

公共ブロードバンド移動通信システムの 多段中継伝送試験結果について

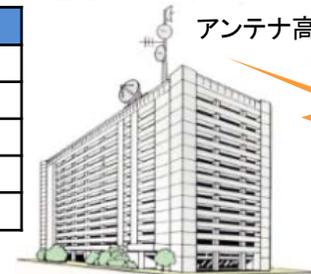
平成29年1月24日
株式会社日立国際電気

1.1 陸上アーバン実証試験場所

通信ベース地点	通信の相手方	通信距離	中継先	中継延長距離	総合通信距離	通信方式
大手町 ANT高=40m	千鳥ヶ淵	1.28km	--	--	1.28km	64QAM
	虎ノ門	2.60km	--	--	2.60km	16QAM
	新宿区富久町	4.02km	新宿5丁目	0.98km	5.00km	QPSK
	四谷	3.04km	千駄ヶ谷	1.52km	4.56km	QPSK
	赤坂	3.62km	西麻布	1.42km	5.04km	QPSK

基地局(3素子八木アンテナ)

アンテナ高40m



中継車両
(ホイップアンテナ)



アンテナ高2m

移動局
(ホイップアンテナ)



アンテナ高2m

凡例

- 64QAM通信
- 16QAM通信
- QPSK通信
- QPSK通信 (中継)
- アンテナ指向性



1.2 陸上ルーラル/サブアーバン実証試験場所

通信ベース地点	通信の相手方	通信距離	中継先	中継延長距離	総合通信距離	通信方式
武蔵五日市 ANT高=2m	あきる野市留原	1.36km	---	---	1.36km	64QAM
	あきる野市小中野	1.94km	---	---	1.94km	16QAM
	あきる野市戸倉	2.75km	あきる野市乙津	1.65km	4.40km	QPSK



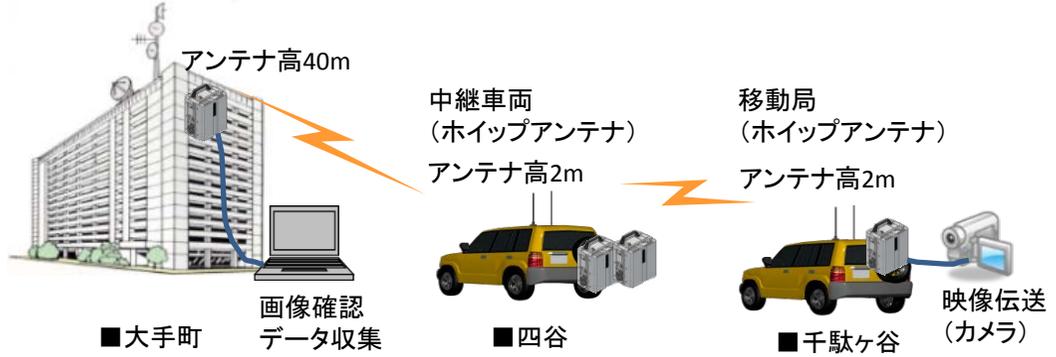
- 凡例
- ← 64QAM通信
 - ← 16QAM通信
 - ← QPSK通信
 - ← - - - QPSK通信(中継)

1.3 アーバン実証試験(試験場所)

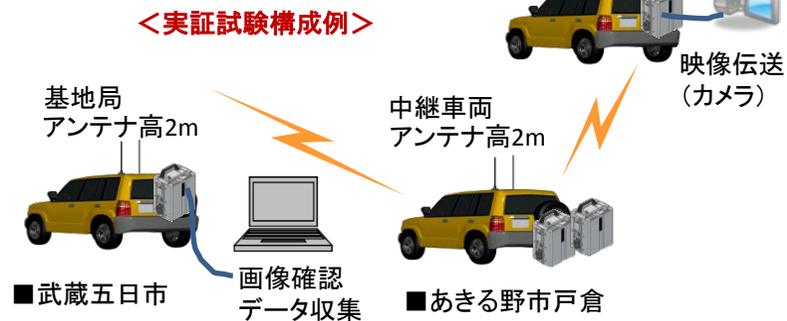


基地局(3素子八木アンテナ)

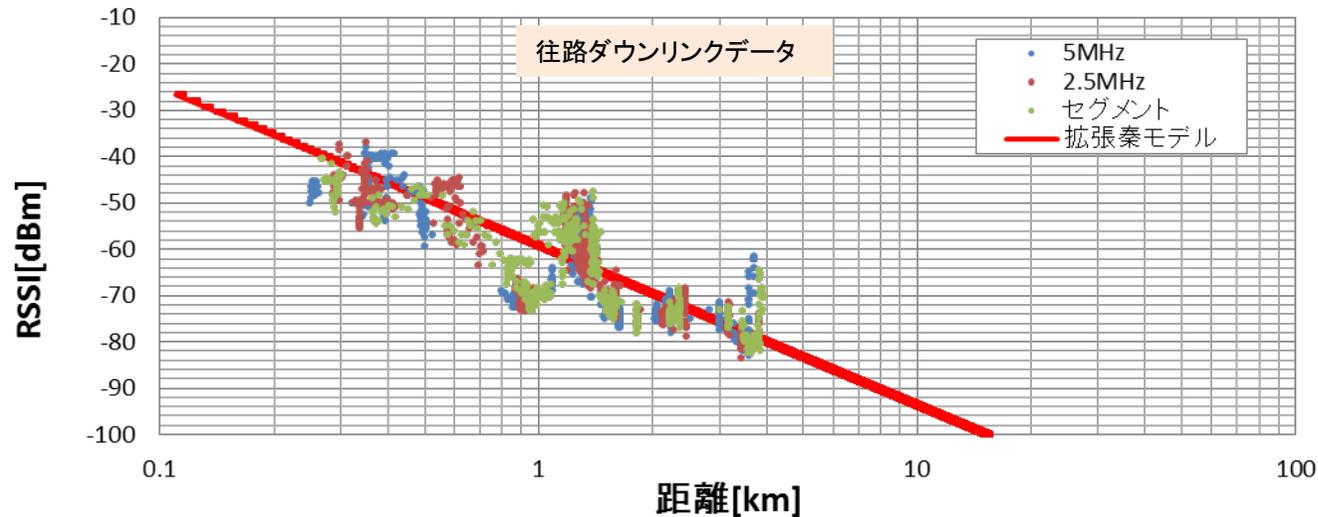
<実証試験構成例>



1.4 ルーラル実証試験(試験場所)



大手町-千鳥ヶ淵-新宿区富久町_移動データ_往路_DL 距離 vs RSSI

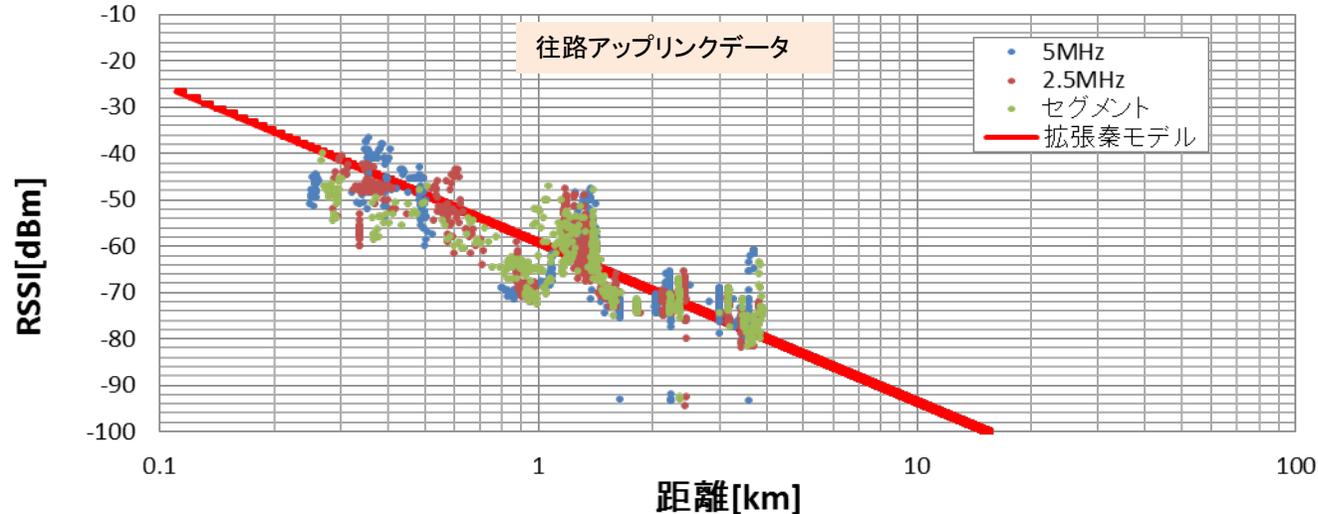


走行ルート



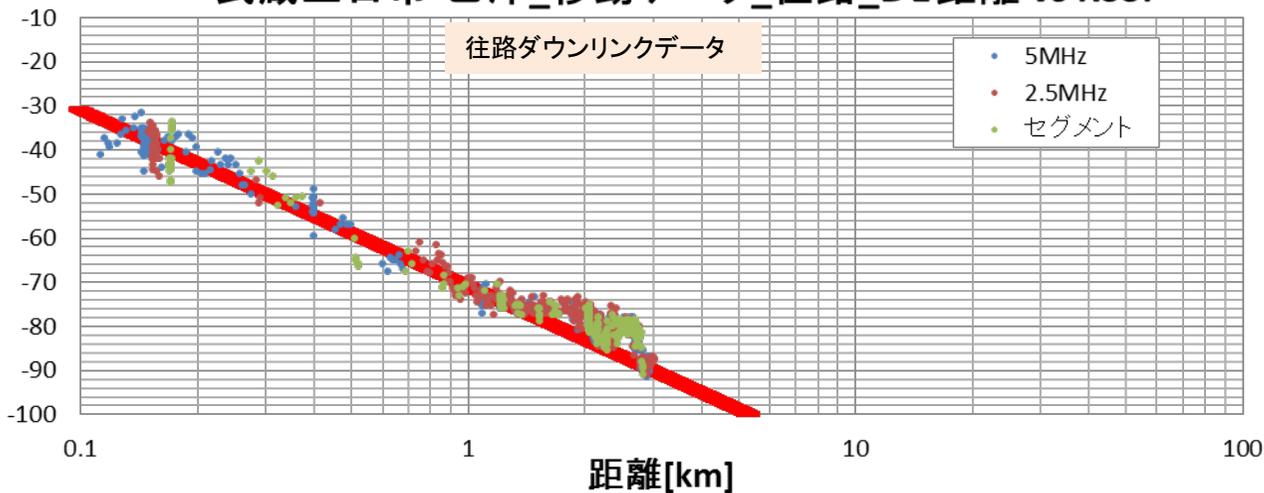
出典: Google マップ(<https://www.google.co.jp/maps/>)

大手町-千鳥ヶ淵-新宿区富久町_移動データ_往路_UL 距離 vs RSSI

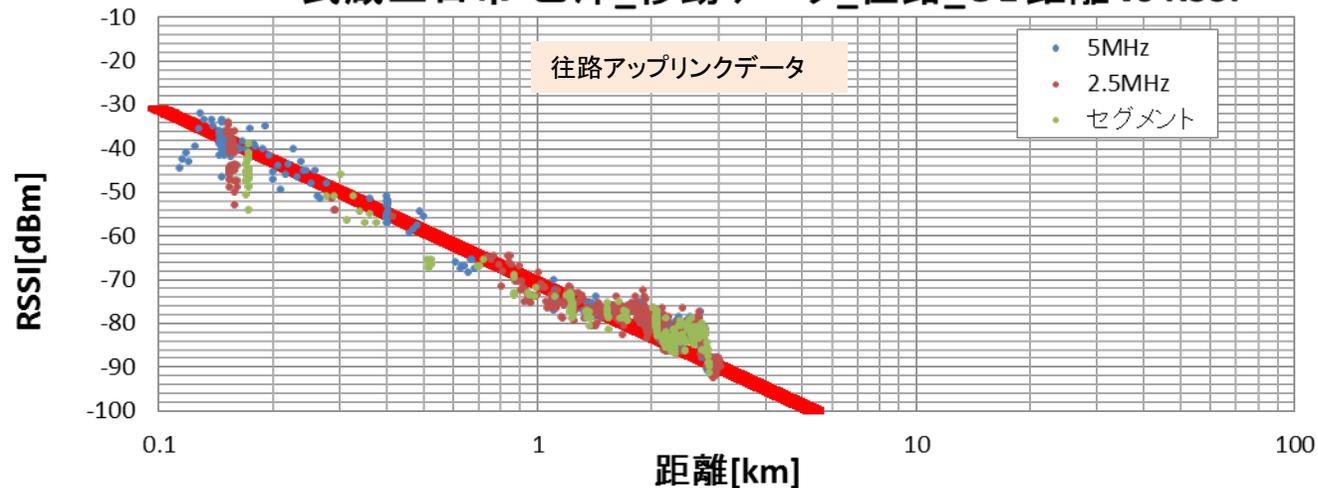


■ **アーバンにおける距離減衰特性を確認**
 → 拡張秦モデル(アーバン)によく一致する結果を得た。

武蔵五日市-乙津_移動データ_往路_DL 距離 vs RSSI



武蔵五日市-乙津_移動データ_往路_UL 距離 vs RSSI



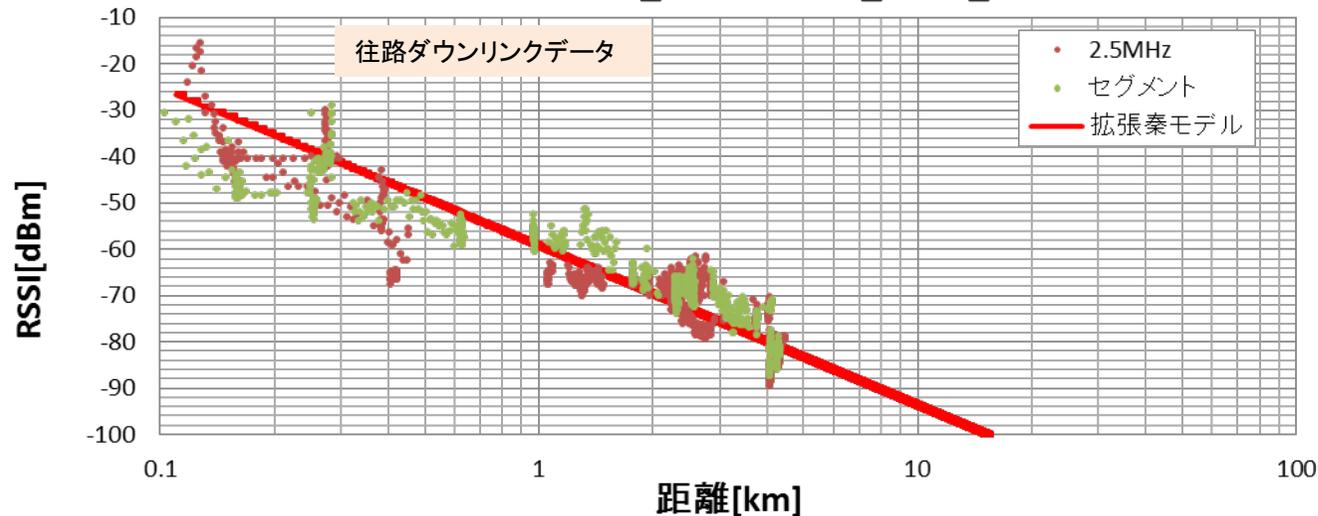
走行ルート



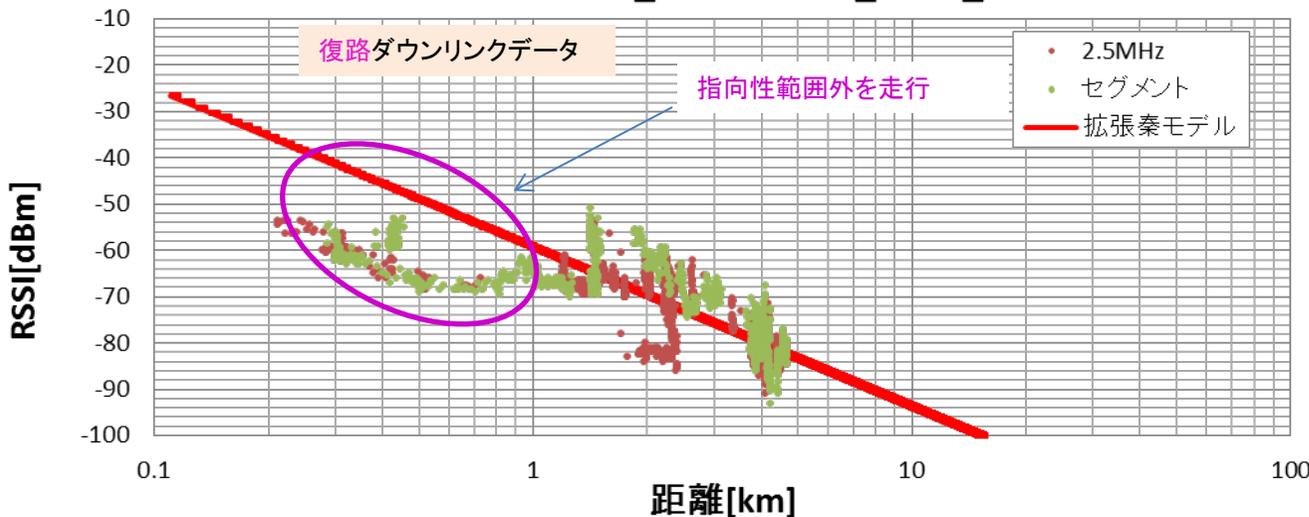
出典: Googleマップ(<https://www.google.co.jp/maps/>)

■ **ルーラルにおける距離減衰特性を確認**
 →2波モデルによく一致する結果を得た。
 本実験では、基地局のアンテナ高が2mと低い事から、大地の反射、または周辺の山(山壁)からの低遅延の反射波が支配的な箇所が多かったことが、想定される。

大手町-虎ノ門-千駄ヶ谷_移動データ_往路_DL距離 vs RSSI



大手町-虎ノ門-千駄ヶ谷_移動データ_復路_DL距離 vs RSSI



大手町アンテナ高40m



移動車両



アンテナ高2m

走行ルート



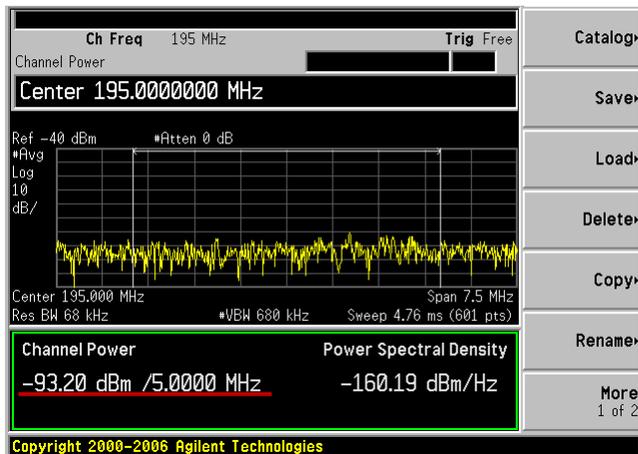
出典: Googleマップ(<https://www.google.co.jp/maps/>)

復路: 指向性範囲外を走行

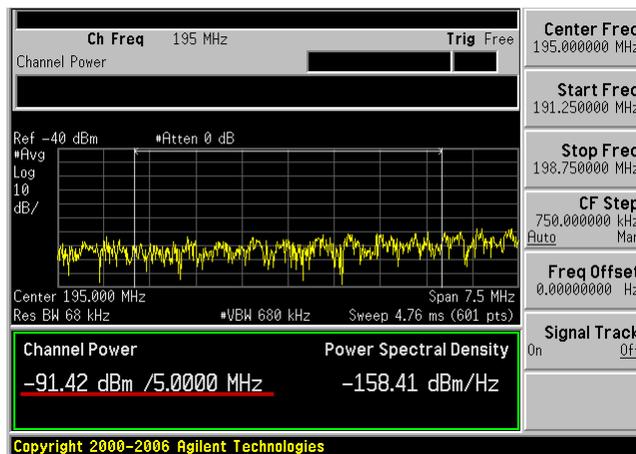
■アーバンにおける距離減衰特性を確認
 →拡張秦モデル(アーバン)によく一致する結果を得た。アンテナの指向性範囲外(FB比:15dB程度のアンテナを使用)においては、10~30dBの受信電力低下が見受けられた。

3.1 アーバンノイズ測定結果

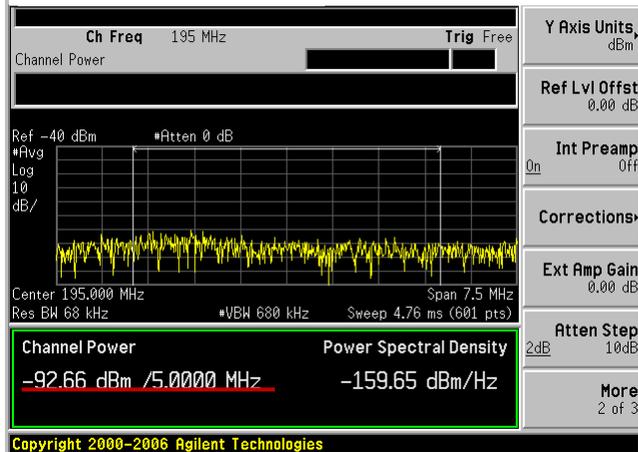
①大手町付近ノイズ測定画面



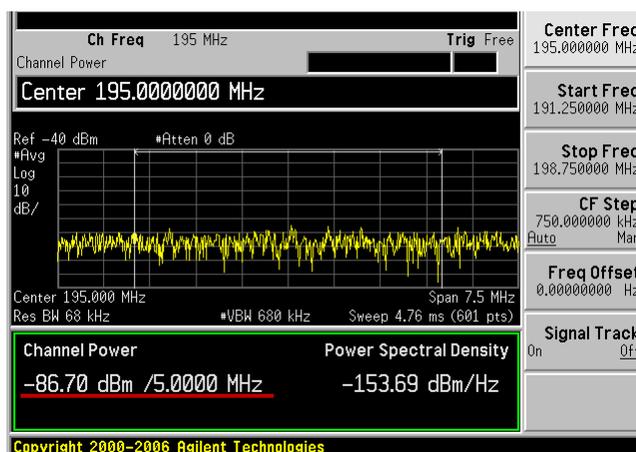
③新宮付近ノイズ測定画面



②虎ノ門付近ノイズ測定画面

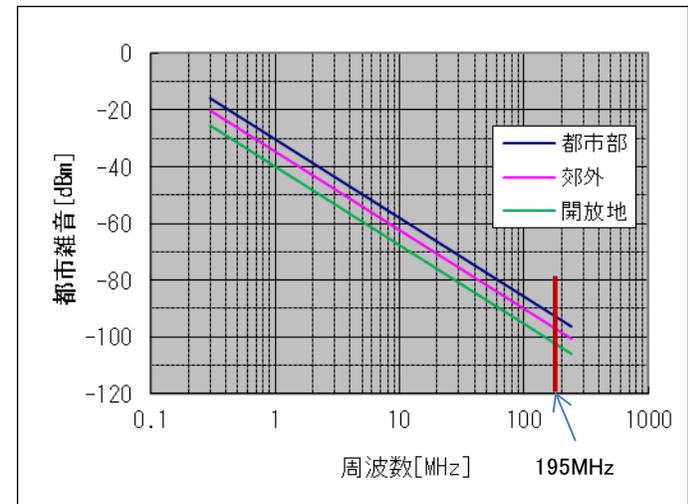


④四谷付近ノイズ測定画面



ITU-R勧告P.329-9 Fig.10 から算出

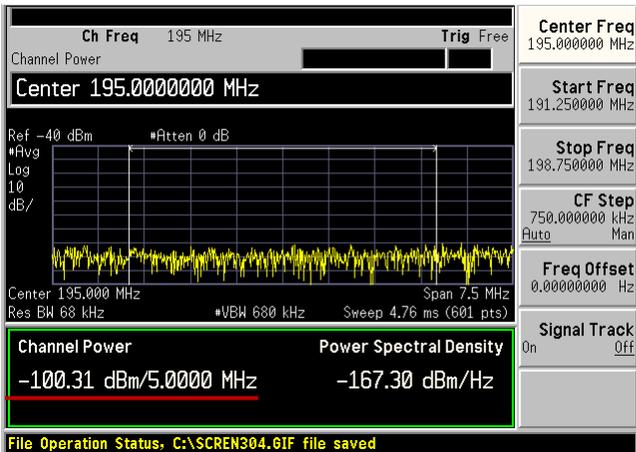
周波数[MHz]	195
地域[MHz]	5
気温[°C]	6 (実験期間の日中温度平均)
都市雑音 (dBm/5MHz)	
都市部	-93.79
郊外	-98.09
開放地	-103.39



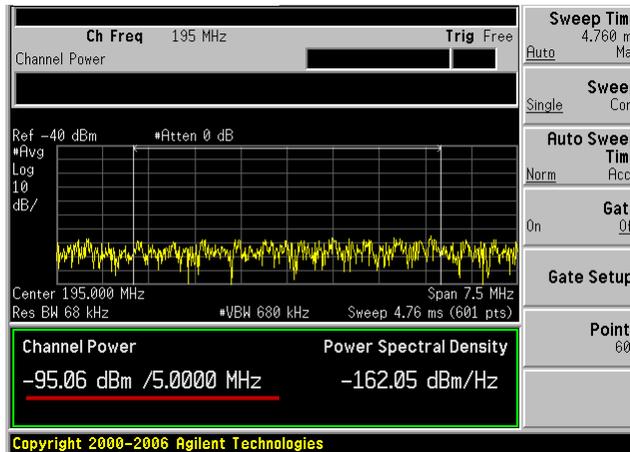
■アーバンにおける都市雑音を確認(実測値)
→都市雑音は、ITU-R勧告P.329-9 Fig.10の計算結果とほぼ一致する結果を得た。但し、場所によっては4~7dB程度計算値より雑音電力が高い傾向にある箇所も観測された。回線設計においては、都市雑音電力をよく考慮することが、有効である。

測定箇所	測定時刻	dBm/5MHz	ロケーション
①大手町	2016.12.21 14:30	-93.20dBm	都市部
②虎ノ門	2016.12.27 16:40	-92.66dBm	都市部
③神宮	2016.12.28 5:25	-91.42dBm	都市部
④四谷	2017.1.12 10:50	-86.70dBm	都市部

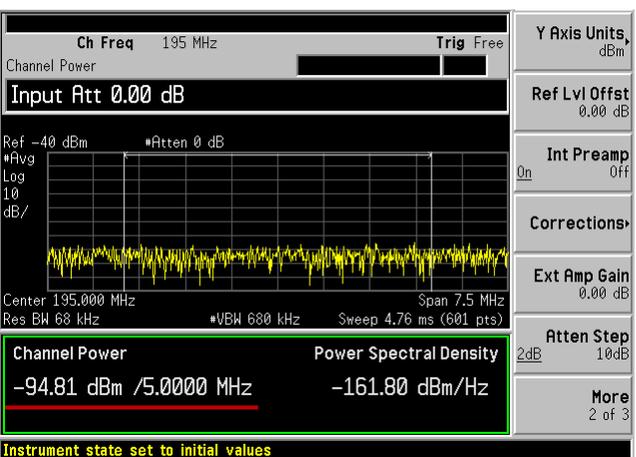
①留原付近



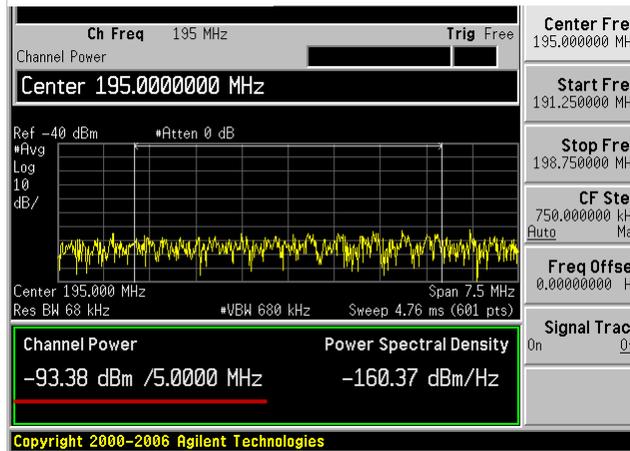
③あきる野市小中野付近



②戸倉公差点付近

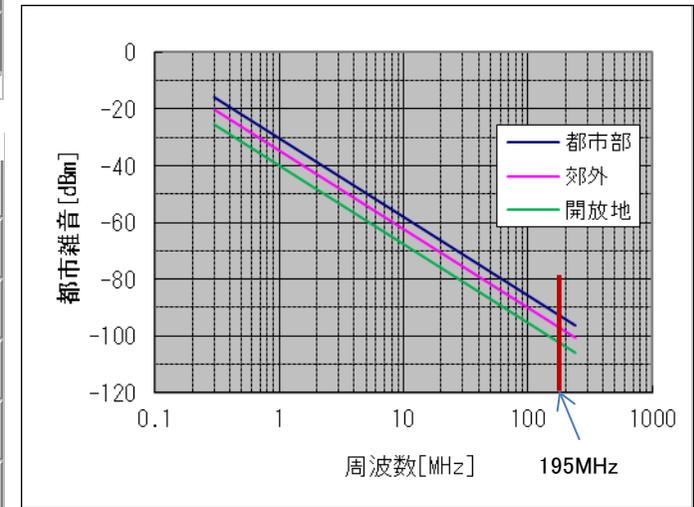


④武蔵五日市駅付近



ITU-R勧告P.329-9 Fig.10 から算出

周波数[MHz]	195
地域[MHz]	5
気温[°C]	6 (実験期間の日中温度平均)
都市雑音 (dBm/5MHz)	
都市部	-93.79
郊外	-98.09
開放地	-103.39

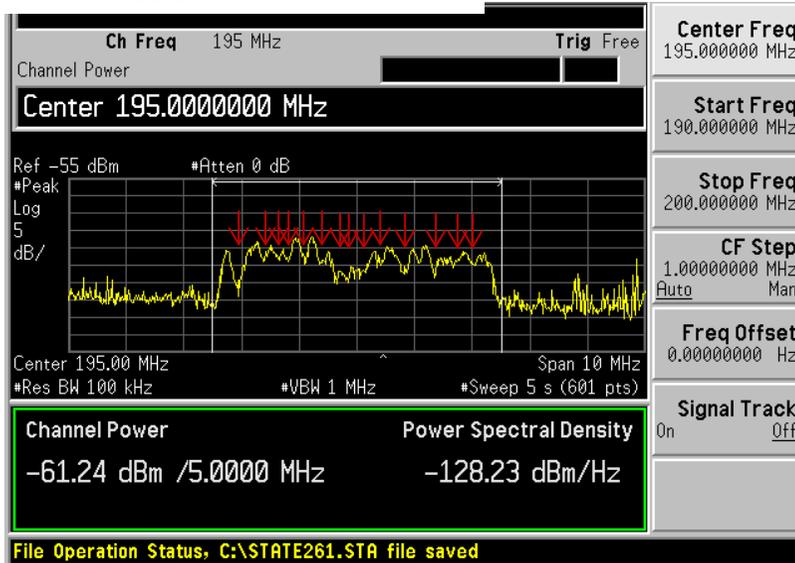


測定箇所	測定時刻	dBm/5MHz	ロケーション
①留原付近	2017.1.3 12:45	-100.31dBm	開放値に近い
②戸倉交差点付近	2017.1.4 13:50	-94.81dBm	郊外に近い
③あきる野市小中野	2017.1.5 14:00	-95.06dBm	郊外
④武蔵五日市駅付近	2017.1.9 11:30	-93.38dBm	郊外

■ルーラル/サブアーバンにおける都市雑音を
確認(実測値)
→都市雑音は、いずれもITU-R勧告P.329-9
Fig.10の計算結果より、3~4dB程度雑音電力
が高い傾向にあった。
回線設計においては、都市雑音電力をよく
考慮することが、有効である。

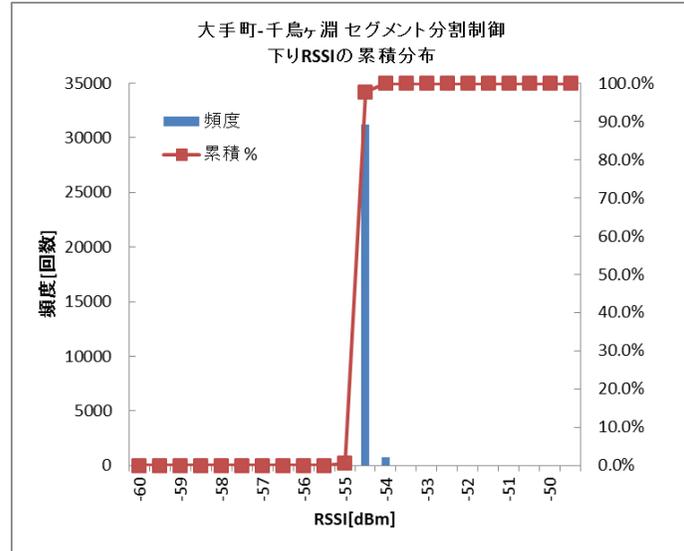
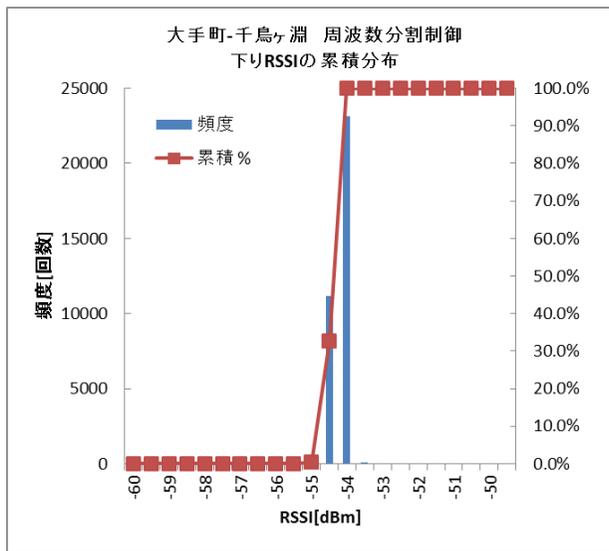
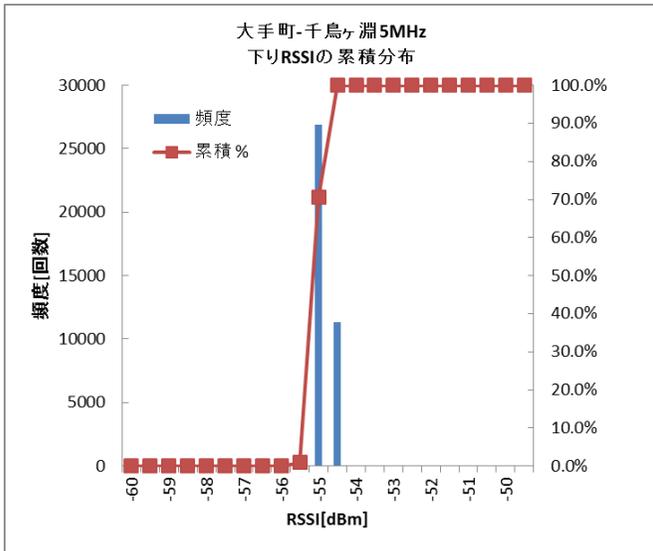
3.3 受信電力変動

千鳥ヶ淵受信電力波形



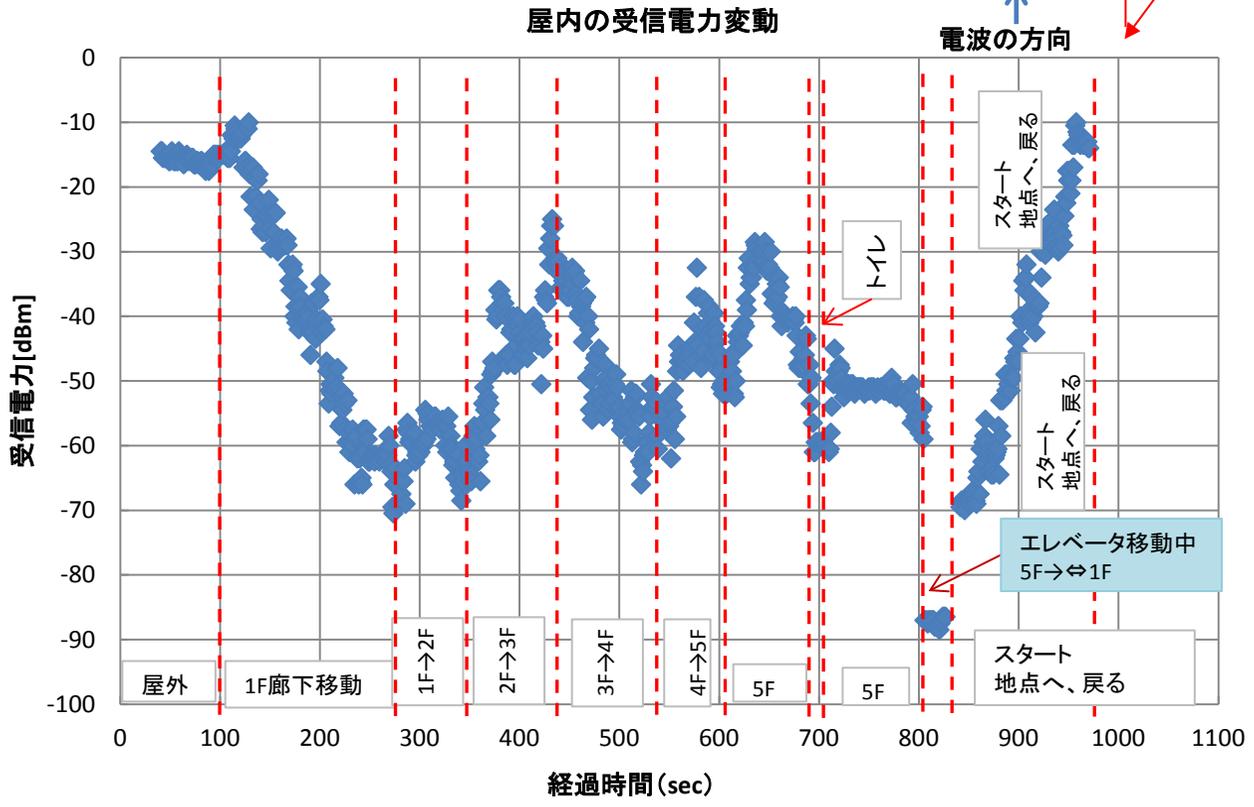
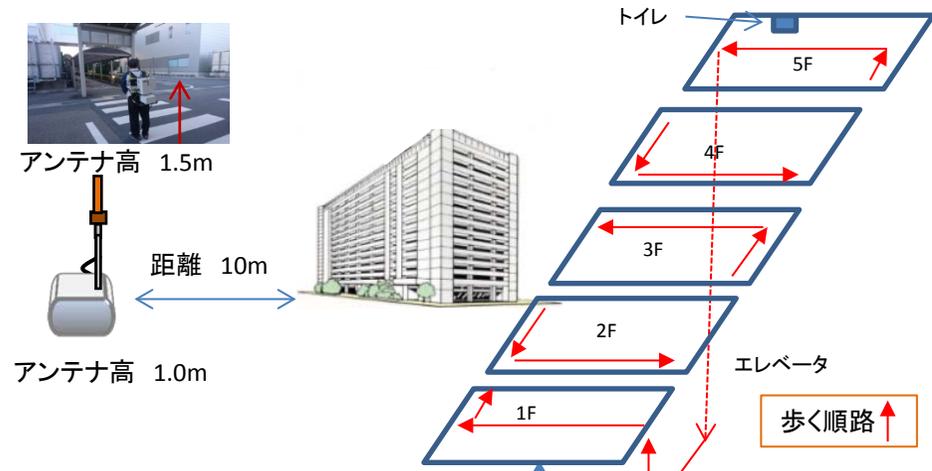
■アーバンにおける受信電力周波数選択性を確認
 →非常に細かいディップが観測された。ビル等の反射による長遅延波の影響と考えられる。

■アーバンにおける受信電力変動の累積分布を確認
 →各中継方式において、受信電力の変動は少なく、想定どおり方式の差異は観測されなかった。また、上述の通り都市部では、ビル等の反射による長遅延波の影響が主であると想定されるため、受信ダイバシチは有効といえる。



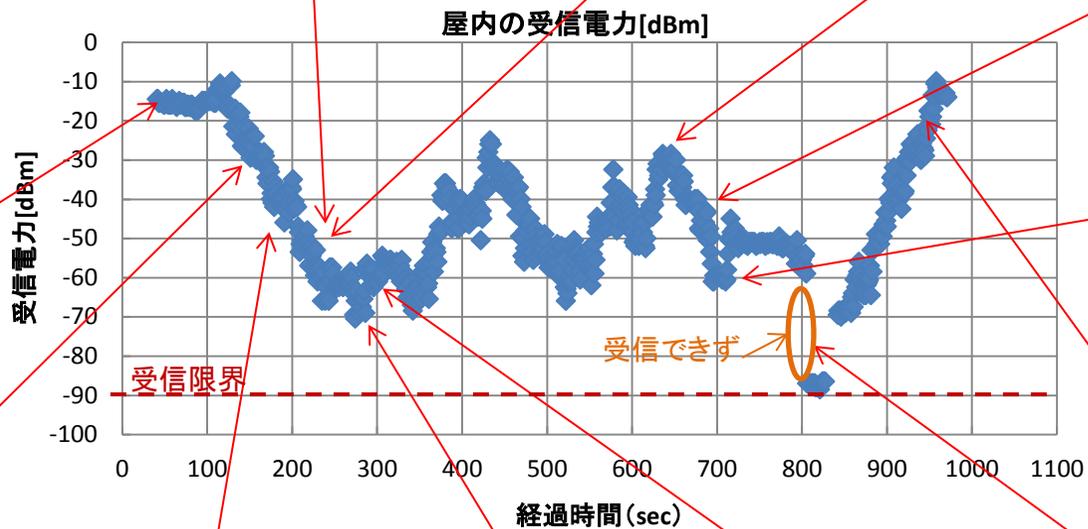


ビル: 79.4m(W) × 46.8m(D) × 22.6m(H)



項番	順路
1	横断歩道
2	ビル入口
3	自動ドアのすぐあと
4	1F廊下のほぼ中央
5	中央通過
6	2F階段のぼり中
7	2F階段の踊り場
8	5F廊下
9	5Fトイレ前
10	5Fトイレの中
11	エレベーターの中
12	スタート地点

廊下の大きさ: 1.75m × 2.80m(H)



エレベーターの中以外は映像伝送が可能な状態であった。

利用シーン	項目	陸上⇄小型船舶	陸上⇄大型船舶
■陸上⇄船舶間 単一回線(近距離) (約2km) 64QAM DL/UL比 9:38	スループット[Mbps]	6.93	6.93
	PER[%]	0.00	0.00
	実効IPレート[Mbps]	5.34	5.34
	伝送遅延時間[msec]	30	34
	通信内容	動画伝送(4Mbps) 音声(120kbps)	動画伝送(4Mbps) 音声(120kbps)
■陸上⇄船舶間 単一回線(遠距離) (約14Km) QPSK DL/UL比 9:38	スループット[Mbps]	1.84	1.84
	PER[%]	0.068~2.2	0.00
	実効IPレート[Mbps]	1.47	1.76
	伝送遅延時間[msec]	34	31
	通信内容	動画伝送(1.0Mbps) 音声(120kbps)	動画伝送(1.5Mbps) 音声(120kbps)
利用シーン	項目	大型船舶:アップリンク	小型船舶:ダウンリンク
■船舶⇄船舶間 単一回線(近距離) (約1km) 16QAM DL/UL比 9:38	スループット[Mbps]	3.69	0.86
	PER[%]	0.001~0.02	0.001~0.01
	実効IPレート[Mbps]	3.45	0.82
	伝送遅延時間[msec]	32	32
	通信内容	動画伝送(2.5Mbps)	データ伝送(800kbps)

■実験場所イメージ図

出典: Googleマップ(<https://www.google.co.jp/maps/>)

項目	要求条件
海上利用(単一回線)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 現行の公共ブロードバンド移動通信システムで求めている500kbps以上の伝送が可能なこと ■ 陸上⇄船舶間、船舶⇄船舶間で通信が可能なこと

○ 海上利用の要求条件を満たす結果が得られた。

利用シーン	項目	周波数分割制御(2分割)	セグメント分割制御(3分割)	蓄積型時分割制御
■海上(ルーラル) 陸上⇔船舶⇔陸上 海上多段中継 (約43km) QPSK	スループット[kbps]	756	--	--
	PER[%]	0	--	--
	実効IPLレート[kbps]	695	--	--
	伝送遅延時間[msec]	65	--	--
	通信内容	動画伝送(320kbps)	--	--
■陸上(アーバン) ビル⇔車両⇔車両 陸上多段中継 (約5.0km) QPSK	スループット[kbps]	756	504	1386
	PER[%]	0~0.18	0~0.38	0~0.33
	実効IPLレート[kbps]	674	428	1310
	伝送遅延時間[msec]	67	65	--
	通信内容	動画伝送(500kbps)	動画伝送(330kbps)	データ伝送(PN23)
■陸上(ルーラル) 車両⇔車両⇔車両 陸上多段中継 (約4.4km) QPSK	スループット[kbps]	756	504	1386
	PER[%]	0~0.94	0~0.011	0~0.15
	実効IPLレート[kbps]	623	462	1321
	伝送遅延時間[msec]	70	65	--
	通信内容	動画伝送(500kbps)	動画伝送(330kbps)	データ伝送(PN23)

項目	要求条件
中継利用 (陸上中継、海上中継)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1ch内(5MHz帯域内)での中継伝送が可能な方式であること ■ 現行の公共ブロードバンド移動通信システムで求めている500kbps以上の伝送が可能なこと ■ 空中線間の離隔距離が極力不要な方式であること ■ 多段中継が可能な方式であること ■ 原理的に20海里(37km)以上の通信距離が可能な方式であること

○ 多段中継利用の要求条件を満たす結果が得られた。