「令和7年度　超短波放送（FM放送）における同一周波数放送波中継による同期放送に関する調査検討」

報告書 【概要版】

令和８年3月

令和7年度　超短波放送（FM放送）における同一周波数放送波中継による同期放送に関する調査検討会

（事務局　総務省中国総合通信局　株式会社NHKテクノロジーズ広島総支社）

第１章　調査検討の概要

調査検討の目的

超短波放送（以下「ＦＭ放送」という。）における同一周波数放送波中継による同期放送は、放送波中継で受信する周波数と放送用中継局（以下「自局」という。）で送信する周波数が同一であることから、自局の受信設備で受信する放送波と自局が送信する放送波との判別が難しいことなどから実用化されていない。

本調査検討は、新たに開発された「FM回り込みキャンセラー機能を内蔵したFM放送波中継装置（以下「FM回り込みキャンセラー装置」という。）」を活用して、同一周波数放送波中継による同期放送に関する技術的条件を検討するものである。令和６年度に実施した調査検討会からは「実際に音質を確認した結果、有用性は認められる」との報告がされている。本検討会は、令和６年度の調査検討会において得られた技術的条件などを踏まえ、実際の放送ネットワーク構成の現場において必要となる多段中継を行う場合に必要な技術的条件を確認することを目的とした。

調査検討会及び公開試験　開催日程

会合及び視察名	開　催　日	開　催　場　所
第１回検討会	令和7年 6月25日	TKPｶﾞｰﾃﾞﾝｼﾃｨPREMIUM広島駅前　8B
第２回検討会	令和7年 9月 5日	TKPｶﾞｰﾃﾞﾝｼﾃｨPREMIUM広島駅前　7B
第３回検討会	令和7年12月18日	（株）NHKテクノロジーズ広島総支社　11階大会議室
屋外試験視察	令和8年 2月27日	山口県下関市　豊田～豊浦～豊北
第４回検討会	令和8年 3月12日	TKPｶﾞｰﾃﾞﾝｼﾃｨPREMIUM広島駅前　8B
屋外試験視察	令和8年 3月13日	山口県下関市　豊田～豊浦～豊北

第１章　調査検討会の構成委員

（敬称略）

調査検討会構成委員

座　　長	村 田　英 一	山口大学大学院　創成科学研究科　工学系学域電気電子工学分野　教授
構 成 員	西　　正　博	広島市立大学大学院　情報科学研究科 教授
構 成 員	松 井　浩 孝	日本放送協会広島放送局　コンテンツセンター　共通業務ｸﾞﾙｰﾌﾟ ｼｽﾃﾑ技術（送受信）副部長
構 成 員	河 内　庸 彦	株式会社中国放送　技術局長
構 成 員	寺 島　陸 雄	広島エフエム放送株式会社　管理本部技術部長
構 成 員	恵 良　勝 治	山口放送株式会社　取締役ラジオ局長兼技術局長
構 成 員	河 野　憲 治	日本通信機株式会社　取締役技師長
構 成 員	冨 永　洋 一	株式会社コミュニティエフエム下関　代表取締役会長
構 成 員	高 田　政 幸	一般社団法人電波産業会　ﾃﾞｼﾞﾀﾙ放送ｼｽﾃﾑ開発部会　ﾃﾞｼﾞﾀﾙSTL/TTL作業班　主任
構 成 員	遠 藤　鉄 裕	中国総合通信局　無線通信部長
構 成 員	小笠原　通 晴	中国総合通信局　放送部長
構 成 員	長谷川　準 也	中国総合通信局　放送部長（第2回以降）

第１章　調査検討の項目

検討事項

① 机上検討

同一周波数放送波中継による同期放送を広域で行う際、キャンセラー装置による中継の実用化が何段まで可能か(有効であるか)、シミュレーションにより机上検討を行った。 多段中継については単一方向・多段のほか、多方向・多段も検討した。

② 屋内試験

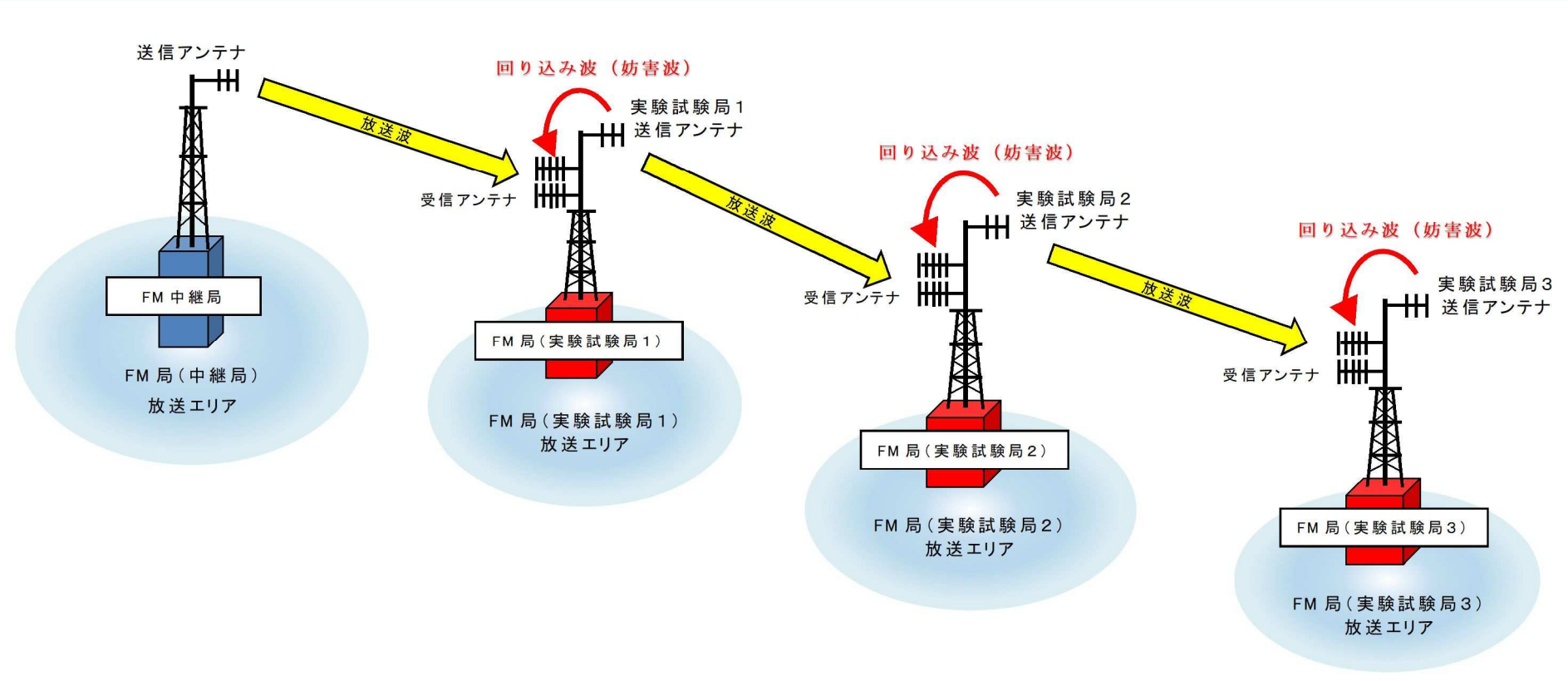
屋内において、キャンセラー装置(同一の性能を有する機器を含む。)を複数段使用し、多段中継における必要とされる技術的条件について確認した。なお、技術的条件の確認においては、ＦＭ局（親局 or 中継局）を含め、すべてのＦＭ局が同一周波数となることから、ＦＭ局（親局or中継局）と想定されるすべてのＦＭ局からの回り込み波の除去に関して必要な技術的条件も、併せて検討した。

③屋外試験

山口放送株式会社・（株）コミュニティエフエム下関などと連携し、屋外において、実用局及び実験試験局を組み合わせてキャンセラー装置を複数段使用した環境を作り、必要な技術的条件を検証した。なお、屋外試験においては、周辺状況を十分に勘案し、実際に運用中の放送局などへの混信を与えることのないよう対処した。

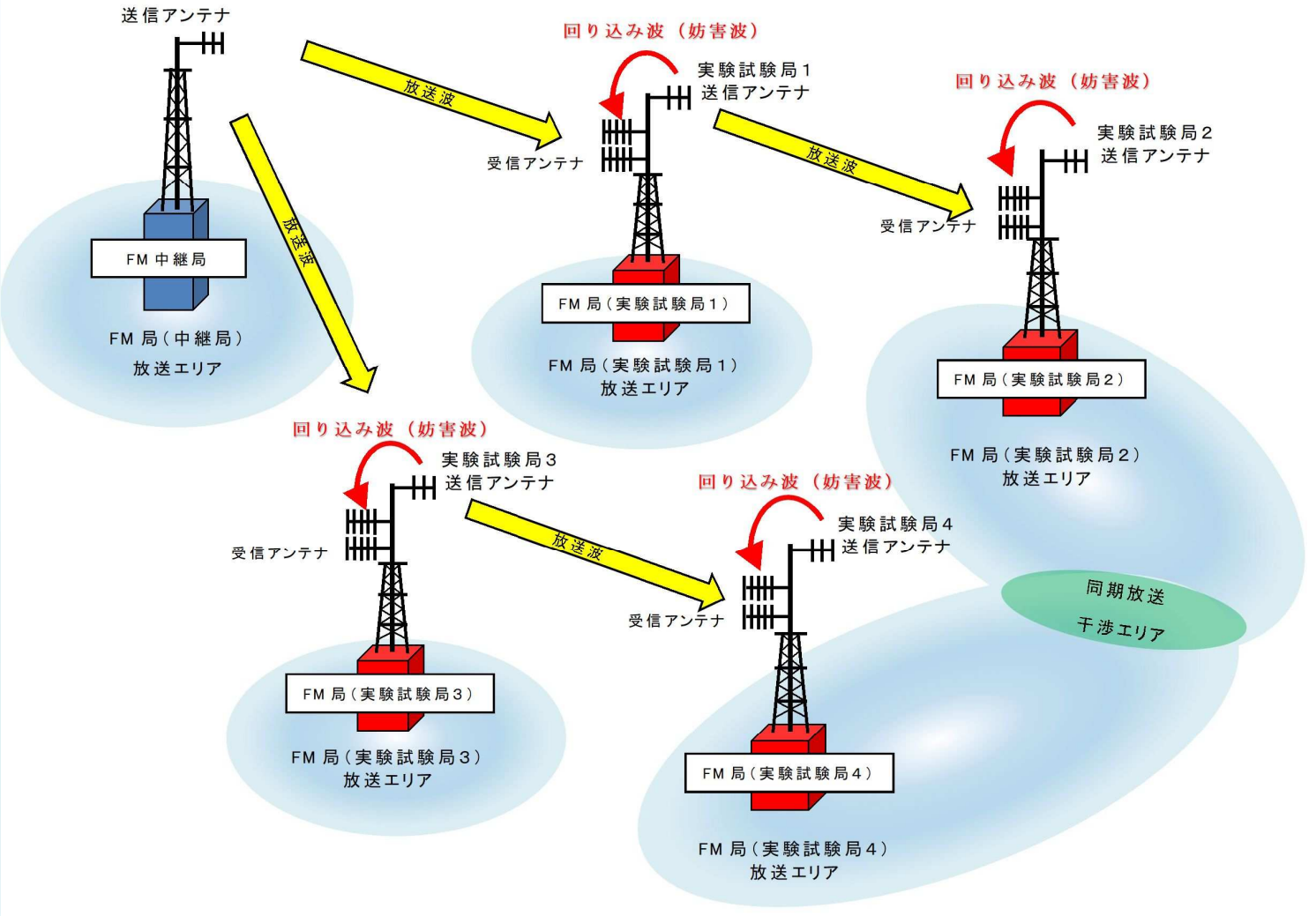
第１章　調査検討の項目

想定する多段中継の構成１



第１章　調査検討の項目

想定する多段中継の構成２



第１章　調査検討の項目

検討会の様子



第1回調査検討会



第2回調査検討会



第3回調査検討会



実機による屋内試験



屋外試験視察



第4回調査検討会

第２章　屋内試験

第２章　屋内試験の実施（中継パターンの検討）

1．放送波中継は３段まで行われると想定。それぞれの中継段において３方向まで別れることとした。＝＞４８パターン

資料１　　FM放送波中継パターンと検討・検証することが必要な中継パターンの検討

中継 ①段目	中継 ②段目	中継 ③段目	形態	中継パターン の通し番号	検討の 要／不要	理由	実際の具体的な中継ルート	備考
一方向	0方向	0方向	親→①	No.1	不要	R6年度に実施済み		
		一方向	親→①	No.2	不要	〃		
		二方向	親→①	No.3	不要	〃		
		三方向	親→①	No.4	不要	〃		
	一方向	0方向	親→③→②	No.5	要	・多段中継の基本形であり、動作確認のために実施する。 ・コミュニティFMにおいては、このような中継形態の需要は想定され得る。		・第2章 2.1以降、「パターン(1)」と表記。
		0方向	親→①→②	No.5'	要		盛岡→大船渡→陸前高田 等、資料２及び資料３においてC、C'として示される中継ルートが存在	・第2章 2.1以降、「パターン(3)」と表記。
		一方向	親→①→②→③	No.6	要	・多段中継の基本形であり、動作確認のために実施する。 ・コミュニティFMにおいては、このような中継形態の需要は想定され得る。		・第2章 2.1以降、「パターン(2)」と表記。 ・NHKテクノロジーズの屋内試験1に該当。

2．５０W以下の局で使用すると想定

A: 1段目の中継局で２局のｷｬﾝｾﾗ電波が交差　A': 2段目の中継局で２局のｷｬﾝｾﾗ電波が交差

B: 1段目の中継局で３局のｷｬﾝｾﾗ電波が交差　C: 2段中継局で１段目と２段目のｷｬﾝｾﾗ電波が交差

C': 3段中継で２段目と３段目のｷｬﾝｾﾗ電波が交差

D: 1段目のｷｬﾝｾﾗ中継局と別ルートの２段目のｷｬﾝｾﾗ中継局の電波が交差

親局	１段目 中継局名	２段目 中継局名	３段目 中継局名	混信 パターン	資料１中の「中継パターンの通し番号」への該当
千葉	勝浦（100W超）	館山		A'	No.17～20 （R6実施済み）
		白浜			
浜田	邑智（100W超）	石見大和		A'	No.17～20 （R6実施済み）
		羽須美			
新潟	高田			B	No.33～36 （未実施）
	安塚				
	津南				

3．全国の放送波中継パターンを検証し、実際の放送波中継パターンとエリアでの合成パターンを検証＝＞ ９パターンを選択

資料３：全国のFM中継パターンと回り込みキャンセラを使用した場合の予測される混信地図

[タイプ]	A（← 資料２中の「混信パターン」）
[内　容]	１段目の中継局が２局あり、その中継局の放送エリアが交差
[組合せ]	高田＋安塚、安塚＋津南、青梅＋八王子
	美浜＋敦賀
	松本＋岡谷諏訪、津久見＋佐伯、阿蘇＋南阿蘇
	宗像＋行橋、日吉＋五木
[検討状況]	キャンセラ局間（２局）の混信（昨年度条件④）



放送機出力100W未満の局をリストアップし、2mV/mの円を描画しています。

送信空中線の指向性は無指向で検討。

第２章　屋内試験の実施（中継パターンの抽出）

（１）　親→①→②　　：No.5：２段中継、基本パターンのため検討実施

（２）　親→①→②→③　　：No.6：３段中継、存在しないが基本パターンのため検討実施

（３）　親→①→②→　　：No.5 のエリア合成パターン。１段目の電波と２段目の電波が交差。
　　↘ーー↗

（４）　親→①→②→　　：No.9：２段目の２局の電波が交差。存在しないが検討実施
　　↘②↗

（５）　親→①→② →　　：No.21：１方向２段目と２方向２段目の電波が交差。存在しないが検討実施
　　↘①→② ↗

（６）　親→①→② →　　：No.21´：１方向１段目と２方向２段目の電波が交差。検討実施
　　↘ ①ーーー↗

（７-1）親→①→②→③ →：No.22：２方向の１段目と３段目の電波が交差。検討実施
　　↘ ①ーーーーー↗

（７-2）親→①→②→③ →：No.22：２方向の2段目と３段目の電波が交差。検討実施
　　↘ ②ーーー↗

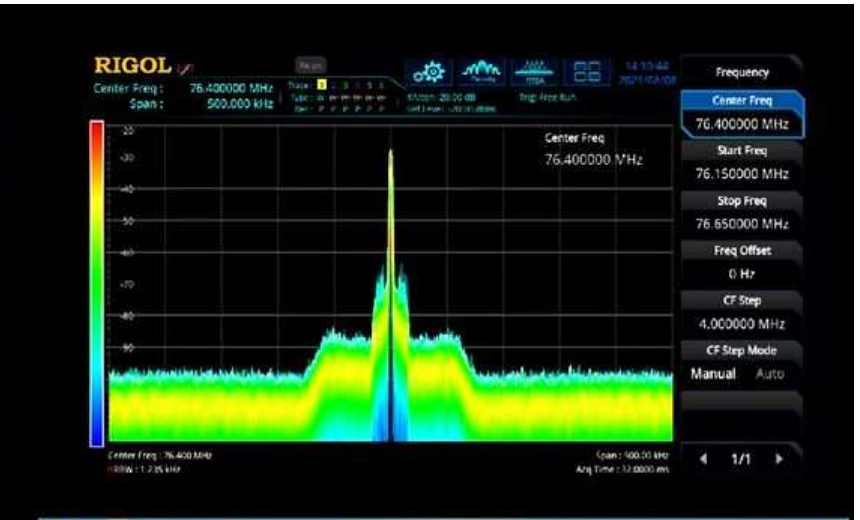
　　↗ ① ↘
（８）　親 →①→　　：No.33,34,35,36：１段目の３つの電波が交差。検討実施
　　↘ ① ↗

（９）　親→①→②→③→④：４段中継、存在しないが参考のため検討実施

第２章　屋内試験の実施

屋内試験の実施風景

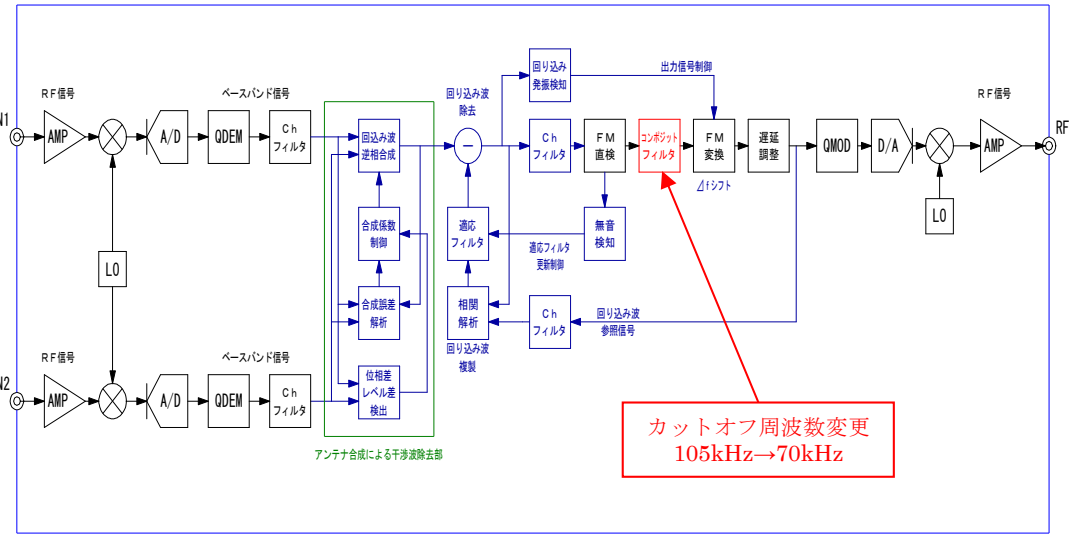


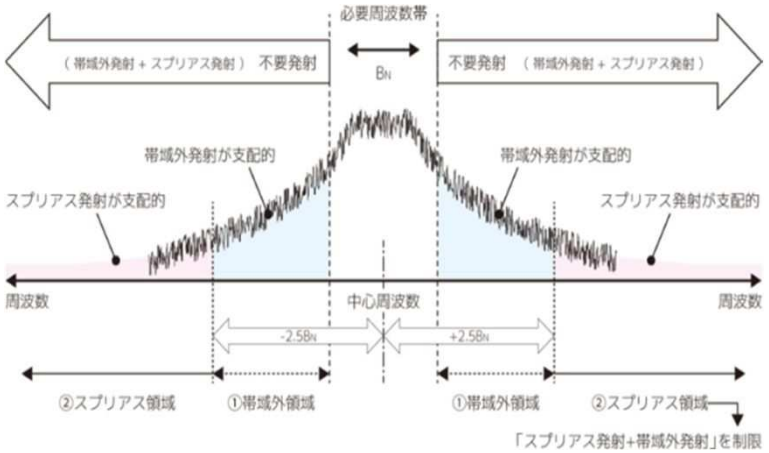


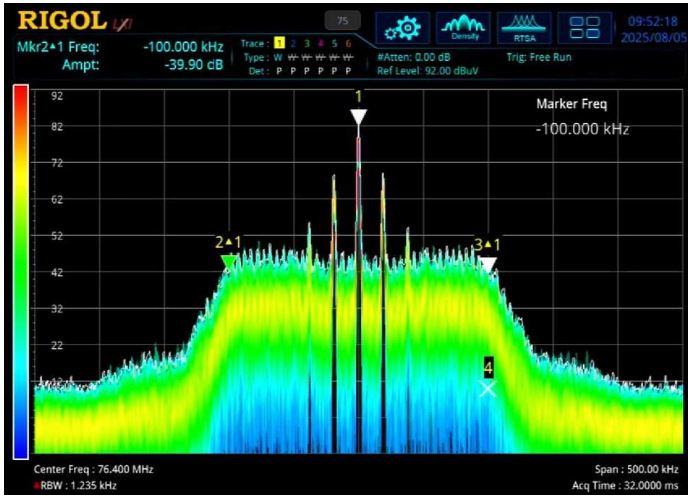


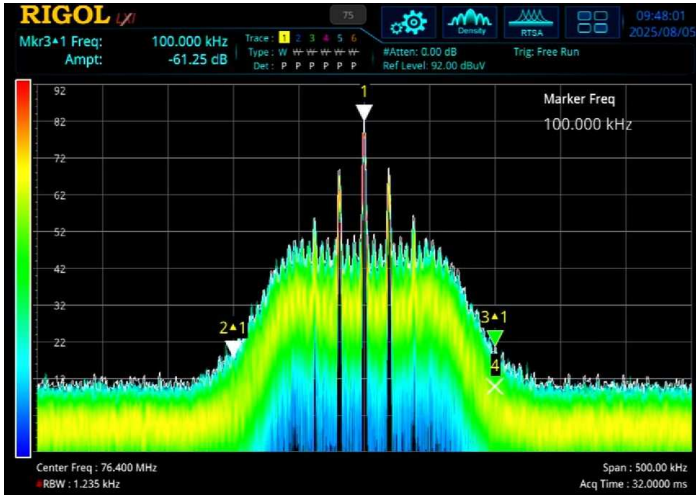
第２章　屋内試験の実施（課題の克服）

- 昨年度の試験結果、帯域外領域における不要発射の大きさが課題の一つとなっていた。
- コンポジット信号にてカットオフ周波数を狭くする（１０５ｋHz→７０ｋHz）ことで改善。
- ただし、VICS信号（約５７～９５ｋHz)のレベルが影響を受ける。









測定条件と評価の尺度

測定条件

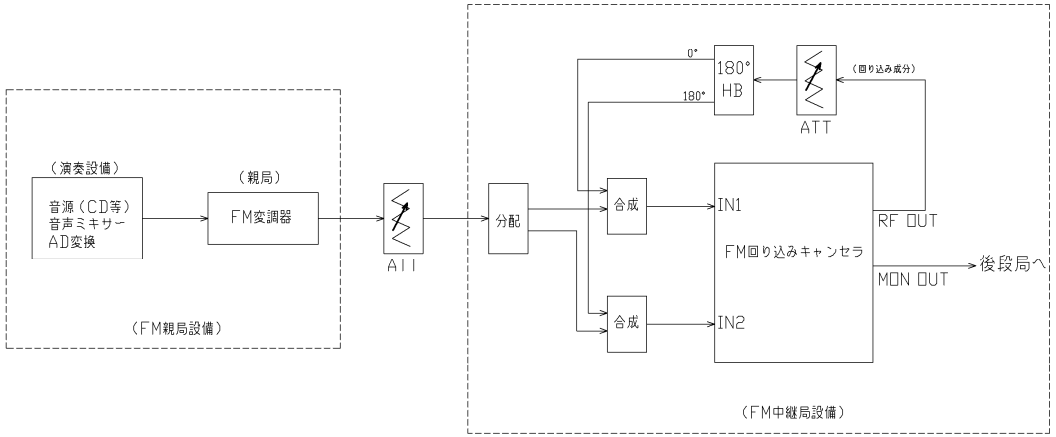
項目	内容
音声モード	ステレオ、モノラル
PSERと主観評価の関係	PSERと主観評価の関係は表2-2による
評価用音源	ピアノ演奏、アナウンサーによるナレーション等
RFレベル測定、PSER測定	スペクトラムアナライザ、SFNアナライザ等
受信機	SONY、東芝、TECSUN等　市販ラジオ

評価の尺度

評価の尺度	評価	PSER dB（目安）	
原音との違いがわからない	5	40以上	
原音との違いがわかるが気にならない 干渉音を認めるが気にならない	4	35以上	40未満
3の評価に対して良好（3よりも良好）	3.5	30以上	35未満
原音との違いがやや気になる 干渉音があるのがやや気になる	3	25以上	30未満
3の評価に対して、違いが気になる （2よりも良好）	2.5	20以上	25未満
原音との違いが気になる 干渉音が多く、原音との違いが気になる	2	15以上	20未満
原音との違いが非常に気になる 干渉音で音源が聞きづらい	1	15未満	

第２章　屋内試験　結果

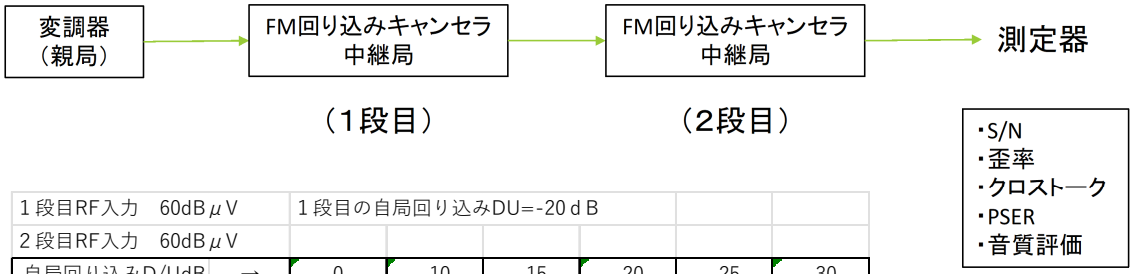
(1)単体試験



１段目のRF入力　60dBμV								過入力→	
自局回り込みD/UdB	→	0	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
S/N dB	L	68.2	59.7	58.9	56.4	52.1	47	41.7	37.8
	R	68.2	61.6	59.1	56.6	51.9	46.9	42	37.1
Y率 %(50Hz or 100Hz)	L	0.1	1.41	1.97	1.86	2.29	2.48	3.85	5.83
	R	0.12	1.43	1.78	1.97	2.17	3.16	3.48	6.6
Y率 %(15kHz)	L	0.43	0.85	1.22	1.76	2.61	3.98	5.94	10.24
	R	0.38	0.66	1	1.48	2.27	3.7	5.87	16.62
Y率 %(1kHz)	L	0.06	0.12	0.23	0.23	0.63	0.79	1.45	3.46
	R	0.06	0.12	0.18	0.22	0.45	0.76	1.36	3.35
ｸﾛｽﾄｰｸdB(1kHz)	L→R	58.3	54.7	47.2	48.5	43.6	39.7	33.8	25.9
	R→L	55.4	52.7	50.6	49.2	44.7	39.3	34.3	26.5
PSER dB	Piano	50	48.1	47.6	47	46.1	45.4	42.9	36.5
音質評価（ﾅﾚｰｼｮﾝ）	ｽﾃﾚｵ	4	4	4	4	4	4	3.5	3.5

第２章　屋内試験　結果

(2)２段中継



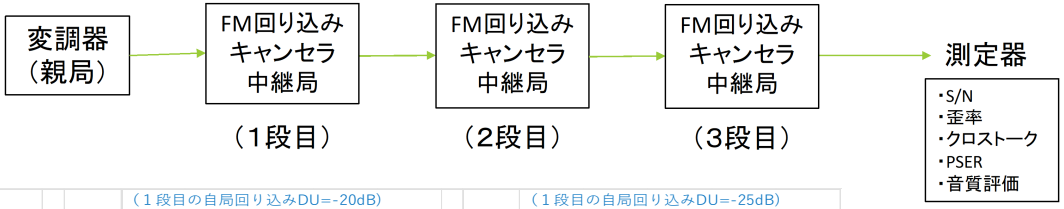
1段目RF入力　60dBμV		1段目の自局回り込みDU=-20ｄB					
2段目RF入力　60dBμV							
自局回り込みD/UdB	→	0	-10	-15	-20	-25	-30
S/N dB	L	55.7	55.2	53.4	53.2	51.6	47.5
	R	55.5	54.4	52.6	53.1	50.2	47.6
Y率 %(50 or 100Hz)	L	3.3	3.31	2.99	2.46	2.29	2.62
	R	3.43	2.16	2.26	2.36	3.96	2.07
Y率 %(15kHz)	L	1.97	2.06	2.21	2.67	3.05	4.48
	R	1.64	1.69	1.94	2.23	2.89	4.02
Y率 %(1kHz)	L	0.28	0.33	0.29	0.31	0.52	0.65
	R	0.27	0.33	0.29	0.31	0.55	0.64
ｸﾛｽﾄｰｸdB(1kHz)	L→R	47.7	48.3	46.9	46.2	43.7	39
	R→L	48.5	47.3	48.1	46.9	44.1	40.4
PSER dB	Piano	43.7	41.9	42.2	42.4	43.5	42.3
音質評価（ﾅﾚｰｼｮﾝ）	ｽﾃﾚｵ	4	4	4	4	3.5	3.5

1段目RF入力　60dBμV		1段目の自局回り込みDU=-25ｄB					
2段目RF入力　60dBμV							
自局回り込みD/UdB	→	0	-10	-15	-20	-25	-30
S/N dB	L	51.3	51.1	50.8	50.2	48.8	46.4
	R	51.2	50.9	50.6	49.5	48.7	46.6
Y率 %(50 or 100Hz)	L	3.5	3.77	3.81	3.01	3.47	2.35
	R	1.82	1.86	2.66	2.38	1.98	3.06
Y率 %(15kHz)	L	2.77	2.79	3.09	3.37	3.9	4.74
	R	2.34	2.36	2.66	2.87	3.52	4.43
Y率 %(1kHz)	L	0.43	0.51	0.42	0.56	0.48	0.61
	R	0.4	0.4	0.39	0.58	0.5	0.69
ｸﾛｽﾄｰｸdB(1kHz)	L→R	44	44.3	43.3	43.8	41.7	39.4
	R→L	44.1	44.4	43.3	43.2	42.2	39.6
PSER dB	Piano	43.7	41.6	42.4	41.9	42.3	42.4
音質評価（ﾅﾚｰｼｮﾝ）	ｽﾃﾚｵ	4	4	4	4	3.5	3.5

第２章　屋内試験　結果

(3)３段中継

前段局の回り込みD/Uと自局の回り込みD/Uを
変化させ、音声特性を測定する。



RF入力:60dBμV

（１段目の自局回り込みDU=-15dB）
（２段目の自局回り込みDU=-15dB）

３段目自局回込D/UdB	→	-10	-15	-20	-25	-30
S/N dB	L	58.1	57	55.1	51.3	45.2
	R	57.8	57.1	55	51.1	45.3
Y率 %(50 or 100Hz)	L	3.7	2.65	4.51	4.22	2.16
	R	3.7	4.57	4.13	3.99	5.89
Y率 %(15kHz)	L	2.04	2.29	2.75	3.5	4.79
	R	1.42	1.7	2.16	2.82	4.06
Y率 %(1kHz)	L	0.34	0.36	0.39	0.45	1
	R	0.29	0.35	0.4	0.51	0.86
ｸﾛｽﾄｰｸdB(1kHz)	L→R	49.4	48.8	44	42.7	39.2
	R→L	48.4	49	44.9	43.2	39.5
PSER dB	Piano	42.5	41.6	40.9	40.3	40.5
音質評価（ﾅﾚｰｼｮﾝ）	ｽﾃﾚｵ	3.5	3.5	3.5	3.5	3

（１段目の自局回り込みDU=-20dB）
（２段目の自局回り込みDU=-15dB）

→	-10	-15	-20	-25	-30
L	56.1	55.2	53.5	50.5	46.3
R	55.7	55.1	53.4	50.4	46.5
L	4.33	3.51	4.04	4.2	6
R	3.72	3.77	4.18	4.51	5.26
L	2.37	2.7	3.12	3.82	4.84
R	1.75	2.03	2.47	3.13	4.18
L	0.34	0.36	0.38	0.5	1.09
R	0.28	0.39	0.41	0.51	0.98
L→R	44.4	46.5	44.4	41.4	39.4
R→L	47.4	45.3	45.4	41.7	39.8
Piano	41.2	40.4	41.8	41.2	39.9
ｽﾃﾚｵ	3.5	3.5	3.5	3	3

（１段目の自局回り込みDU=-25dB）
（２段目の自局回り込みDU=-15dB）

→	-10	-15	-20	-25	-30
L	52	51.6	50.8	47.1	45.7
R	51.8	51.7	50.5	47.6	45.6
L	4.02	4.86	3.76	3.92	4.54
R	4.36	3.86	4.21	4.2	4.06
L	3.2	3.42	3.78	4.27	5.33
R	2.55	2.76	3.03	3.64	4.71
L	0.42	0.49	0.48	0.54	0.72
R	0.46	0.53	0.52	0.58	0.75
L→R	42.1	42.4	42.3	41.1	38.8
R→L	42.5	42.7	43	41.2	38.6
Piano	40.8	40.4	41.1	41	40.4
ｽﾃﾚｵ	3	3	3.5	3	3

RF入力:60dBμV

（１段目の自局回り込みDU=-15dB）
（２段目の自局回り込みDU=-20dB）

３段目自局回込D/UdB	→	-10	-15	-20	-25	-30
S/N dB	L	56.6	55.9	54.2	50.7	46.4
	R	56.4	55.5	53.8	50.4	46.5
Y率 %(50 or 100Hz)	L	4.21	3.93	2.4	2.9	5.34
	R	4.62	4.23	4.73	4.16	3.71
Y率 %(15kHz)	L	2.24	2.41	2.88	3.57	4.77
	R	1.61	1.88	2.28	2.91	4.02
Y率 %(1kHz)	L	0.33	0.47	0.46	0.48	0.87
	R	0.32	0.41	0.51	0.48	1.08
ｸﾛｽﾄｰｸdB(1kHz)	L→R	45.9	45.1	44.4	41.6	38.5
	R→L	46.3	45.6	45.6	43	39.4
PSER dB	Piano	41.8	41.5	41.6	41	40.6
音質評価（ﾅﾚｰｼｮﾝ）	ｽﾃﾚｵ	3.5	3.5	3.5	3	3

（１段目の自局回り込みDU=-20dB）
（２段目の自局回り込みDU=-20dB）

→	-10	-15	-20	-25	-30
L	54.5	54	52.5	50.3	46.3
R	54.8	54.1	52.6	50.1	46.2
L	4.63	4.28	4.05	4.01	3.56
R	4.11	4.26	4.71	3.41	4.27
L	2.62	2.81	3.22	3.79	4.87
R	2.04	2.21	2.51	3.19	4.23
L	0.57	0.46	0.63	0.66	0.89
R	0.45	0.65	0.45	0.64	0.89
L→R	43.4	44.8	45	41.8	38.7
R→L	44.1	43.8	45	42.2	39.4
Piano	40.5	40.3	41.3	41.2	40.5
ｽﾃﾚｵ	3.5	3.5	3.5	3	3

（１段目の自局回り込みDU=-25dB）
（２段目の自局回り込みDU=-20dB）

→	-10	-15	-20	-25	-30
L	51.4	51.1	50.3	48.7	42.7
R	51.5	51	50.4	48.9	42.6
L	3.47	4.45	4.31	3.49	4.84
R	3.45	4.05	3.79	5	4.09
L	3.22	3.45	3.7	4.46	5.08
R	2.55	2.82	3.01	3.71	4.49
L	0.67	0.49	0.56	0.58	1.24
R	0.73	0.47	0.53	0.59	0.93
L→R	42.5	43.4	42.1	39.7	37.4
R→L	42.5	43	42	39.1	37.6
Piano	41.2	40.8	40.5	40.1	40.3
ｽﾃﾚｵ	3.5	3.5	3.5	3.5	3

RF入力:60dBμV

（１段目の自局回り込みDU=-15dB）
（２段目の自局回り込みDU=-25dB）

３段目自局回込D/UdB	→	-10	-15	-20	-25	-30
S/N dB	L	53.8	52.4	51.5	49.8	45.9
	R	52.1	52.7	51.6	49.7	46
Y率 %(50 or 100Hz)	L	3.96	2.99	4.89	5.06	3.76
	R	4.17	4.63	4.71	3.43	5.98
Y率 %(15kHz)	L	2.67	2.92	3.22	3.87	4.96
	R	2.16	2.29	2.6	3.23	4.25
Y率 %(1kHz)	L	0.47	0.66	0.47	0.55	0.87
	R	0.47	0.56	0.51	0.81	0.88
ｸﾛｽﾄｰｸdB(1kHz)	L→R	43.9	43.8	42.9	41.7	36.9
	R→L	44.2	43.6	42.3	40.5	37.4
PSER dB	Piano	40.9	41.7	40.7	41.1	41
音質評価（ﾅﾚｰｼｮﾝ）	ｽﾃﾚｵ	3.5	3	3	3	3

（１段目の自局回り込みDU=-20dB）
（２段目の自局回り込みDU=-25dB）

→	-10	-15	-20	-25	-30
L	52.2	52.2	51.1	49.3	45.6
R	51.9	51.8	50.9	49	45.7
L	4.44	3.42	2.45	4.34	3.8
R	3.65	3.64	4.59	4.89	3.97
L	2.92	3.26	3.51	4.15	5.05
R	2.38	2.54	2.87	3.49	4.33
L	0.59	0.68	0.54	0.63	1.73
R	0.57	0.7	0.54	0.54	1.41
L→R	42.6	42.9	42.5	40.9	43.6
R→L	41.8	42.1	42.4	40.9	40.8
Piano	42.1	40.4	40.3	41.6	40.4
ｽﾃﾚｵ	3	3	3.5	3	3

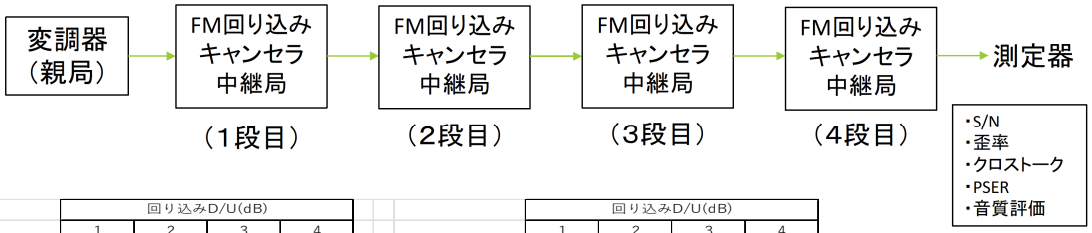
（１段目の自局回り込みDU=-25dB）
（２段目の自局回り込みDU=-25dB）

→	-10	-15	-20	-25	-30
L	49.7	49.6	49.4	47.9	43.7
R	50	49.4	49.1	48	43.6
L	3.84	4.8	2.63	4.54	6.68
R	3.8	4.08	4.17	4.7	3.6
L	3.52	3.78	4.08	4.62	5.3
R	2.92	3.04	3.35	3.89	4.69
L	0.81	0.54	0.75	0.9	1.07
R	0.69	0.81	0.57	0.63	1.32
L→R	41.4	40.7	41	40.3	37
R→L	41	41.2	41.1	40.2	37.4
Piano	40.5	40.4	40.5	40.6	40.1
ｽﾃﾚｵ	3.5	3.5	3.5	3	3

第２章　屋内試験　結果

(4)4段中継1

前段局の回り込みD/Uと自局の回り込みD/U
を変化させ、音声特性を測定する。



	回り込みD/U(dB)			
	1	2	3	4
	-25	-25	-15	-20
				S/N
AUTO_FM_SNR	L		9.97	-38.25	48.22
AUTO_FM_SNR	R		9.93	-38.27	48.2
				歪率
AUTO_FM_DIST	50	DEON	L	3.91
AUTO_FM_DIST	50	DEON	R	3.63
AUTO_FM_DIST	100	DEON	L	4.69
AUTO_FM_DIST	100	DEON	R	4.64
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	L	1.09
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	R	0.63
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	L	5.04
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	R	4.21

	回り込みD/U(dB)			
	1	2	3	4
	-25	-25	-20	-20
				S/N
AUTO_FM_SNR	L		9.99	-37.96	47.95
AUTO_FM_SNR	R		9.93	-38.23	48.16
				歪率
AUTO_FM_DIST	50	DEON	L	4.25
AUTO_FM_DIST	50	DEON	R	4.32
AUTO_FM_DIST	100	DEON	L	5.17
AUTO_FM_DIST	100	DEON	R	4.87
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	L	0.74
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	R	0.63
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	L	5.19
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	R	4.37

	回り込みD/U(dB)			
	1	2	3	4
	-25	-25	-25	-20
				S/N
AUTO_FM_SNR	L		9.87	-37.43	47.3
AUTO_FM_SNR	R		9.94	-37.18	47.12
				歪率
AUTO_FM_DIST	50	DEON	L	4.4
AUTO_FM_DIST	50	DEON	R	3.33
AUTO_FM_DIST	100	DEON	L	4.84
AUTO_FM_DIST	100	DEON	R	4.47
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	L	0.71
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	R	1.34
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	L	5.22
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	R	5.43

	回り込みD/U(dB)			
	1	2	3	4
	-25	-25	-15	-25
				S/N
AUTO_FM_SNR	L		9.92	-37.86	47.78
AUTO_FM_SNR	R		9.89	-37.76	47.65
				歪率
AUTO_FM_DIST	50	DEON	L	4.22
AUTO_FM_DIST	50	DEON	R	3.55
AUTO_FM_DIST	100	DEON	L	4.35
AUTO_FM_DIST	100	DEON	R	4.43
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	L	0.67
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	R	0.65
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	L	5.3
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	R	4.68

	回り込みD/U(dB)			
	1	2	3	4
	-25	-25	-20	-25
				S/N
AUTO_FM_SNR	L		9.92	-37.35	47.27
AUTO_FM_SNR	R		9.94	-37.02	46.96
				歪率
AUTO_FM_DIST	50	DEON	L	4.74
AUTO_FM_DIST	50	DEON	R	4.82
AUTO_FM_DIST	100	DEON	L	4.78
AUTO_FM_DIST	100	DEON	R	4.89
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	L	1.26
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	R	0.68
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	L	5.37
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	R	4.87

	回り込みD/U(dB)			
	1	2	3	4
	-25	-25	-25	-25
				S/N
AUTO_FM_SNR	L		9.89	-36.55	46.44
AUTO_FM_SNR	R		9.86	-36.52	46.38
				歪率
AUTO_FM_DIST	50	DEON	L	3.17
AUTO_FM_DIST	50	DEON	R	2.57
AUTO_FM_DIST	100	DEON	L	4.35
AUTO_FM_DIST	100	DEON	R	4.59
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	L	0.74
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	R	0.69
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	L	6.33
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	R	5.82

	回り込みD/U(dB)			
	1	2	3	4
	-25	-25	-15	-30
				S/N
AUTO_FM_SNR	L		9.81	-35.28	45.09
AUTO_FM_SNR	R		9.67	-35.03	44.7
				歪率
AUTO_FM_DIST	50	DEON	L	4.53
AUTO_FM_DIST	50	DEON	R	4.99
AUTO_FM_DIST	100	DEON	L	4.55
AUTO_FM_DIST	100	DEON	R	4.65
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	L	1.42
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	R	0.85
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	L	5.33
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	R	4.36

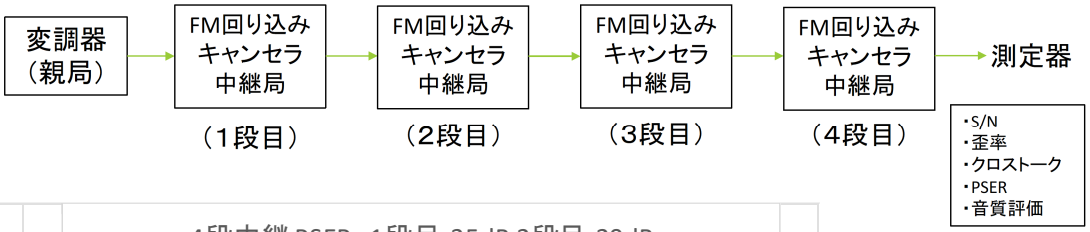
	回り込みD/U(dB)			
	1	2	3	4
	-25	-25	-20	-30
				S/N
AUTO_FM_SNR	L		9.84	-35.12	44.96
AUTO_FM_SNR	R		9.76	-34.99	44.75
				歪率
AUTO_FM_DIST	50	DEON	L	4.99
AUTO_FM_DIST	50	DEON	R	5.26
AUTO_FM_DIST	100	DEON	L	5.06
AUTO_FM_DIST	100	DEON	R	4.92
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	L	1.44
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	R	1.38
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	L	6.37
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	R	5.45

	回り込みD/U(dB)			
	1	2	3	4
	-25	-25	-25	-30
				S/N
AUTO_FM_SNR	L		9.85	-34.66	44.51
AUTO_FM_SNR	R		9.79	-34.64	44.43
				歪率
AUTO_FM_DIST	50	DEON	L	4.98
AUTO_FM_DIST	50	DEON	R	5.23
AUTO_FM_DIST	100	DEON	L	5.72
AUTO_FM_DIST	100	DEON	R	4.57
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	L	1.09
AUTO_FM_DIST	1000	DEON	R	1.68
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	L	6.33
AUTO_FM_DIST	15000	DEON	R	6.4

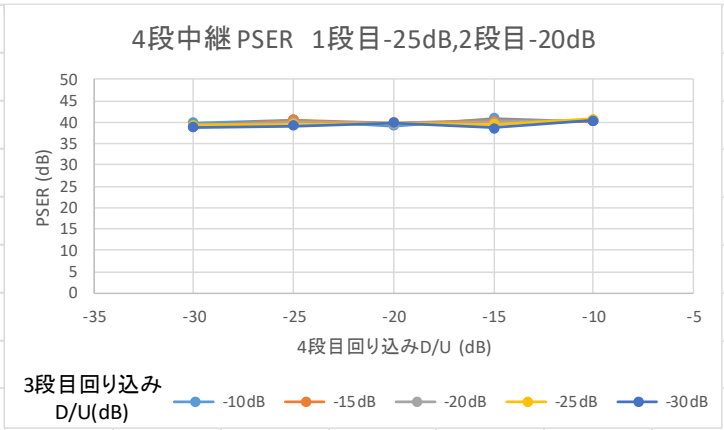
第２章　屋内試験　結果

(4)4段中継2

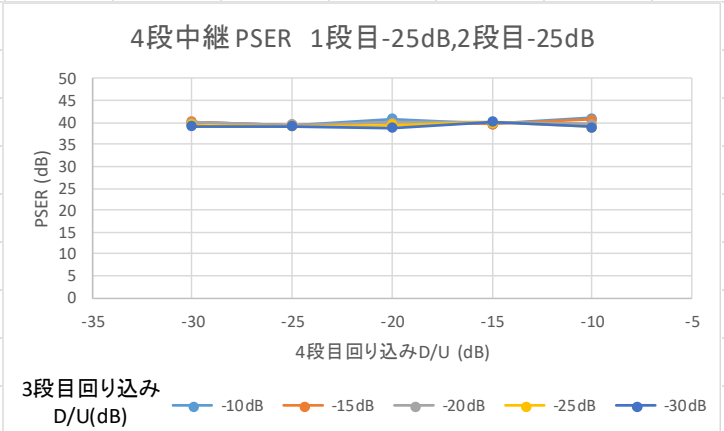
前段局の回り込みD/Uと自局の回り込みD/U
を変化させ、音声特性を測定する。



1段目	2段目	3段目	4段目	4段目 回り込み D/U					
回り込み D/U	回り込み D/U	回り込み D/U	D/U →	−10	−15	−20	−25	−30	dB
−25dB	−20dB	−10dB	PSER	40.3	40.9	39.2	40.5	39.8	
−25dB	−20dB	−15dB	PSER	40.2	40.4	39.9	40.5	39	
−25dB	−20dB	−20dB	PSER	40.5	40	39.7	40	39	
−25dB	−20dB	−25dB	PSER	40.8	39.5	39.8	39.6	39.4	
−25dB	−20dB	−30dB	PSER	40.4	38.6	39.9	39.1	38.9	



1段目	2段目	3段目	4段目	4段目 回り込み D/U					
回り込み D/U	回り込み D/U	回り込み D/U	D/U →	−10	−15	−20	−25	−30	dB
−25dB	−25dB	−10dB	PSER	41	39.7	40.9	39.3	39.9	
−25dB	−25dB	−15dB	PSER	40.6	39.7	40	39.4	40.1	
−25dB	−25dB	−20dB	PSER	39.7	39.9	40	39.5	40	
−25dB	−25dB	−25dB	PSER	39	40	39.5	39.2	39.5	
−25dB	−25dB	−30dB	PSER	38.9	40.1	38.7	39.2	39.2	



第２章　屋内試験　結果

(5)モノラル３段中継（参考）

			2段目-15dB				
	回り込みD/UdB	0	-10	-15	-20	-25	-30
1段目	S/N dB	68.6	68.5	68.4	68	67.1	62.4
-25dB	Y率 %(50 or 100Hz)	0.19	0.19	0.19	0.18	0.19	0.17
	Y率 %(15kHz)	0.21	0.21	0.21	0.22	0.24	0.28
	Y率 %(1kHz)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.16
	音質評価（ﾅﾚｰｼｮﾝ）	4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
			2段目-20dB				
	回り込みD/UdB	0	-10	-15	-20	-25	-30
1段目	S/N dB	68.6	68.7	68.6	68.4	65.4	63
-25dB	Y率 %(50 or 100Hz)	0.18	0.2	0.18	0.17	0.19	0.17
	Y率 %(15kHz)	0.21	0.21	0.22	0.23	0.24	0.3
	Y率 %(1kHz)	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.14
	音質評価（ﾅﾚｰｼｮﾝ）	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
			2段目-25dB				
	回り込みD/UdB	0	-10	-15	-20	-25	-30
1段目	S/N dB	67.9	67.3	67.8	67	66.9	65.1
-25dB	Y率 %(50 or 100Hz)	0.19	0.19	0.17	0.17	0.2	0.18
	Y率 %(15kHz)	0.24	0.24	0.24	0.24	0.27	0.32
	Y率 %(1kHz)	0.11	0.12	0.12	0.12	0.13	0.16
	音質評価（ﾅﾚｰｼｮﾝ）	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5

第２章　屋内試験　結果

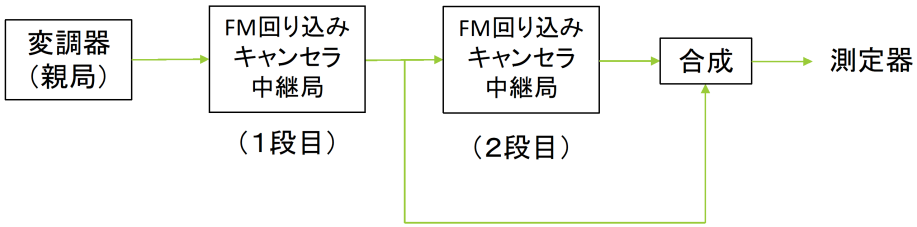
(6)試験結果

・回り込みキャンセラーを多段中継で使用する場合、S/Nと歪率について注意が必要。
・周波数シフト(＋100Hz,or -100Hz)の影響か、低い周波数成分の歪率が劣化傾向にある。
・15kHzの歪率も段が増えると歪成分が積み重なっていくイメージ。
・1kHzの歪率については、あまり影響を受けなかった。
・1段中継局で使用する場合、S/Nを55dB以上確保するために必要な回り込み波のD/Uは-20dB以内となった。
・2段中継で使用する場合、S/Nの目標を50dBとした場合、1段目の回り込みD/Uは-20dB以内、2段目は-20dB以内にする必要がある。
・3段中継で使用する場合、S/Nの目標を45dB、音質評価を3.5以上とした場合、1段目の回り込みD/Uは-20dB以内、2段目も-20dB以内、3段目も-20dB以内にする必要がある。 この数字は、実際に設備を構築する際には、受信アンテナを分離するなどの対策が必要で、かなりハードルが高いと感じる。
・多段中継をする場合、末端でのS/Nと歪率について注意する必要がある。
・目標値を緩和し、１段目のS/N=50dB以上、２段目のS/N=48dB以上、３段目のS/N=45dB以上確保することを目安とすると、それぞれの中継段における自局回り込みD/Uは-25dBよりも少なくすればよい。
・モノラル変調であればS/Nや歪率の劣化が少ないことから、使用範囲は広がる可能性がある。

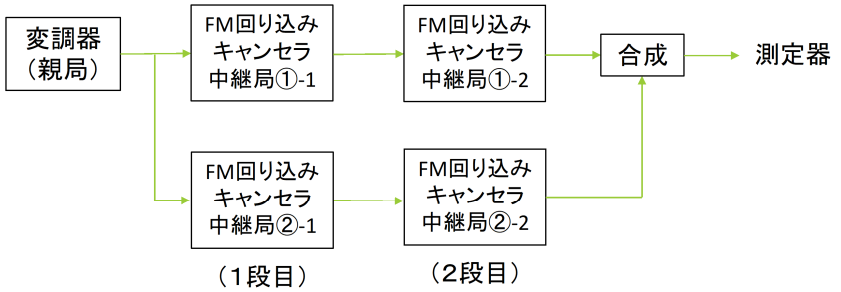
第２章　屋内試験　結果

(7)エリア合成の検討1

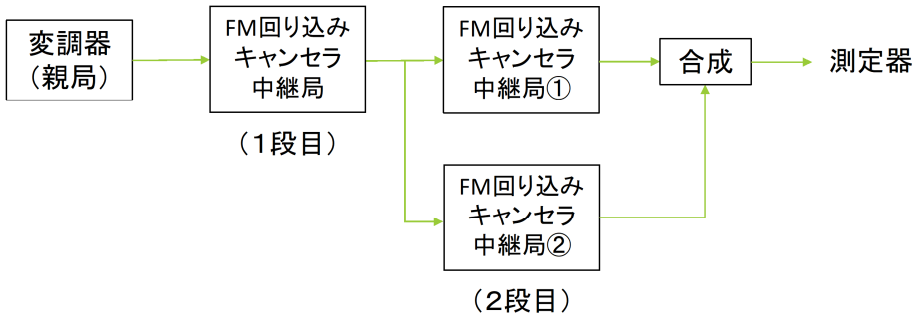
検討パターン③



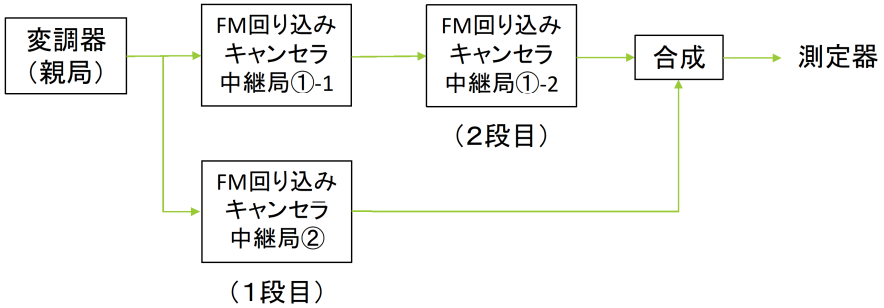
検討パターン⑤



検討パターン④



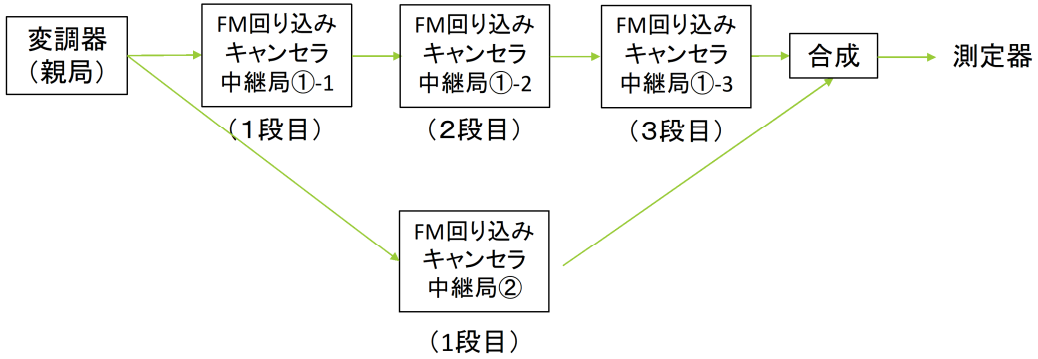
検討パターン⑥



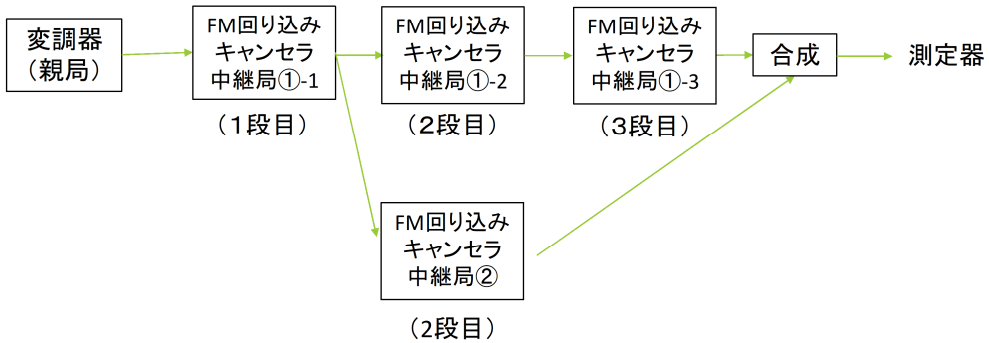
第２章　屋内試験　結果

(7)エリア合成の検討2

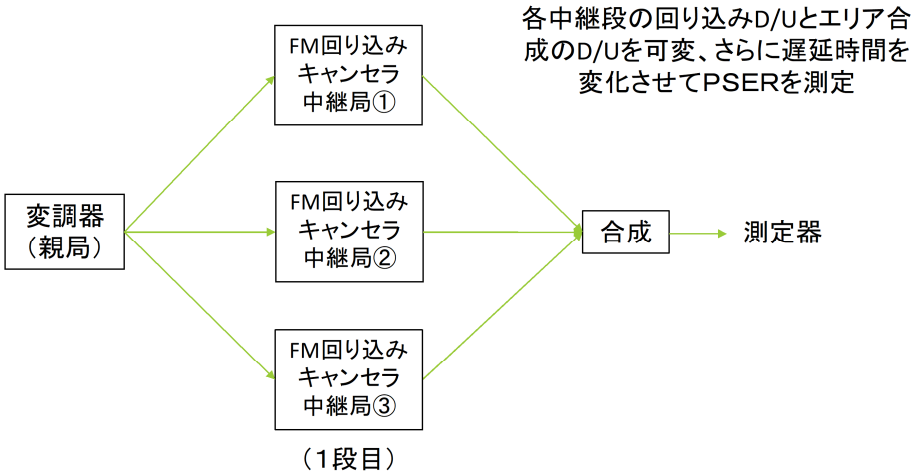
検討パターン⑦-1



検討パターン⑦-2



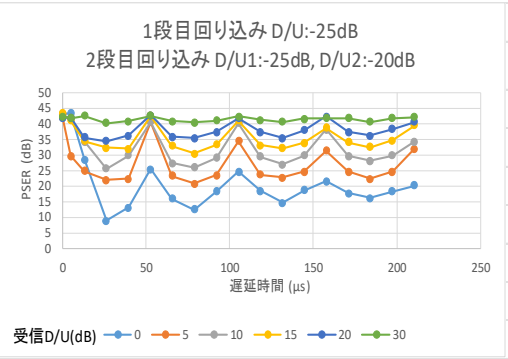
検討パターン⑧



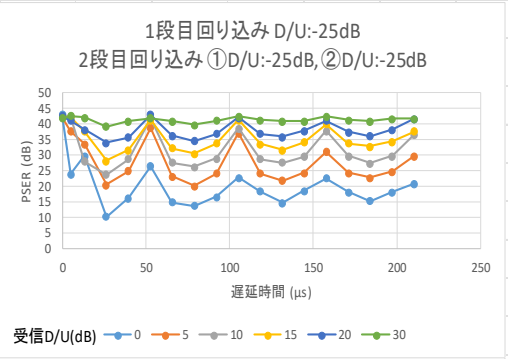
第２章　屋内試験　結果

(8)パターン④の試験結果の一例

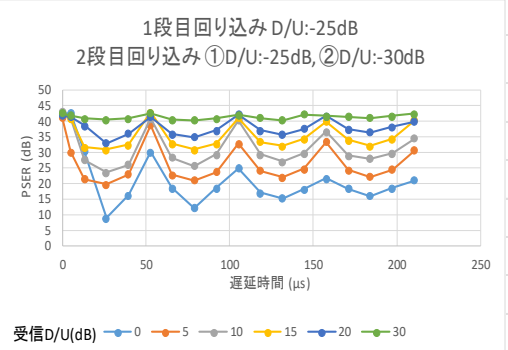
1段目	①2段目	②2段目																				
回り込み D/U	回り込み D/U	回り込み D/U	受信D/U	Delay →	0	5	13.2	26.3	39.5	52.6	65.8	78.9	92.1	105.3	118.4	131.6	144.7	157.9	171.1	184.2	197.4	210.5	us
−25	−25	−20	0	PSER	43.1	43.3	28.5	8.8	13	25.3	16	12.4	18.3	24.6	18.4	14.7	18.6	21.6	17.7	16.1	18.2	20.2	
−25	−25	−20	5	PSER	42.9	29.6	24.7	21.9	22.2	40.5	23.3	20.7	23.5	34.5	23.7	22.6	24.6	31.4	24.6	22.2	24.6	31.9	
−25	−25	−20	10	PSER	41.9	41.7	34.2	25.6	29.8	40.5	27.2	26	29	40.1	29.4	26.9	29.7	38.1	29.6	28	29.8	34.3	
−25	−25	−20	15	PSER	43.2	40.9	34.4	32.3	31.9	42.4	32.8	30.4	33.2	40.9	33.1	32.1	33.9	38.6	34	32.5	34.6	39.4	
−25	−25	−20	20	PSER	42	41.9	35.6	34.4	36.1	42.6	35.7	35.3	37.2	41.7	37.2	35.3	37.8	42.3	37.3	36.2	38.2	40.5	
−25	−25	−20	30	PSER	42.3	41.8	42.5	40.2	40.7	42.4	40.8	40.3	40.9	42.3	41.2	40.6	41.5	41.8	41.7	40.6	41.7	42.1	



1段目	①2段目	②2段目																				
回り込み D/U	回り込み D/U	回り込み D/U	受信D/U	Delay →	0	5	13.2	26.3	39.5	52.6	65.8	78.9	92.1	105.3	118.4	131.6	144.7	157.9	171.1	184.2	197.4	210.5	us
−25	−25	−25	0	PSER	42.9	23.9	29.8	10.4	16.3	26.5	15	13.7	16.6	22.8	18.4	14.8	18.6	22.6	18.2	15.4	18.2	20.9	
−25	−25	−25	5	PSER	42.3	37.7	33.6	20.5	24.9	38.8	23.2	20.1	24.2	37.1	24.2	21.8	24.3	31	24.3	22.9	24.7	29.7	
−25	−25	−25	10	PSER	42.5	42.2	28	23.8	28.7	41.9	27.7	26.2	28.9	38.5	28.7	27.6	29.6	37.9	29.8	27.5	29.7	36.6	
−25	−25	−25	15	PSER	42.4	42.3	37.6	28.1	31.6	41.3	32.3	30.5	33.7	41.2	33.6	31.6	34.1	40	33.7	32.9	34.4	37.7	
−25	−25	−25	20	PSER	42.7	41	38.1	33.9	35.6	43	36.2	34.5	36.9	42	36.8	35.9	37.9	41	37.4	36.1	38.1	41.6	
−25	−25	−25	30	PSER	41.9	42.6	42	39.2	40.8	41.9	40.8	39.8	41.1	42.5	41.3	40.8	40.9	42.5	41.2	40.8	41.7	41.7	



1段目	①2段目	②2段目	−25dB																			
回り込み D/U	回り込み D/U	回り込み D/U	受信D/U	Delay →	0	5	13.2	26.3	39.5	52.6	65.8	78.9	92.1	105.3	118.4	131.6	144.7	157.9	171.1	184.2	197.4	210.5	us
−25	−25	−30	0	PSER	42.6	42.7	30.4	9	16.2	30.2	18.5	12.2	18.6	24.9	17	15.4	18.2	21.7	18.3	16.1	18.5	21	
−25	−25	−30	5	PSER	41.2	30.2	21.4	19.8	23	38.8	22.9	21.1	23.8	32.8	24.1	22	24.8	33.4	24.4	22.2	24.5	30.7	
−25	−25	−30	10	PSER	42.9	41	27.7	23.5	26.1	40.8	28.3	25.6	29.3	40.3	29.4	27	29.8	36.6	29	28	29.7	34.5	
−25	−25	−30	15	PSER	42.2	40.9	31.6	30.9	32.5	42.8	32.9	30.8	32.8	41.1	33.4	32.1	34.3	40	34	32	34.4	40.4	
−25	−25	−30	20	PSER	41.8	41.5	38.6	33	36.1	41.5	35.9	34.9	37.1	42.2	37.1	35.6	37.6	41.7	37.4	36.5	38.2	40	
−25	−25	−30	30	PSER	42.7	41.8	40.9	40.5	40.8	42.7	40.5	40.3	40.9	42	41	40.4	42.2	41.7	41.4	41	41.7	42.4	



第２章　屋内試験　結果

(9)試験結果のまとめ

・放送波中継のパターンを検討し、抽出した９パターンについて屋内試験を実施。
（結果は次表のとおり。）

・特にエリアでの電波の合成を考慮したパターン３～８までについては、パイロット信号の遅延時間差によるものとみられる特徴が現れる結果となった。

・遅延時間差とPSERグラフに着目すると、約53μｓの周期で山と谷を繰り返すグラフとなった。

・電波を合成する段階での受信D/Uに着目すると、D/U＝10dBでは PSERが30dB以上確保できないが D/U＝15dBあれば PSER＝30dB以上確保できることを確認した。

・これは、昨年度実施した試験結果の受信D/U＝12dB以上あれば評価3.5以上となることを再確認する結果となった。

第２章　屋内試験　結果

(10)試験結果のまとめ

検討番号	パターン	測定の条件	結果の考察	組合せ数
0	親→①→	ｷｬﾝｾﾗｰRF入力を50,60,70dBμVと変化させ、自局の回り込みD/Uを0から-40dBまで変化させ、音声特性を測定	S/N=50dBを確保するためには、回り込みD/Uは-25dB以内にする必要あり。	3
1	親→①→②→	１段目のRF入力は60dBμVとし、回り込みD/Uを-15,-20,-25dBと変化。２段目のRF入力も60dBμVとし、2段目の回り込みD/Uを0から-30dBまで変化させ、音声特性を測定	S/N=48dBを確保するためには、1段目の回り込みD/Uは-25dB以内の場合、2段目の回り込みD/Uは-25dB以内にする必要あり。	3
2	親→①→②→③→	１段目のRF入力は60dBμVとし、回り込みD/Uを-15,-20,-25dBと変化。２段目のRF入力も60dBμVとし、2段目の回り込みD/Uを-15,-20,-25dBと変化。３段目のRF入力も60dBμVとし、3段目の回り込みD/Uを-10から-30dBまで変化させ、音声特性を測定	S/N=45dBを確保するためには、1段目の回り込みD/Uは-25dB以内の場合で、2段目の回り込みD/Uは-25dB以内の場合、3段目の回り込みD/Uは-25dB以内にする必要あり。	9
3	親→①→②→エリア	１段目の回り込みを-20,-25の２パターン、２段目の回り込みを-20,-25,-30と変化、エリアを想定した受信D/Uを0～30まで変化、②の遅延時間を200～315μｓまで変化させ、PSERを測定	受信D/Uに対して比例。PSER＝30ｄB以上になるところの受信D/U=10ｄBと15dBの間	6
4	親→①→②1→エリア ②2	１段目の回り込みを-20,-25、２段目の回り込みを-20,-25,-30とそれぞれ変化、エリアを想定した受信D/Uを0～30まで変化、②2の遅延時間を0～210μｓまで変化させ、PSERを測定	パイロットの位相差の関係が現れる。PSER＝30ｄB以上になるところのD/U=10dBと15dBの間	18
5	親→①1→②1→エリア ①2→②2	１段目の回り込みをそれぞれ-20,-25、２段目の回り込みを-20,-25,-30とそれぞれ変化、エリアを想定した受信D/Uを0～30まで変化、②2の遅延時間を0～105μｓまで変化させ、PSERを測定	パイロットの位相差の関係が現れる。PSER＝30ｄB以上になるところの受信D/U=10dBと15dBの間	36
6	親→①1→②→エリア ①2	１段目の回り込みをそれぞれ-20,-25、２段目の回り込みを-20,-25,-30と変化、エリアを想定した受信D/Uを0～30まで変化、②2の遅延時間を0～315μｓまで変化させ、PSERを測定	D/Uに対して比例。PSER＝30ｄB以上になるところの受信D/U=10dBと15dBの間	18
7-1	親→①1→②→③→エリア ①2	①1段目の回り込みを-20,-25、①2段目の回り込みを-20,-25,-30、２段目の回り込みを-20,-25、③段目の回り込みを-20,-25,-30と変化、エリアを想定した受信D/Uを0～30まで変化、①2の遅延時間を295～505μｓまで変化させ、PSERを測定	パイロットの位相差の関係が現れる。PSER＝30ｄB以上になるところの受信D/U=10dBと15dBの間	36
7-2	親→①→②1→③→エリア ②2	①1段目の回り込みを-20,-25、②1段目の回り込みを-20,-25,②2段目の回り込みを-20,-25,-30、③段目の回り込みを-20,-25,-30と変化、エリアを想定した受信D/Uを0～30まで変化、②2の遅延時間を95～305μｓまで変化させ、PSERを測定	パイロットの位相差の関係が現れる。PSER＝30ｄB以上になるところの受信D/U=10dBと15dBの間。7-1,7-2ともに、ほぼ同じ傾向	36
8	①1 親→①2 → エリア ①3	①1,①2,①3の回り込みD/Uをそれぞれ-20,-25,-30dBと変化、エリア内のD/Uは①2と①3を0～30dBまでそれぞれ変化させ、①2の遅延時間を0,26.3,52.6μsと変化、①3の遅延時間を0～105μsまで変化させてPSERを測定	遅延時間差が26.3のところは値が悪いが、それ以外の受信D/U=10dBと15dBの間	168
9	親→①→②→③→④→	１段目のRF入力は60dBμVとし、回り込みD/Uを-15,-20,-25dBと変化。２段目のRF入力も60dBμVとし、回り込みD/Uを-15,-20,-25dBと変化。３段目のRF入力も60dBμVとし、回り込みD/Uを-15,-20,-25dBと変化。４段目のRF入力も60dBμVとし、回り込みD/Uを-15から-30dBまで変化させ、音声特性を測定	S/N=45dBを確保するためには、すべての中継段で回り込みD/Uを-25dB以内にすれば可能。	135

第３章　屋外試験

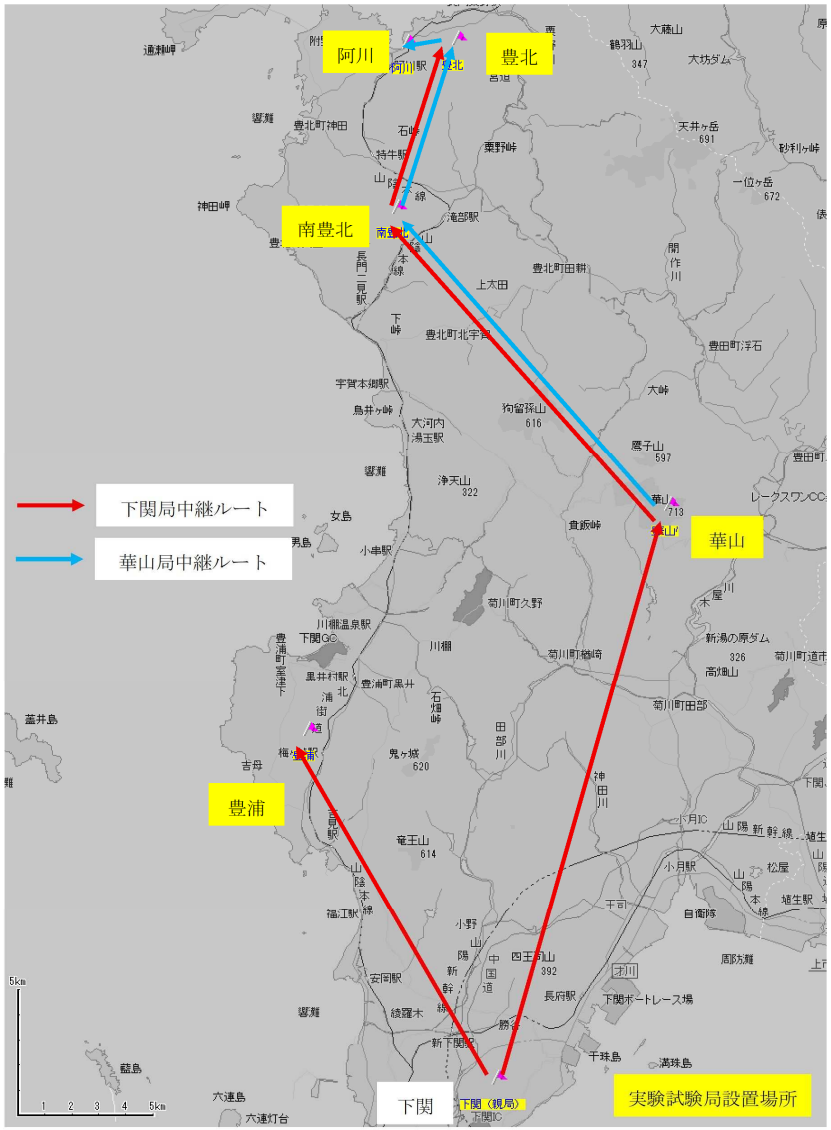
第３章　屋外試験

(1)実験内容

1. 既設局（ＩＰ伝送）と「ＦＭ回り込みキャンセラー中継局」との比較
2. 既設局（ＩＰ伝送）と「ＦＭ回り込みキャンセラー中継局」によるエリア内混信の試験
3. ＦＭ回り込みキャンセラー局による２段中継の試験（パターン①）
4. ＦＭ回り込みキャンセラー局による３段中継の試験（パターン②）
5. ＦＭ回り込みキャンセラー局２方向・２段中継後のエリア合成試験（パターン５）

第３章　屋外試験の実施

実験試験局　設置場所



実験試験局　一覧

	実験局A （FMｷｬﾝｾﾗｰ中継局）	実験局B （FMｷｬﾝｾﾗｰ中継局）	実験局C （FMｷｬﾝｾﾗｰ中継局）	実験局D （FMｷｬﾝｾﾗｰ中継局）
識別信号	FMしものせき じっけん１	FMしものせき じっけん２	FMしものせき じっけん３	FMしものせき じっけん４
設置場所	山口県下関市	山口県下関市	山口県下関市	山口県下関市
変調方式	FM	FM	FM	FM
通信方式	TN1H	TN1H	TN1H	TN1H
周波数	76.4MHz	76.4MHz	76.4MHz	76.4MHz
電波の形式	F3E、F8E	F3E、F8E	F3E、F8E	F3E、F8E
占有周波数帯域幅	200kHz以内	200kHz以内	200kHz以内	200kHz以内
定格出力	1W～10W	1W～10W	1W～10W	1W～10W
低下方法	固定ATT	固定ATT	固定ATT	固定ATT
空中線利得	6.0 dB	6.0 dB	6.0 dB	6.0 dB
給電線損失	0.9 dB	0.9 dB	0.9 dB	0.9 dB
その他の損失	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
実効輻射電力 (10W送信時)	32W	32W	32W	32W
無線設備の型式	5776D	5776D	5776H	5776H
無線設備の 製造業者名	日本通信機 株式会社	日本通信機 株式会社	日本通信機 株式会社	日本通信機 株式会社

第３章　屋外試験の実施

屋外試験の使用機材

（ア）ＳＦＮアナライザー：MODEL 5775A （日本通信機 株式会社）



（イ）アンテナ：303WA-2（アペックスラジオ）



（オ）ノートパソコン：一般的な WindowsPC

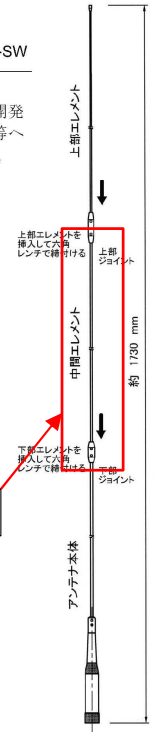




ApexRadio 303WA-2 Superior low noise antenna for LW-MW-SW

303WA-2 は、30kHz～30MHz を混変調や相互変調の心配なく、低雑音で受信するために開発設計されたコンパクトな受信アンテナです。設置面積が非常に小さく、軽量ですのでベランダ等への設置にも適しています。開梱されましたら、次の表に従って各部品の数量を確認してください。

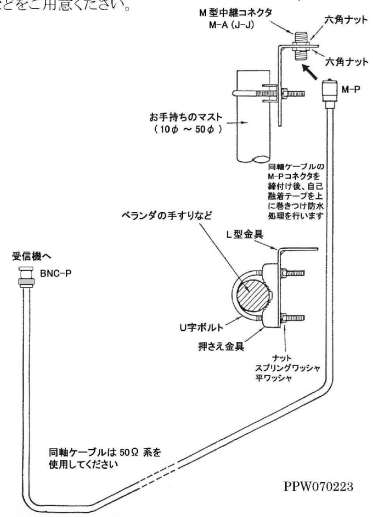
部　品　名	数量
アンテナ本体（給電部～下部ジョイント、約 600 mm）	1
中間エレメント（上部ジョイント付　約 600 mm）	1
上部エレメント（約 600 mm）	1
M 型中継コネクターM-A (J-J)	1
六角ナット（M 型コネクター用）	2
マスト取付用L金具	1
U字ボルト	1
ナット（U字ボルト用）、スプリングワッシャ、平ワッシャ	各2
同軸ケーブル(MP-BNCP)	1
防水用自己融着テープ	1
ジョイント締付用六角レンチ	1
取扱説明書	本紙



この素子を取り外して２段で使用

【設置】

1. 屋外のなるべく周囲のひらけている場所に
手すりなどに、図を参考に某台部（L金具
2. アンテナ本体の下部ジョイント部に中間エレメントを装着、上部ジョイントに上部エレメントを装着し、それぞれ（上部、下部）のジョイントを六角レンチで、しっかりと締付けます。
3. L金具の穴（16.5φ）に、M 型中継コネクターM-A(J-J)を六角ナットで取付けます。
4. M型中継コネクターの上側にアンテナ本体をねじ込んで、しっかり固定します。このとき、アンテナが垂直になるように確認し、垂直でない場合にはL金具の固定を調節して垂直になるようにしてください。
5. 同軸ケーブル（M-P 側）をM型中継コネクターの下側に接続し、防水用自己融着テープで防水処理を行います。
6. 同軸ケーブル（BNC-P 側）を適切に屋内に引き込むなどして受信機に接続します。受信機側のコネクターが BNC 型でない場合には、変換コネクターなどをご用意ください。



【ご注意】

このアンテナは、受信専用です。送信用として使用することはできません。 送信しようとすると内部回路が破壊されますので、絶対に送信しないでください。

高所作業の際は落下事故やケガ防止の為、安全帽、安全帯を使用してください。アンテナが万 一倒れたり部品が落下しても人物や構造物などに危害を与えない場所に設置してください。風などによる振動で取付ネジや金具類が緩まないように、しっかりと締付け固定してください。また定期的にゆるみがないかをチェックして必要に応じて増し締めをしてください。なお、303WA を受信アンテナとしての用途以外には使用しないでください。

改良の為、予告なく外観、仕様を変更することがあります。

株式会社 アペックスラジオ

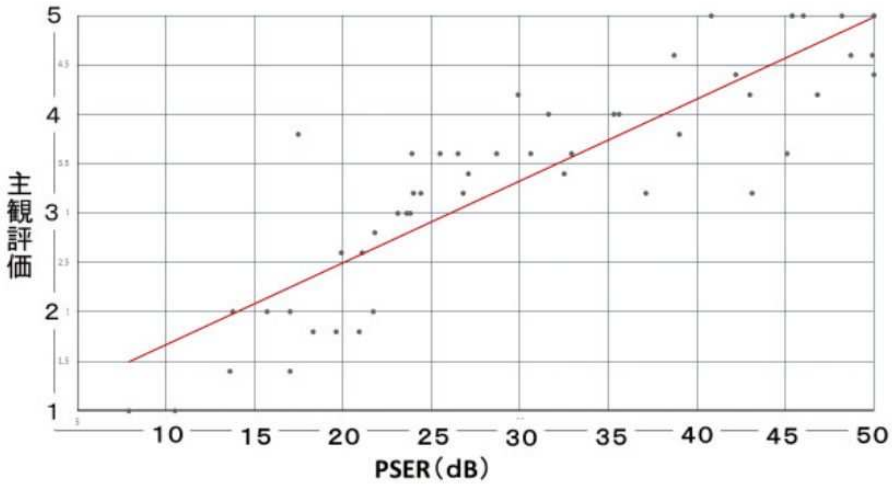
第３章　屋外試験の実施

移動測定における端子電圧とＰＳＥＲの評価基準

（１）端子電圧レベルの地図表示
地図上へ端子電圧の測定値もしくは電界強度に換算した値をマッピングする場合は、必要に応じてアイコンなどの色を設定する。
今回は電界強度表示とし、色の表現は右図の通りとした。



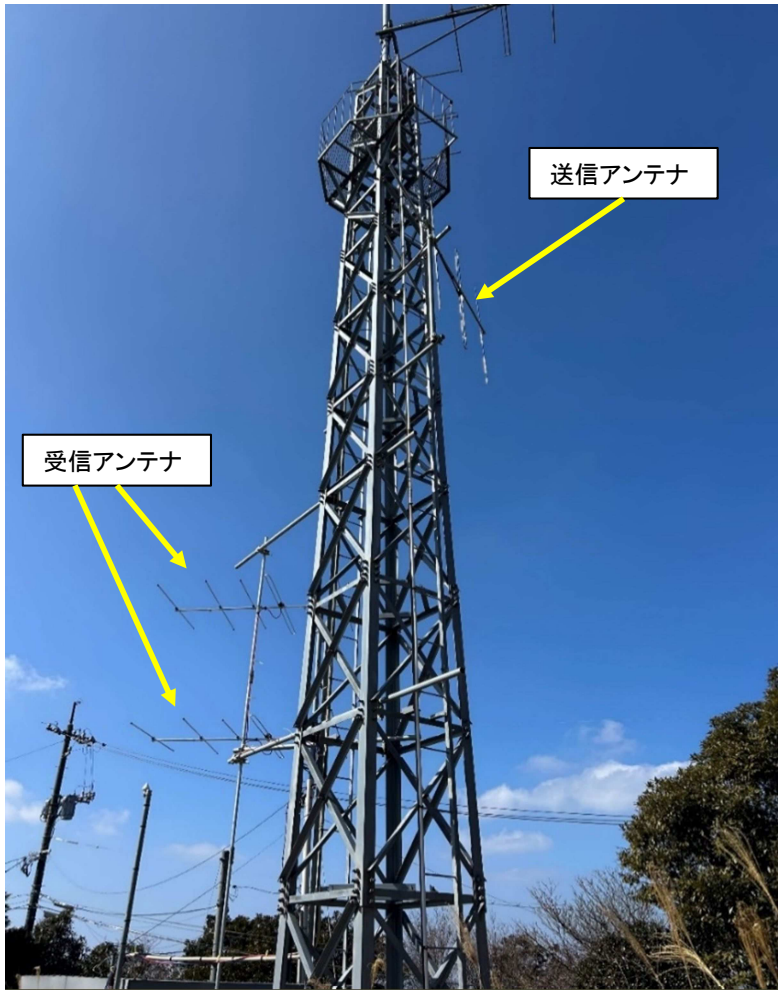
（２）ＰＳＥＲと音質評価の関係
ＰＳＥＲについては、音質評価とＰＳＥＲの関係性をわかりやすくするため、昨年の試験結果を踏まえて評価３と４の間（3.5）及び２と３の間（2.5）を設定し、それに対するＰＳＥＲを５ｄＢ間隔で分けた。地図上に表示する色の表現は下図の通りとした。





第４章　屋外試験の実施（１段）

華山局　機材の設置状況







第４章　屋外試験の実施（１段）

華山局　回り込みキャンセラ設置状況

局名	華山実験試験局			
受信ANT	５素子八木（水平：非分離）下関受け			
送信ANT	３素子八木（垂直）			
↓TX出力	受ANT1親局受信端子電圧 dBμV	受ANT2親局受信端子電圧 dBμV	回り込みD/U dB	PSER dB
0.1W	51	45	-3.5	35.9
0.5W			-12.7	34.3
1W			-13.3	34.3
2W			-16.5	34.3
3W			-21.7	31.3
5W			-23.5	28.2
7W			-24.2	30.0
10W			-23.4	28.8

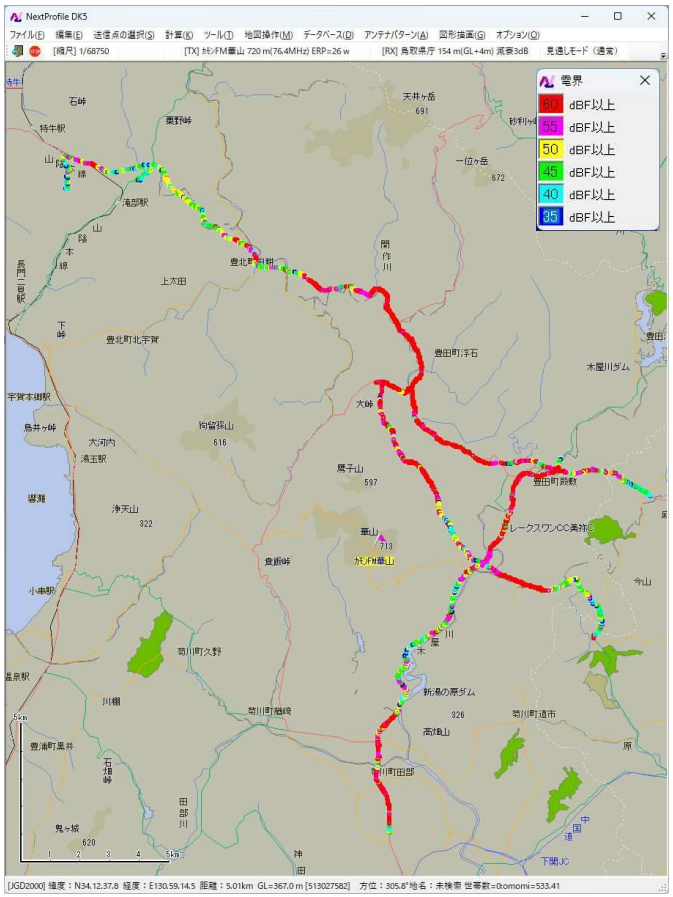
当初の計画では、受信アンテナは送信鉄塔と非分離で実施する予定であったが、回り込みD/Uを確保することができず、送信出力も３W程度でしか送信できなかった。また、PSERも30dB程度と悪く、さらに時々発振することから多段中継試験の親局として使用するには品質に問題があるため設備の見直しを行った。最終的に、山口県の防災行政無線設備付近まで（約５０m）受信アンテナを分離することで回り込みD/Uを確保することができ、送信出力も１０Wで送信することができた。

局名	華山実験試験局			
受信ANT	５素子八木（水平：５０m分離）下関受け			
送信ANT	３素子八木（水平）			
↓TX出力	受ANT1親局受信端子電圧 dBμV	受ANT2親局受信端子電圧 dBμV	回り込みD/U dB	PSER dB
0.1W	50	51	-2.5	39.5
0.5W			-8.9	34.0
1W			-14.0	37.1
2W			-16.2	36.9
3W			-21.8	36.2
5W			-23.8	34.7
7W			-24.0	35.1
10W			-24.0	35.5

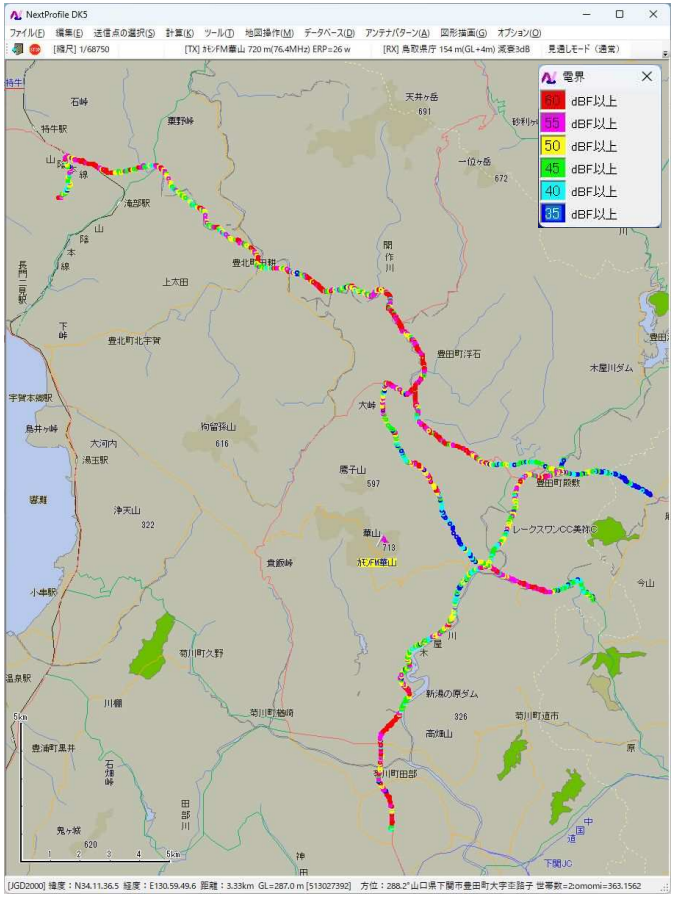
局名	華山実験試験局			
受信ANT	５素子八木（水平：５０m分離）下関受け			
送信ANT	３素子八木（垂直）			
↓TX出力	受ANT1親局受信端子電圧 dBμV	受ANT2親局受信端子電圧 dBμV	回り込みD/U dB	PSER dB
0.1W	50	51	-1.2	39.9
0.5W			-5.0	40.0
1W			-7.6	39.7
2W			-10.3	37.6
3W			-15.8	36.8
5W			-18.3	37.1
7W			-17.9	36.8
10W			-18.0	36.5

第４章　屋外試験の実施（１段）

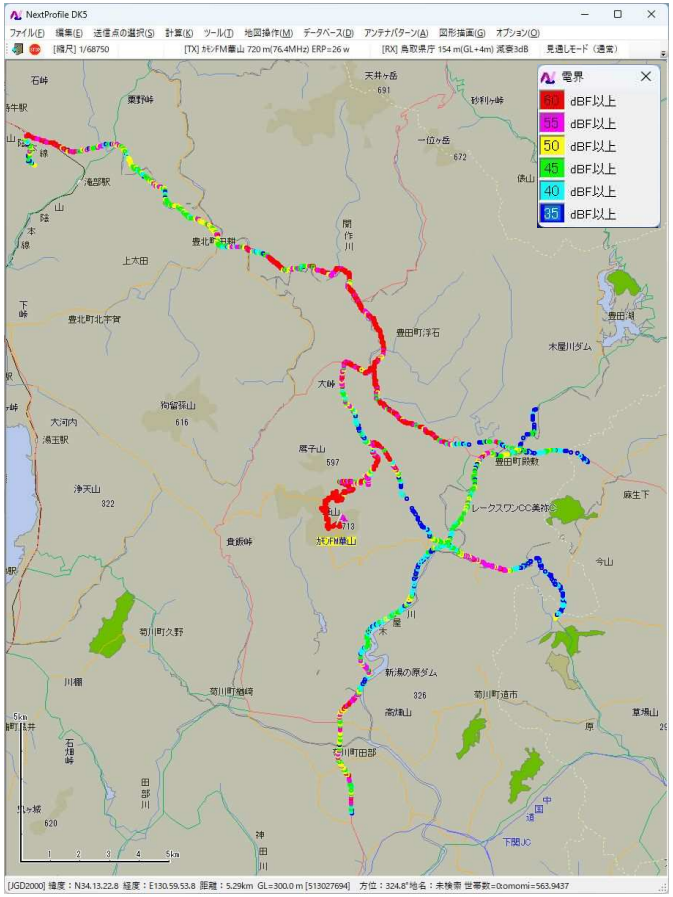
華山局　実験結果（電界分布図）



既設局２０W水平（IP伝送）



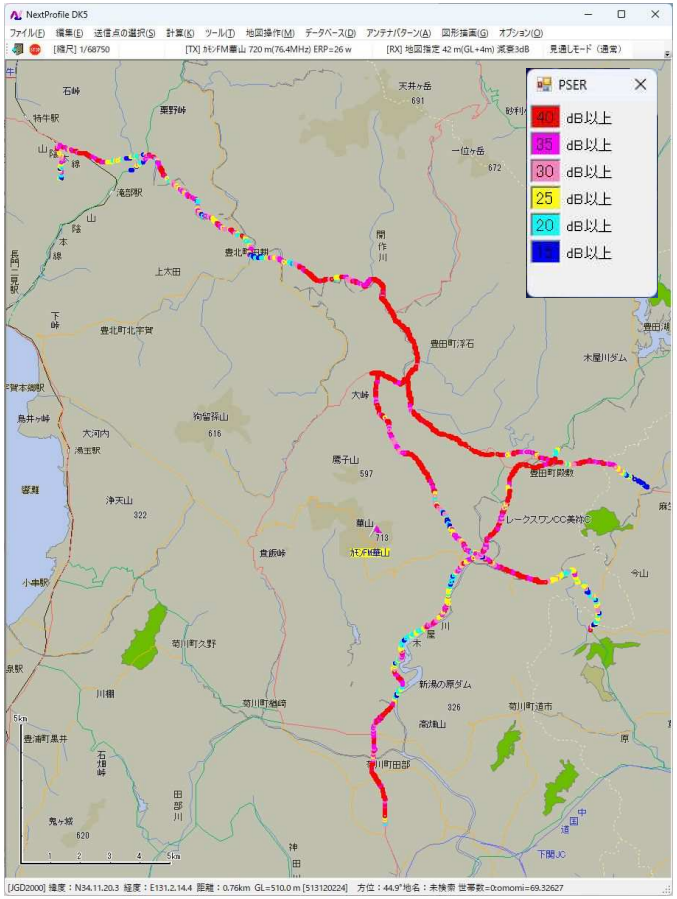
実験局１０W水平（キャンセラー）



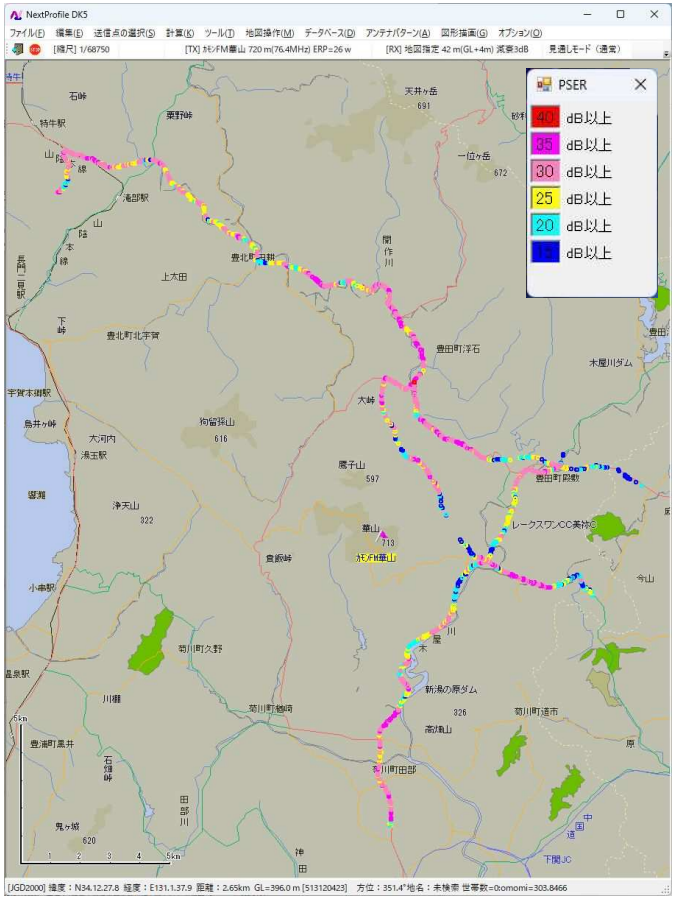
実験局１０W垂直（キャンセラー）

第４章　屋外試験の実施（１段）

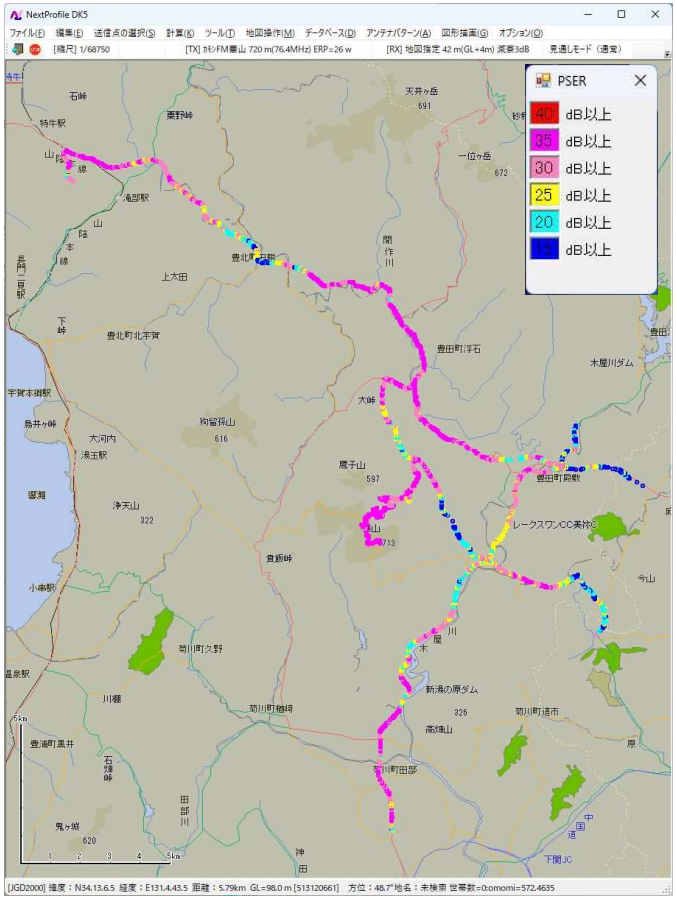
華山局　実験結果（PSER分布図）



既設局２０W水平（IP伝送）



実験局１０W水平（キャンセラー）

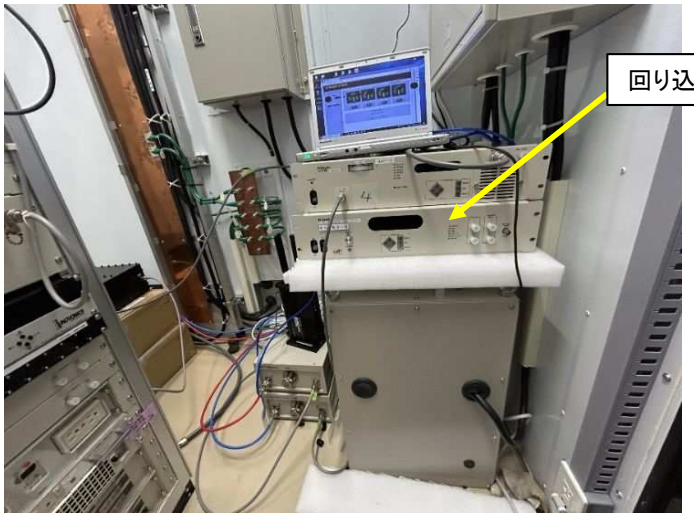


実験局１０W垂直（キャンセラー）

第４章　屋外試験の実施（１段）

豊浦局　機材の設置状況







第４章　屋外試験の実施（１段）

豊浦局　回り込みキャンセラ設置状況

局名	豊浦実験試験局			
受信ANT	５素子八木（水平：非分離）華山受け			
送信ANT	３素子八木（垂直）			
↓TX出力	受ANT1親局受信端子電圧 dBμV	受ANT2親局受信端子電圧 dBμV	回り込みD/U dB	PSER dB
0.1W	55	55	-19.1	38.2
0.5W			-26.0	37.4
1W			-28.8	37.4
2W			-32.4	36.4
3W			-33.7	34.0
5W			-35.3	31.5
7W				
10W				

（華山受け）

受信アンテナは少し分離し、斜面を利用して低い位置に設置したが、回り込み波とのD/Uがうまく確保できずPSERもよくない。5W以上出力すると時々発振し、音質に影響が出ることを確認した。

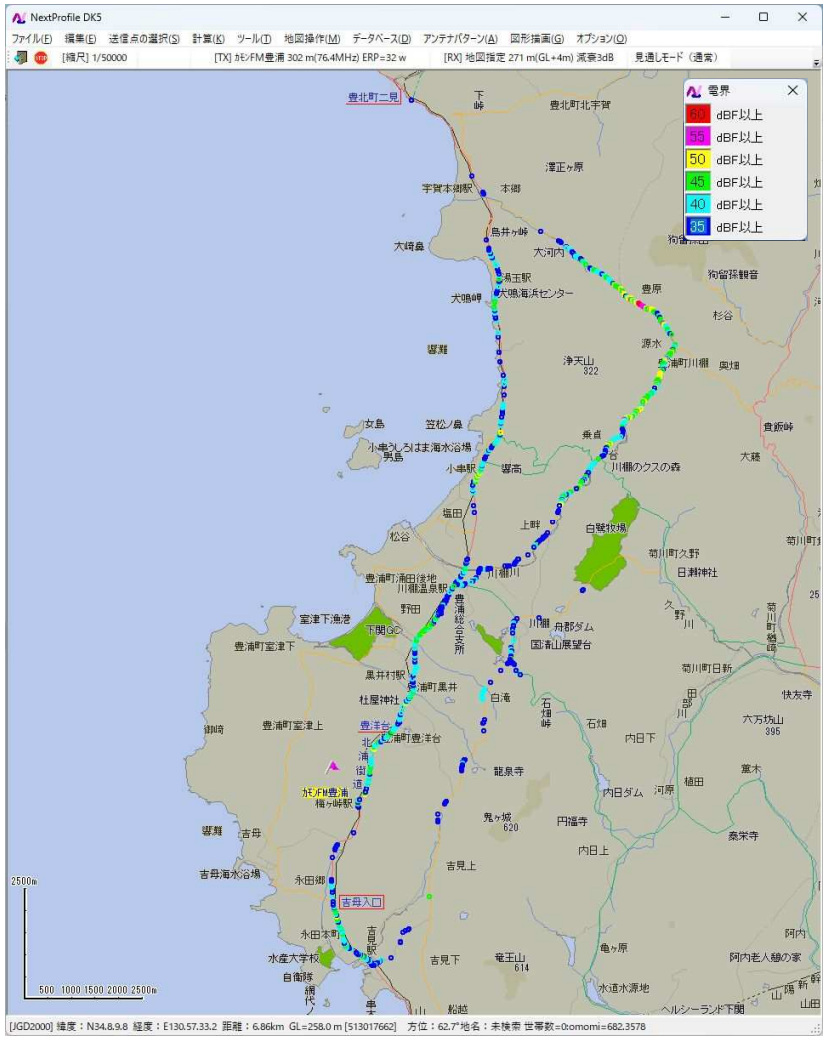
局名	豊浦実験試験局			
受信ANT	５素子八木（水平：非分離）下関受け			
送信ANT	３素子八木（垂直）			
↓TX出力	受ANT1親局受信端子電圧 dBμV	受ANT2親局受信端子電圧 dBμV	回り込みD/U dB	PSER dB
0.1W	50	52	-14.7	33.1
0.5W			-21.7	32.4
1W			-24.5	31.4
2W			-28.3	31.7
3W			-29.4	31.8
5W			-31.3	31.7
7W			-33.7	30.5
10W			-34.4	30.4

（下関受け）

下関方向に受信アンテナを向けた結果、回り込み波とのD/Uが確保できたため10Wまで出力することが可能となった。PSERは30～31dBとなったが、音質は比較的良好。

第４章　屋外試験の実施（１段）

豊浦局　実験結果（電界分布図）



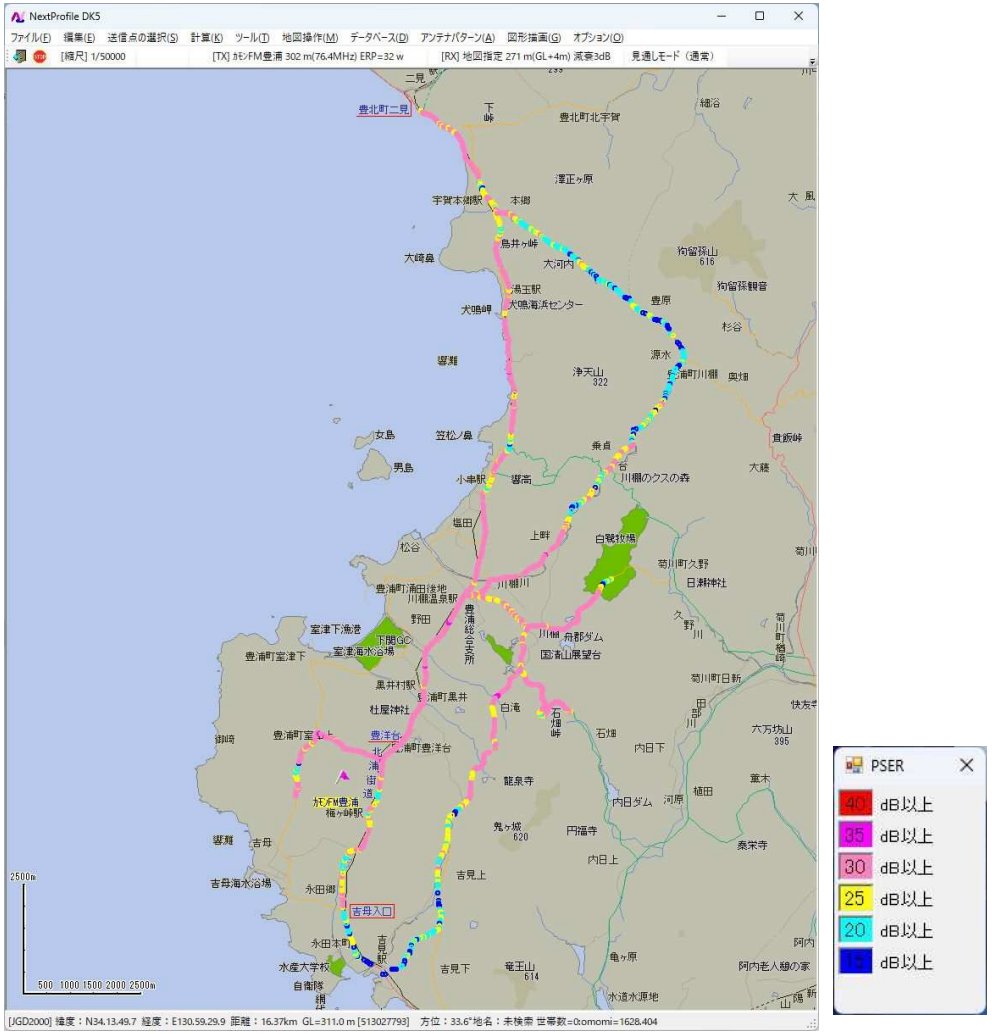
既設局なし



実験局１０W垂直（キャンセラー）

第４章　屋外試験の実施（１段）

豊浦局　実験結果（PSER分布図）



実験局１０W垂直（キャンセラー）

第４章　屋外試験の実施（２段）

４つのルートで検討



ＦＭ回り込みキャンセラー装置を使用した放送波中継を２段で実施し、音質の確認を行った。当初の計画では以下のとおり４パターンを想定し設備の構築を行った。

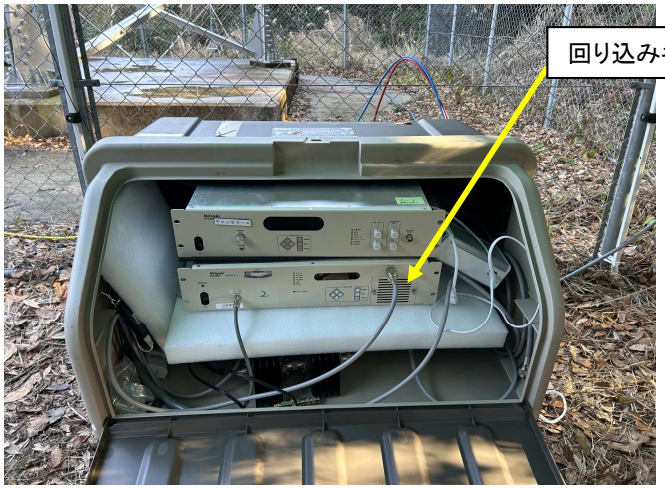
①下関局（親）＝＞華山実験試験局＝＞豊浦実験試験局
　華山局の送信アンテナを豊浦局方向に向けた際に、ＦＭ回り込みキャンセラーの動作がうまくいかず、電波の発射が１Ｗ程度しか出力できなかったため断念した。
②下関局（親）＝＞華山実験試験局＝＞豊北実験試験局
　華山局の既設の電波（２０Ｗ、水平）を受信し、１段でのＦＭ回り込みキャンセラーを構築したが、出力が１Ｗまでしか出せなかったため、保留とした。
③下関局（親）＝＞華山実験試験局＝＞南豊北実験試験局
　華山局の既設の電波（２０Ｗ、水平）を受信し、１段でのＦＭ回り込みキャンセラーを構築したところ、良好な結果が得られたことから華山＝＞南豊北ルートで調査を行った。
④下関局（親）＝＞豊浦実験試験局＝＞南豊北実験試験局
　豊浦実験試験局の電波を南豊北で受信したが、受信入力端子電圧が３３ｄＢμＶ程度と低くＦＭ回り込みキャンセラーの電波を発射することができなかったため断念した。

以上の結果から、③の下関局（親）＝＞華山実験試験局＝＞南豊北実験試験局ルートで試験を行った。

第４章　屋外試験の実施（２段）

南豊北局　機材の設置状況









第４章　屋外試験の実施（2段）

①既設華山局受信、垂直送信

局名	南豊北実験試験局			
受信ANT	５素子八木（水平：分離）華山Ｈ２０Ｗ受け			
送信ANT	３素子八木（垂直）			
↓TX出力	受ANT1親局受信 端子電圧 dBμV	受ANT2親局受信 端子電圧 dBμV	回り込み D/U dB	PSER dB
0.1W	61	61	-4.4	49.1
0.5W			-9.0	48.1
1W			-12.2	45.6
2W			-14.9	44.0
3W			-16.9	44.0
5W			-19.0	42.9
7W			-21.4	42.2
10W			-21.5	41.3

②既設華山受信、水平送信

局名	南豊北実験試験局			
受信ANT	５素子八木（水平：分離）華山Ｈ２０Ｗ受け			
送信ANT	３素子八木（水平）			
↓TX出力	受ANT1親局受信 端子電圧 dBμV	受ANT2親局受信 端子電圧 dBμV	回り込み D/U dB	PSER dB
0.1W	61	61	3.5	36.4
0.5W			-5.9	41.6
1W			-7.1	42.2
2W			-9.4	41.2
3W			-11.5	41.2
5W			-13.4	38.6
7W			-15.7	36.9
10W			-16.1	37.0

③華山実験試験局受信、水平送信

局名	南豊北実験試験局			
受信ANT	５素子八木（水平：分離）華山実験１０Ｗ受け			
送信ANT	３素子八木（水平）			
↓TX出力	受ANT1親局受信 端子電圧 dBμV	受ANT2親局受信 端子電圧 dBμV	回り込み D/U dB	PSER dB
0.1W	65	59	5.4	31.3
0.5W			-10.5	30.4
1W			-13.2	33.9
2W			-15.7	33.4
3W			-17.5	32.9
5W			-20.0	32.7
7W			-22.7	32.8
10W			-22.8	32.3

南豊北局　回り込みキャンセラ設置状況

（華山受け、垂直偏波送信）

送受信アンテナは約３０ｍ分離した。親局の華山局は既設局（ＩＰ伝送）の電波を受信して１段中継したところ、ＰＳＥＲは４０ｄＢ以上確保することができた。音質も良好であった。親局の受信入力レベルが高く回り込みＤ／Ｕが少ない場合、出力のＰＳＥＲは良好となることが確認された。

（華山受け、水平偏波送信）

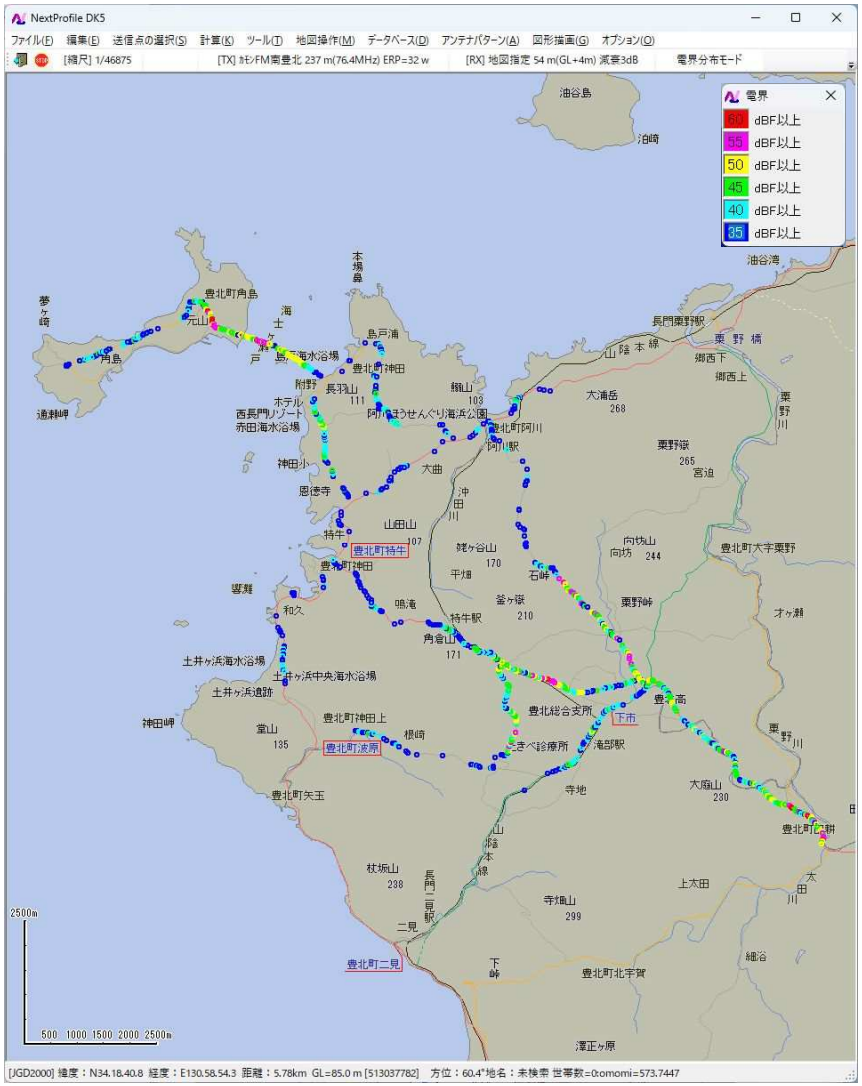
送信アンテナの偏波を水平にしたところ、ＰＳＥＲは若干劣化したが３６ｄＢ以上あり音質も良好であった。（評価４）送信の偏波を水平にすることで、後段局の受信アンテナ設置時に方向差による混信のＤ／Ｕを確保する必要があるようなケースでは水平偏波の活用は有効な手法と考える。

（華山実験試験局（キャンセラー）受け、水平偏波送信）

親局の華山を実験試験局にし、ＦＭ回り込みキャンセラーによる２段中継を確認した。送信アンテナの偏波は水平。回り込みＤ／Ｕは－２３ｄＢ。ＰＳＥＲは上位局の出力が３５ｄＢで、２段目になると３２ｄＢとなり、３ｄＢ程度劣化する結果となった。音質については、良好であった。（評価４）

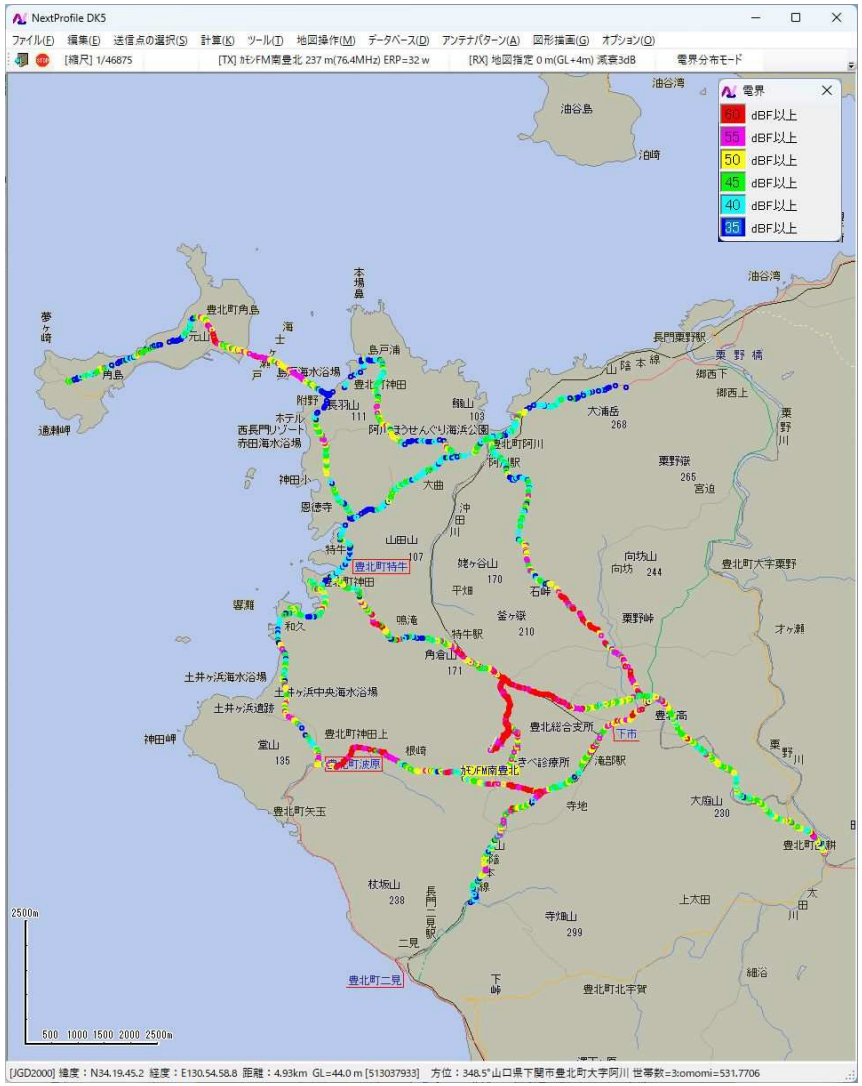
第４章　屋外試験の実施（2段：電界分布の比較）

南豊北の電波発射は無い状態（現状）



現状では滝部の町を越えたあたりから華山局の電界強度が弱くなる。
角島大橋付近は電界が上昇し受信できる。

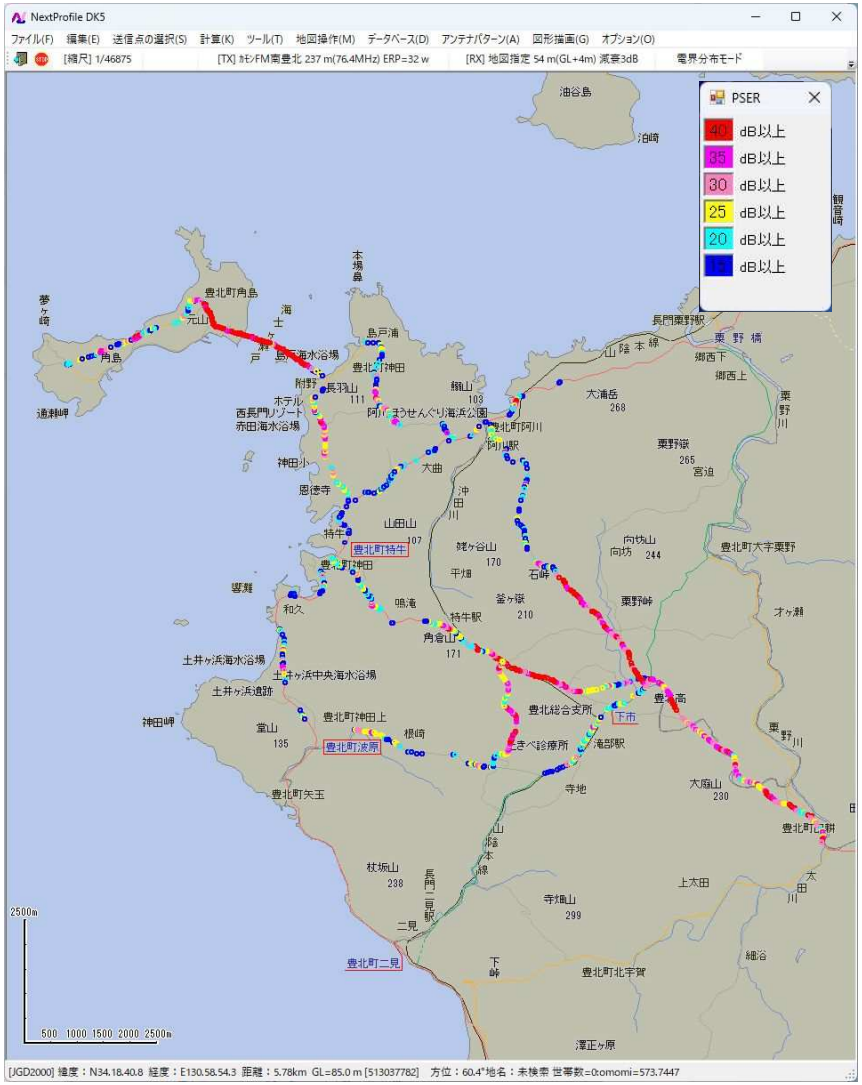
南豊北の電波発射あり（キャンセラー2段）



南豊北から電波を発射すれば付近の電界強度は上昇する。

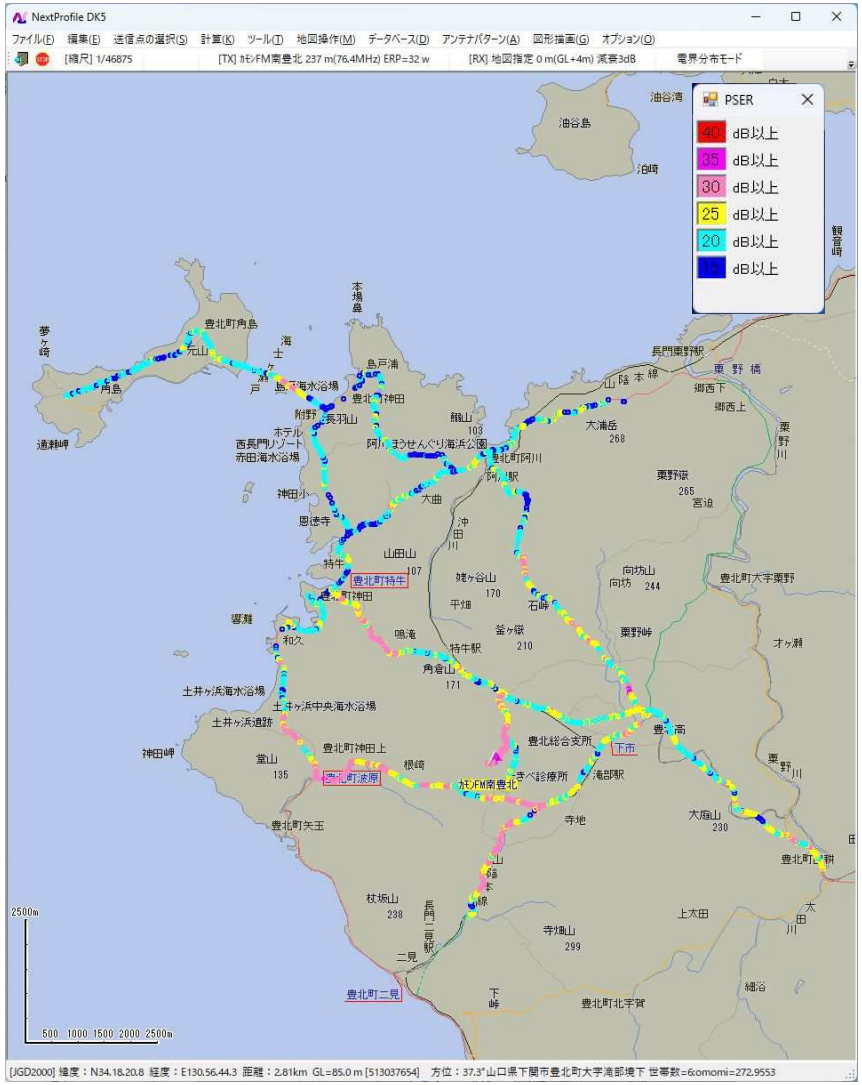
第４章　屋外試験の実施（2段：PSER分布の比較）

南豊北の電波発射は無い状態（現状）



現状では滝部の町を越える手前まではPSERが良好。角島大橋付近でもPSERは良好。

南豊北の電波発射あり（キャンセラー2段）



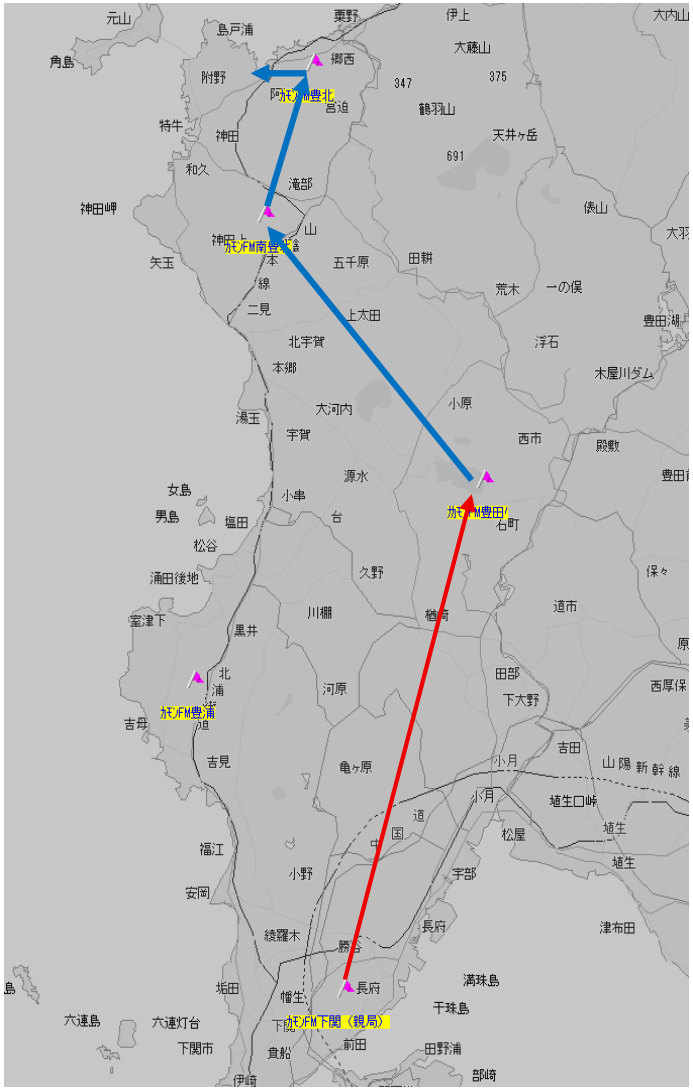
華山局、南豊北ともにキャンセラー局の2段中継。全体的には受信できる範囲が広がっているがPSERが低下した地域もある。

第４章　屋外試験の実施（3段）

ＦＭ回り込みキャンセラー装置を使用した放送波中継を３段で実施し、音質の確認を行った。実施した中継ルートは以下のとおり。

①下関局（親）＝＞華山実験試験局＝＞南豊北実験試験局＝＞豊北実験試験局

②華山局（ＩＰ伝送）＝＞南豊北実験試験局＝＞豊北実験試験局＝＞阿川実験試験局



①下関局（親）＝＞華山実験試験局＝＞南豊北実験試験局＝＞豊北実験試験局



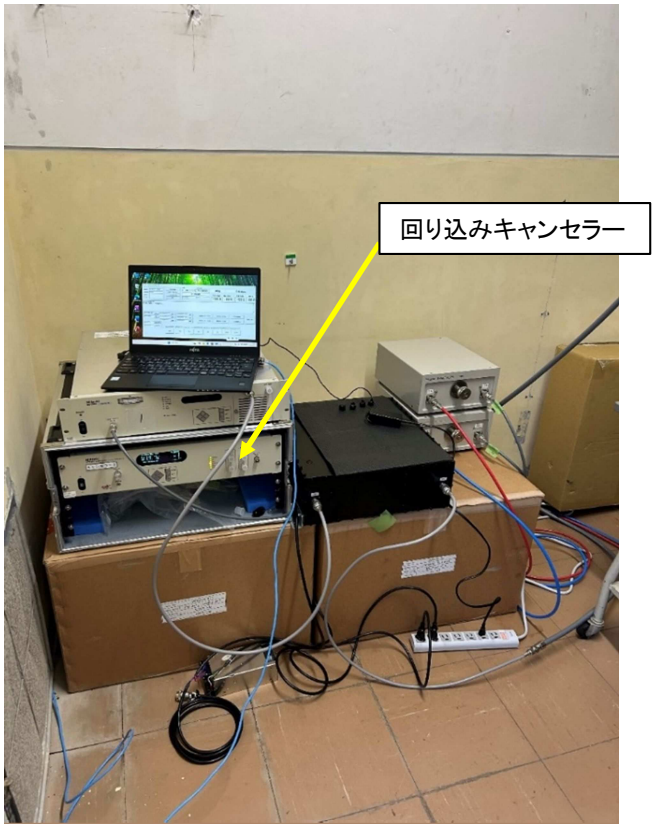
②華山実験試験局＝＞南豊北実験試験局＝＞豊北実験試験局＝＞阿川実験試験局

第４章　屋外試験の実施（3段）

豊北局　機材の設置状況







第４章　屋外試験の実施（3段）

①南豊北受信、垂直送信（華山は２０W既設）２段

局名	豊北実験試験局			
受信ANT	５素子八木（水平：分離）南豊北10W_H受け			
送信ANT	３素子八木（垂直）			
↓TX出力	受ANT1親局受信端子電圧 dBμV	受ANT2親局受信端子電圧 dBμV	回り込み D/U dB	PSER dB
0.1W	65	60	-7.2	33.2
0.5W			-13.5	32.2
1W			-16.8	31.2
2W			-19.8	31.5
3W			-21.4	31.1
5W			-23.8	31.3
7W			-25.6	30.5
10W			-26.4	30.1

②南豊北受信、垂直送信（華山は１０W実験試験局）３段

局名	豊北実験試験局			
受信ANT	５素子八木（水平：分離）南豊北10W_H受け			
送信ANT	３素子八木（垂直）			
↓TX出力	受ANT1親局受信端子電圧 dBμV	受ANT2親局受信端子電圧 dBμV	回り込み D/U dB	PSER dB
0.1W	65	60	-8.3	28.3
0.5W			-15.1	30.1
1W			-17.8	28.4
2W			-20.4	28.0
3W			-22.3	27.7
5W			-25.2	27.8
7W			-26.6	28.2
10W			-27.3	28.3

③華山IP受信（１段）

局名	豊北実験試験局			
受信ANT	５素子八木（水平：分離）豊田IP20W_H受け			
送信ANT	３素子八木（垂直）			
↓TX出力	受ANT1親局受信端子電圧 dBμV	受ANT2親局受信端子電圧 dBμV	回り込み D/U dB	PSER dB
0.1W	54	56	-11.2	41.1
0.5W			-18.6	37.9
1W			-21.2	34.2
2W				
3W				
5W				
7W				
10W				

豊北局　回り込みキャンセラ設置状況

（華山IP_H=>南豊北H=>豊北V：2段中継）

南豊北の１段中継時の送信ＰＳＥＲは３７ｄＢぐらいあるが、豊北での送信のＰＳＥＲは３０ｄＢぐらいになった。これは、豊北局で華山局の電波が受かるため、受信入力の段階で混信しているものと思われる。南豊北に受信アンテナを向けた状態での華山局と南豊北局のＤ／Ｕは２０ｄＢ程度であった。

（華山V=>南豊北H=>豊北V：3段中継）

南豊北局の２段中継時の送信ＰＳＥＲは約３２ｄＢ。この信号を受けて３段中継を行ったところ、送信のＰＳＥＲは約２８ｄＢになった。これは、豊北局で華山局の電波が受かるため、受信入力の段階で混信しているものと思われる。

（華山IP_H=>豊北V：1段中継）

華山局を直接受信した場合の送信ＰＳＥＲは約３４ｄＢとなった。また、２W以上の送信は発振したため出力できなかった。

第４章　屋外試験の実施（3段：電界分布）



①華山IP_Hのみ（南豊北、豊北なし）



②華山IP_H=>南豊北H(豊北なし）:1段



③華山IP_H=>南豊北H=>豊北V:2段

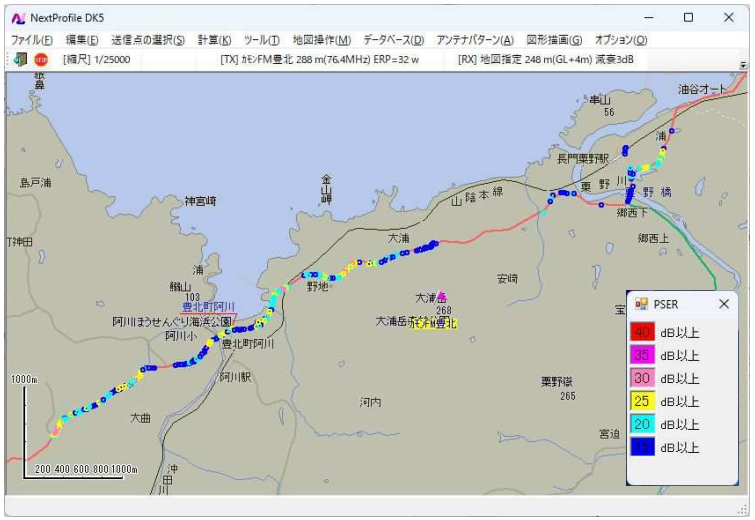


④華山V=>南豊北H=>豊北V:3段

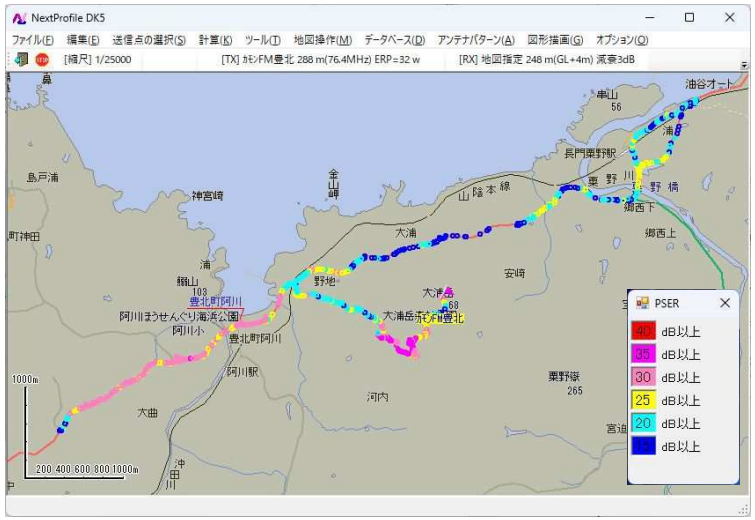
第４章　屋外試験の実施（3段：PSER分布）



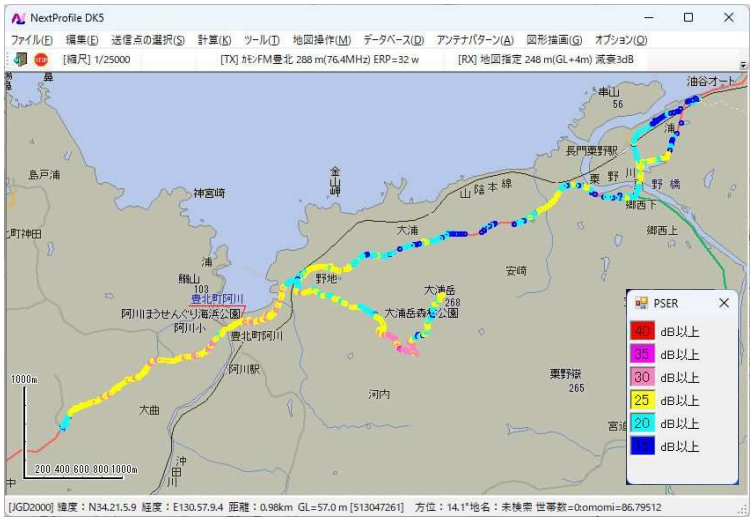
①華山IP_Hのみ（南豊北、豊北なし）



②華山IP_H=>南豊北H(豊北なし）:1段



③華山IP_H=>南豊北H=>豊北V:2段



④華山V=>南豊北H=>豊北V:3段

第４章　屋外試験の実施（3段）

阿川局　機材の設置状況



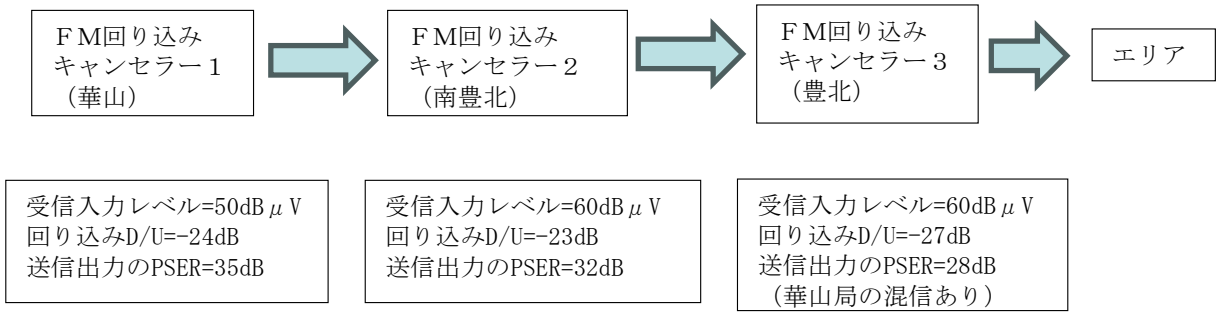


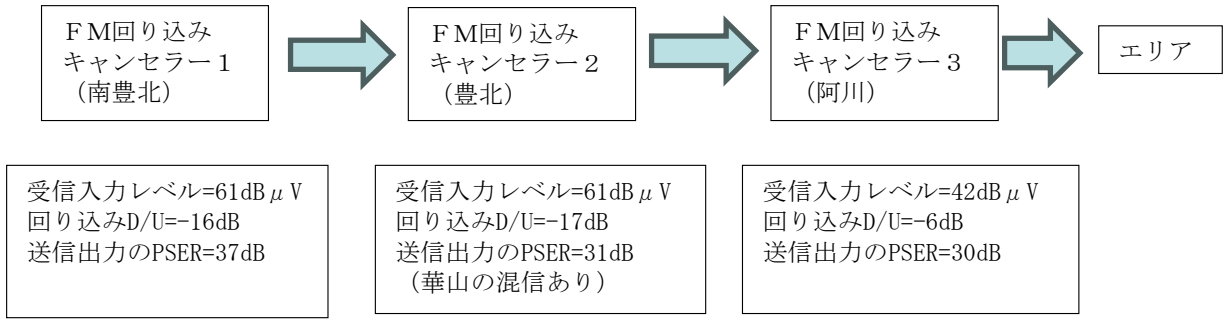
華山IP_H=>南豊北10W_H=>豊北1W_V=>阿川_H（３段）

局名	阿川実験試験局			
受信ANT	５素子八木（垂直：分離）豊北1W_V受け			
送信ANT	３素子八木（水平）			
↓TX出力	受ANT1親局受信端子電圧 dBμV	受ANT2親局受信端子電圧 dBμV	回り込み D/U dB	PSER dB
0.1W	42	44	7.6	31.4
0.5W			-2.3	31
1W			-5.5	30.5
2W			-6.5	30.6
3W				
5W				
7W				
10W				

調査検討会の視察において、３段中継による音質の確認を行うため、阿実験試験局を設置した。南豊北H＝＞豊北V＝＞阿川Hの３段中継。豊北局の出力を１Wに抑えたため、阿川局の受信入力レベルは低かったが受信アンテナを５０m以上分離することで回り込みを少なくした結果、２Wまで送信することができた。ＰＳＥＲは３０ｄＢ以上確保することができた。

第４章　屋外試験の実施（3段）





第５章　調査検討のまとめ

第５章　調査検討のまとめ

同一周波数放送波中継での同期放送では、FM放送又はFM同期放送と比べて、次の5点の特徴的な事項について考慮することが必要

（１）「FM回り込みキャンセラー装置」における希望波(D)と自局の回り込み波(U)のD/U

【単一段中継の回り込みD/U、PSER】
キャンセラー装置における希望波(D)に対する自局の回り込み波(U)とのDU 比はD/U=-35dB 以内、PSER=30dB 以上を目標とする。

回り込みD/U の規定は、放送波多段中継を行う際に必要となる技術的条件の中でも、放送波の品質を決める最も重要な要素の一つとなると考えられるものであり、令和7年度には多段中継時の検討を行なった。

屋内試験では、装置の入力１と入力２に対して自局回り込み信号の位相を正確に180度の位相差を持たせた信号を用いて試験を行うことができるが、実際の設備では受信アンテナの設置場所についての物理的な制約が伴うため、結果的に期待したようなキャンセリング効果が得られない場合がある。具体的には、鉄塔の構造によって、受信アンテナの取付位置の制約を受け、回り込みD/Uが確保できない場合や、風雨・積雪などの気象環境による回り込み量の変化や、親局からの受信入力信号の変動（フェージングによるレベル変動や他局からの混信等）が考えられる。

屋内試験では余裕でキャンセリングできていたものが屋外試験ではＰＳＥＲが３０ｄＢ以下になり、発振等が発生して安定して電波を発射することができないケースがあった。また、多段中継を行う際には後段になるほどＰＳＥＲの劣化が積み重なっていく状況になるため、多段中継の際の上位局は特に電波の品質と安定して電波を送信することができる設備を構築する必要がある。さらに、単純に回り込みD/Uの数値を規定するだけではなく、合わせてＰＳＥＲやS/Nを規定する必要性があることが判明した。

なお、屋内試験ではS/Nや歪率の測定も行ったが、放送波中継の設備にてS/N・歪率を測定するには放送波中継の上位局から規定していく必要があり、さらに試験用の信号を演奏所又は親局設備から入力する必要があることなど、運用面や保守における負担が増えることも想定されるため、回り込みD/Uは可能な限り少なくなるような設備設計を行うことが重要となる。

華山実験試験局では、受信アンテナを50m程度分離したところ、10W送信時に回り込みD/U=-24dB、PSER=35dBを確保することができた（水平偏波受信、水平偏波送信）。既設の鉄塔に送・受信アンテナを取り付けた場合、送信出力が1Wの際の回り込みD/Uは-25dB 程度となった。送信出力2W以上は発振したためデータの取得ができなかった。そのほか、令和７年度の屋外試験で得られた１段、２段、３段中継時の回り込みキャンセラー装置の設置状況を次に示す。

第５章　調査検討のまとめ

（令和7年度の屋外試験で得られた1段、2段、3段中継時のデータ）

表5-1　1段中継時の回り込みD/UとPSER

自局	上位局	入力1 dBμV	入力2 dBμV	送信出力 W	送信偏波 H/V	回り込み D/U dB	PSER dB	参考
華山	下関H	51	45	1	V	-13.3	34.3	非分離
華山	下関H	50	51	10	H	-24.0	35.5	50m分離
華山	下関H	50	51	10	V	-18.0	36.5	50m分離
南豊北	華山H	61	61	10	H	-16.1	37.0	30m分離
南豊北	華山H	61	61	10	V	-21.5	41.3	30m分離
豊浦	下関H	50	52	10	V	-34.4	30.4	20m分離
豊北	華山H	54	56	1	V	-21.2	34.2	20m分離

表5-2　2段中継時の回り込みD/UとPSER

自局	上位局	入力1 dBμV	入力2 dBμV	送信出力 W	送信偏波 H/V	回り込み D/U dB	PSER dB	参考
南豊北	華山H	65	59	10	H	-22.8	32.3	30m分離
豊北	南豊北H	65	60	10	V	-26.4	30.1	20m分離

表5-3　3段中継時の回り込みD/UとPSER

自局	上位局	入力1 dBμV	入力2 dBμV	送信出力 W	送信偏波 H/V	回り込み D/U dB	PSER dB	参考
豊北	南豊北H	65	60	10	V	-27.3	28.3	20m分離
阿川	豊北V	42	44	2	H	-6.5	30.6	50m分離

第５章　調査検討のまとめ

親局受けの受信入力端子電圧や送・受信アンテナ設置の条件が各局で異なるため、回り込みD/Uを規定するのが難しいとは感じるが、多段中継の場合は、令和7年度の屋外試験で得られたデータと屋内試験から総合的に判断し、以下のD/U とPSER が満足されれば、1 段目から2 段目、2 段目から3 段目への中継が行われ、かつ、1 段目、2 段目、3 段目の中継局の放送エリアにおいて音質評価３以上が確保されることとなると考えられる。

1 段目：D/U=-25dB 以内、出力信号のPSER=35dB 以上を目標とする。
2 段目：D/U=-30dB 以内、出力信号のPSER=32dB 以上を目標とする。
3 段目(末端の中継段)：D/U=-35dB 以内、PSER=30dB 以上を目標とする。

この時3 段目までの中継が行われ、かつ、3 段目の中継段の放送エリアにおいて音質評価３以上となるためには、上記の3 段目におけるD/UとPSER が確保されることが必要で、そのためには1 段目及び2 段目の各値は必然的に上記の値を満足するようになってくるものであるので、1 段目及び2 段目については特に細かく規定しなくてもよいと考えられる。

一方、１段目の回り込みD/Uが-25dBを超えるとS/Nが55dBを割り、音質にも徐々に影響する状況となってくることが屋内試験において確認された。そのため、多段中継の各中継段において回り込みD/Uが-25dBを超える中継局が１局でもある場合は、末端局において必要となるS/Nを規定することで、音質評価３以上が確保され、3 段目への中継が行われ、かつ、1 段目、2 段目、3 段目の中継局の放送エリアにおいて音質評価３以上となると考えられる。以上のことから、多段中継における技術的条件についは、次のとおり導出した。

【多段中継時の回り込みD/U、PSER】

末端局において回り込みD/U=-35dB以内、PSER=30dB以上を目標とする。なお、多段中継の途中の各中継段において回り込みD/Uが-25dBを超える中継局がある場合は、末端局の出力におけるS/N=45dB以上を目標とする。

（２）周波数シフトの方式と周波数シフト量について

（ア）周波数シフトの方式

ＦＭ回り込みキャンセラーは親局からの受信電波と自局の電波を識別する必要があることから、自局の送信周波数をシフトすることが採用されており、令和6年度の検討において、シフト量について比較検討を行った（ +100Hz，-100Hz，±100Hz（※）の３つの方式）。

中継装置単体の性能では、それぞれの方式による優劣は確認されなかったが、±100Hzについては周波数シフト方式ではない同期放送の電波とエリアなどで合成した場合、D/Uが0dBで、遅延時間が0μsでも音質に多少ノイズがあることが確認された。理由は周波数シフトをする際に周波数偏差0Hzを通過するため、タイミングによってはノイズが発生する模様。±100Hzの方式は周波数カウンターなどの測定器で周波数を測定する際に、周波数偏差が0Hzで計測されるというメリットがあるが、音質を考えると選択しないほうがよいと考える。-100Hzについては、多段での放送波中継を行う際に上位局が+100Hzでシフトしている場合、-100Hzのシフトを使用することでシフト量を0Hzに戻す用途として利用できる。よって-100Hzについては、多段中継用途としての利用を推奨する。以上のことから、１段目の「同一周波数放送波中継」で使用する周波数シフト方式は「+100Hz」とし、２段目は「-100Hz」、３段目は「+100Hz」とすることを推奨する。

※　±100Hz：周波数シフト量を+100Hz→-100Hz→+100Hz→-100Hz……と連続的に一定の周期で繰り返し変化させる方式。令和6年度の検討においては、周期を500msとした。（設定により変更可能）

（イ）周波数シフト量

ア．において、周波数シフト量を+100Hzとしたのは、復調時のノイズと回り込み波の識別を考慮し、区切りの良いシフト量を設定して試験を行うこととしたものである。現在の技術では、上位局の電波と自局の回り込み波の識別に周波数シフトを利用しており、識別のために1/fの時間を必要としている。100Hzでは10msになるが、周波数シフト量を大きくするとより短い時間で識別が可能となるため、キャンセラーの応答速度を向上させることができる。しかし、上位局の電波と自局の電波が重なる受信状況で、シフト量が200Hz付近より高い周波数では、無音時にシフト量に応じたビート音のようなノイズがＦＭラジオで確認された。一方で周波数シフト量を小さくすると回り込み波の識別に時間が長くかかり、キャンセラーの応答速度が低下することで受信状態の変化に正確に追従することができなくなることがある。周波数シフト量が50Hzのときは無音時に回り込み発振を起こすことがあった。以上のことから、周波数シフトは+100Hz前後が最適であるため、区切り良く100Hzとするものである。

なお、技術的に可能であるならば、周波数シフトは小さいほうが望ましい。今後の技術進展によって周波数シフト量が100Hzより小さくても安定した回り込みキャンセルが可能になったときに、100Hzより小さい値を採用することを妨げるものではない。

第５章　調査検討のまとめ

（３）放送波中継における親局と「FM回り込みキャンセラー装置」を設置した中継局の放送区域が交差する場合に必要となる技術的要件

親局の電波とＦＭ回り込みキャンセラー装置が設置されたＦＭ中継局の電波がエリアで交差する場合、遅延時間差が２００μs以上あり、周波数も１００Ｈｚずれていることから、可能なかぎりＤ／Ｕを確保する必要がある。令和６年度の屋内試験の結果及び令和６年度に山口大学構内で実施した屋外試験の結果から、基準は以下の通りとする。**「親局と電波が交差する場合のエリア内D/U=12dB以上（評価４）」**

（４）「ＦＭ回り込みキャンセラー装置」を設置した中継局と、ＦＭ同期放送による別の放送波中継局の放送区域が交差する場合に必要となる技術的条件

別の放送波中継ルートの電波とＦＭ回り込みキャンセラー装置が設置されたＦＭ中継局の電波がエリアで交差する場合、令和６年度に実施した屋内試験の測定結果によれば同期放送での試験結果と大差がないことから、同期放送局同士の技術的条件を設定する。なお、ＦＭ回り込みキャンセラー装置を経由した電波は周波数が100Hzずれていることから、D/Uは多めの設定が望ましい。

遅延時間とD/Uの関係については、平成２７年７月の情報通信審議会一部答申「放送システムに関する技術的条件」の中の「表１－２　同期放送の技術的条件」で記されている「ギャップフィラー局間の同期放送の条件」を参考に、下記の表を作成した。同期局とキャンセラー局間のD/Uは屋内試験の結果をもとに設定した。なお、遅延時間差が２０μs以上のD/Uの設定が無かったが、屋内試験の結果、２０μs以降はパイロット信号の位相関係に応じた音質変化の状態が繰り返し継続するが、D/U=12dB以上あれば評価４を確保できることを確認した。

表5-4　同期放送とＦＭキャンセラーの技術的条件（エリア内D/U）

送信局間の遅延時間差	同期局同士 D/U	同期局とキャンセラー局 D/U	備　考
5μs以内	規定せず	2dB以上	周波数100Hzずれ
5～10μs未満	6dB以上	8dB以上	周波数100Hzずれ
10μs以上20μs	9dB	10dB以上	周波数100Hzずれ
20μs以上		12dB以上	周波数100Hzずれ

（５）親局を同一とする「ＦＭ回り込みキャンセラー装置」を設置した中継局１と「ＦＭ回り込みキャンセラー装置」を設置した中継局２の放送区域が交差する場合に必要となる技術的条件

親局を同一とする「ＦＭ回り込みキャンセラー装置」を設置した中継局１と「ＦＭ回り込みキャンセラー装置」を設置した中継局２の電波がエリアで交差する場合、令和６年度に実施した屋内試験の測定結果及び令和６年度に山口大学構内で実施した屋外試験の結果から、ＦＭ同期放送の技術的条件と同等で問題無い。よって、遅延時間とD/Uの関係については、令和２年情報通信審議会答申「諮問第2023号　ＦＭ同期放送の技術的条件」の中の「ＦＭ放送における遅延時間差と混信保護比の条件（同期評価テーブル）」を採用する。

表5-5　FM同期放送における遅延時間差と混信保護比の条件（同期評価テーブル）

相互に同期関係にある基幹放送局間の搬送周波数差及び最大周波数偏移差	許容される遅延時間差（μs）	混信保護比（dB）		
		主観評価2	主観評価3	主観評価4
搬送周波数差 2Hz 以内 かつ 最大周波数偏移差 1kHz 以内	0	0.0	0.3	1.7
	1	0.0	0.7	1.9
	5	1.1	2.6	4.4
	10	2.0	4.6	7.6
	26.3	9.5	11.8	13.8
	53	5.0	7.6	10.7
	100	8.3	13.5	20.0
搬送周波数差 0.2Hz 以内 かつ 最大周波数偏移差 1Hz 以内	0	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	0.0
	5	0.4	1.3	2.3
	10	1.1	2.8	4.8
	26.3	6.3	10.0	12.8
	53	3.4	7.1	12.0
	100	7.0	13.1	19.4

第５章　技術的条件

➢ ＦＭ回り込みキャンセラー装置使用する上で必要とする技術的条件

項目	技術的条件		
	同一周波数放送波中継で同期放送を行うFM放送局	同期放送を行うFM放送局	FM放送局
周波数	右に同じ	右に同じ	76MHz～99MHz
周波数安定度	右に同じ	右に同じ	搬送波に対して20ppm（20×10-6）
搬送周波数差	―	相互に同期の関係にある放送局間の周波数差2Hz以内（目標0.2Hz以内）	―
周波数シフト(放送波中継で上位局から受信する電波と自局から送信する電波を識別するため、受信周波数より若干ずらして送信する際の周波数差)	・上位局が周波数シフトを行っていない場合：受信周波数+100Hz（以下） ・上位局が+100Hzの周波数シフトを行っている場合：受信周波数-100Hz（周波数シフトを0に戻す）なお、周波数シフト量が100Hzより小さくても安定した回り込みキャンセルが可能な場合は100Hzより小さい値とすることを妨げるものではない。	―	―
占有周波数帯域幅の許容値	右に同じ	右に同じ	200kHz
最大周波数偏移	右に同じ	右に同じ	±75kHz
	―	相互に同期の関係にある放送局間の最大周波数偏移差 1kHz以内（目標1Hz以内）	―
送信偏波面	右に同じ。	右に同じ。 必要に応じて、垂直偏波も可	原則として水平偏波
混信保護	―	―	自局の放送区域内の全ての地点において、自局の電波の電界強度値と他の放送局の電波の電界強度値とが、次の混信保護比を満足すること。 周波数差0kHz=>混信保護比36dB 他の放送局の放送区域フリンジにおける自局の電波の電界強度値が上記の混信保護比を満足すること。

第５章　技術的条件

➢ ＦＭ回り込みキャンセラー装置使用する上で必要とする技術的条件

項目	技術的条件		
	同一周波数放送波中継で同期放送を行うFM放送局	同期放送を行うFM放送局	FM放送局
混信保護比及び目標とする品質(キャンセラー装置における希望波と自局の回り込み波のD/U、PSER、S/N)	【単一段中継の時】 キャンセラー装置における希望波(D)に対する自局の回り込み波(U)との回り込みD/U=−35dB以内、PSER=30dB以上を目標とする。 【多段中継の時】 末端局において、回り込みD/U=−35dB以内、PSER=30dB以上を目標とする。途中の各中継段において、回り込みD/Uが−25dBを超える中継局がある場合は、末端局の出力におけるS/N=45dB以上を目標とする。	−	−
混信保護（同一周波数利用）	相互に同期の関係にある放送局の放送区域が重なる区域がある場合、それらの放送局からの電波が別の周波数シフトによる電波であるときは、その区域内において、希望する放送局の電波の電界強度値と他の放送局の電波の電界強度値とが、次の混信保護比が満足されるよう努める。 混信保護比12dB（主観評価4） 相互に同期の関係にある放送局の放送区域が重なる区域がある場合、それらの放送局からの電波が同じ周波数シフトによる電波であるときは、同期を構成する局間において、干渉妨害領域における受信障害による影響ができる限り小さくなるよう、干渉妨害領域を推定するための遅延時間差と混信保護比の条件（同期評価テーブル）に留意しつつ、干渉妨害領域の受信品質の確保に努める。	同期を構成する2局間においては、干渉妨害領域における受信障害による影響ができる限り小さくなるよう、干渉妨害領域を推定するための遅延時間差と混信保護比の条件（同期評価テーブル）に留意しつつ、干渉妨害領域の受信品質の確保に努める。	−