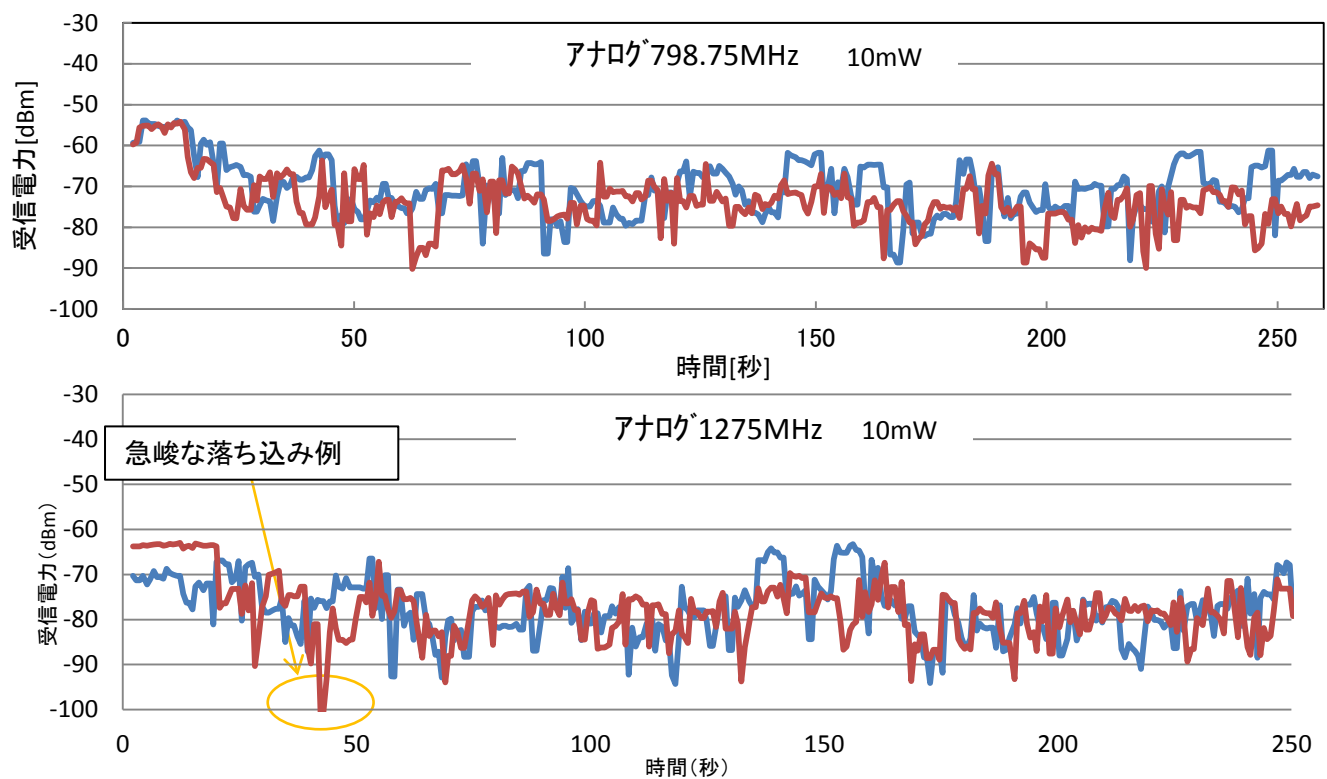


1.2GHz帯及びTVホワイトスペース帯における電波伝搬調査（1）

■ 電波伝搬調査結果

- 現行の800MHz帯、TVホワイトスペース帯および1.2GHz帯の電波伝搬調査結果より、1.2GHz帯で、急峻な落ち込みが認められる（図1参照）が、ダイバーシティー受信効果により800MHz帯とほぼ同等の伝搬特性が得られた。特定ラジオマイクでは、通常ダイバーシティーが採用されているが、イヤモニではダイバシティーの効果が得にくいこともあり、1.2GHz帯イヤモニでは、800MHz帯と比較して伝搬特性が劣ることが予想される。
- 屋外の長距離伝送（160m）における800MHz帯と1.2GHz帯の比較でも、送信点の移動に伴って受信電力が大きく変化するにもかかわらず、ダイバーシティー受信によりほぼ同等の伝搬特性が得られた。また、1.2GHz帯の受信電界が800MHz帯と比較して、若干低いことが想定される。（見通し屋外伝搬測定参照）受信電界の低下を補うために、1.2GHz帯の空中線電力を50mWにする必要がある。
- 1.2GHz帯の電波伝搬調査結果から得られた人体装着時の損失も考慮し、空中線電力を50mWとすることで、800MHz帯と同等の伝搬特性が得られることを回線設計により確認した。
- TVホイトスペース帯は、800MHz帯とほぼ同等な電波伝搬特性であることを確認した。



<測定条件>
 送信出力10mW
 受信アンテナ:ダイポール 高さ:1.5m
 ダイバーシティー(アンテナ間距離:3m)

— アンテナA
 — アンテナB

<CT106、測定ポイント>

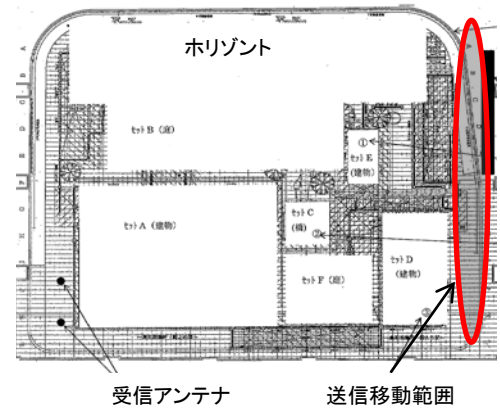


図1 800MHz帯と1.2GHz帯の伝搬特性の比較（スタジオ内大型セットがある条件下での測定）

1.2GHz帯及びTVホワイトスペース帯における電波伝搬調査（2）

1) 見通し屋外電波伝搬調査

- 各周波数帯における到達距離およびダイバシティ効果、送受信間の距離や移動による影響を表1に示す場所で確認した。
- 調査した結果、図2で示すように、800MHz帯、ホワイトスペース帯、1.2GHz帯で伝搬特性に大きな差は見られなかった。
- 1.2GHz帯は、800MHz帯と比較して、平均受信電力が3～4 dB低い事が確認された。※1

① NHKホール前	⑤ 広島港
② 日比谷公園	⑥ 福岡ドーム周辺
③ 横須賀ヴェルニー公園	⑦ 沖縄コンベンションセンター
④ ナゴヤドーム周辺	

a) 特定ラジオマイク 屋外測定例（日比谷公園）

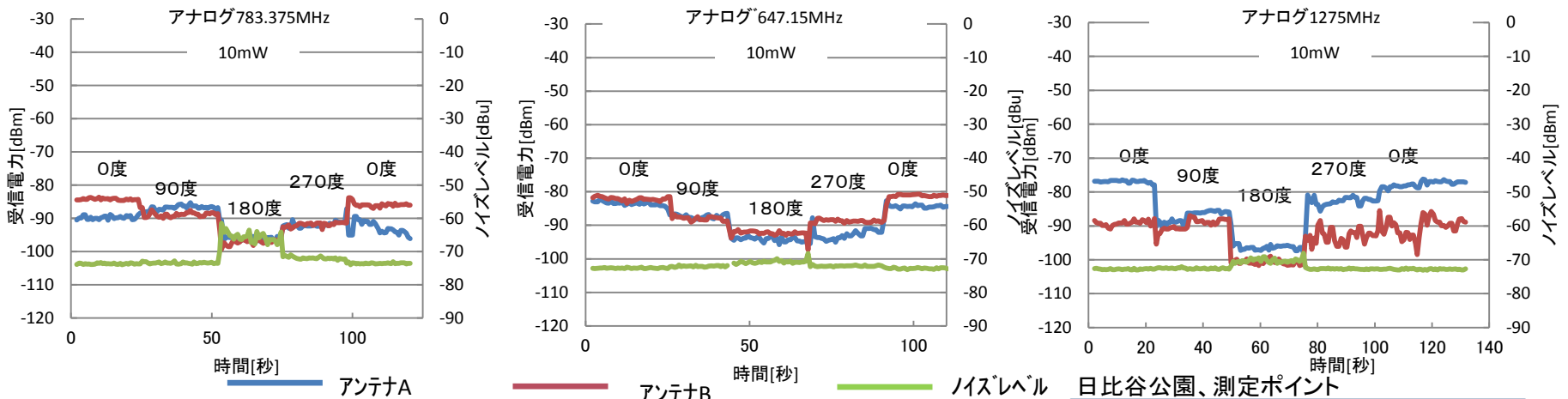


図2 屋外伝搬特性（800MHz帯、ホワイトスペース帯、1.2GHz帯の比較）の比較（測定場所：日比谷公園）

b) 測定条件

800MHz帯=783.375MHz、ホワイトスペース帯=647.15MHz、1.2GHz帯=1275MHz
 送信出力10mW、受信アンテナ：ダイポール・ダイバシティ（アンテナ間距離3m）、アンテナ高1.5m
 送信機を腰に装着して、受信機から160mの地点で回転（0、90、180、270度）



※1 1.2GHz帯送信機は800MHz帯送信機と比較して人体へ装着時に、アンテナの形状からアンテナが人体から若干離れるため、人体による減衰が少ないと考えられる。このため、1.2GHz帯の方が人体装着時のERPが大きくなる。人体装着時のERPを同一と仮定した場合、1.2GHzの平均受信電力は低下していると想定される。この低下量を4dBとした。
 図2の1.2GHz帯グラフの中で、受信電力の値は、人体装着時のERPを同一とするために、実際の測定値から、4dB減算して表示した。（図1および図3～図6も同様に-4dB補正した。）

1.2GHz帯及びTVホワイトスペース帯における電波伝搬調査（3）

2) 屋内電波伝搬調査（遮蔽がない環境下）

- 各周波数帯における到達距離およびダイバシティ効果、送受信間の距離や移動による影響を表2に示す場所で確認した。
- 調査した結果、図3で示すように、800MHz帯、ホワイトスペース帯、1.2GHz帯で伝搬特性に大きな差は見られなかった。

特定ラジオマイク	イヤモニ			イヤモニ	
	① NHKスタジオ CT101			① NHKスタジオ CT104	
② NHKスタジオ CT104			② 帝国劇場		
③ NHKスタジオ CT106					
④ 帝国劇場					
⑤ 幕張メッセ					

a) 2ピース型特定ラジオマイク 屋内測定例（CT101）

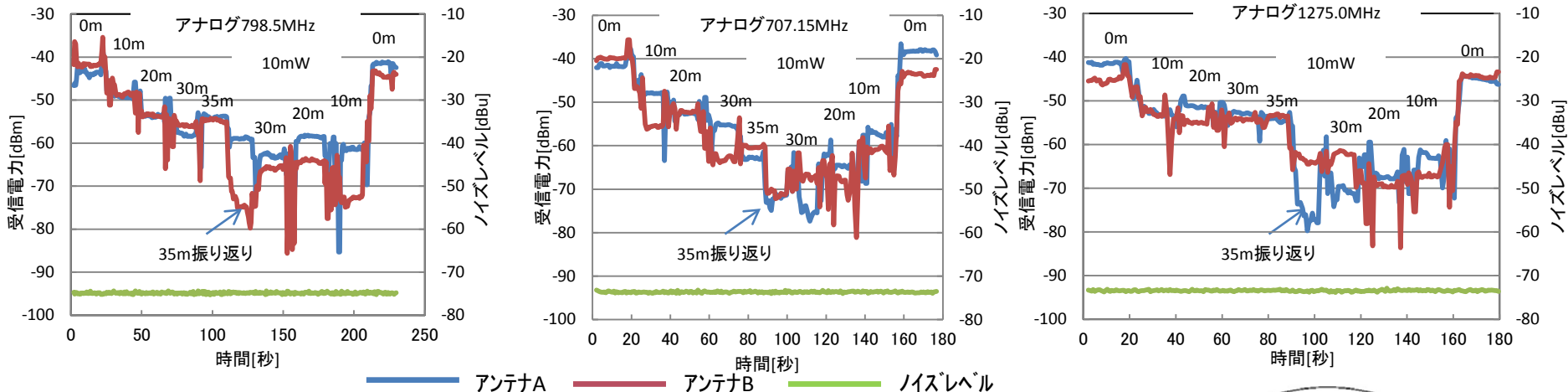
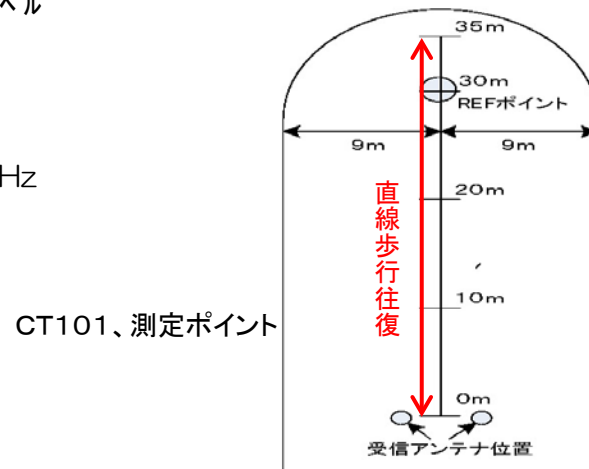


図3 屋内伝搬特性（800MHz帯、ホワイトスペース帯、1.2GHz帯）の比較
（測定場所：NHK CT101、直線歩行往復）

b) 測定条件：

800MHz帯=798.5MHz、ホワイトスペース帯=707.15MHz、1.2GHz帯=1275MHz
 送信出力10mW、受信アンテナ：ダイポール 受信アンテナ高：1.5m
 ダイバシティ アンテナ間距離3m、送受信間距離：最大35m
 スタジオフロア内（直線距離0m～35m）を送信機を腰に装着して往復移動



1.2GHz帯及びTVホワイトスペース帯における電波伝搬調査（4）

3) 屋内電波伝搬調査（人物による遮蔽環境下）

屋内において人物が回転した時の遮蔽を2ピースタイプの特定ラジオマイクで調査した。スタジオ内の30m地点で人物が回転し特定ラジオマイク受信アンテナから0度（人体遮蔽なし）と180度（人体遮蔽あり）の場合を比較した。

調査した結果、

- 2ピースタイプでの人物遮蔽による減衰は、同一周波数内でも変動が大きいですが、減衰量としては、図4内①で示すように、約10dB~20dBである。
- 人体遮蔽による減衰は、図4内②で示すように、3dB~4dB程度、1.2GHz帯の減衰が大きいですが、ダイバシティ効果により総合的な伝搬特性は同等であった。

a) 測定例（NHK CT101）

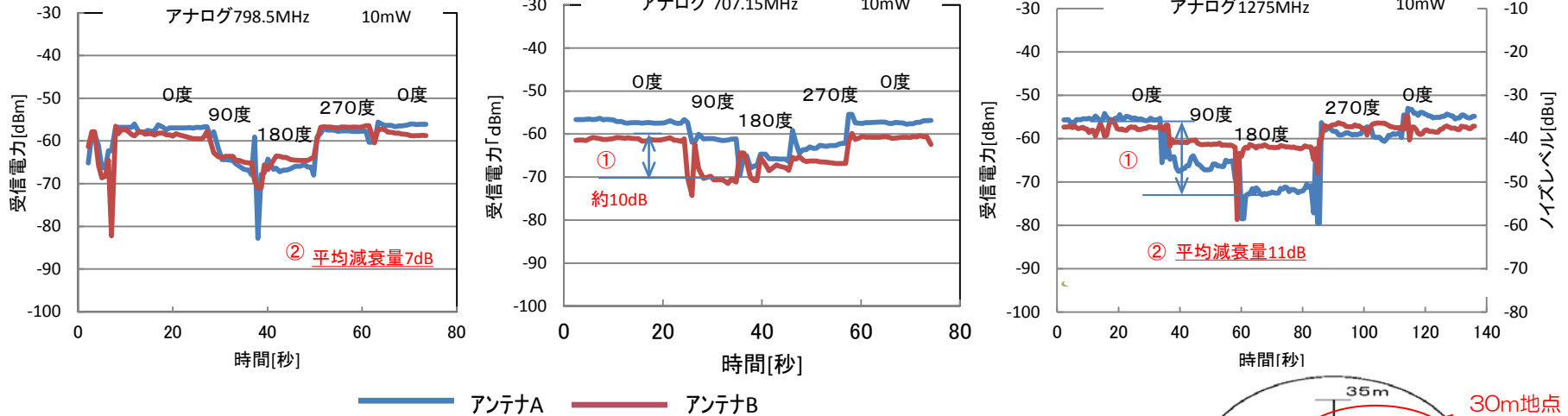
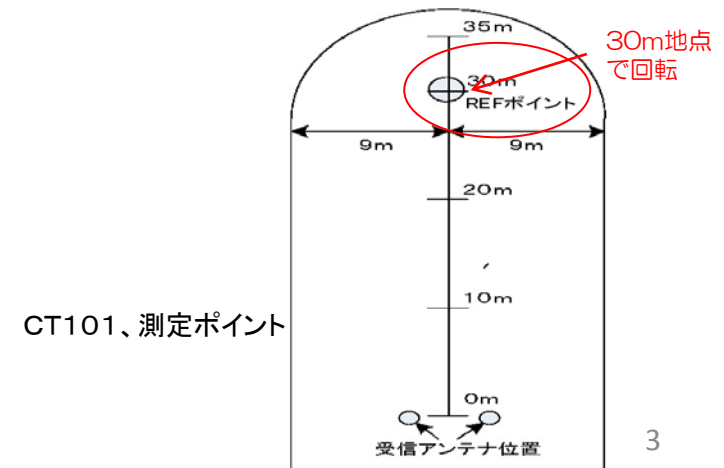


図4 屋内伝搬特性（800MHz帯、ホワイトスペース帯、1.2GHz帯で人物遮蔽の比較（測定場所：NHK CT101、30m地点回転）



1.2GHz帯及びTVホワイトスペース帯における電波伝搬調査（5）

4) 屋内電波伝搬調査（遮蔽のない環境での2ピースタイプとハンドマイクの特定ラジオマイク電波伝搬特性比較）

調査結果では、

- ハンドマイクでは、2ピースタイプより、約5dB受信電力が高い（屋内電波伝搬調査（遮蔽がない環境下）図3の平均値と図5の平均値を参照）
- ハンドマイクでは、35m地点での振り向きで受信電力の差が少なく、また、アンテナAとアンテナBの両方が同時に落ちることが少ないなど、全般的に伝搬特性は2ピースタイプよりアンテナ高、人体遮蔽等の影響から良好であった。
- 2ピースタイプとハンドマイクで、移動時の落ち込み量の差は認められない。
- 図5より、2ピースタイプよりハンドマイクの方が、1.2G帯での減衰量が少ない。（屋内電波伝搬調査（遮蔽がない環境下）図3の1.2G帯の減衰量と図5の1.2G帯の減衰量を参照）

a) ハンドマイク型特定ラジオマイク測定例（NHK CT101）

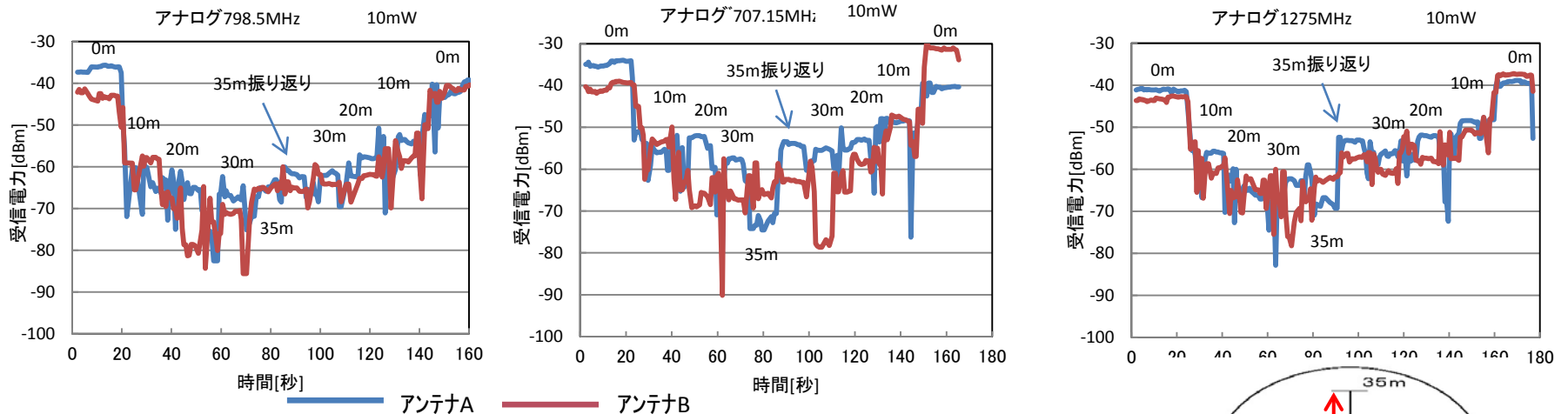
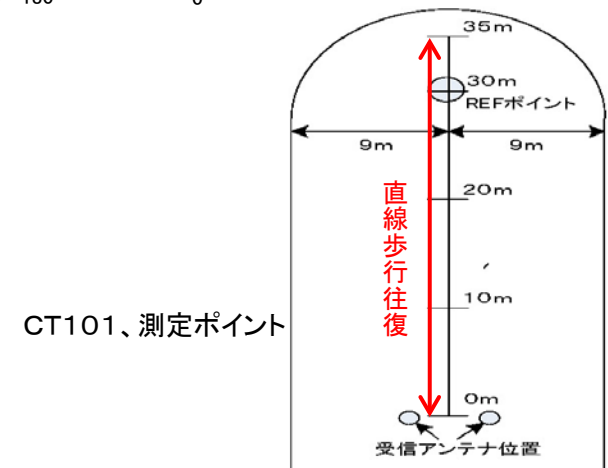


図5 屋内伝搬特性（2ピースタイプとハンドマイクの伝搬特性の比較）
（測定場所：NHK CT101、直線歩行往復）

測定条件

- 2ピースタイプでは、送信機を腰に装着（送信アンテナ高0.9m）
- ハンドマイクでは、送信機を手持ちで口元より20cm離す（送信アンテナ高1.5m）
- 受信アンテナ高1.5m（ダイバーシティ、アンテナ間距離3m）



1.2GHz帯及びTVホワイトスペース帯における電波伝搬調査（6）

5) 屋内電波伝搬調査（スタジオ内中央歩行と壁際（側面）歩行での2ピースタイプ特定ラジオマイク電波伝搬特性比較）

マルチパスフェージングの影響を確認するため、スタジオ内中央歩行と壁際（側面）歩行で電波伝搬特性を比較した。

図6にアナログ方式特定ラジオマイクの側面歩行時の伝搬特性を示す。調査した結果では、

- 1.2GHz帯で中央歩行（屋内電波伝搬調査（遮蔽がない環境下）図3）と側面歩行（図6）を比較すると、側面歩行の方が急峻な落ち込みが大きく、1.2GHz帯の方が、マルチパスフェージングの影響が出ていると考えられる。しかし、ダイバーシティ効果により総合的な伝搬特性に差異は認められなかった。
- 側面歩行（図6）では、中央歩行（屋内電波伝搬調査（遮蔽がない環境下）図3）と比較して、35m地点での振り向きでの落ち込み量が少ないことや、全体の落ち込み量も少ないことから、受信電力が平準化されている。（800MHz帯、1.2GHz帯で差はなく、比較的安定な受信が可能）

a) 測定例（NHK CT101）

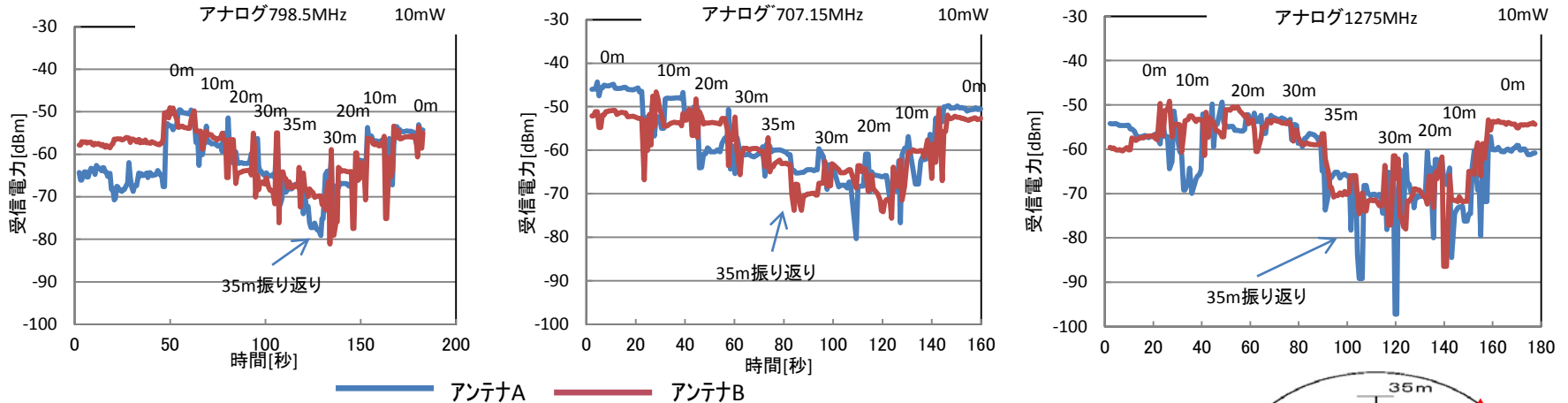
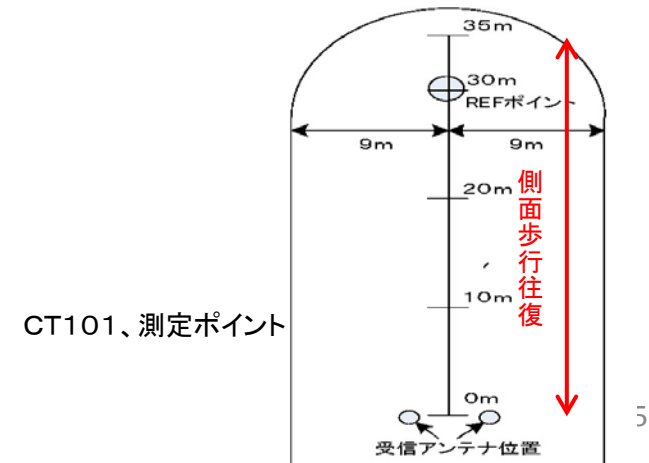


図6 屋内伝搬特性（スタジオ内中央歩行と側面歩行の伝搬特性の比較）
（測定場所：NHK CT101、側面歩行往復）



1.2GHz帯及びTVホワイトスペース帯における電波伝搬調査（7）

6) 屋内電波伝搬調査（イヤモニ、セット有り）

- 800MHz帯、ホワイトスペース帯、1.2GHz帯で、伝搬特性に大きな差は見られず、特定ラジオマイクとほぼ同等の伝搬特性になる。
- イヤモニは受信アンテナでダイバーシティを組むことが困難であり、受信機の移動に伴って受信電力が変化した場合に、図7に示すようにノイズレベルが影響を受けやすい。

a) イヤモニ 屋内測定例（帝国劇場）

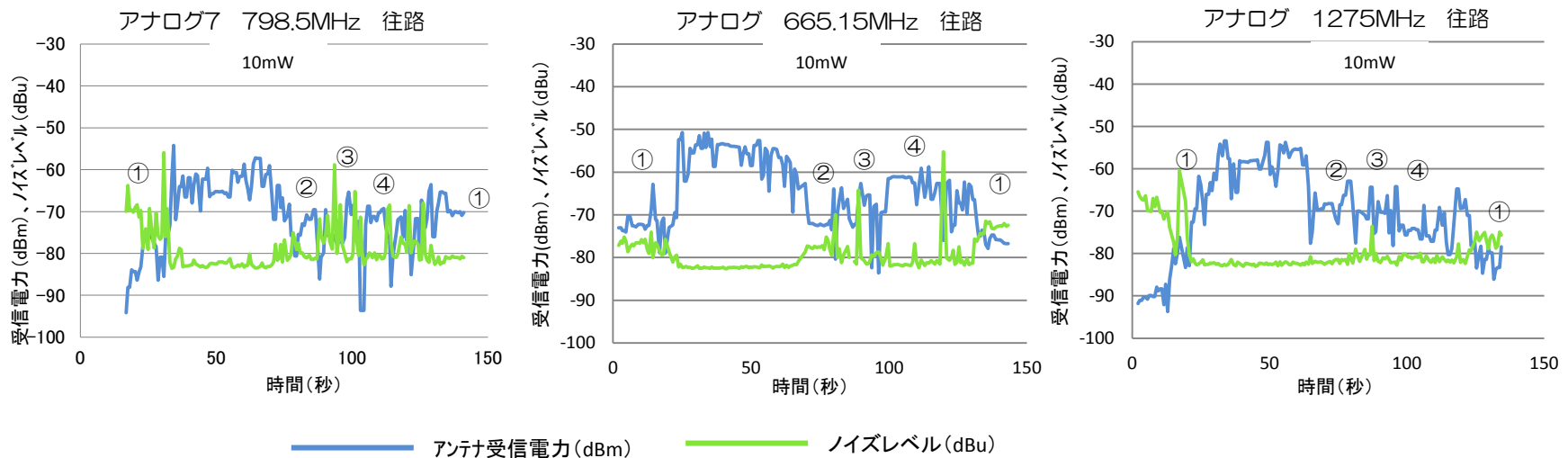
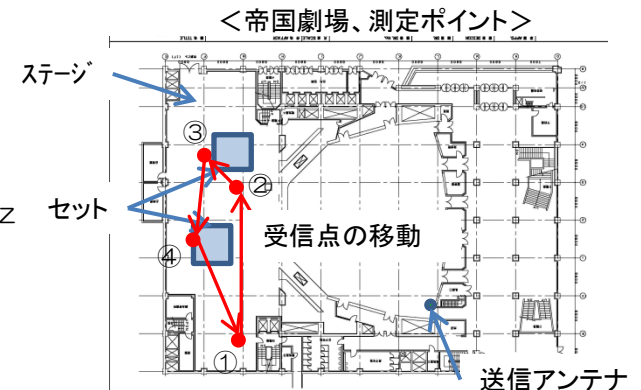


図7 屋内伝搬特性（800MHz帯、ホワイトスペース帯、1.2GHz帯）の比較
（測定場所：帝国劇場、ステージ上ランダム歩行）

b) 測定条件

800MHz帯=798.5MHz、木村入^o-入帯=665.15MHz、1.2GHz帯=1275MHz
 送信出力10mW、送信アンテナ：タ^o休^oル・ツグ^oル
 送信アンテナ高さ1.5m、送受信間距離 約30m
 受信アンテナを腰に装着して、ステージ上をランダムに歩行



1.2GHz帯及びTVホワイトスペース帯における電波伝搬調査（8）

7) 回線設計例（デジタル方式）

- 1.2GHz帯の電波伝搬調査結果から得られた人体装着時の損失を考慮し、空中線電力を50mWとすることで、800MHz帯と同等の伝搬特性が得られることを回線設計により確認した。
- 1.2GHz帯では800MHz帯と比較して、受信機入力電力が低い結果となった。これは、自由空間伝搬損失や人体による遮蔽損失の増加のためと考えられるが、人体装着時の減衰調査結果から1.2GHz帯の減衰量を求め、送信空中線高1.5m、伝搬距離60mの条件下で、受信の可否を計算した結果を表3に示す。800MHz帯では受信できているが、1.2GHz帯では受信できなくなる。このケースでは、1.2GHz帯の空中線電力を50mWとすることで受信が可能となる。

表3 デジタル方式特定ラジオマイク回線設計例

※1 人体遮蔽損の差分3dBは、測定結果から求めた。詳細データは本文参照。

項目	備考	1.2GHz帯			800MHz帯		
① 送信周波数 f (MHz)		1250	1250	1250	800	800	800
② 送信空中線の高さ h _t (m)		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
③ 受信空中線の高さ h _r (m)		1.5	1.5	4.0	1.5	1.5	4.0
④ 送信電力 P _o (mW)		10	50	50	10	50	50
⑤ 送信電力 P _o (dBm)	=10*log ₁₀ (④)	10.00	16.99	16.99	10.00	16.99	16.99
⑥ 送信空中線利得 G _t (dBi)		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
⑦ 受信空中線利得 G _r (dBi)		2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14
⑧ 伝送距離 d (m)		60	60	100	60	60	100
⑨ 自由空間伝搬損失 L (dB)	=-(32.4+20*log ₁₀ (①) +20*log ₁₀ (⑧/1000))	-69.90	-69.90	-74.34	-66.02	-66.02	-70.46
⑩ 受信機入力電力 (dBm)	=⑤+⑥+⑦+⑨	-56.91	-49.92	-54.36	-53.03	-46.04	-50.48
⑪ 受信機入力電圧 (dB μ V EMF)	=⑩+107+6	56.09	63.08	58.64	59.97	66.96	62.52
⑫ 人体による遮蔽損失 L _m (dB)	18dB (小電力無線システム委員会報告) +3.0dB (1.2GHz帯での減衰を考慮) ※1	21.00	21.00	21.00	18.00	18.00	18.00
⑬ 人体装着時でのフェージング環境利用した際のマージン L _s (dB)	23.5dB/受信アンテナ高1.5m 18.5dB/受信アンテナ高4.0m (小電力無線システム委員会報告)	23.50	23.50	18.50	23.50	23.50	18.50
⑭ 人体ロスを考慮したときの受信機入力電圧 (dB μ V EMF)	=⑪-⑫-⑬	11.59	18.58	19.14	18.47	25.46	26.02
⑮ $\pi/4$ シフトDQPSK時の所要受信機入力 (dB μ V EMF)		17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50
⑯ 回線評価	⑭>⑮:○、⑭<⑮:×	×	○	○	○	○	○

1.2GHz帯及びTVホワイトスペース帯における電波伝搬調査（9）

8) 回線設計例（アナログ方式）

- 1.2GHz帯のアナログ方式特定ラジオマイクにおける回線設計例を表4に示す。
表4では、RCR TR-15 ワイヤレスマイクロホン開発部会研究開発報告書（昭和63年6月 財団法人電波システム開発センターワイヤレスマイクロホン開発部会）での回線設計を参考にした。
- RCR TR-15（昭和63年6月）では800MHz帯の伝搬距離100mの屋外使用時に「空中線電力10mWで、12dBのマージンを持っている。伝送路の途中に何らかの障害物が存在する場合も考えられ、800MHz帯ということとを考慮するとこの程度のマージンを持つことが望ましい。」としている。

所要受信機入力電圧 (dB μ V) の算出式を以下に示す。(ER=33.0dB μ Vの算出根拠、RCR TR-15から抜粋)

所要受信機入力電圧：ER、周波数変調受信機のスレシホールドレベル：Pth、スレシホールドレベルにおけるS/N：S/Nth

$$ER = (P_{th}) \text{ dBm} + (\text{伝送系所要S/N}) \text{ dB} - (S/N_{th}) \text{ dB} + 113 \text{ (dB}\mu\text{V)}$$

- 1.2GHz帯のアナログ方式特定ラジオマイク回線設計例では、空中線電力50mWとすることで、1.2GHz帯における人体遮蔽損失の増加3dBを考慮して所用受信機入力電圧のマージンが12.2dBとなるので、800MHz帯と同等の伝搬特性が得られる。※1

表4 アナログ方式特定ラジオマイク回線設計例

※2 人体遮蔽損の差分3dBは、測定結果から求めた。詳細データは本文参照。

TR-15記載の計算例

項目	備考	1.2GHz帯			800MHz帯		
		1250	1250	1250	800	800	800
① 送信周波数 f (MHz)		1250	1250	1250	800	800	800
② 送信空中線の高さ h _t (m)		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
③ 受信空中線の高さ h _r (m)		1.5	4.0	4.0	1.5	4.0	4.0
④ 送信電力 P _o (mW)		10	10	50	10	10	50
⑤ 送信電力 P _o (dBm)	=10*log ₁₀ (④)	10.00	10.00	16.99	10.00	10.00	16.99
⑥ 送信空中線利得 G _t (dBi)		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
⑦ 受信空中線利得 G _r (dBi)		2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14
⑧ 伝送距離 d (m)		60	100	100	60	100	100
⑨ 自由空間伝搬損失 L (dB)		-69.9	-75.9	-75.9	-66.0	-72.0	-72.0
⑩ 受信機入力電力 (dBm)	手持ち使用時の減衰量	-8.85	-8.85	-8.85	-8.85	-8.85	-8.85
⑪ 1.2GHz帯人体遮蔽損失の増加分 L _m (dB)	※2	-3.0	-3.0	-3.0	0	0	0
⑫ 受信機入力電力 (dBm)	=⑤+⑥+⑦+⑨+⑩+⑪	-68.8	-74.8	-67.8	-61.9	-67.9	-60.9
⑬ 受信機入力電圧 (dB μ V EMF)	=⑫+107+6	44.2	38.2	45.2	51.1	45.1	52.1
⑭ FM変調 (占有帯域幅110KHz) 所要受信機入力電圧 ER (dB μ V EMF)		33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
⑮ マージン	=⑬-⑭	11.2	5.2	12.2	18.1	12.1	19.1

800MHz帯データは、ワイヤレスマイクロホン開発部会 RCR TR-15を参照（昭和63年6月（財）電波システム開発センター ワイヤレスマイクロホン開発部会）

6.9dB差

6.9dB差