

**SHF 帯を活用した地上デジタル放送
配信システム電波伝搬実験**

実証実験報告(概要速報版)

<高槻市杉生地区>

平成 24 年 2 月 10 日

**SHF 帯を活用した地上デジタル放送
配信システムに関する調査研究会**

1. 試験名称

SHF 帯を活用した地上デジタル放送配信システム電波伝搬実験〈高槻市杉生地区〉

2. 屋外試験の目的

地上デジタル放送信号として使用されている標準デジタルテレビジョン放送方式の信号 (ISDBT-OFDM) は、アナログに比較して低い CN 比での受信を可能にし、マルチパス波などの影響を受けにくい方式として採用されたが、山間難視地域の一部で障害が発生している。これら地域において地上デジタルテレビ放送を受信可能とする方法として、ギャップファイラー、CATV 利用、セーフティネットなどでの対策が実施されているが、それぞれの特徴に応じた利点と問題点がある。

これらシステムを補間する新たなシステムの提案が必要と考えられるため、SHF 帯域を活用した地上デジタル放送配信システムの実験試験局によるフィールド実験を新たな難視地区となっている高槻市杉生地区で実施した。

伝搬試験では、デジタルチャンネル信号の信号品質 (搬送波レベル、ビット誤り率、変調誤差比 (MER) 等)、の測定データを取得することにより、伝搬特性を評価した。

3. 実験試験局免許取得

12 月 14 日: 移動局として予備免許取得

(登録点検実施)

1 月 16 日: 無線局免許取得

主な免許内容

電波の型式: 5M70X7W

空中線電力: 0.019W

周波数

19.234857143GHz 19.240857143GHz

19.246857143GHz 19.252857143GHz

19.258857143GHz

再放送同意

日本放送協会殿 株式会社毎日放送殿 関西テレビ放送株式会社殿

読賣テレビ放送株式会社殿 朝日放送株式会社殿

(順不同)

4. 試験実施スケジュール

以下のスケジュールで実施した。

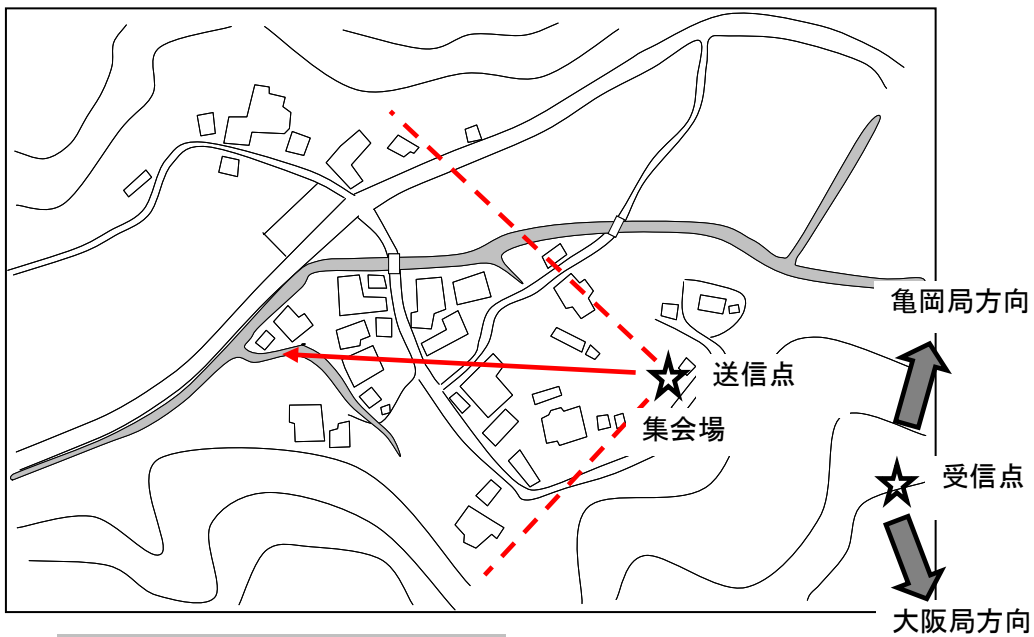
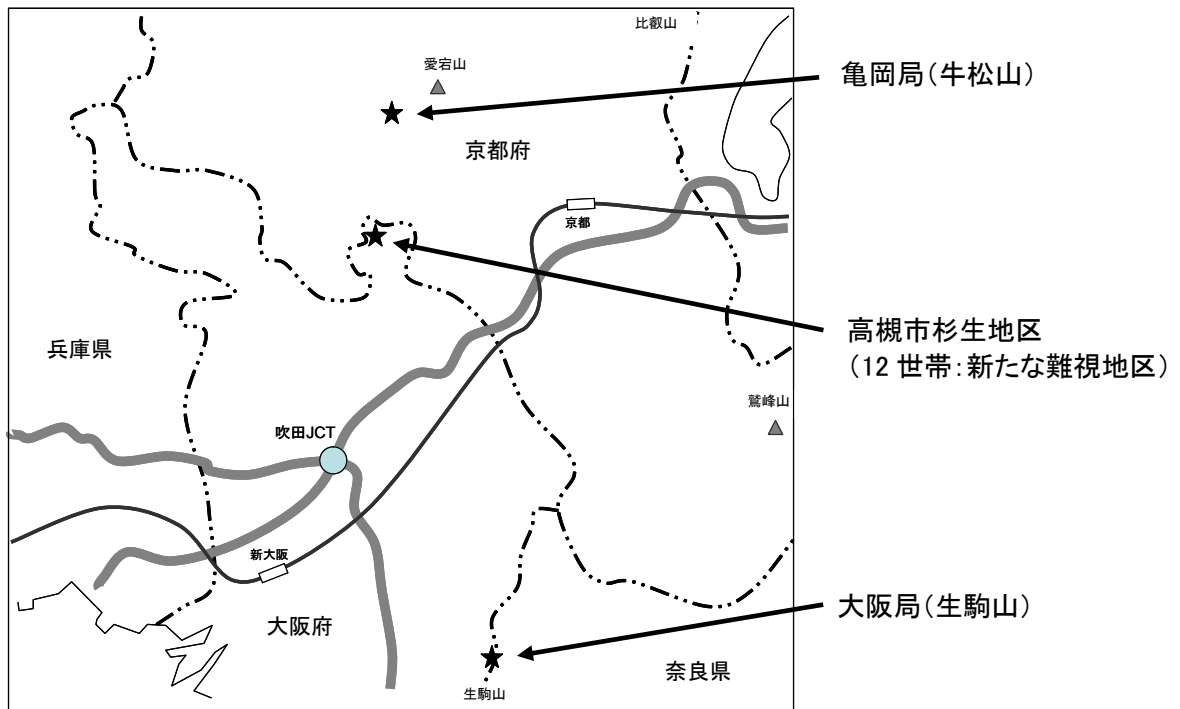
設営 平成 24 年 1 月 19 日(木)~20 日(金)

実験 平成 24 年 1 月 23 日(月)~26 日(木)

公開実験 平成 24 年 1 月 27 日(金)

5. 実験場所

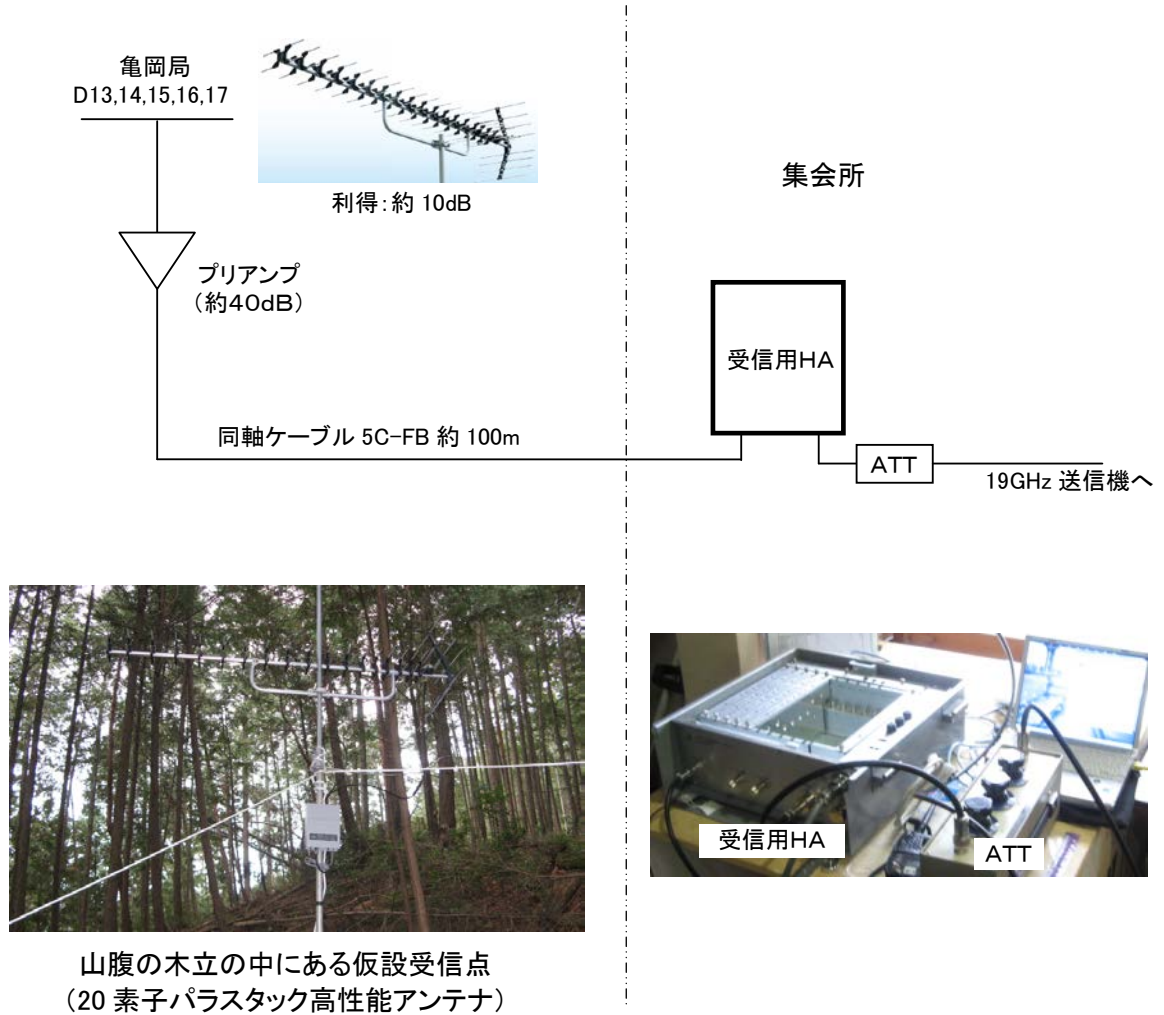
大阪府高槻市杉生地区



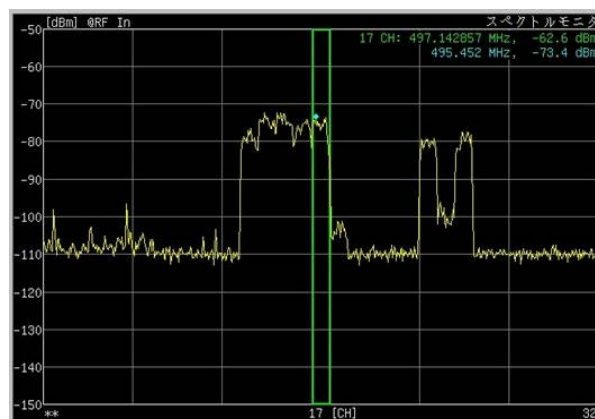
受信点と亀岡局の見通し

6. 実験設備

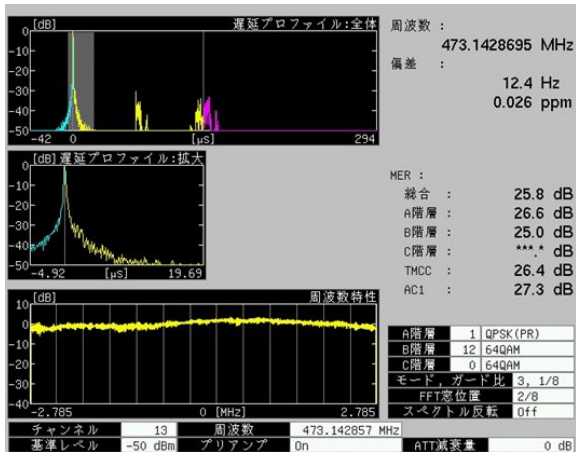
6.1 地上デジタル放送波受信設備と信号品質



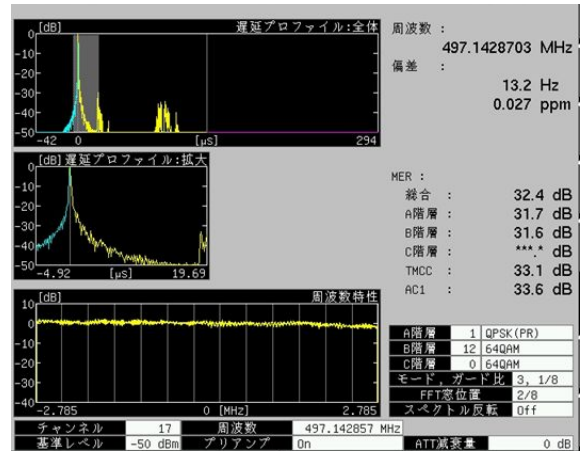
受信設備系統図



受信信号スペクトル



D13遅延プロファイル
GI 越え遅延波群あり(D/U33dB 程度)



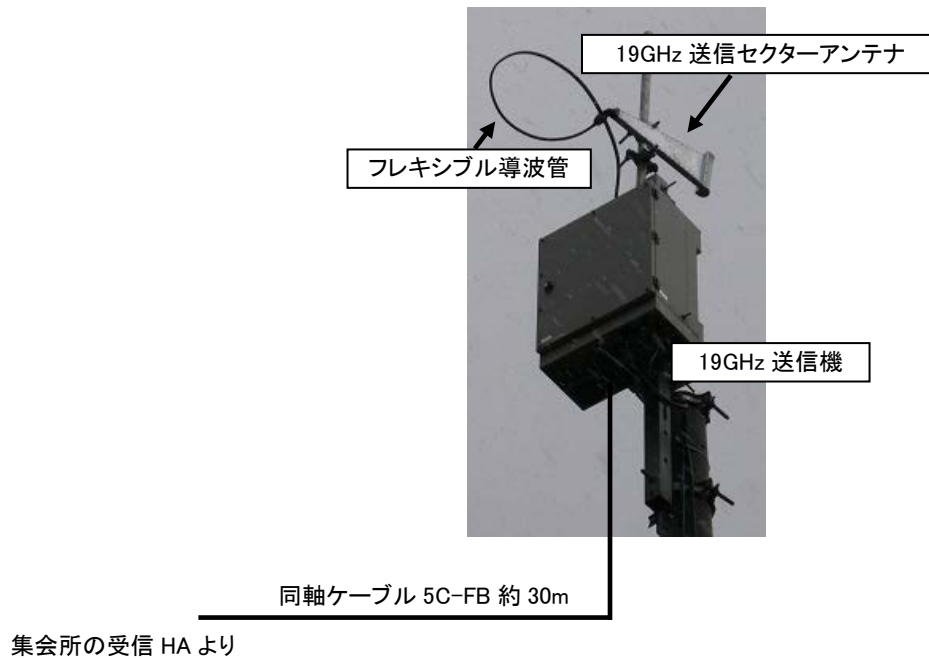
D17遅延プロファイル
D14~D16も同様の遅延状況

受信信号品質測定値

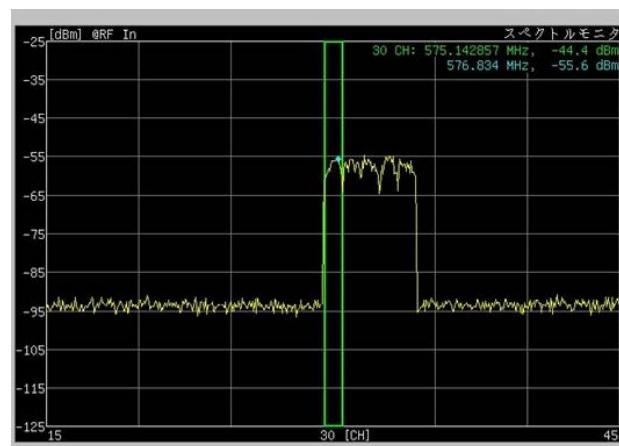
受信チャンネル	受信レベル (dB μ V)	MER (dB)	備考	
			事前調査時受信レベル (dB μ V)	受信用 HA 出力 チャンネル
D13	41.8	25.8	38	D30
D14	47.2	32.6	42	D31
D15	47.4	32.4	40	D32
D16	45.8	30.9	42	D33
D17	46.4	32.4	39	D34

事前調査で受信点候補とした場所付近で最良の受信信号品質となるポイントに設置した。

6.2 送信設備と信号品質



送信設備系統図



送信機入力信号スペクトル

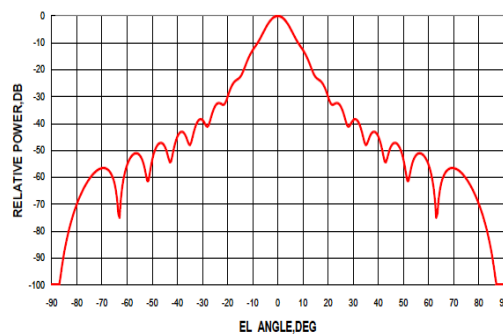
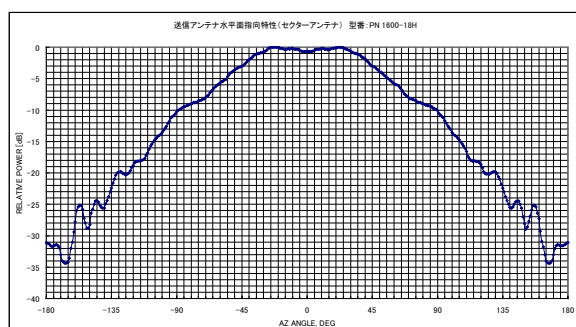
送信機入力信号品質測定値(受信用 HA 出力)

チャンネル	入力レベル(dB μ V)	MER(dB)	送信レベル(dBm)	見掛けの CN 比(dB) 注
D30	64.1	27.3	11.4	45 以上
D31	63.3	30.1	11.3	45 以上
D32	63.7	29.8	11.2	45 以上
D33	63.2	30.7	11.1	45 以上
D34	64.6	30.5	11.1	45 以上

注: 受信用 HA でチャンネル毎に帯域制限された信号のスペクトル観測での見掛けの値。

チャンネルと周波数表

地上デジタル放送						
アンテナ受信信号			送信機入力			
受信 ch.		放送局	ch. 変換後			
ch.	中心周波数 (MHz)		ch.	中心周波数 (MHz)	変調方式	19GHz 帯周波数 (MHz)
			D27	557.142857	OFDM	19276.857143
			D28	563.142857	OFDM	19270.857143
			D29	569.142857	OFDM	19264.857143
U13	473.142857	NHK 教育	D30	575.142857	OFDM	19258.857143
U14	479.142857	読売テレビ放送	D31	581.142857	OFDM	19252.857143
U15	485.142857	朝日放送	D32	587.142857	OFDM	19246.857143
U16	491.142857	毎日放送	D33	593.142857	OFDM	19240.857143
U17	497.142857	関西テレビ放送	D34	599.142857	OFDM	19234.857143
			D35	605.142857	OFDM	19228.857143
			D36	611.142857	OFDM	19222.857143



(水平)

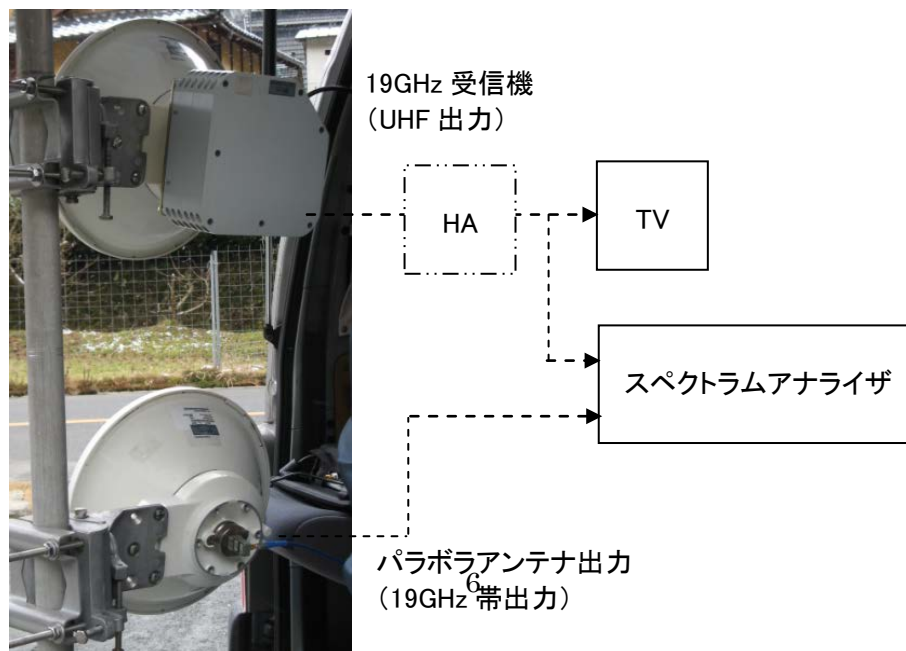
(垂直)

90度セクターアンテナ指向特性(利得:16dBi)

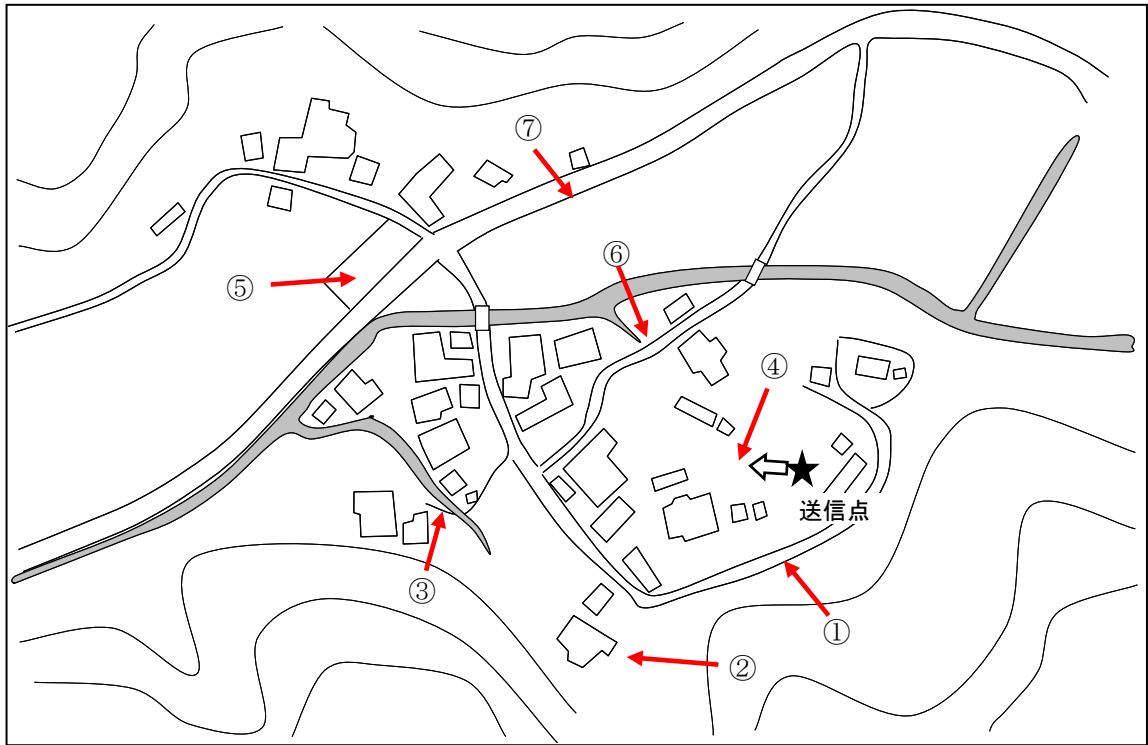
7. 受信測定設備

受信設備

φ30cm パラボラアンテナ



8. 測定点



- ① 路上
- ② 畑
- ③ 駐車場付近1
- ④ 敷地内
- ⑤ バス回転場
- ⑥ 駐車場付近2
- ⑦ 金網

9. 測定データ

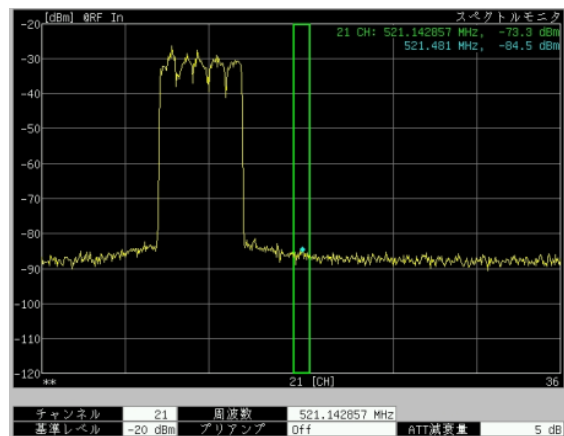
各測定点での受信レベル

No.	地点	伝送距離 (m)	受信レベル測定値 (dBm)				
			周波数 (GHz)				
			19.234	19.24	19.246	19.252	19.258
①	路上	38	-68.4	-68.6	-68.9	-69.3	-69.4
②	畑	88	-59.4	-59.1	-58.8	-58.2	-57.4
③	駐車場付近 1	111	-53.9	-53.9	-54.3	-54.2	-53.6
④	敷地内	26	-64.2	-64.1	-64.3	-64.5	-64.9
⑤	バス回転場	157	-56.3	-56	-56.3	-56.4	-56.4
⑥	駐車場付近 2	65	-59.1	-59.1	-59.1	-59.3	-59.8
⑦	金網	120	-58.1	-57.8	-57.8	-58.2	-58.4

①路上 受信信号



19GHz 受信機出力 (D30~D34)



SP 出力 (U13~U17)

各測定点での受信 MER

No.	場所	19.258GHz									
		19.258GHz		19.252GHz		19.246GHz		19.240GHz		19.234GHz	
		HA 前	HA 後	HA 前	HA 後	HA 前	HA 後	HA 前	HA 後	HA 前	HA 後
①	路上	23.9	23.6	26.3	25.6	26.4	25.8	26.8	26.1	27.2	26.4
②	畑	26.0	25.1	28.4	27.5	28.3	27.5	28.5	27.7	28.9	28.0
③	駐車場付近 1	26.4	25.6	28.9	28.0	29.0	28.0	29.2	28.2	29.7	28.6
④	敷地内	測定できず									
⑤	バス回転場	25.8	25.3	28.8	27.6	28.6	27.6	29.0	28.1	29.2	28.3
⑥	駐車場付近 2	26.1	25.3	28.8	27.8	28.8	27.5	29.0	27.9	29.4	28.4
⑦	金網	25.4	25.3	28.5	27.8	28.6	27.8	28.7	27.9	29.4	28.0

(dB)

10. データ解析と考察

10.1 回線設計

場所: 受信点⑤バス回転場

○机上計算

伝搬距離: 157m

伝送信号: ISDB-T-OFDM(64QAM、3/4)

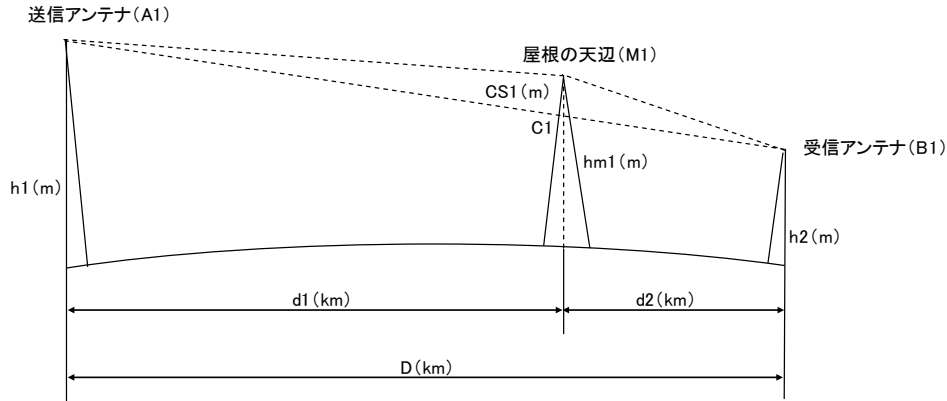
項目	単位		設計値	備考
伝搬距離	km	d	0.157	
中心周波数	MHz	f	19253	周波数帯域の中心周波数(D31)
チャンネル帯域幅	MHz	B	5.7	OFDM チャンネル帯域幅
空中線電力	dBm	Pt	11.3	チャンネル当たりの送信電力 13.5(mW/ch)
給電線系損失(送信)	dB	Lft	1.0	送信局側における給電線損失
送信空中線の絶対利得	dBi	Gat	4.0	セクターアンテナ利得 16dBi 受信点方向俯角: 10 度 受信点方向利得特性: -12dB
自由空間伝搬損失	dB	Lp	102	$Lp [dB] = 32.4 + 20\log d + 20\log f$ d: 伝搬距離[km]、f: 周波数[MHz]
受信空中線の絶対利得	dBi	Gar	32.8	30cm パラボラアンテナ
給電線系損失(受信)	dBm	Lfr	1.0	受信局側における給電線損失
受信機入力レベル	dBm	Pr	-55.9	$Pr = Pt - (Lp + (Lft + Lfr)) + (Gat + Gar)$
受信機熱雑音指数	dB	NF	7.0	
受信雑音電力レベル	dBm	Prni	-99.44	$Prni = 10\log(B) + NF - 114$
受信 CN 比	dB	CN	43.54	$CN = Pr - Prni$
所要受信 CN 比	dB	CNth	28	
マージン	dB	Zf	15.54	$Zf = CN - CNth$

○受信レベル測定値: -56.4dBm(19.252MHz)

○結果

受信レベルは、机上計算値-55.9dBm に対して実測値-56.4dBm で、差は 0.5dB となり整合する結果となった。

10.2 屋根による回折伝搬



項目	記号	値
等価地球半径係数	K	1.333333333
地球平均半径	a (km)	6370

距離(高さ)に依存するパラメータ

項目	記号	値
伝送距離(第1回折ポイント間直線)	D (km)	0.15461 = d1+d2
伝送距離(A-M1間直線)	d1 (km)	0.09955
伝送距離(M1-M2間直線)	d2 (km)	0.05506
A1ポイント標高	h1 (m)	28.26
M1ポイント標高	hm1 (m)	11.21
B1ポイント標高	h2 (m)	1
C1ポイント標高	hp1 (m)	10.71 = (h1*d2+h2*d1)/(d1+d2) - (d1*d2)/(2*K*a)
高低差(C1-M1間)	CS1 (m)	0.50 = hm1-hp1

※ B1ポイントの標高を0mとして算出

周波数に依存するパラメータ

項目	記号	値
伝送周波数	f (MHz)	19246
信号波長	λ (m)	0.0156 = 300/f
M1ポイントでの第1フレネル半径	Rm1 (m)	0.74 = $\sqrt{(\lambda * d1 * d2) / (d1 + d2)}$
M1回折パラメータ	U1	0.68 = CS1/Rm1
M1ポイントでの回折損失	Z1 (dB)	12.60 = 16+20*LOG(U1)
自由空間伝搬損失	Γ 0 (dB)	101.91 = 32.44+20*LOG(f)+20*LOG(d1+d2)
伝搬損失	Γ (dB)	114.51 = Γ 0+Z1

(受信点条件)

見通しポイント・・・駐車場から送信点まで157m、仰角10度
 回折ポイント・・・駐車場から送信点まで157m(屋根の陰になるポイントへ5m移動)
 回折ポイントから屋根の天辺まで56m、仰角10.5度
 受信点アンテナ高さ1m
 ※ 距離は受信アンテナから距離計により測定、受信点の標高を0mとして算出した

送信アンテナの高さ	$157 * \sin(10\text{度}) = 27.26$ (m)	$h1 = 27.26 + 1$ (m)
送信アンテナまでの水平距離	$157 * \cos(10\text{度}) = 154.61$ (m)	$d1 = 154.61 - 55.06$ (m)
屋根の高さ	$56 * \sin(10.5\text{度}) = 10.21$ (m)	$m1 = 10.21 + 1$ (m)
屋根までの水平距離	$56 * \cos(10.5\text{度}) = 55.06$ (m)	$d2 = 55.06$ (m)

送信点からの距離はほぼ同じとし、回折損失を算出した。
 算出値は 12.6(dB)となった。

実測結果

地点 バス回転場	レベル				
	周波数 (GHz)				
	19.234	19.24	19.246	19.252	19.258
直接受信測定値 (dBm)	-56.3	-56	-56.3	-56.4	-56.4
回折受信測定値 (dBm)	-68.6	-68.3	-69.3	-69.2	-69.4
回折損失 (dB)	12.3	12.3	13.0	12.8	13

結果: 算出値 12.6dB に対して整合する結果が得られた。

電波到来方向



10.3 反射受信実験

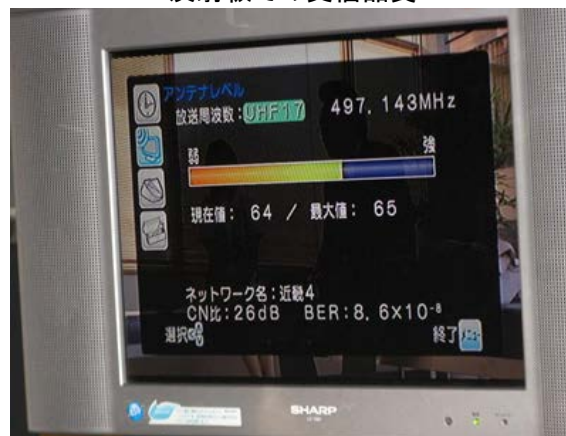
場所: ⑤バス回転場

1平方メートルのアルミ製反射板にて良好な品質で受信可能なことを確認した。



反射板: 1平方メートルのアルミ製(電気興業様協力)

反射板での受信品質



CNR 26dB

10.4 受信マージンの確認

場所: ⑤バス回転場

金属版で遮蔽し、15dB 以上のマージンがあることを確認した。

10dB マージン



15dB マージン



10.5 金網越し受信実験
場所:⑦金網

○金網越し

受信レベルを測定し、良好に受信できることを確認した。



○金網の近隣

金網から約 2m左に離れて受信

受信レベルは金網越しとほぼ同レベルであった。



10cm程度の方角格子では、ほとんど影響ないことを確認した。