

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報告
概要

「UWB(超広帯域)無線システムの技術的条件」のうち
「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」

UWB無線システムの概要

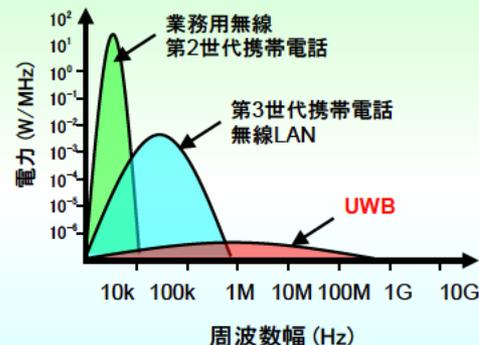
UWB無線システムとは:

500MHz以上の広い帯域幅にわたって電力を拡散させ、数百Mbps程度的高速通信を可能とする無線システム。

通信用途での使用周波数帯は3.4~4.8GHz及び7.25~10.25GHz。

UWB無線システムの特徴:

- 非常に広帯域 (ultra-wideband) の周波数を利用
- 既存の無線システムの使用帯域に重畳して電波を発射
- 送信電力は非常に低く、免許不要で運用可能



我が国における検討状況

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

UWB無線システムの主な制限事項

- 送信速度は50Mbps以上でなくてはならない
- ローバンド(3.4~4.8GHz)では干渉軽減技術が必要 (ただし4.2~4.8GHzは平成25年末まで不要)
- 屋内利用に限定されている

利用イメージ



テレビ用HDMI伝送
UWB機器

課題1 送信速度制限の撤廃(センサー用途への活用)

- 高い精度で通信相手の位置を特定できるUWB無線システムの特性を活用して、特にハイバンド(7.25~10.25GHz)において、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、送信速度の制限が課せられており、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)。



検討事項1 7.25~10.25GHzにおけるUWB無線システムの送信速度制限の撤廃を検討

課題2 干渉軽減機能の策定

- UWB無線システムはローバンド(3.4~4.8GHz)において干渉軽減機能を具備する必要がある。
- 4.2~4.8GHz帯は平成25年末まで経過措置期間となっており、具備が不要。



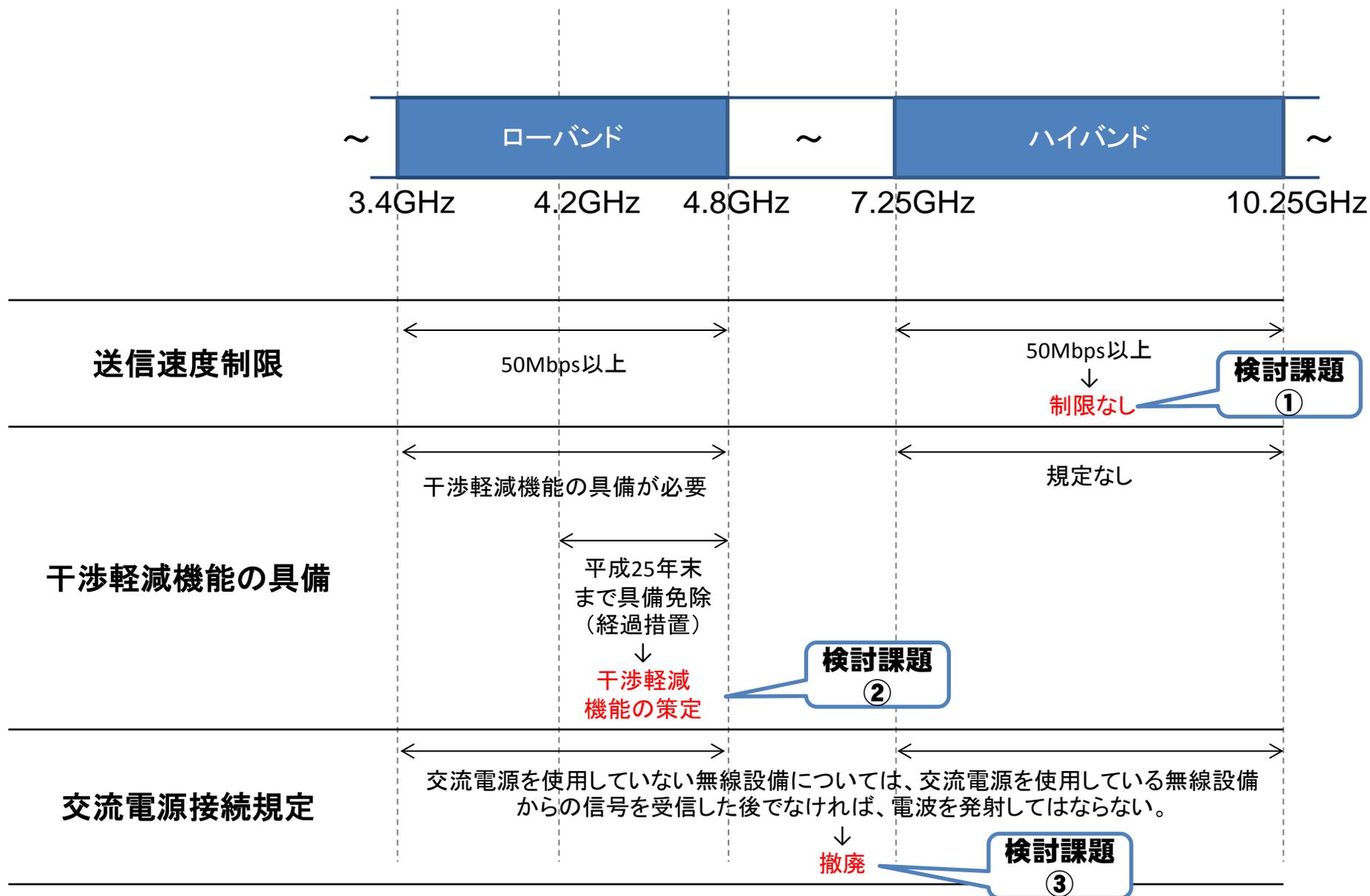
検討事項2 4.2~4.8GHzにおけるUWB無線システムの干渉軽減機能の条件について検討

課題3 交流電源接続規定の撤廃

- UWB無線システムは屋内利用に限定されているが、設備規則において、屋内利用に関する規定と、屋内利用担保を目的とした交流電源接続に関する規定が存在(屋内利用に関し二重の規定)。
- UWBデバイスの使い勝手の面から、交流電源接続規定を撤廃する要望あり。



検討事項3 UWB無線システムにおける交流電源接続規定の撤廃について検討



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)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。

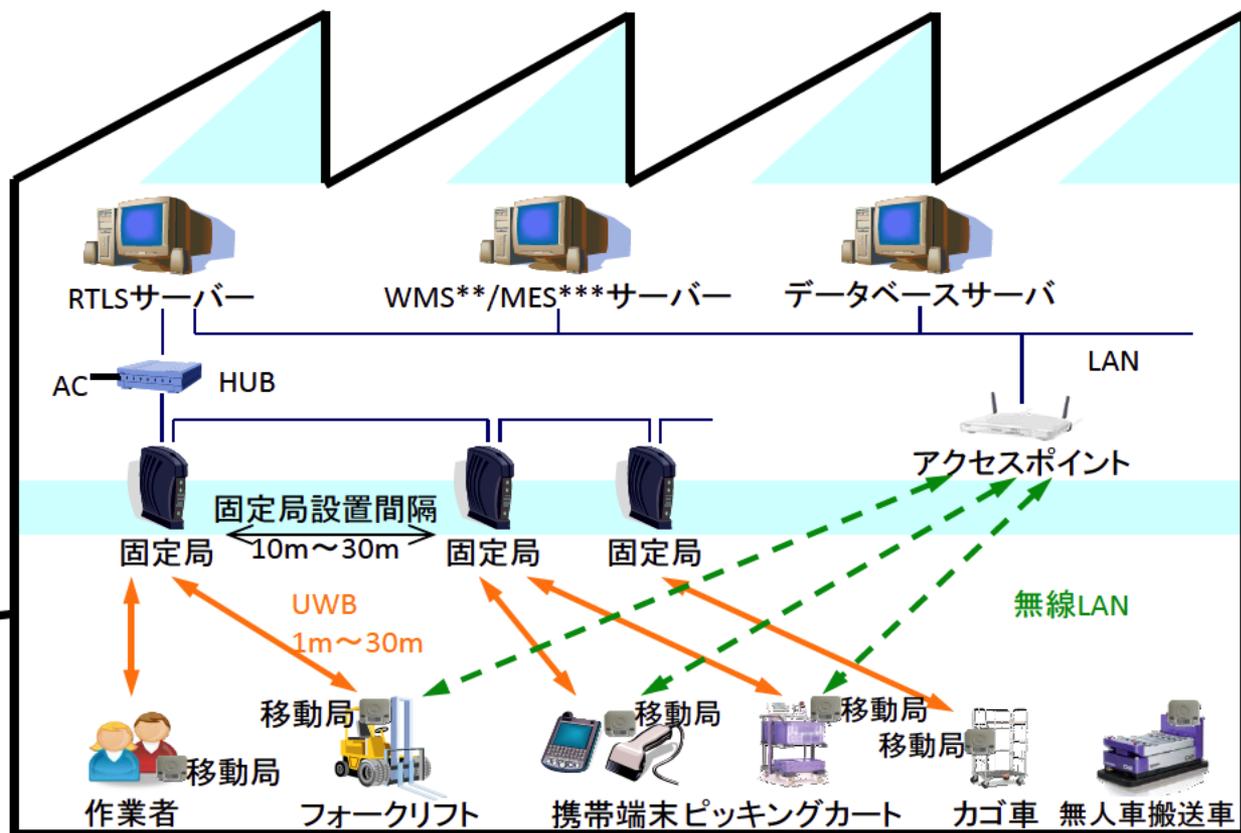
構成例

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、より高度な自動化物流機器(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、倉庫管理システム(WMS**)、製造実行システム(MES***)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

AMHS* : Automated Material Handling System, WMS** : Warehouse Management System, MES*** : Manufacturing Execution System

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: POSCO(英Ubisense社製)、アブダビ空港(米Zebra社製)
- IEEE802.15.4a準拠のチップ開発: 2011年11月 サンプル出荷(アイルランドdecaWave社)
⇒ UWBのコストの問題が解決されれば、海外ではUWBがRTLSの主要技術になるものと期待される

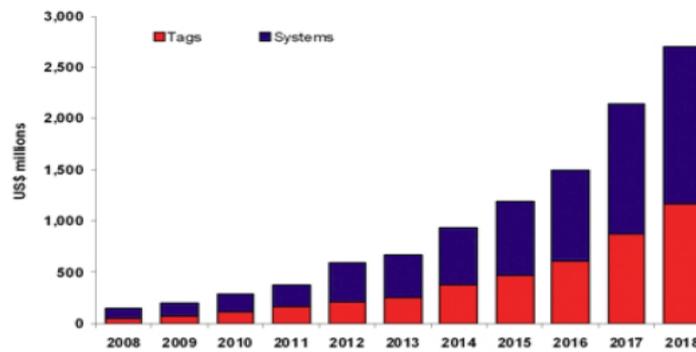
ベンダ	内容	適用例	備考
Ubisense	<ul style="list-style-type: none"> ・英国、製品ベンダ ・5.8~7.2GHz(6.4~7.6GHz) ・TDOA+AOA、精度10~30cm 	BMW、AirBus、POSCO(韓国、鉄鋼)、Cummins(米、自動車部品)、米陸軍他	2011/8 中国で認可
Zebra	<ul style="list-style-type: none"> ・米国、製品ベンダ ・5.94~7.12GHz(6.35~6.75GHz) ・TDOA、精度~30cm、レンジ~200m 	アブダビ空港物品管理、Voestalpine(奥、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>



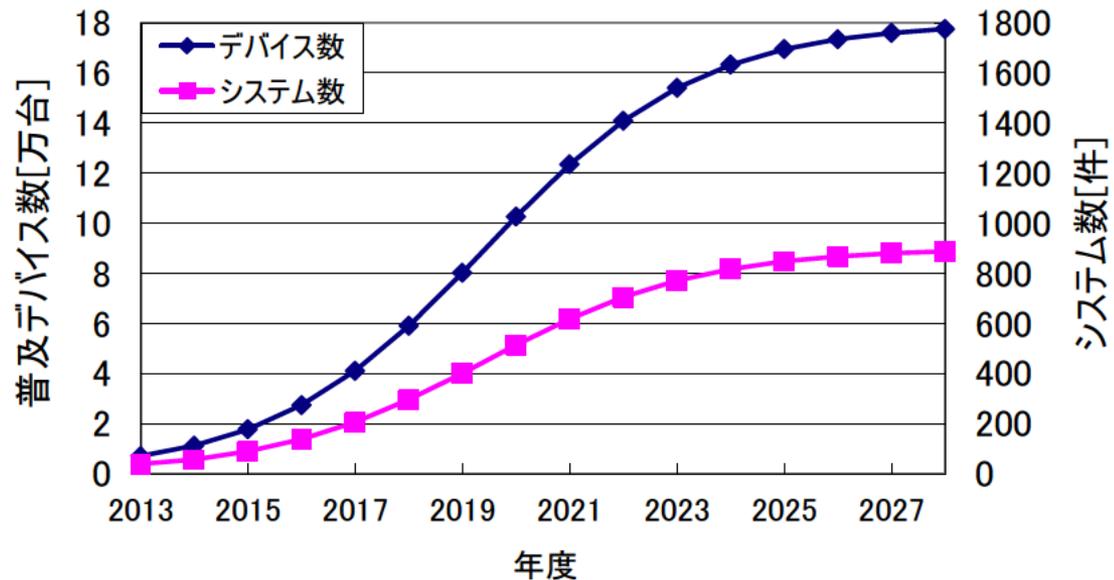
IDTechEx Forecast of Global RTLS Market by Value 2008-2018

現状求められているセンサー用途を可能とするには、速度制限(50Mbps以上)の撤廃の検討が必要となってくる。一方、速度制限を撤廃することで普及が進み、他システムへの干渉が発生するおそれがある。そこで、普及が進んだ10年後(2023年)の状況を想定した干渉検討を実施するため、普及予測を行った。

【普及予測】

- 1工場(1システム)あたりのセンサー用途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(800システム)、15年後においては最大18万デバイス(900システム)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



- UWB無線システムの普及予測を基に、干渉検討を実施。条件等は下記のとおり。

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 干渉検討の主な条件

- 最大利用密度を200デバイス/km²とする。
- ある瞬間における稼働率は全体の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。

4 干渉検討の方法

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。

- シングルエントリー※において干渉検討を実施し離隔距離を求める。
- 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。
- 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。
- 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。

※単一で存在するUWBデバイスから受ける干渉量を求めるための手法

○無線局別干渉検討結果(前ページの前提に基づく)

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)	屋内利用に限定することで共用可能
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	UWBデバイスの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)

⇒以上の結果から、速度制限を撤廃しても他業務との共用が可能

○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	規定しない	
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
	ただし、10600~10700MHz及び11700~12750MHzについては以下のとおり		
	10600~10700	-85.0dBm/MHz以下	-79.0dBm/MHz以下
	11700~12750		

第4世代移動通信システムとの干渉検討

1 検討対象とした第4世代移動通信システムの無線局

・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※

※ 乱数を用いてシミュレーションを繰り返し、統計的に影響を評価する手法

第4世代移動通信システムは、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世代移動通信システム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)
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 の送信電力を下げする方法
- LDC(Low Duty Cycle)
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

○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。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おり、期限が近づいているため速やかな検討が必要。

ODAAの条件等

- 第4世代移動通信システムの検知においては、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]) をベースとして、Synchronization signalが屋内へ伝搬する際の損失等を勘案した値を動作閾値とし、現在暫定的に定めている条件については実証実験において適正性を確認する。

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、他システムへの影響を抑える方法であることから、1msという短いフレーム単位で信号伝達を行う第4世代移動通信システム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を推奨する。**
- LDCの検討にあたっては、第4世代移動通信システムとの共用に十分な検証を行う。
- 4.2～4.8GHzにおける第4世代移動通信システム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世代移動通信システム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。

屋内利用に関する現行規定

無線設備規則第49条の27第1項第3号

筐体が見やすい箇所に、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。

上記の2つの規定は、屋内利用に関する同様の内容であり、二重の規制を課している状態



業界団体からの要望を受け、交流電源接続規定撤廃に向け審議

審議概要

- ・UWBと同じく屋内利用に限定されている5GHz帯無線LANには、交流電源接続の規定はない。
- ・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。



交流電源接続規定を撤廃が妥当と判断

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4.2～4.8GHzのみとなっており、3.4～4.2GHzについても引き続き検討していくことが適当。