHz to implement adaptive hopping techniques. The Further Notices asks whether the Commission could realize the goals of the petitioners by requiring that adaptive hopping systems use a minimum of 25% or 50% of the band with a power reduction in relationship to amount of spectrum used.

The Further Notice also proposes to modify the rules for non-frequency hopping spread spectrum systems in the 915 MHz (902 - 928 MHz), 2.4 GHz, and 5.7 GHz (5725 - 5850 MHz) bands to accommodate developing systems that use digital modulation techniques. Systems using digital modulation techniques would be required to meet the same technical requirements as spread spectrum systems, as modified in this proceeding. The Commission believes that this proposal will allow more and more diverse products to utilize those bands and thereby increase consumer choice. It would also provide the flexibility and certainty needed to promote the introduction of new, non-interfering products into the band, without the need for frequent rule changes to address each specific new technology that may be developed. This proposal would more closely align the Section 15.247 spread spectrum rules with the Section

³¹ 5 U.S.C. § 603.

³² See *Joint Petition for Clarification or, in the Alternative, Partial Reconsideration* filed October 25, 2000 in ET Docket 99-231 on behalf of 3Comm, Apple Computer, Cisco Systems, Dell Computer, IBM, Intel Corporation, Intersil, Lucent Technologies, Microsoft, Nokia Inc., Silicon Wave, Toshiba America Information Systems, and Texas Instruments.

15.407 U-NII rules. Therefore, we seek comment on whether the same result would be achieved by amending the U-NII rules to include the 915 MHz and 2.4 GHz bands.

Finally, the Further Notice proposes to eliminate the processing gain requirement for direct sequence spread spectrum systems. The processing gain requirement was adopted more than ten years ago as a means to ensure that manufacturers would not take advantage of the higher power levels afforded spread spectrum devices by designing systems with wide bandwidths where much of the energy transmitted is not needed for communication. As the spread spectrum industry has matured it is not clear that this requirement continues to be necessary. Manufacturers have an incentive to design their systems to include processing gain in order for their devices to operate properly when located near other radio frequency devices.

B. Legal Basis

The proposed action is taken pursuant to Sections 4(i), 301, 302, 303(e), 303(f), and 303(r) of the Communications Act of 1934, as amended, 47 U.S.C. Sections 154(i), 301, 302, 303(e), 303(f), and 303(r).

C. Description and Estimate of the Number of Small Entities to Which the Proposed Rules Will Apply

The RFA directs agencies to provide a description of, and, where feasible, an estimate of the number of small entities that may be affected by the proposed rules, if adopted.³³ The Regulatory Flexibility Act defines the term "small entity" as having the same meaning as the terms "small business," "small organization," and "small business concern" under section 3 of the Small Business Act.³⁴ A small business concern in its field of operation; and (3) satisfies any additional criteria established by the SBA.³⁵

The Commission has not developed a definition of small entities applicable to unlicensed communications devices manufacturers. Therefore, we will utilize the SBA definition applicable to manufacturers of Radio and Television Broadcasting and Communications Equipment. According to the SBA regulations, unlicensed transmitter manufacturers must have 750 or fewer employees on order to qualify as a small business concern.³⁶ Census Bureau data indicates that there are 858 U.S. companies that manufacture radio and television broadcasting and communications equipment, and that 778 of these firms have fewer than 750 employees and would be classified as small entities.³⁷ We do not believe this action would have a negative impact on small entities that manufacture unlicensed spread spectrum devices. Indeed, we believe the actions should benefit small entities because it

³³ 5 U.S.C. § 603(b)(3).

³⁴ *Id.* § 601(3).

³⁵ *Id.* § 632.

³⁶ See 13 C.F.R. § 121.201, NAICS Code 334220 (SIC Code 3663). Although SBA now uses the NAICS classifications, instead of SIC, the size standard remains the same.

³⁷ See U.S. Dept. of Commerce, *1992 Census of Transportation, Communications and Utilities* (issued May 1995), SIC category 3663 (NAICS Code 334220).

should make available increased business opportunities to small entities. We request comment on these assessments.

D. Description of Projected Reporting, Recordkeeping and Other Compliance Requirements

Part 15 transmitters are already required to be authorized under the Commission's certification procedure as a prerequisite to marketing and importation. *See* 47 C.F.R. §§ 15.101, 15.201, 15.305, and 15.405. Additionally, manufacturers of direct sequence spread spectrum systems must submit a determination of system processing gain to the Commission in order to obtain product certification.

The proposed regulations will add permissible methods of operation for frequency hopping spread spectrum systems. No new reporting or recordkeeping requirements are proposed for the manufacturers of frequency hopping spread spectrum devices. However, the rules proposed in the Further Notice would eliminate the requirement that manufacturers of direct sequence systems submit evidence of compliance with a minimum processing gain. Therefore, the proposed rules reduce the reporting and recordkeeping burdens placed on all manufacturers, including small entities. None of the proposals would require alteration of any existing products.

E. Steps Taken to Minimize Significant Economic Impact on Small Entities, and Significant Alternatives Considered

The RFA requires an agency to describe any significant alternatives that it has considered in reaching its proposed approach, which may include the following four alternatives: (1) the establishment of differing compliance or reporting requirements or timetables that take into account the resources available to small entities; (2) the clarification, consolidation, or simplification of compliance or reporting requirements under the rule for small entities; (3) the use of performance, rather than design standards; and (4) an exemption from coverage of the rule, or any part thereof, for small entities.

At this time, the Commission does not believe the proposals contained in this Further Notice will have a significant economic impact on small entities. The Further Notice does not propose new device design standards. Instead, it relaxes the rules with respect to the types of devices which are allowed to operate pursuant to the spread spectrum regulations. There is no burden of compliance with the proposed changes. Manufacturers may continue to produce devices which comply with the former rules and, if desired, design devices to comply with the new regulations. The proposed rules will apply equally to large and small entities. Therefore, there is no inequitable impact on small entities. Finally, this Further Notice does not recommend a deadline for implementation. We believe that the proposals are relatively simple and do not require a transition period to implement. An entity desiring to take advantage of the relaxed regulations may do so at any time.

For the reasons stated above, unless our views are altered by comments, we find that the proposed rule changes contained in this Further Notice will not present a significant economic burden to small entities. Therefore it is not necessary at this time to propose alternative rules. Notwithstanding our finding, we request comment on alternatives that might minimize the amount of adverse economic impact, if any, on small entities.

F. Federal Rules that May Duplicate, Overlap, or Conflict With the Proposed Rule

None.

APPENDIX B

Proposed Rule Changes

Authority: 47 U.S.C. 154, 302, 303, 304, 307, and 544A.

We propose to amend Title 47 of the Code of Federal Regulations, Part 15, as follows:

Section 15.247 is proposed to be amended by revising paragraphs (a), (a)(1)(ii), (a)(1)(iii), (c), and (d); re-designating paragraphs (b)(3) and (b)(4) as (b)(4) and (b)(5), respectively; adding a new paragraph (b)(3); deleting paragraph (e); revising paragraph (f); and re-designating paragraphs (f), (g), and (h) as paragraphs (e), (f), and (g), respectively.

Section 15.247 Operation within the bands 902-928MHz, 2400-2483.5MHz, and 5725-5850 MHz.

(a) Operation under the provisions of this section is limited to frequency hopping and direct sequence spread spectrum systems and digitally modulated intentional radiators that comply with the following provisions:

(1) * * *

(i) * * *

(ii) Frequency hopping systems operating in the 5725-5850 MHz band shall use at least 75 hopping frequencies. The maximum 20 dB bandwidth of the hopping channel is 1 MHz. The average time of occupancy on any frequency shall not be greater than 0.4 seconds within a 30 second period.

(iii) Frequency hopping systems in the 2400 - 2483.5 MHz band shall use at least 75 non-overlapping channels, except that as few as 15 non-overlapping channels may be used for systems that intelligently modify their hopsets in accordance with Section 15.247(g). Hopsets modified in this manner must be re-determined at least once every 30 seconds. The average time of occupancy on any channel shall not be greater than 0.4 seconds within a period of 0.4 seconds multiplied by the number of hopping channels employed.

(2) Systems using direct sequence spread spectrum and digital modulation techniques may operate in the 902 - 928 MHz, 2400 - 2483.5 MHz, and 5725 - 5850 MHz bands.

(b) * * *

(1) for frequency hopping systems in the 2400 -2483.5 MHz band employing at least 75 hopping channels, and all frequency hopping systems in the 5725-5850 MHz band: 1 Watt. For all other frequency hopping systems in the 2400 - 2483.5 band: 0.125 Watt

(2) * * *

(3) For systems using digital modulation in the 902 - 928 MHz, 2400 - 2483.5 MHz, and 5725 - 5780 MHz bands: 1 Watt.

(4) Except as shown below, if transmitting antennas of directional gain greater than 6 dBi are used, the peak output power from the intentional radiator shall be reduced below the above stated values by the amount in dB that the directional gain of the antenna exceeds 6 dBi.

(i) Systems operating in the 2400-2483.5 MHz band that are used exclusively for fixed, point-to-point operations may employ transmitting antennas with directional gain greater than 6 dBi provided the maximum peak output power of the intentional radiator is reduced by 1 dB for every 3 dB that the directional gain of the antenna exceeds 6 dBi.

(ii) Systems operating in the 5725-5850 MHz band that are used exclusively for fixed, point-to-point operations may employ transmitting antennas with directional gain greater than 6 dBi without any corresponding reduction in transmitter peak output power.

(iii) Fixed, point-to-point operation, as used in paragraphs (b)(4)(i) and (b)(4)(ii) of this section, excludes the use of point-to-multipoint systems, omnidirectional applications, and multiple co-located intentional radiators transmitting the same information. The operator of the spread spectrum intentional radiator or, if the equipment is professionally installed, the installer is responsible for ensuring that the system is used exclusively for fixed, point-to-point operations. The instruction manual furnished with the intentional radiator shall contain language in the installation instructions informing the operator and the installer of this responsibility.

(5) Systems operating under the provisions of this section shall be operated in a manner that ensures that the public is not exposed to radio frequency energy levels in excess of the Commission's guidelines. See § 1.1307(b)(1) of this Chapter.

(c) In any 100 kHz bandwidth outside the frequency band in which the spread spectrum or digitally modulated intentional radiator is operating, the radio frequency power than is produced by the intentional radiator shall be at least 20 dB below that in the 100 kHz bandwidth within the band that contains the highest level of the desired power, based on either an RF conducted or a radiated measurement. Attenuation below the general limits specified in § 15.209(a) is not required. In addition, radiated emissions which fall in the restricted bands, as defined in § 15.205(a), must also comply with the radiated emission limits specified in § 15.209(a) (see § 15.205(c)).

(d) For direct sequence spread spectrum and digitally modulated systems, the peak power spectral density conducted from the intentional radiator to the antenna shall not be greater than 8 dBm in any 3 kHz band during any time interval of continuous transmission.

(e) For the purposes of this section, hybrid systems are those that employ a combination of both frequency hopping and direct sequence or digital modulation techniques. The frequency hopping operation of the hybrid system, with the direct sequence or digital modulation operation turned off, shall have an average time of occupancy on any frequency not to exceed 0.4 seconds within a time period in seconds equal to the number of hopping frequencies employed multiplied by 0.4. The direct sequence or the digital modulation operation of the hybrid system, with the frequency hopping operation turned off, shall comply with the power density requirements of paragraph (d) of this section.

(f) Frequency hopping systems are not required to employ all available hopping channels during each transmission. However, the system, consisting of both the transmitter and the receiver, must be designed to comply with all of the regulations in this section should the transmitter be presented with a continuous data (or information) stream. In addition, a system employing short transmission bursts must comply with the definition of a frequency hopping system and must distribute its transmissions over the minimum number of hopping channels specified in this section.

(g) The incorporation of intelligence within a frequency hopping system that permits

the system to recognize other users within the spectrum band so that it individually and independently chooses and adapts its hopsets to avoid hopping on occupied channels is permitted. The coordination of frequency hopping systems in any other manner for the express purpose of avoiding the simultaneous occupancy of individual hopping frequencies by multiple transmitters is not permitted.

諮問書・諮問理由

諮 問 第 2 0 0 1 号
平成 1 3 年 3 月 2 8 日

情報通信審議会
会長 秋山 喜久 殿

総務大臣
片山 虎之助

諮 問 書

下記について諮問する。

記

2.4GHz 帯を使用する無線システムの高度化に必要な技術的条件について

諮問第2001号

2.4GHz 帯を使用する無線システムの高度化に必要な技術的条件

1 諮問理由

2.4GHz 帯は、小電力データ通信システム（無線 LAN）及び移動体識別といった小電力無線設備等が運用されているほか、電子レンジをはじめとした各種 ISM（産業科学医療用）機器に利用されている。

現在、小電力データ通信システムについては、無線インターネットアクセスのニーズの増大に伴い、大容量データ伝送技術等の開発・検討が行われている。また、移動体識別システムについては、耐干渉性に優れた新たな方式を国際的な標準とする検討がなされている。これらの動きを受けて、小電力データ通信システムや移動体識別システムのより高度な利用について、産業界からも大きな期待が寄せられている。

このため、この周波数帯を利用する他の無線システムとの共用条件等も踏まえ、小電力データ通信システム及び移動体識別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を行う必要がある。

2 答申を希望する事項

小電力データ通信システム及び移動体識別の無線局の高度化に必要な技術的条件

3 答申を希望する時期

平成13年9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。