

日欧米の技術基準の策定経緯について

MRI 三菱総合研究所

2022年11月29日

デジタル・イノベーション本部

ご報告内容

- 本年度「無線LAN等の欧米基準試験データの活用の在り方に関する検討会」において、日・欧・米の無線LAN等の技術基準の根拠となる背景・経緯に関して調査。
 - 各国・地域において、無線機器の規制枠組み、周波数の利用状況、産業界との調整等に基づき、技術基準が策定されている。
 - 日本の技術基準は、上記に加え国際標準化や欧米の技術基準の動向を踏まえて策定されている。

無線機器の定義・要件

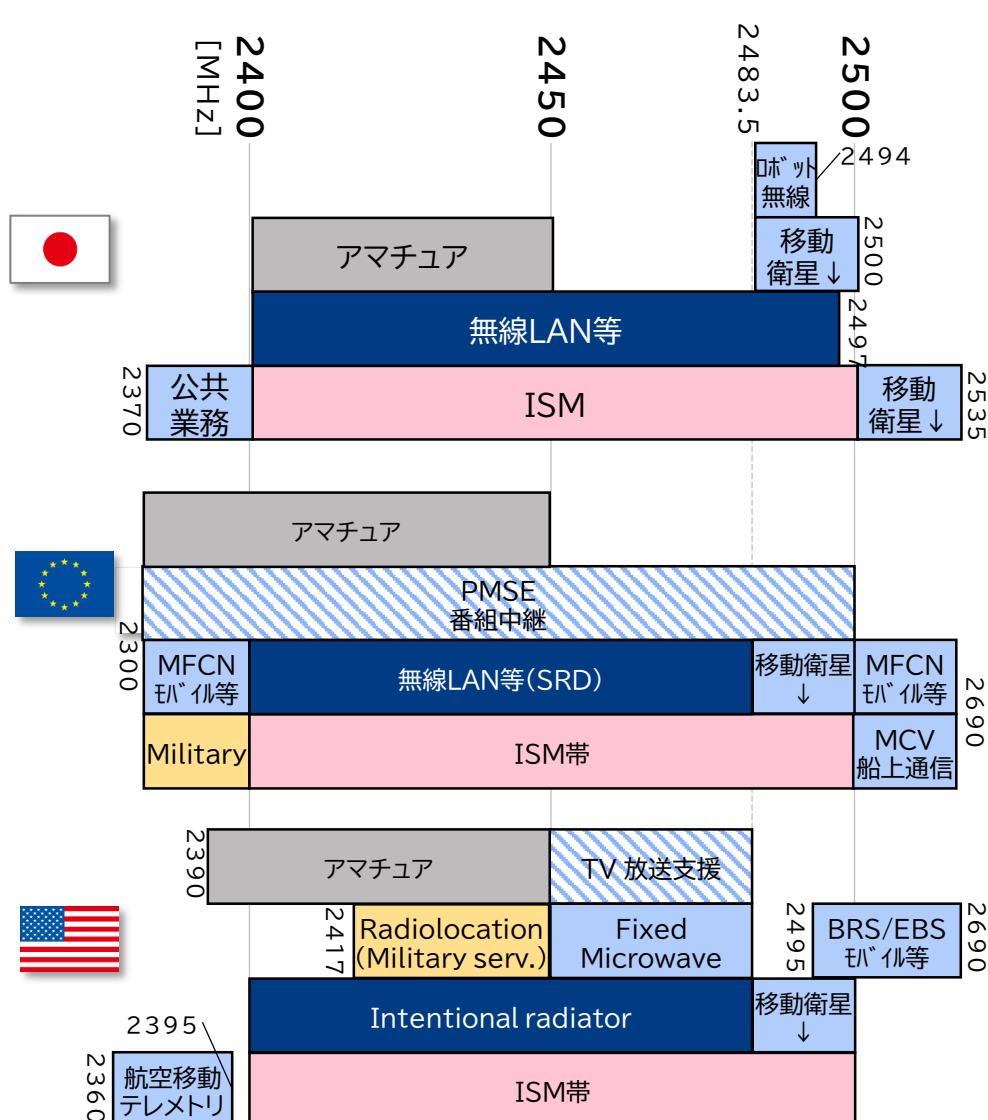
 無線設備 無線電信、無線電話その他電波を送り、又は受けるための電氣的設備 送信設備 送信装置と送信空中線系から構成される電波を送る設備 受信設備	 Radio Equipment 無線通信および／または無線測位を目的として意図的に電波を放射または受信する電気・電子製品	 RF Device *Part15 無線サービス 免許要 (Part22～) 意図的放射器* 免許不要 非意図的放射器* 偶発的放射器* ISM機器 (Part18～)
日本 電波法 第三章 無線設備 第二十八条 送信設備に使用する電波の周波数の偏差及び幅、高調波の強度等電波の質*は、総務省令で定めるところに適合するものでなければならない。 第二十九条 受信設備は、その副次的に発する電波又は高周波電流が、総務省令で定める限度をこえて他の無線設備の機能に支障を与えるものであつてはならない。 *無線設備規則第二節 電波の質 第五条 周波数の許容偏差 第六条 占有周波数帯幅の許容値 第七条 スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値 上記に基づく技術基準を規定。	欧州 無線機器指令(RED) Article 3 Essential requirements 1. 無線機器は、以下の事項を保証するように構築されなければならない。 (a)指令 2014/35/EU に定める安全要件に関する目的を含む、人及び飼育動物の健康及び安全の保護並びに財産の保護、ただし、電圧制限は適用しない。 (b)指令2014/30/EUに規定される適切なレベルの電磁両立性。 2. 無線機器は、有害な干渉を回避するために、無線周波数の効率的な使用を支援し、かつ効果的に使用するように構築されなければならない。 電気安全・電磁両立性も無線機器の要件。 干渉の防止に加え周波数の効率的使用が要件。 →受信側の要求事項も規定される。	米国 FCC規則 Part 15* Subpart A § 15.5 General conditions of operation. (b) 意図的、非意図的または偶発的な放射器の運用は、有害な干渉を発生させないこと、および認可された無線局の運用、他の意図的または非意図的放射器、産業・科学・医療(ISM)機器、または偶発的放射器により発生される可能性のある干渉を受け入れることを条件とする。 有害な干渉を発生させないことを条件とする。

2.4GHzの無線LAN等の法令上の区分

	 日本	 欧州	 米国
2.4GHz帯 無線LAN等の 法令上の区分 および定義	免許を要しない無線局／ 小電力の特定の用途に使用する無線局／ 小電力データ通信システム	ショートレンジデバイス(SRD)／ Wideband data transmission devices	意図的放射器／ Digital transmission systems (DTS) および Frequency hopping system
	主としてデータ伝送のために無線通信を行うもの(電気通信回線設備に接続するものを含む。)であつて、次に掲げる周波数の電波を使用し、かつ、空中線電力が〇・五八ワット以下であるもの(第十一号に規定する五・二GHz帯高出力データ通信システムの無線局を除く。) <電波法施行規則第6条第4項第4号>	広帯域変調技術を使用して周波数にアクセスする無線機器を対象とする。典型的な用途としては、無線ローカルエリアネットワーク(WAS/RLAN)などの無線アクセスシステム、データネットワークにおける広帯域SRDなど。 <決議(EU) 2019/1345>	(意図的放射器)意図的に放射線または誘導によって高周波エネルギーを発生・放射する装置。 <FCC規則 Part 15.3(o)>
2.4GHz帯 技術基準	無線設備規則 第四十九条の二十 (小電力データ通信システムの無線局の無線設備)	無線機器指令の整合規格 ・ EN 300 328 V2.2.2	FCC規則 Part 15 Subpart C § 15.247

2.4GHz帯の主な周波数利用状況

- 2.4GHz帯はISM帯であり、無線通信システム以外のシステムとも周波数を共有。



無線LAN等	電気通信(固定・移動)	放送	ISM
無線測位・無線標定・無線航行	アマチュア		

ISM帯: Industrial Scientific and Medical Band

産業・科学・医療(ISM)アプリケーションのための周波数帯。ISM帯で運用される無線通信サービスは、これらのアプリケーションによって引き起こされる可能性のある有害な干渉を受け入れなければならない。

移動衛星↓:

移動衛星通信システムの商用サービスの下りサービスリンク

ロボット無線:

ドローンを含むロボットによる高画質、長距離の画像伝送

PMSE: Programme Making and Special Events

番組中継用のポータブル/モバイルのワイヤレスビデオカメラ等

MFCN: Mobile/Fixed Communications Networks

移動/固定通信ネットワーク

MCV: Mobile communication services on board vessels

船舶の乗客や乗員が自身の携帯端末を陸上のモバイルネットワークに接続せずに利用することができるサービス

航空移動テレメトリ(US276):

航空機、ミサイルまたはそれらの主要部品の飛行試験のための航空テレメータリングおよび関連するテレコマンド操作

Fixed Microwave Service :

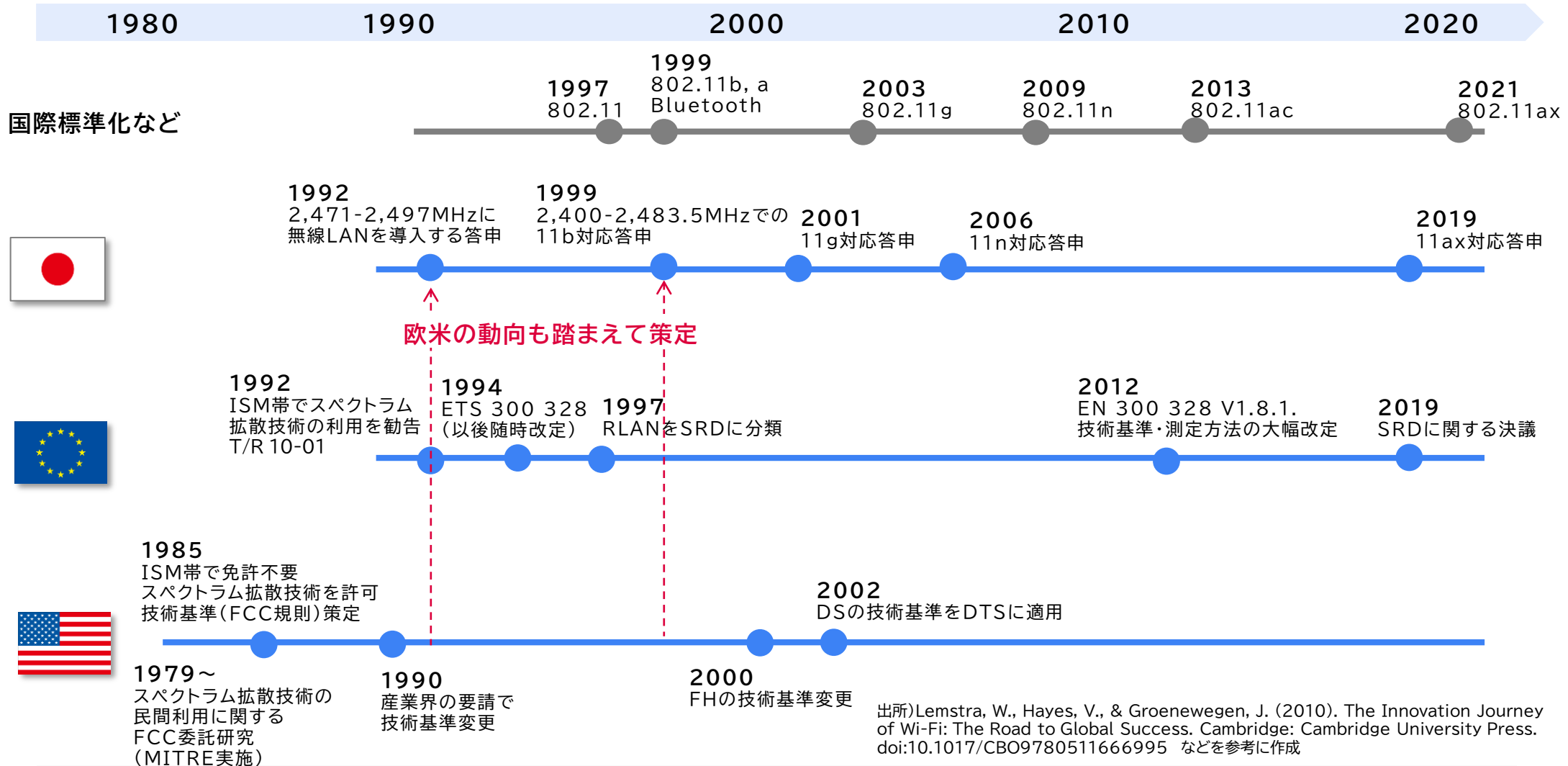
固定マイクロ波サービス

BRS(Broadband Radio Service)/EBS(Educational Broadband Service):

携帯電話システムによる双方向インターネットサービスなど、高速・大容量のブロードバンド・サービス

技術基準・試験方法の策定経緯

- 各国において1980～1990年代から、スペクトラム拡散技術の免許不要での利用を前提として技術基準が策定されている。



出所) Lemstra, W., Hayes, V., & Groenewegen, J. (2010). The Innovation Journey of Wi-Fi: The Road to Global Success. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511666995 などを参考に作成

日本の技術基準策定経緯



答申・省令	一般的条件の策定経緯	無線設備の技術的条件の策定経緯
1992年 H4年度答申 電技審諮問第57号 (1992.7.27) ↓ 郵政省省令第78号 (1992.12.25)	通信方式:スペクトル拡散方式の単向、単信、半複信、複信方式 多様なニーズに対応可能な無線LANシステムとしていずれも可とする。 スペクトル拡散方式:直接拡散(DS)、周波数ホッピング(FH)、DS/FH複合 今後の研究開発動向に応じて、将来は他の拡散方式も含める。 無線周波数帯:2,471-2,947MHz(日本独自) 新たにスペクトル拡散方式を実用化し、その特徴を生かすためISM周波数帯の2,400-2,500MHzから選択することが適当。不要輻射調査から電子レンジ等のISM装置から干渉が少なくなる周波数帯を選択。 空中線電力:平均電力10mW/MHz以下 ISM帯で利用することから密度電力で規定することが適当。 標準的なシステムとして伝送速度256kbps、通信距離30mを想定。 2,471-2,500MHzにおける干渉電力の総電力の推定結果(-68.8dBm)を用いて、所用空中線電力として導出。 送信空中線の絶対利得:2.14dBiを超える場合は超えた分に相当する電力を減じる FCCを参考に干渉距離を増加させないために追加。 違法使用対策:高周波部及び変調部は容易に開けることができないこと システムが情報処理機器に組み込まれ違法に利用される場合を考慮。	周波数の許容偏差: $\pm 50 \times 10^{-6}$以内 スペクトラム拡散方式では周波数によるチャンネル形成を必要とせず、また隣接チャンネルの概念も存在しないため。 スプリアス発射の強度の許容値: $< 2,458\text{MHz未満}, 2,510\text{MHz超} > 2.5 \mu\text{W}$以下 $< 2,458\text{以上}, 2,471\text{MHz未満}, 2,497\text{超}, 2,510\text{MHz以下} > 25 \mu\text{W}$以下 空中線電力の許容偏差 上限+20%以内、下限-80%以内 占有周波数帯幅:26MHz以下 指定周波数帯幅以下の必要周波数帯幅とすることが適当。 拡散帯域幅:500kHz以上、拡散率:10以上 全電力の90%が含まれる周波数帯幅を拡散帯域幅と規定。国際的な動向から 拡散帯域幅は500kHz、拡散率は10以上とすることが適当。 副次的に発する電波の限度:4nW以下(1GHz未満)、20nW以下(1GHz以上) 電気通信回線設備との接続:混信防止機能 混信による誤接続等を防止するため。
1999年 H10年度答申 電技審諮問第57号 (1999.3.23) ↓ 郵政省省令第76号 (1999.10.8)	通信方式(追加周波数帯):デジタル信号を伝送する単向、単信、半複信、複信方式 システムの要求に適した変調を選択し、設計の自由度を高めるため拡張。 無線周波数帯:2,400-2,483.5MHz(追加、各国と整合) 空中線電力(追加周波数帯): $< 2427-2470.75\text{MHzのFH, DS/FH} > 3\text{mW/MHz}$以下※ $< \text{上記以外のSS方式} > 10\text{mW/MHz}$以下 $< \text{上記以外} > 10\text{mW}$以下 ※移動体識別システムと周波数を共用する場合干渉を与えないよう配慮。 空中線絶対利得:2.14dBi以下。但しEIRPが2.14dBiの送信空中線に平均電力10mW/MHz(または、3mW/MHz)の空中線電力を加えたとき以下の値となるときは、その低下分を補うことができる。	スプリアス発射の強度の許容値(追加周波数帯): $< 2,387\text{MHz未満}, 2,496.5\text{MHz超} > 2.5 \mu\text{W}$以下 $< 2,387\text{以上}, 2,400\text{MHz未満}, 2,483.5\text{超}, 2,496.5\text{MHz以下} > 25 \mu\text{W}$以下 占有周波数帯幅(追加周波数帯): $< \text{FH, FH/DS} > 83.5\text{MHz}$以下 $< \text{上記以外} > 26\text{MHz}$以下 諸外国で検討されているシステムとのハーモナイゼーションを考慮。 拡散率(追加周波数帯):5以上 IEEE802.11における検討状況を踏まえて既存周波数帯の10から緩和。 拡散/逆拡散を簡略化できれば、消費電力を低減し、コスト減・高速伝送が可能。 FH、DS/FHのホッピング周波数滞留時間(追加周波数帯):0.4秒以下 国際的な技術動向も踏まえ、干渉防止のため同一周波数への滞留を制限。

日本の技術基準策定経緯



(下記は全て2400MHz-2483.5MHzのシステムに関して)

答申・省令	一般的条件の策定経緯	無線設備の技術的条件の策定経緯
2001年 H13年度答申 情通審諮問第2001号 (2001.9.25) ↓ 総務省令第21号 (2002.2.28)	変調方式: OFDM、SS、或いはこれ以外のデジタル変調方式 スペクトラム拡散方式: DS、FH、DS/FH、OFDM/FH 空中線電力: <2,427-2,470.75MHzのFH、DS/FH、OFDM/FH> 3mW/MHz以下 <上記以外のOFDM/SS> 10mW/MHz以下 <上記以外> 10mW以下 11g (OFDM方式)への対応。 送信空中線の絶対利得: 12.14dBi以下であること。 但しEIRPが12.14dBiの送信空中線に平均電力10mWの空中線電力を加えたとき以下の値となるときは、その低下分を補うことができる。 送信空中線の水平及び垂直面の主輻射の角度の幅は360/A*度を超えないこと。A* EIRPを2.14dBiの送信空中線に平均電力10mW/MHzを加えたときの値で除したもの。1を下回るときは1とする。 高指向性アンテナの導入にあたって、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。	占有周波数帯幅: <FH、DS/FH、OFDM/FH> : 83.5MHz以下 <上記以外> 26MHz以下 11g (OFDM方式)への対応。 FHの滞留時間: 0.4秒以下 FH(DS/FHとOFDM/FH除く): 0.4秒に拡散率を乗じた時間内で任意の周波数での周波数滞留時間の合計が0.4秒以下
2006年 H18年度答申 情通審諮問第2014号 (2006.12.21) ↓ 総務省令第74号 (2007.6.28)	空中線電力: <2,427-2,470.75MHzのFH、DS/FH、OFDM/FH> 3mW/MHz以下 <SS> 10mW/MHz以下 <OFDM占有周波数帯26MHz以下> 10mW/MHz以下 <OFDM占有周波数帯26MHz超~38MHz以下> 5mW/MHz以下 <上記以外> 10mW以下 5.2GHz帯に準じた11n(40MHzシステム)への対応。	占有周波数帯幅: <FH、DS/FH、OFDM/FH> : 83.5MHz以下 <OFDMで上記以外> 38MHz以下 <上記以外> 26MHz以下 5GHz帯に準じた11n(40MHzシステム)への対応。 キャリアセンス: 40MHzシステムはキャリアセンスを備える
2019年 H31年度答申 情通審諮問第2009号 (2019.4.26) ↓ 総務省令第27号 (2019.7.11)	空中線電力: <2,427-2,470.75MHzのFH、DS/FH、OFDM/FH> 3mW/MHz以下 <SS> 10mW/MHz以下 <OFDM占有周波数帯26MHz以下> 10mW/MHz以下 <OFDM占有周波数帯26MHz超~40MHz以下> 5mW/MHz以下 <上記以外> 10mW以下 11ax(40MHzシステム)への対応。	占有周波数帯幅: <FH、DS/FH、OFDM/FH> : 83.5MHz以下 <OFDMで上記以外> 40MHz以下 <上記以外> 26MHz以下 11ax(40MHzシステム)への対応。

(参考)日本の2.4GHz帯技術基準の考え方

H10年度答申 電技審諮問第57号(1999.3.23) ※2,400-2,483.5MHzの11b対応

4. 無線諸元の検討

4.1 検討方針

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

(1) 周波数利用効率向上

限られた周波数資源の有効利用を図らなければならない。

(2) 高度化対応

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

(3) 国際的標準化動向との調和

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

(4) 既存無線局への干渉防止

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

(5) ISM機器からの混信

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

(6) 小電力無線設備に対応すること

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

欧州の技術基準策定経緯



● CEPT/ERCの方針に基づき、ETSIが標準化。

CEPT/ERC勧告・規格	主な技術基準の策定・導入経緯
1992年 CEPT ERC勧告 T/R 10-01	先行する米国の状況、他システムとの共用検討の結果を踏まえISM帯でスペクトラム拡散技術を使ったWide Band Data Transmission Systemsの利用を勧告。 - 周波数: 2,400-2,500MHz - ビットレート: 最低250kbps - トータルEIRP電力: -10dBW(100mW)以下 <直接拡散(DS)> - ピークEIRP電力密度: -20dBW(10mW)/MHz以下 <周波数ホッピング(FH)> - ピークEIRP電力密度: -10dBW(100mW)/100kHz以下 EN 300 328 V1.6.1.で削除
1994年 ETS規格	ETS 300 328策定、以後随時改定。 2000年からはEN 300 328として発行。
1997年 ERC勧告 70-03	RLANをSRDに位置づけ (CEPT ERC勧告T/R 10-01)を置き換え。
2000年	ETSIが指向性アンテナの利用によりEIRP500mWへの引き上げを依頼 →EIRPの引き上げは 2.4 GHz 帯のさらなる輻輳につながるとCEPT ERCが認めず
2012年 ETSI EN 300 328改定 (V1.8.1.)	混雑した2.4GHz帯における通信の効率・質を高めるため周波数共用技術を必須とするとともに、多様な無線技術に対応するため技術基準・試験方法とも大幅に改定。 - 周波数ホッピング関連の各種技術基準 - 占有周波数帯域幅 - 帯域外領域の不要発射制限 - Adaptivity - 受信機ブロッキング など その他測定方法の変更も多数あり

米国の技術基準策定経緯

- 世界で初めて2.4GHz帯をスペクトラム拡散技術に開放。産業界の要望を基に技術基準を策定。

FCC決定	主な技術基準の策定・導入経緯
1985年 Docket No.81-413	ISM帯で免許不要でスペクトラム拡散技術を許可。当初別バンドでの導入も検討されていたが、放送などの既存免許人からの強い反対によりISM帯で決着した。 ・ 周波数:2,400-2,483.5MHz ・ 出力電力:1W以下 1平方マイルのカバーエリアを想定。当初はメーカから7W、10Wの提案もあったが、意図的放射器の概念に整合するよう1Wまで引き下げ。 ・ 帯域外放射:帯域外のRF出力電力が100 kHz幅でキャリアから20dBc※キャリアとの相対値 <直接拡散(DS)> ・ 6dB帯域幅:500kHz以上 <周波数ホッピング(FH)> ・ ホッピング周波数: 75以上 / チャネル間隔: 25kHz以上 ・ 任意の周波数の平均占有時間:0.4秒以下/30秒 ・ ホッピングチャネル帯域幅:25kHz以下
1990年 Docket No.89-354	産業界からの要望、意見募集を踏まえて技術基準を改定。 ・ アンテナ利得:6dBi以下 <DS> ・ パワースペクトル密度:8dBm/3kHz以下 送信エネルギーが十分に広い帯域に均一に拡散するよう規定。許容値は出力1Wのエネルギーが500kHzに拡散と仮定。 <FH> ・ ホッピングチャネル帯域幅:25kHz以下→1MHz以下 干渉の可能性を下げ、FHシステムの柔軟性を確保するため。
2000年 Docket No.99-231	新たな無線技術の開発・導入促進のため技術基準を改定。 <FH> ・ ホッピング周波数:15以上(出力電力125mW) FHシステムの柔軟性を確保するため上記の要件を追加。
2002年 Docket No.99-231	・ 直接拡散(DS)→デジタル変調(DTS)に対象拡大 ・ 処理利得の撤廃