

第3章 臨時災害放送局の電波伝搬環境の検証

3. 1 役場等に設置される臨時災害放送局の特徴

3. 1. 1 臨時災害局の目的

臨時災害放送局は、暴風、豪雨、洪水、地震、大規模な火事その他の災害が発生した場合に、その災害を軽減するために役立つことを目的とし、自治体等が臨時かつ一時的に開設することのできるFM局である。

3. 1. 2 臨時災害放送局の特徴

「放送対象地域は、災害対策に必要な範囲であること」、「速やかな立ち上げが必要になること」などから、送信場所は、自治体庁舎や避難所(公民館、学校等)を中心とした比較的低い場所(10m~30m程度)若しくは避難所内の閉鎖空間となる。

このため、放送局1局のエリア半径は数km程度の見通し範囲であり、送信高の低さから電波伝搬上では、建物による減衰・反射、閉鎖空間内では、建物内部の壁等による反射波の影響を考慮しなければならない。

さらに、受信形態としてはカーラジオ・携帯型ラジオが想定されるため、受信アンテナ高としては1~2m程度の内蔵型アンテナであることを考慮しなければならない。

3. 2 電波伝搬試験の概要

臨時災害放送局の設置条件、想定される受信環境等から、次の条件・電波伝搬状況を想定し、フィールド試験を行った。

- ・送信アンテナ高:10m~30m
- ・受信アンテナ高:1m~4m
- ・偏波面:垂直偏波 及び 水平偏波(送受信とも)
- ・伝搬路(見通し):遮蔽物が無く大地反射波がある見通し
- ・伝搬路(半分遮蔽):伝搬路の半分が遮蔽と想定される伝搬路
- ・伝搬路(全部遮蔽):遮蔽物により伝搬路が完全に遮蔽された伝搬路

これらの条件を満たすとみなされるフィールドとして、広島市立大学構内を選定し、測定を行った。図3-1に広島市立大学の構内の概要と測定ポイントを示す。

ここで、

・送信点:情報科学研究棟 4階から屋上階(地上高 10.9m~30.7m)

・測定ポイント:

見通し:①、②、③、⑦

半分遮蔽し:④、⑧

全部遮蔽:⑤、⑥、⑨、⑩

である。

それぞれのポイントの位置情報を図 3-1 に示す。

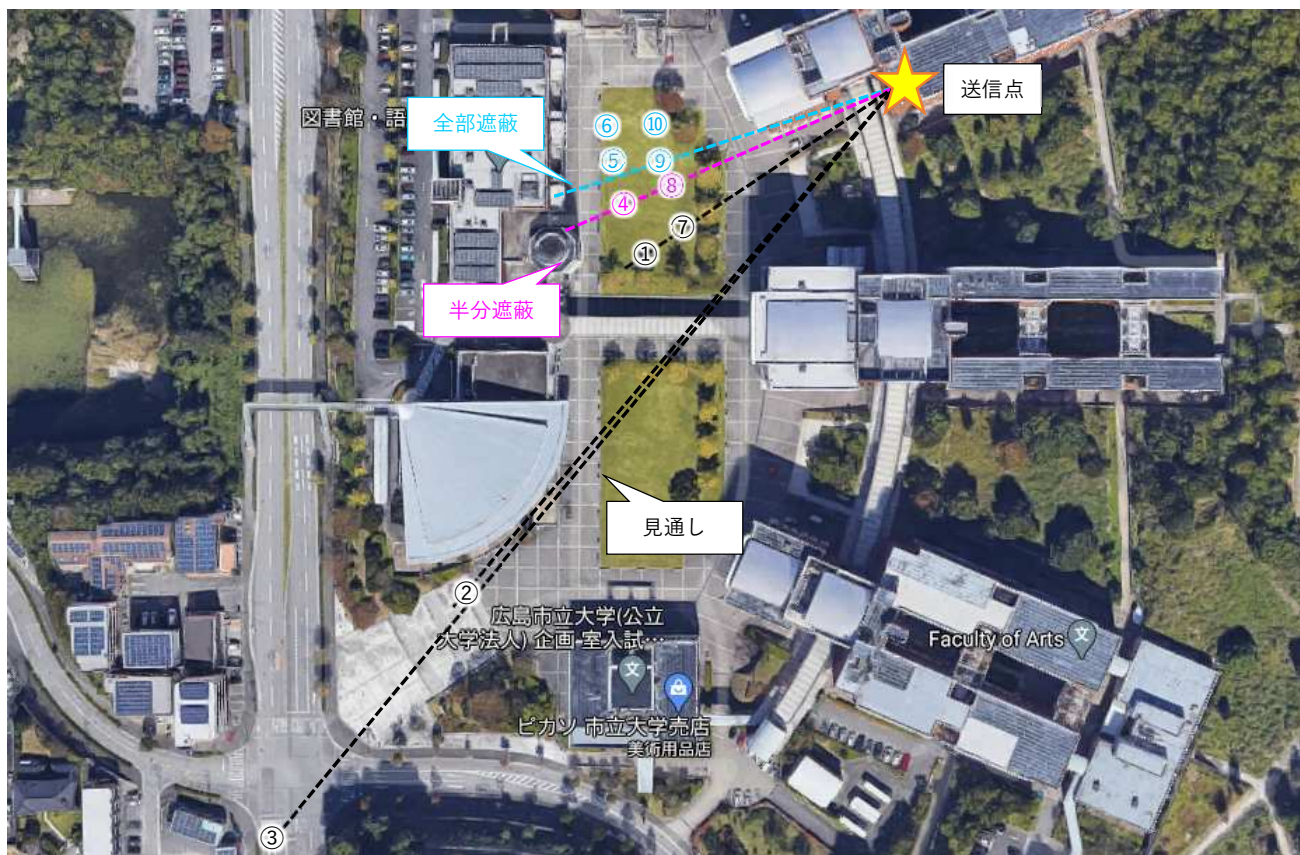


図 3-1 フィールド試験ポイント

表 3-1 送信ポイント・受信ポイントの詳細

送信ポイント・受信ポイント 緯度・経度 方位 距離

		緯度	経度	GL	空中線地上高
送信	広島市立大学	34° 26' 24.2"	132° 24' 54.3"	171	10.9m~30.7m

	ポイント名	緯度	経度	GL(m)	方位(度)	距離(m)
近距離	①大学構内(中庭)	34° 26' 22.5"	132° 24' 51.7"	162	231	84.5
	②大学構内(校門)	34° 26' 19.3"	132° 24' 49.8"	162	217	189.7
	③大学構外(交差点)	34° 26' 17.2"	132° 24' 47.1"	157	220	283.4
	④大学構内(半分遮蔽)	34° 26' 23.0"	132° 24' 51.1"	162	245	89.7
	⑤大学構内(全部遮蔽1)	34° 26' 23.1"	132° 24' 51.1"	162	247	88.4
	⑥大学構内(全部遮蔽2)	34° 26' 23.4"	132° 24' 51.3"	162	252	80.5
	⑦大学構内(①の26m前)	34° 26' 23.0"	132° 24' 52.5"	162	231	58.9
	⑧大学構内(④の27m前)	34° 26' 23.4"	132° 24' 52.1"	162	246	61.3
	⑨大学構内(⑤の25m前)	34° 26' 23.4"	132° 24' 52.0"	162	247	63.7
	⑩大学構内(⑥の18m前)	34° 26' 23.5"	132° 24' 52.0"	162	249	62.6

3. 2. 1 試験結果(見通し)

見通しの受信ポイント(①、②、③、⑦)における測定結果等の詳細については、資料4(資料4-1「伝搬試験データ 見通し」)を参照されたい。

(1) 送信アンテナ高・距離・受信アンテナ高による受信電界(見通し)

測定結果の例として、送信アンテナ高 30.7m、10.9m における距離・受信アンテナ高の変化による受信電界強度の変化を図 3-2、図 3-3 に示す。

また、見通しポイントにおける計算値と受信電界強度の偏差及び受信アンテナ偏波面による受信電界偏差についてまとめた結果を表3-2、表3-3に示す。

表 3-2、表 3-3 の結果から、計算値との偏差は送信偏波水平:3.4dB、垂直:7.2dB、偏波面の変化については、送信水平偏波時:14.0dB 垂直偏波時:10.2dB となった。

このことから、送信の水平偏波のほうが計算値によく一致し、受信偏波面の効果についても一般に言われる12dB~16dBの値とよく一致する結果となった。

構内は、比較的大地反射波が得られやすい環境であるが、垂直偏波では反射波が捉えにくい状況にあるものと考えられる。

表 3-2 計算値と受信電界の偏差 及び 受信偏波面による受信電界偏差 (送信：水平偏波)

送信偏波	水 平				
遮蔽条件	見 通 し				
対象ポイント	全部	⑦	①	②	③
計算値との電界値偏差(dB)	3.4	4.1	4.4	2.1	3.1
受信偏波面による電界偏差(dB)	14.0	14.8	12.7	13.5	15.1

⑦：方位231度 58.9m
 ①：方位231度 84.5m
 ②：方位217度 189.7m
 ③：方位220度 283.4m

表 3-3 計算値と受信電界の偏差 及び 受信偏波面による受信電界偏差 (送信：垂直偏波)

送信偏波	垂 直				
遮蔽条件	見 通 し				
対象ポイント	全部	⑦	①	②	③
計算値との電界値偏差(dB)	7.2	7.4	8.7	5.4	7.3
受信偏波面による電界偏差(dB)	10.2	7.2	9.3	10.9	13.4

⑦：方位231度 58.9m
 ①：方位231度 84.5m
 ②：方位217度 189.7m
 ③：方位220度 283.4m

距離の変化による受信電界（遮蔽なし）

送信ANT高	30.7	m	RF
空中線電力（ERP）	0.65	w	
周波数	87.1	MHz	
送信空中線海拔高	201.7	m	

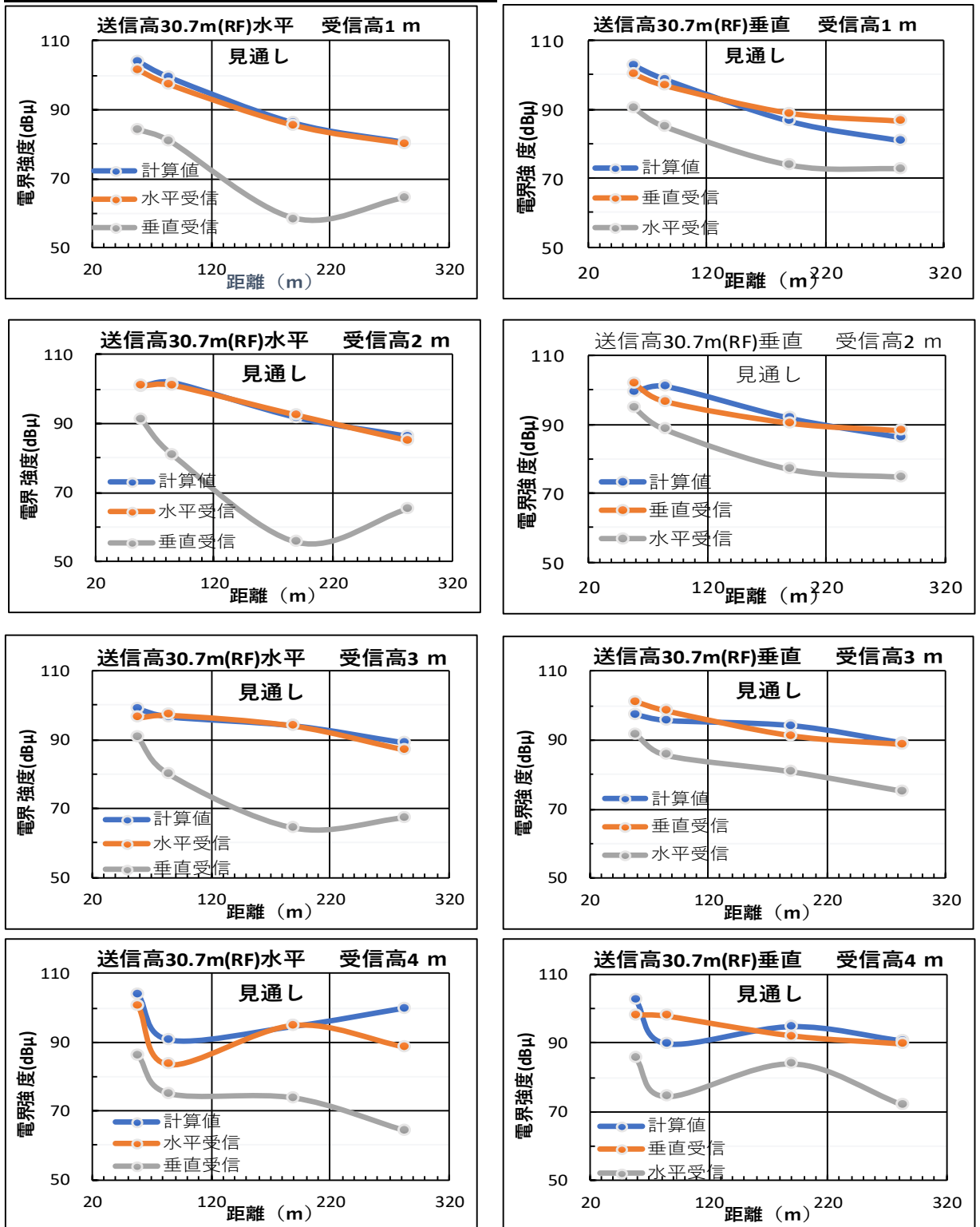


図 3-2 送信点高・距離・受信高の変化による受信電界強度の変化（送信高 30.7m）

距離の変化による受信電界（遮蔽なし）

送信ANT高	10.9	m	4F
空中線電力（ERP）	0.65	w	
周波数	87.1	MHz	
送信空中線海拔高	181.9	m	

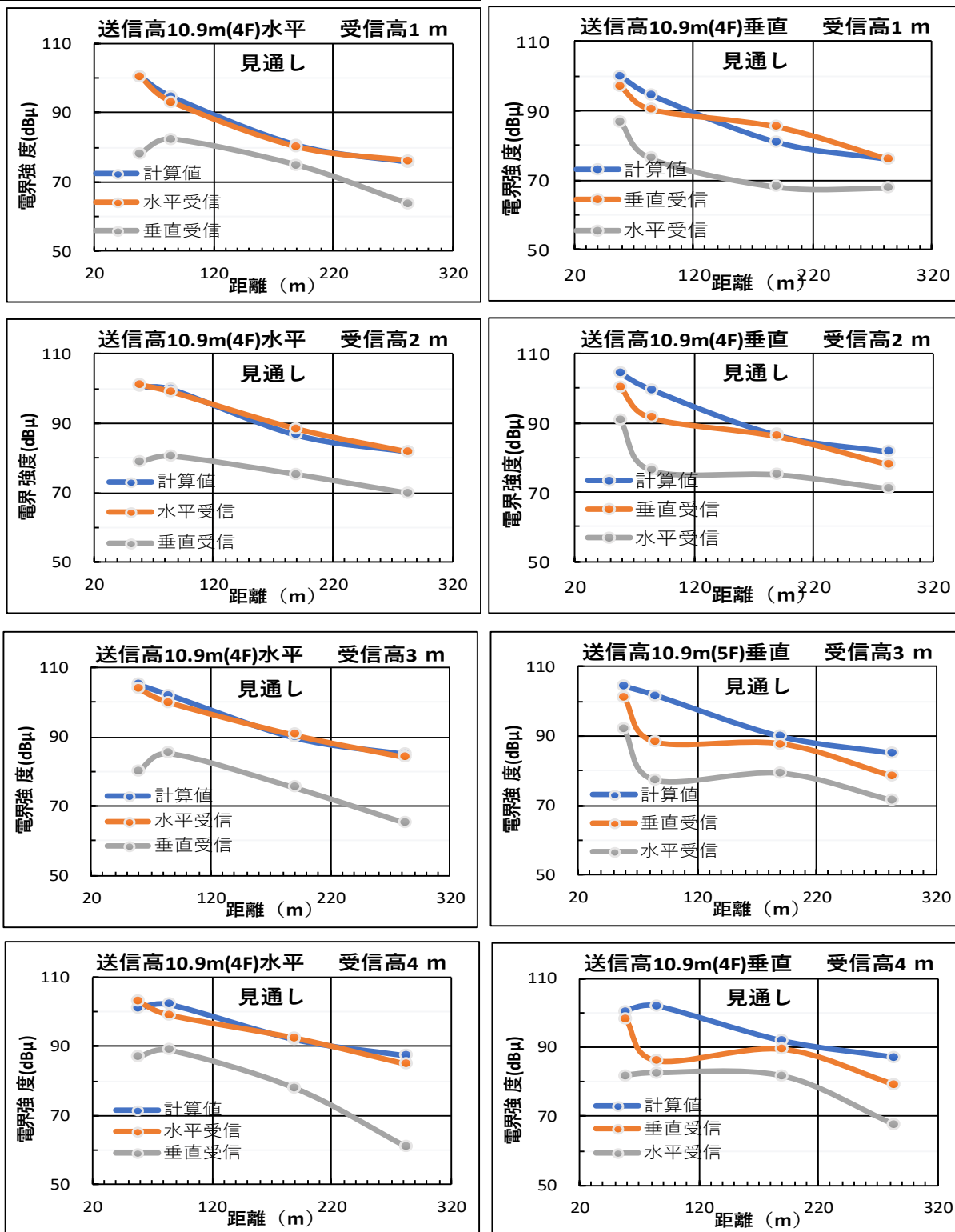


図 3-3 送信点高・距離・受信高の変化による受信電界強度の変化（送信高 10.9m）

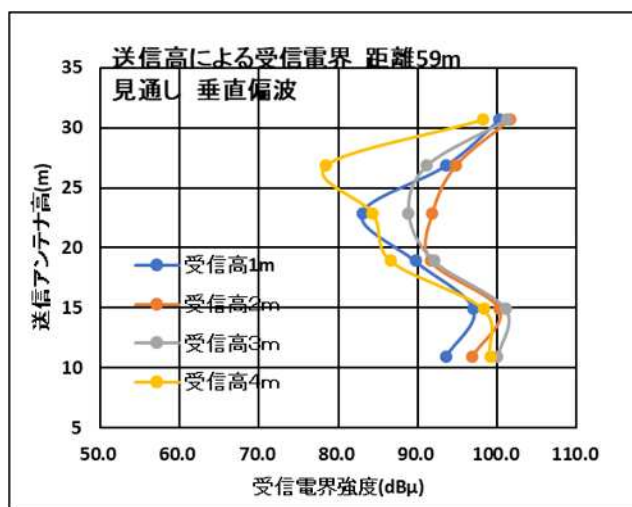
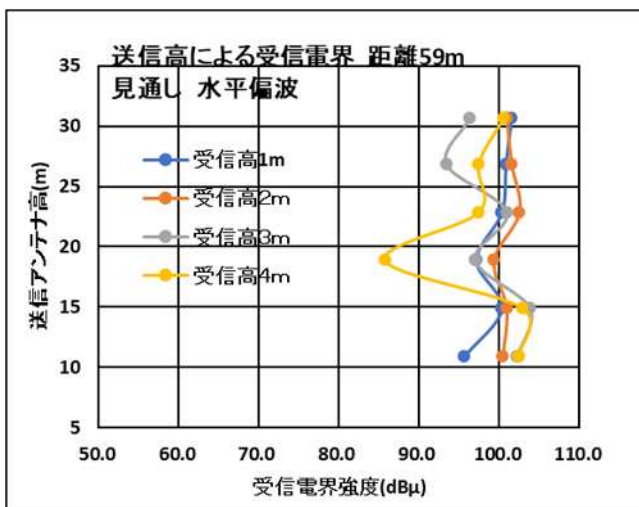
(2) 送信高と受信電界強度(見通し)

送信高と受信電界の変化を以下に示す。

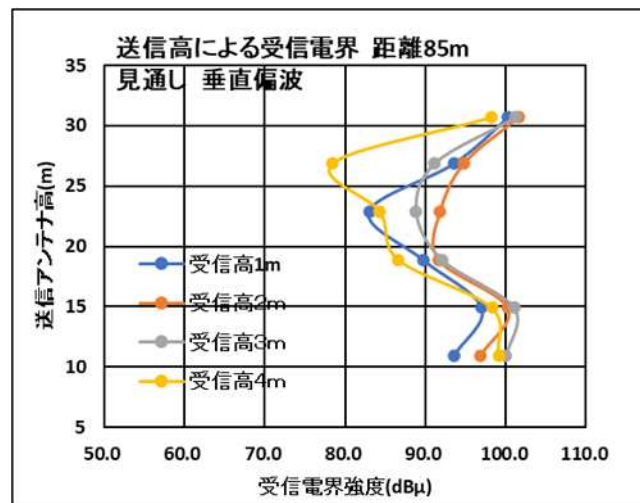
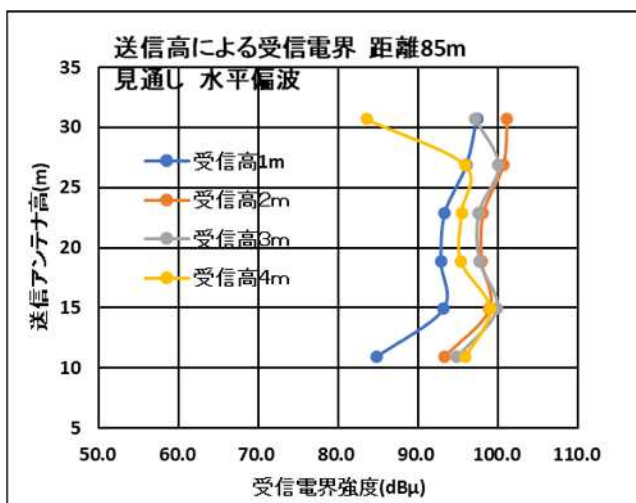
送信点の近傍では受信高により受信電界が逆転する部分があるが、送信点からの距離が離れてくると、送信高・受信高ともに高くなるほうが受信電界も高くなり、受信に有利である。

送信アンテナ高の変化による受信電界の変化 見通し

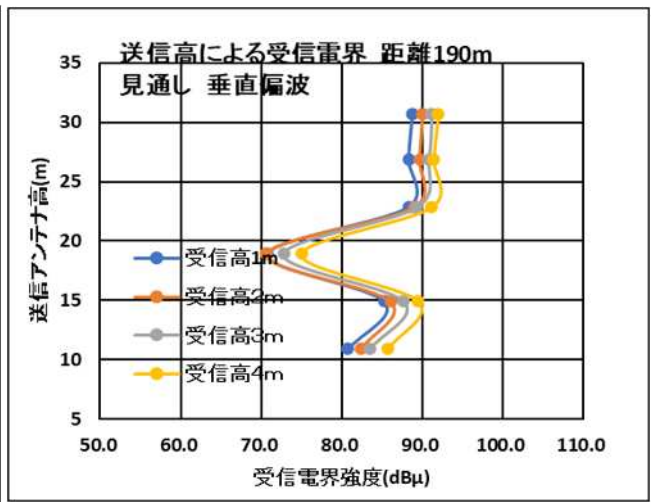
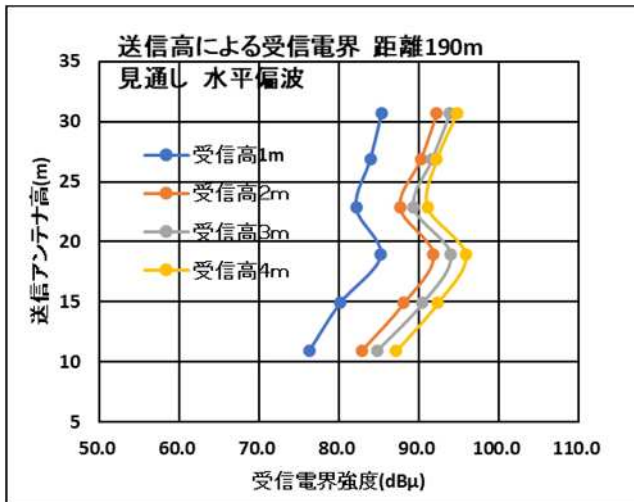
ポイント⑦ 大学構内(中庭)送信点からの距離: 59m



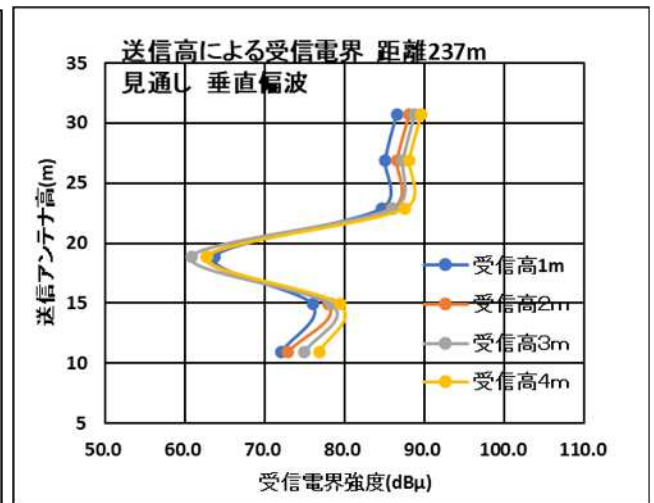
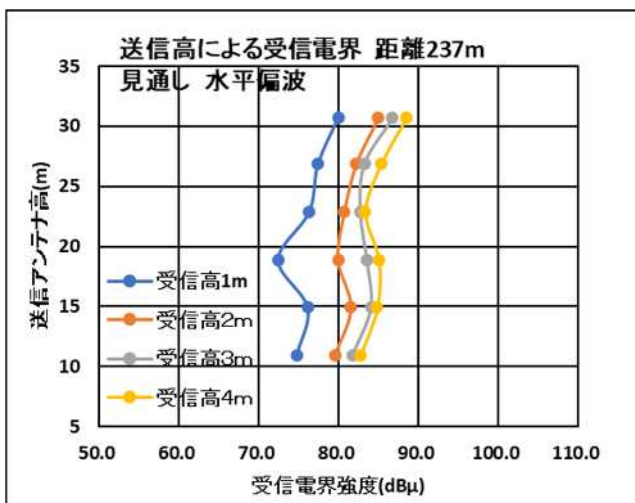
ポイント① 大学構内(中庭)送信点からの距離: 85m



ポイント② 大学構内（校門）送信点からの距離 190m



ポイント③ 大学校外（交差点）送信点からの距離：237m



3. 2. 2 試験結果（半分遮蔽）

半分遮蔽の受信ポイント(④、⑧)における測定結果の詳細については、資料 4(資料 4-2「伝搬試験データ 半分遮蔽」)を参照されたい。

(1) 送信アンテナ高・距離・受信アンテナ高による受信電界(半分遮蔽)

半分遮蔽を想定した受信ポイント④から送信点方向の状況を図 3-4 に示す。

測定結果の例として送信アンテナ高 30.7m、10.4mにおける距離・受信高の変化による受信電界強度の変化を図 3-5、図 3-6 に示す。

また、それぞれのポイントにおける計算値と受信電界強度の偏差及び受信アンテナ偏波面による受信電界偏差についてまとめた結果を表 3-4、表 3-5 に示す。

表 3-4、表 3-5 より、水平偏波、垂直偏波とも計算値との偏差は約8dBとなった。



図 3-4 ポイント④から送信点方向

表 3-4 計算値と受信電界の偏差 及び 受信偏波面による受信電界偏差 (送信：水平偏波)

送信偏波	水 平		
遮蔽条件	半分遮蔽		
対象ポイント	全部	⑧	④
計算値との電界値偏差(dB)	8.1	10.5	7.8
受信偏波面による電界偏差(dB)	10.3	8.5	12.0

⑧：方位246度 61.3m

④：方位245度 89.7m

表 3-5 計算値と受信電界の偏差 及び 受信偏波面による受信電界偏差 (送信：垂直偏波)

送信偏波	垂 直		
遮蔽条件	半分遮蔽		
対象ポイント	全部	⑧	④
計算値との電界値偏差(dB)	8.4	10.4	9.1
受信偏波面による電界偏差(dB)	10.2	9.6	10.8

⑧：方位246度 61.3m

④：方位245度 89.7m

距離の変化による受信電界（半分遮蔽）

送信ANT高	30.7	m	RF
空中線電力（ERP）	0.65	w	
周波数	87.1	MHz	
送信空中線海拔高	201.7	m	

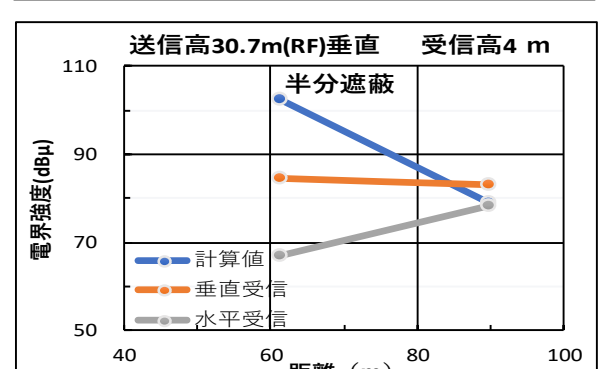
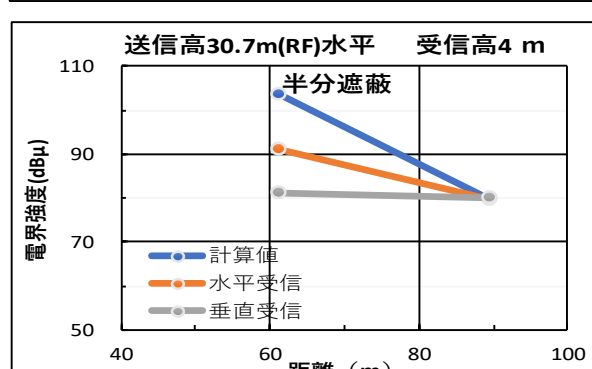
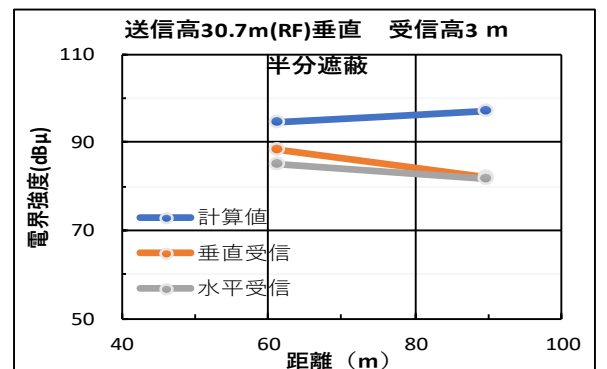
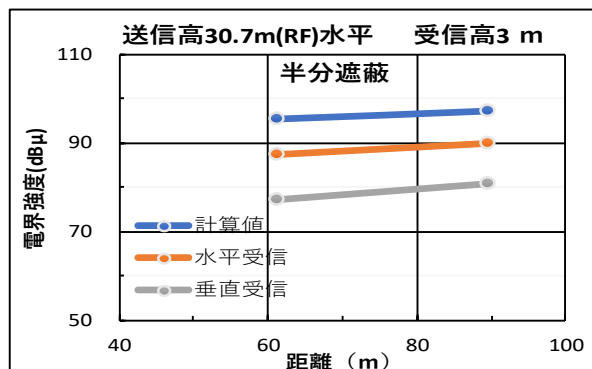
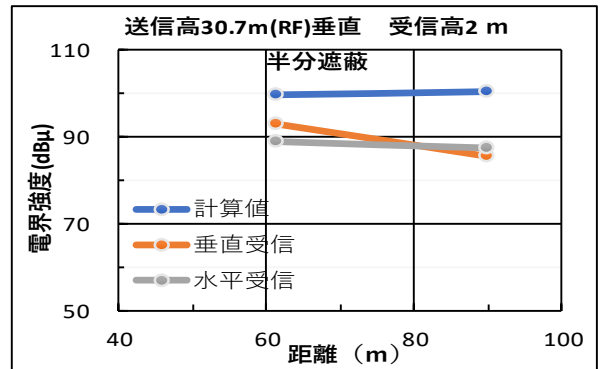
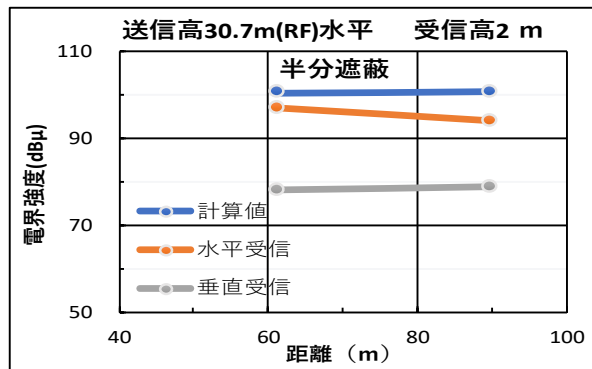
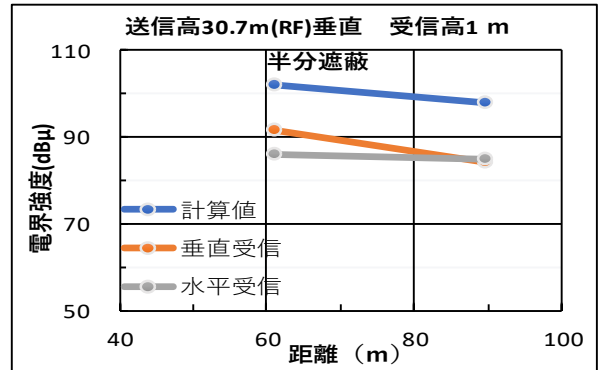
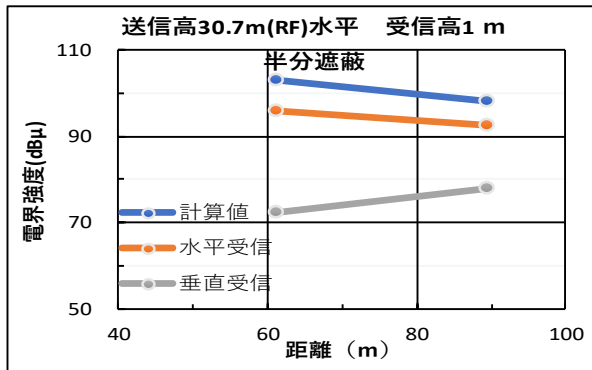


図 3-5 送信点高・距離・受信高の変化による受信電界強度の変化（半分遮蔽 送信高 30.7m）

距離の変化による受信電界（半分遮蔽）

送信ANT高	10.9 m	4F
空中線電力 (ERP)	0.65	w
周波数	87.1	MHz
送信空中線海拔高	181.7	m

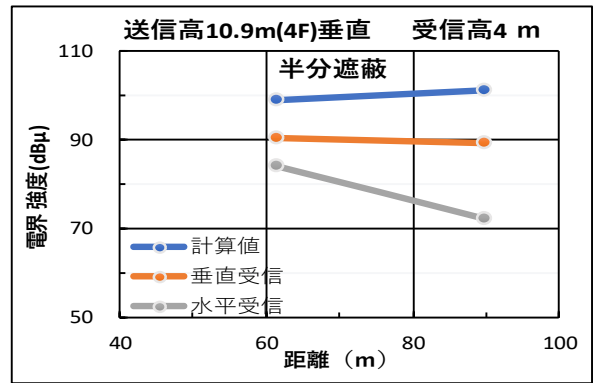
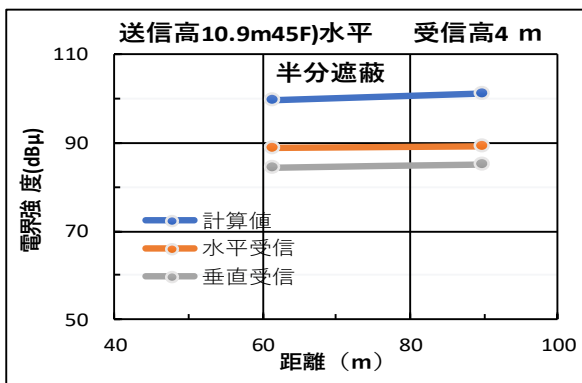
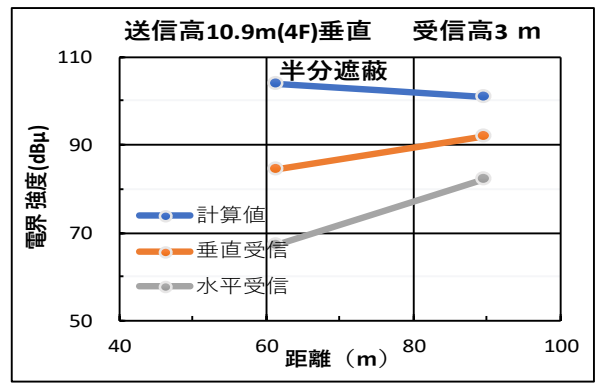
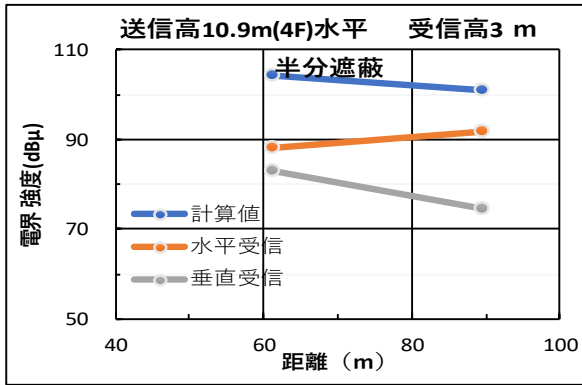
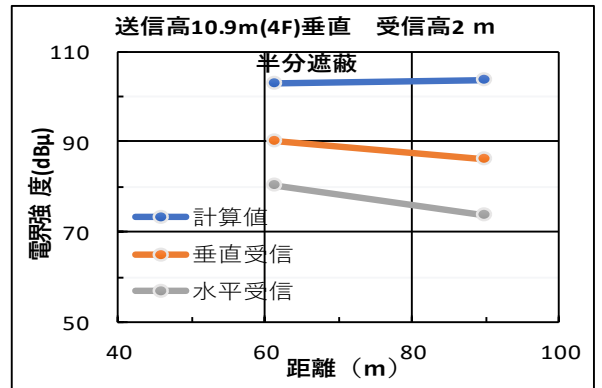
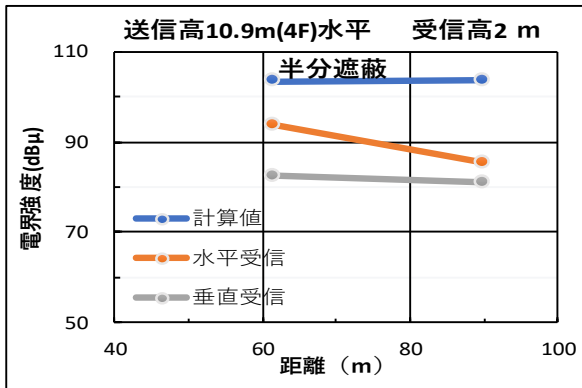
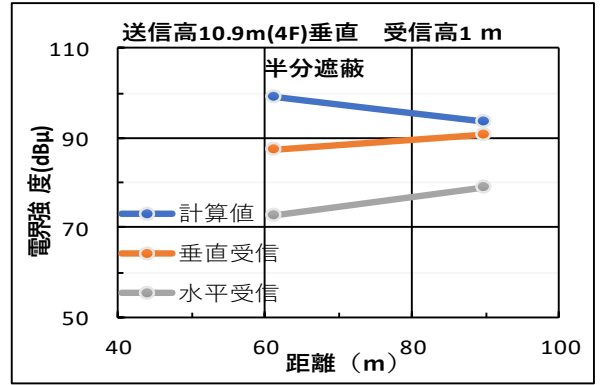
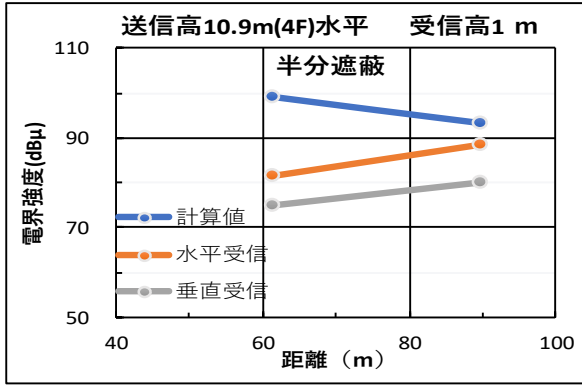


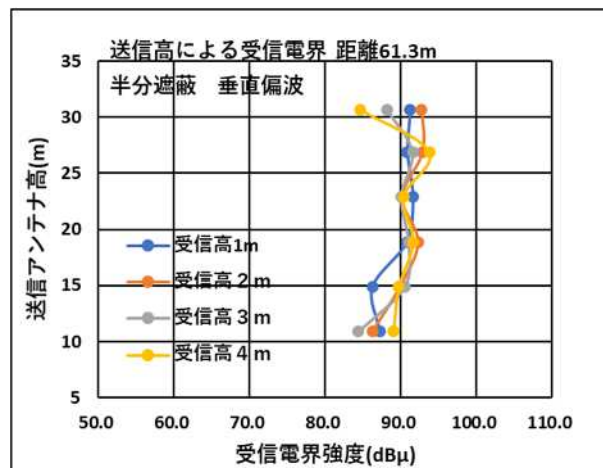
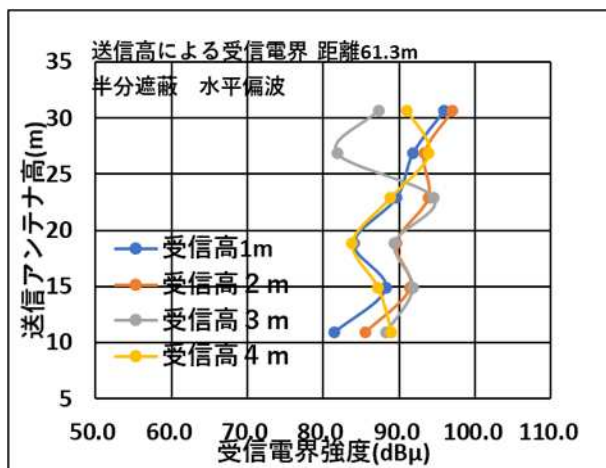
図 3-6 送信点高・距離・受信高の変化による受信電界強度の変化（半分遮蔽 送信高 10.9m）

(2) 送信高と受信電界強度(半分遮蔽)

送信高と受信電界の変化を以下に示す。

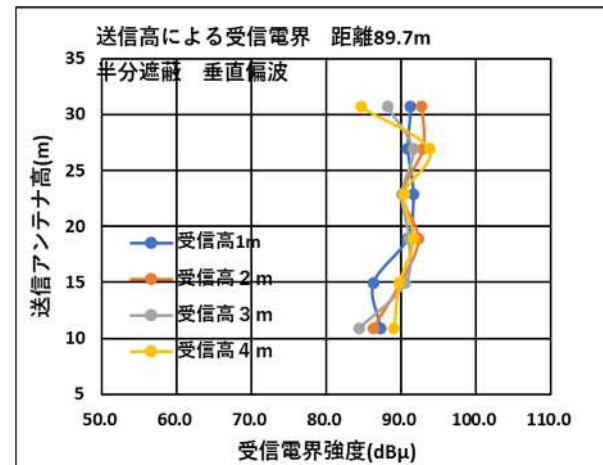
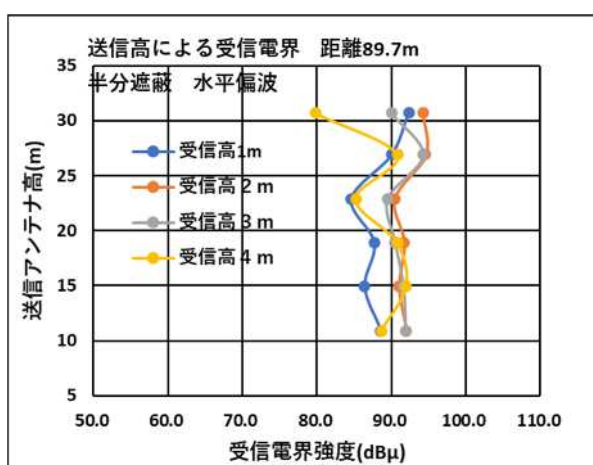
水平偏波のほうが送信高による受信電界差が大きくなる傾向がみられる。

ポイント⑧ 大学構内(中庭 半分遮蔽④の27m前) 距離: 61.3m



ポイント④ 大学構内(中庭 半分遮蔽)

距離: 89.7m



3. 2. 3 試験結果（全部遮蔽）

全部遮蔽の受信ポイント(⑤、⑥、⑨、⑩)における測定結果等の詳細については、資料 4(資料 4-3 及び資料 4-4「伝搬試験データ 全部遮蔽」)を参照されたい。

(1) 送信アンテナ高・距離・受信アンテナ高による受信電界(全部遮蔽)

全部遮蔽を想定した受信ポイント⑥から送信点方向の状況を図 3-7 に示す。

測定結果の例として、送信アンテナ高 30.7m、10.9mにおける距離・受信アンテナ高の変化による受信電界強度の変化(方位 247 度)を図 3-8、図 3-9 に示す。

また、それぞれのポイントにおける計算値と受信電界強度の偏差及び受信アンテナ偏波面による受信電界偏差についてまとめた結果を表 3-6、表 3-7 に示す。

水平偏波の計算値との偏差は13. 5dB、垂直偏波の計算値との偏差は13. 8dBとなった。

また、垂直・水平の偏波面効果についてはそれぞれ10.0dB、8. 4dBとなった。



図 3-7 ポイント⑥から送信点方向 B

表 3-6 計算値と受信電界の偏差 及び 受信偏波面による受信電界偏差 (送信：水平偏波)

送信偏波	水 平				
遮蔽条件	全 部 遮 蔽				
対象ポイント	全部	⑨	⑤	⑩	⑥
計算値との電界値偏差(dB)	13.5	10.6	10.2	16.7	16.4
受信偏波面による電界偏差(dB)	10.0	11.8	11.9	8.4	7.8

⑨：方位247度 63.7m
 ⑤：方位247度 88.4m
 ⑩：方位249度 62.6m
 ⑥：方位252度 80.5m

表 3-7 計算値と受信電界の偏差 及び 受信偏波面による受信電界偏差 (送信：垂直偏波)

送信偏波	垂 直				
遮蔽条件	全 部 遮 蔽				
対象ポイント	全部	⑨	⑤	⑩	⑥
計算値との電界値偏差(dB)	13.8	13.8	11.9	16.6	12.9
受信偏波面による電界偏差(dB)	8.4	7.1	10.5	6.6	9.5

⑨：方位247度 63.7m
 ⑤：方位247度 88.4m
 ⑩：方位249度 62.6m
 ⑥：方位252度 80.5m

距離の変化による受信電界（全部遮蔽 方位247度）

送信ANT高	30.7	m	RF
空中線電力（ERP）	0.65		w
周波数	87.1		MHz
送信空中線海拔高	201.7		m

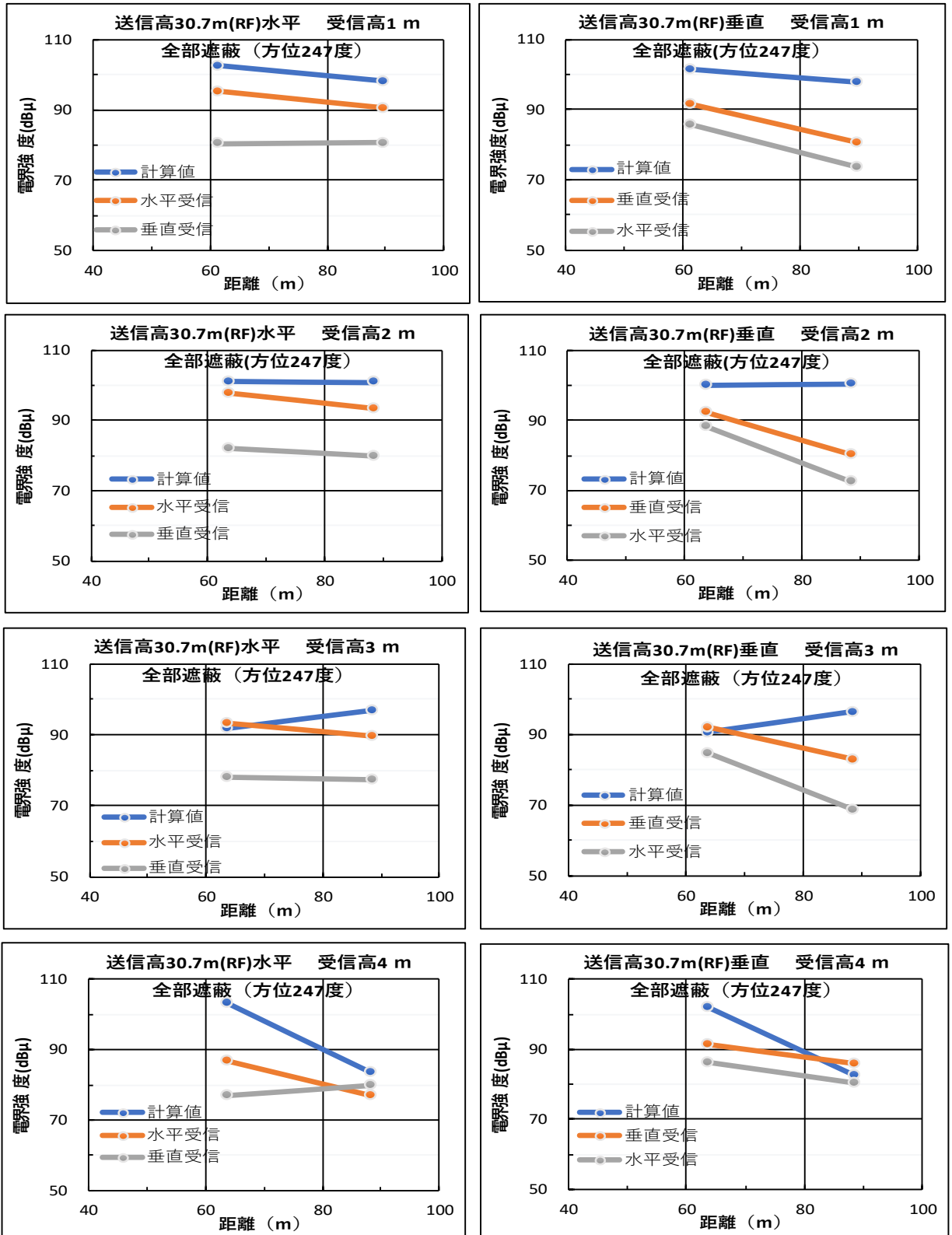


図 3-8 送信点高・距離・受信高の変化による受信電界強度の変化
(送信高 30.7 m 方位 247 度)

距離の変化による受信電界（全部遮蔽 方位247度）

送信ANT高	10.9	m	4F
空中線電力（ERP）	0.65	w	
周波数	87.1	MHz	
送信空中線海拔高	181.7	m	

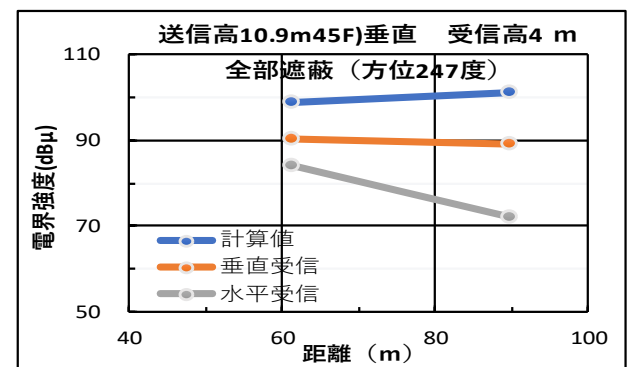
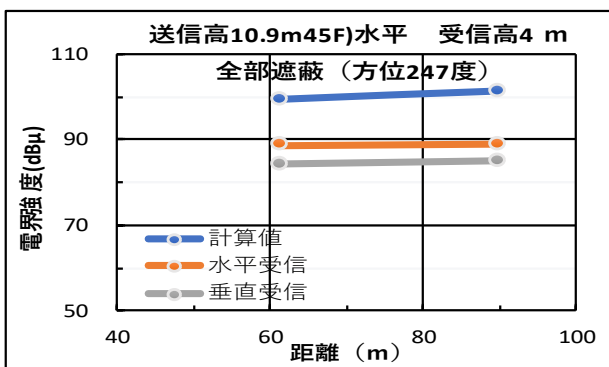
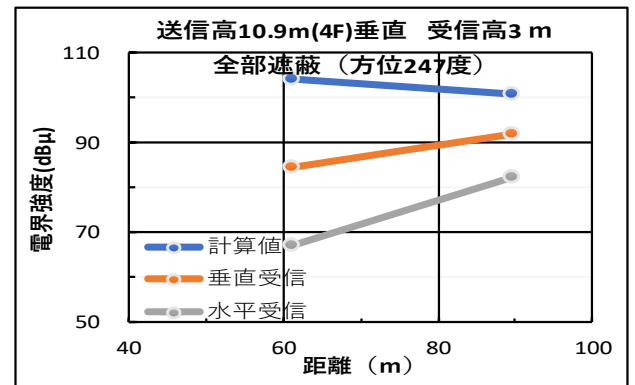
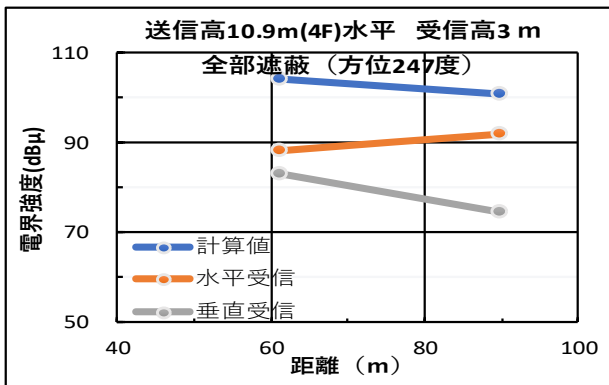
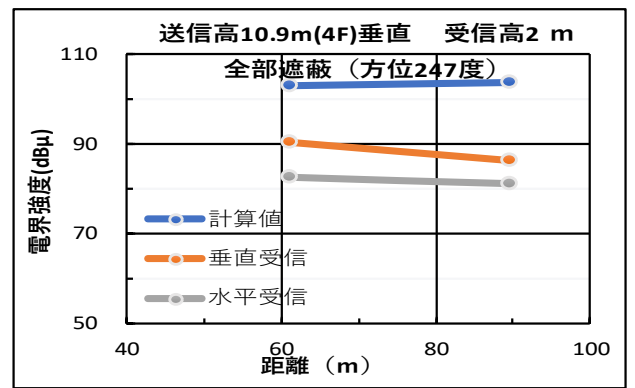
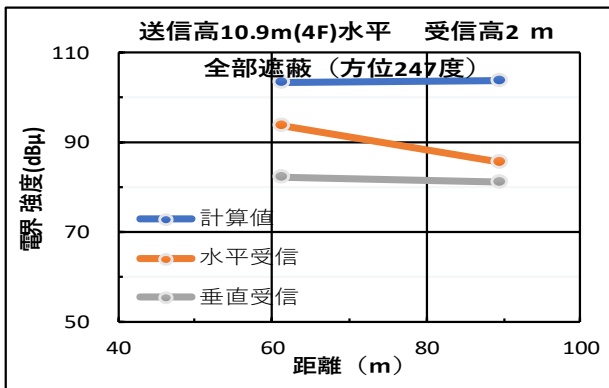
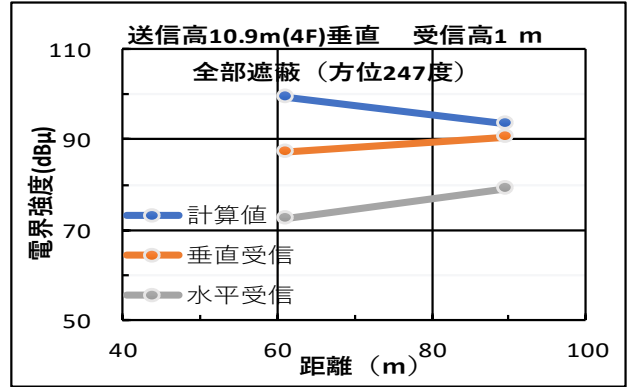
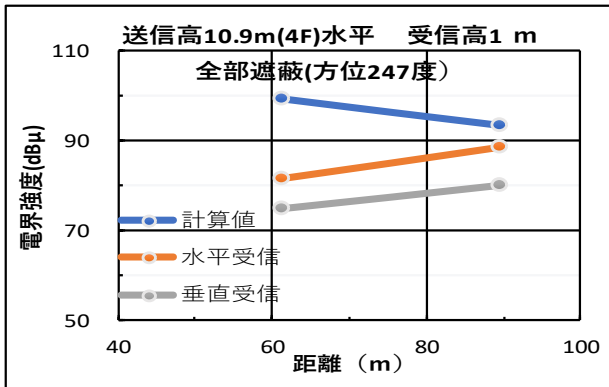


図 3-9 送信点高・距離・受信高の変化による受信電界強度の変化
(送信高 10.9 m 方位 247 度)

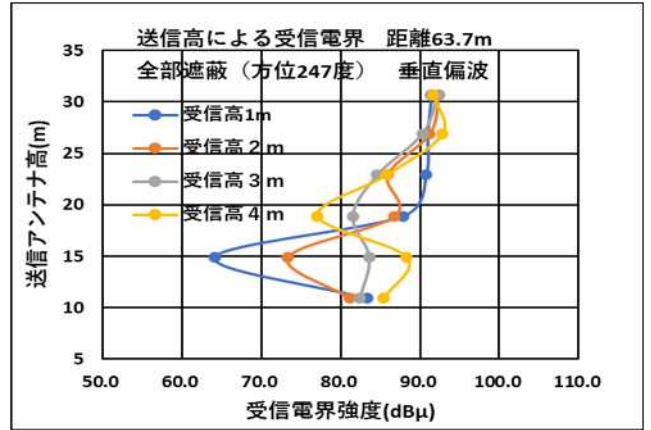
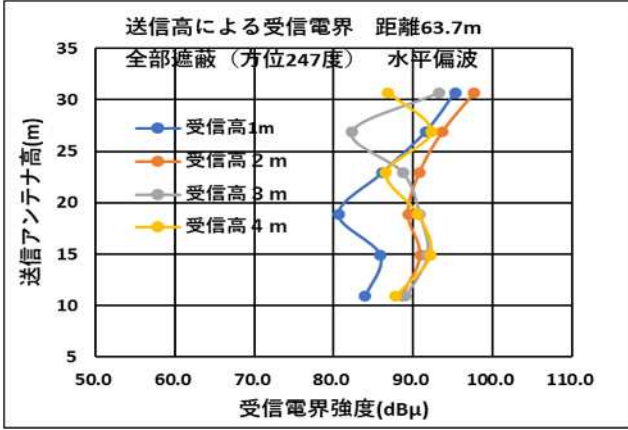
(2) 送信アンテナ高と受信電界強度(全部遮蔽)

送信アンテナ高と受信電界の変化を以下に示す。

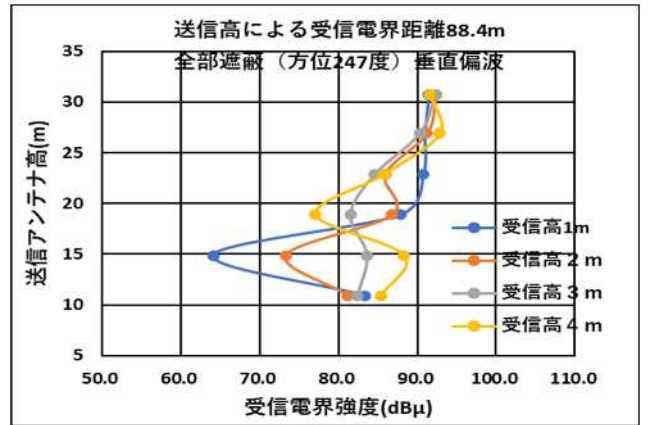
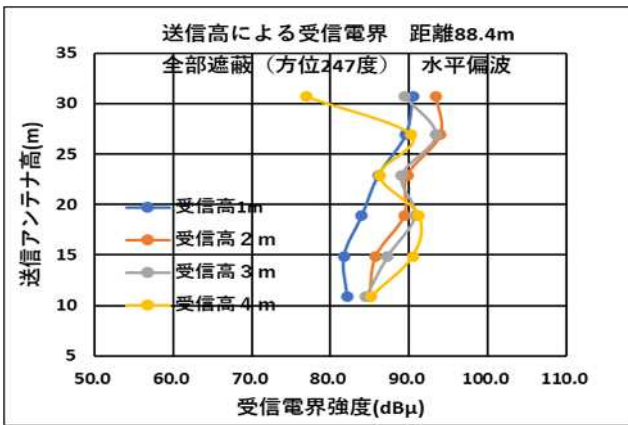
水平・垂直の両方において、送信アンテナ高・受信アンテナ高による電界の逆転現象が発生している。送受アンテナ高の変化により周期的な変化があるので、周辺建物からの反射波の影響が出ていると思われる。

送信アンテナ高の変化による受信電界の変化

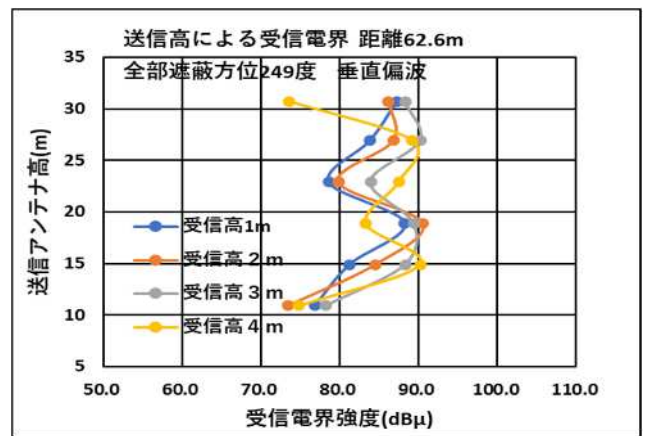
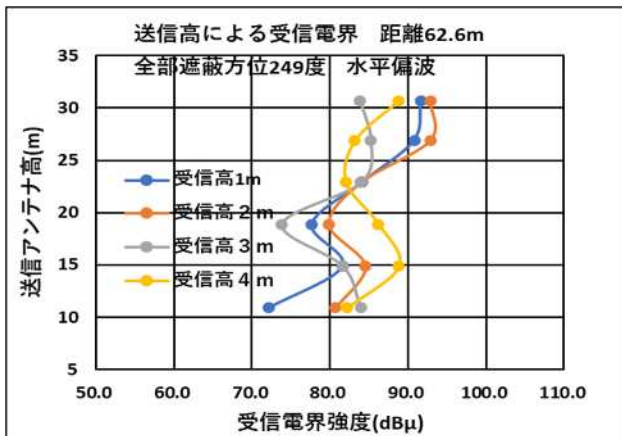
ポイント⑨ 大学構内（全部遮蔽(方位247度)）⑤の25m前） 距離：63.7m



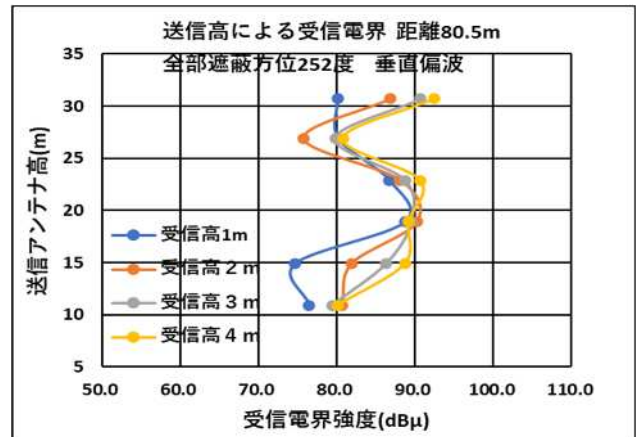
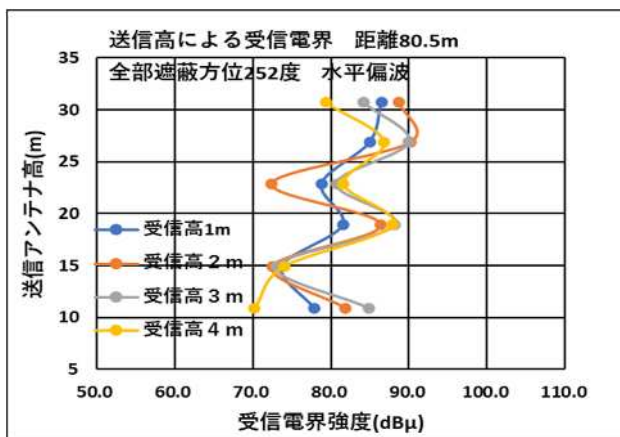
ポイント⑤ 大学構内（全部遮蔽 方位247度） 距離：88.4m



ポイント⑩ 大学構内全部遮蔽 方位249度（⑥の18m前） 距離:62.6m



ポイント⑥ 大学構内 全部遮蔽 方位252度 距離：80.5m



3. 3 考 察

3. 3. 1 見通しの伝搬

(1) 受信電界

計算値との比較では送信偏波面が水平の場合3.4dB、垂直の場合 7.2dB となり、水平偏波のほうが計算値との偏差が小さい。(表 3-8、表 3-9)

このことから、設計段階では、水平偏波を想定しエリアの推定を行うことで、実際に近いエリア推定が可能となりそうである。

また、送信点に近いポイント⑦、①よりも送信点から離れたポイント②、③の偏差のほうが小さい傾向がある。送信点から離れることにより、直接波と反射波の入射角差が小さくなることで、より反射波を有効にとらえることができるためだと思われる。

一方、受信アンテナの偏波面による電界差では、送信偏波が垂直のほうが水平偏波よりも受信電界偏差が小さくなる傾向がある。移動体や携帯ラジオを想定した場合、受信環境により明確な偏波面が得られない可能性があるため、垂直偏波による送信のほうが安定受信につながるものと思われる。

表 3-8 計算値と受信電界の偏差 及び 受信偏波面による受信電界偏差 (送信：水平偏波)

送信偏波	水 平				
遮蔽条件	見 通 し				
対象ポイント	全部	⑦	①	②	③
計算値との電界値偏差(dB)	3.4	4.1	4.4	2.1	3.1
受信偏波面による電界偏差(dB)	14.0	14.8	12.7	13.5	15.1

⑦：方位231度 58.9m
 ①：方位231度 84.5m
 ②：方位217度 189.7m
 ③：方位220度 283.4m

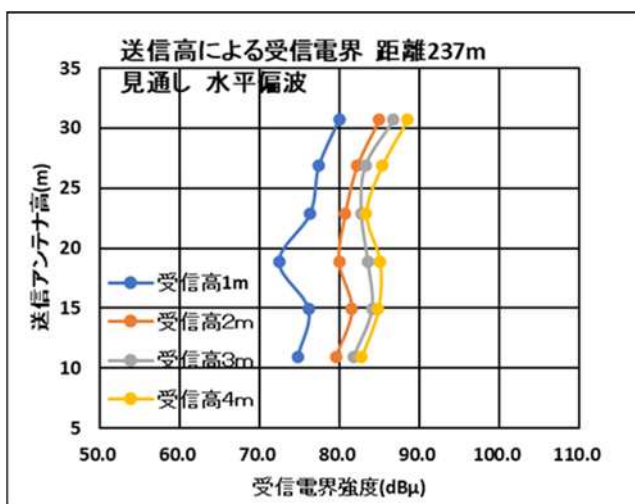
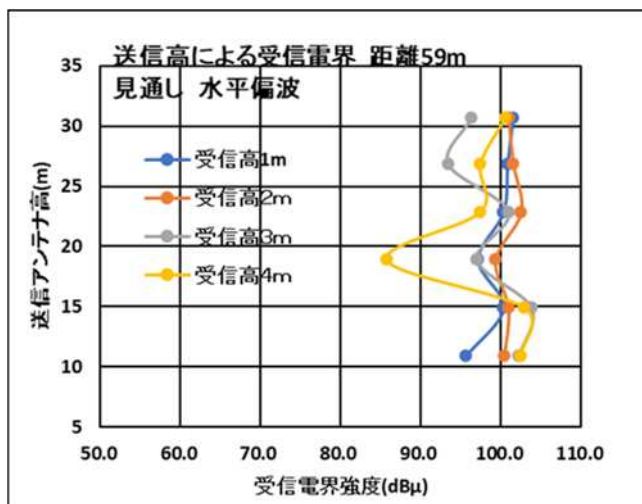
表 3-9 計算値と受信電界の偏差 及び 受信偏波面による受信電界偏差 (送信：垂直偏波)

送信偏波	垂 直				
遮蔽条件	見 通 し				
対象ポイント	全部	⑦	①	②	③
計算値との電界値偏差(dB)	7.2	7.4	8.7	5.4	7.3
受信偏波面による電界偏差(dB)	10.2	7.2	9.3	10.9	13.4

⑦：方位231度 58.9m
 ①：方位231度 84.5m
 ②：方位217度 189.7m
 ③：方位220度 283.4m

(2) 送信アンテナ高の変化による受信電界

送信点の近傍では受信アンテナ高により受信電界が逆転する部分があるが、送信点からの距離が離れてくると、送信高・受信高ともに高くなるほうが受信電界も高くなり、受信に有利である。



3. 3. 2 遮蔽を含む伝搬

(1) 遮蔽状況の違いによる受信電界

半分遮蔽の場合、送信偏波水平・垂直とも、計算値との偏差は平均約8dB となった。半分遮蔽(6dB)を想定したポイントということを考えると、見かけの状況と半分遮蔽による実際の受信電界の低下は、よく一致している。

送信偏波	水 平		
遮蔽条件	半分遮蔽		
対象ポイント	全部	⑧	④
計算値との電界値偏差(dB)	8.1	10.5	7.8
受信偏波面による電界偏差(dB)	10.3	8.5	12.0

⑧：方位246度 61.3m
④：方位245度 89.7m

送信偏波	垂 直		
遮蔽条件	半分遮蔽		
対象ポイント	全部	⑧	④
計算値との電界値偏差(dB)	8.4	10.4	9.1
受信偏波面による電界偏差(dB)	10.2	9.6	10.8

⑧：方位246度 61.3m
④：方位245度 89.7m

また、全部遮蔽の場合、送信偏波水平・垂直とも、計算値との偏差の平均は約13dB となった。

送信偏波	水 平					
遮蔽条件	全 部 遮 蔽					
対象ポイント	全部	⑨	⑤	⑩	⑥	
計算値との電界値偏差(dB)	13.5	10.6	10.2	16.7	16.4	⑨：方位247度 63.7m ⑤：方位247度 88.4m ⑩：方位249度 62.6m ⑥：方位252度 80.5m
受信偏波面による電界偏差(dB)	10.0	11.8	11.9	8.4	7.8	

送信偏波	垂 直					
遮蔽条件	全 部 遮 蔽					
対象ポイント	全部	⑨	⑤	⑩	⑥	
計算値との電界値偏差(dB)	13.8	13.8	11.9	16.6	12.9	⑨：方位247度 63.7m ⑤：方位247度 88.4m ⑩：方位249度 62.6m ⑥：方位252度 80.5m
受信偏波面による電界偏差(dB)	8.4	7.1	10.5	6.6	9.5	

(2) 送信点からの距離・方位による受信電界

送信点からの距離・方位を基に比較をした。(表 3-10)

方位が大きくなる方向(遮蔽が深くなる方向)⑧ → ⑨ → ⑩、④ → ⑤ → ⑥に従って受信電界偏差も大きくなる傾向がみられた。

全部遮蔽のポイント平均値が水平・垂直偏波とも約13dB であること、これらのポイントで遮蔽が一番深いポイント⑩、⑥では16dB 近い受信電界偏差があることから、今回の情報科学棟の遮蔽損失は13dB～16dB を見込むのが適当であると考えられる。

表 3-10 送信点からの距離・方位による受信電界偏差 (伝搬路：遮蔽)

遮蔽状況	半分	全部		半分	全部	
ポイント	⑧	⑨	⑩	④	⑤	⑥
距離	61,3m	63.7m	62.6m	89.7m	88.4m	80.5m
方位	246度	247度	249度	245度	247度	252度
水平偏波	10.5dB	10.6dB	16.7dB	7.8dB	10.2dB	16.4dB
垂直偏波	10.4dB	13.8dB	16.6dB	9.1dB	11.9dB	12.9dB