

第 4 章 通信試験とその評価

ここでは、第 3 章で構築した通信試験システムについて、その有効性を確認するために行った通信試験の結果を取りまとめ、評価と分析を行うことにより実用化に向けての技術的課題を抽出した。

第 1 節 高速無線 LAN を活用した観光情報支援システムの技術試験

(1) 通信試験の概要

ア 実施期間

- ・ 通信試験：平成 20 年 2 月 4 日(月)～8 日(金) 9:00～16:00
- ・ 公開通信試験：平成 20 年 2 月 8 日(金) 14:00～16:00

イ 試験フィールド

兼六園及び金沢城公園(公開試験は兼六園で実施)

(無線 LAN 装置の設置場所と通信エリアは第 3 章第 2 節(1)ウ(ア)のとおり)

ウ 試験項目

試験項目と試験内容を表 4-1 に示す。

また、それぞれの項目の試験日程を表 4-2 に示す。

試験項目	目的	内容
1) 伝送特性試験	無線の規格毎にアクセスポイントを推定するため伝送特性を把握	マルチホップによる転送速度と遅延時間
		距離に対する転送速度と遅延時間
		台数別転送速度と遅延時間
		地形に対する転送速度と遅延時間
2) アプリケーション試験	無線 LAN 技術を活用したアプリケーションの有効性の確認	動画映像のストリーミングによる体感速度
		エリア移動時のマップ表示切替
		位置情報の表示

表 4-1 技術試験内容

試験項目	2/4(月)	2/5(火)	2/6(水)	2/7(木)	2/8(金)
1) 伝送特性試験	→				
2) アプリケーション試験			→		
3) 公開試験					↔

表 4-2 試験日程

(2) 伝送特性試験

ア 試験環境

[日 時] 平成 20 年 2 月 4 日(月)～7 日(木) 9:00～16:00

[場 所] 兼六園及び金沢城公園新丸広場周辺

[測定方法] コンテンツサーバーの代わりに計測用 PC を設置し、測定項目ごとに端末から計測用 PC へアクセスし、iperf 及び ping にて測定した。

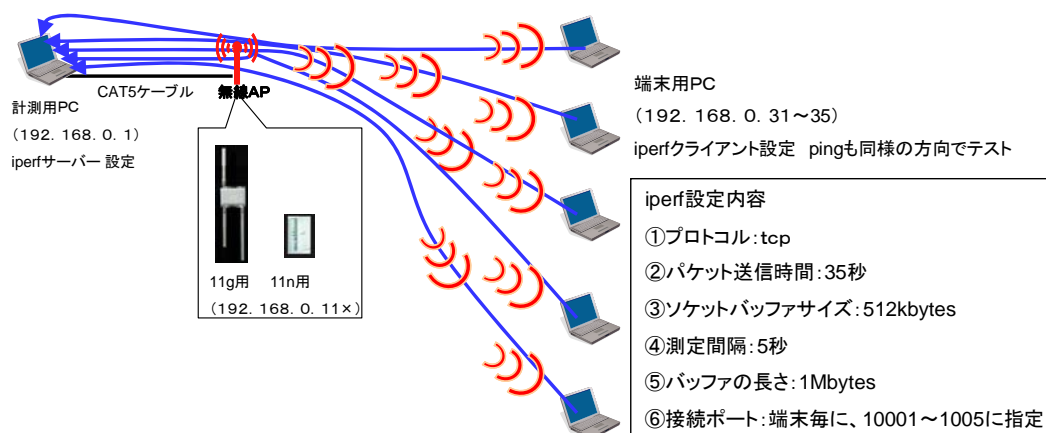


図 4-1 伝送特性試験

イ 試験項目

各試験項目について、11g(2.4GHz)と11n(2.4GHz)と11n(5.6GHz)でアクセスした際の転送速度と遅延時間を表 4-3 に示す組み合わせで測定した。

試験項目	規格	周波数	帯域幅
1)マルチホップによる転送速度と遅延時間の測定	11j	4.9GHz	20MHz
2)距離に対する転送速度と遅延時間の測定	11n	2.4GHz	20MHz
3)台数別転送速度と遅延時間の測定			40MHz
4)地形に対する転送速度と遅延時間の測定	11g	5.6GHz	20MHz
		2.4GHz	20MHz

表 4-3 試験項目ごとの無線 LAN 規格等

ウ 試験項目別測定結果

(7) マルチホップによる転送速度と遅延時間の測定

7) 測定イメージ

測定イメージ及び設置場所を図 4-2 及び図 4-3 に示す。

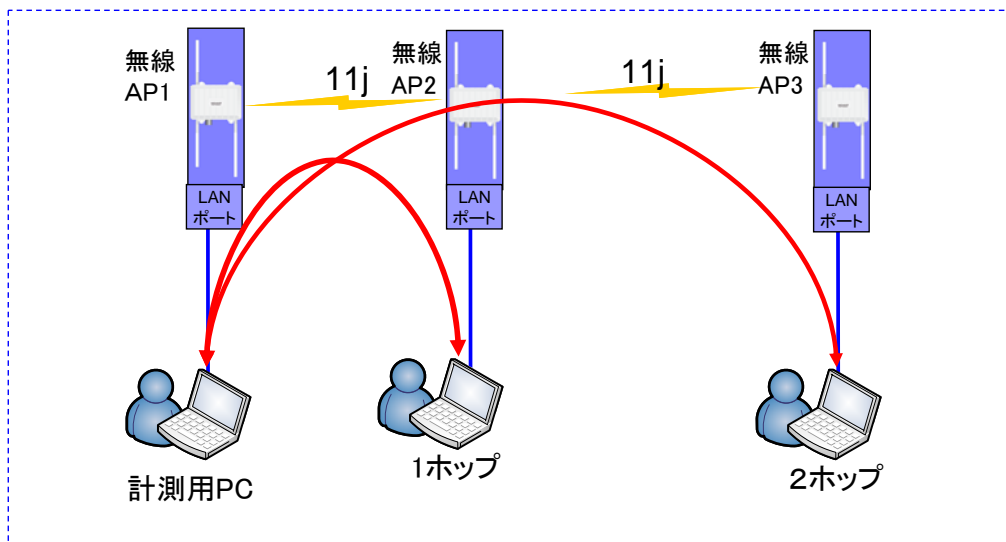


図 4-2 測定イメージ



図 4-3 測定場所

距離 : AP1~AP2	103m	AP2~AP3	56m	AP1~(AP2)~AP3	159m
使用周波数帯 : 4.9GHz 帯 (IEEE802.11j)					
使用チャンネル : AP1~AP2 184ch (中心周波数 4.920GHz、20MHz 帯域幅)					
AP2~AP3 192ch (" 4.960GHz、 ")					

イ) 測定風景

測定風景及び各無線 AP の設置状況を図 4-4 から図 4-6 に示す。

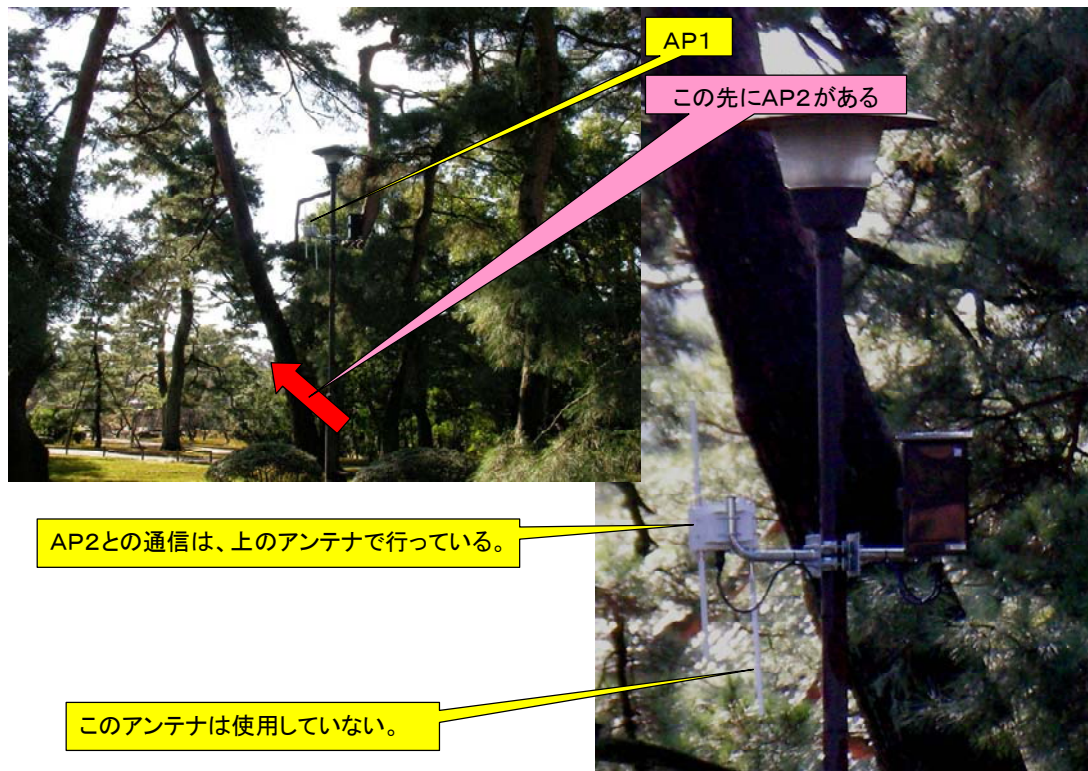


図 4-4 AP1 の設置状況



図 4-5 AP2 の設置状況



図 4-6 AP3 の仮設状況

ウ) 測定結果

AP1→AP3 方向の測定結果を表 4-4 に、AP3→AP1 方向の測定結果を表 4-5 に示す。

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	—
		AP2→AP3	28.8	1	—
	2	AP1→AP3	27.6	2	4

表 4-4 AP1→AP3 測定結果

方向	ホップ	AP	転送速度 (Mbps)	遅延時間 (ms)	減衰率 (%)
AP3→AP1	1	AP3→AP2	26.2	1	—
		AP2→AP1	21.1	1	—
	2	AP3→AP1	20.5	2	—

表 4-5 AP3→AP1 測定結果

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低下したと考えられる。

ここで、転送速度から減衰率を検討した。

※減衰率とは、無線 AP でホップ(今回の場合 2 ホップ)することによる転送速度の減少を、百分率で表したものである。

- ① AP1→AP3 方向の 2 ホップによる減衰率は 4%である。

計算式：1-(AP1→AP3 の転送速度)÷(AP1→AP2 の転送速度)

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

- ② 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、上述のとおり、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は適当でない。

計算式：1-(AP3→AP1 の転送速度)÷(AP3→AP2 の転送速度)

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

以上のことをまとめると、図 4-7 に示すとおりとなる。

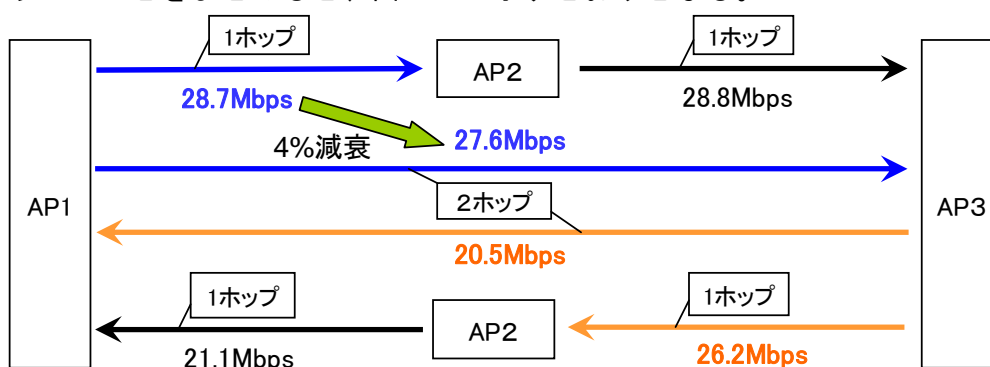


図 4-7 転送速度の減衰率

また、遅延時間については、ホップ数に比例し 2 ホップ (AP1→AP3) では AP1→AP2 の 2 倍の遅延時間となった。

I) 評価

測定結果から次の点が考えられる。

- ① 現在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ないと言われているが、実態としては今回の通信試験結果が示す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、今回の通信試験結果の減衰率を踏まえると、1km で 6 ホップとなり中継区間全体の減衰率予測は表 4-6 から約 20%減衰することが分かる。

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

表 4-6 減衰の予測

- ② 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。
- ③ 今回の通信試験では、現在まだこの地域で利用が少ない 11j 規格の 4.9GHz 帯を使用したため、他で使用中の 11j 規格の送信機との干渉問題もなく、また、11j 規格は他の無線 LAN 規格より高出力であることも起因して、非常に良好な結果となったと考える。

(イ) 距離に対する転送速度と遅延時間の測定

ア) 測定イメージ

測定イメージを図 4-8 に示す。

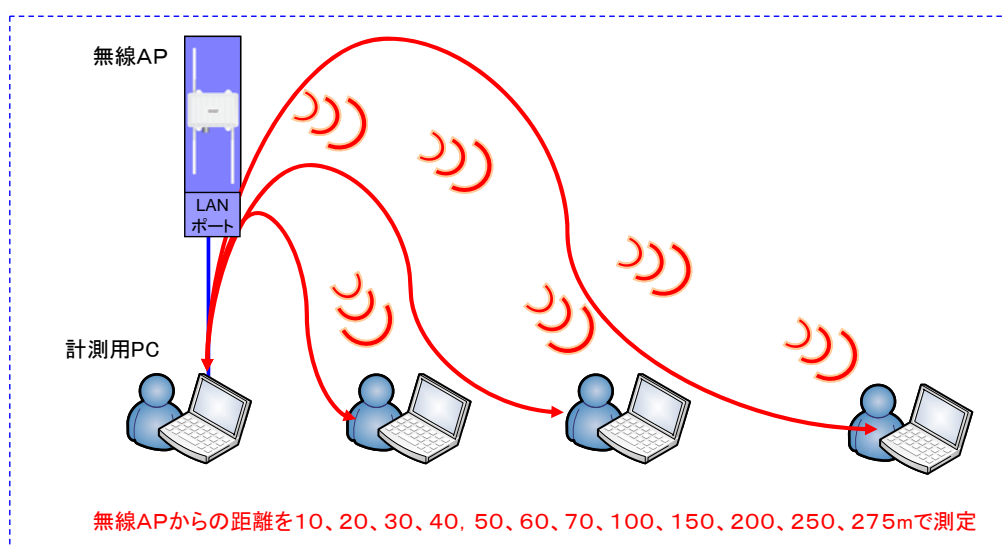


図 4-8 測定イメージ

イ) 測定風景

測定の模様を図 4-9 に示す。





図 4-9 測定風景

り) 測定結果

測定結果を表 4-7 に示す。

表中の方向欄の「A」は計測用 PC、「B」は端末用 PC のことである。

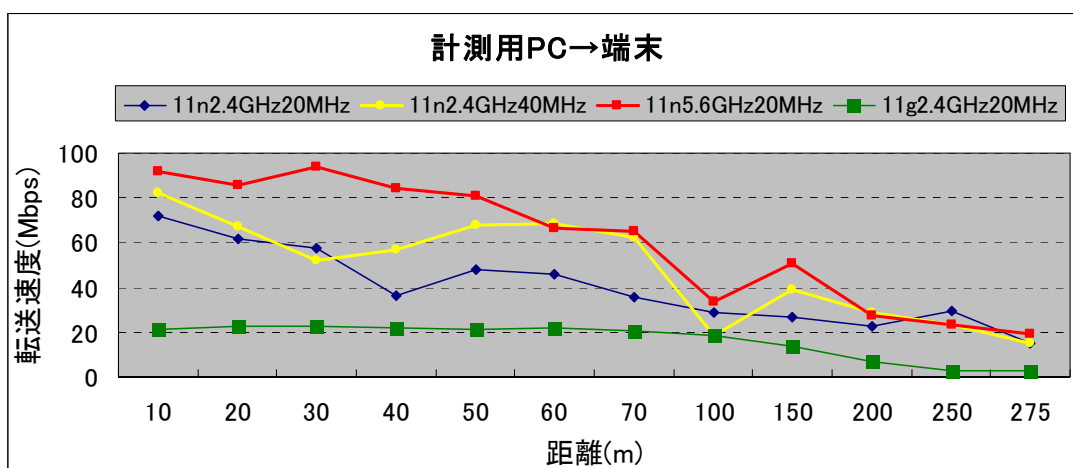
また、11g の測定において、距離が 70m までの測定については端末用 PC 内蔵無線 LAN を使用し、距離が 100m 以上の測定では内蔵無線 LAN での通信が安定しないため、外付け無線 LAN カードを使用した。

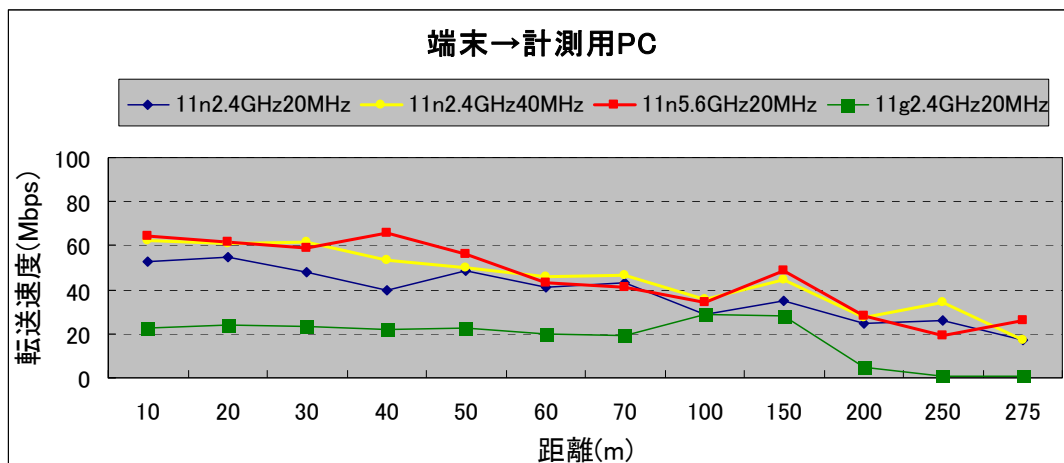
項目	規格	周波数	帯域幅	チャンネル	方向	距離(m)															
						10	20	30	40	50	60	70	100	150	200	250	275				
転送速度 (Mbps)	11n	2.4GHz	20MHz	7	A→B	71.8	61.4	57.5	36.5	47.8	45.7	35.3	28.8	26.6	22.7	29.4	15.2				
					B→A	52.6	54.8	48.2	39.7	48.4	41	42.9	28.5	35	24.7	26	17.4				
		40MHz	7,11	A→B	82.2	67.3	51.8	57.1	68	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					
		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				

表 4-7 測定結果

測定結果をグラフ化すると図 4-10 のとおりとなる。

< 距離に対する転送速度の変化 >





<距離に対する遅延時間の変化>

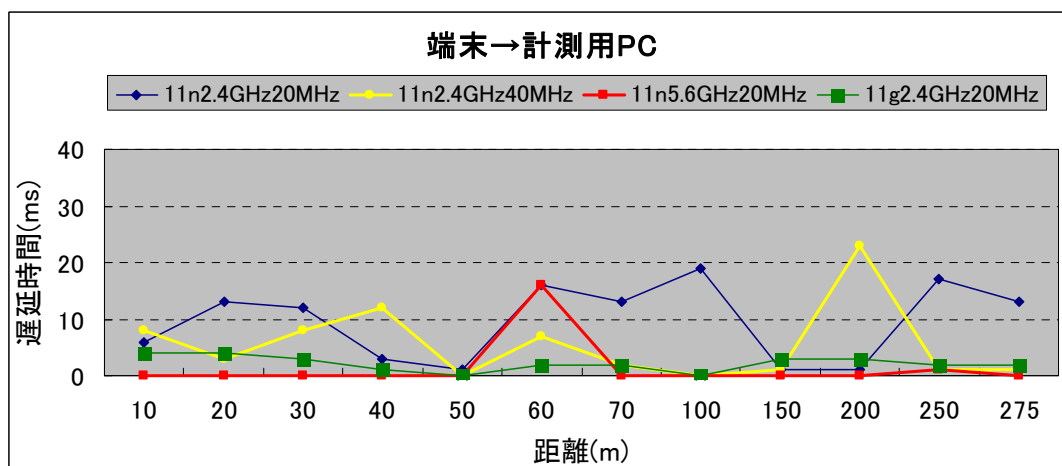
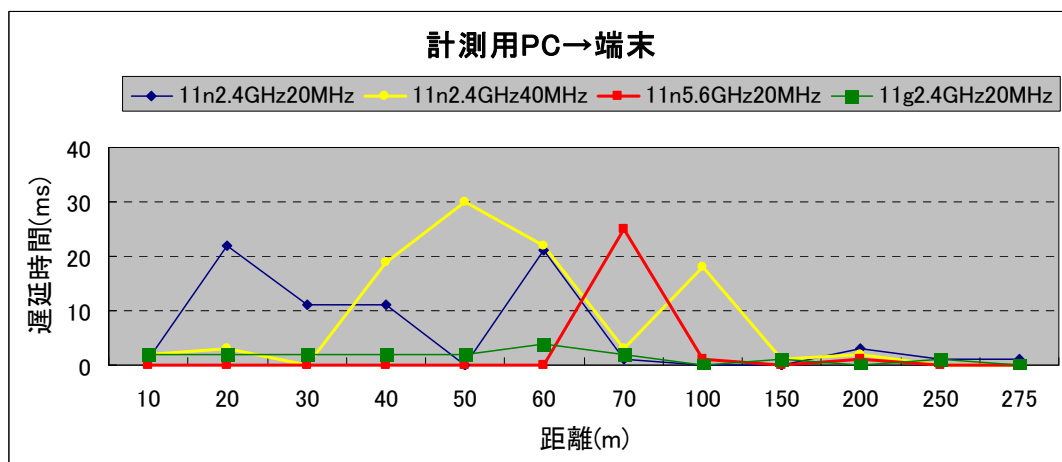


図 4-10 測定結果グラフ

転送速度に関して 11n と 11g との比較、11n の周波数帯幅 20MHz と 40MHz の比較、11n の送信周波数 2.4GHz と 5.6GHz の比較を行った結果、次のとおりとなった。

なお、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が送信 2 本に対して受信は 3 本で構成されていることが要因と考えられる。

① 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。

② 11n の周波数帯幅 20MHz と 40MHz の比較

40MHz を使用した場合の転送速度は高くなった。

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 倍とならなかった。

③ 11n の送信周波数 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 以上高くなった。

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。

遅延時間に関しては、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

測定結果から次の点が考えられる。

① 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 は一定の距離までは転送速度が劣化しないことから、11n も一定の距離までは劣化しない性能が望まれる。

② 2.4GHz の転送速度と比較して 5.6GHz は距離が 100m までは 10MHz 以上と高くなったことから、11n の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局が使用していると、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。

③ 11n における周波数帯域幅 40MHz での転送速度は、20MHz の場合の 2 倍とは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、今後の性能の向上が望まれる。

④ 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、Web カメラなどを使用するような上り下りで同一の転送速度を求められる場合には、アンテナ数を同じにすることも必要と考える。

(ウ) 台数別転送速度と遅延時間の測定

ア) 測定イメージ

測定イメージを図 4-11 に示す。

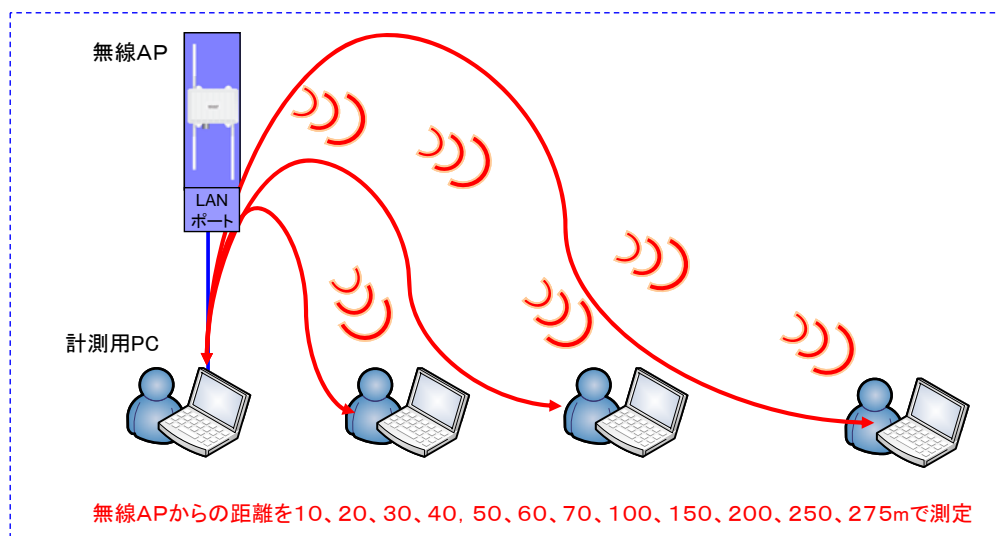


図 4-11 測定イメージ

イ) 測定風景

測定の模様を図 4-12 に示す。



図 4-12 測定風景

ウ) 測定結果

測定結果を表 4-8 に示す。

今回の測定用ソフトウェアの iperf の仕様により、端末用 PC→計測用 PC 方向のみの測定しか行えなかった。計測用 PC→端末用 PC 方向については、「距離に対する転送速度」の測定結果から判断して、端末用 PC→計測用 PC 方向の 1.1～1.3 倍の転送速度と推測できる。

11g の測定において、距離が 70m までの測定については端末用 PC 内蔵無線 LAN

を使用した。距離が 100m 以上の測定では内蔵無線 LAN での通信が安定しないため、外付け無線 LAN カードを使用した。

また、有線接続による転送速度を比較用として測定した。

方向	規格	周波数帯	帯域幅	チャネル	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

※低下率とは、同時に通信する端末台数が増えることによる転送速度の減少のこと。
1 台での転送速度を基準(100)として百分率で表記

表 4-8 測定結果

測定結果をグラフ化すると図 4-13 のとおりとなる。

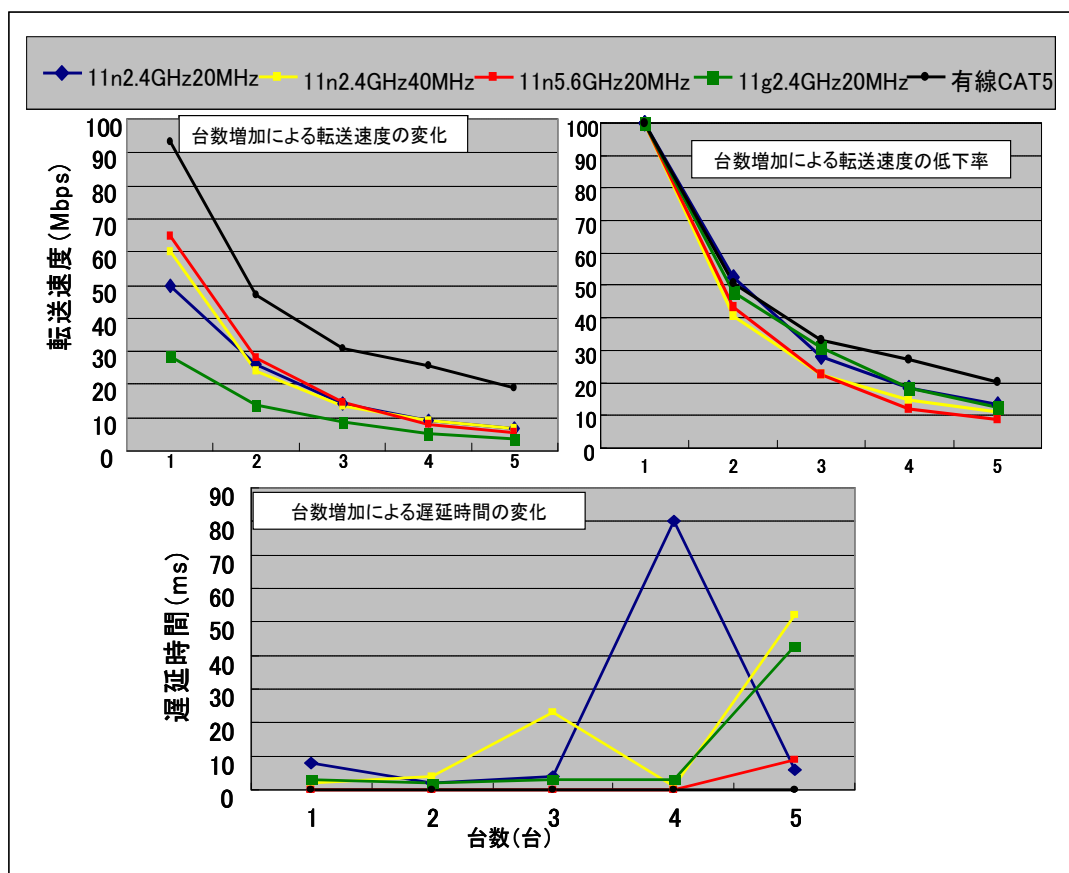


図 4-13 測定結果グラフ

転送速度に関して 11n と 11g との比較、11n の周波数帯幅 20MHz と 40MHz の比較、11n の送信周波数 2.4GHz と 5.6GHz の比較を行った結果、次のとおりとなった。

① 11n と 11g の比較

低下率のグラフから 11n と 11g の差異は見られない。

② 11n の周波数帯幅 20MHz と 40MHz の比較

低下率のグラフから周波数帯幅で差異は見られず、40MHz の優位性が認められなかった。

③ 11n の送信周波数 2.4GHz と 5.6GHz の比較

低下率のグラフから送信周波数で差異が見られなかった。

有線による通信の測定結果から、転送速度は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ますが、無線 LAN 環境による通信では、有線の転送速度より数%～10%ほどの低下となった。これは、通信時のプロトコル(無線用ヘッダ等)が要因と推測できる。

遅延時間に関しては、どの規格も端末台数との相関関係がないと考える。

1) 評価

測定結果から次の点が考えられる。

- ① 端末台数増加による 11n の優位性はない。11n は転送速度が速いが、端末台数の増加に伴い、1 台あたりの転送速度は、おおよそ端末数で割り算した値となるものとする。
- ② 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。しかし、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こと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となることから、複数チャンネルの送信が可能な AP を使用することが適当と考える。(マルチチャンネル、マルチラジオ)

(1) 地形に対する転送速度と遅延時間の測定

7) 測定イメージ

測定イメージを図 4-14 に示す。

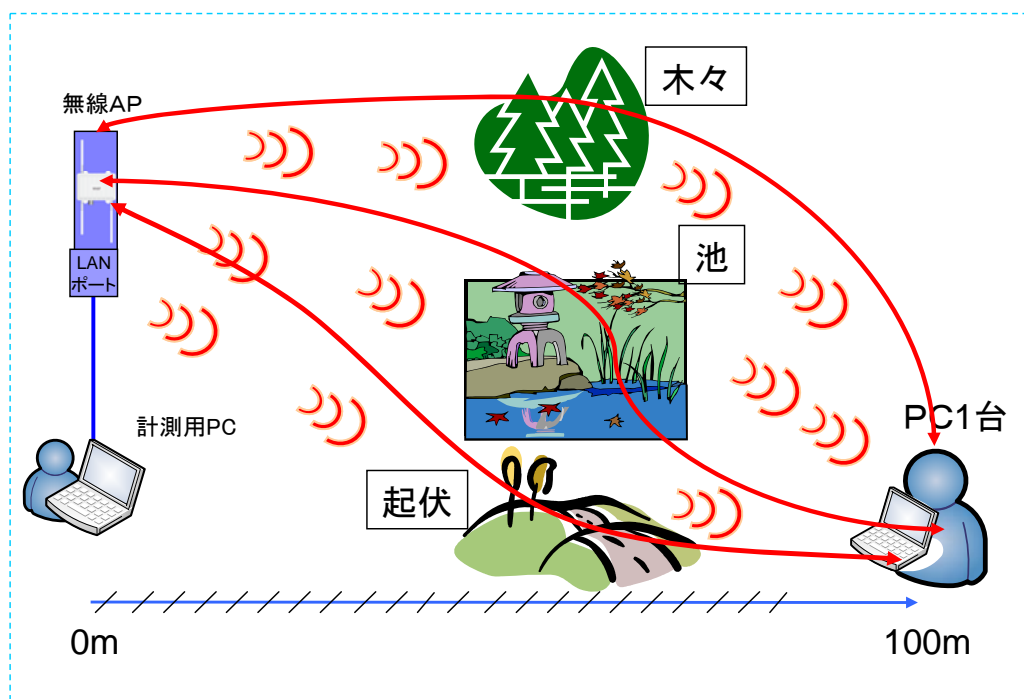
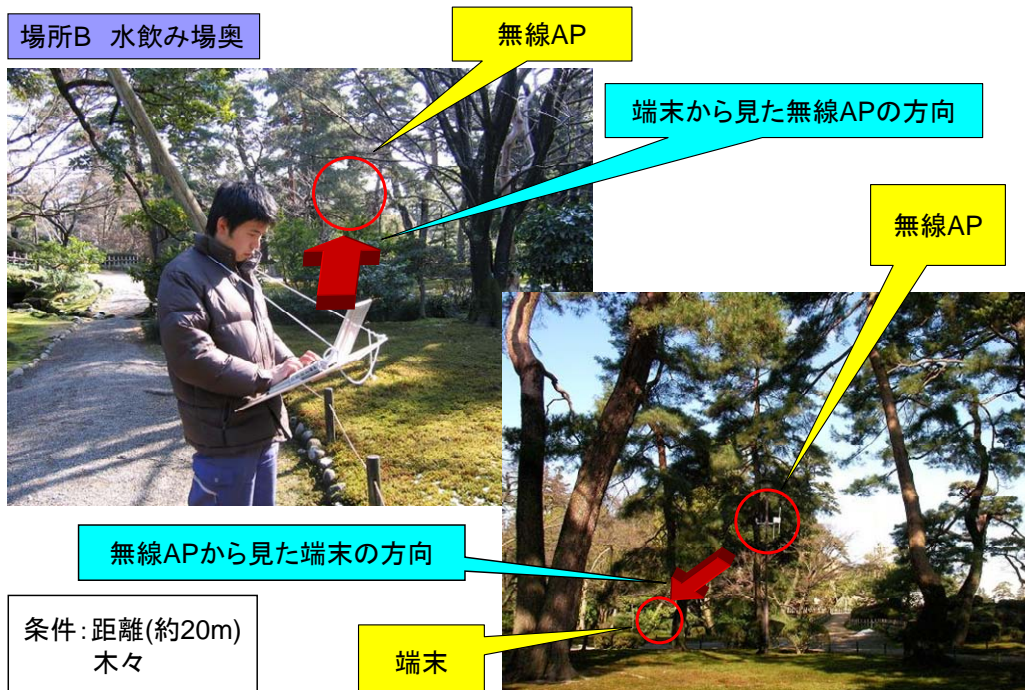
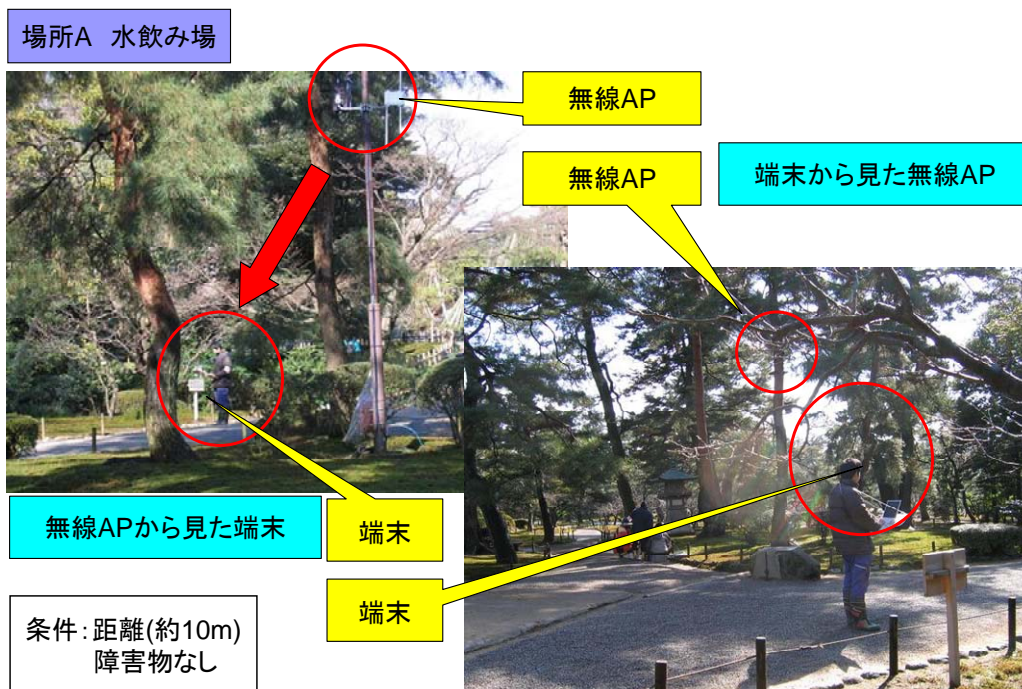


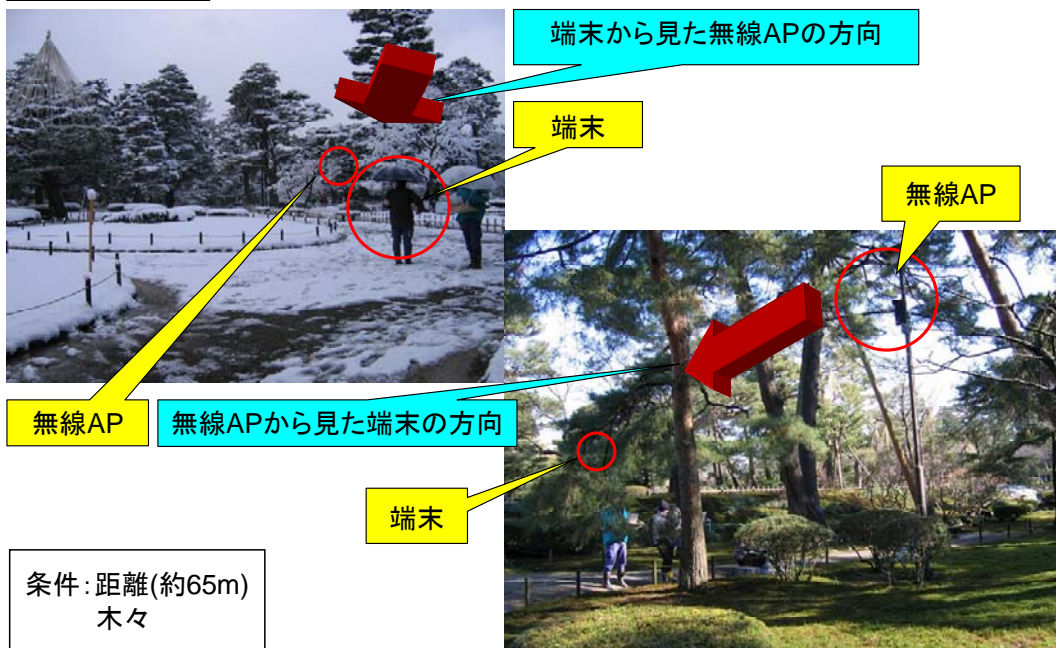
図 4-14 測定イメージ

1) 測定風景

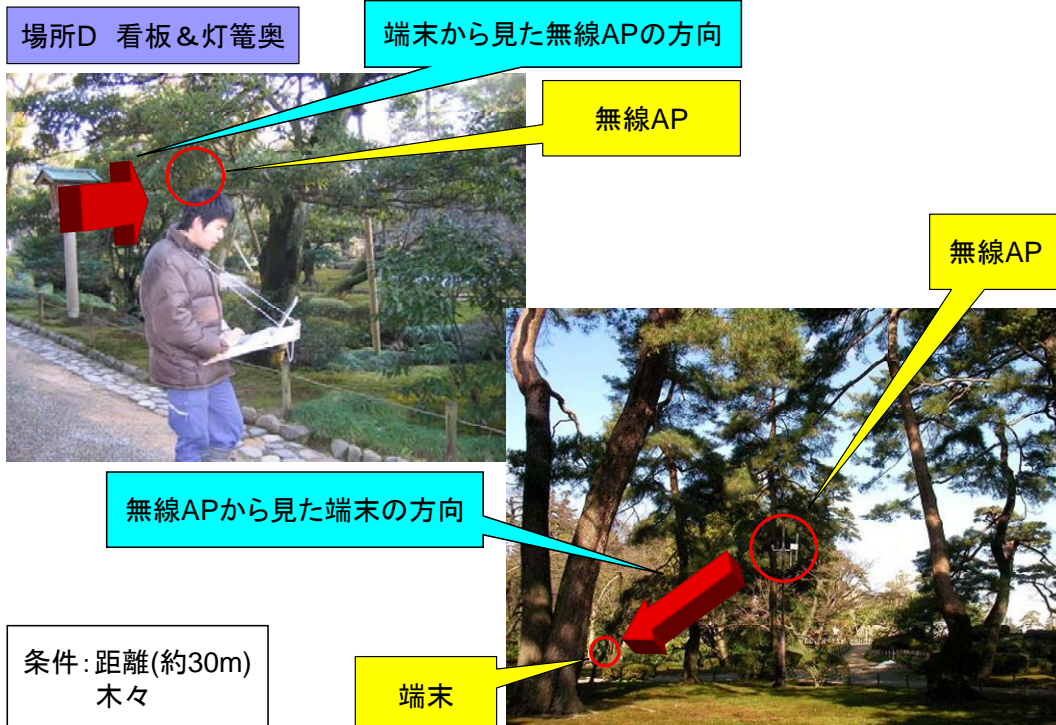
測定の模様を図 4-15 に示す。

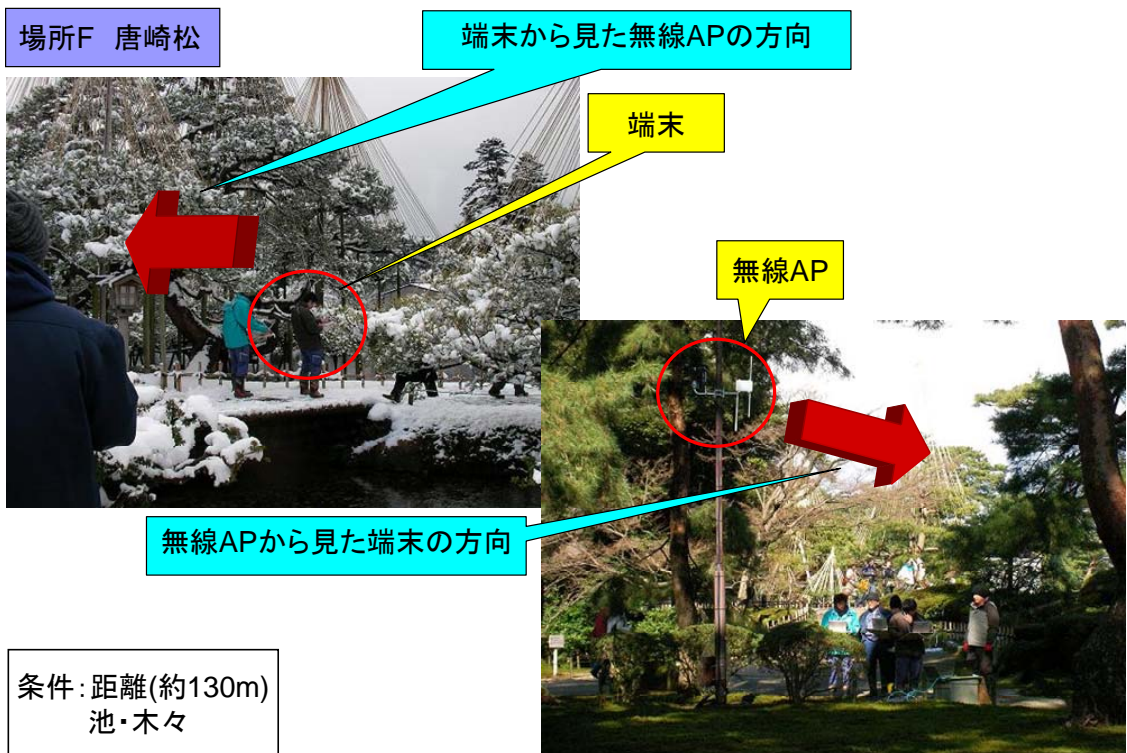
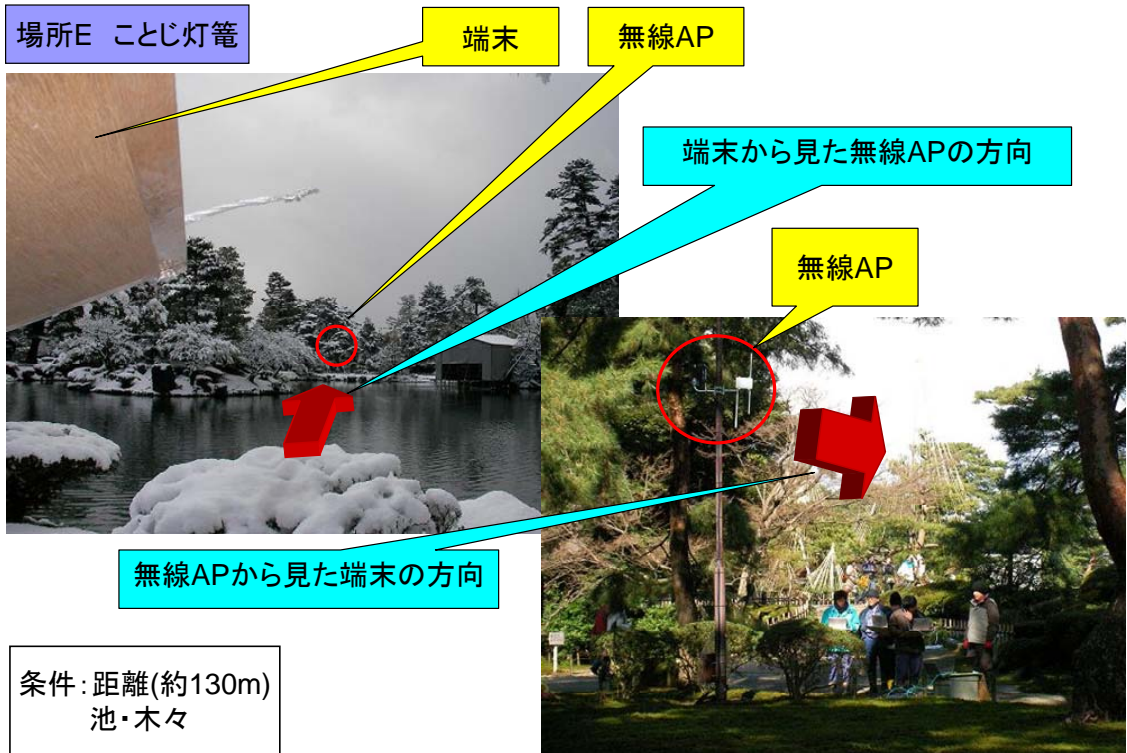


場所C 塩釜桜



場所D 看板&灯籠奥





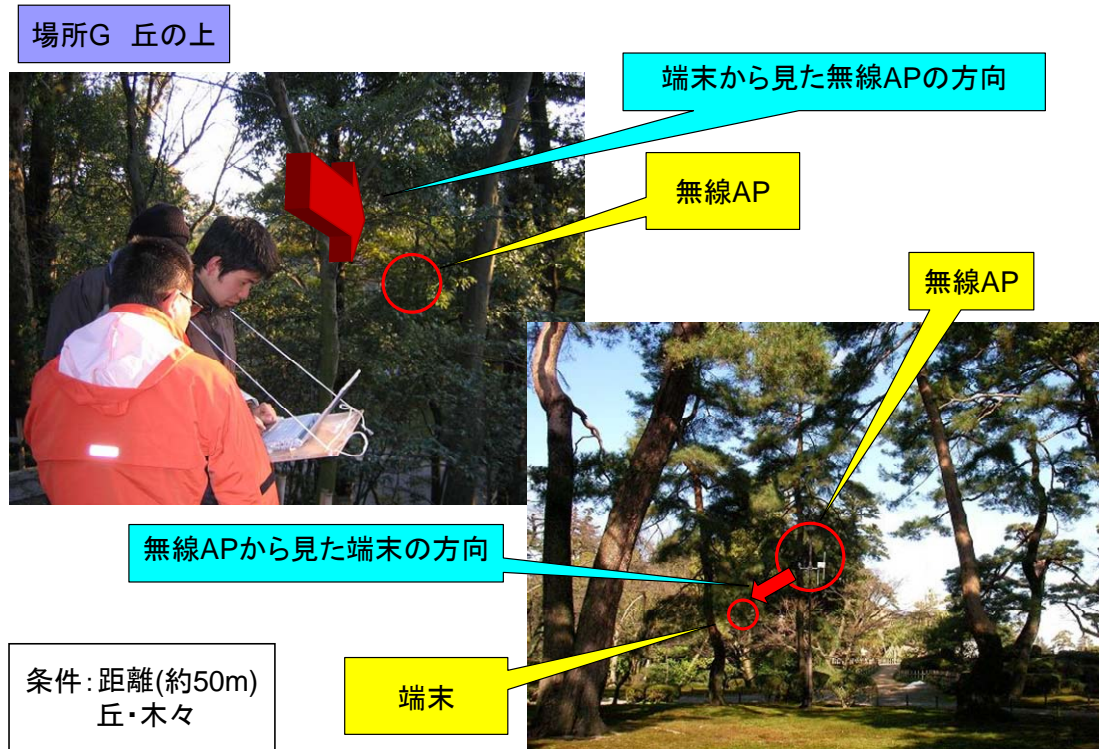


図 4-15 測定風景

ウ) 測定結果

測定結果を表 4-9 に示す。

測定用ソフトウェアの iperf の仕様により、今回は端末用 PC→計測用 PC 方向の測定のみ行えなかった。計測用 PC→端末用 PC 方向については、「距離に対する転送速度」の測定結果から判断して、端末用 PC→計測用 PC 方向の 1.1~1.3 倍の転送速度と推測できる。

方向	規格	周波数	帯域幅	チャネル	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)		
端末用PC ↓ 計測用PC	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		
	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	x	x	0		
				G	x	x	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	x	x	0	

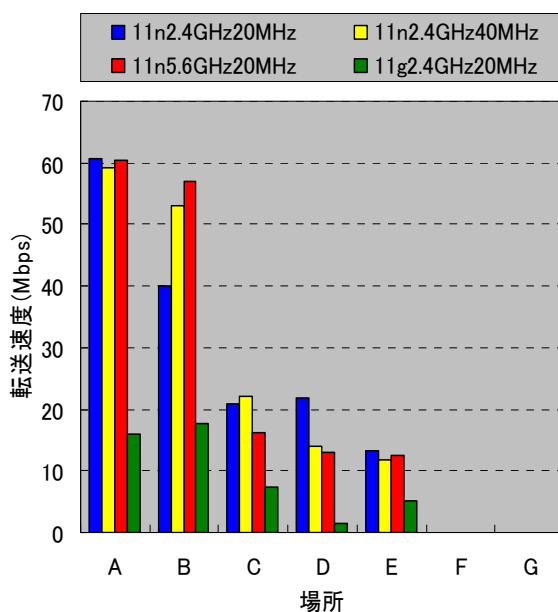
※低下率とは、同時に通信する端末台数が増えることによる転送速度の減少のこと。
1 台での転送速度を基準(100)として百分率で表記

	A	B	C	D	E	F	G
場所	水飲み場	水飲み場奥	塩釜桜	ことじ灯籠	看板&灯籠	唐崎松	丘の上
条件	地形による 影響なし	距離 20m 木々	距離 65 m 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

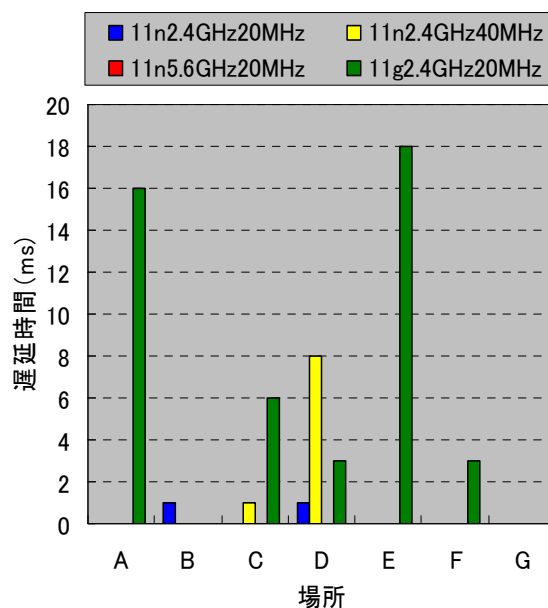
表 4-9 測定結果

測定結果をグラフ化すると図 4-16 のとおりとなる。

「障害物による転送速度の変化」



「障害物による遅延時間の変化」



「障害物による転送速度の低下率」

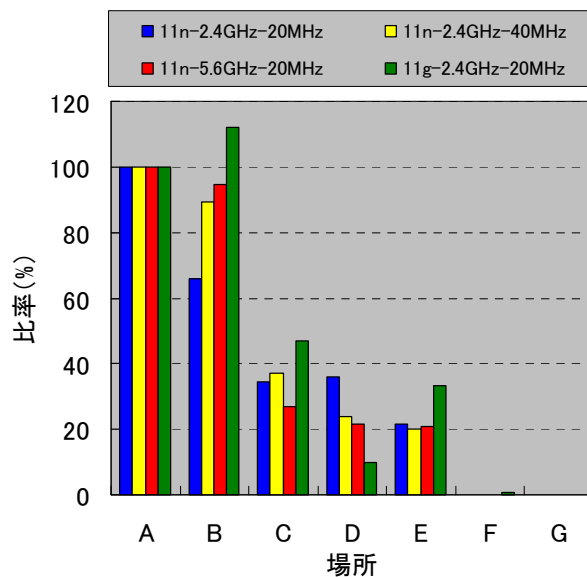


図 4-16 測定結果グラフ

転送速度に関して 11n と 11g との比較、11n の周波数帯幅 20MHz と 40MHz の比較、11n の送信周波数 2.4GHz と 5.6GHz の比較を行った結果、次のとおりとなった。

① 11n と 11g の比較

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

② 11n の周波数帯幅 20MHz と 40MHz の比較

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

③ 11n の送信周波数 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の影響を受けやすいか判断できなかった。

遅延時間に関して、11g では遅延時間の影響が大きかった。

1) 評価

測定結果から次の点が考えられる。

① 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環境にとって、非常に厳しい場所で測定を行ったものとする。

② 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使用したため、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考える。

③ 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良い結果となる反面、障害物の多い場所では悪い結果となる。これは、電波の直進性が要因と推測される。そのため、周波数の選定に当たっては、地形を考慮することが望ましいと考える。

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

7) 測定結果

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、上記の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見られなかった。

1) 評価

① 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な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られる。

② 11n(5.6GHz)は、20MHz で使用する際は、干渉しないクリアなチャネルを 11ch 確保でき、同 40MHz でも 5ch 確保できることから、チャネル選定の上下

で非常に有利である。そのため、試験した各項目で、11n(2.4GHz 40MHz)と比較して 20MHz であっても、電波がクリアな環境であったことから、転送速度が一番速くなったものと推測できる。

(3) アプリケーション試験

ア 試験環境

[日 時] 平成 20 年 2 月 6 日(水)～8 日(金) 9:00～16:00

[場 所] 兼六園及び金沢城公園新丸広場周辺

[測定方法] コンテンツサーバーを設置し、各測定箇所の端末でコンテンツサーバーへアクセスし、高精細静止画・音声案内、動画像をストリーミングし表示速度等を測定した。

イ 試験項目

各試験項目について、11g(2.4GHz)と 11n(2.4GHz)と 11n(5.6GHz)でアクセスした際の表示速度、表示切替速度等を表 4-10 に示す組み合わせで測定した。

試験項目	規格	周波数	帯域幅
1) 動画映像のストリーミングによる端末台数別、距離別での表示速度 2) エリア移動時のマップ表示切替速度	11n	2.4GHz	20MHz
			40MHz
		5.6GHz	20MHz
3) 位置情報の表示	11g	2.4GHz	20MHz
	11n	2.4GHz	40MHz

表 4-10 試験項目ごとの無線 LAN 規格等

ウ 試験項目別結果

(7) 動画映像のストリーミングによる端末台数別、距離別での表示速度

ア) 測定イメージ

測定イメージを図 4-17 に示す。

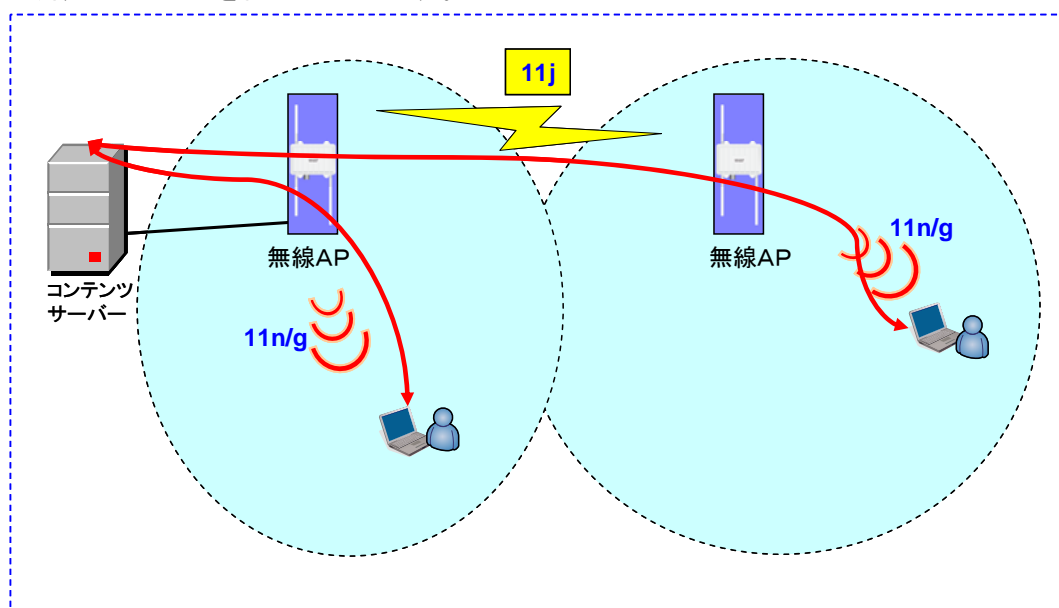


図 4-17 測定イメージ

イ) 測定風景

測定の様子を図 4-18 に示す。



図 4-18 測定風景

ロ) 測定結果

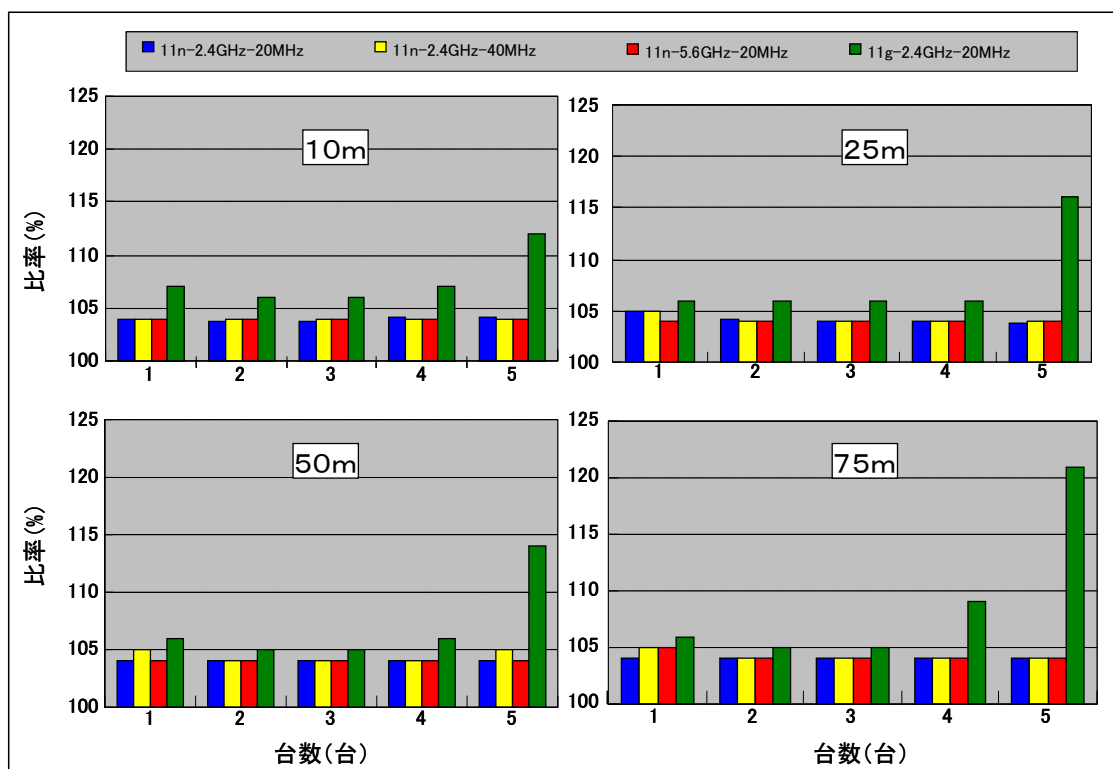
測定結果を表 4-11 に示す。

なお、表示時間は、動画解説ボタンを押してから終了するまでの時間とした。

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	75
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		51.60	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	52.30
				2		52.34	52.20	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								

表 4-11 測定結果

測定結果をグラフにすると図 4-19 のとおりとなる。



※増加率とは、同時通信台数と距離が変わることによる表示時間の増加のことであり、サーバ～HUB～端末と直結して行った時間(49.46秒)を基準値(100)として百分率で表記した。

図 4-19 台数と距離による表示時間の増加率

測定結果について、11n と 11g との比較、11n の周波数帯幅 20MHz と 40MHz の比較、11n の送信周波数 2.4GHz と 5.6GHz の比較を行った結果、次のとおりとなった。

① 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できた。一方、11gでは5台同時に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。

② 11n の周波数帯幅 20MHz と 40MHz の比較

増加率のグラフから差異が見られず、40MHz の優位性は認められなかった。

③ 11n の送信周波数 2.4GHz と 5.6GHz の比較

増加率のグラフから差異が見られず、周波数の違いによる相違は認められなかった。

I) 評価

測定結果から次の点が考えられる。

① 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。

② 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、11g では 5 台 (距離 10m) で転送速度が 3.62Mbps となり、上記の 1 端末当たりの容量が確保できず、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。

③ 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)

(イ) エリア移動時のマップ表示切替の試験

ア) 測定イメージ

測定イメージを図 4-20 に示す。

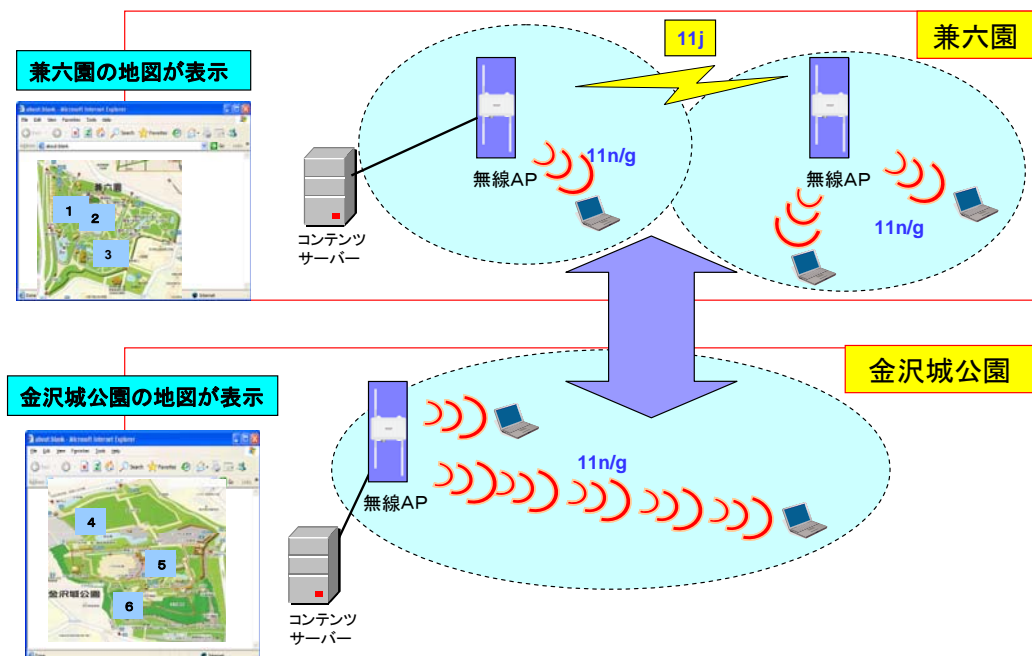


図 4-20 測定イメージ

1) 測定風景

測定の模様を図 4-21 に示す。



図 4-21 測定風景

2) 測定結果

測定結果を表 4-12 に示す。

なお、表示時間は、エリア移動後次のエリアに入り再表示するまでの時間とした。

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	36.50
11g	2.4GHz	20MHz	1	兼六園→金沢城	40.21
				金沢城→兼六園	44.09

注：11n5.6GHz は、レーダー波と衛星波の有無をチェックする必要があるため、約 60 秒を要する。今回の表示時間にはこのチェックの時間は含まれていない。

表 4-12 測定結果

測定結果について、11n と 11g との比較、11n の周波数帯幅 20MHz と 40MHz の比較、11n の送信周波数 2.4GHz と 5.6GHz の比較を行った結果、次のとおりとなった。

① 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。

② 11n の周波数帯幅 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。

③ 11n の送信周波数 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かった。

全ての規格において、表示時間が 30 秒以上かかっているが、これはネットワーク・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。

I) 評価

測定結果から次の点が考えられる。

- ① エリアを移動した場合、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った場合、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。
- ② ネットワーク・サーバーの設定を環境にあった適切な設定にする必要がある。
- ③ 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。

(ウ) 位置情報の表示

ア) 測定イメージ

測定イメージとして、位置情報を表示するための画面を図 4-22 に示す。



図 4-22 位置情報コンテンツ画面

自分のいる場所が解らない場合、ランドマーク一覧の中で付近に見える物をクリックすると、自分の位置と矢印で方向が分かる。

イ) 測定風景

測定の模様を図 4-23 に示す。

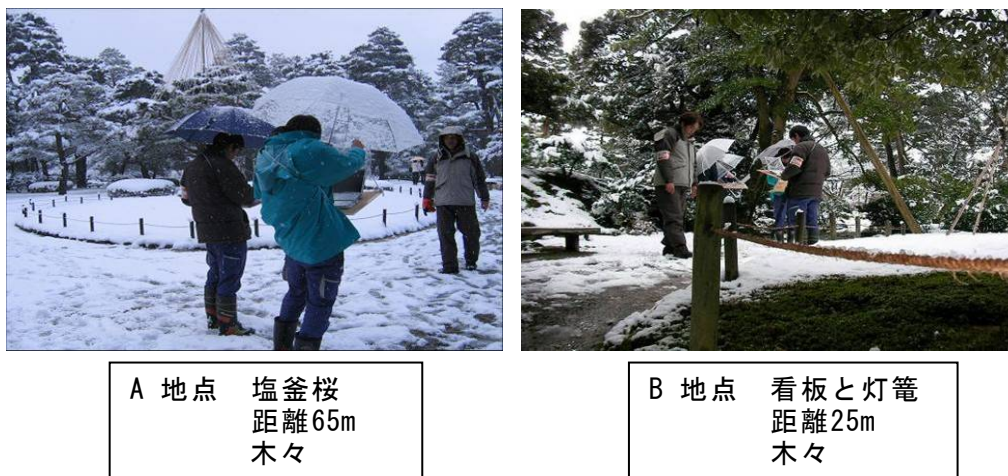


図 4-23 測定風景

ロ) 測定結果

測定結果を表 4-13 に示す。

なお、表示時間は、未表示の状態から地点表示するまでの時間とした。

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	0.80	0.74	0.89	2.20	1.63

表 4-13 測定結果

この結果から次のことが分かった。

- ① 同時アクセス台数が増加するとわずかであるが表示時間を要した。
- ② 地点による表示時間の違いは、その地点の転送速度に依存し、転送速度が早ければ表示時間も早くなるものとする。

イ) 評価

測定結果から次の点が考えられる。

- ① 現在の WindowsOS での無線 LAN に関する設定において、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)にて、複数の無線 LAN AP から電波を受信している場合であっても、電波の強弱を判断して強い電波の AP に自動的に切替えるなどの機能はなく、その時に接続されている AP 側の電波が切断されない限り、別の AP に切替わらないのが現状である。
- ② WiFi Phone のようにローミング技術を持っている端末であれば、スムーズに切替わると推測できる。
- ③ つまり、ネットワークの仕組み上の問題に起因し、この測定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。

(4) モニター評価結果

構築したシステムの利用評価を受けるため、モニター調査を行った。

[調査日時]平成 20 年 2 月 8 日(金) (公開通信試験に合わせて実施)

[調査場所]兼六園

[調査対象]システムを体験された 47 名

[調査方法]システムを体験後、その場で調査票に記入して頂いた。

[調査項目]システムの機能性、システムの有用性、携帯端末の大きさ、コンテンツ、その他

ア システムの機能性

図 4-24 に示すとおり、情報が得られるまでの時間について、ほとんどの人がちょうど良いとの回答であった。

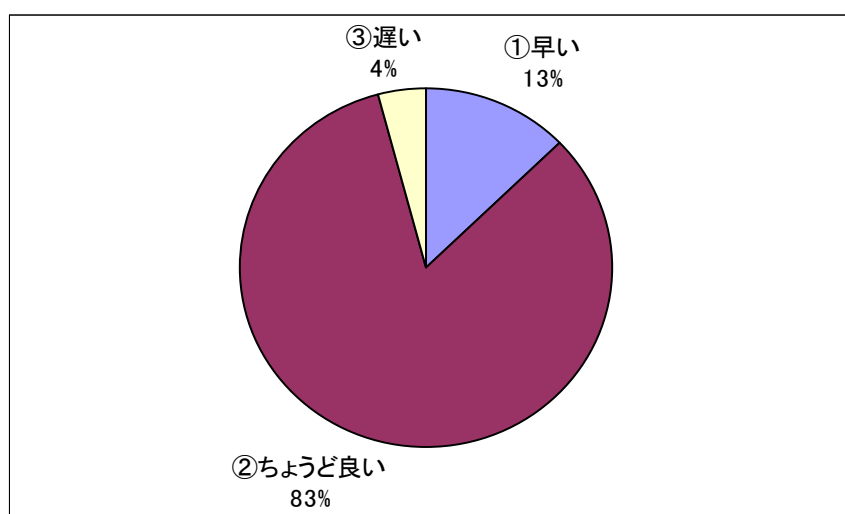


図 4-24 システムの機能性(情報が得られるまでの時間)

図 4-25 に示すとおり、映像の受信状態について、すべての人が鮮明または良いとの回答であり、悪いと回答した人はいなかった。

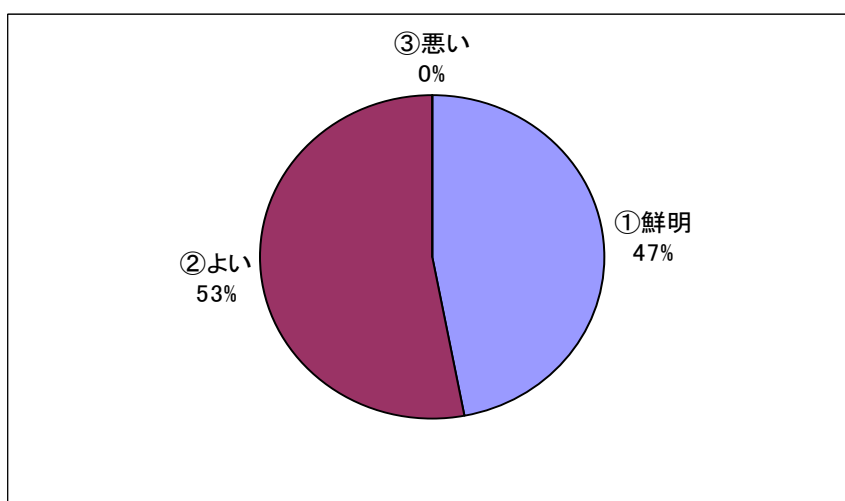


図 4-25 システムの機能性(映像の受信状態)

図 4-26 に示すとおり、音声の受信状態について、ほとんどの人が鮮明または良いとの回答であった

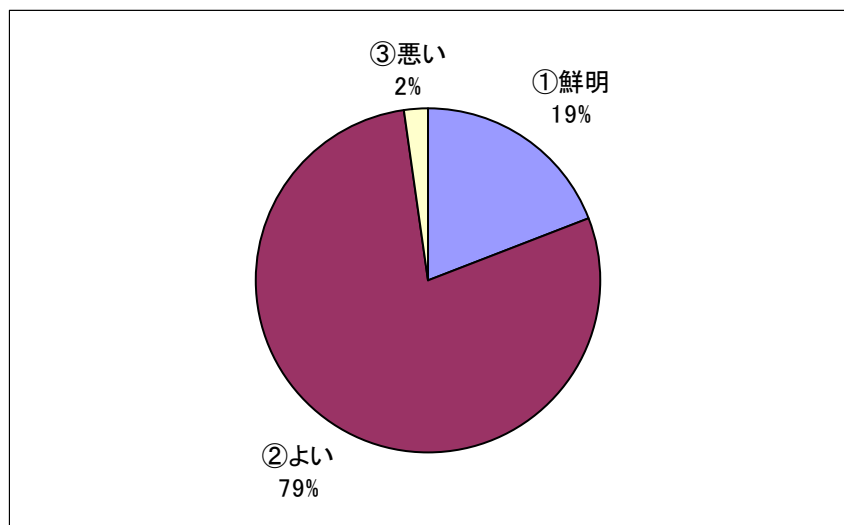


図 4-26 システムの機能性(音声の受信状態)

イ システムの有用性

図 4-27 に示すとおり、このようなシステムが実用化された場合、ほとんどが利用したいとの回答であった。また、利用したくないと回答した人に対して、その理由について質問をしたところ、「手に持って歩くのがいや」「景観を楽しむのが一番」との回答を得た。

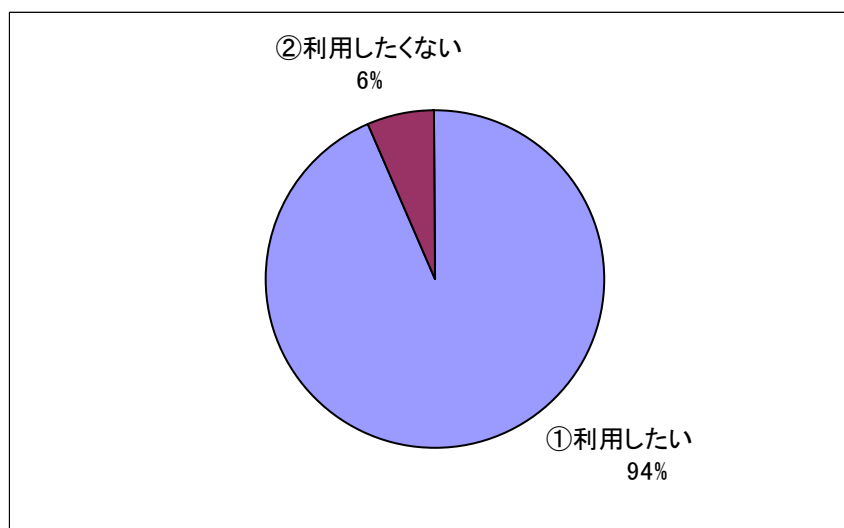


図 4-27 システムの有用性(利用したいか)

図 4-28 に示すとおり、このようなシステムが有料の場合の適当な金額について、システムを利用したいと考えている人のほとんどは、300 円以下の料金であればよいとの回答であった。

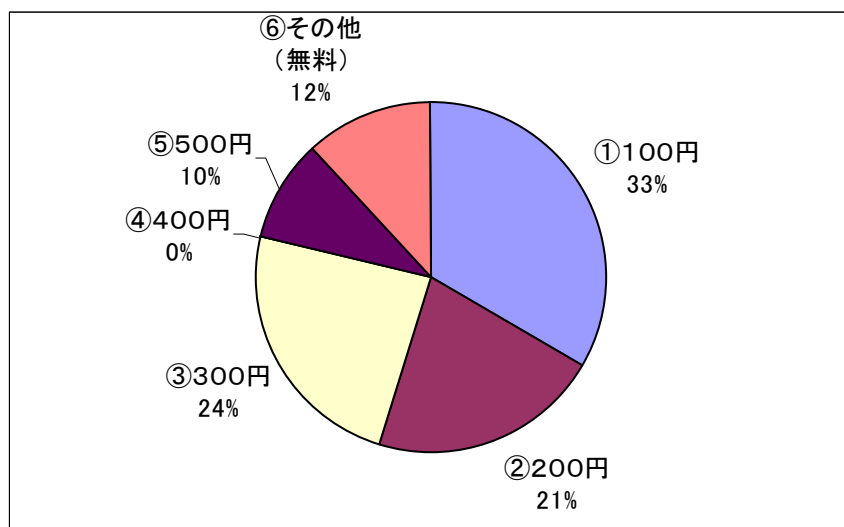


図 4-28 システムの有用性(利用料金)

ウ 端末の大きさ

図 4-29 に示すとおり、専用の端末があった場合の大きさについて、約半数の人が大人の手の平サイズの携帯型ゲーム機と回答し、A5 版の携帯パソコンと回答した人は少なかった。

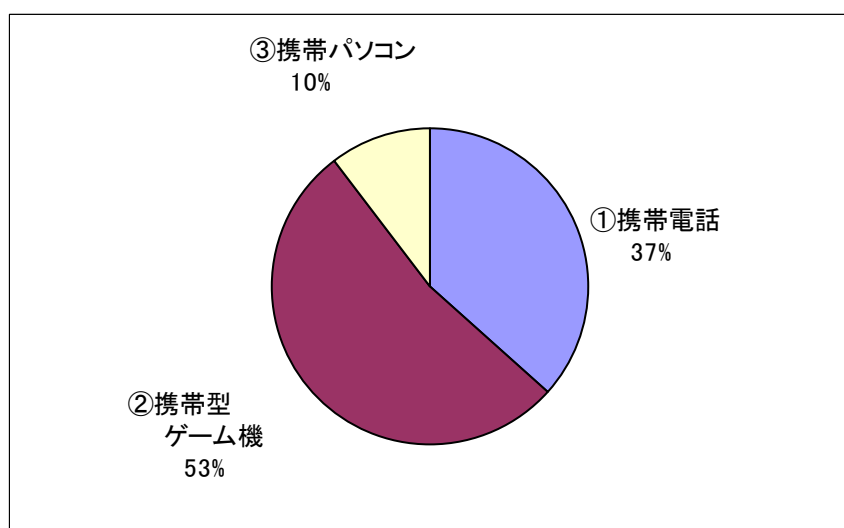


図 4-29 端末の大きさ

エ 提供するコンテンツ

図 4-30 に示すとおり、システムで提供する観光情報について、由来・歴史の解説、マップ、みどころ、コースの順で、コンテンツがあれば良いとの回答があった。

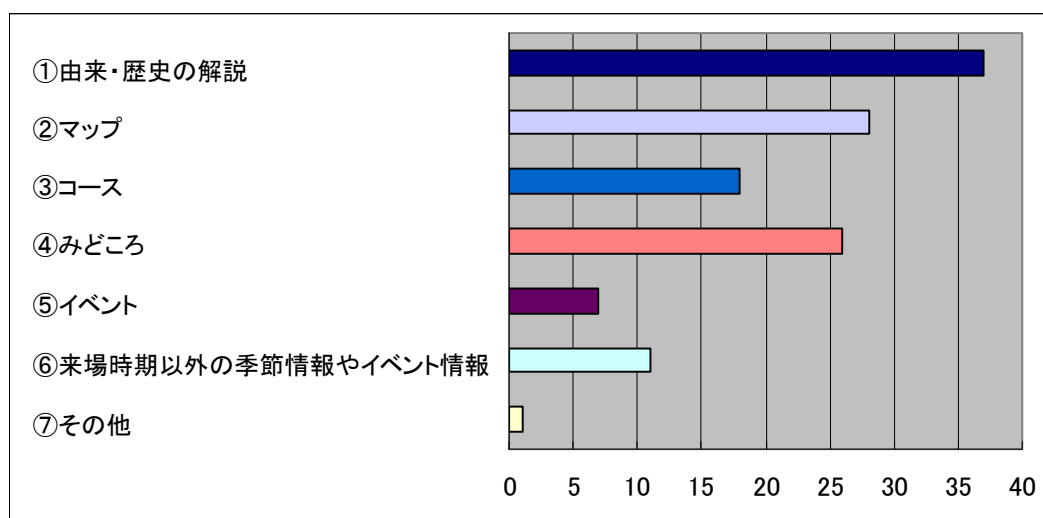


図 4-30 コンテンツの提供

図 4-31 に示すとおり、多国語によるガイド、子供向けのガイド、障がい者向けのガイドの順で、このようなメニューがあれば良いとの回答があった。

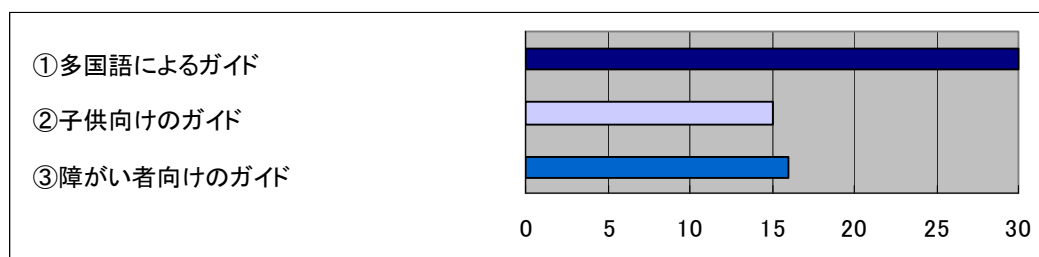


図 4-31 コンテンツ(メニュー)

オ アイデア、要望、改善点など

次の 2 点の回答があった。

- (7) ボタン 1 つ押すだけで良い端末や片手で操作できる端末など使いやすい端末
- (イ) 広い場所で自分の現在地がわかる、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はアラームで知らせるなどといった位置情報の精度向上

カ モニター評価結果の分析

以上のモニター調査結果から次のことが考えられる。

- (7) システムの機能性については、写し出される映像や音声鮮明との評価を得たことから、高画質な動画や音声による情報提供を行うことが重要と考える。
- (イ) システムの有用性については、このようなシステムをほとんどの人が利用したいと回答しており、ニーズがあるものと期待できる。
- (ウ) 利用金額としては、ほとんどの人が 300 円以下であれば利用すると回答してお

り、低価格で提供する必要があると考える。

- (E) 端末の大きさについては、携帯型ゲーム機(大人の手の平)程度のサイズとの回答が多く、小型サイズの携帯端末の製品の開発が必要と考える。
- (F) 提供するコンテンツについては、由来・歴史の解説、マップ、見どころなどの情報を、多国語によるガイド、障がい者向けのガイド、子供向けのガイドによる情報提供が重要と考える。
- (G) 位置情報について精度向上が期待されており、それに伴う各種サービス(目的地への誘導、コース外でアラーム等)も情報提供のメニューとしてニーズがあるものとする。
- (H) 使い勝手のよい端末(例えば部、ボタン1つ押すだけ、片手で操作できる等)が必要と考える。

(5) 通信試験結果に対する総合評価と分析

ア 総合評価

11n がどの試験項目においても 11g に対して優位性がある結果となり、また、中でも送信周波数 5.6GHz 帯は転送速度が高く、高速伝送が可能であることから、当該規格の無線 LAN を活用することが、高精細映像や多国語による観光情報の案内に適していると考えられる。

しかしながら、実用化に際しては、通信試験結果やモニターの評価から次のようなことが考察できる。

- ① 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試験結果から勘案して高速化に有効と考える。
- ② 送信機間のバックボーン回線や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、今回の通信試験結果で転送速度が 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。
- ③ 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。
- ④ 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、広い場所で自分の現在地が解るように目的地をクリックするとコース案内を表示する、入ってはいけない場所をアラームで知らせる、といった機能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。
- ⑤ 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。

イ 分析

総合評価で考察したことについて、以下のとおり分析を行い課題を抽出した。

① 11n-5.6GHz(40MHz)の活用

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(40MHz)の活用が課題である。

② 11nのバックボーン回線への活用

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。

③ 端末の汎用化

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示でき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示できる端末が必要と考える。

④ 位置検知技術の向上

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わかるよう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。

⑤ コンテンツの著作権及び作成経費

モニター調査結果から、コンテンツとして由来歴史・マップ・みどころや、多国語でのガイドの作成が望まれているが、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):レーダーの干渉波を検出し、周波数を変更する機能。

TPC(Transmitter Power Control):アクセスポイントと無線端末間で通信に必要な電波出力を自動的に調節する機能。

第 2 節 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技術試験

(1) 通信試験の概要

ア 実施期間

通信試験：平成 20 年 2 月 5 日(火)～7 日(木) 10:00～18:00

公開通信試験：平成 20 年 2 月 8 日(金) 10:30～12:00

イ 試験フィールド

金沢能楽美術館 3 階研修室周辺(公開試験は 2 階映像ギャラリーで実施)
(送信機の設置場所等は第 3 章第 2 節(2)ウ(7)のとおり)

ウ 試験項目

試験項目と試験内容を表 4-14 に示す。

また、それぞれの項目の試験日程を表 4-15 に示す。

試験項目	目的	内容
1)伝送特性試験 (電波到達距離)	ワンセグ送信機の環境 による受信可能距離等 特性の確認	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
		壁際に設置した場合の受信可能距離測定
		設置高による受信可能距離の違いの測定
		パネル等の遮蔽物がある場合の受信可能距離測定
		送信チャンネルの違いによる受信可能距離測定
		受信端末数の違いによる受信可能距離測定
		送信機周辺の混雑状況による受信可能距離測定
2)送信機切替試験	送信機間で受信端末の 移動による切替の確認	送信機の設置間隔の違いによる受信切替距離の測定
3)放送波干渉試験	放送波への干渉の確認	チャンネルスキャン可能距離測定
		放送波と同一チャンネル使用時の受信可能距離測定

表 4-14 試験項目

試験項目	2/5(火)	2/6(水)	2/7(木)	2/8(金)
1)伝送特性試験	→		→	
2)送信機切替試験		→		
3)放送波干渉試験		→		
4)公開試験				↔

表 4-15 試験日程

(2) 伝送特性試験

ア 試験環境

[日 時]平成 20 年 2 月 5 日(火)～7 日(水) 10:00～18:00

[場 所]金沢能楽美術館 3 階 研修室周辺

[測定方法]送信機と携帯受信端末間の距離をパラメータとして、そのパラメータを変化させながら、受信可能距離を測定した。

[測定条件]

・ 受信可能距離

図 4-32 に示すように、音声及び動画像に途切れがなく、映像や音声が違和感なく視聴できる送信機からの距離とした。



図 4-32

・ 使用チャネル

『40ch』とした。(試験項目イ(オ)については『41ch』も使用した。)

・ 測定高

ワンセグ機能付き携帯電話については、成人が手元で視聴することを想定して、床から『1.0m』とした。ワンセグ機能付き PC 及びワンセグチューナー付き PC についても、床から『1.0m』とした。

送信機の基準設置高も『1.0m』とした。

・ 送信機の設置方法

縦置きとした。(試験項目イ(ア)については横置きでも測定した。)

・ 基準値の測定

送信機の出力が微弱であり、雑音電波の影響を受け易いので、試験項目毎に送信機正面から受信可能距離を基準値として測定した。

イ 試験項目

(ア) 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

(イ) 壁際に設置した場合の受信可能距離測定

(ロ) 設置高による受信可能距離の違いの測定

(ハ) パネル等の遮蔽物がある場合の受信可能距離測定

- (オ) 送信チャネルの違いによる受信可能距離測定
- (カ) 受信端末数の違いによる受信可能距離測定
- (キ) 送信機周辺の混雑状況による受信可能距離測定
- (ク) 受信端末の違いによる受信可能距離測定

ウ 試験項目別測定結果

- (7) 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
＜正面方向の測定＞

試験日：平成 20 年 2 月 5 日(火) AM

7) 試験イメージは図 4-33 に示すとおり。

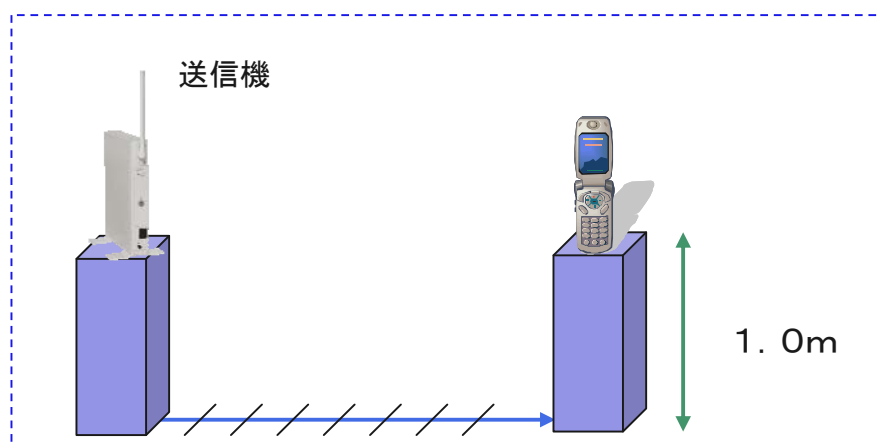


図 4-33

1) 測定風景

測定風景は図 4-34 に示すとおり。

部屋全体



側面より



この間の距離をパラメータとした

受信機側より



送信機設置方法



縦置き(正面)

横置き(正面)

図 4-34

2) 測定結果

測定結果は表 4-16 に示すとおり。

送信機設置方向	縦置き正面(基準値)	横置き正面
受信可能距離	0.90m	0.85m

表 4-16

測定結果を図式的に表現したイメージを図 4-35 に示す。

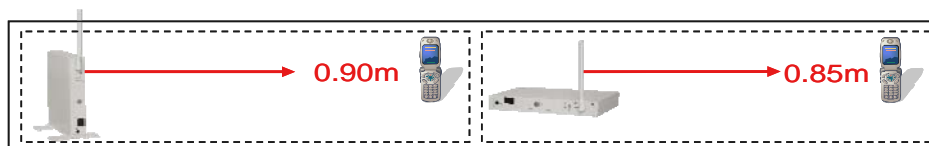


図 4-35

- 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。

I) 評価

次の「広角方向の測定」に合わせて記載

<広角方向の測定>

試験日：平成 20 年 2 月 5 日(火) AM

ア) 試験イメージ

試験イメージは図 4-36 に示すとおり。

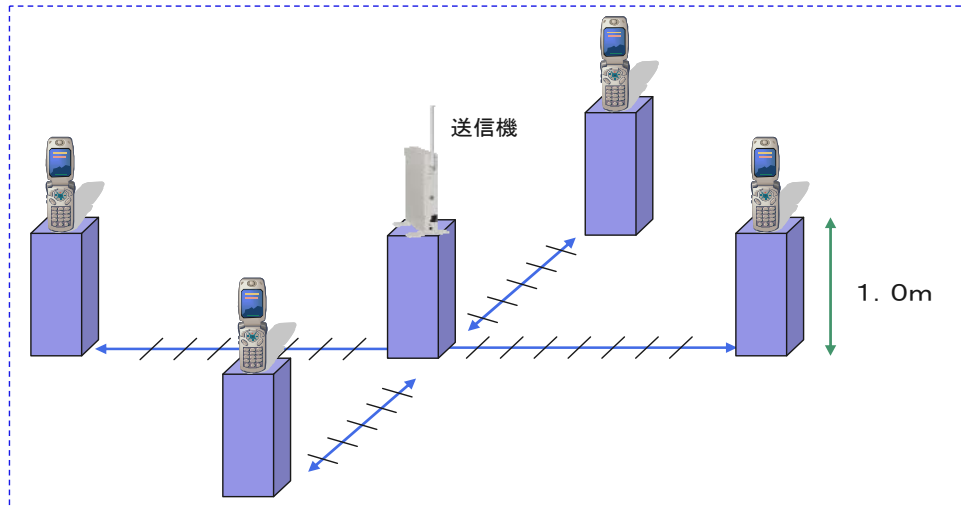


図 4-36

1) 測定風景

測定風景は図 4-37 に示すとおり。

部屋全体



側面より



受信機側より



送信機設置方法



縦置き(送信機後方)

横置き(送信機後方)

図 4-37

ウ) 測定結果

送信機を縦置きにした場合の結果を表 4-17 に示す。

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

表 4-17

測定結果から送信機の平面での電波発射イメージを図 4-38 に示す。

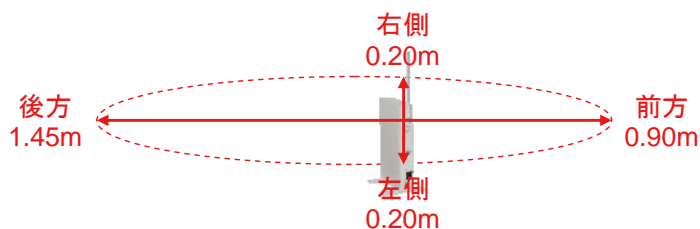


図 4-38 送信機を縦置き平面からの電波発射イメージ

送信機を横置きにした場合の結果を表 4-18 に示す。

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

表 4-18

測定結果から送信機の平面での電波発射イメージを図 4-39 に示す。

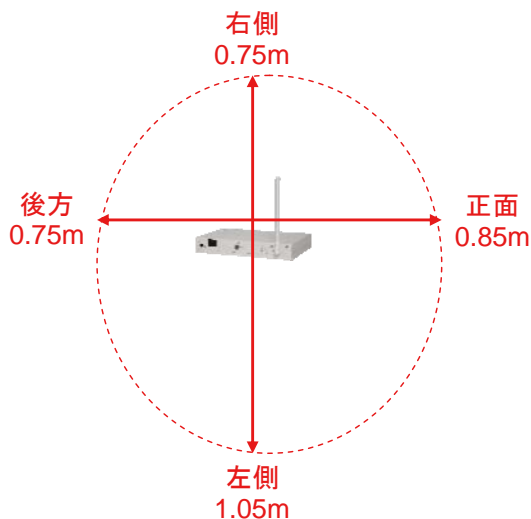


図 4-39 送信機を横置き平面からの電波発射イメージ

送信電波に指向性があることが分った。

イ) 評価(正面方向の測定結果と合わせて評価した)

- ① 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。
- ② 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。

(イ) 壁際に設置した場合の受信可能距離測定

試験日：平成 20 年 2 月 5 日 (火) AM

ア) 試験イメージ

試験イメージは図 4-40 に示すとおり。

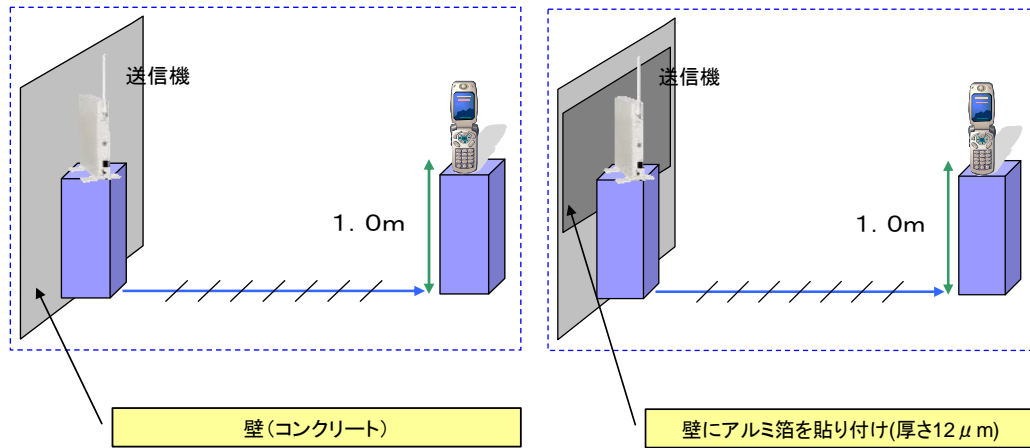


図 4-40

イ) 測定風景

測定風景は図 4-41 に示すとおり。

部屋全体



側面より



受信機側より



受信機側より(アルミ有り)



図 4-41

カ) 測定結果

測定結果は表 4-19 に示すとおり。

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

表 4-19

測定結果を図式的に表現したイメージを図 4-42 に示す。

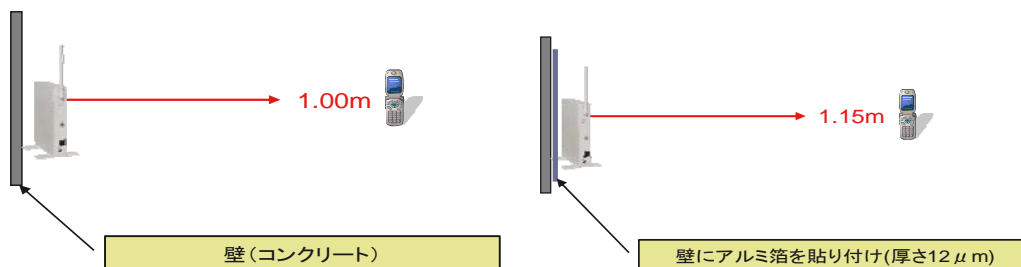


図 4-42

- 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。

(ウ) 設置高による受信可能距離の違いの測定

試験日：平成 20 年 2 月 6 日(水) AM

ア) 試験イメージ

試験イメージは図 4-43 に示すとおり。

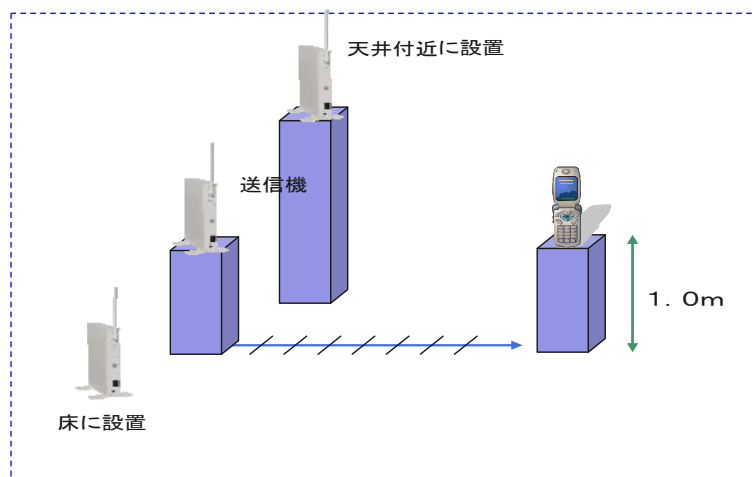


図 4-43

1) 測定風景

測定風景は図 4-44 に示すとおり。

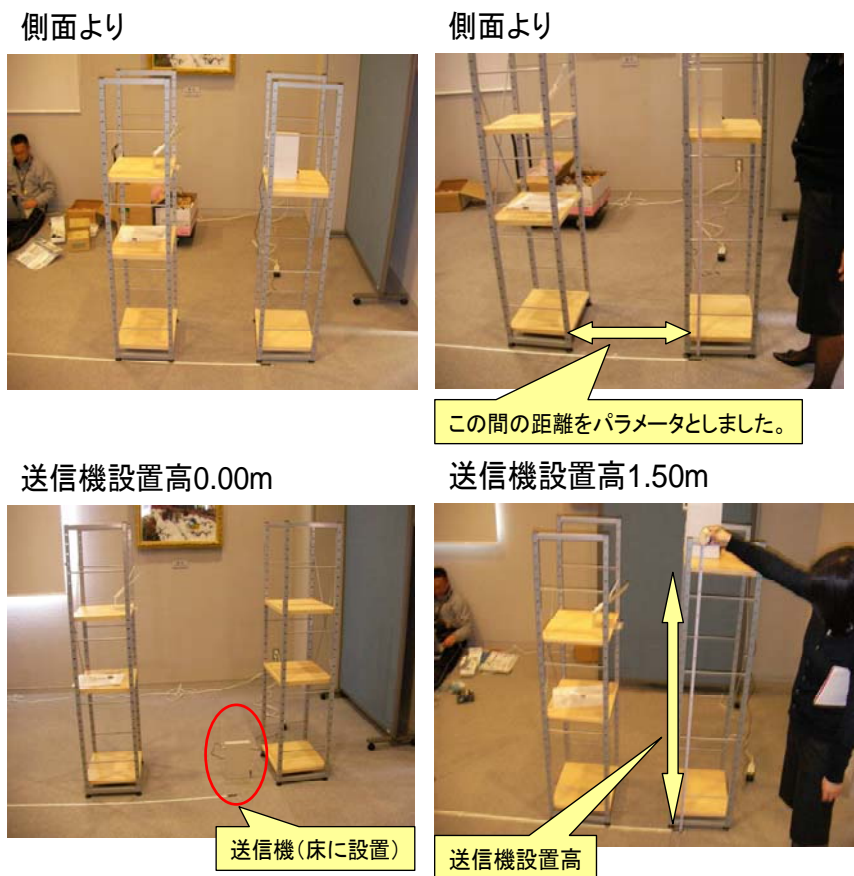


図 4-44

ウ) 測定結果

測定結果は表 4-20 に示すとおり。

送信機設置高	1.00m (基準値)	0.00m	0.25m	0.45m	0.65m	0.80m	1.00m	1.20m	1.40m	1.50m
受信可能距離	1.10m	不可	0.40m ~ 0.60m	0.10m ~ 1.40m	0.00m ~ 0.80m	0.00m ~ 0.60m	0.00m ~ 1.10m	0.00m ~ 0.70m	0.00m	不可

表 4-20

測定結果を図式的に表現したイメージを図 4-45 に示す。

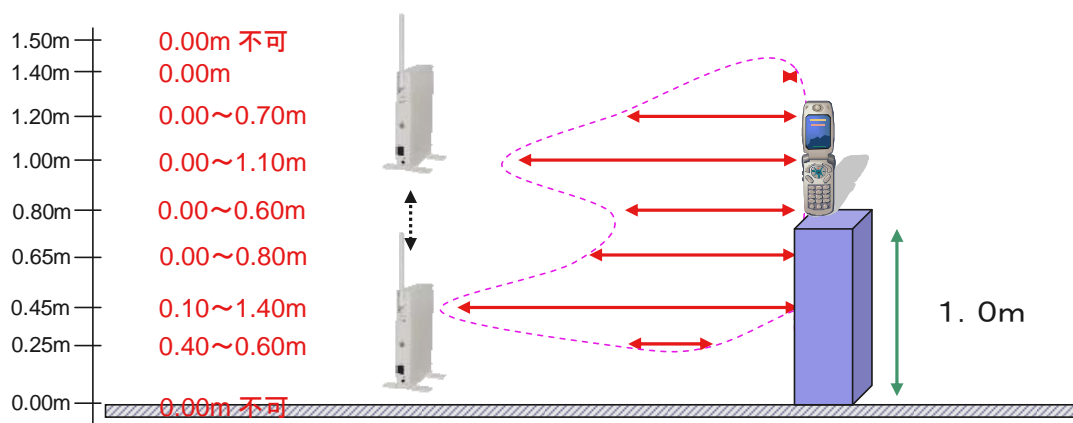


図 4-45

- ① 送信機の設置高が 1.50m 以上では受信不可。
- ② 送信機を床へ設置 (設置高 0.00m) の場合も受信不可。
- ③ 垂直方向にも指向性があった。
- ④ 送信機の設置高 0.8m 付近で受信可能距離が短いのは、送信機設置台のフレーム (鉄等) の影響があったものと推測される。

I) 評価

送信機を床及び 1.50m 以上に設置した時には受信できない場合があるため、この点を考慮して設置する必要がある。

(I) パネル等の遮蔽物がある場合の受信可能距離測定

試験日：平成 20 年 2 月 7 日 (木) AM

7) 試験イメージ

試験イメージは図 4-46 に示すとおり。

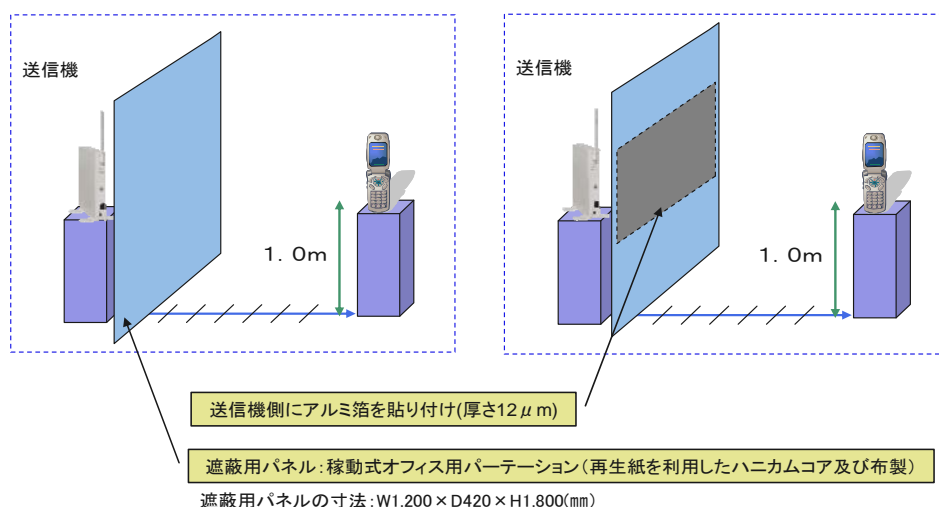


図 4-46

1) 測定風景

測定風景は図 4-47 に示すとおり。



図 4-47

ウ) 測定結果

測定結果は表 4-21 に示すとおり。

	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

表 4-21

測定結果を図式的に表現したイメージを図 4-48 に示す。



図 4-48

- 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。

I) 評価

- ① 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。
- ② 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。

(オ) 送信チャンネルの違いによる受信可能距離測定

試験日：平成 20 年 2 月 7 日(木) PM

7) 試験イメージ

試験イメージは図 4-49 に示すとおり。

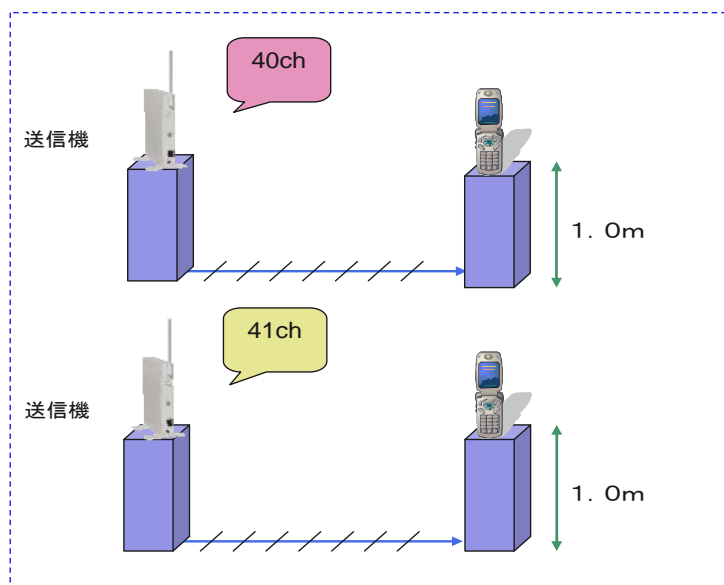


図 4-49

1) 測定風景

測定風景は図 4-50 に示すとおり。

部屋全体



側面より



この間の距離をパラメータとしました。

40chを利用した端末



41chを利用した端末



図 4-50

ウ) 測定結果

測定結果は表 4-22 に示すとおり。

送信チャンネル	40ch(基準値)	41ch
受信可能距離	0.95m	0.75m

表 4-22

測定結果を図式的に表現したイメージを図 4-51 に示す。



図 4-51

- ① 送信チャンネル 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(チャンネル)の雑音電波に影響されると推測される。

1) 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。

(カ) 受信端末数の違いによる受信可能距離の測定

試験日：平成 20 年 2 月 5 日 (火) PM

7) 試験イメージ

試験イメージは図 4-52 に示すとおり。

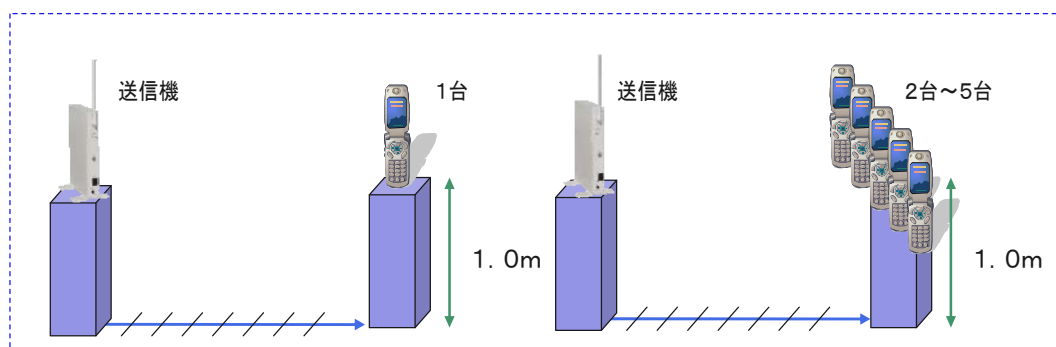


図 4-52

1) 測定風景

測定風景は図 4-53 に示すとおり。

端末2台(送信機から距離0.5m)



端末3台(送信機から距離0.5m)



端末4台(送信機から距離0.5m)



端末5台(送信機から距離0.5m)



図 4-53

ウ) 測定結果

測定結果は表 4-23 に示すとおり。

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

表 4-23

測定結果を図式的に表現したイメージを図 4-54 に示す。



図 4-54

- 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と考えるが、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。

(キ) 送信機周辺の混雑状況による受信可能距離の変化の測定

試験日：平成 20 年 2 月 7 日(木) AM

7) 試験イメージ

試験イメージは図 4-55 に示すとおり。

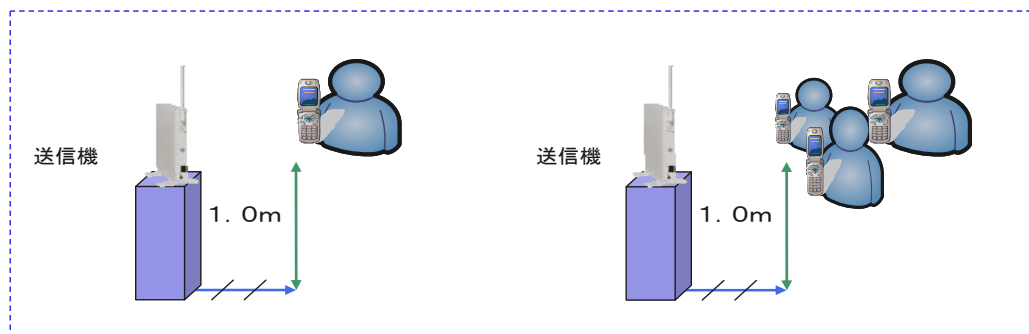


図 4-55

1) 測定風景

測定風景は図 4-56 に示すとおり。

前に人垣がない場合



前に人垣がある場合



受信機より送信機



送信機からの距離0.5m

前に人垣がある場合(受信機)



送信機からの距離0.5m

図 4-56

2) 測定結果

測定結果は表 4-24 に示すとおり。

	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

表 4-24

測定結果を図式的に表現したイメージを図 4-57 に示す。

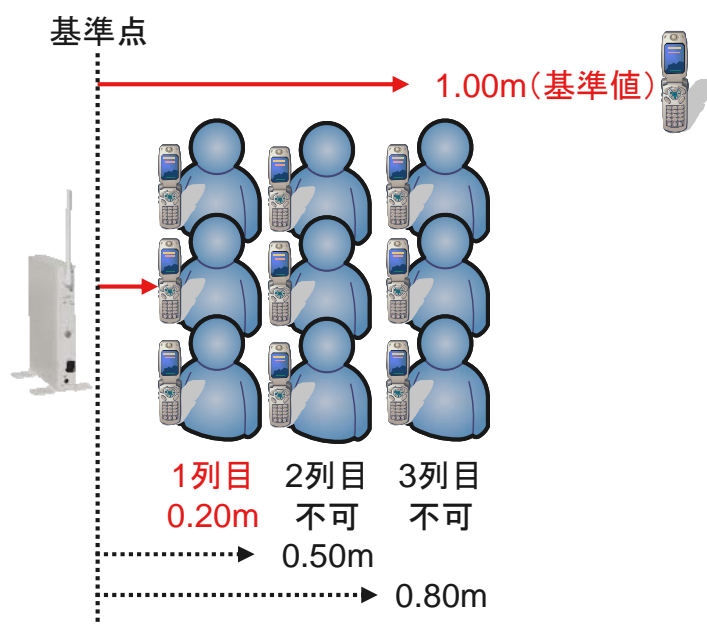


図 4-57

- 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。

I) 評価

- ① 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ので、送信機のすぐ近くで受信しなくてはならないことを考慮する必要がある。
- ② 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。

(ク) 受信端末の違いによる受信可能距離の変化の測定

試験日：平成 20 年 2 月 7 日 (木) AM

7) 試験イメージ

試験イメージは図 4-58 に示すとおり。

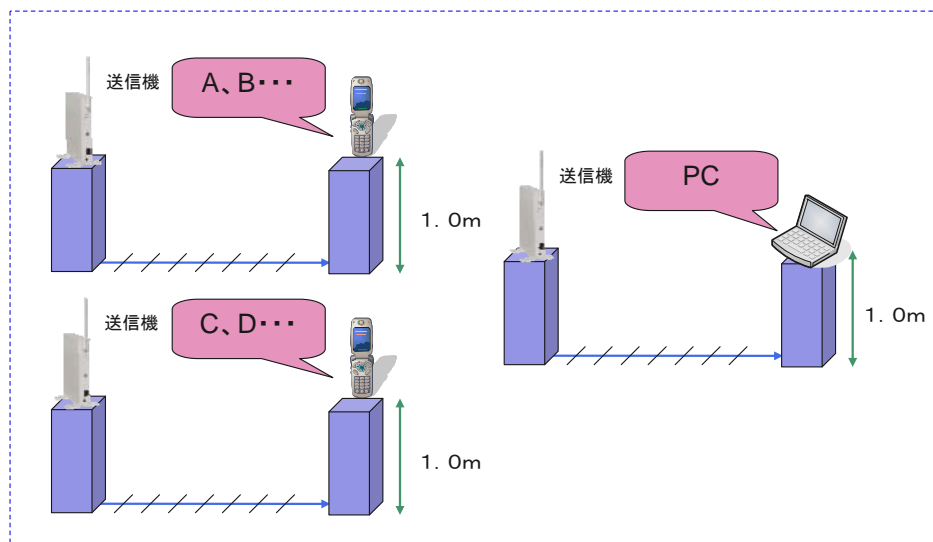


図 4-58

1) 測定風景

測定風景は図 4-59 に示すとおり。

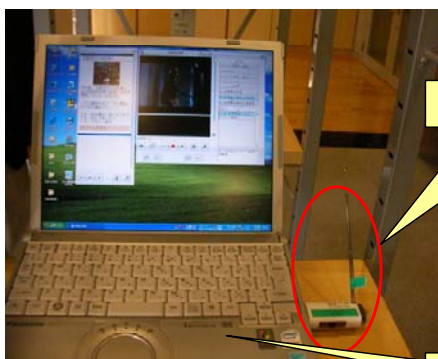
ワンセグ携帯で受信



ワンセグチューナ内蔵PCで受信



外付ワンセグチューナのPCで受信



外付けワンセグチューナー

PCIはPanasonic CF-T7BW5AJRを使用

図 4-59

ウ) 測定結果

測定結果は表 4-25 に示すとおり。

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

表 4-25

測定結果を図式的に表現したイメージを図 4-60 に示す。

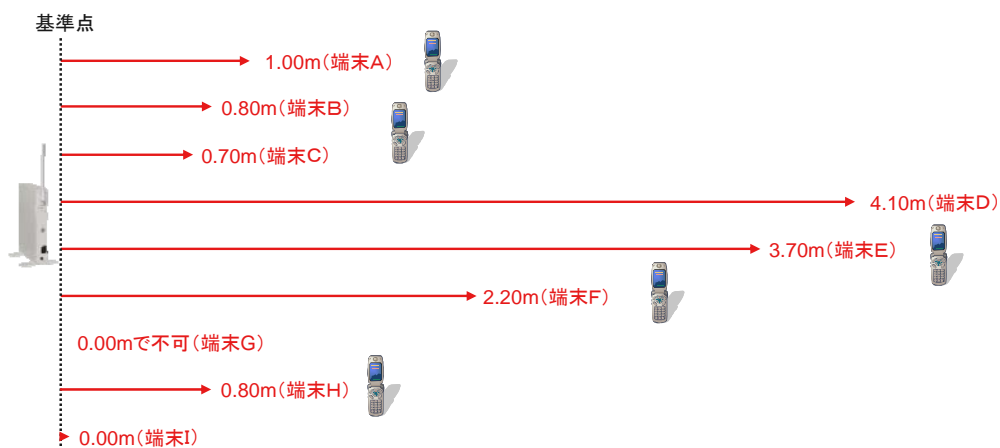


図 4-60

- ・ 受信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。

エ) 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。

(3) 送信機切替試験

ア 試験環境

[日 時]平成 20 年 2 月 6 日(水) PM

[場 所]金沢能楽美術館 3 階 研修室周辺

[測定方法]二つの送信機から同一チャンネルでそれぞれ異なるコンテンツを送信し、受信端末で受信しながら、異なる送信機からの動画像に切り替わった際の受信可能距離を測定。

[測定条件]

- ・ 受信可能距離
第 2 節(2)伝送特性試験[測定条件]受信可能距離に同じ。
- ・ 使用チャンネル
『40ch』とした。
- ・ 測定高
第 2 節(2)伝送特性試験[測定条件]測定高に同じ。
- ・ 送信機の設置方法

受信環境の影響を最も受け易い横置きとした。

イ 試験項目

送信機設置間隔の違いによる受信切替距離の測定

ウ 試験結果

試験日：平成 20 年 2 月 6 日 (水) PM

7) 試験イメージ

試験イメージは図 4-61 に示すとおり。

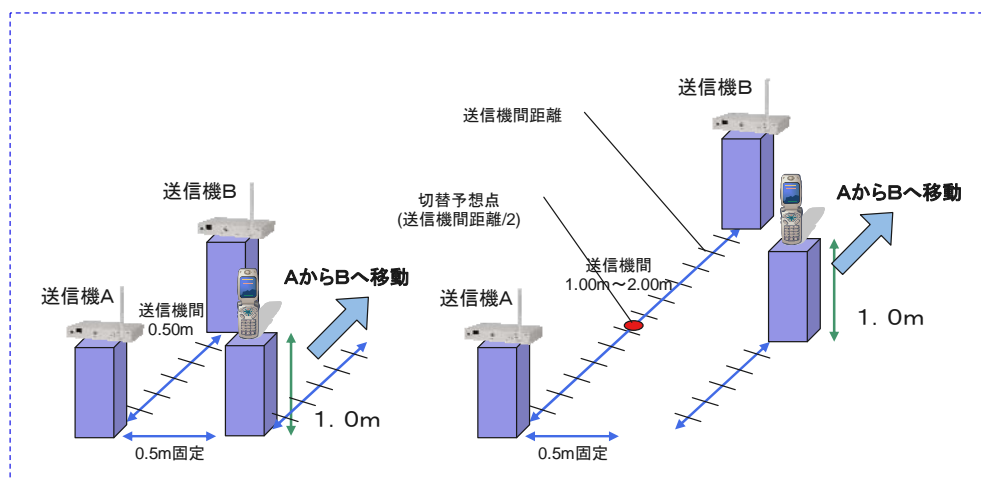


図 4-61

1) 測定風景

測定風景は図 4-62 に示すとおり。

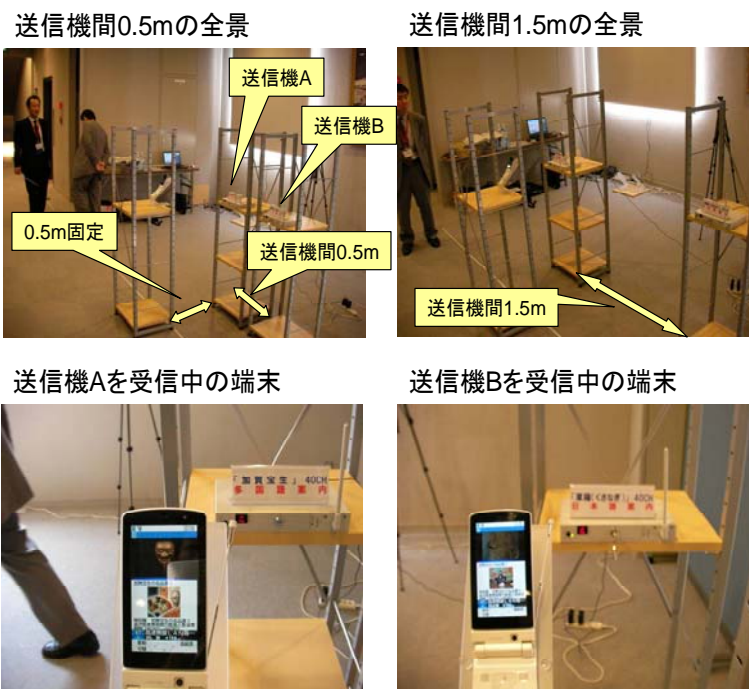


図 4-62

ウ) 測定結果

測定結果は表 4-26 に示すとおり。

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~

表 4-26

測定結果を図式的に表現したイメージを図 4-63 に示す。

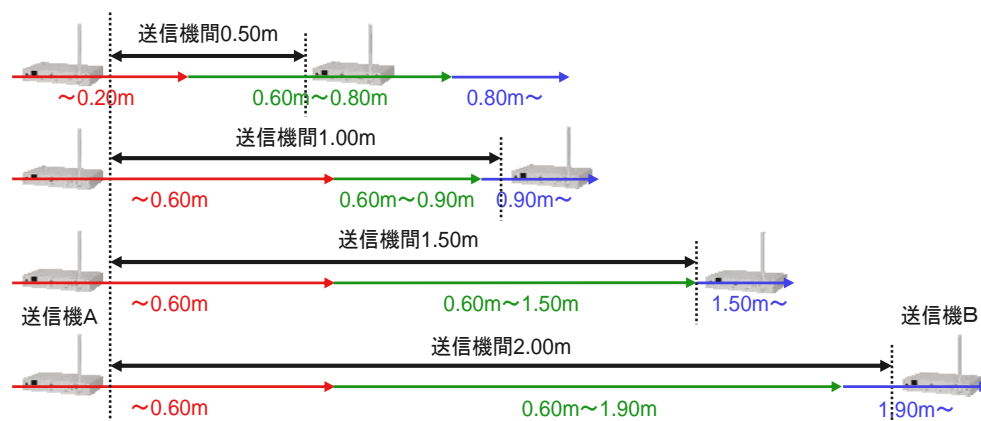


図 4-63

- 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

同一チャンネルで異なるコンテンツを送信する場合、送信機間を 3.90m 以上離さないで相互に干渉し合い十分な受信可能距離が確保できない。そのため、送信機を設置する際は、干渉を受けないように、例えば送信機を縦置きにするなどによりアンテナの指向特性を活用した運用が必要と考える。

(4) 放送波干渉試験

ア 試験環境

[日 時]平成 20 年 2 月 7 日(水) PM

[場 所]金沢能楽美術館 3 階 研修室周辺

[測定方法]ワンセグ放送波と同一のチャンネル(NHK-G/15ch)で送信した際の与干渉・被干渉を測定した。

[測定条件]

- ・ 受信可能距離
第 2 節(2)伝送特性試験[測定条件]受信可能距離に同じ。
- ・ チャンネルスキャン可能距離
ワンセグ機能付き携帯電話のスキャン機能を使ってチャンネル登録ができた際の送信機との距離。
- ・ 使用チャンネル
『15ch』とした。
- ・ 測定高
第 2 節(2)伝送特性試験[測定条件]測定高に同じ。
- ・ 送信機の設置方法
縦置きとした。

イ 試験項目

- (7) チャンネルスキャン可能距離測定
- (イ) 放送波と同一チャンネル使用時の受信可能距離測定

ウ 試験結果

- (7) チャンネルスキャン可能距離測定

試験日：平成 20 年 2 月 6 日(水) PM

7) 試験イメージ

試験イメージは図 4-64 に示すとおり。

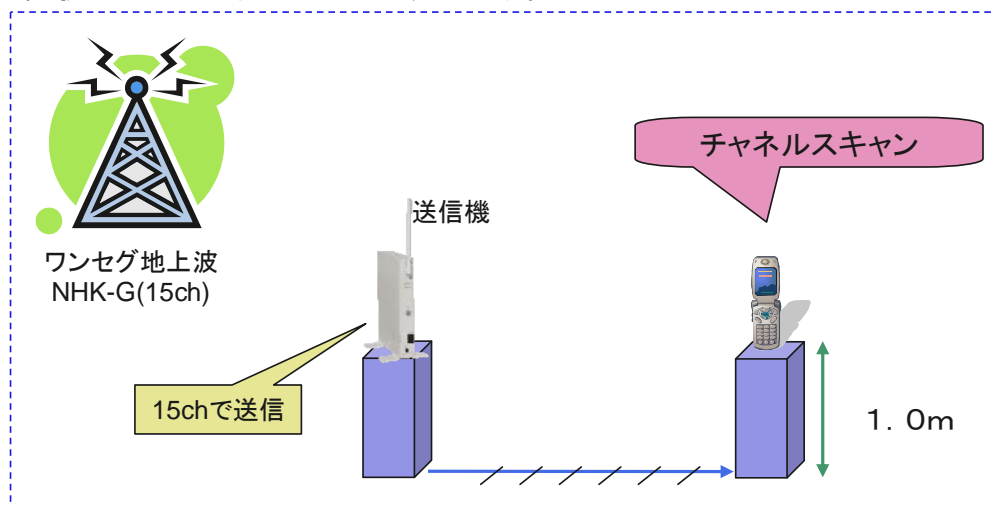


図 4-64

1) 測定風景

測定風景は図 4-65 に示すとおり。

側面より



送信機側より



試験波(15ch)送信中



チャンネルスキャン中の端末



図 4-65

ウ) 測定結果

測定結果は表 4-27 に示すとおり。

	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～

表 4-27

測定結果を図式的に表現したイメージを図 4-66 に示す。



図 4-66

- 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

その地域で放送されているワンセグ放送波と同じチャンネルは使用出来ないと考える。

(イ) 放送波と同一チャンネル使用時の受信可能距離

試験日：平成 20 年 2 月 6 日 (水) PM

ア) 試験イメージ

試験イメージは図 4-67 に示すとおり。

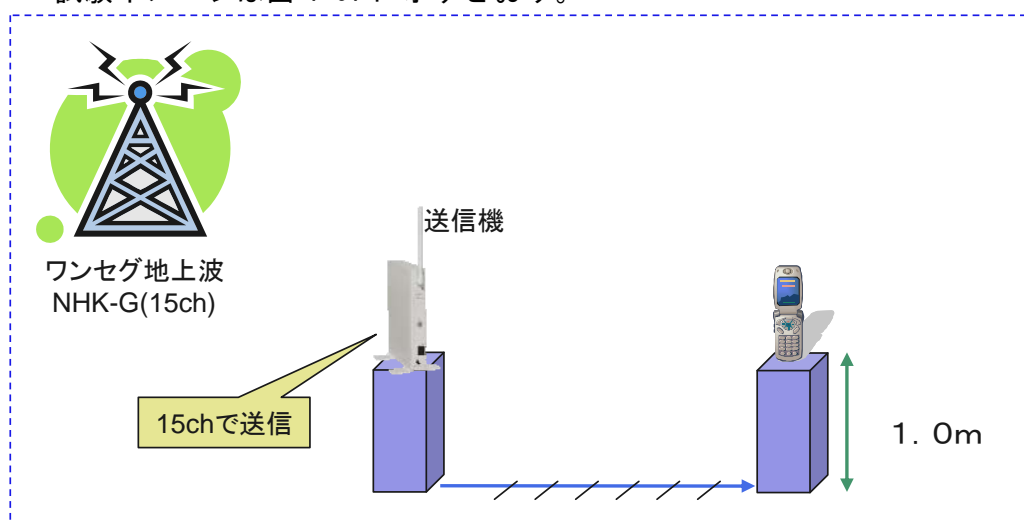


図 4-67

1) 測定風景

測定風景は図 4-68 に示すとおり。

全体



受信機側より



試験波(15ch)送信中



送信機側より



図 4-68

2) 測定結果

測定結果は表 4-28 に示すとおり。

	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～

表 4-28

測定結果を図式的に表現したイメージを図 4-69 に示す。

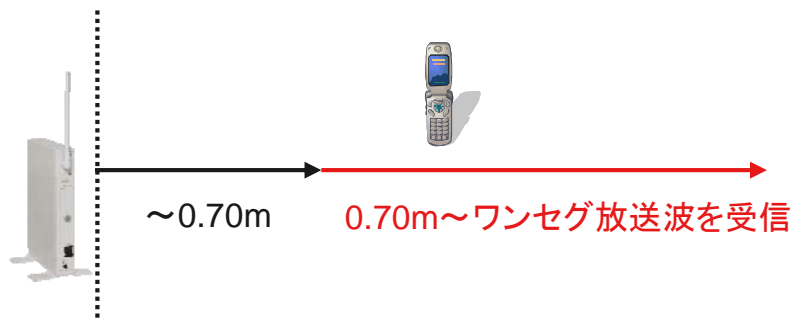


図 4-69

- 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ンネルでは使用することが出来ないことが分った。

I) 評価

その地域で放送されているワンセグ放送波と同じチャンネルは使用出来ない
と考える。

(5) モニター評価結果

構築したシステムの利用評価を受けるため、モニター調査を行った。

[調査日時]平成 20 年 2 月 8 日(金) (公開通信試験に合わせて実施)

[調査場所]金沢能楽美術館 2 階映像ギャラリー

[調査対象]システムを体験された 48 名

[調査方法]システムを体験後、その場で調査票に記入して頂いた。

[調査項目]システムの機能性、システムの有用性、提供するコンテンツ、その他

ア システムの機能性

図 4-70 に示すとおり、情報が得られるまでの時間について、7 割の人が早いまたはちょうど良いと回答したが、一方で 3 割の人は遅いと回答した。また、遅いと回答した人に対して、どのくらいの時間だと良いと思うかとの質問に対しては、1 秒から 10 秒までの間で回答がバラツキ、平均すると 5 秒との結果を得た。

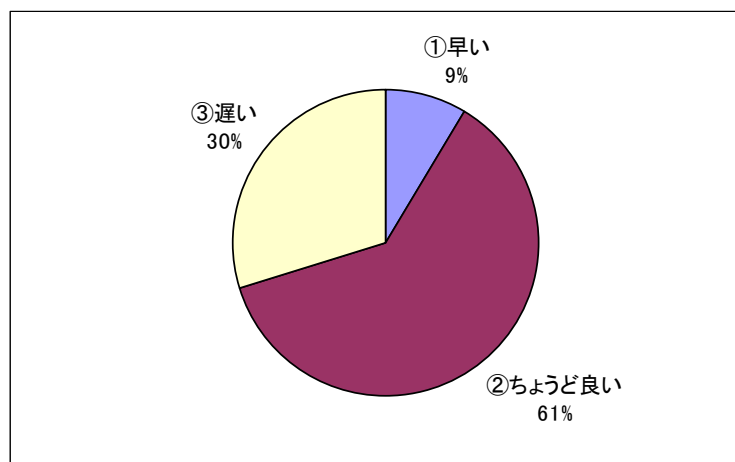


図 4-70 システムの機能性(情報が得られるまでの時間)

(遅いと回答した人への更問いの結果)

1 秒(1 人)、2 秒(2 人)、3 秒(4 人)、5 秒(2 人)、5~10 秒(1 人)、10 秒(3 人)

図 4-71 に示すとおり、映像の受信状態については、ほとんどの人が鮮明または良いとの回答であった。

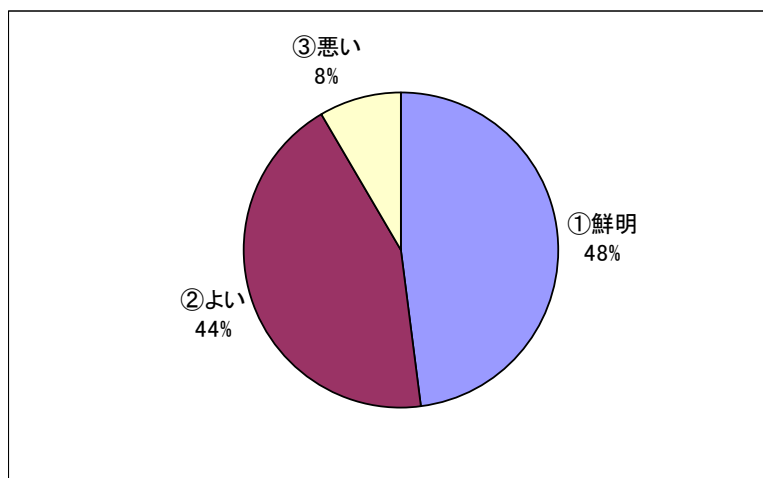


図 4-71 システムの機能性(映像の受信状態)

図 4-72 に示すとおり、音声の受信状態については、ほとんどの人が鮮明または良いとの回答であった。

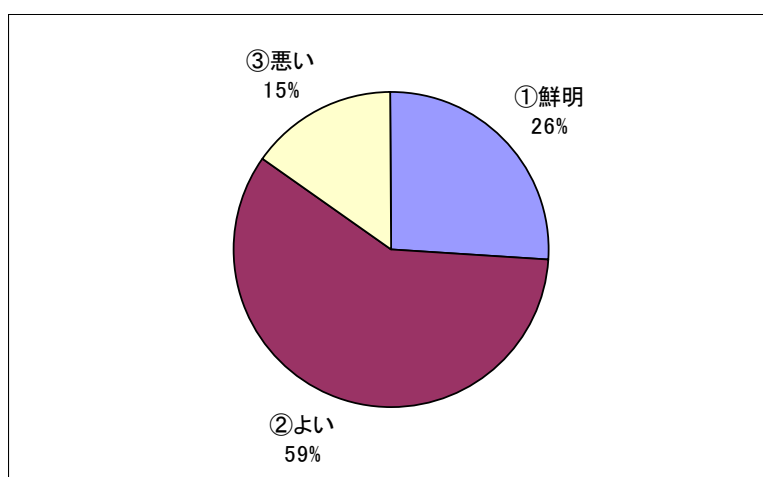


図 4-72 システムの機能性(音声の受信状態)

イ システムの有用性

図 4-73 に示すとおり、このようなシステムが実用化された場合、ほとんどの人が利用したいとの回答であった。

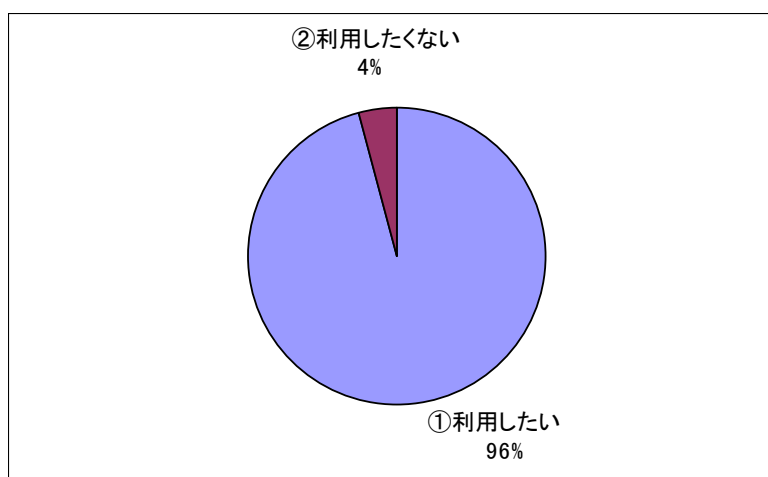


図 4-73 システムの有用性

図 4-74 に示すとおり、自分のワンセグ携帯電話を利用できることについて、ほとんどの人が良いとの回答であった。

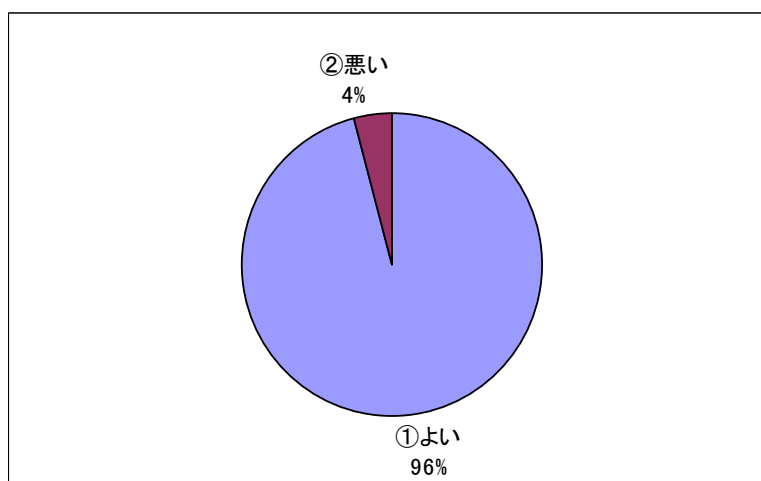


図 4-74 システムの有用性(自分の携帯電話利用)

ウ 提供するコンテンツ

図 4-75 に示すとおり、システムで提供する観光情報について、作品介绍、みどころ、マップ、イベント、コースの順で回答があった。

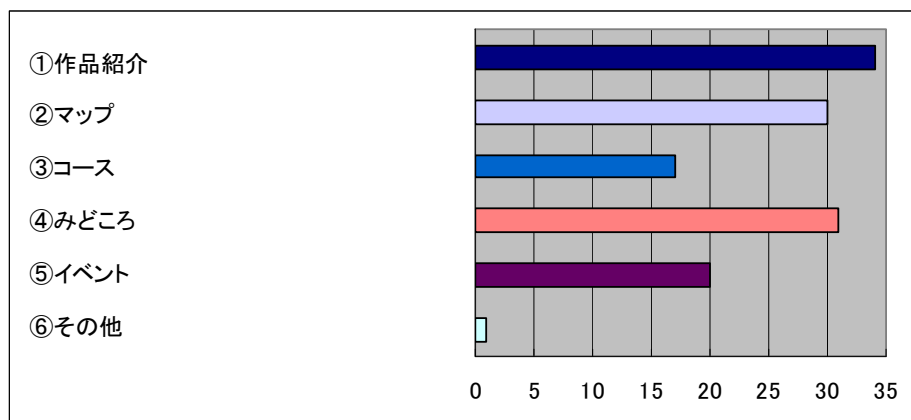


図 4-75 コンテンツの提供

図 4-76 に示すとおり、多国語によるガイド、子供向けのガイド、障がい者向けのガイドの順で回答があった。

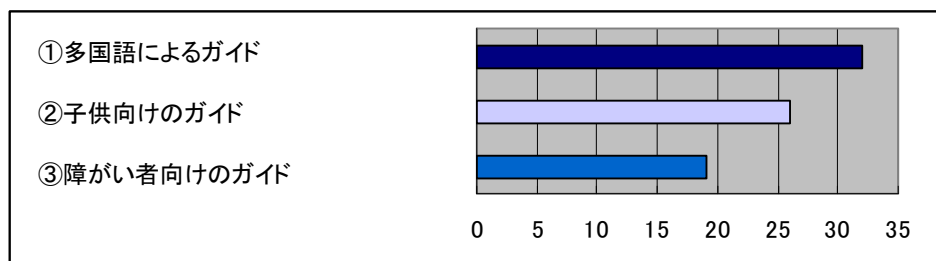


図 4-76 コンテンツ(メニュー)

エ その他

図 4-77 に示すとおり、日頃イヤホンを持ち歩いているか否かについて、ほとんどの人はイヤホンを持ち歩いているいないとの結果であった。

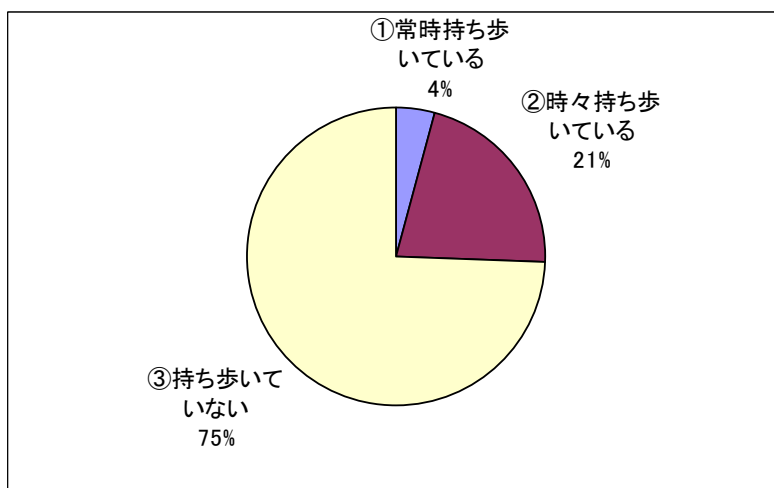


図 4-77 イヤホンの持ち歩き

また、アイデア、要望、改善点などを聞いた結果、次の意見が寄せられた。

- ・受信エリア拡大に関する要望
現状よりもより広い範囲で安定した受信 6 人
複数の人が同時に受信できること 2 人
- ・操作性の向上に関する要望
チャンネル設定を簡便に 2 人
- ・機能面での向上に関する要望
展示館での作品の位置がわかるように 1 人

オ モニター評価結果の分析

システムの機能性に関しては、3 割の人が情報を得られるまでの時間が遅いと回答しており、短時間での情報提供が必要と考える。また、写し出される映像や音声鮮明との評価を得たことから、高画質な動画像や音声による情報提供を行うことが重要と考える。

システムの有用性に関しては、ほとんどの人がこのようなシステムがあったら利用したいとの回答であったことから、システムの有用性を確認でき、ニーズがあるものとする。更に、自分のワンセグ携帯電話を利用できることもよいとの回答であり、システムのメリットとして端末を貸し出さなくても済むことが挙げられる。

配信するコンテンツに関しては、作品紹介、見どころ、マップに対する情報、多国語によるガイド、子供向けのガイド、障がい者向けのガイドといったものが重要と考える。

その他、受信エリアの拡大の要望もあり、展示品等の近傍に設置できないなど送信機を設置する環境によってはエリア拡大のための技術的な対策も必要と考える。

(6) 通信試験結果に対する総合評価と分析

ア 総合評価

受信端末に汎用のワンセグ携帯電話を利用することができるという特徴を活かして、微弱電波の特性による限られたエリアの中での観光情報の案内を行うに適したシステムと考える。モニターの評価結果からも高い評価を得た。

しかしながら、実用化に際しては、通信試験結果やモニターの評価から次のようなことが考察できる。

- ① 発射される電波に指向性があることや、送信機の近傍にある壁による電波の反射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、受信エリアが狭いことから、設置場所に制約を受け、例えば、人が手に持つ高さで受信しようとする、床や 1.5m 以上の天井で近辺には送信機を設置できない。更に、受信機を手に持った場合や前に人垣がある場合は、受信可能範囲が狭くなる。
- ② 微弱電波の特性から、雑音電波に影響され易く使えるチャンネルが制限されるか、1 台の送信機からの電波を同時に受信する端末の数にも限界がある。
- ③ 1 台の送信機からは 1 チャンネルしか送信できない構成であるため、送信機を複数設置しないと多国語による解説などの多様なサービスに対応できない。

- ④ 同一チャンネルの送信機を複数設置する場合は、相互に干渉しあうことから 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。
- ⑤ 受信端末の受信特性により受信可能距離に大きな差がある。
- ⑥ 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。更に、提供するコンテンツについては、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。

イ 分析

総合評価で挙げた考察について分析を行い課題を抽出した。

① 受信可能エリアの拡大

送信可能エリアを拡大するには、現行の諸規則等の範囲で行う微弱電波による送信機では限界があり課題である。また、微弱電波であることから、同様に以下のことも課題となっていると考える。

- ・送信機の設置場所に制約を受けること。
- ・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こと。
- ・同時に受信できる端末数に限界があること。

② 送信チャンネル数の拡大

多国語による解説などの多様なサービスに対して、1チャンネルのみの送信機を複数設置することで対応することが適当であるか考える必要がある。

③ 送信機間の干渉軽減化

複数台の送信機を設置する場合には、送信機間での他の送信機からの干渉を軽減するため方策が必要と考える。

④ 受信端末の種類による受信エリアの相違

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、端末の受信性能により受信可能範囲に差異があることは課題と考える。

⑤ チャンネル設定の簡便化

ワンセグ機能付き携帯電話の全ての機種において、本システムの受信のためのチャンネル設定が容易にできる必要があり、自動によるダイレクト選局できない場合は何らかの方策が必要と考える。

⑥ コンテンツ表示時間の短縮化

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課題であり、何らかの方策が必要と考える。

第 3 節 公開通信試験

(1) 公開通信試験の概要

ア 高速無線 LAN を活用した観光情報支援システム

[日 時]平成 20 年 2 月 8 日(金) 14:00~16:00

[会 場](概要説明)石川県金沢城・兼六園管理事務所分室前の仮設テント

(通信体験)兼六園内

図 4-78 のとおり



図 4-78 公開通信試験会場

(石川県金沢城・兼六園ガイドマップより引用)

[通信体験内容]

ノートパソコンを携帯情報端末に見立てて、兼六園内の内橋亭や梅林の説明といった観光情報を動画像や音声(日本語と中国語)により提供する機能並びに、近くにある史跡や工作物などのランドマークを選択することにより園内での自分の位置が簡易にわかる位置情報機能を体験してもらった。

イ 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

[日 時]平成 20 年 2 月 8 日(金) 10:30~12:00

[会 場](概要説明)金沢能楽美術館 3 階研修室

(通信体験) 同 2 階映像ギャラリー

[通信体験内容]

ワンセグ機能付携帯電話を使用して、金沢能楽美術館内の紹介や展示物(草薙

を演ずる日本武尊の木彫)の説明といった観光情報を動画像や音声(日本語と中国語)により提供する機能を体験してもらった。

(2) 公開通信試験の様様

ア 高速無線 LAN を活用した観光情報支援システム

図 4-79 のとおり、石川県金沢城・兼六園管理事務所分室前の仮設テントにて概要説明を行った。また、図 4-80 のとおり、兼六園内において約 1 時間の通信体験を行った。参加者が多数であったことから、約 10 人ずつの班に分けて説明員が持つ端末を操作し、それぞれ全員の方に体験してもらった。



図 4-79 公開通信試験(高速無線 LAN を活用したシステムの概要説明模様)



図 4-80 公開通信試験(高速無線 LAN を活用したシステムの通信体験模様)

イ 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

図 4-81 のとおり、金沢能楽美術館 3 階研修室にて概要説明を行った。また、図 4-82 のとおり、10 人程度にグループ分けしてあらかじめ準備したワンセグ携帯電話を操

作しそれぞれ全員の方に通信体験をしてもらった。



図 4-81 公開通信試験（ワンセグ映像配信技術を活用したシステムの概要説明模様）



図 4-82 公開通信試験（ワンセグ映像配信技術を活用したシステムの通信体験模様）