

情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会

～マイクロ波帯を用いた通信用途のUWB無線
システムの新たな利用に向けた技術的条件～

報告(案)概要

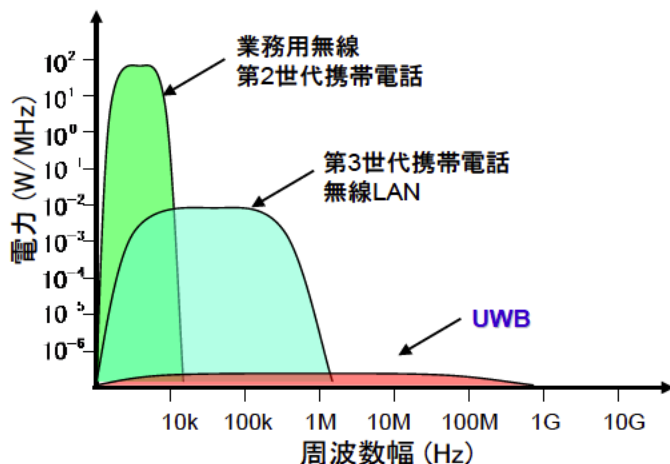
平成25年6月27日

1 UWB無線システム作業班等における検討経緯

UWB無線システムの概要

UWB(超広帯域)無線システムは、非常に広い帯域幅(超広帯域)にわたって電力を拡散させて利用するシステム。おおむね500MHz幅以上の周波数を占有して通信を行う。

他の無線システムとの比較



我が国における検討状況

【通信用途(3.4~4.8GHz帯、7.25~10.25GHz帯)】

- 平成14年 9月 技術的条件の審議開始
- 平成18年 3月 情報通信審議会一部答申
- 平成18年 8月 制度化

【衝突防止用車載レーダ(22~29GHz帯)】

- 平成18年12月 技術的条件の審議開始
- 平成21年11月 情報通信審議会一部答申
- 平成22年 4月 制度化

新たな利用ニーズ等への対応

- 高い精度で通信相手の位置を特定できるUWB無線システムの特徴を活用して、センサーとしての利用ニーズが顕在化。
- 一方で、UWB無線システム(通信用途)に係る現行制度では、通信速度等の制限^(注)が課せられており、センサーとして利用することは困難。(速度制限の見直し要望等あり)



新たな利用者ニーズ等を踏まえ、UWB無線システム(通信用途)の技術的条件の見直しを検討

(注)現行制度では、①屋内においてのみ電波の発射が可能(交流電源からの供給に限定)、②送信速度は50Mbps以上、③ローバンド(3.4~4.8GHz帯)での干渉軽減機能の具備等の制限がある。

作業班における主な意見

意見1 4.2GHz以上4.8GHz以下の無線設備に対する干渉を軽減する機能の技術的条件についても本委員会でも検討いただきたい。

【関係条文】

第四節の二十五 超広帯域無線システムの無線局の無線設備

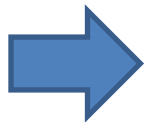
第四十九条の二十七 超広帯域無線システムの無線局の無線設備は、次に掲げる条件に適合するものでなければならない。

一～八（略）

九 三・四GHz以上四・八GHz未満の周波数の電波を使用する無線設備は、総務大臣が別に告示する技術的条件に適合する干渉を軽減する機能を有するものであること。

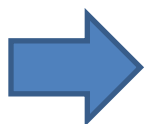
附 則

この省令の施行の日から平成二十五年十二月三十一日までの間に限り、施行規則第四条の四第二項第二号に規定する超広帯域無線システムの無線局（四・二GHz以上四・八GHz未満の周波数の電波を使用するものに限る。）の無線設備は、改正後の第四十九条の第二十七第九号に規定する干渉を軽減する機能を有することを要しない。



第4世代携帯電話等の技術的検討を踏まえて、作業班で検討する。

意見2 屋外での利用について、新たな技術的進歩状況やニーズを踏まえて検討いただきたい。



屋外利用については、様々な用途が考えられるため、共用条件の検討には多くの時間を要するものと考えられる。
このため、将来的な課題として、センサー用途UWB無線システムの検討終了後、具体的な用途の希望があれば、別途検討する。

2 UWB無線システムの現状

通信用途UWBの技術基準適合証明及び工事設計認証の取得数

取得年度	ローバンド(3.4GHz-4.8GHz)		ハイバンド(7.25GHz-10.25GHz)	
	技術基準適合証明 (台数)	工事設計認証 (件数)	技術基準適合証明 (台数)	工事設計認証 (件数)
平成18年	7	2	0	2
平成19年	103	12	2	0
平成20年	83	10	0	2
平成21年	41	6	35	4
平成22年	0	4	30	4
平成23年	0	1	0	4
合計	238	35	67	16

3 センサー用途UWB無線システム

センサー用途UWB無線システムは、リアルタイム測位システム：RTLS（Real Time Location System）測位システムとしてのニーズが高く、欧米諸国の導入状況から、我が国においても主に製造業及び流通業において物品管理や安全セキュリティシステムとして導入されると想定される。

構成例

位置情報を始めとする各種センサー情報を利用して顧客業務の効率化、作業安全の確保、より高度なAMHSの制御等を実現

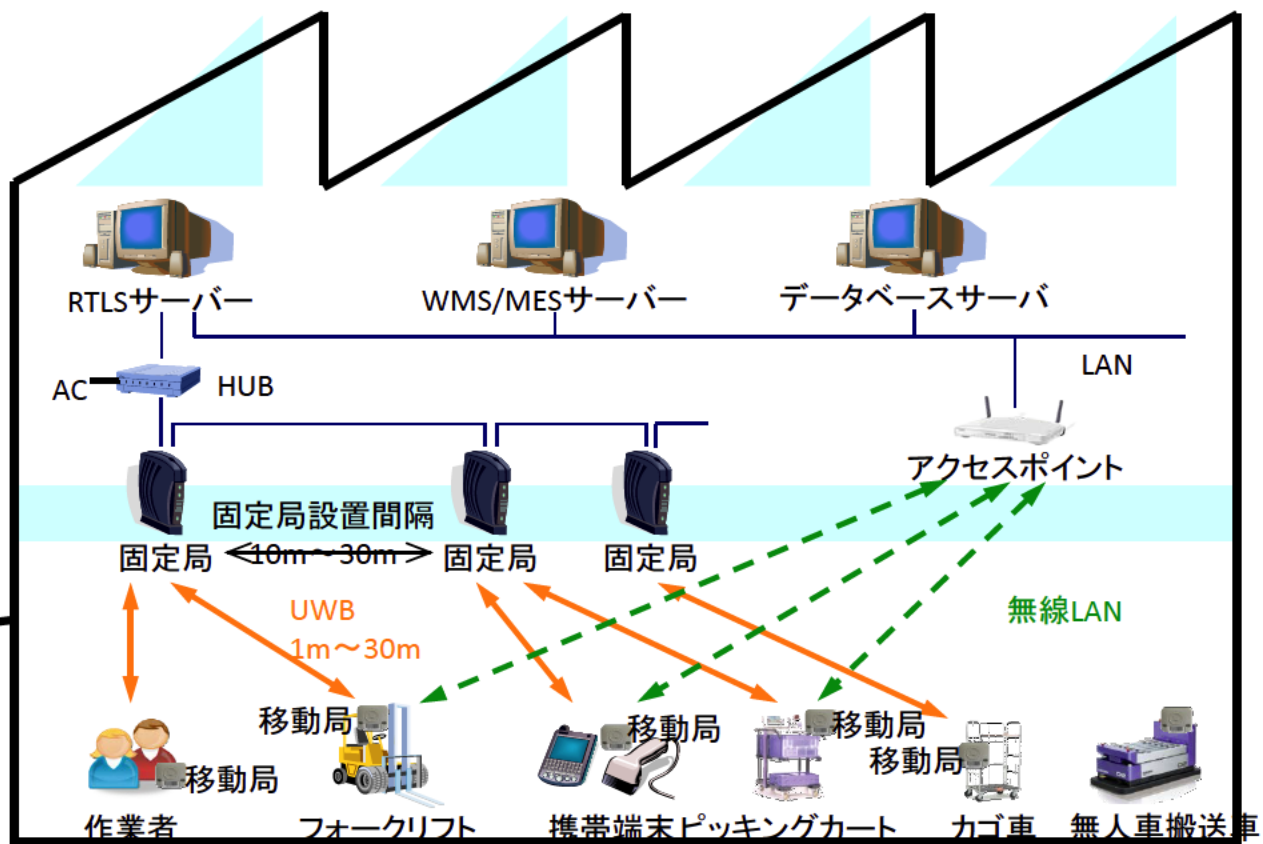
- ・格子状に配置された固定局（センサー）、移動局（タグ）、制御システムにより構成、固定局は交流電源より動作

- ・測位精度は、20～30cm。UWB信号は主に測位目的のみに使用

- ・AMHS（自動化物流機器）、WMS（倉庫管理システム）、MES（製造実行システム）等と連携



資料提供ダイフク㈱



トラックバース

仮置エリア、倉庫エリア(平置き、棚)、作業エリア

産業向けに市場をスタートアップしている段階

- 大規模例あり: Ubisense社のPOSCO、Zebra社のアブダビ空港
- IEEE802.15.4a準拠のチップ開発: 2011/11サンプル出荷 (decaWave社/アイルランド)
 - ⇒ UWBのコストの問題が解決できれば、海外ではUWBがRTLSの主要技術になるものと期待される

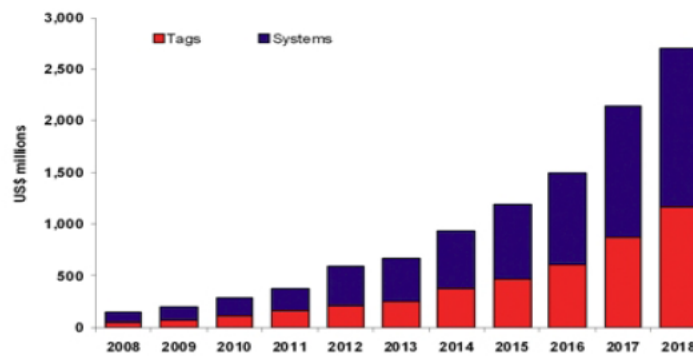
ベンダ	内容	適用例	備考
Ubisense	<ul style="list-style-type: none"> ・英国、製品ベンダ ・5.8~7.2GHz (6.4~7.6GHz) ・TDOA+AOA、精度10~30cm 	BMW、AirBus、POSCO(韓国、鉄鋼)、Cummins(米、自動車部品)、米陸軍他	2011/8 中国で認可
Zebra	<ul style="list-style-type: none"> ・米国、製品ベンダ ・5.94~7.12GHz (6.35~6.75GHz) ・TDOA、精度~30cm、レンジ~200m 	アブダビ空港物品管理、Voestalpine(奥、鉄鋼加工)、Washington Hospital Center(米、病院)	タグ電池寿命7年
TimeDomain	<ul style="list-style-type: none"> ・米国、チップベンダ ・3.1~5.3GHz TDOA ? 	UWB radar fence detects, tracks, locations, classifies targets.	
decaWave	<ul style="list-style-type: none"> ・アイルランド、チップベンダ ・IEEE802.15.4a準拠チップ (DW1000) 		2011/11 サンプル出荷、2012/Q3 量産予定

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

Ubisense社のUWB位置検知システム開発キット



<http://www.ubisense.net/en/rtls-solutions/research-packages.html>



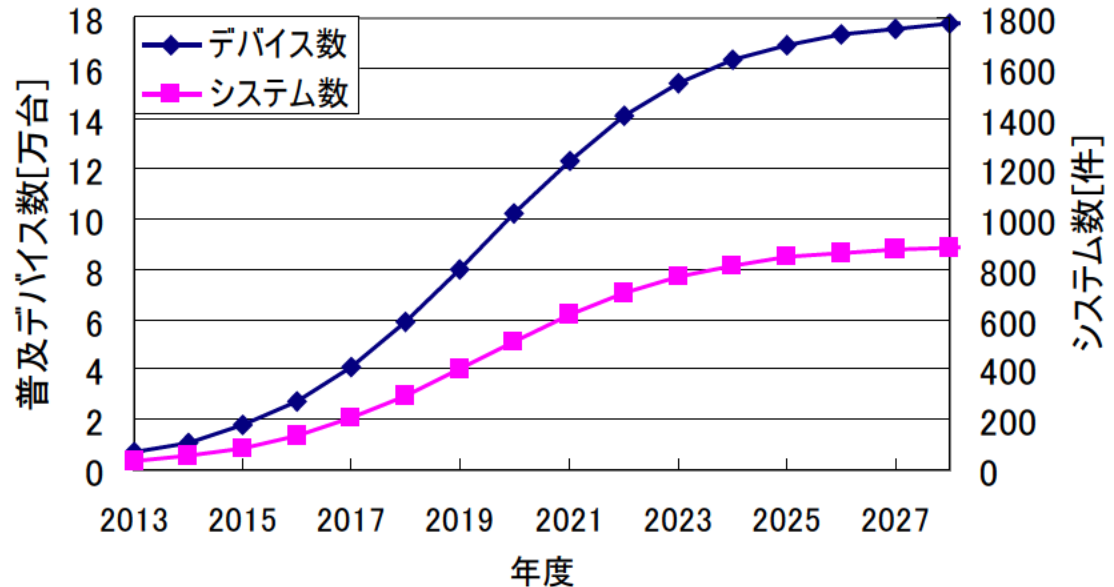
IDTechEx Forecast of Global RTLS Market by Value 2008-2018

1工場(1システム)あたりのセンサーUWBデバイス数は、諸外国の利用シーンを踏まえると、平均150～200デバイス程度であり、大規模な工場であっても500デバイスが最大と想定される。

センサー用途UWB無線システムの導入数は、利用開始当初の立上り期間においては、需要が伸びると推測されるが、ある程度普及が進めば、ほぼ横ばい状態となると考えられる。

国内マーケットの規模を考慮した場合、市場のデバイス出荷台数は、10年後には16万デバイス、15年後においては、900システム、最大18万デバイスが普及するものと予測される。

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



RTLSは、工場等での利用に限定されると考えられるため、通信用途UWB無線システムのように1人当たりのデバイス数をベースとして普及密度の想定を行うことは適当ではない。このため、システムを導入する工場の数(統計上は事業所)と1システムあたりのセンサーUWBデバイス数から総デバイス数を求め、対象地区の面積で除することにより10年後の普及密度(デバイス/km²)を算出した。

対象とする事業所は製造業及び流通業とし、製造業の場合、RTLSを有意に運用できるのはある程度規模の大きい工場に限られることから、従業員100名以上の事業所を対象とした。センサー用途UWB無線システムの用途上の特性から、システムの最大普及率を製造業及び流通業の20%、1システムあたりのデバイス数を大規模工場で使用されると考えられる500デバイスとした。

なお、算出選定地域は、平成17年度報告書の3地域(東京、神奈川、秋田)に製造業及び流通業の事業所数の多い大阪、愛知の2地域を加え、合計五カ所とした。

地域	導入事業所数 (普及率20%)			デバイス数[万台] (500デバイス/システム)			都道府県 面積 [km ²]	2023年における普及密度 (デバイス/km ²)		
	製造業	流通業	合計	製造業	流通業	合計		製造業	流通業	合計
全国	2969	2201	5170	148	110	259	377950.1	3.41	2.52	5.93
東京都	227	224	451	11	11	23	2187.5	45.03	44.43	89.46
神奈川県	166	172	338	8	9	17	2415.9	29.82	30.89	60.71
愛知県	250	171	421	13	9	21	5165.0	20.99	14.36	35.35
秋田県	28	7	35	1	0	2	11636.3	1.04	0.26	1.30
大阪府	172	257	429	9	13	21	1898.5	39.31	58.74	98.05

* 出典：平成21年経済センサス基礎調査からの数値を適用

4 他の無線システムとの共用条件等

○センサー用途UWB無線システムの干渉検討にあたっての条件

- ・原則として対象周波数である7.25 GHz-10.25GHzのインバンド内の無線局を対象として検討する。
- ・無線設備の技術基準は伝送速度制限、電源制限を除いて従来どおりとする。
- ・ITU-R SM.1756及びRA.769(電波天文)に準拠し、RR4.4を適用する。
- ・従来の通信用途UWB同様、屋内限定使用、航空機・船舶・衛星への搭載は不可とする。
- ・最大利用密度を200デバイス/km²(*)とする。
- ・稼働率は5%以内とする。
- ・壁減衰については通信用途UWBの検討時と同様に12dBとする。

* 需要密度:10年後のUWB普及最大数から利用密度を算定数値とする。通信用途(50Mbps以上) 2023年時点10デバイス/km²、センサー用途(50Mbps未満) 2023年時点98.05デバイス/km²となる。以上から通信用途とセンサー用途を合わせた利用密度は108.05デバイス/km²となり、マージンを加味して干渉検討における最大利用密度を200デバイス/km²とする。

○干渉検討の方法

1 対象無線局の選出

情報通信審議会報告書(諮問第2008号 H18.3)から干渉検討の対象となる無線局の状況が異なっていることから、改めて無線局を抽出。

2 対象無線局の諸元

対象無線局の抽出に伴い、無線局諸元を作成

3 干渉検討

センサー用途UWB無線システムは、電気的特性は通信用途UWB無線システムと同様であることから、計算手法は情報通信審議会諮問第2008号の報告書に沿って行うこととした。

- (1) シングルエントリー(1対1)において干渉検討を実施し離隔距離を求める。
- (2) Aggregate(複数のUWBが配置された状態)において干渉検討を実施し離隔距離を求める。
- (3) 実運用時での検討を行い、許容できる離隔距離に対しての共用条件を求める。
- (4) 上記において、通信用途UWBと同様の場合は、改めて離隔距離を計算する必要はないこととした。

○無線局別干渉検討結果

無線システム		共用検討結果	
固定・放送 アドホックグループ	固定マイクロ		
	放送	STL/TTL(7.425~7.750GHz)	実運用における影響は低いと考えられることから、共用可能
		FPU(10.250~10.450GHz、屋外)	屋内利用に限定することで共用可能
		FPU(10.250~10.450GHz、屋内)	UWB利用者との運用調整により共用可能
航空・海上・レーダー アドホックグループ	海上レーダー	港湾・漁場監視レーダー	当該システム範囲内にUWBが存在する可能性は低いことから共用可能
		船舶高情報表示装置	自然離隔距離を考慮することで共用可能
	航空・気象 レーダー	Xバンド可搬型気象レーダー	実運用における影響は低いと考えられることから、共用可能
		小型レーダー雨量計	共用可能
		精測進入レーダー*1	当該システム範囲内にUWBが存在する可能性は低いことから、共用可能
衛星・小電力 アドホックグループ	衛星	移動衛星業務地球局	利用密度が上がらないという前提の上で、共用可能
		宇宙研究業務地球局(近地球)*1	「UWB無線システムが当該システムに有害な混信を及ぼすことが明らかになった場合に、速やかに技術的条件の見直しを行うこととし、UWB無線システムの製造業者等においては、混信の除去に積極的に対応することが必要である」との条件において共用可能
		宇宙研究業務地球局(深宇宙)*1	
		地球探査衛星*2	所要離隔距離を下回ることから、共用可能
	アマチュア		状況が変化した場合再検討することを条件に、共用可能
	電波天文		所要離隔距離の範囲内にUWBを利用する可能性のある工場等は存在しないことから、共用可能

*1:新たなシステムとして干渉検討 *2:地球探査衛星(受信地球局)、地球探査衛星(受動)、地球探査衛星(能動)

○一般的条件

項目	条件	
使用周波数帯	7.25～10.25GHz	
空中線電力	平均電力	-41.3dBm/MHz
	尖頭電力	0dBm/50MHz
空中線利得	0dBi以下	ただし、等価等方輻射電力が利得0dBiの空中線に使用周波数帯の空中線電力を加えたときの値以下となる場合は、その低下分を空中線の利得で補うことができるものとする。
送信速度	設定しない	
混信防止機能	識別符号を自動的に送信し、又は受信する機能を有し、他の無線局にその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であること	
運用制限	屋内利用に限定	

○無線設備の技術的条件

項目	条件		
占有周波数帯幅	3GHz以下		
不要発射の強度の許容値	周波数(MHz)	平均電力	尖頭電力
	1600未満	-90.0dBm/MHz以下	-84.0dBm/MHz以下
	1600～2700	-85.0dBm/MHz以下	-79.0dBm/MHz以下
	2700以上	-70.0dBm/MHz以下	-64.0dBm/MHz以下
	10600～10700	-85.0dBm/MHz以下	-79.0dBm/MHz以下
	11700～12750		

5 干涉軽減機能

1 検討対象とした第4世代携帯電話無線局

・基地局、陸上移動局、陸上移動中継局(屋外・屋内)、小電力レピータ

2 シングルエントリーでの離隔距離(UWB側電力:-41.3dBm/MHz)

	許容干渉電力	離隔距離
基地局 ^{注1}	-128.9dBm/MHz (I/N=-20dB ^{注2})	130. 2m
陸上移動局	-114.8dBm/MHz (I/N=-10dB)	25. 7m
陸上移動中継局(屋外) ^{注1}	-128.9dBm/MHz (I/N=-20dB ^{注2})	46. 2m
陸上移動中継局(屋内)	-128.9dBm/MHz (I/N=-20dB ^{注2})	130. 2m
小電力レピータ	-128.9dBm/MHz (I/N=-20dB ^{注2})	130. 2m

注1: 壁による減衰12dB有り

注2: H17年度のUWB情通審の許容干渉の電力の考え方を踏襲

3 モンテカルロシミュレーション

第4世代携帯電話は、屋内での利用シーンが多く見込まれており、屋内限定利用のUWBとの干渉においては、1対1での検討を重視すべき。



シングルエントリーでの検討の結果、第4世代携帯電話との共用には十分な離隔距離が必要。実運用において本離隔距離の担保は困難と考えられることから、干渉軽減機能が必須。

○検討対象とする干渉軽減機能

DAA(Detect and Avoid)及びLDC(Low Duty Cycle)

○対象周波数

4.2-4.8GHz帯

※現行規定では、3.4-4.8GHz帯において干渉軽減機能が必要となっているが、うち4.2-4.8GHz帯については平成25年末まで経過措置期間となっているところ、期限が近づいているため速やかな検討が必要。
3.4-4.2GHz帯については具体的な機能の提案があり次第速やかに検討することとする。

ODAAの条件等

- ・他の無線システムの信号を検知した場合、そのシステムに干渉を与えないレベルまでUWBの送信電力を下げる
- ・第4世代携帯電話の検知においては、基地局が送信し、端末がセルサーチを行う際に利用する Synchronization signalを判定に用いる
- ・圏外判定閾値([-130dBm/150kHz]) - (補正項1) - (補正項2)を閾値とする。
 - 補正項1: 携帯基地局と携帯移動局間の伝搬路が見通し状態であり、携帯基地局とUWB端末間が見通し状態でない場合を考慮し、決定される係数。シャドウイング損失、屋内進入損失に相当する補正項
 - 補正項2: UWB端末(制御装置)が携帯基地局の信号を検出し、送信可能な電力を決定し、UWB端末(子機)はUWB端末(制御装置)の制御に従い送信電力を制御する場合、携帯基地局信号の測定点とUWB端末制御装置-子機間の離隔距離に相当する閾値の差分に関する補正項
- ・動作等に関する詳細な条件については、実証実験等で決定する。

OLDCの条件等

- ・LDCは、Duty Cycle に占める電波の発射時間を短くすることにより、他のシステムへの影響を抑える方法である。そのため、1msのフレーム単位で信号伝達を行う第4世代携帯電話とは十分な検証を行うものとする。
- ・詳細な条件については、十分な検証後、共用可能と認められた場合、実証実験等で決定する。

○留意事項

UWBデバイスに実装する干渉軽減機能は、DAAを推奨し、優先的に技術検討を行うこととする。またLDCの検討にあたっては、第4世代携帯電話との共用に十分な検証を行うこととする。なお、4.2-4.8GHzにおける第4世代携帯電話の導入時期はまだ確定していないことから、将来4.2-4.8GHzに追加分配が決定し、第4世代携帯電話の技術的条件が確定した時点で、LDCの技術的条件の見直しをサービス開始期日までに行うこととする。

6 交流電源接続規定の撤廃

無線設備規則第49条の27第1項第3号

筐体の見やすい箇所に、屋内においてのみ電波の発射が可能である旨が表示されていること。

無線設備規則第49条の27第1項第4号

交流電源を使用していない無線設備については、交流電源を使用している無線設備からの信号を受信した後でなければ、電波を発射してはならない。

・無線設備規則第49条の27第1項第4号で規定されている交流電源接続は、被干渉無線システム側からの**屋内利用担保**の強い要求を踏まえ規定されたという経緯がある。

- ・一方、本規定は、運用者に課せられた無線局運用の義務に関するものであり、無線設備規則上は違反しても罰則がない。
- ・無線設備規則上、第49条の27第1項第3号における屋内利用限定の規定と同様の中身であり、二重の規制を課していることになる。

- ・本規定では必ずしも屋内運用が担保できず、また技術の進歩や利用シーンの変化により、UWBの使い勝手を必要以上に悪くしている。
- ・屋内利用限定の5GHz帯無線LANには、交流電源接続の規定はない。
- ・業界からも、交流電源接続の撤廃が要望されているところ。

- ・他方、審議において、本規定の撤廃により、UWBデバイスが屋外に持ち出されるリスクの増大等が懸念されたが、普及予測が平成17年度の制度化時より大幅に下回ったことから、有害な干渉が直ちに発生する可能性は低いと判断。



無線設備規則第49条の27第1項第4号の撤廃が妥当。

※ただし、本規定の撤廃により、普及台数が予測より大幅に増加したり、他の無線システムに影響が出たりした場合には速やかに条件を見直す等、継続的な管理を行っていく必要がある。

7 繼續檢討課題

(1) 屋外利用

UWB無線システムの利用環境については、UWB無線システムの利用シーンを考慮した場合、屋内外を問わず利用できることが望ましいが、他の無線システムに与える干渉の可能性が高くなることから、屋外の利用に関しては慎重な意見が多かった。

しかしながら、米国においては屋内外の利用に制限は無いこと、また欧州においても屋外利用は認められており、自動車内や列車内の利用について技術基準が策定され、航空機内等におけるUWB利用の検討も始まっていることから、我が国においてもUWB無線システム搭載製品の普及状況や国際的な動向、メーカー等からのニーズを鑑み、屋外で利用されるUWB無線システムと他業務との周波数共用の検討を継続することが適当。

(2) 干渉軽減機能

今回検討した干渉軽減機能の対象周波数は、ローバンドのうち4200-4800MHzのみとなっており、3400-4200MHzについても引き続き検討していくことが適当。