

# 通信試験結果に対する評価と分析(案)

平成20年3月4日

高速無線LAN技術等を活用した  
観光情報支援システムに関する調査検討会

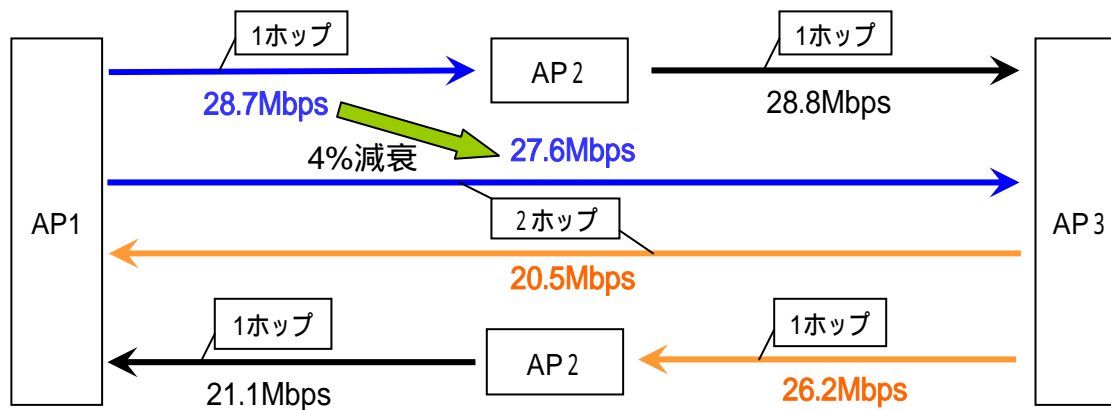
# 1. 高速無線LANを活用した観光情報支援システムの試験結果に対する評価

## (1) 伝送特性試験の個別評価

### マルチホップによる転送速度と遅延時間

#### ア) 測定結果抜粋

方向	ホップ	AP	転送速度 (Mbps)	遅延時間 (ms)	減衰率 (%)	方向	ホップ	AP	転送速度 (Mbps)	遅延時間 (ms)	減衰率 (%)
AP1 AP3	1	AP1 AP2	28.7	1	-	AP3 AP1	1	AP3 AP2	26.2	1	-
		AP2 AP3	28.8	1	-			AP2 AP1	21.1	1	-
	2	AP1 AP3	27.6	2	4		2	AP3 AP1	20.5	2	-



### < 転送速度 >

1 AP1 AP2方向とAP2 AP1方向で転送速度が相違する結果となった。要因としては、AP2 AP1方向では、伝搬路上の樹木で電波が遮られた影響で転送速度が低下したと考えられる。

### 2 転送速度から減衰率を検討

AP1 AP3方向の2ホップによる減衰率は4%

計算式  $1 - (\text{AP1 AP3の転送速度}) \div (\text{AP1 AP2の転送速度})$

$$1 - (27.6 \div 28.7) = 4\%$$

AP3 AP1方向の2ホップによる減衰率は計算結果から22%となったが、上記1のとおり、AP2 AP1間の伝搬路上の樹木で電波が遮られたための減衰も加算されていることからホップによる減衰率として適当でない。

計算式  $1 - (\text{AP3 AP1の転送速度}) \div (\text{AP3 AP2の転送速度})$

$$1 - (20.5 \div 26.2) = 22\%$$

### < 遅延時間 >

1 ポップ数に比例し、2ホップ(AP1 AP3)ではAP1 AP2の2倍の遅延時間となった。

## イ) 評価

現在の製品化されているマルチ無線構造の無線LAN装置（試験時使用AP-3100他）の性能としては、ホップ数（中継）には、基本的に限界が無いと言われているが、実態としては今回の実験のとおりホップすることにより減衰することから、ホップ数にも限界があると言える。仮に、今回の実験結果の減衰率を踏まえると、1 kmで6ホップとなり約20%減衰する。

	AP1		AP2(1hop)		AP3(2hops)		AP4(3hops)
転送速度	Start		28.7Mbps	4%減衰	27.6Mbps	4%減衰	26.5Mbps
			AP5(4hops)		AP6(5hops)		AP7(6hops)
		4%減衰	25.4Mbps	4%減衰	24.4Mbps	4%減衰	23.4Mbps

また、ホップしても見通しの利かないところでは、ホップによる減衰率だけでなく木々等障害物の影響による減衰も加わることも考慮する必要がある。

まだ利用が少ない届出制の11j規格の4.9GHz周波数帯を使用したため、今回の実験では他の送信機との干渉問題もなく、また、他の無線LAN規格より高出力であることから、非常に優れた結果となった。

## 距離に対する転送速度と遅延時間

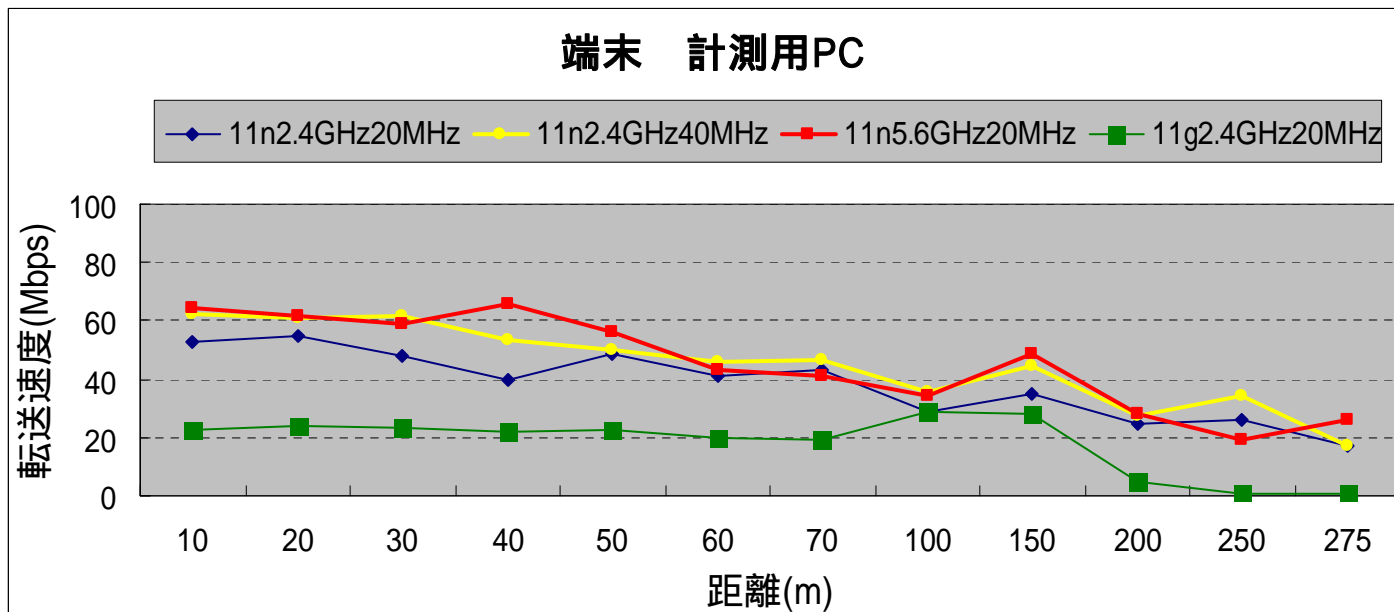
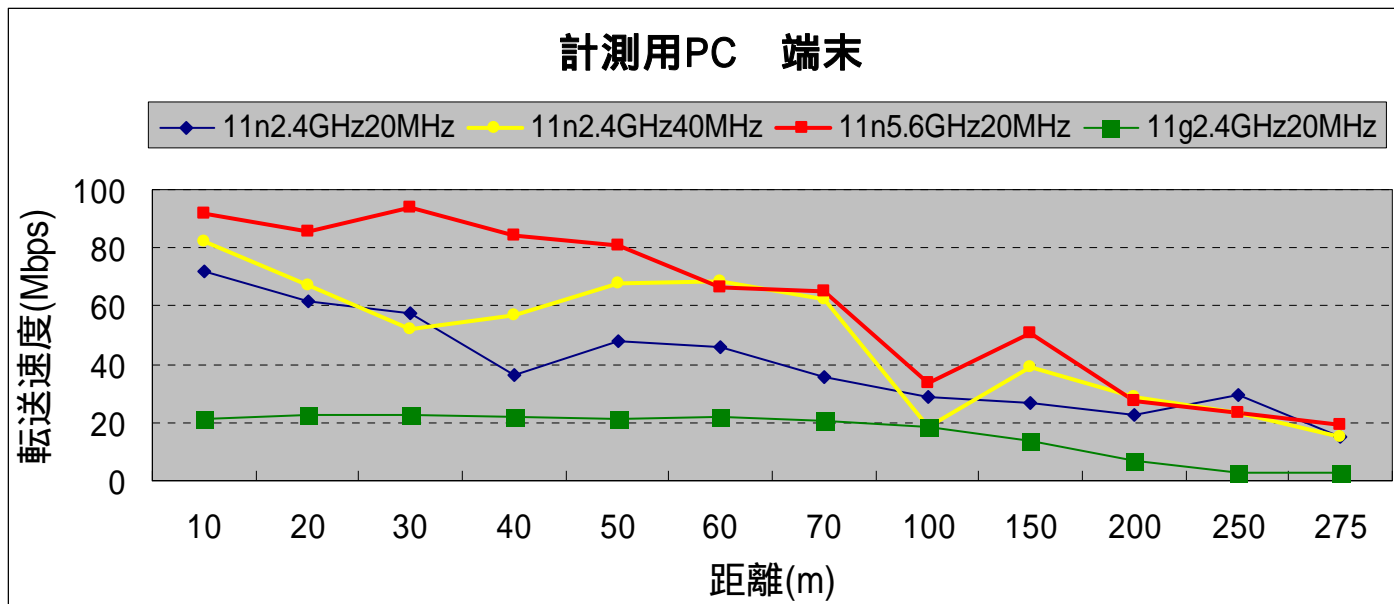
### ア) 測定結果抜粋

10mを100とした場合の距離による転送速度の低下率

項目	規格	周波数	帯域幅	チャンネル	方向	距離(m)											
						10	20	30	40	50	60	70	100	150	200	250	275
転送速度 (Mbps)	11n	2.4GHz	20MHz	7	A B	71.8	61.4	57.5	36.5	47.8	45.7	35.3	28.8	26.6	22.7	29.4	15.2
					B A	52.6	54.8	48.2	39.7	48.4	41	42.9	28.5	35	24.7	26	17.4
		40MHz	7,11	A B	82.2	67.3	51.8	57.1	68	68.3	62.2	18.6	38.8	28.6	23.3	15.2	
				B A	62.2	61.2	61.8	53.7	50.3	46.2	46.4	35.4	44.3	27.7	34.4	17.4	
	5.6GHz	20MHz	100	A B	92.1	85.5	93.5	84	81.1	66.2	65.4	33.3	50.9	27.3	23	19.4	
				B A	64.5	61.9	58.8	65.5	55.9	43.3	40.9	34.5	48.5	27.9	19.2	26.1	
	11g	2.4GHz	20MHz	1	A B	21.5	22.6	22.4	22.2	21.4	21.7	20.6	18.8	13.6	6.81	2.63	2.63
					B A	22.9	23.7	23.4	22	22.5	20.2	19	28.5	28	5.1	0.89	0.68
遅延時間 (ms)	11n	2.4GHz	20MHz	7	A B	1	22	11	11	0	21	1	0	0	3	1	1
					B A	6	13	12	3	1	16	13	19	1	1	17	13
		40MHz	7,11	A B	2	3	0	19	30	22	3	18	1	2	0	0	
				B A	8	3	8	12	0	7	2	0	1	23	1	1	
	5.6GHz	20MHz	100	A B	0	0	0	0	0	0	25	1	0	1	0	0	
				B A	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	1	0	
	11g	2.4GHz	20MHz	1	A B	2	2	2	2	2	4	2	0	1	0	1	0
					B A	4	4	3	1	0	2	2	0	3	3	2	2
転送速度 低下率	11n	2.4GHz	20MHz	1	A B	100	85.5	80.1	50.8	66.6	63.6	49.2	40.1	37	31.6	40.9	21.2
			40MHz	7,11	A B	100	81.9	63	69.5	82.7	83.1	75.7	22.6	47.2	34.8	28.3	18.5
	5.6GHz	20MHz	100	A B	100	92.8	102	91.2	88.1	71.9	71	36.2	55.3	29.6	25	21.1	
				A B	100	105	104	103	99.5	101	95.8	87.4	63.3	31.7	12.2	12.2	

方向欄の「A」とは計測用PC、「B」とは端末用PCのこと。

# 距離に対する転送速度の低下



## < 転送速度 >

(11nと11gの比較)

11nは距離に比例して転送速度が低下したのに対し、11gでは100mまでは距離に依存せず一定の転送速度であった。

(11nに関して周波数帯幅20MHzと40MHzの比較)

40MHzを使用した場合の転送速度は高くなる。

ただし、帯域幅が2倍にもかかわらず転送速度がそれに比例して2倍とはならなかった。

(11nに関して送信周波数2.4GHzと5.6GHzの比較)

5.6GHz(帯域幅20MHz)を使用した場合、距離が100mまでは2.4GHz(帯域幅20MHz)と比べると10Mbps以上高くなる。

対応機器がなく測定できなかった5.6GHz(帯域幅20MHz)では、さらに転送速度が伸びるものと推測する。

(その他)

11nにおける計測用PC 端末用PC方向と端末用PC 計測用PC方向の転送速度に差異が生じたのは、使用した無線LANカードの送受信アンテナの数(送信(2本)・受信(3本))が要因と考えられる。

## < 遅延時間 >

11nでは遅延時間が変動し、11gでは変動がなかったが、どちらも距離とは相関関係がないと考える。

## イ) 評価

11nは距離により転送速度が低下する傾向にあるが、11gと比較して転送速度が3倍以上を見込めることから高速伝送に有効である。ただし、11gが一定の距離までは転送速度が維持される特徴が見られることから、11nも距離に影響を受けない転送速度となることが望ましい。

11nの送信周波数の選択に関しては、2.4GHzと比較して5.6GHzが転送速度が高く(距離が100mまでは10MHz以上)なったことから、使用する周波数としては5.6GHzが高速伝送に望ましいと考える。ただし、同一周波数帯を他の無線機が使用していれば、相互に干渉し合い転送速度が劣化することとなるので、それぞれの周波数帯の使用状況を勘案して選択することも必要と考える。

11nでの周波数帯幅40MHzの転送速度は、20MHz帯域幅の2倍との結果とならなかったことから、デュアルチャネルの本来の特徴を十分活かしているとは言えないので、今後の機器の開発に期待したい。

無線LANカードの送受信アンテナの数(送信(2本)・受信(3本))により、上りと下りの転送速度に差異があるので、アンテナ数を同じにする等により、上り下りの転送速度を同程度とすることが望ましい。通常の使用では問題はないが、Webカメラなどを使用することを想定した場合、上り下りでの差の無い仕様の機器が必要と考える。



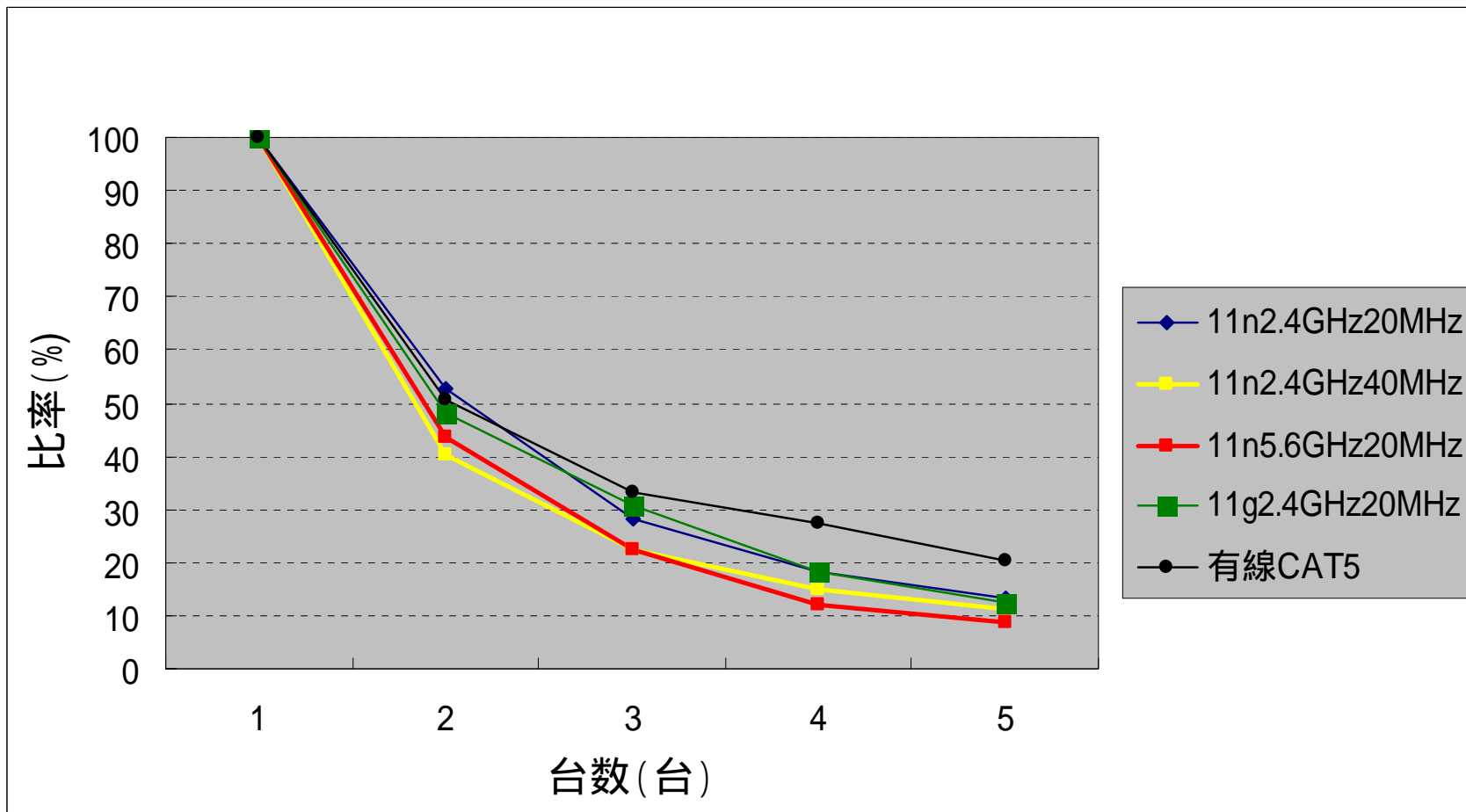
## 台数別転送速度と遅延時間

### ア) 測定結果抜粋

端末1台を100とした際の台数での低下率

方向	規格	周波数帯	帯域幅	チャンネル	端末台数	測定項目		転送速度の低下率	
						距離10m			
						転送速度 (Mbps)	遅延速度 (ms)		
端末用PC 計測用PC	11n	2.4GHz	20MHz	12	1	49.9	8	100	
					2	26.2	2	52.5	
					3	14.04	4	28.1	
					4	9.2	80	18.4	
					5	6.6	6	13.2	
		40MHz	7,11	1	60.1	2	100		
				2	24.3	4	40.4		
				3	13.47	23	22.4		
				4	8.91	1	14.8		
				5	6.7	52	11.1		
	5.6GHz	20MHz	100	1	64.8	0	100		
				2	28.1	0	43.4		
				3	14.57	0	22.5		
				4	7.75	0	12.0		
				5	5.66	9	8.7		
	11g	2.4GHz	20MHz	1	1	28.5	3	100	
					2	13.7	2	48.1	
					3	8.77	3	30.8	
					4	5.22	3	18.3	
					5	3.52	43	12.4	
		有線CAT5				1	93.2	0	100
						2	47.2	0	50.6
						3	31	0	33.3
						4	25.5	0	27.4
						5	18.8	0	20.2

## 台数増加による転送速度の低下率



1台での測定を100としている

## < 転送速度 >

(11nと11gの比較)

低下率のグラフから判断して、11nと11gの差異が見られなかった。

(11nに関して周波数帯幅20MHzと40MHzの比較)

低下率のグラフから判断して差異が見られず、周波数帯幅が40MHzの優位性が認められなかった。

(11nに関して送信周波数2.4GHzと5.6GHzの比較)

低下率のグラフから判断して、送信周波数で差異が見られなかった。

(その他)

有線による転送速度の結果から判るとおり、端末台数が増えるごとに2分の1、3分の1、・・・と、台数に反比例して低下するものと考え、無線通信では、有線の転送速度より数%～10%ほどの低下した結果となったが、通信時のプロトコル(無線用ヘッダ等)が要因と推測する。

## < 遅延時間 >

どの規格も台数別と遅延時間との相関関係がないと考える。

## イ) 評価

端末台数が増加による11nの優位性は無く、基本的に転送速度が早いことから端末台数の増加に伴い、およそ端末数で割り算した転送速度となるものと考え。

現在の無線LAN APは送信に1チャンネルしか使用することができないので、端末数が多くなれば、自ずと同チャンネルを共有することから転送速度が低下する。現在でもメッシュ型無線LANのように複数のチャンネルを使用する事が可能な送信機であれば、端末数の増加に応じて、使用する帯域を複数チャンネルに分散することが可能になるので、複数チャンネルの送信が可能となるような機能が望ましい。(マルチチャンネル、マルチラジオ)

## 地形に対する転送速度と遅延時間

### ア) 測定結果抜粋

条件Aを100とした際の障害物による低下率

規格	周波数	帯域幅	チャンネル	条件	測定項目		転送速度 低下率	各条件 で一番 優れて いる
					転送速度 (Mbps)	遅延時間 (ms)		
11n	2.4GHz	20MHZ	13	A	60.7	0	100	1
				B	40	1	65.90	
				C	21	0	34.60	
				D	21.9	1	36.08	1
				E	13.2	0	21.75	1
				F	x	x	0	
				G	x	x	0	
		40MHZ	7,11	A	59.3	0	100	
				B	53	0	89.38	
				C	22	1	37.10	1
				D	14.1	8	23.78	
				E	11.8	0	19.90	
				F	x	x	0	
				G	x	x	0	

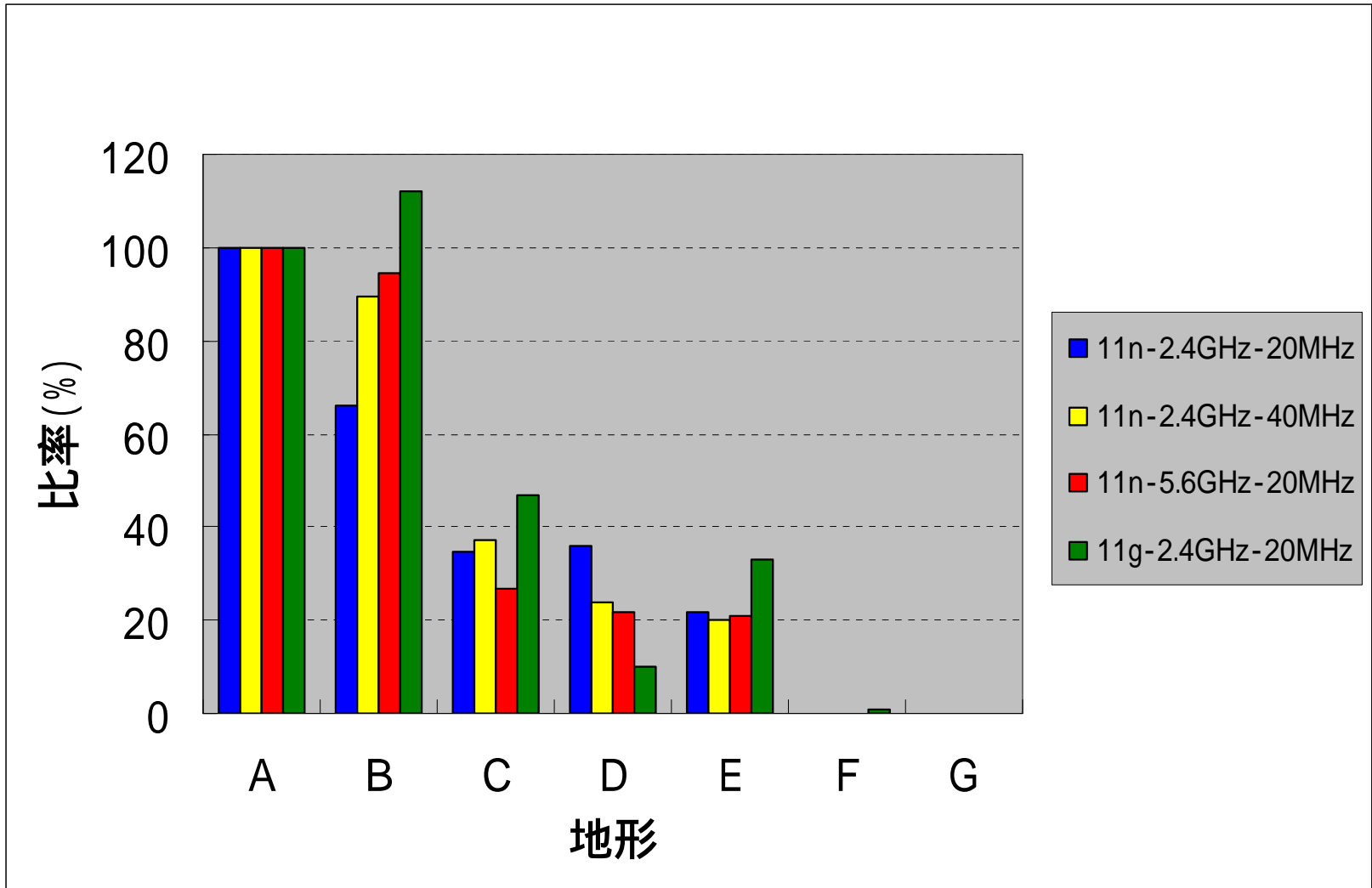
  

A	B	C	D	E	F	G
地形による 影響無し	距離20m 木々	距離30m 木々	距離130m 池 木々	距離30m 木々	距離130m 池 木々	距離50m 木々 丘

規格	周波数	帯域幅	チャンネル	条件	測定項目		転送速度 低下率	各条件 で一番 優れて いる
					転送速度 (Mbps)	遅延時間 (ms)		
11n	5.6GHz	20MHz	100	A	60.3	0	100	
				B	57.1	0	94.69	1
				C	16.1	0	26.70	
				D	13.1	0	21.72	
				E	12.5	0	20.73	
				F	×	×	0	
				G	×	×	0	
11g	2.4GHz	20MHz	1	A	15.9	16	100	
				B	17.8	0	111.95	
				C	7.45	6	46.86	
				D	1.57	3	9.87	
				E	5.27	18	33.14	
				F	0.1	3	0.63	1
				G	×	×	0	

A	B	C	D	E	F	G
地形による 影響無し	距離20m 木々	距離30m 木々	距離130m 池 木々	距離30m 木々	距離130m 池 木々	距離50m 木々 丘

## 障害物による転送速度の低下率



## < 転送速度 >

(11nと11gの比較)

Fの環境においては、11gが通信できた(転送速度0.1Mbps)のに対して、11nが全く通信できなかったことから、11nは11gに比較して地形等の影響を受けやすいと考える。

(11nに関して周波数帯幅20MHzと40MHzの比較)

低下率のグラフから判断して差異が見られず、周波数帯幅40MHzの優位性が認められなかった。

(11nに関して送信周波数2.4GHzと5.6GHzの比較)

11nと11gの比較において、地形の条件によって低下率の優劣が相違し、どちらの送信周波数が地形変化に強いかの判断できない。

## < 遅延時間 >

11gでは、遅延時間の影響が大きかった。

## イ) 評価

今回の測定場所は、建物の壁など平面的で恒久的に反射が一定方向にあるような地形でなく、木々等の日々の自然環境に影響されるような無線通信の環境にとって、非常に難しい場所で測定を行ったものである。

11gが11nよりも地形の影響を受けない結果となったが、この原因としては、11gでは屋外で使用することに適した屋外タイプ用APを使用したのに対して、11nでは屋内タイプ用をしたため、アンテナの性能による差が生じたものと推測でき、アンテナによる影響は非常に大きいと言える。

11nの送信周波数2.4GHzと5.6GHzの優劣については、5.6GHz帯の周波数は障害物が少ない場所でよい結果となる反面、障害物の多い場所では悪い結果となるのは電波の直進性が要因と推測される。そのため、地形を考えた上で、送信周波数の選定を行うことが望ましいと考える。

11g(2.4GHz帯)と11n(2.4GHz帯)と11n(5.6GHz帯)でアクセスした際の転送速度と遅延時間

## ア) 測定結果抜粋

- 1 距離、端末台数、受信場所等の項目で11g、11n 2.4GHz、5.6GHzと試験を行い、各項目で述べたように、様々な条件で11gより11nが転送速度が遥かに速い結果であった。
- 2 11n 2.4GHzと11n 5.6GHzの比較は、距離においては5.6GHzが有利であり、台数・受信場所での項目では、どちらもそれほど差異は無かった。

## イ) 評価

全ての測定項目において11nの優位性がある結果となった。また、11nの中では、送信周波数が5.6GHzは伝搬路上に障害物が無い環境で優位である。更に、帯域幅については、40MHzは、20MHzに対しては単純計算で2倍とならないとはいえ、転送速度において優位であると考ええる。

5.6GHz帯は、20MHz帯域幅で使用する際は、干渉しないクリアなチャンネルを11ch確保でき、40MHz帯域幅でも、5ch確保できることは、チャンネル選定の上で非常に有利である。そのため、試験した各項目で、20MHzの帯域幅であっても、電波がクリアな環境なことから、転送速度が一番速かった結果となったものと推測できる。



## (2) アプリケーション試験の個別評価

### 動画映像のストリーミングによる体感速度

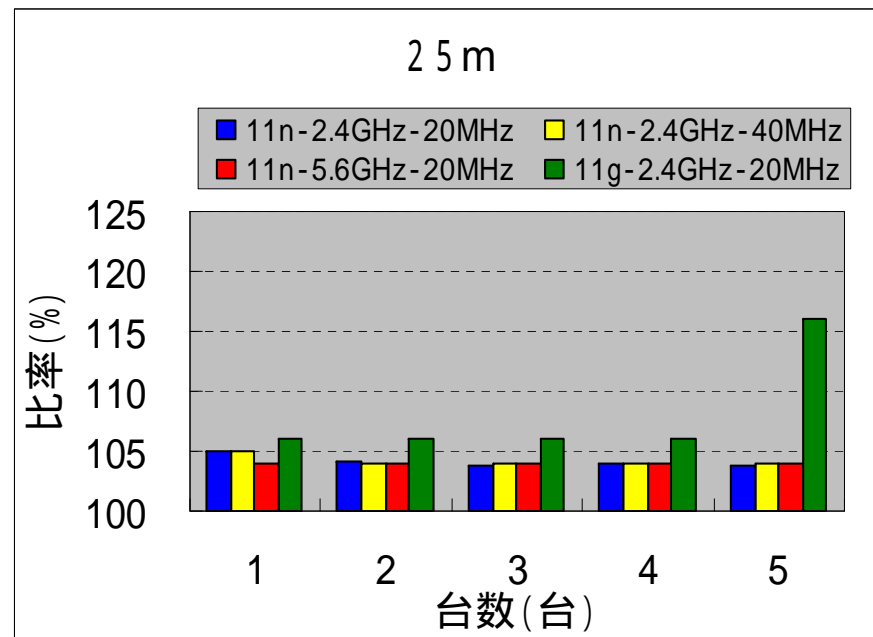
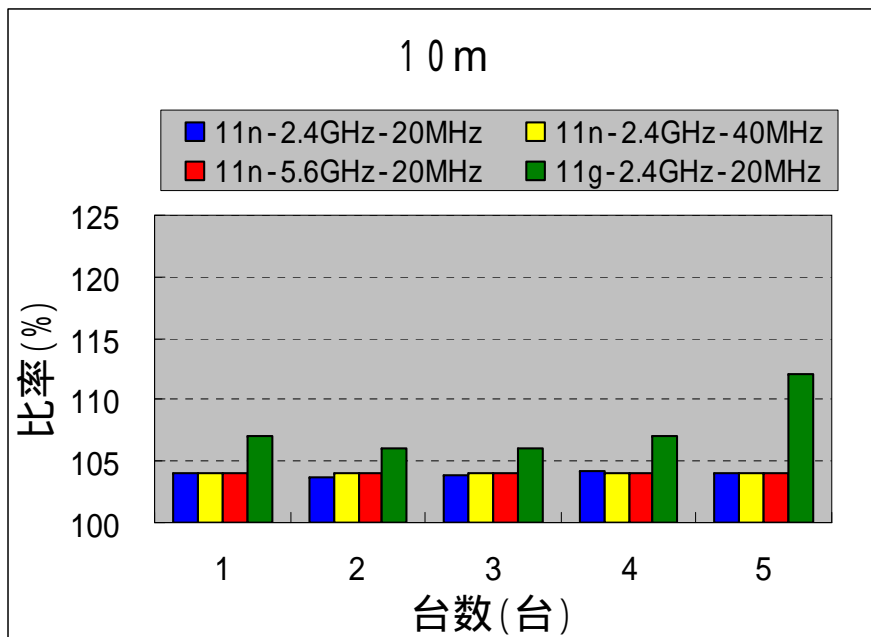
#### ア) 測定結果抜粋

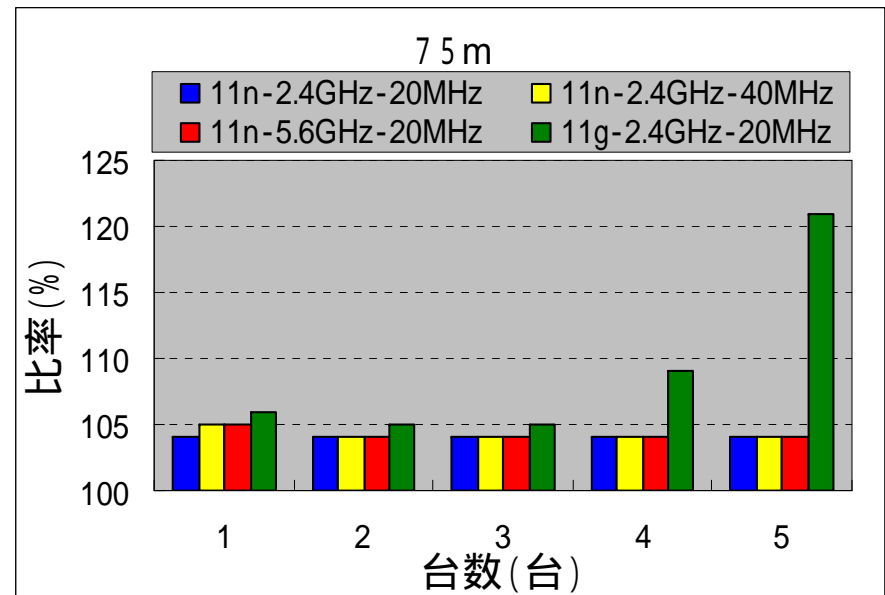
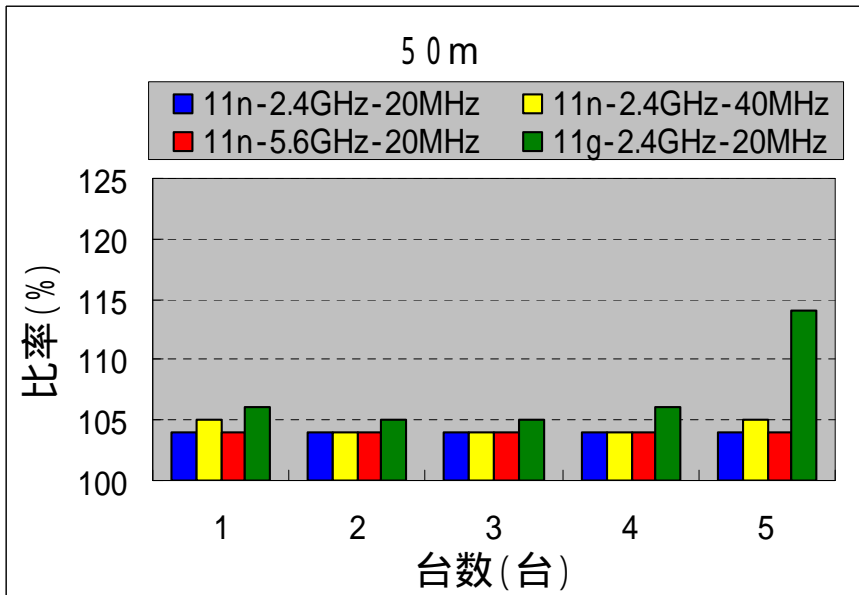
規格	周波数	帯域幅	チャンネル	台数	表示時間(秒)			
					有線	距離(m)		
						10	25	50
11n	2.4GHz	20MHz	7	1	51.35	51.41	51.39	51.34
				2	51.29	51.49	51.38	51.28
				3	51.45	51.48	51.53	51.48
				4	51.6	51.46	51.61	51.48
				5	51.59	51.44	51.75	51.42
		40MHz	7,11	1	51.21	51.56	51.48	51.47
				2	51.37	51.45	51.53	51.57
				3	51.37	51.46	51.53	51.53
				4	51.44	51.56	51.61	51.67
				5	51.64	51.64	51.92	51.67
	5.6GHz	20MHz	100	1	51.21	51.23	51.34	51.47
				2	51.39	51.41	51.44	51.49
				3	51.45	51.44	51.48	51.52
				4	51.61	51.58	51.56	51.56
				5	51.64	51.51	51.51	51.53
11g	2.4GHz	20MHz	1	1	52.67	52.04	52.27	52.3
				2	52.34	52.2	52.14	51.84
				3	52.33	52.69	52.23	51.92
				4	53.07	52.69	52.49	53.89
				5	55.66	57.59	56.75	59.99
有線CAT5				1	49.19	この数値を基準とします。		
				2	49.45			
				3	49.56			
				4	49.51			
				5	49.57			

・基本表示時間: 49.46秒

- ・表示時間とは、動画解説ボタンを押してから、終了するまでの時間
- ・サーバー～HUB～端末と直結して行った時間を基本表示時間とした

有線を100とした際の台数と距離による表示時間の増加率





(11nと11gの比較)

11nでは距離と台数が増加しても表示時間に差異がなく、増加率(有線による表示時間の比較)で約105%以内であり、動画像が支障なくスムーズに再生する。一方、11gでは5台でストリーミングすると、増加率が110%を超え、映像がカクカクしたり、一瞬止まったりと動画像がスムーズに再生されなかった。従って、11nが優位と考える。

(11nに関して周波数帯幅20MHzと40MHzの比較)

増加率のグラフから判断して差異が見られず、40MHzの優位性が認められなかった。

(11nに関して送信周波数2.4GHzと5.6GHzの比較)

増加率のグラフから判断して差異が見られず、周波数による相違がない。

## イ) 評価

11gと11nの両規格で、転送速度の差がそのまま、動画像のストリーミングに反映される。1端末5Mbps以上確保できる環境であれば、ストリーミングは可能であり、転送速度が大きい11nで実現することが望ましい。

なお、今回使用した動画像が約6.3Mbytesのファイル容量であることから、5台・10mで転送速度が3.62Mbpsとなる11gでは上記の1端末当たりの容量が確保できないので、画像が一時的に停止したものとする。つまり、11gではこの条件で動画像をスムーズにストリーミングすることは難しいものとする。

ストリーミングに関しては、サーバーの能力や条件の設定も影響されるものとする。  
(試験ではキャッシュは一切行わないように設定した)

## エリア移動時のマップ表示切替

### ア) 測定結果抜粋

規格	周波数	帯域幅	チャンネル	地点	表示時間(秒)
11n	2.4GHz	20MHz	7	兼六園 金沢城	32.56
				金沢城 兼六園	36.34
		40MHz	7,11	兼六園 金沢城	33.48
				金沢城 兼六園	30.89
	5.6GHz	20MHz	100	兼六園 金沢城	41.23
				金沢城 兼六園	36.5
11g	2.4GHz	20MHz	1	兼六園 金沢城	40.21
				金沢城 兼六園	44.09

(11nと11gの比較)

11nは、11gに比べて表示時間が早かった。これは、読み込み時の速度による差と思われる。

(11nに関して周波数帯幅20MHzと40MHzの比較)

差異が見られず、40MHzの優位性が認められなかった。

(11nに関して送信周波数2.4GHzと5.6GHzの比較)

差異が見られず、周波数による相違がない。

(その他)

全ての規格において、表示時間が30秒以上かかっているのは、ネットワーク・サーバー設定に時間を要していることに起因するものと推測する。

## イ) 評価

エリアを移動した際、一度ネットワークが切断され、再度別エリアに入った際、異なる無線LAN APと接続をすることになる。通常のサーバー・ネットワーク機器は、端末でメモリー上に保持しているネットワーク経路の情報と、サーバー側で認識している経路が異なり、それを修正して正常なネットワーク経路を認識するまで時間が掛かり、結果的に再起動時の読み込みに時間を要したものと推測できる。

ネットワーク・サーバーの設定を適切に環境にあった設定にする必要がある。

つまり、ネットワークの仕組み上の問題に起因し、この試験については、無線の規格の優劣を比較できないことが分かった。

## 位置情報の表示

### ア) 測定結果抜粋

規格	周波数	帯域幅	チャンネル	地点 台数	表示変更時間(秒)				
					1	2	3	4	5
11n	2.4GHz	40MHZ	7,11	A	0.71	1.27	1.03	1.21	1.14
				B	0.8	0.74	0.89	2.2	1.63

- 1 同時アクセス台数が増加するとわずかだが表示時間がかかった。
- 2 場所による違いは、転送速度の違いと相関関係であり、転送速度が遅ければ表示時間もかかり、転送速度と表示時間は正比例であった。

### イ) 評価

現在WindowsOSでの無線LANの設定項目。通常使用されている無線LANカード(今回使用したカードも含む)には、複数の無線LAN APから電波を受信している際に、電波の強いAPの電波に切替えるなどの機能は無く、接続されているAP側の電波が弱くなり切断されない限り、切り替わる機能は無い。

WiFi Phoneのようにローミング技術を持っている端末とAPであれば、スムーズに切替が行えると推測できる。

つまり、ネットワークの仕組み上の問題に起因し、この試験についても無線の規格の優劣を比較できないことが分かった。

### (3) 総合評価

11nがどの試験項目においも11gに対して優位性がある結果となった。また、中でも、送信周波数5.6GHzが、2.4GHzと比較して転送速度が高く、高速伝送が可能な11nのシステムが有効と考える。

11nの送信周波数5.6GHz - 40MHz幅の規格は法制化されているものの、当該規格の送信機が製品化されておらず通信試験ができなかったが、5.6GHz - 20MHz幅の転送速度の通信結果から勘案して高速化に有効と考える。

送信機間のバックボーン回線、メッシュ化といった機能をもった11nが製品化されておらず通信試験ができなかったが、今回の通信結果で転送速度が11j以上を見込めることから、11nを高速なバックボーン回線として有効と考える。

モニター調査結果から、画像の評価としては今回使用した画像が鮮明との回答が多く、端末としては携帯型ゲーム機程度の大きさで、使いやすい端末(ボタン一つ押すだけでよい・傘をさしても邪魔にならない)が好ましい、との回答が多かったことから、小型、軽量で、PC並みに鮮明度の高い画像を表せる端末機が望ましいと考える。

今回の位置情報システムは、ランドマークを使用した簡易的なものであり、また、モニター調査結果からも、広い場所で自分の現在地が解る様に、目的地をクリックするとコース案内を表示・入ってはいけない場所をアラームで知らせる、との要望があったため、シーズとニーズに基づくアプリケーションの開発が望ましい。

コンテンツについては、モニター調査結果から、由来歴史・マップ・みどころや、多国語でのガイドを提供することが望ましい。



## (4) 分析

11nの5.6GHz帯には、DFS、TPC( 1)の問題があるものの、2.4GHz帯に比べ、まだ利用が少ない状況から干渉も受けにくく、チャンネルも多く確保(20MHz幅で11ch、40MHz幅で5ch)できることから、無線LANの高速化の検討を行う上で5.6GHz帯 - 40MHz幅の活用が課題と考える。

多段中継(ホップ)が必要な送信機間のバックボーン回線としては、現状の4.9GHz帯を使用する11jが送信出力、距離、干渉の面から非常に有利であるが、20MHz幅で4CH、40MHz幅で2chしか確保できない周波数配置となっている。端末へのアクセス回線として11nが普及してもそのバックボーン回線の容量が不足すれば多段中継のボトルネックとなるので、11nを11jのようなバックボーン回線として活用することが課題と考える。

UMPC(ウルトラモバイルPC)、PDA等のハンディタイプでは、現状PC並みに鮮明度の高い画像を表せる機種は一部のみであり、画面が小さく細かい画像を見るのは難しい。また専用の端末機を開発する場合、開発費や、使用する機器・部品の修理対応等の問題がある。そのため、小型、軽量で、PC並みに鮮明度の高い画像を表せる端末が必要と考える。

モニター調査結果で要望があった位置情報システムの利用ニーズ(広い場所で自分の現在地が解る様に・目的地をクリックするとコース案内を表示・入ってはいけない場所をアラームで知らせるなど)を実現するには、技術的に検討していくことが必要と考える。

モニター調査結果から、由来歴史・マップ・みどころや、多国語でのガイドの作成が望まれるが、コンテンツの著作権及び作成・更新にかかる経費や労力を要する問題がある。

1 DFS(Dynamic Frequency Selection) : 無線LANがレーダーと周波数を共用して使用するのためのシステム  
TPC(Transmitter Power Control) : 無線LANの一の通信系における平均の空中線電力を3dB下げる機能

凡例:A;技術的課題 B;システム構築上の課題 C;システム運用上の課題

	総合評価	分析	課題の分類		
			A	B	C
総合評価と分析	11nの送信周波数5.6GHz - 40MHz幅の規格は法制化されているものの、当該規格の送信機が製品化されておらず通信試験ができなかったが、5.6GHz - 20MHz幅の転送速度の通信結果から勘案して高速化に有効と考える。	11nの5.6GHz帯には、DFS、TPCの問題があるものの、2.4GHz帯に比べ、まだ利用が少ない状況から干渉も受けにくく、チャンネルも多く確保(20MHz幅で11ch、40MHz幅で5ch)できることから、無線LANの高速化の検討を行う上で5.6GHz帯 - 40MHz幅の活用が課題と考える。			
	送信機間のバックボーン回線、メッシュ化といった機能をもった11nが製品化されておらず通信試験ができなかったが、今回の通信結果で転送速度が11j以上を見込めることから、11nを高速なバックボーン回線として有効と考える。	多段中継(ホップ)が必要な送信機間のバックボーン回線としては、現状の4.9GHz帯を使用する11jが送信出力、距離、干渉の面から非常に有利であるが、20MHz幅で4ch、40MHz幅で2chしか確保できない周波数配置となっている。端末へのアクセス回線として11nが普及してもそのバックボーン回線の容量が不足すれば多段中継のボトルネックとなるので、11nを11jのようなバックボーン回線として活用することが課題と考える。			
	モニター調査結果から、画像の評価としては今回使用した画像が鮮明との回答が多く、端末としては携帯型ゲーム機程度の大きさで、使いやすい端末(ボタン一つ押すだけでよい・傘をさしても邪魔にならない)が好ましい、との回答が多かったことから、小型、軽量で、PC並みに鮮明度の高い画像を表せる端末機が望ましいと考える。	UMPC(ウルトラモバイルPC)、PDA等のハンディタイプでは、現状PC並みに鮮明度の高い画像を表せる機種は一部のみであり、画面が小さく細かい画像を見るのは難しい。また専用の端末機を開発する場合、開発費や、使用する機器・部品の修理対応等の問題がある。そのため、小型、軽量で、PC並みに鮮明度の高い画像を表せる端末が必要と考える。			
	今回の位置情報システムは、ランドマークを使用した簡易的なものであり、また、モニター調査結果からも、広い場所で自分の現在地が解る様に・目的地をクリックするとコース案内を表示・入ってはいけない場所をアラームで知らせる、との要望があったため、ニーズとニーズに基づくアプリケーションの開発が望ましい。	モニター調査結果で要望があった位置情報システムの利用ニーズ(広い場所で自分の現在地が解る様に・目的地をクリックするとコース案内を表示・入ってはいけない場所をアラームで知らせるなど)を実現するには、技術的に検討していくことが必要と考える。			
	コンテンツについては、モニター調査結果から、由来歴史・マップ・みどころや、多国語でのガイドを提供することが望ましい。	モニター調査結果から、由来歴史・マップ・みどころや、多国語でのガイドの作成が望まれるが、コンテンツの著作権及び作成・更新にかかる経費や労力を要する問題がある。			

## 2. ワンセグ映像配信技術を活用した観光情報支援システムの評価

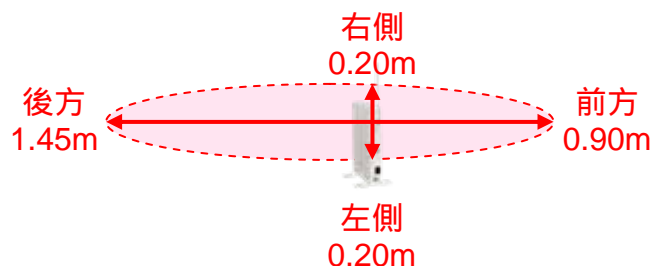
### (1) 伝送特性試験の個別評価

周囲に壁等が無い場所(部屋中央)へ設置した場合の受信可能距離測定

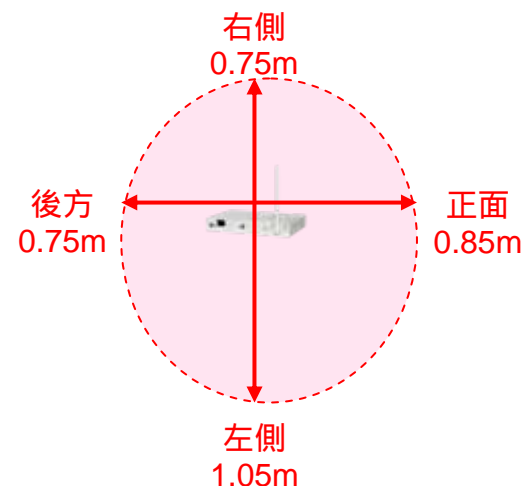
#### ア) 測定結果

試験日:平成20年2月5日(火)AM

送信機縦置き	正面	右側	左側	後方
受信可能距離	0.90m	0.20m	0.20m	1.45m



送信機横置き	正面	右側	左側	後方
受信可能距離	0.85m	0.75m	1.05m	0.75m



- 1 縦置きの場合は0.90mまで受信可能であった。
- 2 横置きの場合は0.85mまで受信可能であった。
- 3 送信電波に指向性があることが分った。

#### イ) 評価

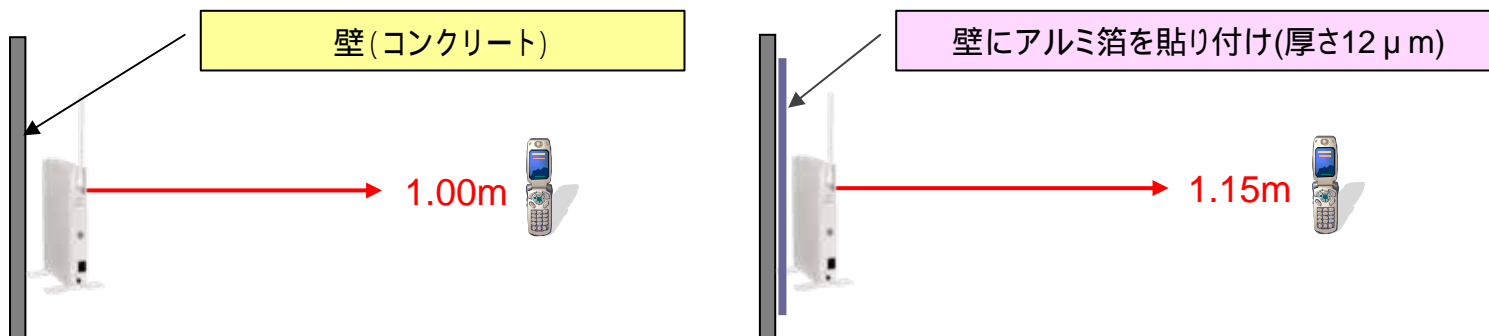
受信可能距離は0.90mと狭く、極限られた場所での案内に適している。

発射する電波に指向性があるため、送信機を設置する場所を工夫する必要がある。

## 壁際に設置した場合の受信可能距離測定

### ア) 測定結果抜粋

設置壁	壁無し (基準値)	コンクリート	アルミ有り
受信可能距離	0.90m	1.00m	1.15m



- 1 コンクリートの壁の場合では受信可能距離は1.00mであった。
- 2 壁にアルミ箔を貼り付けた場合での受信可能距離は1.15mであった。
- 3 周囲に壁等が無い場所(部屋中央)へ配置した場合に比べ受信可能距離が延びていることから、壁の素材により影響があると推測される。

### イ) 評価

壁際に設置する場合は、壁による反射波の影響を考慮する必要がある。

# パネル等の遮蔽物がある場合の受信可能距離測定

## ア) 測定結果抜粋

	遮蔽物無し (基準値)	遮蔽物有り	
		アルミ無	アルミ有
受信可能距離	1.00m	1.00m	受信不可



- 1 アルミ無しでの遮蔽物では、遮蔽効果が得られなかった。
- 2 アルミ有りの遮蔽物では、十分遮蔽効果が得られた。

## イ) 評価

景観上、送信機を隠す必要がある場合は、今回使用したパーテーション(再生紙を利用したハニカムコア及び布製)程度のものであれば受信可能である。

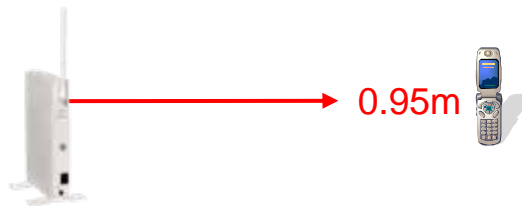
受信機が、隣接する送信機からの影響を受けないようにするためには、金属性パーテーションで遮蔽することが有効である。

# 送信チャネルの違いによる受信可能距離測定

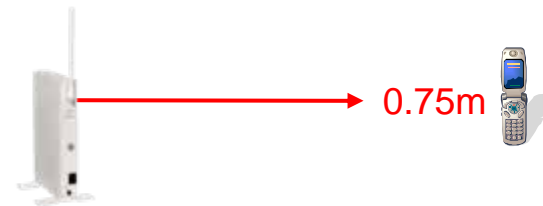
## ア) 測定結果抜粋

送信チャネル	40ch (基準値)
受信可能距離	0.95m

送信チャネル	41ch
受信可能距離	0.75m



送信機から0.95mまでは受信可能



送信機から0.75mまでは受信可能

- 1 送信チャネル40chと41chでは受信可能距離に差があった。
- 2 送信する周波数帯(チャネル)の雑音電波に影響されると推測される。

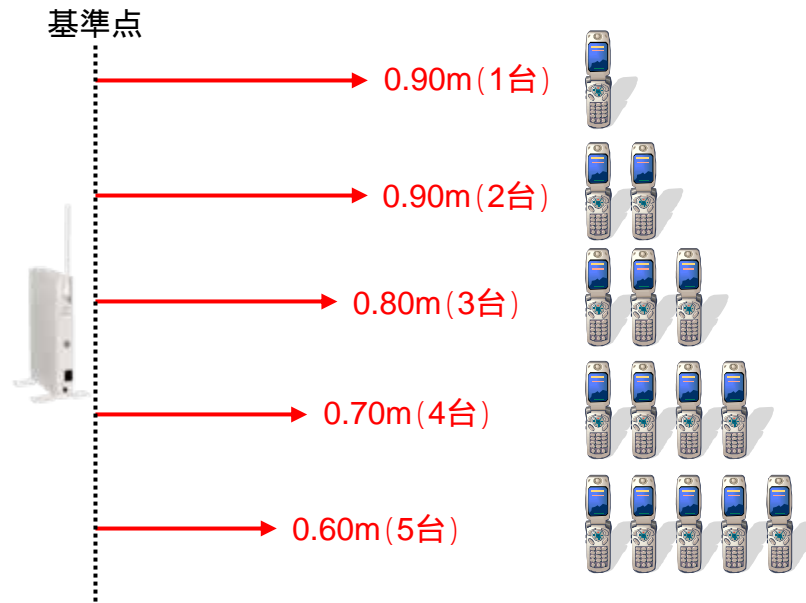
## イ) 評価

微弱電波を使用しており、外部からの電波や電気雑音の影響を受けやすいため、事前に設置する場所の電波環境を充分調査し、外部電波や電気雑音の影響を受けない送信チャネルを選定する必要がある。

# 受信端末数の違いによる受信可能距離の測定

## ア) 測定結果抜粋

受信端末台数	1台(基準値)	2台	3台	4台	5台
受信可能距離	0.90m	0.90m	0.80m	0.70m	0.60m



- 1 同時に受信する端末が3台以上になると受信可能距離は短くなった。
- 2 一般的には電波を受信するだけなので、受信機台数に制限を受けないが、端末同士を近づけて受信したことにより、受信環境に何らかの影響を受けたと推測される。

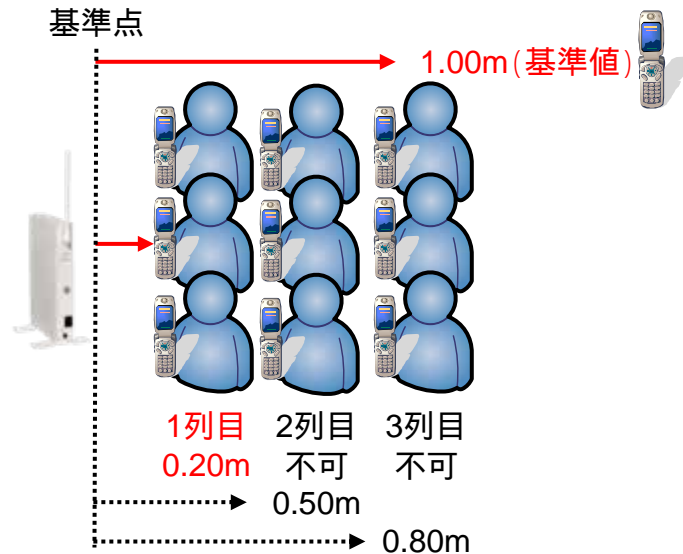
## イ) 評価

1台の送信機からの電波を同時に受信することができる端末の数には限りがある。

# 送信機周辺の混雑状況による受信可能距離の測定

## ア) 測定結果抜粋

	台に設置 (基準値)	手持ちして測定		
		1列目	2列目	3列目
受信可能距離	1.00m	0.20m	不可	不可



- 1 前に人垣があると後方では受信出来なかった。
- 2 人垣などにより電波が遮られたものと推測される。

## イ) 評価

受信端末を手に持った場合は0.20m以内しか受信出来ないなので、送信機のすぐ近くで受信しなくてはいけないことを考慮する必要がある。

人体によって電波が遮られるため、人垣があると受信出来ないことを考慮する必要がある。



# 受信端末の違いによる受信可能距離の変化の測定

## ア) 測定結果抜粋

受信端末	(基準値)	端末A	端末B	端末C	端末D	端末E	端末F	端末G	端末H	端末I
受信可能距離	1.00m	1.00m	0.80m	0.70m	4.10m	3.70m	2.20m	不可	0.80m	0.00m



端末の性能によって、受信可能距離に大きな差が認められた。

## イ) 評価

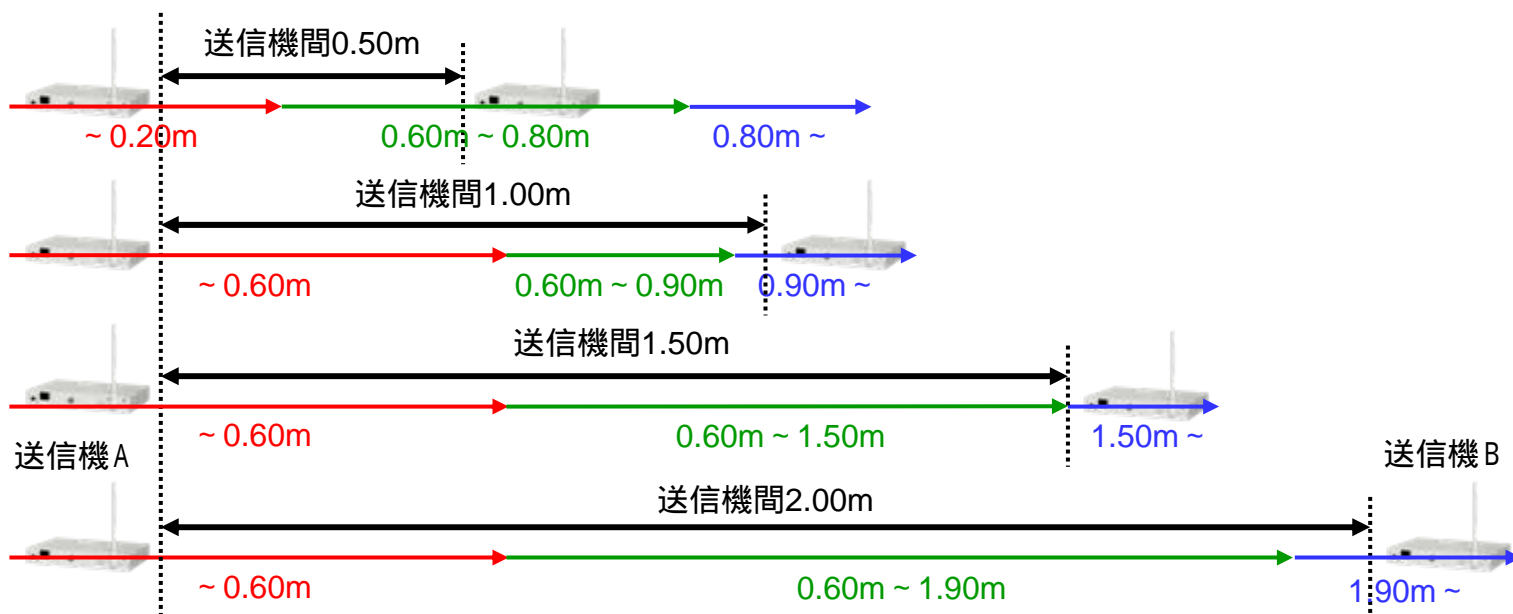
ワンセグ機能付き端末の受信性能の向上により、受信可能距離は4.00m程度まで延びると思われる。

## (2) 送信機切替試験の個別評価

### 送信機間の距離の違いによる受信切替距離の測定

#### ア) 測定結果抜粋

送信機間距離	切替予想点	A受信可能	A/B共受信不可	B受信可能
0.50m	0.25m	~ 0.20m	0.20m ~ 0.80m	0.80m ~
1.00m	0.50m	~ 0.60m	0.60m ~ 0.90m	0.90m ~
1.50m	0.75m	~ 0.60m	0.60m ~ 1.50m	1.50m ~
2.00m	1.00m	~ 0.60m	0.60m ~ 1.90m	1.90m ~



- 1 送信機AB共に受信可能範囲内にあるにも関わらず、受信出来ない範囲があることが分った。
- 2 送信機間隔2.00mでの結果から、送信機Aの影響を1.90m(送信機Bの手前0.10m)まで受けることが分ったことから、実運用では送信機間隔を3.90m以上離す必要があると推測される。
- 3 広角方向の測定結果より、送信電波の指向特性を活用して送信機を縦置きに置けば、実運用では送信機間の距離はさらに短くすることが出来ると推測される。

## イ) 評価

今回使用した送信機では、同一チャネルの場合、送信機間を3.90m以上離さないで十分な受信可能距離が確保できないことから、3.90m以内に複数の送信機を置かなければならないような場合は、送信機を縦置きにするなど、アンテナの指向特性を活用した運用も考えられる。

### (3) 放送波干渉試験の個別評価

#### チャンネルスキャン可能距離測定

##### ア) 測定結果抜粋

	試験波 (15ch)	ワンセグ放送波 (15ch)
スキャン可能距離	0.00mでも不可	0.30m ~



- 1 送信機から0.30mまでの距離では、試験波、ワンセグ放送波共にチャンネルスキャンすることが出来なかった。
- 2 0.30m以上離れると、ワンセグ放送波のみスキャンが可能になった。
- 3 ワンセグ放送波と同一チャンネルでは使用することが出来ないことが分った。

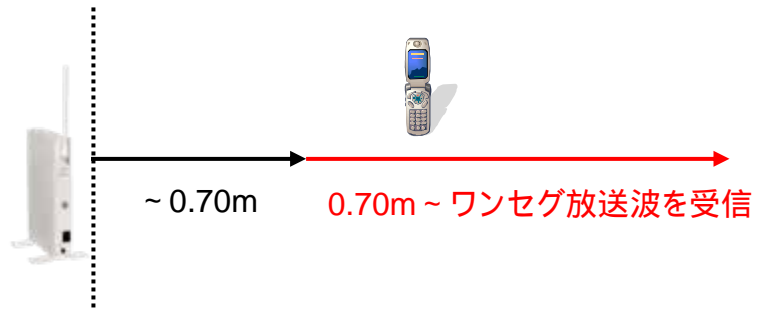
##### イ) 評価

ワンセグ放送波と同じチャンネルは使用出来ない。

## 放送波と同一チャネル使用時の可能距離測定

### ア) 測定結果抜粋

	試験波 (15ch)	ワンセグ放送波 (15ch)
受信可能距離	0.00mでも不可	0.70m ~



- 1 送信機から0.70mまでの距離では、試験波、ワンセグ放送波共に受信が出来なかった。
- 2 0.70m以上離れると、ワンセグ放送波のみ受信(視聴)が可能になった。
- 3 ワンセグ波と同一チャネルでは使用することが出来ないことが分った。

### イ) 評価

ワンセグ放送波と同じチャネルは使用出来ない。

## (4) 総合評価

### システムの有用性

モニター調査結果から、ほとんどの人が、「利用したい」、「動画像、音声共に鮮明又は良い」、「自分のワンセグ機能付き携帯電話が使える事は良い」と回答しており、本システムは有用であると考えている。

微弱電波の特性上、受信可能範囲は狭いので限られた場所での案内に適している。

### システムの改善点

微弱電波の特性上、受信可能範囲が狭く、受信機を手に持った場合や、前に人垣がある場合はさらに受信可能範囲が狭くなる結果となった。また、モニター調査結果からも受信可能エリアの拡大を要望する意見が多くあった。

微弱電波の特性上、雑音電波に影響され、使えるチャンネルが制限される。

発射される電波に指向性があることや、壁面に設置した送信機の場合は壁の影響を受けるため、通信可能範囲が均一に確保出来ない。また、人が手に持つ高さで受信する場合は、送信機を床や天井に設置できない。

1台の送信機からは1チャンネルしか送信できないため、多国語による解説など、複数のサービスに対応できない。

1台の送信機からの電波を同時に受信する端末の数に限界がある。

同一チャンネルの送信機を複数設置する場合は、3.9m以上の間隔を置かなければ各々の送信機からのサービスエリアを確保できない。

受信端末の性能により受信可能距離に大きな差がある。

モニター調査結果から、「情報が得られるまでの時間が遅い」、「受信端末のチャンネル登録の操作をもっと簡単に行いたい」、「ワンセグ機能付き携帯電話の電池がもたない」とする感想もあった。

コンテンツについては、モニター調査結果から、作品紹介、見どころ、マップ(作品の位置情報等)のほか、多国語等の音声によるコンテンツを望む声があった。

## (5) 分析

1. 受信可能エリアを拡大することが必要であり、現行の諸規則によれば微弱電波でしか送信を認められていないことが課題である。また、以下のことも必要であり同様の課題となっている。
  - ・ 送信機の設置場所に制約を受けないようにする必要がある。
  - ・ 外部の雑音電波の影響を受けないチャンネルを確保する必要がある。
  - ・ 複数の端末が同時に受信できるようにする必要がある。
2. どのような場所でも設置できることが必要であり、複数台の送信機を設置する場合は、他の送信機からの干渉が課題である。
3. 受信端末の機種によらず、受信可能範囲が一定に確保されることが必要であり、端末の受信性能にバラツキがあることが課題である。
4. チャンネル設定ではダイレクトに選局できることが必要であり、ほとんどのワンセグ機能付き携帯電話がダイレクトに選局できないことが課題である。
5. コンテンツの容量の大きさに関わらず、ストレスなく表示できることが必要であり、コンテンツの容量を改善することが課題である。
6. 今回使用したものは、1台の送信機で様々なコンテンツを送信できないことが課題である。

凡例：A；技術的課題 B；システム構築上の課題 C；システム運用上の課題

	評価	分析	課題の分類		
			A	B	C
総合評価と分析より	微弱電波の特性上、受信可能範囲が狭く、受信機を手に持った場合や、前に人垣がある場合はさらに受信可能範囲が狭くなる結果となった。また、モニター調査結果からも受信可能エリアの拡大を要望する意見が多くあった。	受信可能エリアを拡大することが必要であり、現行の諸規則によれば微弱電波でしか送信を認められていないことが課題である。			
	発射される電波に指向性があることや、壁面に設置した送信機の場合は壁の影響を受けるため、通信可能範囲が均一に確保出来ない。また、人が手に持つ高さで受信する場合は、送信機を床や天井に設置できない。	送信機の設置場所に制約を受けないようにする必要がある。			
	微弱電波の特性上、雑音電波に影響され、使えるチャンネルが制限される。	外部の雑音電波の影響を受けないチャンネルを確保する必要がある。			
	1台の送信機からの電波を同時に受信する端末の数に限界がある。	複数の端末が同時に受信できるようにする必要がある。			
	同一チャンネルの送信機を複数設置する場合は、3.9m以上の間隔を置かなければ各々の送信機からのサービスエリアを確保できない。	どのような場所でも設置できることが必要であり、複数台の送信機を設置する場合は、他の送信機からの干渉が課題である。			
	受信端末の性能により受信可能距離に大きな差がある。	受信端末の機種によらず、受信可能範囲が一定に確保されることが必要であり、端末の受信性能にバラツキがあることが課題である。			
	情報が得られるまでの時間が遅い。	コンテンツの容量の大きさに関わらず、ストレスなく表示できることが必要であり、コンテンツの容量を改善することが課題である。			
	受信端末のチャンネル登録の操作が難しい。	チャンネル設定ではダイレクトに選局できることが必要であり、ほとんどのワンセグ機能付き携帯電話がダイレクトに選局できないことが課題である。			
	コンテンツについては、モニター調査結果から、作品介绍、見どころ、マップ(作品の位置情報等)のほか、多国語等の音声によるコンテンツを望む声があった。	今回使用したものは、1台の送信機で様々なコンテンツを送信できないことが課題である。			