

# UWB無線センサーネットワークの 周波数共用条件に関する調査検討

## 報告書の概要

2011年3月8日

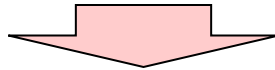
UWB無線センサーネットワークの  
周波数共用条件に関する調査検討会

# 2010年度の調査検討会の流れ

## 第1回検討会資料より

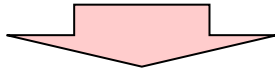
### (1)利用シーンの検討

- ・各種産業分野における利用シーンの調査。



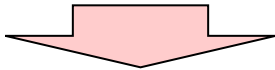
### (2)技術試験

- ・利用モデルシステムの構築、有効性の試験  
(オフィス環境及び医療環境を想定。)



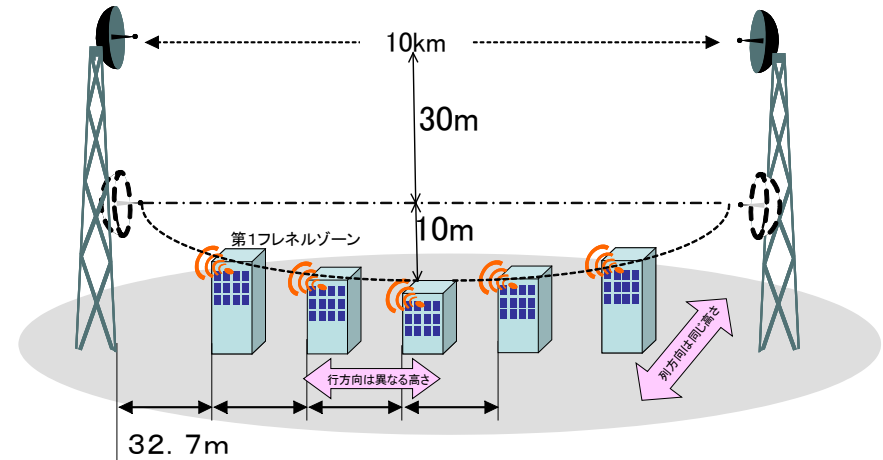
### (3)普及密度の検討

- ・測位アプリケーション毎の産業別需要予測
- ・公的統計調査に基づく普及数の算出



### (4)他の無線システムとの周波数共用条件の検討

- ・都市内電波伝搬における伝搬損失について、ITU-R勧告に基づく干渉モデルの調査・検討。  
(特に、送受信装置周辺の建物の影響についてクラッター損失として考慮する手法等について。)
- ・ハイバンドUWB周波数帯における都市内伝搬損失に関する文献等の調査。
- ・これらの諸条件を考慮したシミュレーション検討による周波数共用条件の検討。



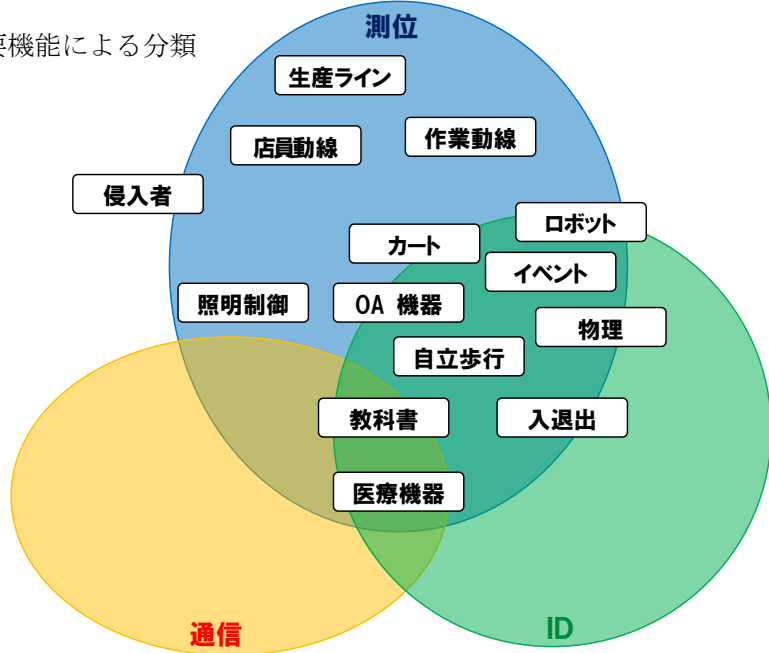
### 固定マイクロシステムへの干渉モデル

- ・基地局高の低いエントランス方式への対応。
- ・普及密度に基づく干渉計算モデルの検討。
- ・都市内における見通し外電波伝搬の適用。
- ・種々のパラメータによるシミュレーション検討。

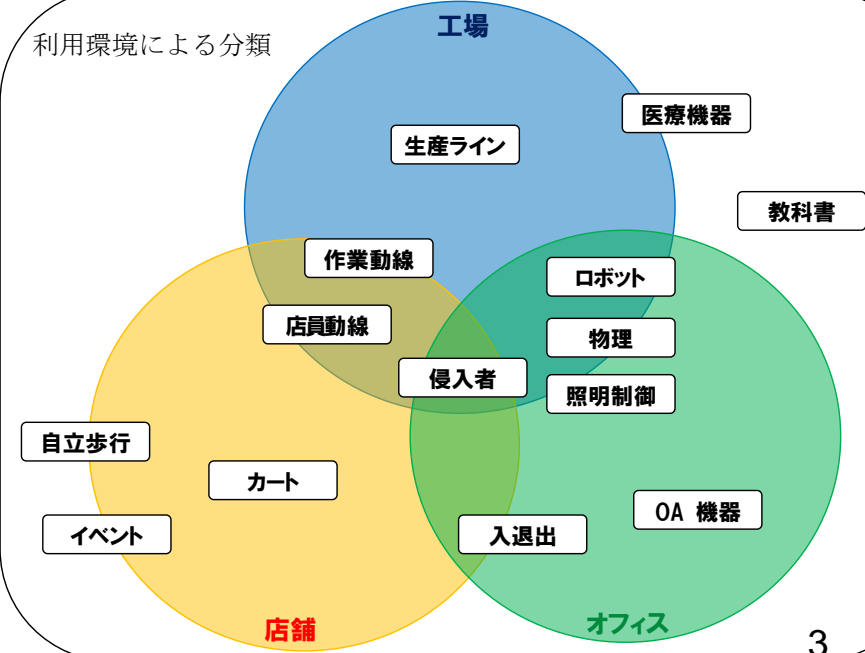
# 1 調査検討の概要(利用シーン)

- 調査検討会の各委員へアンケートを行うことにより、UWB無線センサーネットワークの利用シーンの具体例の提案を募集
- 工場、倉庫のほか、店舗、オフィス、医療・介護施設の療養環境、学校教育環境、地下街での使用形態から必要な機能を抽出 ⇒ **測位機能、ID・低速通信機能**
- 測位対象が相互に最も近接した時の**距離間隔は1m程度**と考えられ、それぞれの個体位置を識別するには**測位誤差が50 cm未満**であることが必要

主要機能による分類



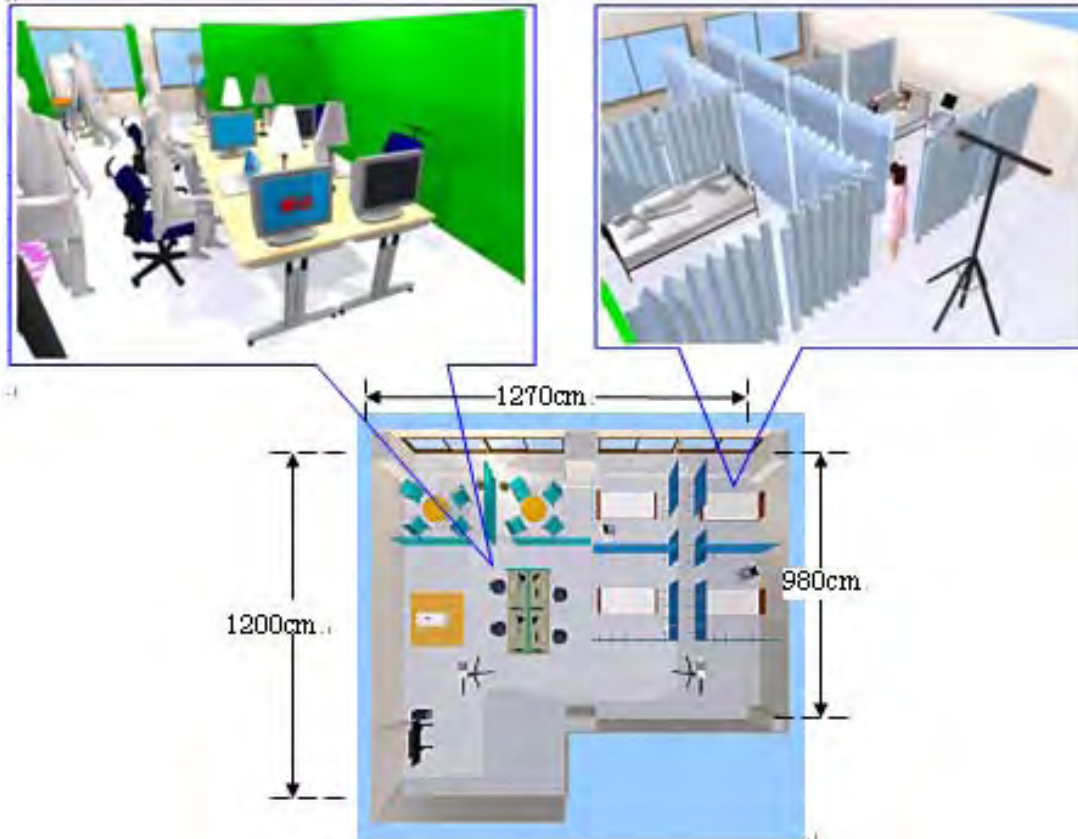
利用環境による分類



## 2 技術試験の詳細検討 – 試験環境の構築

### ● 技術試験環境の構築

- UWB無線センサーネットワークの利用シーン検討から実現機能を抽出
  - ①測位(絶対位置、相対位置)、②状態取得、ID取得
- 所要性能、必要な機能を網羅的に実証可能な環境を決定
  - ①人物個体識別(オフィス)、見通しのない病室での機器管理

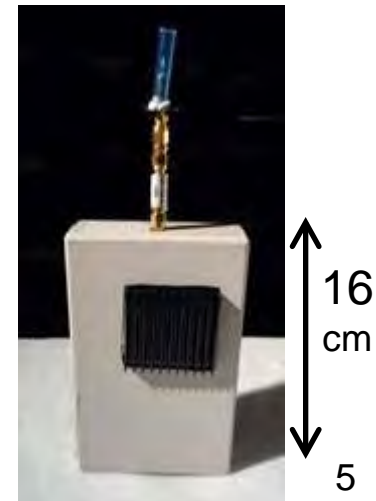
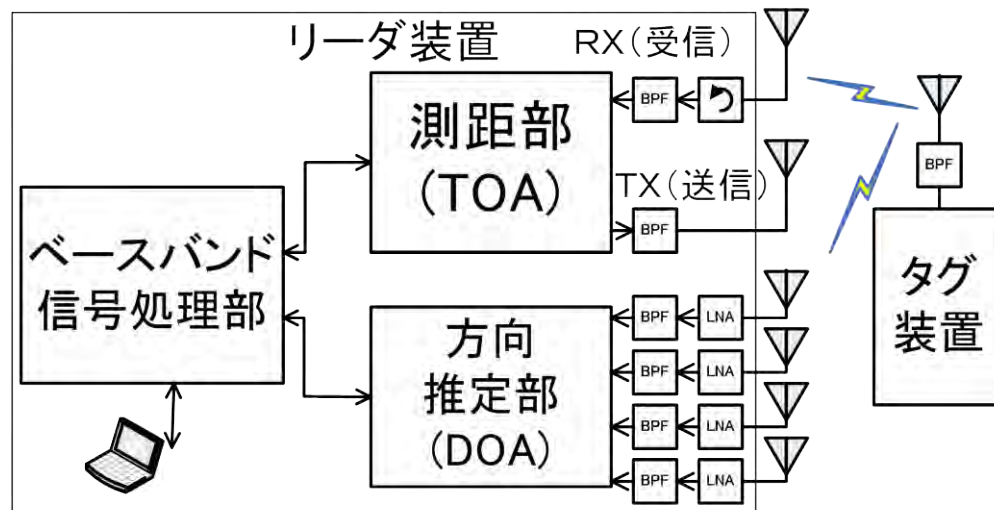
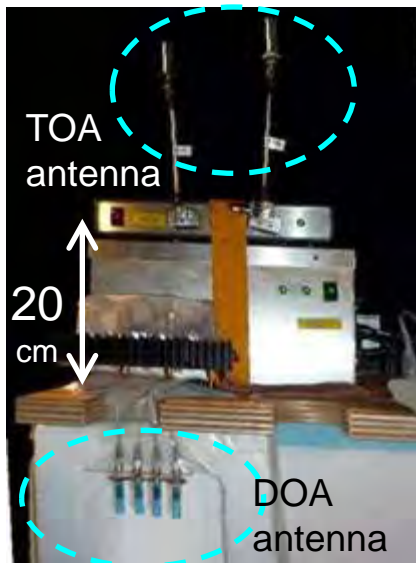


# 2 技術試験の詳細検討 – 使用する機器

## 機器の仕様と特長

- ハイバンドUWBインパルス方式
- 簡単設置を実現する一点測位技術
- 実伝搬環境における先頭波検出による高精度、高分解能

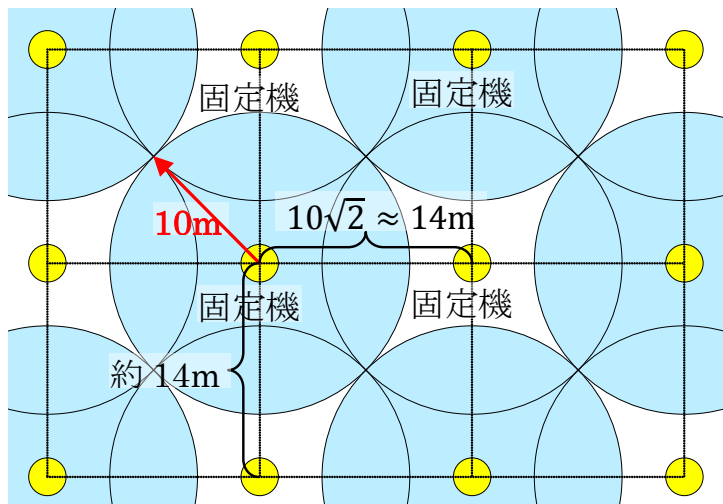
項目	免許申請諸元	備考
使用周波数	中心周波数 8750MHz 占有帯域幅 3GHz	ハイバンド帯域 7.25GHz~10.25GHz
送信電力	300μW	-44.3dBm/MHz以下 (空中線利得3dBi)
変調方式	型式 3G00 M1D	UWBインパルス OOK変調
アンテナ	TOA,TAG,DOA送受信ダイポール DOA受信専用高利得コリニア	利得 3dBi 利得 5dBi



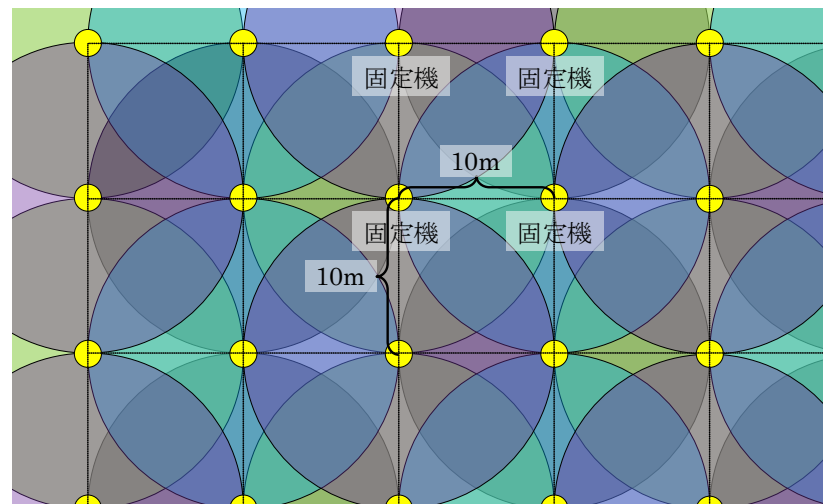
## 2 技術試験の詳細検討 – エリア配置

### エリア配置検討の前提

- ◆ 1点測位方式のエリア形態  
全方位に対する測位・通信動作が可能な機器
- ◆ エリア限界とエリア拡張  
送信電力の上限から、固定機の測位距離範囲は最大10m程度  
広いエリアをカバーする場合、複数の固定機をオーバーラップして配置する
- ◆ カバーエリア  
1つの固定機のカバーするエリア面積は**200[m<sup>2</sup>]**となる。(左図)
- ◆ ただし1点測位ではリーダー、タグが同時送信する場合があるので(第4章)、デバイスあたりの占有面積は100[m<sup>2</sup>/device]→従来の4点測位と同じ(右図)



1点測位のエリア配置図



4点測位のエリア配置図

# 3 技術試験

## 技術試験の目的

距離と方向の同時測定機能により無線センサーを実現するハイバンドUWB1点測位機器を用いて、その実現性および機器の要求性能、さらにアプリケーションを提供できるエリアを明らかにする

## 技術試験の手順と評価基準

### ➤ 理論検討

理論的な検討により、システム能力の最大値を算出する

### ➤ 距離測定

UWBインパルス信号がリーダ装置→タグ装置→リーダ装置の往復で誤りなく伝送され、測定結果の誤差が基準以下であることを評価基準とする。

### ➤ 方向測定

往復伝送されたUWBインパルス信号からビームフォーミング法により測定した結果がメインビーム方向にあることを評価基準とする。

### ➤ エリア算出

理論検討結果および測定結果より、ハイバンドUWB無線センサー機器のカバーエリアとして適切な面積を算出し、リーダ装置当たりのエリア面積を算出する。この数値は次章の分布密度の根拠として用いる。

### 3 技術試験の結果 — 理論検討

- ASK変調通信の伝送誤り率特性 ( $S/N=12\text{dB}$ において  $\text{BER}=1\%$ ) から理論的 maximum 到達エリアを算出
- UWBインパルス伝送特有の時間窓制御受信による改善量を含め  $S/N=-5\text{dB}$   
**理論最大距離は20.3[m]**
- 技術試験に用いる機器の性能 (NFの劣化、アンテナ利得改善)  $\Rightarrow 6.5\text{dB}$ 劣化  
**機器最大距離=9.6[m]**

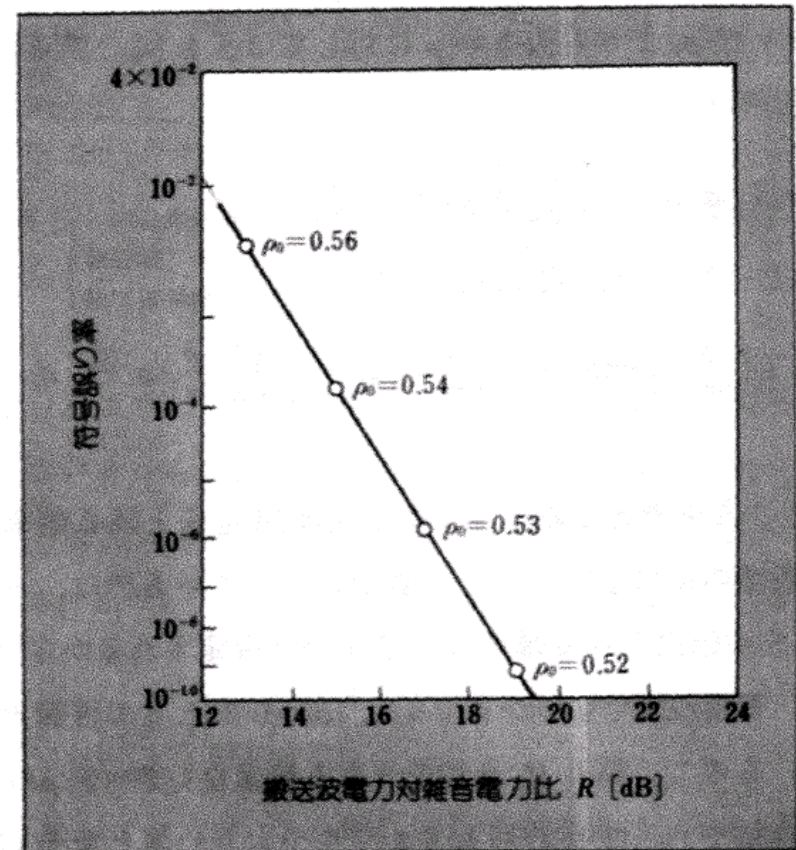


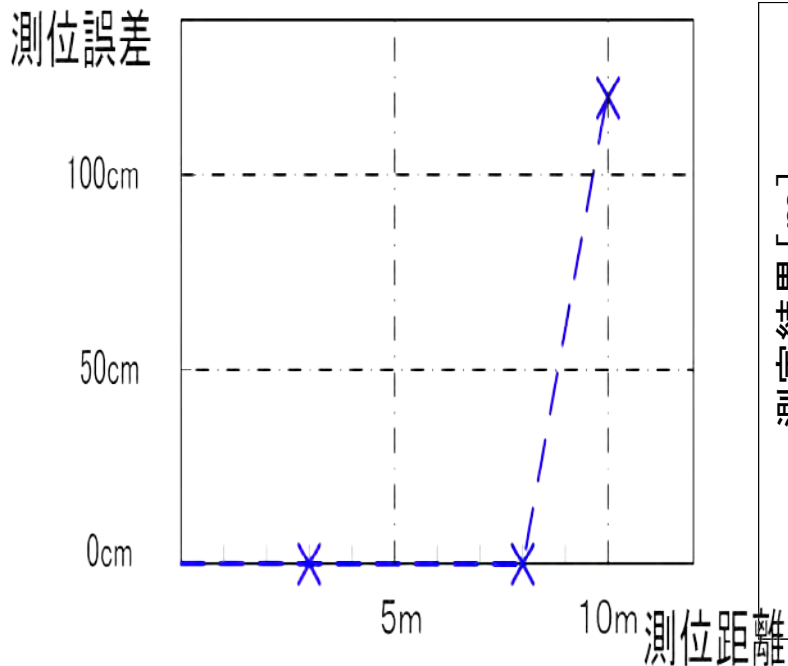
図 2・14 ASK 信号伝送方式における符号誤り率特性 [スレショールドレベル  $\rho_0$  は各  $R$  において誤り最小とする値]

関清三著「デジタル変復調回路の基礎」  
(オーム社)

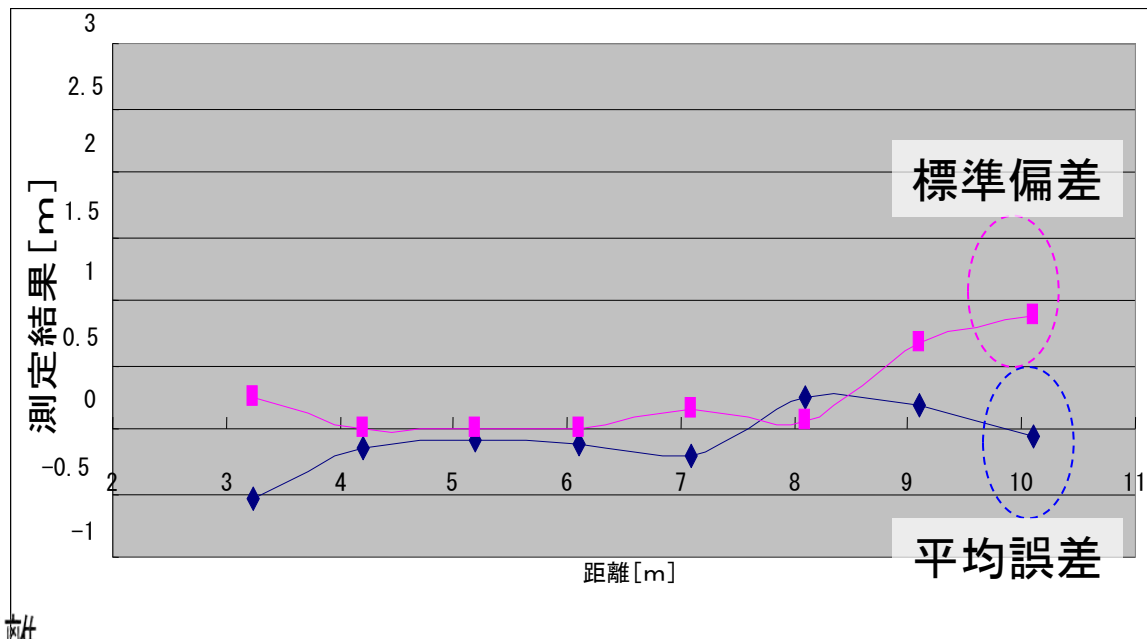


### 3 技術試験の結果 — 距離測定

- 離隔距離8m程度まで誤差はほぼ0。10mでは誤差が生じる(前節の理論検討の想定どおり。主要因は機器のNFによる劣化)
- 実伝搬環境の測定結果においては、平均誤差、標準偏差ともに50cm以内である。
- 有線接続でほとんど見られない標準偏差が実伝搬環境に現れる理由としては、伝搬特性の変動が距離誤差として検出されているため



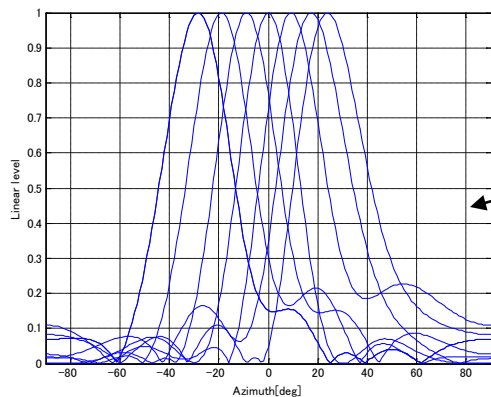
有線接続



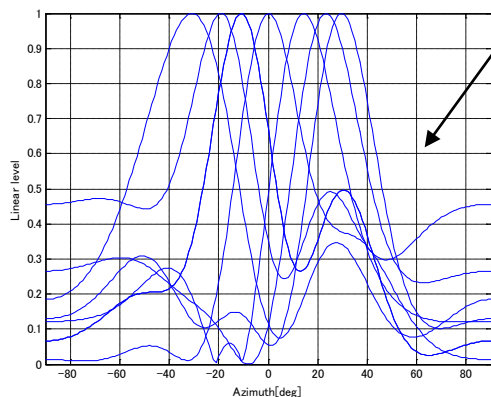
実伝搬環境

# 3 技術試験の結果 – 方向測定

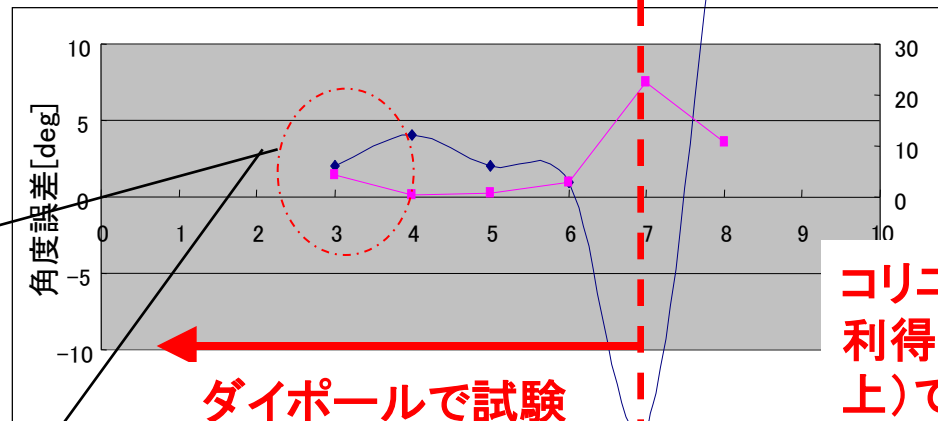
- 近距離(3m)では、電波暗室・実伝搬環境の結果に差異は見られない
- 機器の劣化を補償して、実伝搬環境における要求性能を満足するため、離隔距離7m以下ではダイポールアンテナ、7m以遠ではコリニアアンテナを受信アンテナとして用いることで等価的に機器利得を向上させて実験



電波暗室

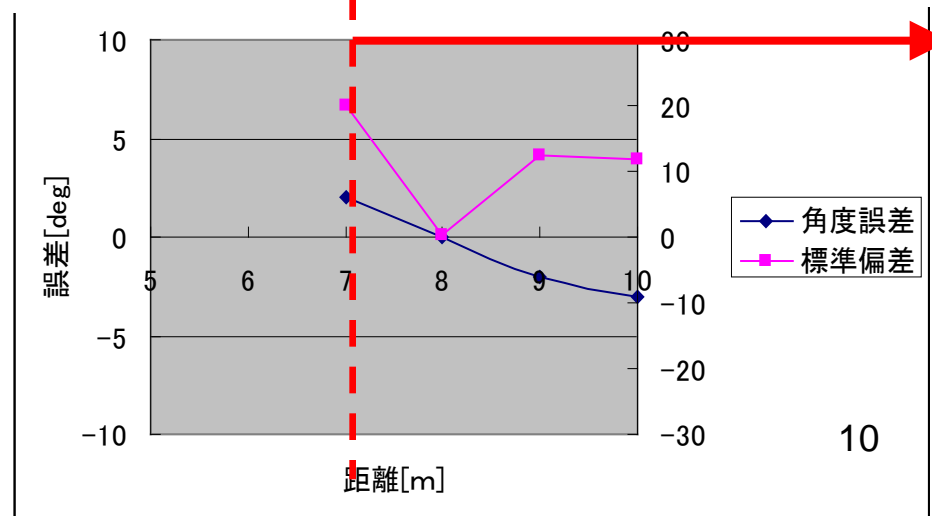


実伝搬



ダイポールで試験

コリニア(ダイポール利得を等価的に向上)で試験



# 3 技術試験結果の解析

## 解析項目と目標

- ① 電界強度分布測定  
距離測定および方向測定を行う場所における電波伝搬環境の把握
- ② 距離測定  
実伝搬環境における距離測定精度の評価
- ③ 方向測定  
実伝搬環境における方向測定精度の評価  
方向測定精度劣化要因の分析

# 3 技術試験結果の解析 ① 電界強度分布測定結果

- 模擬環境における電界強度測定結果(図1)は、距離に対して減衰するも理論値と比較して大きくなる傾向が見られる
- 単一周波数2波モデル(逆相合成による減衰および同相合成による最大6dBの電力増加)または、東京電機大学小林先生の提案(図2: Bandwidth=750MHz参照、比帯域約20%)→MAXホールド測定のため、同様の結果が得られている可能性
- UWBインパルス実質占有帯域幅(1.3GHz)は比帯域14%で比較的狭帯域→広帯域特性である周波数選択性フェージングから、狭帯域特性であるフラットフェージングへの傾向の変化が現れる

たとえばFCC(米国)規定UWB全帯域(図2 BW=7.5GHzに相当)の場合、電界強度変動が減少することから、できるだけ広く帯域をとることにより変動を軽減できる。

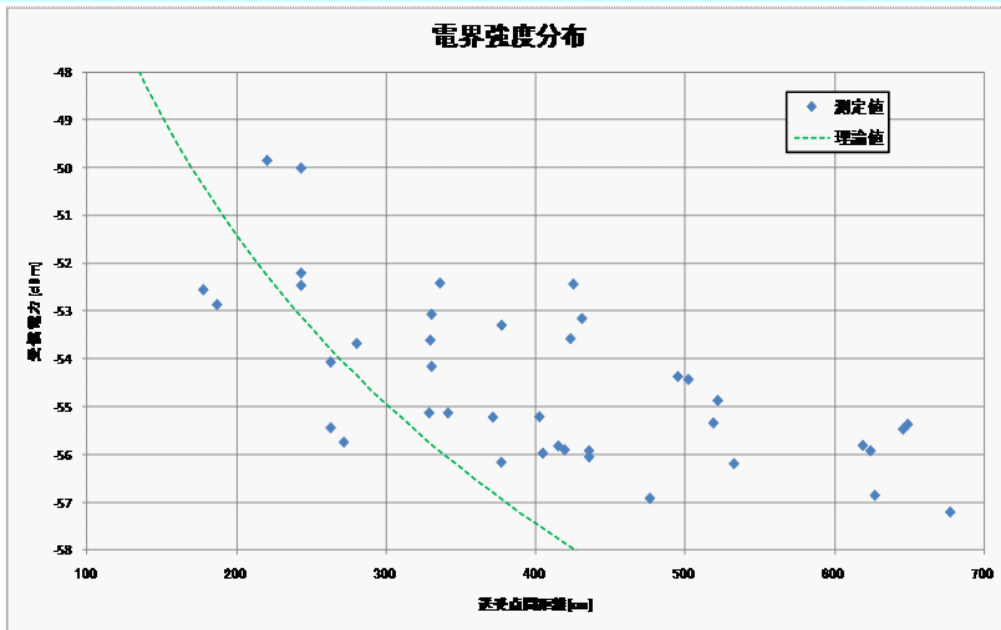


図1 電界強度測定結果

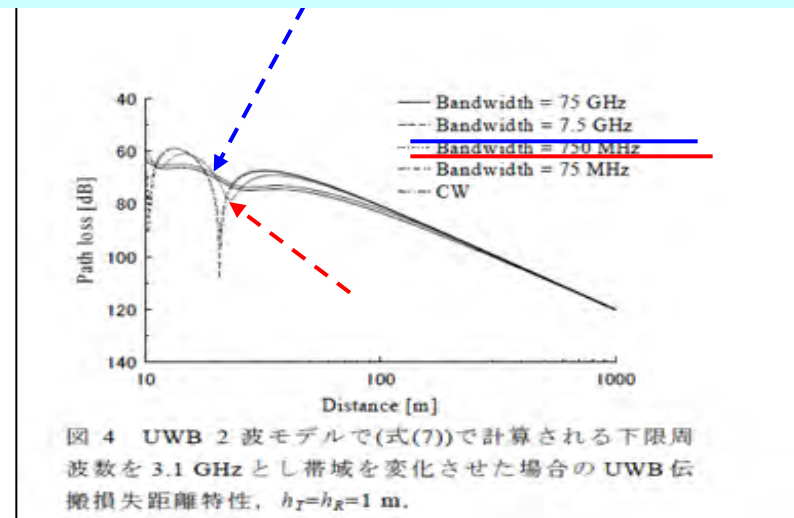
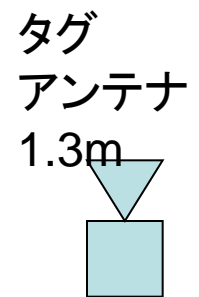
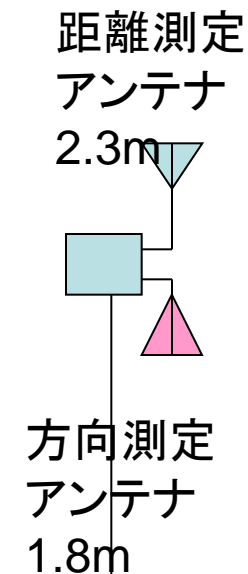
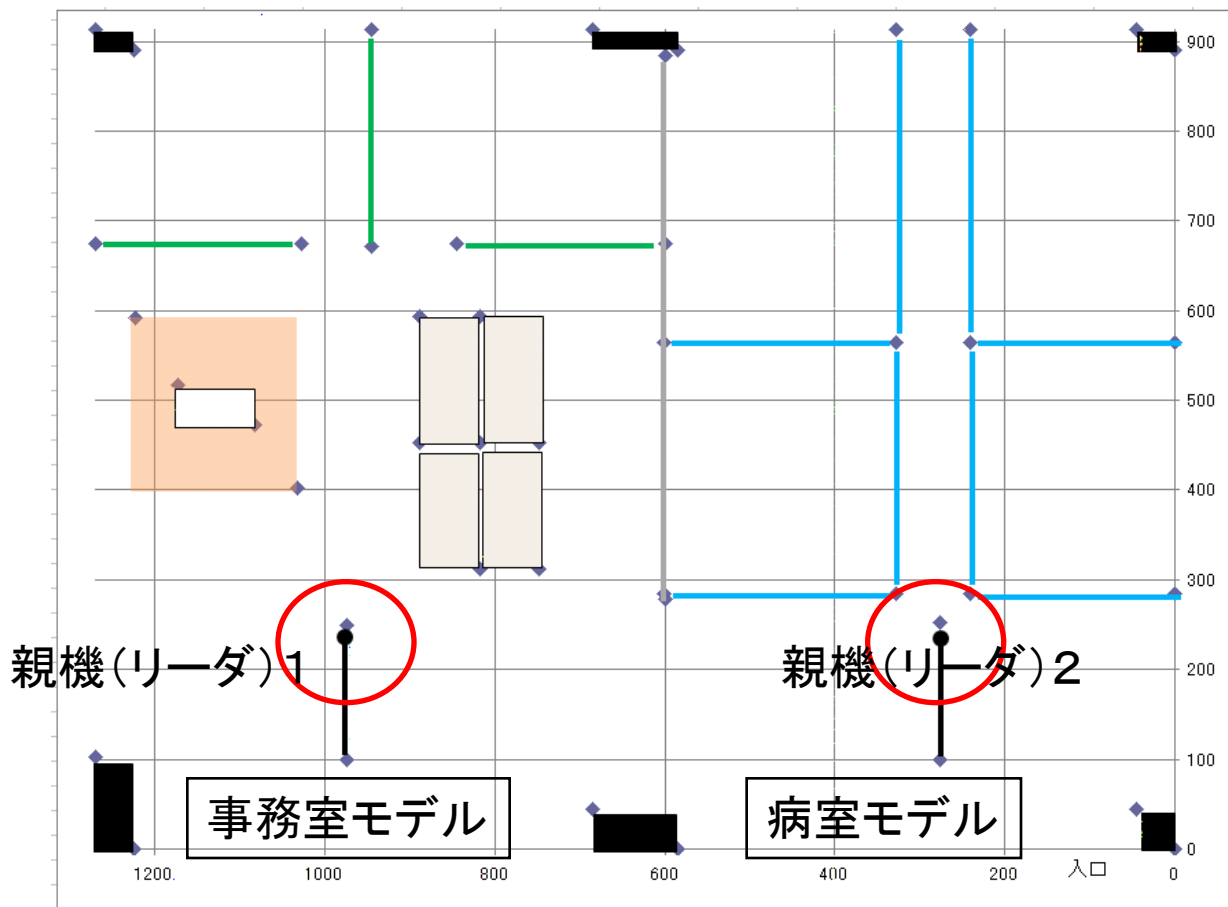


図4 UWB 2波モデルで(式(7))で計算される下限周波数を3.1 GHzとし帯域を変化させた場合のUWB伝搬損失距離特性、 $h_T=h_R=1$  m.

図2: UWB信号の見通し内伝搬損失距離特性  
佐藤, 小林 東京電機大学 大学院 工学研究科  
URSI 第480回電波研連F分科会

### 3 技術試験結果の解析 — 測定環境の説明

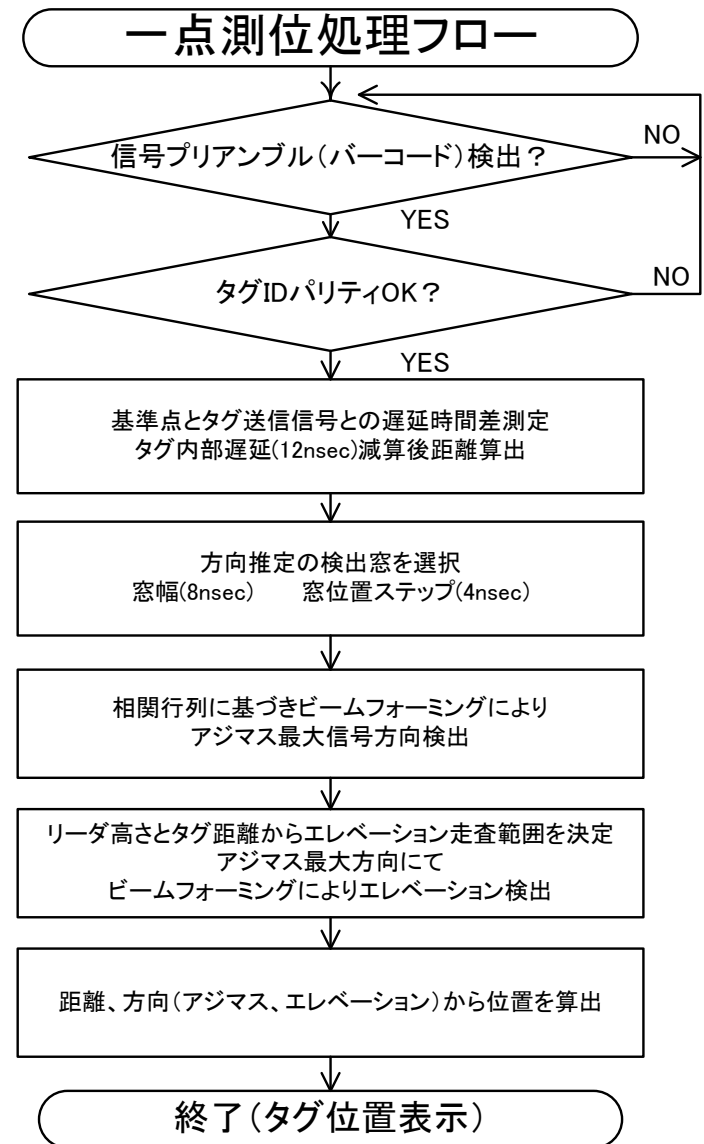
- 会議室内に構築した2つの模擬環境(左側:事務所モデル、右側:病室モデル)にハイバンドUWBリーダ(固定機)をそれぞれ設置
- 伝搬状況、測位精度に関しては主に左側:事務所モデルにて測定



# 3 技術試験結果の解析 — 処理内容の説明

## 処理の基本的な考え方

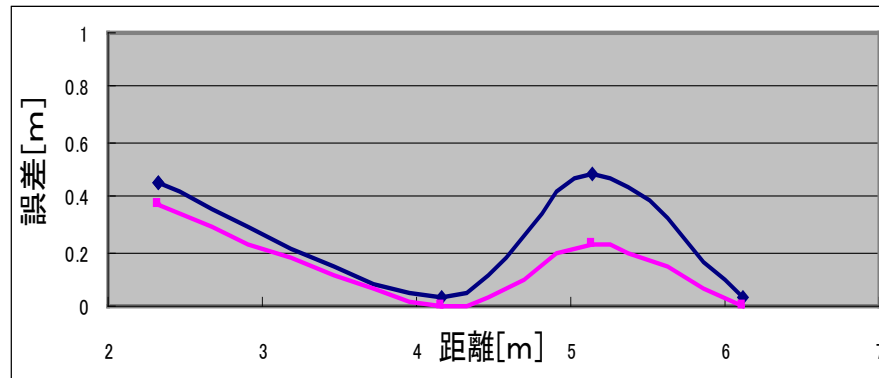
- インパルスによる距離測定は精度が高いため、この結果を優先して使用する。
- 方向推定は、マルチパス環境下で狭帯域信号を使用して行うため、距離推定結果に基づく検出窓制御を行って反射波を分離する。
- 方向推定は、限定された伝搬クラスタ内で高い精度が得られるビームフォーミング法を用いる。
- 方向推定用アレイアンテナは水平面内に配置されているため、アジマス(水平角)測定の精度が高い。したがって、角度測定結果ではアジマス測定結果を優先する。
- エレベーション(垂直角)測定においては、リーダー装置の高さと距離測定結果から走査範囲を限定して大きな誤差が生じないようにする。



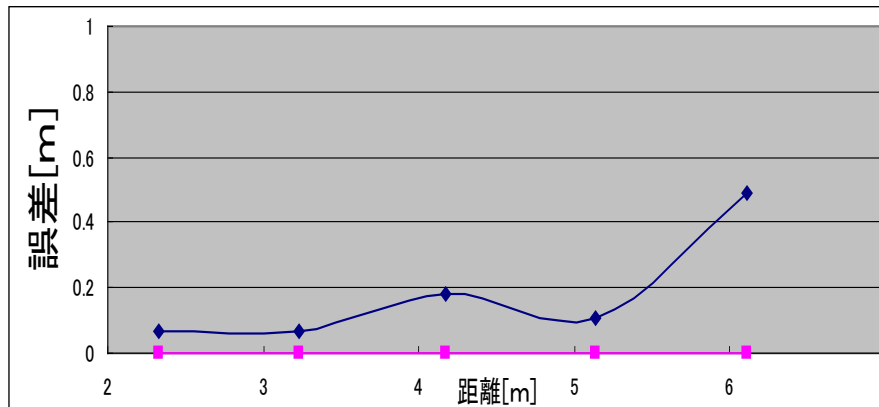
# 3 技術試験結果の解析 ②距離測定結果

- 距離測定サンプリング数  
150個(約1分)
- 距離誤差:最大50cm
  - 最大誤差は5m方向  
であり、パーティション  
の近傍に設置される  
ためと考えられる
- 標準偏差最大:40cm
  - 最大方向は左30度  
方向2mであり、リー  
ダ反射波との信号干  
渉により劣化したと考  
えられる  
(タグ信号27nsec  
リーダ反射波32nsec)

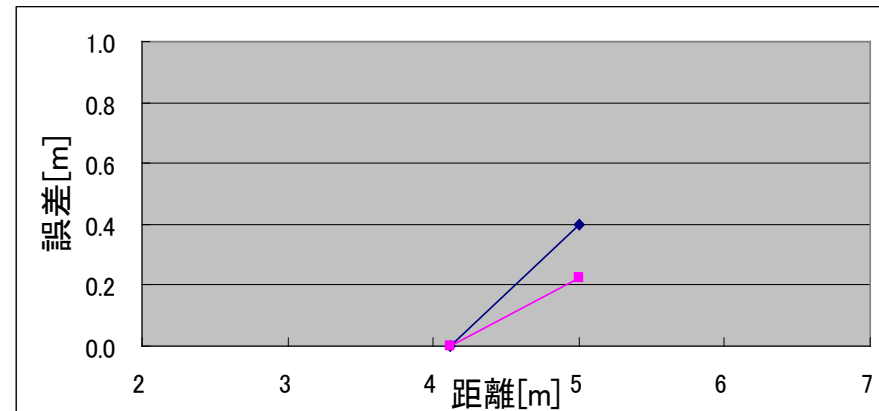
左30度方向  
青線 平均誤差  
赤線 標準偏差



0度方向  
青線 平均誤差  
赤線 標準偏差

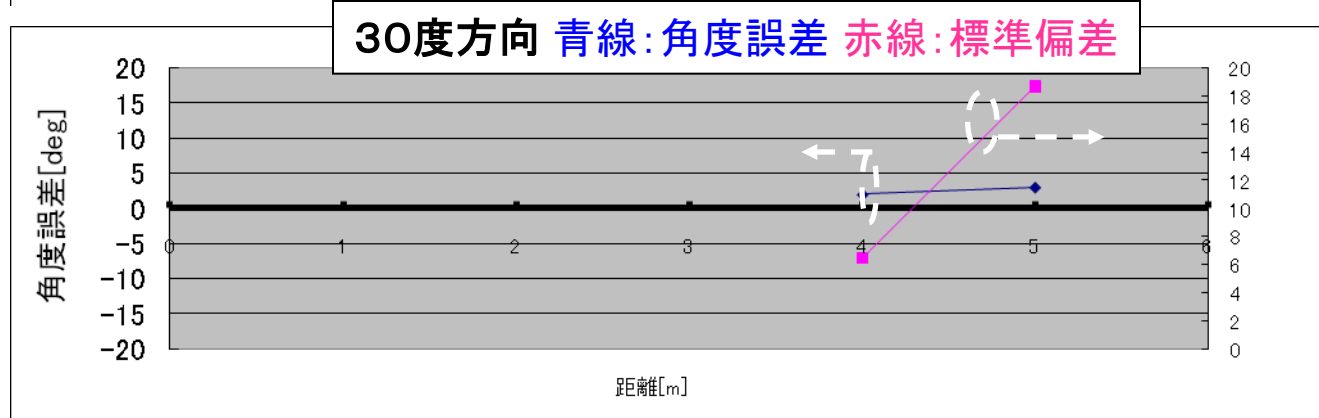
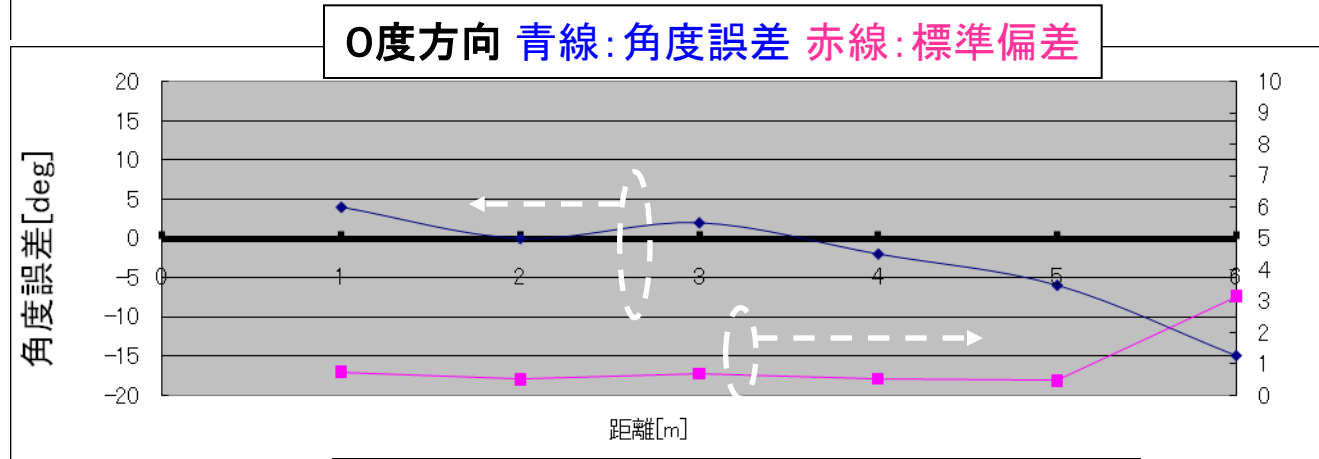
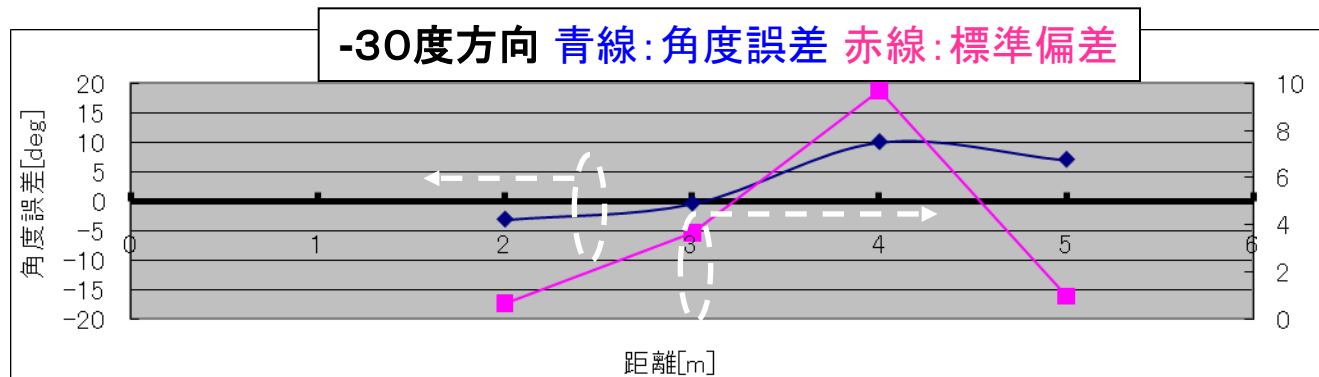


右30度方向  
青線 平均誤差  
赤線 標準偏差



# 3 技術試験結果の解析 ③方向測定結果

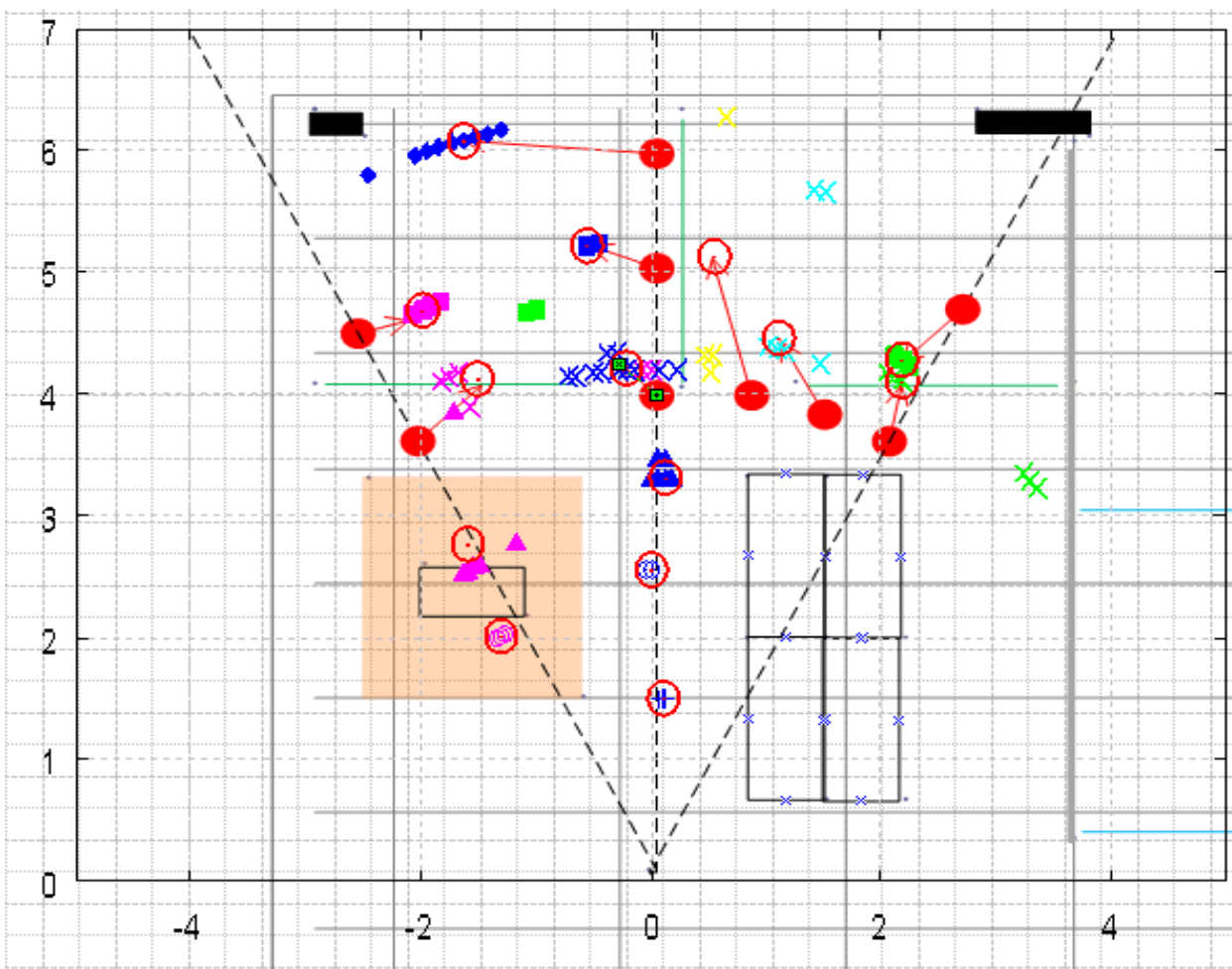
- 角度誤差を算出するための観測信号は相関信号合成後の方向測定結果である
- 標準偏差(平均値との差の二乗平均)が大きくなる部分は、信号強度が弱く-20度方向を誤検出する確率が増大するためである
- 標準偏差が5度以内(高S/N)のときの精度は5度程度である





# 3 技術試験結果の解析 ③方向測定結果

- 測定条件: 事務所側リーダーのみ送信
- リーダ(DOA)アンテナ高1.8m タグアンテナ高1.3m
- 測定時間: 10秒(各測定点サンプリング数30)
- 相関行列総和に対する方向測定結果を○で図示



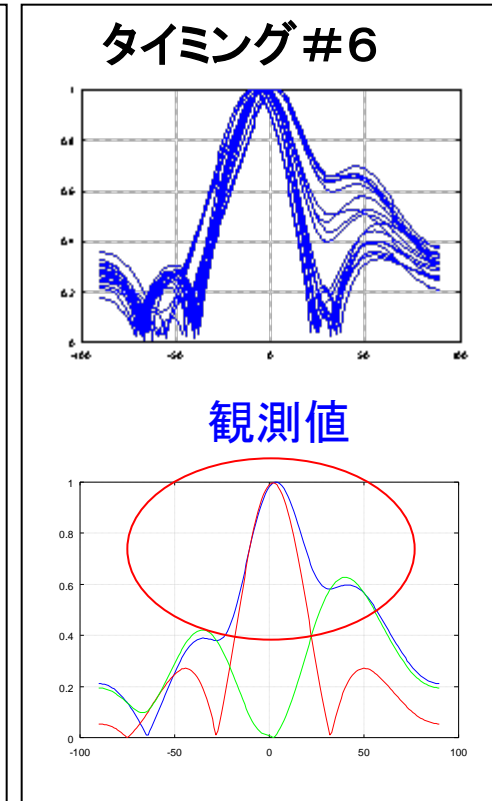
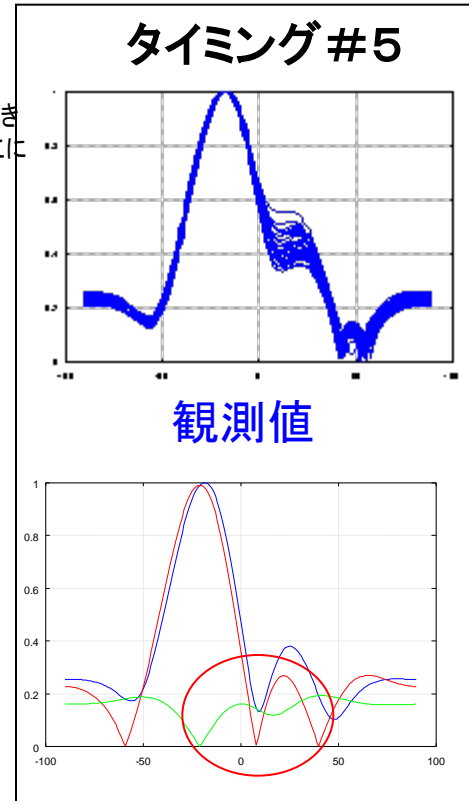
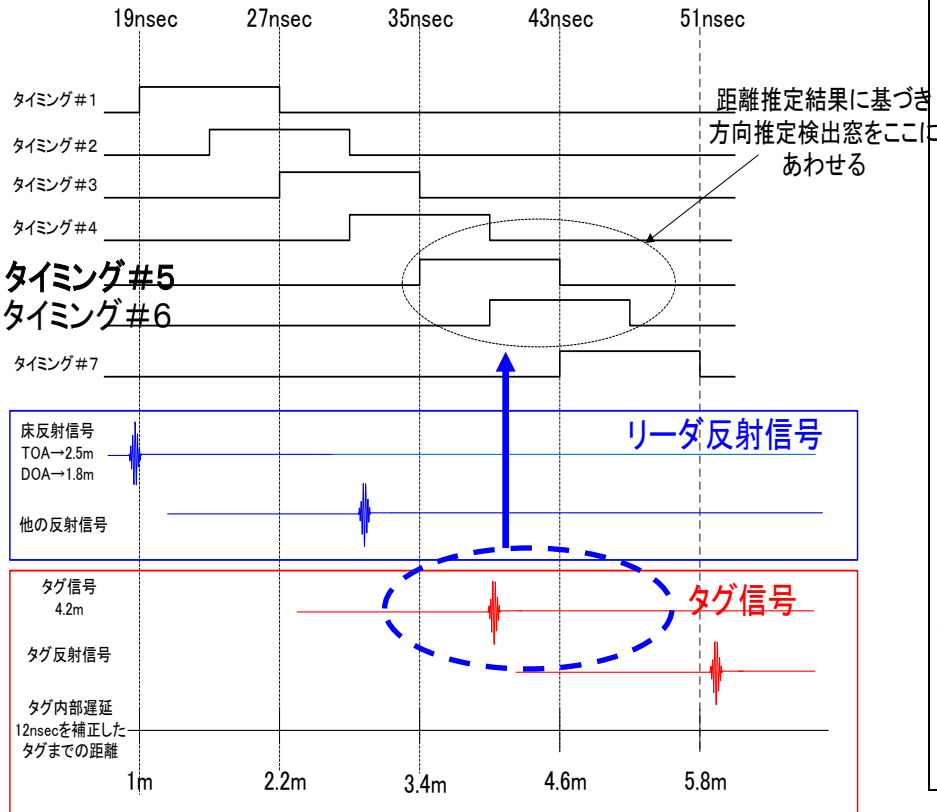
図中記号凡例

	-30 deg	0 deg	+10 deg	+20 deg	+30 deg
6m		◆			
5m	■	■			■
4m	×	×	×	×	×
3m	▲	▲			
2m	○	○			
1m		+			
真値	●				

# 3 技術試験結果の解析 ③方向測定 of 誤差要因解析

誤差要因(1): 方向推定受信窓の時間長が長い

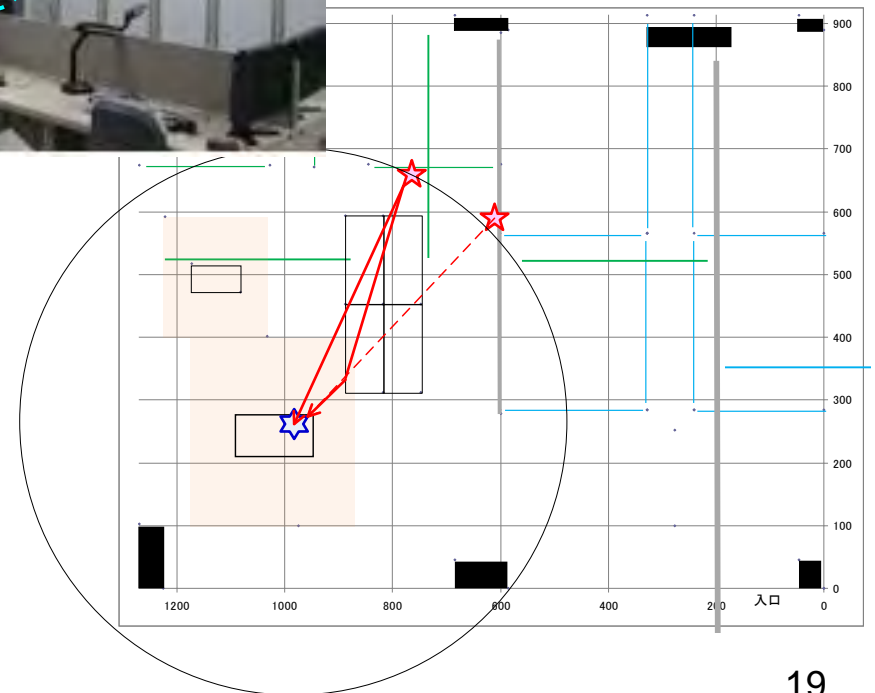
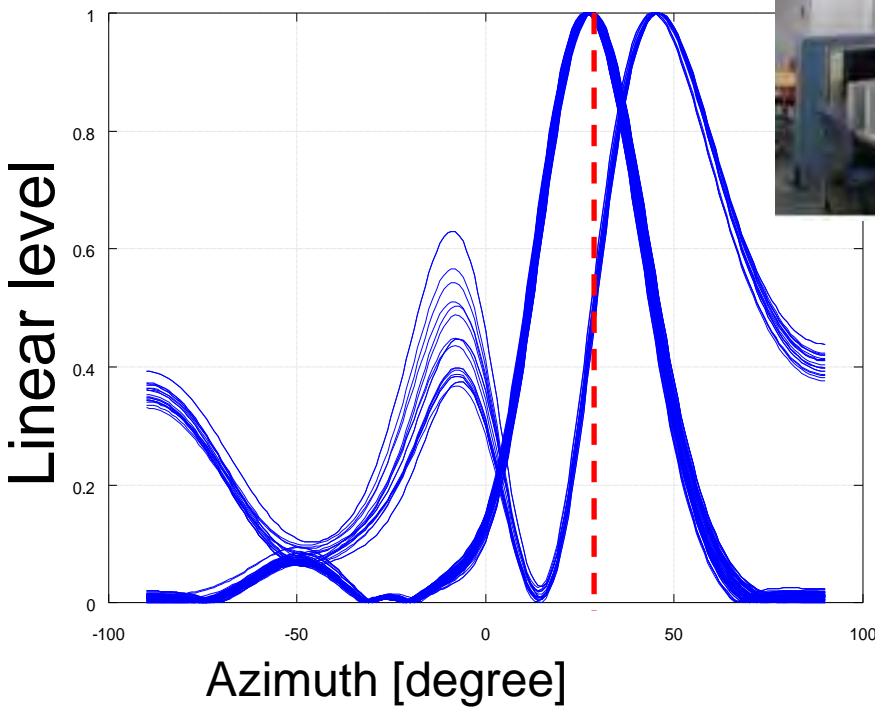
1. 距離測定結果に基づき方向推定窓タイミングを決定している
2. タイミング #5、#6ともにタグ装置返送信号を受信可能なタイミングであるが、
  - a. タイミング #6では正しい方向推定結果が得られる
  - b. タイミング #5では所要S/Nに満たず正しい方向推定ができない
3. 装置の性能(窓幅8nsec、制御間隔4nsec)に改善の必要がある



# 3 技術試験結果の解析 ③方向測定誤差要因解析

誤差要因(2): マルチパス経路差が小さい場合には分離できない場合がある

1. 左図のビームフォーミング結果に2つのピークが検出されている。(左側: 直接波、右側: 反射波)
2. 右図の机上パソコンによる反射波はリーダ装置近傍であり経路差が小さい。
3. UWBインパルス伝送の特長的処理である時間窓制御受信(経路差2.4mまで分離可能)では分離できなかったため誤差が生じた。
4. 信号検出レベル比較等による追加処理により改善の可能性がある



## 4章 普及予測

- 4. 1 2006年度通信デバイス普及密度見直し
- 4. 2 通信+センサーデバイスの普及予測

## 5章 周波数共用条件の検討

- 5. 3 自由空間干渉モデル
  - 5. 3. 1 離散的配置モデルの検討(通信モデル)
  - 5. 3. 2 均一密度分布モデルの検討  
(通信・センサ混在モデル)
  - 5. 3. 3 減衰モデル  
ダブルスロープモデル、ITU-R.P452

# 4 普及密度の検討

第1章で検討した利用シーンから導入施設を想定し、サービス提供面積を定義

想定導入施設	サービス提供面積
事務所	業種に関わらず、主な利用現況が事務所である宅地などに存在する建物の延べ床面積
病院	病院および有床診療所の病床数に、一般病床あたり平均病室面積を掛けた面積
屋内展示施設	総合博物館、科学博物館、歴史博物館および美術館の施設面積のうち、建物面積（野外博物館、動物園、植物園、動植物園、水族館の建物面積を除く）
物流倉庫	普通倉庫と、危険品倉庫のうち建屋に貯蔵するものについては所管面積、冷蔵倉庫については所管容積を平均冷蔵庫内寸高さで除した面積
大型店舗	産業分類に関わらず、売場面積3000㎡以上の小売店舗の売場面積の合計
工場	業種に関係なく工場敷地内の建物の延べ床面積

対象施設の最密地域における床面積密度から最密システム密度を算出

施設種別	最密地域 (都道府県)	サービス提供 面積率 [㎡/km <sup>2</sup> ]	システム密度 [システム/km <sup>2</sup> ]
事務所	東京都	34254.6	171.3
病院・診療所	東京都	519.6	2.6
屋内展示施設	東京都	127.3	0.6
物流倉庫	大阪府	1,994.6	19.9
大型店舗	東京都	1,527.5	7.6
工場	大阪府	17,714	88.6
合計			<b>290.6</b>

# 4 普及密度の検討

## UWB出荷台数 (総務省 平成21年度「電波の利用状況調査」)

出荷年度	技術基準適合証明 (台数)	工事設計認証 (台数)	合計
平成18年	7	9,566	9,573
平成19年	103	7,825	7,928
平成20年	83	1,036	1,119

### UWBの技術基準適合証明等を受けた機器数 (電波利用ホームページより)

取得年度	ローバンド		ハイバンド*	
	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	107	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
合計	238	34	67	12

\* ローバンドとハイバンドの両バンドで技術基準適合証明等を受けた機器が10件ある

# 4 普及密度の検討 – UWB通信機器普及密度の見直し

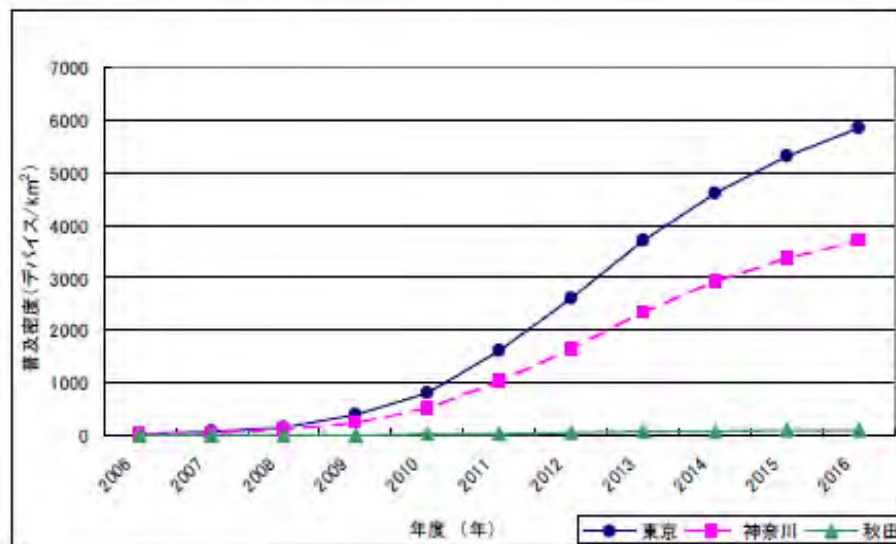
- 2006年度の普及予測では2010年時点での普及密度が1000デバイス/km<sup>2</sup>とされている。
- その後の状況
  - IEEE802.11nの普及等の要因により、平成19年度以降、UWBの出荷台数は減少の一途。
  - ローバンドを含めたUWBの販売状況に関して平成22年度における普及密度実績は100デバイス/km<sup>2</sup>未満と考えられる。
  - 特にハイバンドは、前述のように工事設計認証で12件、技術基準適合証明で67台の実績にとどまっている。

ハイバンドUWB (50Mbps)通信機器の普及密度を  
**100デバイス/km<sup>2</sup>未満**  
 とするのが妥当と考えられる。

## 2006年法制化時の普及予測

### (3) 普及密度

各地域における普及密度を図3-2に示す。



地域	人口密度	普及密度 (デバイス/km <sup>2</sup> )										
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
東京	5748	22	70	151	386	798	1810	2600	3701	4604	5322	5862
神奈川	3839	14	44	95	244	505	1020	1646	2343	2915	3370	3711
秋田	99	0	1	3	7	14	28	45	84	79	92	101

図3-2 各地域における普及密度

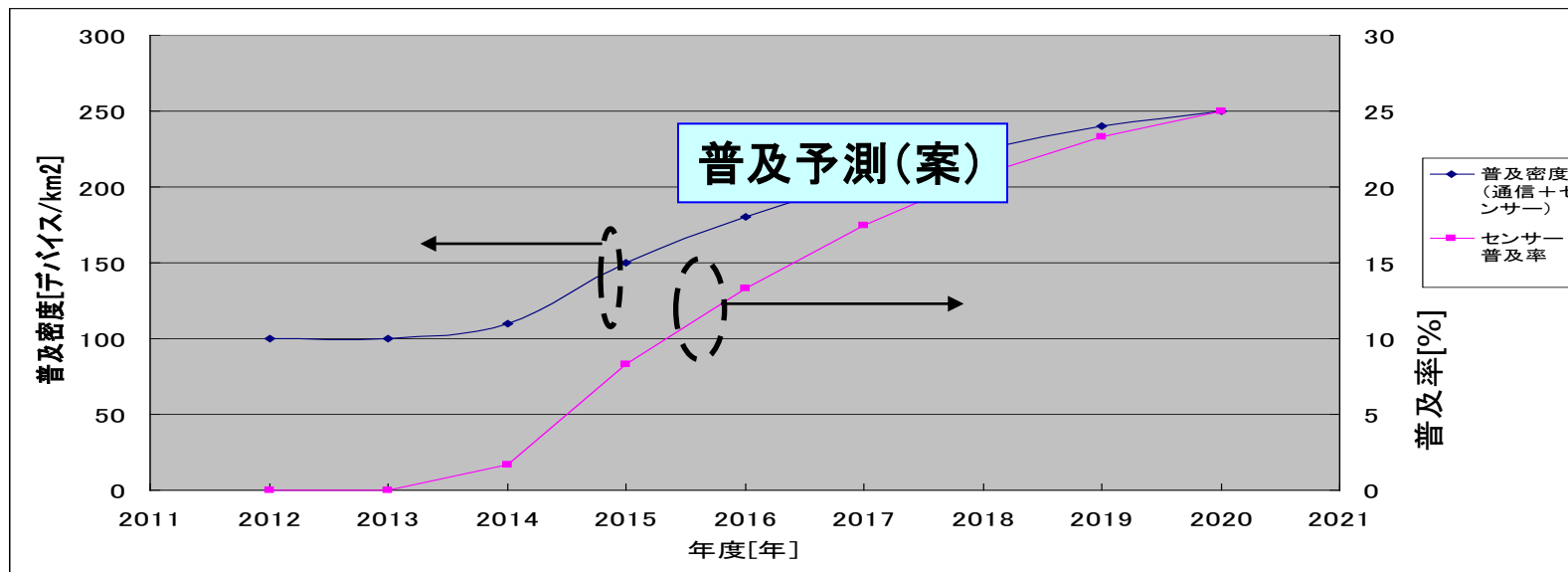
第4章の他の無線システムとの干渉検討において、UWB無線システムの利用密度を1000デバイス/km<sup>2</sup>、500デバイス/km<sup>2</sup>、100デバイス/km<sup>2</sup>と前提としているが、1000デバイス/km<sup>2</sup>については5~6年後の大都市部、100デバイス/km<sup>2</sup>については10年後の地方都市におけるUWB無線システムの普及密度をそれぞれ示すものといえる。

# 4 普及密度の検討 – UWB機器の普及予測

センサー普及率を、法制化後8年(2020年)で25%程度とする。  
 この場合、普及密度は通信とセンサーを合わせて250デバイス/km<sup>2</sup>となる。

施設種別	最密地域 (都道府県)	サービス提供 面積率 [m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> ]	システム密度 [システム/km <sup>2</sup> ]
事務所	東京都	34254.6	171.3
病院・診療所	東京都	519.6	2.6
屋内展示施設	東京都	127.3	0.6
物流倉庫	大阪府	1,994.6	19.9
大型店舗	東京都	1,527.5	7.6
工場	大阪府	17,714	88.6
合計			<b>290.6</b>

リーダーとタグが同時に送信する可能性がある場合には、1システム2台とするため600デバイス/km<sup>2</sup>(普及率100%)





# 5周波数共用条件の検討

共用を検討すべき無線システム = 一次業務の無線システム

## ◆ 7.5GHz帯 一次業務=固定マイクロ

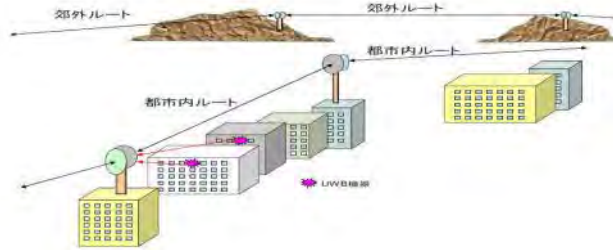


図1 固定マイクロ無線システムの利用 (都市内、郊外ルート)

許容干渉量は-129.83dBm/MHz  
であり、ハイバンドで最もきびしい

## ◆ 9.7GHz帯 一次業務=港湾レーダ



Photo 1 Antenna

- 許容干渉量は-105.0dBm/MHz  
固定マイクロ波に比較して20dB  
以上余裕度がある
- 陸地方向では電波放射を停止  
しているレーダもある

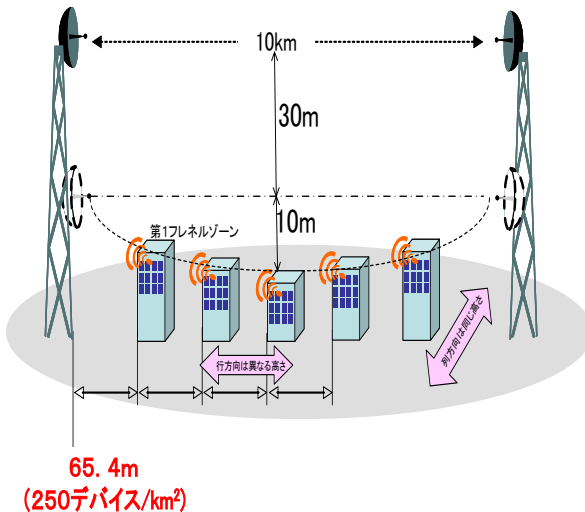
## ◆ 9.3GHz航空用気象レーダ、Xバンド船舶レーダ

7.3GHz Xバンド衛星地球局: 離隔距離により問題なし(2006) <sup>25</sup>

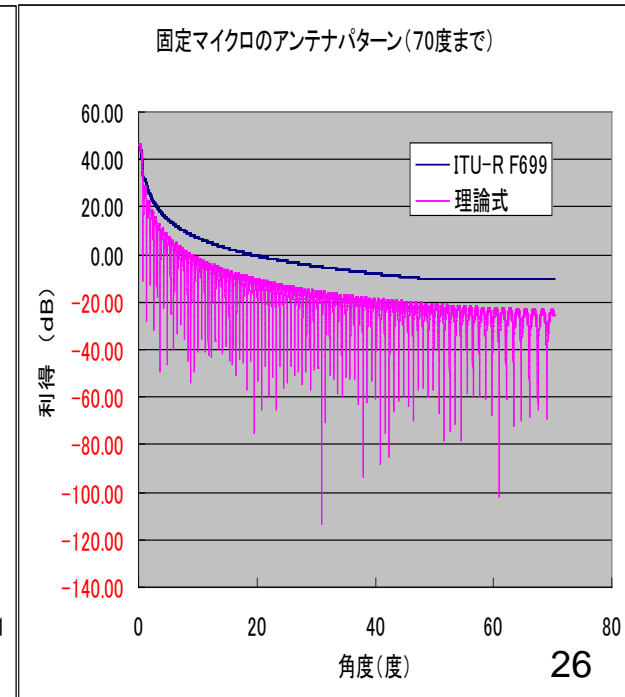
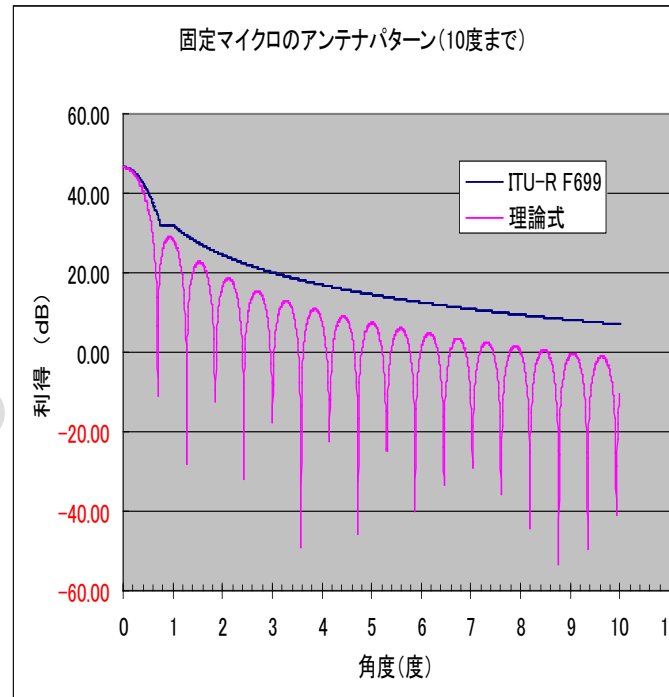
# 5 周波数共用条件の検討 – 離散的配置モデル

## 前提条件

- UWB配置: 250デバイス/km<sup>2</sup>  
(1000デバイス/km<sup>2</sup>に対しピコネット同時動作1/4と等価)
- UWBアグリゲーション電力積算範囲:  
シングルエントリーにおける所要離隔距離=4.5km
- 壁減衰(-12dB) 稼働率5%(-13dB)を考慮
- アンテナ高: 第1フレネルゾーン+30m
- アンテナ指向性: 4mΦパラボラ 指向性パターンITU-R F.699 (G=46.5dBi)  
(固定マイクロの180度後方は考慮しない)



配置モデル



# 5 周波数共用条件の検討 – 離散的配置モデル

- 干渉量の総和:  $-133.1\text{dB/MHz}$   
(2006年資料4-1: 許容干渉量 $-129.8\text{dBm/MHz}$ に対して  
計算結果 $-132.2\text{dB/MHz}$ )

## ● 考察

### –干渉を与える主なデバイス

- パラボラアンテナは、高利得ペンシルビーム(半値角 $0.7$ 度)であるため、パラボラアンテナのメインビーム内のデバイス以外は干渉に寄与しない(図1)
- パラボラアンテナが、フレネルゾーン $+30\text{m}$ にあるときには、アンテナ正面 $3\text{km} \sim 4.5\text{km}$ のUWBデバイスがメインビームの中に存在し干渉に寄与する(図2)。アグリゲーション干渉量はこの個別値に対して、稼働率 $5\%$ により $13\text{dB}$ 緩和される。
- 所要離隔距離( $4.5\text{km}$ )の設定により、自由空間におけるアグリゲーション干渉の加算範囲きめることができる。

### –2006年資料との差異

#### ➤ 下記の前提が不明

- パラボラアンテナ指向性の規定
- ピコネット時のデバイス配置

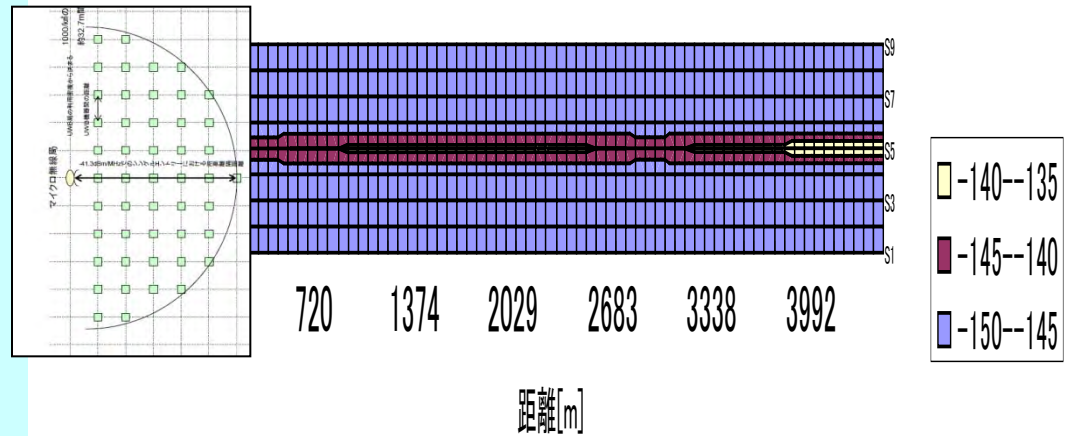


図1: 平面内の各デバイス干渉量(稼働率100%)[dBm/MHz]

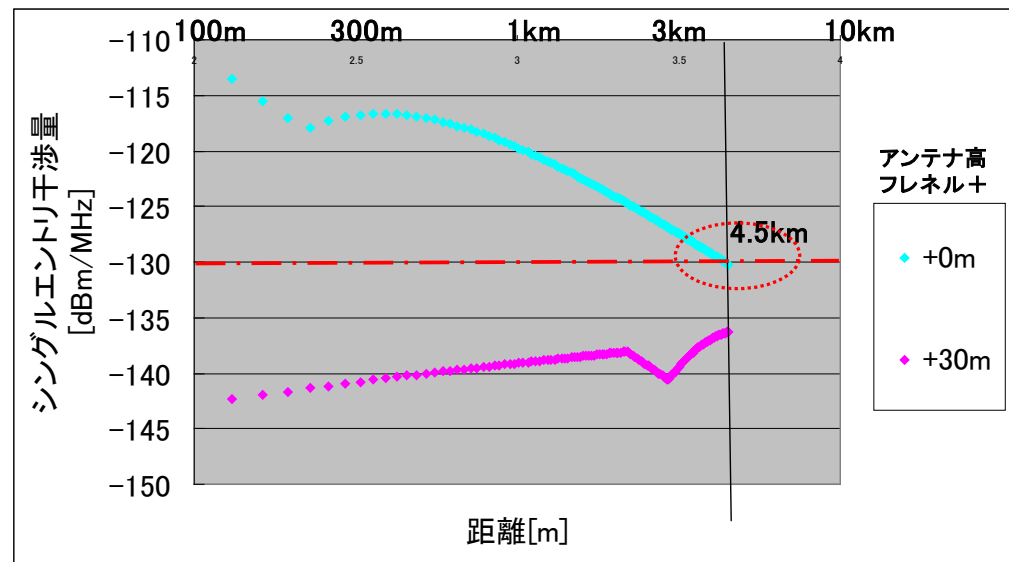
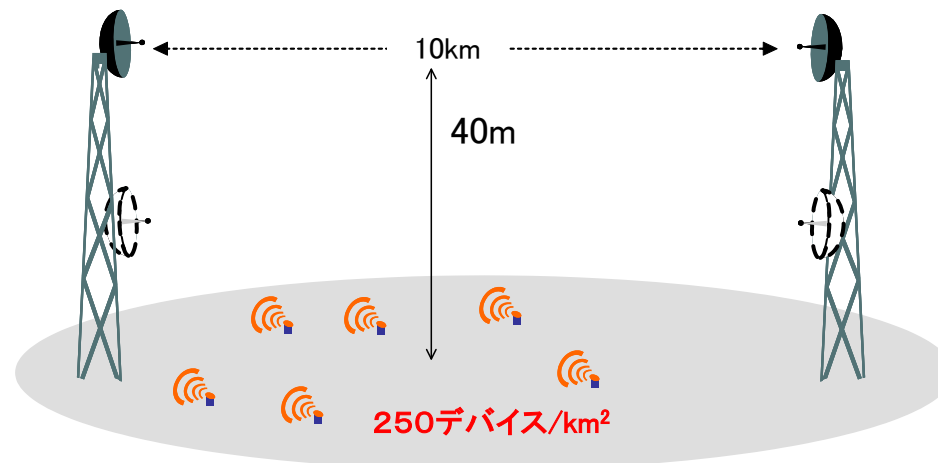


図2: パラボラアンテナ正面方向の各デバイス干渉量(稼働率100%)

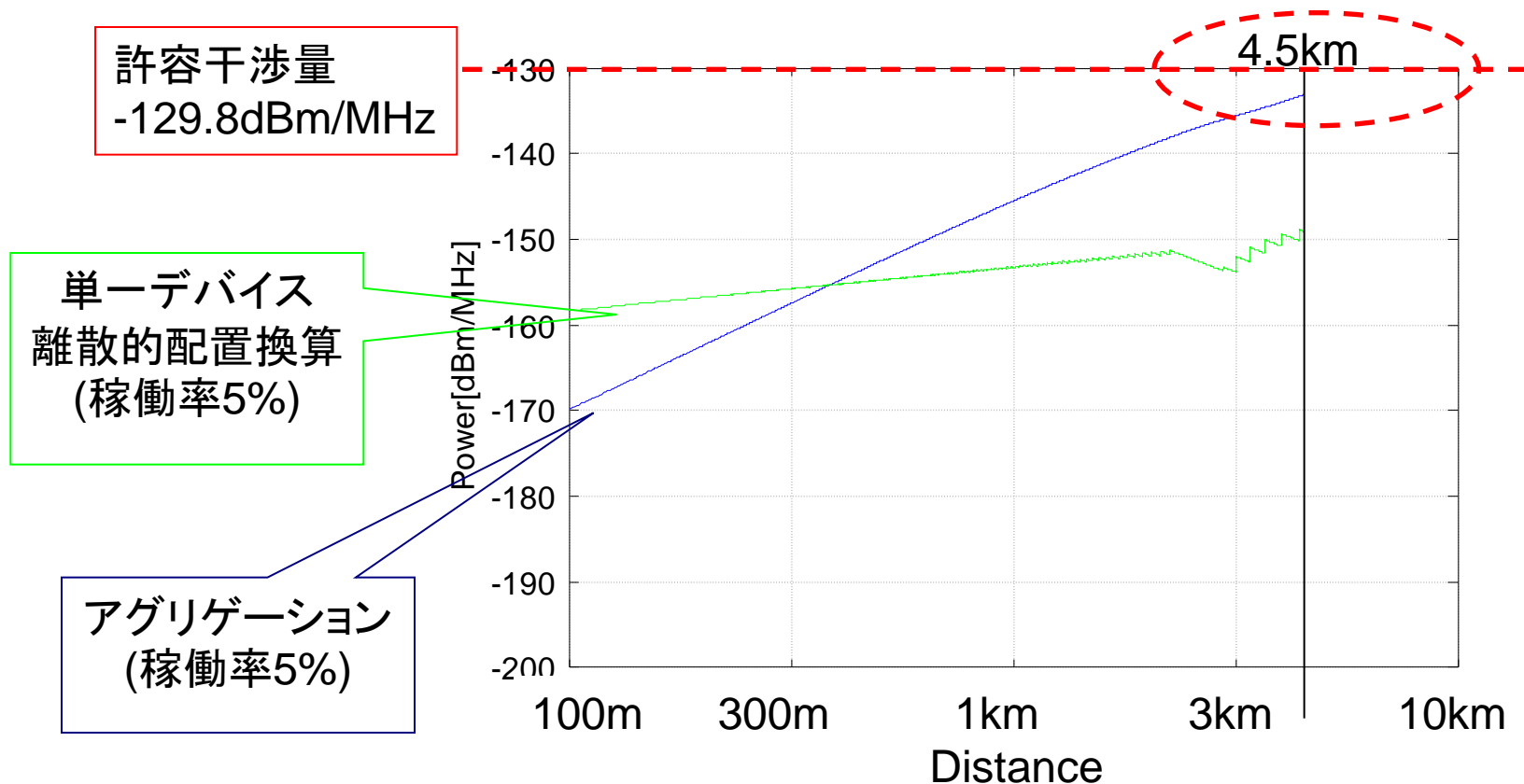
# 5 周波数共用条件の検討 –均一密度分布モデル

- 前提条件：  
センサーは、想定建物内において面積 $200\text{m}^2$ エリアで密に配置されるが、その他の地域では配置されない。また、通信用デバイスと混在するため、等間隔モデルではなく、 $250$ デバイス/ $\text{km}^2$ 均一密度分布モデルを仮定して検討。
  - その他の前提は、離散モデルと同一
  - UWB配置： $250$ デバイス/ $\text{km}^2$
  - UWBアグリゲーション電力積算範囲：  
シングルエントリーにおける所要離隔距離= $4.5\text{km}$
  - 壁減衰( $-12\text{dB}$ ) 稼働率 $5\%$ ( $-13\text{dB}$ )を考慮
  - アンテナ高：第1フレネルゾーン+ $30\text{m}$
  - アンテナ指向性： $4\text{m}$ Φパラボラ 指向性パターンITU-R P.699 ( $G=46.5\text{dBi}$ )  
(固定マイクロの $180$ 度後方は考慮しない)



# 5 周波数共用条件の検討 – 均一密度分布モデル

- 干渉量の総和:  $-133.1\text{dBm/MHz}$  (離散モデルと同じ)
- アグリゲーション干渉は、離散モデルと均一分布モデルで同じ場所のUWBデバイスが主に寄与するため分布モデルによる差はほとんど出ない
- 単一デバイスによる干渉が許容干渉量となる離隔距離の前提を踏襲  
→このモデルにおいても所要離隔距離は4.5km



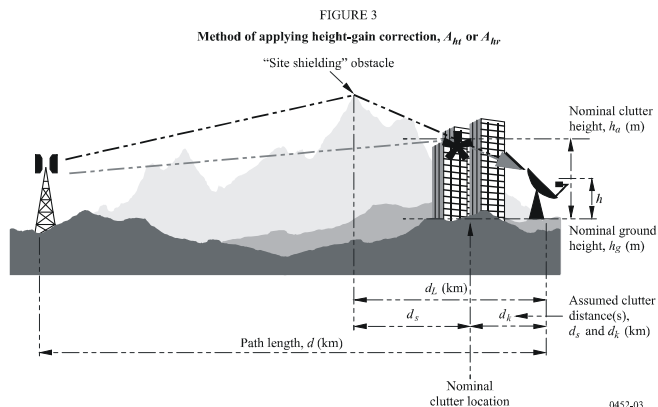
# 5 周波数共用条件の検討 – 減衰モデル

- 一般にUWBの干渉計算においては、壁減衰12dBが仮定されている。しかし、都市内伝搬においては、UWBデバイスと被干渉無線機アンテナが見通しとなることはほとんどなく建物の反射・回折を経た後に伝搬すると考えられる。
- 自由空間伝搬損失に対して、上記の都市内減衰を考慮したモデルを挙げる
  1. ITU-R P452モデル→周辺のローカルスカッターによる局所的減衰19.8dB
  2. ダブルスロープモデル→特定の点(インターセプトポイントまたはブレイクポイントまでは自由空間、それより以遠は3. 3~4乗で減衰

RECOMMENDATION ITU-R P.452-14

## Prediction procedure for the evaluation of microwave interference between stations on the surface of the Earth at frequencies above about 0.1 GHz\*

A computer spreadsheet associated with the clear-air prediction procedures described in this Recommendation is available from the ITU-R website dealing with Radio communication Study Group 3.



ITU-R P452モデル

W.Sorgel et.al

“Sensitivity of Aggregate UWB Interference Models to their Parameters”  
 Proceedings of The 2nd work shop on Positioning and Communication  
 (WPNC'05)&1st Ultra Wideband Expert Talk (UET'05)

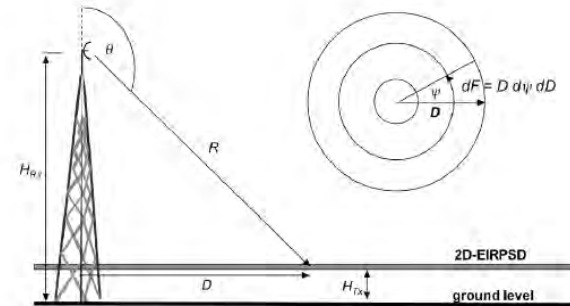


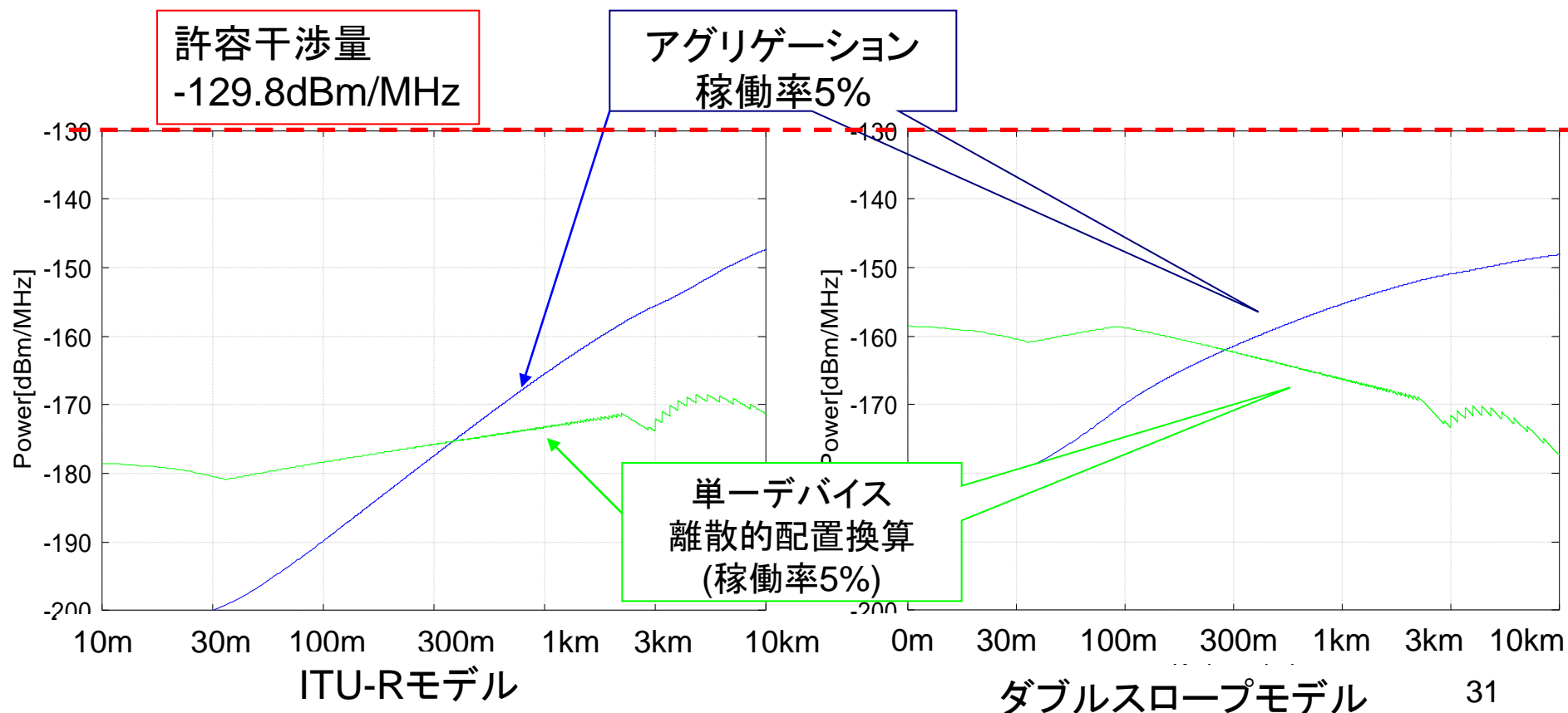
Fig. 1: Model geometry for aggregate interference calculations.

ダブルスロープモデル

# 5 周波数共用条件の検討 – 減衰モデル

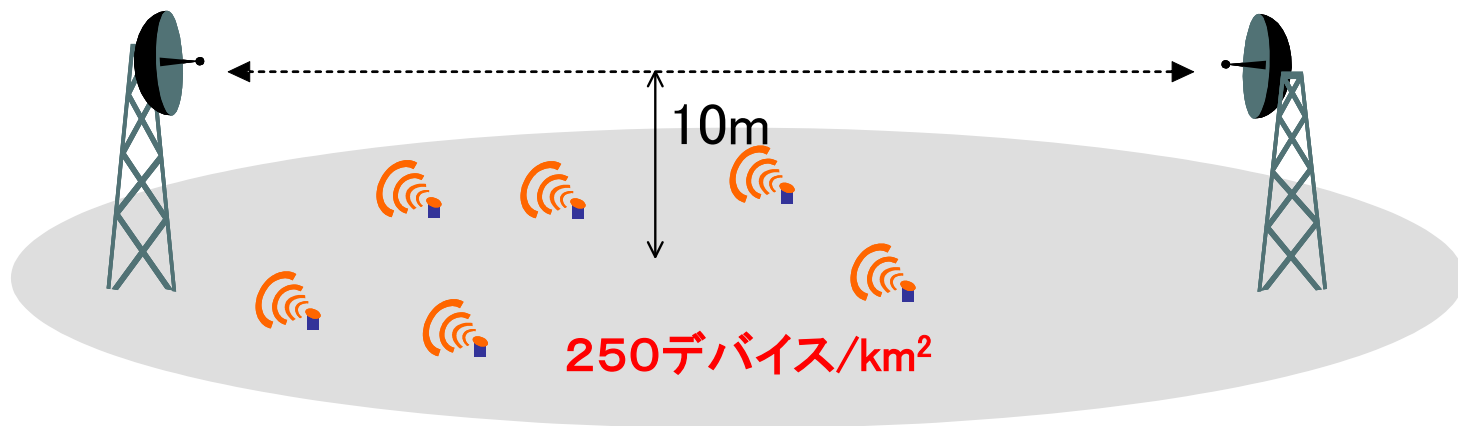
## 減衰モデルによる干渉電力試算

- 試算1: 自由空間減衰とクラッタ損失ITU-R P452-13 P.17(47)式を適用→局所的損失
- 試算2: ダブルスロープモデル(0-100m 2乗減衰、100m-20km 3乗減衰)→伝搬損失  
固定マイクロ波とUWBデバイスの高低差を一律40mとする
- UWBデバイスを均一分布にて計算



# 5 周波数共用条件の検討 (参考) エントランス回線検討

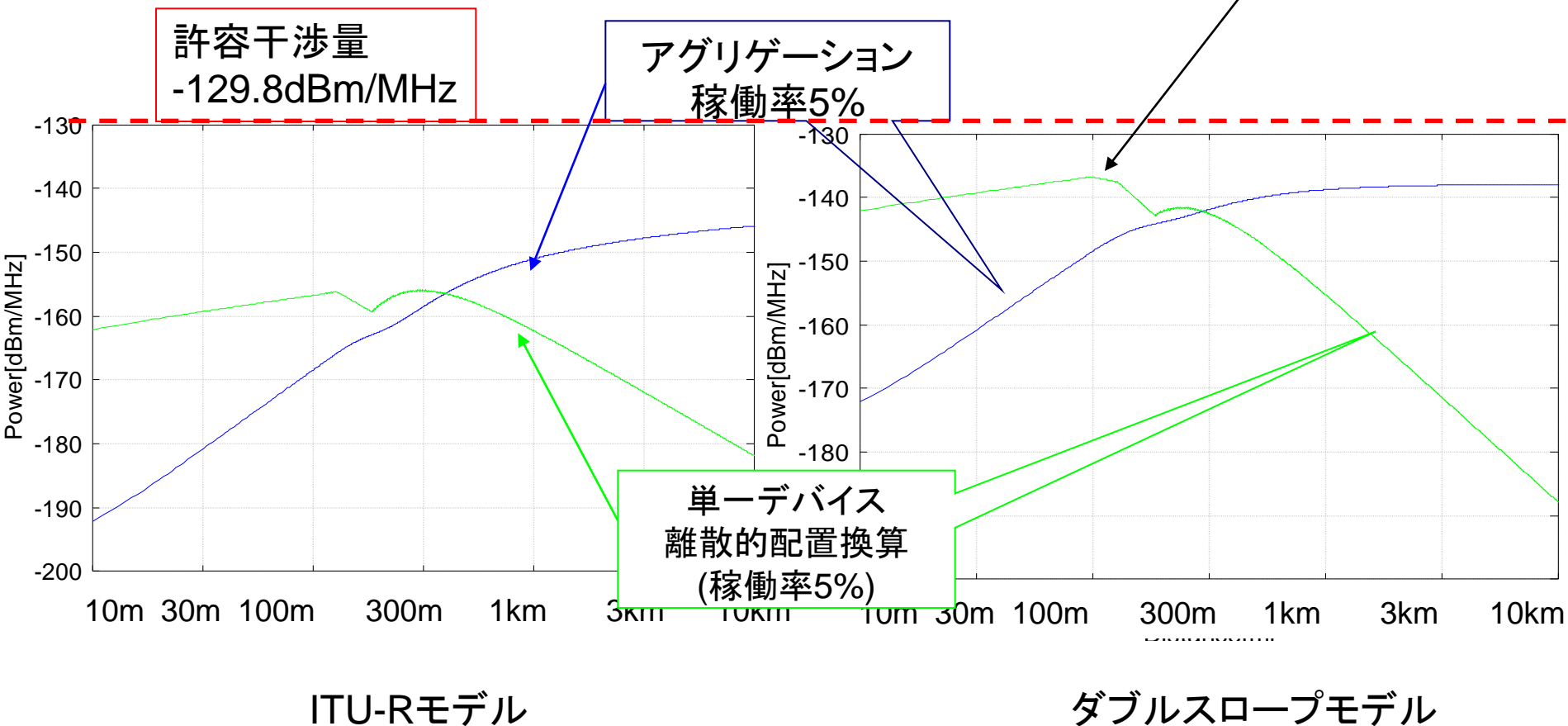
- 携帯電話の基地局のエントランス回線として、7.5GHz帯のマイクロ波回線が利用されている(NTT Docomo テクニカルジャーナル「大容量無線エントランス方式の開発」Vol.13 No.2 pp.74-77 表1の7G-150MDE方式参照)
- エントランス回線のアンテナはマンションの屋上等の低アンテナ高に設置されることが想定されるが、減衰モデルを用いて、これらの回線に対する干渉量が許容範囲内であることを確認した。
- 前提条件: パラボラアンテナ直径:90cm 利得34.4Bi アンテナ指向性ITU-R F699 アンテナ高10m





# 5 周波数共用条件の検討 (参考) エントランス回線検討

- アグリゲーション干渉量は減衰モデルを用いた検討においても、許容干渉量以下である。
- エントランス回線における干渉量はアンテナ高が低いためダブルスロープモデルの100m以下において大きくなる。これは100m以下では自由空間減衰かつサイドロープによる干渉があるためである。



# 5 周波数共用条件の検討のまとめ

- ハイバンドUWBの周波数共用条件として最も厳しい条件である固定マイクロとの共用条件を示した
  - 前提条件の基では、干渉許容条件を満たす結果が得られた
    - 普及密度は通信とセンサーを合わせて250デバイス/km<sup>2</sup>  
(通信は100デバイス/km<sup>2</sup>、センサーは600デバイス/km<sup>2</sup>の25%で150デバイス/km<sup>2</sup>)
    - UWBアグリゲーション電力積算範囲:  
シングルエントリーにおける所要離隔距離=4.5km
    - 壁減衰(-12dB) 稼働率5%(-13dB)を考慮
    - アンテナ高: 第1フレネルゾーン+30m
    - アンテナ指向性: 4mΦパラボラ 指向性パターンITU-R F.699 (G=46.5dBi)
  - 実伝搬環境に近い減衰モデルによれば、干渉許容マージンはさらに大きくなることを示した

# 6 調査検討のまとめ

本調査検討会の取り組みの結果、次の各検討結果が得られた。

- ① UWB無線センサーネットワークの利用用途として、さまざまな利用環境で測位、低レート通信、ID識別の機能要求があることが明確になった
- ② オフィス環境・療養環境を模擬して構築した環境で技術試験を行うことにより、上記要求に対する有効性を示した
- ③ UWB無線センサー機器として、平成21年度に検討を行った4点測位、2点測位に加え、新たに1点測位技術を検討することにより、技術的実現性を広く検証できた
- ④ 技術試験結果の検討において、ハイバンドUWBの次の特長が要求性能の実現に特に重要であることが明確になった
  - ✓ 短インパルスによる距離分解能向上およびマルチパスの分離
- ⑤ UWB無線センサーとUWB通信デバイスを加算した分布密度としては普及率25%で250デバイス/km<sup>2</sup>とすることが適当であるとの検討結果を得た
- ⑥ 干渉許容量の最も厳しい固定マイクロに対して周波数共用条件の検討を行い、周波数の共用が可能であるとの結果を得た

平成22年度の調査検討会において、UWB無線センサーネットワークの有効性および周波数共用が可能であることが示された