

ケーブルテレビ網を活用した AM ラジオ
難聴地域解消のための FM 補完小電力
放 送 シ ス テ ム の 調 査 検 討
報 告 書

平成27年3月

ケーブルテレビ網を活用した AM ラジオ難聴地域解消のための
FM 補完小電力放送システムの調査検討会

はじめに

2011年3月11日に発生した、東日本大震災では多くの尊い命が喪われ、早や4年となりました。

この不幸な大災害で得た教訓を最大限に生かし、減災・防災に努めなければなりません。中でも、ラジオ放送は、停電時において情報の入手が可能なメディアとして、東日本大震災においても、国民の生命・財産の安全確保に極めて重要な役割を担うことが改めて認識されました。

また、一方、特にAMラジオ放送については、従来の地理的・地形的難聴や外国波混信に加えて、建物の高層化や地下階の発達などによる都市型難聴の増加も顕在化しており、その解消が大きな課題となっています。

総務省では、平成25年2月から「放送ネットワークの強靱化に関する検討会」を開催し、こうした課題への対応策について検討を重ね、同年7月の中間取りまとめでは、難聴対策・災害対策としてのラジオ送信所の整備や予備電源、予備送信設備などバックアップ設備の整備等の提言がなされ、また、AM放送を補完するFM放送についても制度化され放送が開始されてきています。

さらに、この提言には、「新たなアイデアによる事業展開の推進」についても触れられており、例えば、「地域密着性の強化」という観点で、「県域ラジオ放送とコミュニティ放送との連携」や「ラジオとテレビとの連携」などに加え、本調査検討会のテーマの元となる、「ラジオとケーブルテレビとの連携」が掲げられています。

この「ラジオとケーブルテレビとの連携」については、「ケーブルテレビ事業者が、ラジオ音声を各家庭にケーブル配信することに加え、配信する途中にギャップフィラーを設置すること等」によって難聴を解消するというものです。

このような背景を踏まえ、本調査検討会では、各分野の専門家の皆様にお集まりいただき、ケーブルテレビ網を活用したギャップフィラーとしての「FM補完小電力放送システムの技術的条件」や「効率的な無線局の置局方法」等について調査検討を行いました。

その結果、ケーブルテレビという既存インフラの活用により、アナログテレビ放送で行われた同期放送をFM放送で行うことで、同一周波数を繰り返し利用でき、狭小の難聴地域解消に向け一つの方法となることが確認できました。

実用に当たっては、性能に差がある多様なラジオ受信機が、低い受信高で利用されても、より安定した聴取が可能となるような条件検討や、都市部や地下街への応用などの課題も残ります。

課題解決には、さらなる調査検討が必要と思いますが、本調査検討会で得られた成果が、ラジオ難聴改善の実用化に向けた一歩となることを期待しています。

最後に、多忙な中、熱心にご討議を頂きました構成員各位に、また、本調査検討会で検討し試作したFM小電力無線局を使用したフィールド実証実験にご協力頂きました豊田市、ひまわりネットワーク株式会社様、他関係各位に心より感謝申し上げます。

平成27年3月

ケーブルテレビ網を活用したAMラジオ難聴地域解消のための
FM補完小電力放送システムの調査検討会

座長 名城大学理工学部 教授 都竹 愛一郎

目 次

第1章 調査検討の背景と目的及び検討課題	1
1.1 調査検討の背景	1
1.2 調査検討の目的	1
1.3 FM 補完小電力放送システムの定義	1
1.4 FM 補完小電力放送システムの概念	2
1.5 調査検討課題	3
第2章 FM 小電力無線局の技術的条件	4
2.1 電波の質	4
2.1.1 基本的な考え方	4
2.1.2 電波の質(無線設備規則該当項目)	4
1) 周波数	5
2) 周波数許容偏差	6
3) 空中線電力	6
4) 空中線電力の許容偏差	6
5) 占有周波数帯幅	6
6) 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	6
7) スプリアス領域における不要発射の強度の許容値	6
8) 副次的に発する電波等の限度	6
9) 相対周波数許容偏差	6
2.2 放送区域	6
2.3 隣接周波数混信保護比	7
2.4 マルチパス混信	7
第3章 FM 小電力放送システム送信機の規格及び試作機器の性能	9
3.1 FM 小電力放送システムの基本構成と試作機の要件	9
3.2 試作機器の概要	11
3.2.1 FM 小電力無線局の概要	11
3.2.2 FM 小電力無線局の構成	11
1) I F 変換タイプ	11
2) パススルータイプ	11
3.3 試作機器の数量	15
3.4 試作機器の外観	15
3.5 試作機器の性能	19

3.5.1 試作機器の試験成績	19
3.5.2 群遅延特性.....	19
1) 群遅延特性	19
2) 2 台の遅延時間差	23
3) その他の性能項目	25
第 4 章 室内実証試験.....	27
4.1 室内実証試験の目的.....	27
4.2 室内実証試験の概要.....	27
4.2.1 試験項目	27
1) 感度	27
2) 近接周波数混信保護比	27
3) マルチパスに対する性能.....	27
4.2.2 試験方法	27
4.2.3 FM ラジオの性能確認	29
4.3 FM 放送の音質評価基準.....	30
4.4 感度の試験方法と試験結果.....	31
4.4.1 入力信号レベルと SN 比の関係.....	31
4.4.2 試験方法	32
1) 有線接続試験	32
2) 無線接続試験	32
4.4.3 試験結果	33
1) 有線接続試験	33
2) 無線接続試験	35
4.5 近接周波数混信保護比の試験方法と試験結果	37
4.5.1 試験方法	37
4.5.2 試験結果	37
4.6 マルチパスに対する性能の試験方法と試験結果.....	39
4.6.1 有線接続試験	39
1) 試験方法.....	39
2) 試験結果.....	39
4.6.2 無線接続試験	40
4.6.3 スペクトル波形と DU 比	41
4.7 測定系列及び測定風景写真.....	43
4.7.1 有線接続試験	43
4.7.2 無線接続試験	45
第 5 章 フィールドにおける実証実験の結果	47

5.1 実験場所	47
5.2 実験期間	47
5.3 見学会	47
5.4 実験内容	47
第6章 FM 小電力放送システムの活用が見込まれる利用形態	48
6.1 建造物等による難聴地域	48
6.1.1 単体のビルや橋梁等による難聴の地域	48
6.1.2 複数建造物の複合的な都市減衰による難聴の地域	48
6.2 混信により受信障害が発生している地域	49
6.3 地下街などの閉鎖空間地域	49
第7章 調査検討のまとめと今後の課題	50
7.1 調査検討のまとめ	50
7.2 今後の課題	50
7.2.1 置局のためのガイドラインの作成	50
7.2.2 ケーブルテレビ網から離隔した難聴地域への対応	50
7.2.3 都市部難聴地域への対応	51
7.2.4 地下街等閉鎖空間への応用	51
1) 地下街におけるラジオ再放送の現状	51
2) 都市部及び地下街のラジオ受信調査	52
3) 地下街での置局の課題	52
7.2.5 その他の課題	53
1) 免許主体	53
2) 技術基準適合証明制度	53
3) FM放送の難聴地域にむけた展開	53
第8章 調査検討会の概要	54
8.1 調査検討会設置要綱	54
8.2 調査検討会構成員	57
8.3 検討会開催日程と審議内容	58
8.4 検討会風景	58
付属資料	59
1) 室内実証試験の詳細	61
2) ケーブルテレビ網を活用したラジオ放送用ギャップフィラーの実証(概要)	79
3) 都市部及び地下街のラジオ受信調査	109
参考資料	133
1) 平成10年度電気通信技術審議会資料(平成10年4月21日)(抜粋)	135

第 1 章 調査検討の背景と目的及び検討課題

1.1 調査検討の背景

ラジオ放送は、非常災害時において最も基本的な情報伝達手段として、日本全国のあらゆる場所において聴取が可能となるよう、その強靱化が求められている。

AM 放送の難聴地域対策として、FM 放送波によりこれをカバーする FM 補完放送局については、平成 24 年初めに制度整備の基本方針が総務省より公表され、現在その実現に向けての諸整備が進められている。

しかしながら、それによってもなお山間部又は都市部においては、小規模な集落や限定的な範囲での難聴地域は多数残存する。

そうした局所的な難聴地域を解消するためには、さらに小規模な FM 補完放送局を多数配置する必要があるが、そのためには限りある放送用周波数を有効に活用でき、既存インフラを活用して効率的・経済的に設置が可能な放送システムの実現が望まれる。

近年、インターネット利用や地上放送デジタル化対応などもあり、ケーブルテレビ網は山間地域や過疎地域も含めて、国内の広範囲において整備されてきている。そこで、これを伝送路として活用し、送信を小電力の無線設備とすることにより周波数を複数局で繰り返し利用することで、必要な難聴地域をカバーすることのできる補完放送システムが考えられるが、この実現に当たっては、これまでの FM 放送局とは異なる技術基準が必要とされる。

1.2 調査検討の目的

このような背景の中、本調査検討では、

- ① 放送番組の伝送に、ケーブルテレビ網を活用し、
- ② 数ミリワットから数十ミリワット程度の空中線電力で、
- ③ FM から V-Low 周波数帯における現用ラジオ放送等に混信を与えない周波数を使用し、
- ④ 山間部又は都市部での数戸から数十戸程度の地域での AM 放送難聴の解消を行う、
- ⑤ 比較的安価に設置が可能な無線局について、実現に必要な技術的条件の検討を行うことを目的とする。

1.3 FM 補完小電力放送システムの定義

大規模な出力の基幹局や中継局ではカバーできないごく狭い区域又は特別な理由による AM ラジオ放送の難聴区域において、ケーブルテレビ網の活用により、補完的に設置される FM 放送用の無線設備とする。以下、本報告書では「FM 補完小電力放送システム」という。

1.4 FM 補完小電力放送システムの概念

ケーブルテレビ網を活用した FM 補完小電力放送システムの概念を図 1.1.1(山間部難聴地域)、図 1.1.2(都市部難聴地域)に示す。

山間部難聴地域とは、AM 放送が山などによって遮蔽され受信できない地域のことをいう。このような山間部に存在する集落に向けて限定的に小電力で AM 放送を FM 補完小電力放送システムで再放送を行うものである。また、都市部難聴地域とは、複数の高層ビル群によって AM 放送が遮蔽され受信できない地域のことをいう。このような都市部に存在する限定的な難聴地域に向け FM 補完小電力放送システムで AM 再放送を行うものである。

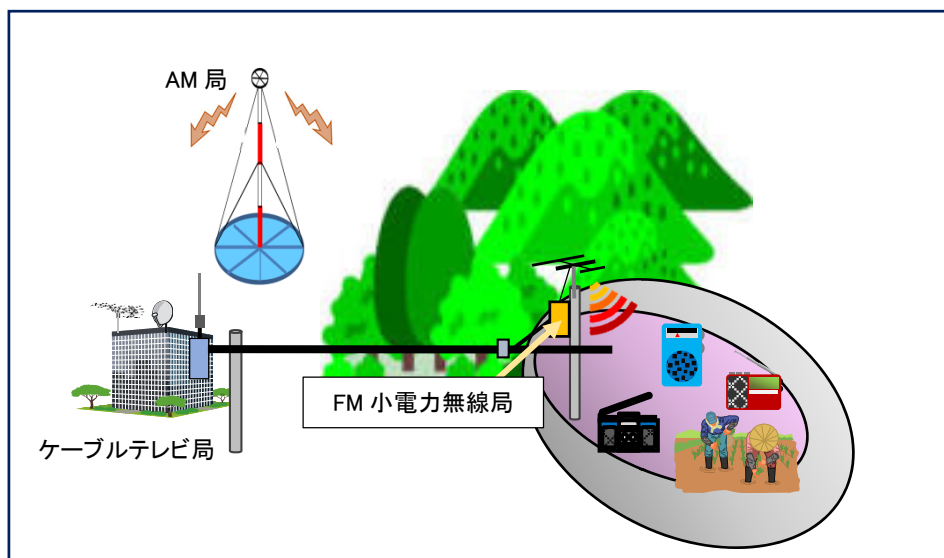


図 1.1.1 山間部難聴地域

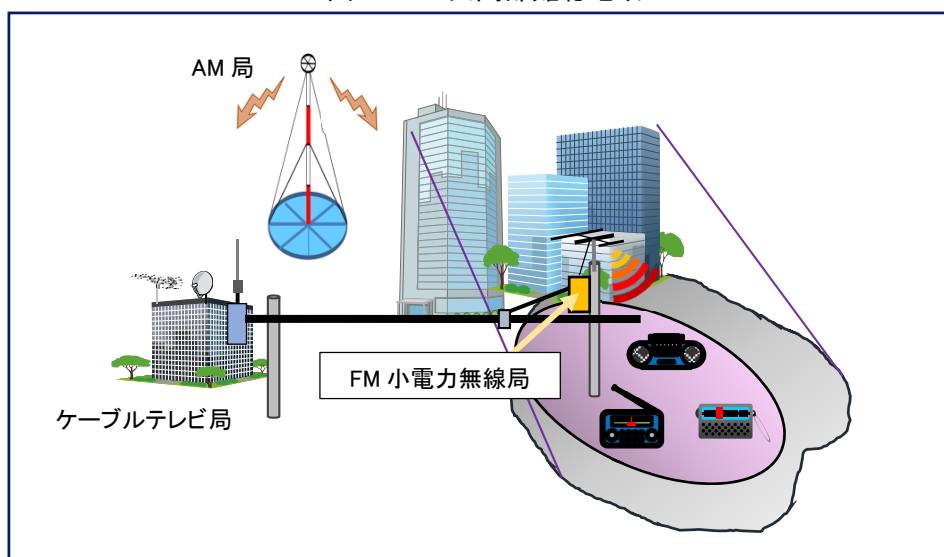


図 1.1.2 都市部難聴地域

1.5 調査検討課題

- ① FM 補完小電力放送システムの無線システムで使用する無線局(以下「FM 小電力無線局」という。)を設計・試作し、新たな技術基準を検討する。
- ② FM 小電力無線局から発射した電波を FM 受信機(以下「FM ラジオ」という。)で受信し、電界強度と音質評価を検討する。
- ③ FM 小電力無線局が近接して複数台設置された場合の混信（マルチパス）について検討する。
- ④ 電波法におけるサービスエリアは、地上高 4mにおける電界強度で規定されているが、農作業等で腰につける、あるいは傍らに置く等の実運用を考慮し、受信高の低い場合（地上高約 1m）の電界強度を検討する。
- ⑤ 山間部の難聴地域に実際に FM 小電力無線局を設置し、新たな技術基準の実用性について現地実験を実施して検討する。

第2章 FM 小電力無線局の技術的条件

2.1 電波の質

FM 小電力無線局は、山間部又は都市部での数戸から数十戸程度の地域での AM 放送難聴の解消を行うことを目的に設置するもので、サービスエリア内の受信者が少ないことから、現在の中継局の技術基準をそのまま適用することは、狭小地域の難聴改善策にとって、過度な性能となる可能性がある。

このため、本検討会では、難聴地域に補完的に設置される FM 放送用の無線局として、効率的、経済的に設置できる無線局を実現するための新たな技術的条件の検討を行う。

新たな技術基準は、経済性を考慮した合理的な技術基準であるとの考え方に基づき、ケーブルテレビ網で伝送される FM 放送波をケーブルテレビ網の途中に設置されているクロージャや分岐器の分岐端子から取り出し、また、近接して設置されているクロージャや分岐器の分岐端子から取り出すことによる同一周波数の繰り返し使用により周波数を有効活用し、局所的な難聴地域に向けて再放送する FM 小電力無線局に要求される技術基準とすることとする。

2.1.1 基本的な考え方

本調査検討での技術基準として、基本的には現行無線設備規則の FM 放送または地上デジタル放送のギャップフィルターの基準に準ずることとし、本システムに特有な項目を追加することとした。

2.1.2 電波の質(無線設備規則該当項目)

無線設備規則に該当する項目についての検討結果を表 2.1.1 に示す。

表 2.1.1 FM 小電力局無線局の電波の質

区 分		許容偏差、許容値
周 波 数	76MHz～95MHz	100 万分の 20
周波数選定	複数送信点からは同一周波数を原則	ケーブルテレビネットワークを利用したシステムを前提に複数無線局相互間が高周波同期が得られているものとする
(参考) 相対周波数許容偏差	2 局以上の同一周波数で運用される局間	2Hz 以内
占有周波数帯幅		200kHz
空中線電力	0.05W 以下	上限: +50%、下限: -50%
スプリアス発射の強度	帯域外領域	100 μ W 以下
	スプリアス領域	25 μ W 以下
副次的に発する電波等の限度		4nW 以下

また、現行の無線設備規則「超短波放送(FM 放送)」を表 2.1.2 に、「地上デジタル放送(中継局 0.05W 以下)」を表 2.1.3 に示す。

周波数は AM 補完 FM 局に適用される周波数を含み 76～95MHz とした。また、周波数選定条件は、ケーブルテレビ網を活用することから複数送信点からは同一周波数で送信することを原則とした。これは、後述するが、複数送信点からのサービスエリアが重なる地域におけるマルチパス混信を軽減することを目的としている。また、空中線電力は、現行規準が 1W であるのに対して、さらに小さい 0.05W 以下とした。地上デジタル放送ギャップファイラーについては参考的に示すものである。

表 2.1.2 FM 放送の電波の質(現行基準:1W 以下局のみ抜粋)

区 分		許容偏差、許容値
周 波 数	76MHz～90MHz	100 万分の 20
占有周波数帯幅		200kHz
空中線電力	1W 以下	上限: +50%、下限: -50%
スプリアス発射の強度	帯域外領域	100 μ W 以下
	スプリアス領域	25 μ W 以下
副次的に発する電波等の限度		4nW 以下

表 2.1.3 地上デジタル放送ギャップファイラーの電波の質

(現行基準:0.05W 以下局のみ抜粋)

区 分		許容偏差、許容値
周 波 数	470～710MHz	±20kHz
周波数選定	SFN / MFN	
機器の入出力の相対偏差		10Hz 以内(SFN)
占有周波数帯幅		5.7MHz
空中線電力	0.05W	上限: +50%、下限: -50%
スプリアス 発射の強度	帯域外領域	100 μ W 以下
	スプリアス領域	25 μ W 以下
副次的に発する電波等の限度		4nW 以下

1) 周波数

難聴エリアをカバーするため本システムではケーブルテレビ網の途中のクロージャヤ分岐器の分岐端子から送信する観点から複数送信点より放送を行うものである。この場合の周波数は、聴取者が移動しても同一周波数で聴取できるという利便性を考慮し、地理的に連続して視聴可能とする必要があり、同一周波数を選定することとする。

2) 周波数許容偏差

現行規格と同一の 100 万分の 20 とする。

3) 空中線電力

地上デジタル放送用ギャップフィルターの極微小電力局に準じ 0.05W とする。

4) 空中線電力の許容偏差

地上デジタル放送用ギャップフィルターの極微小電力局(0.05W 以下で電波伝搬の特性上閉鎖的であり、かつ、狭小な区域を対象とする放送局に限る)やアナログ放送の極微小電力局(0.1W 以下で電波伝搬の特性上閉鎖的であり、かつ、狭小な区域を対象とする放送局に限る)に準じ、(上限)+50%、(下限)-50%とする。

5) 占有周波数帯幅

現行規格と同様の 200kHz とする

6) 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値

現行規格の空中線電力 1W 以下と同様の $100\mu\text{W}$ 以下とする。

7) スプリアス領域における不要発射の強度の許容値

現行規格の空中線電力 1W 以下と同様の $25\mu\text{W}$ 以下とする。

8) 副次的に発する電波等の限度

現行規格と同様の 4nW 以下とする。

9) 相対周波数許容偏差

平成 10 年度電気通信審議会答申「諮問第 92 号 FM 放送局の置局に関する技術的条件」で FM 同期放送の技術的条件として「その搬送波周波数の差及び最大周波数偏移の差がそれぞれ 2Hz 及び 1kHz を超えないこととすべきである。」(参考資料 1)より、2Hz 以下とする。

2.2 放送区域

「放送局開設の根本的基準 第 2 条」に準じ、電界強度(地上高 4m の高さにおける)の最小値は低雑音区域に相当する 0.25mV/m ($48\text{dB}\mu\text{V/m}$) とする。

ただし、本システムの利用が想定される形態を考慮すると、実際の受信高は 1m 程度でも聴取できる必要があることから、地上高 1m での電界強度の確認を行うこととした。(第 5 章)

2.3 隣接周波数混信保護比

周波数選定に当たっては隣接して既存の到来電波の影響を受けないように基本的に現行の電波法関係審査基準で規定されている混信保護比を満足する周波数とする。表 2.3.1 に現行の混信保護比を示す。

なお、市販の FM ラジオの近接周波数に対する混信保護比について、室内試験により確認を行うこととする。(第 4 章)

表 2.3.1 近接周波数混信保護比

周波数差(kHz)	0	100	200	300	400
混信保護比(dB)	36	33	7	-10	-25

2.4 マルチパス混信

複数個所に FM 小電力無線局を設置した場合、放送エリアが重複する地域の混信を極力避けることが望ましい。しかし、地形などの制限で放送エリアの重複が避けられない場合もあることから、この重複したエリアの混信が発生する条件を明確にしておいて、その対策方法を検討しておく必要がある。複数個所から送信する場合、例えば送信点 1 から発射される電波と送信点 2 から発射される電波の間には、ケーブルテレビのクロージャーや分岐器間の互長で生じる伝送時間遅れや、受信点における空間での電波到来時間差による 2 局間の遅延時間が発生する。この場合、2 局間のトータル遅延時間と 2 局間の電波の強さの差(DU 比)でマルチパス混信が発生する。このイメージを図 2.4.1 に示す。

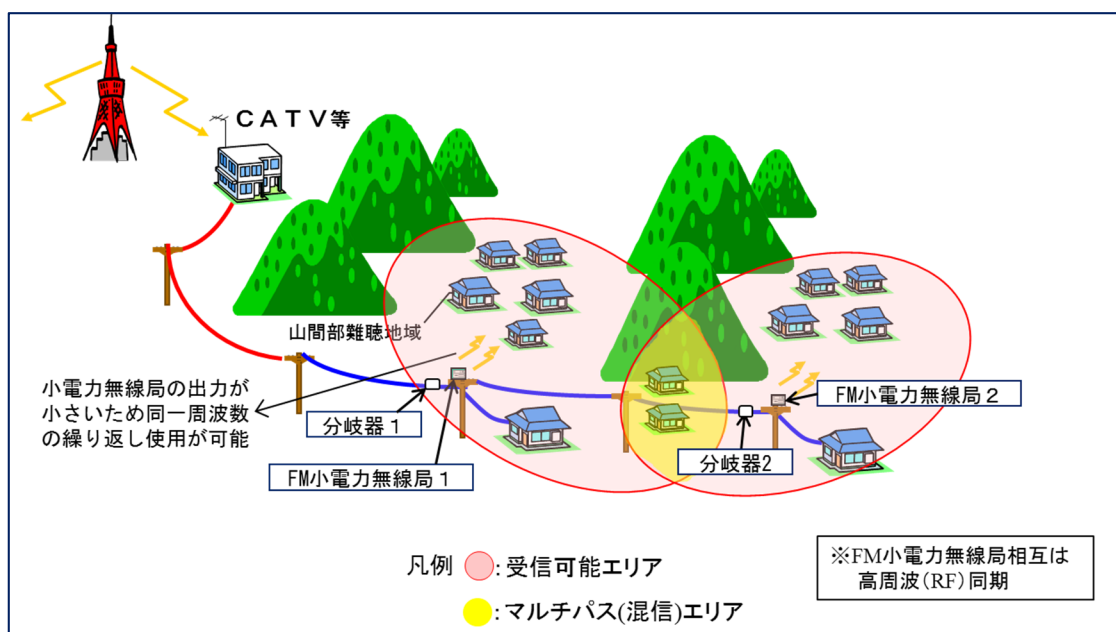


図 2.4.1 本システムの送信配置と混信イメージ

図 2.4.1 に示す混信イメージは、ケーブルテレビ局のヘッドエンドから送出される伝送波をケーブルテレビ網のヘッドエンドに近い分岐器 1 と、遠い分岐器 2 から取り出し、放送エリアを設定した場合、双方の信号は高周波同期しているが、分岐器 1 に対して分岐器 2 の信号は、設置位置の互長分だけ遅れて到達する。

分岐器 1 の信号を FM 小電力無線局 1 から発射し、分岐器 2 の信号を FM 小電力無線局 2 から発射した場合、双方のサービスエリアが重なる地域では、両方の電波を受信することになり、遅延時間を有する信号が同時に受信されるため 2 波の干渉による障害が発生する。

障害の程度は、希望波 D (FM 小電力無線局 1 の電波) と妨害波 U (FM 小電力無線局 2 の電波) との DU 比及び希望波と妨害波の遅延時間で変わることが、図 2.4.2 に示す論文で示されており、遅延時間が $15\mu\text{s}$ 程度までは、遅延時間が短いほど所要 DU 比が少なくてよいこととなっている。

本システムでは 2 つの電波は高周波同期がとれていることを前提に検討しており、室内試験により遅延時間と所要 DU 比の関係を確認している。(第 4 章)

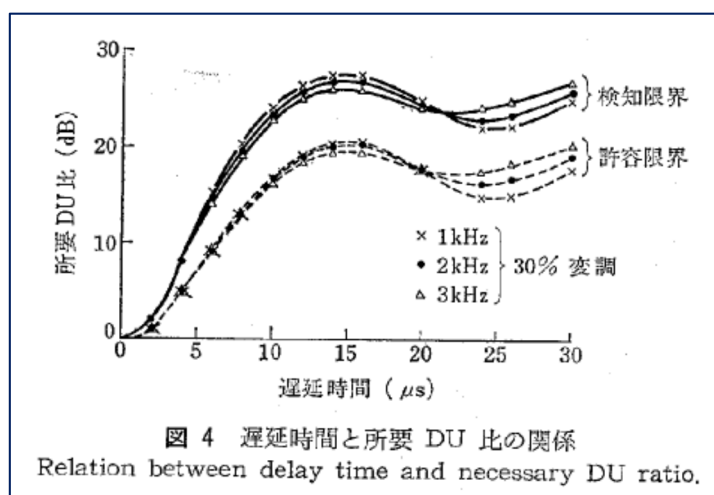


図 2.4.2 「FM放送のマルチパスひずみと受信品質」

出典:テレビジョン学会誌 第 33 巻 第 8 号(1979 年)

NHK 総合技術研究所 大原 光雄 著

第3章 FM 小電力放送システム送信機の規格及び試作機器の性能

3.1 FM 小電力放送システムの基本構成と試作機の要件

ケーブルテレビ網の途中に設置されているクロージャーや分岐器の分岐端子から信号を取り出し FM 小電力無線局で再放送する FM 小電力放送システムは次の要件を考慮することとする。図 3.1.1 に FM 小電力放送システムの基本構成を示す。

- ① FM 小電力無線局として検討した技術基準が実現可能な性能であること。
- ② 小規模でかつ山間部の集落等の難聴地域に設置されることを考慮し、経済的でかつ設置・保守が容易なこと。
- ③ 都市部の難聴地域や地下街等の難聴地域に設置される場合にも同様に適用可能なこと。

本調査検討においては、FM 送信機のプロセッサユニットにケーブルテレビ網からの信号を入力し、中間周波数 (IF 周波数) に変換し、再度 RF(高周波)信号に変換する IF 変換タイプと、入力信号を周波数変換しないでそのまま出力するパススルータイプとの 2 種類を試作した。表 3.1.1 に試作した 2 種類の送信機の規格を示す。

なお、送信機はフィルタにより帯域外の電波を制限して送信するため、FM 信号に遅延(群遅延)が発生する。群遅延と DU 比はマルチパス歪に関係するので、単体の群遅延時間を規定し、また、複数の送信機を使用する場合、送信機間の遅延時間差が極力小さくなるように同一種類の複数送信機間の群遅延時間を規定した。

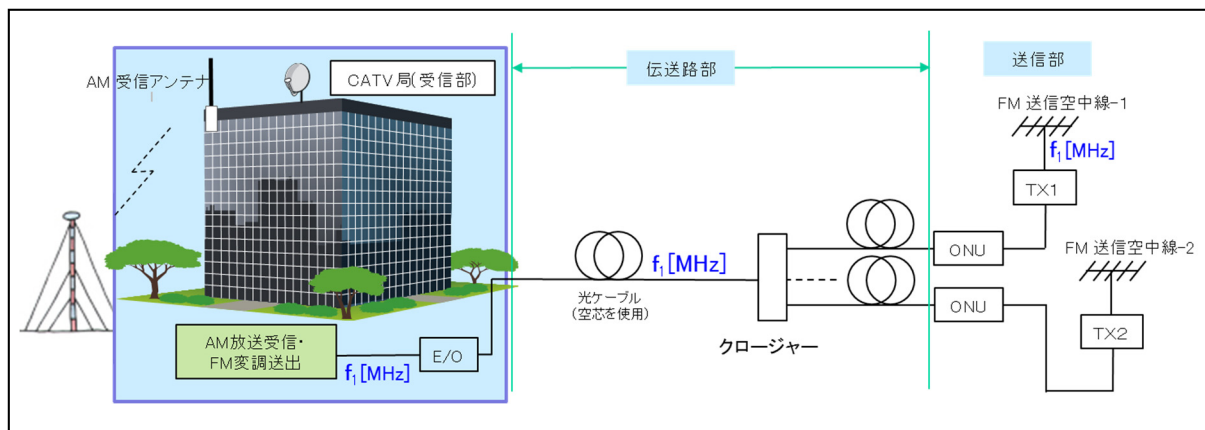


図 3.1.1 FM 小電力放送システムの構成(例)

表 3.1.1 試作送信機の規格

項 目	規 格	
	IF 変換タイプ	パススルータイプ
伝 送 波 数	76～95MHz のうち指定の 2 波 (ただし、入力信号と出力信号の周波数は同じ)	
入 力 レ ベ ル 範 囲	50～80dB μ V	
入力インピーダンス	75 Ω (F 型コネクタ)	
入 力 V S W R	2 以下	
入力測定端子結合量	－10dB(F 型コネクタ)	
中 間 周 波 数	10.7MHz	—
占有周波数帯幅	200kHz	200kHz
帯 域 外 減 衰 量	50dB 以上 ($f_0 \pm 600\text{kHz}$ において)	10dB 以上 ($f_0 \pm 2\text{MHz}$ において) 50dB 以上 ($f_0 \pm 20\text{MHz}$ において)
群 遅 延 時 間	10 μ s 以下 (占有周波数帯幅において)	1 μ s 以下 (占有周波数帯幅において)
ス プ リ ア ス	－60dBc 以下	
定 格 出 力 レ ベ ル	50mW/ch. $\pm 50\%$ 以内 ※2 波以上の同時送信が可能なマルチキャリア・パワーアンプ (MCPA) 機能を有し、送信出力は波数減力可とする。	
出力インピーダンス	50 Ω (N 型コネクタ)	
出 力 V S W R	2 以下	
電 源	AC100V 50・60Hz AC20～30V, AC40～60V 切替方式	

※同一種類の各送信機間の群遅延時間差は、0.5 μ s 以下。

3.2 試作機器の概要

3.2.1 FM 小電力無線局の概要

FM 小電力無線局の全体構成を図 3.2.1 に示す。

入力端子は F 型コネクタ接続(75Ω)、出力端子は N 型コネクタ接続(50Ω)となっている。本システムで使用するケーブルテレビの伝送路はケーブルテレビ網に設置されている空芯(ダークファイバー)を使用することを前提に、光ケーブルのクロージャール(分岐器)に ONU(光電気変換器：O/E)を接続し、RF 信号に変換後送信機に入力する。ONU には市販されているケーブルテレビ用を使用することで経済的にかつ容易に調達が可能である。伝送線路が同軸ケーブルの場合は分岐器の分岐端子に接続する。

FM 小電力無線局は、電柱に取り付けることを基本とするため、分配部、出力混合部、プロセッサユニット、RF 送信ユニット、電源部などのユニットで構成され、屋外設置可能な筐体に収納されている。

3.2.2 FM 小電力無線局の構成

1) IF 変換タイプ

IF 変換タイプのブロック図を図 3.2.2 に示す。

基本構成は大きく分けて入力された FM 信号(RF 信号)を選択し IF(中間)周波数に変換する入力周波数変換部、IF 信号に帯域制限を行い増幅する IF 増幅部、IF 信号を再度 FM 信号(RF 信号)に変換・増幅する RF 増幅部に分けられる。

周波数変換部は BPF(バンドパスフィルタ)で希望する信号を取り出し、所要のレベルに増幅後、局部発振信号 f_0 とダブルバランスドミキサーで混合し、IF 信号を取り出す。IF 増幅部は隣接混信障害除去のため BPF で所定の帯域外減衰量を確保し RF 増幅部に送る。RF 増幅部は IF 増幅部からの IF 信号と局部発振信号をダブルバランスドミキサーにより FM 信号に変換し、BPF で目的外の信号を除去し増幅し、指定の FM 信号を出力する。この局部発振信号は局部発振周波数を 2 分配したもので、入力周波数変換部の周波数と全く同一であるため、出力周波数は入力周波数と偏差も含めて同一の周波数が得られる。

また、本試作機では IF 周波数に FM ラジオの IF 信号と同じ 10.7MHz を採用することで、汎用性の高い BPF が使用でき経済的な設計が可能となる。

2) パススルータイプ

パススルータイプのブロック図を図 3.2.3 に示す。

ケーブルテレビ網で伝送される FM 信号を加工しないでそのまま FM 小電力無線局から送信する方式で、BPF により一定の帯域制限をかけているが、IF タイプに比べると抑圧度に難点があるが、方式が簡便である。

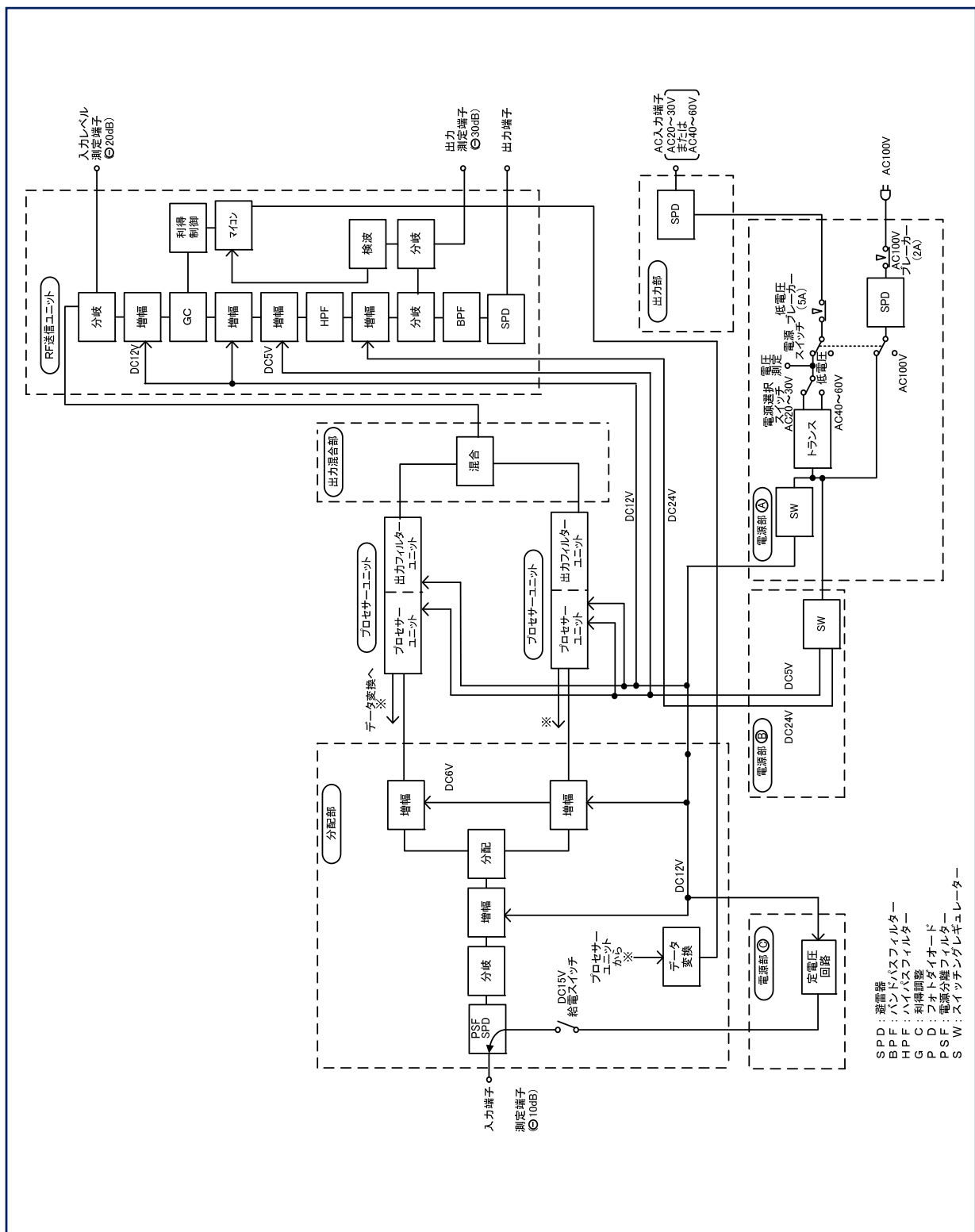


図 3.2.1 FM 小電力無線局の全体構成

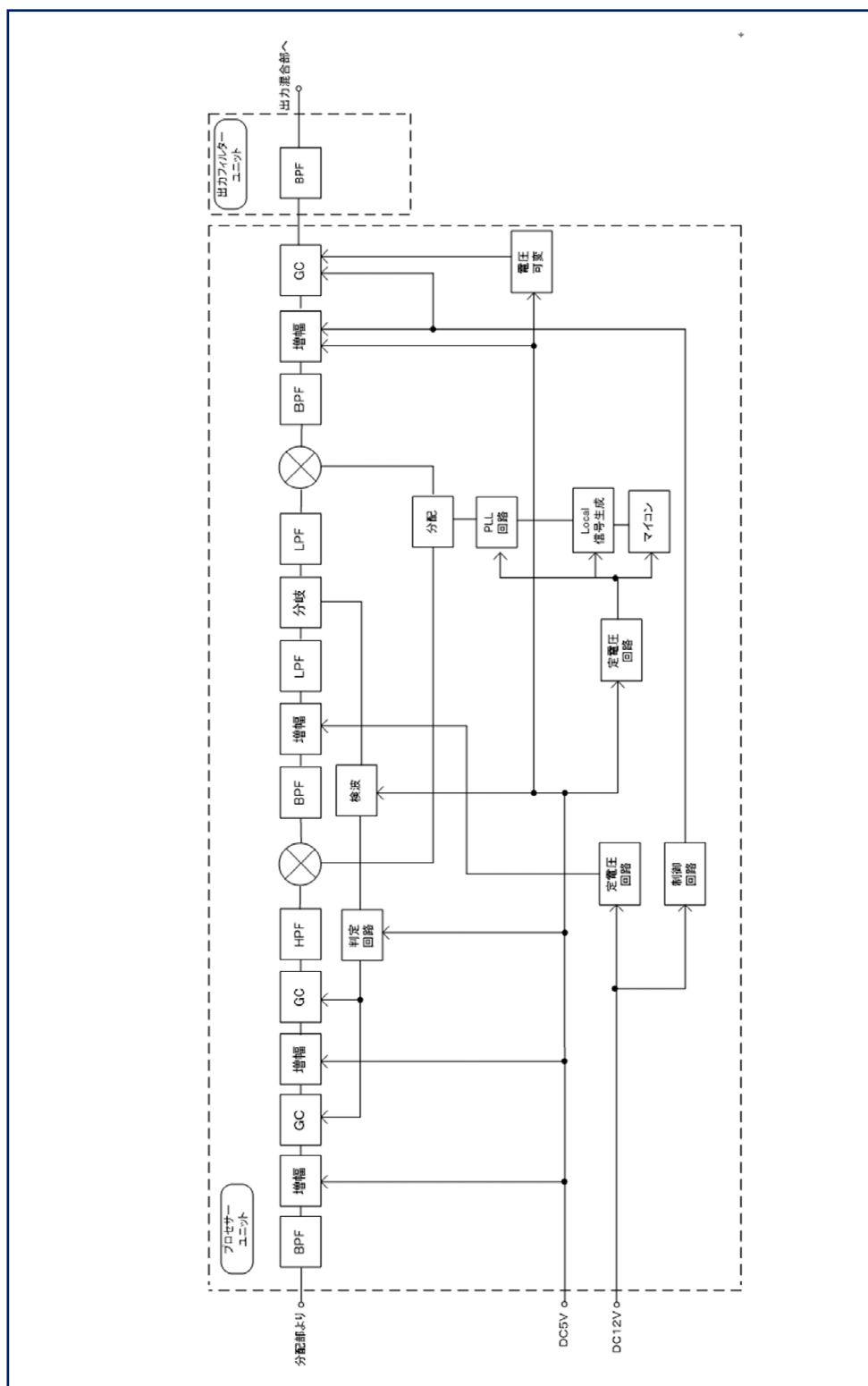


図 3.2.2 I F 変換タイプのブロック図

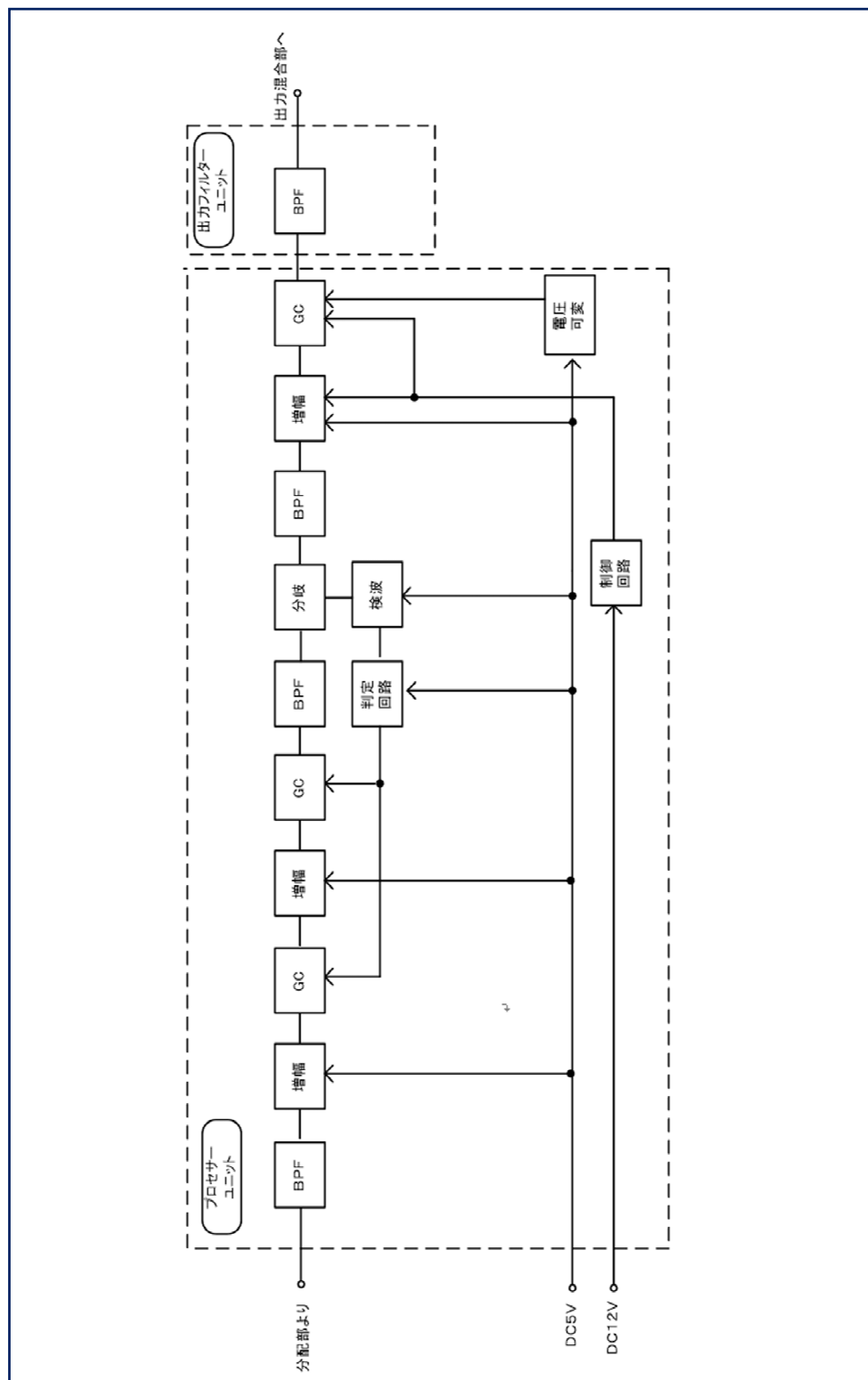


図 3.2.3 パススルータイプのブロック図

3.3 試作機器の数量

FM 小電力無線局を近接して設置した場合、サービスエリアの重複した地域では、双方から発射された電波の干渉などが発生する。本検討会では、この確認のため、別途実施されるフィールドの実証実験で使用するため、同一種類の FM 小電力無線局を 2 台試作した。表 3.3.1 に試作機器一覧を示す。周波数の異なる IF 変換タイプ各 2 台（合計 4 台）、パススルータイプ各 2 台（合計 4 台）の試作機を製作した。

表 3.3.1 試作機器の一覧

区 分	機 種		備 考
筐体組込み	送信機 1		分配部・RF 送信ユニット 電源部①・電源部②組込み
	送信機 2		
プロセッサユニット	IF 変換タイプ	#1	87.3 MHz 用
		#2	87.3 MHz 用
		#3	88.5 MHz 用
		#4	88.5 MHz 用
	パススルータイプ	#5	87.3 MHz 用
		#6	87.3 MHz 用
		#7	88.5 MHz 用
		#8	88.5 MHz 用

3.4 試作機器の外観

図 3.4.1 に試作機器の外観図、図 3.4.2 に試作機器の外観写真及び図 3.4.3 に試作機器の内部写真とプロセッサユニットの写真を示す。

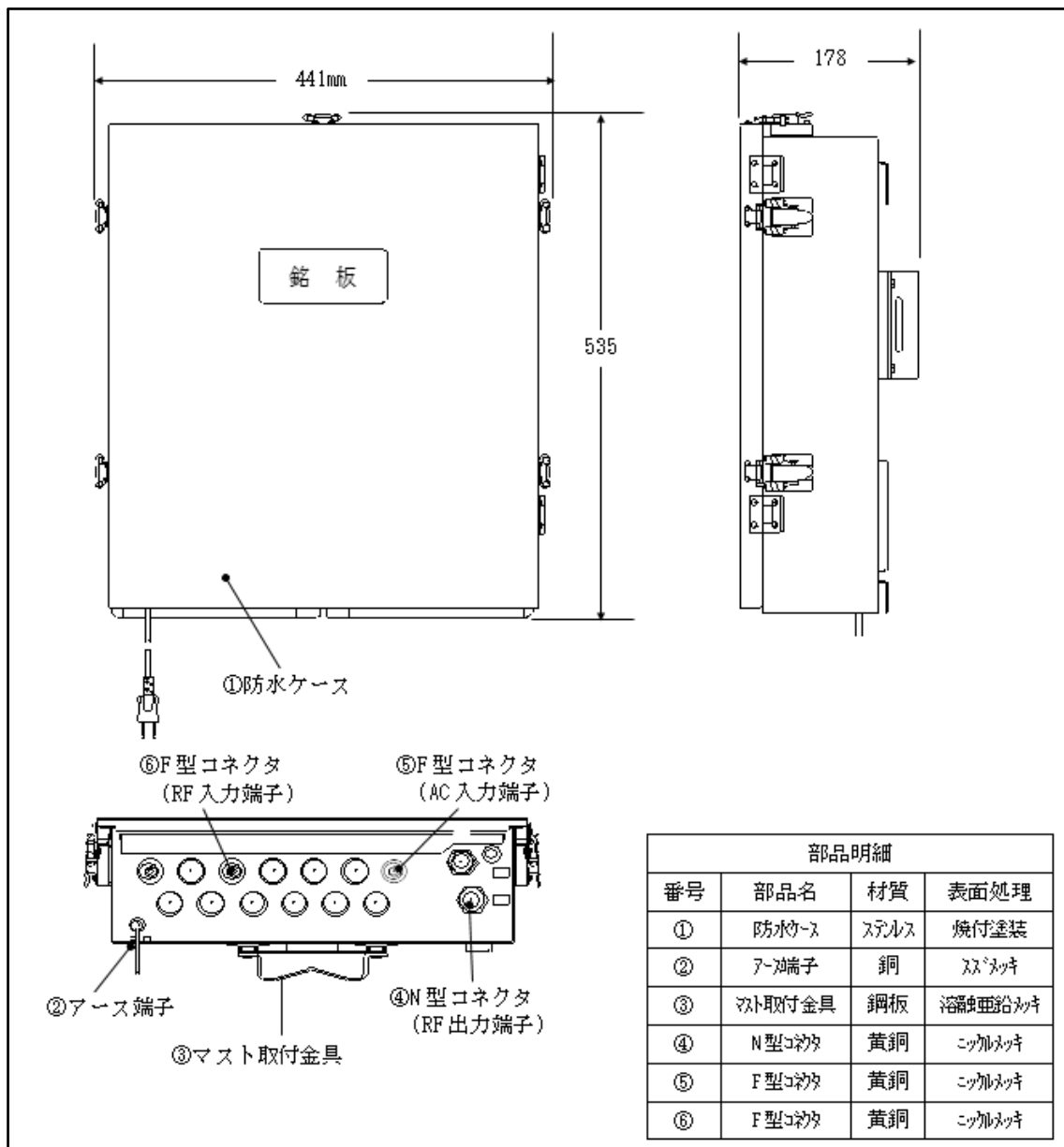


図 3.4.1 試作機器の外観図

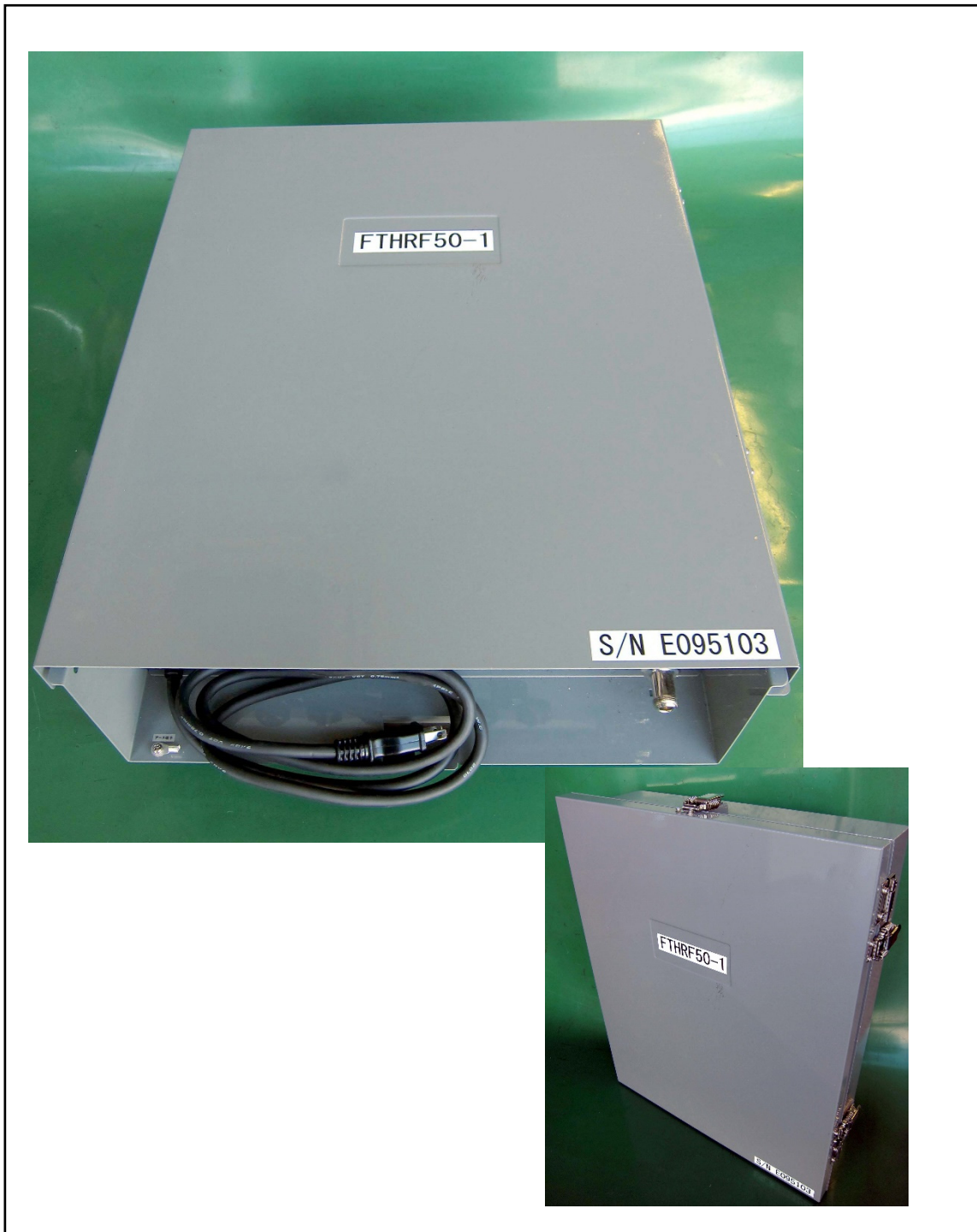
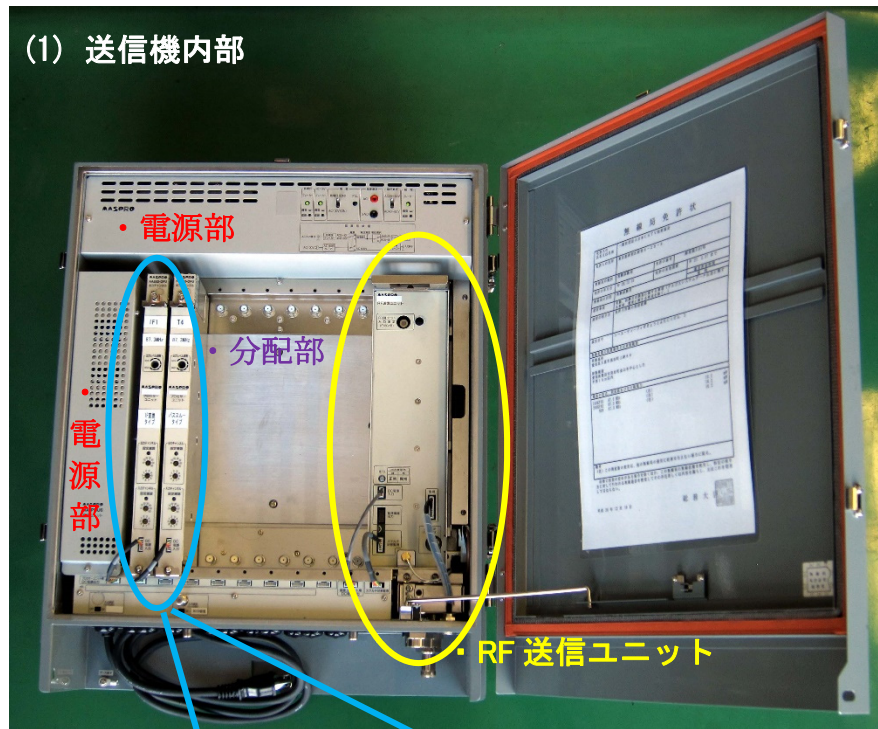
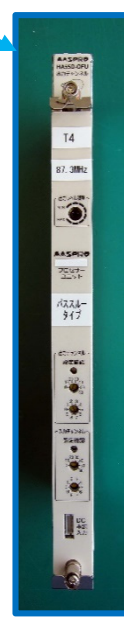


図 3.4.2 試作機器の外観写真

(1) 送信機内部



(2) IF変換タイプ
プロセッサユニット



(3) パススルータイプ
プロセッサユニット

図 3.4.3 試作機器の内部及びプロセッサユニットの写真

3.5 試作機器の性能

3.5.1 試作機器の試験成績

表 3.5.1 に IF 変換タイプの試験成績を、表 3.5.2 にパススルータイプの試験成績を示す。いずれも、筐体にプロセッサを 1 個装着し動作させた時の結果であり、いずれも、すべての性能項目で規格値を満足している。

3.5.2 群遅延特性

1) 群遅延特性

IF 変換タイププロセッサユニット単体の群遅延特性を、ネットワークアナライザにより測定した結果を表 3.5.3 に示す。表 3.5.3 はネットワークアナライザの画面 (図 3.5.1(a)、図 3.5.1(b)) から読み取った値である。

表 3.1.1 に規定している規格値 $10\mu\text{s}$ 以下を満足している。

表 3.5.3 群遅延特性測定結果

ユニット No	出力周波数	遅延時間		
		10.6MHz	10.7MHz	10.8MHz
#1	87.5MHz	$6.43\mu\text{s}$	$5.47\mu\text{s}$	$6.34\mu\text{s}$
#2	87.5MHz	$6.48\mu\text{s}$	$5.53\mu\text{s}$	$6.25\mu\text{s}$
#3	88.5MHz	$6.55\mu\text{s}$	$5.48\mu\text{s}$	$6.30\mu\text{s}$
#4	88.5MHz	$6.42\mu\text{s}$	$5.38\mu\text{s}$	$6.26\mu\text{s}$

表 3.5.1 IF 変換タイプ試験成績書

試 験 項 目	規 格 値	測定値		判定
		①87.5MHz 用	②88.5MHz 用	
受 信 周 波 数	76.0～95.0MHz のうち 指定の周波数 (ただし、入力信号と出力信号の周波数は同じ)	87.5MHz	88.5MHz	—
出 力 周 波 数		87.5MHz	88.5MHz	—
入 力 V S W R	2 以下	1.69	1.70	合格
入力測定端子結合量	−10dB±1.5dB 以内	−10.3dB	−10.2dB	合格
帯 域 外 減 衰 量	50dB 以上 (fo±600kHz において)	66.9dB	67.6dB	合格
群 遅 延 時 間	10 μ s 以下 (占有周波数帯幅内 において)	6.43 μ s	6.55 μ s	合格
ス プ リ ア ス * 1	−60dBc 以下	−64.5dBc	−62.1dBc	合格
定格出力レベル*2	50mW/ch.±50%以内	51.64mW	52.00mW	合格
出 力 V S W R	2 以下	1.56	1.53	合格
IM3 *3	—	−70dB 以下		—
出力測定端子結合量	—	−30.8dB	−31.1dB	—
消 費 電 力 * 4	—	34.4W		—

*1 測定値は、プロセッサユニット 1 本で動作させ、入力信号 1 波のときの希望波とスプリアス成分とのレベル比。

*2 プロセッサユニット 1 本で動作させたときの出力レベル。

*3 IM3 : 3 次相互変調歪

*4 AC100V 入力時

表 3.5.2 パススルータイプ試験成績書

試 験 項 目	規 格 値	測 定 値		判定
		③87.5MHz 用	④88.5MHz 用	
受 信 周 波 数	76.0～95.0MHz のうち 指定の周波数 (ただし、入力信号と出力信号の周波数は同じ)	87.5MHz	88.5MHz	—
出 力 周 波 数		87.5MHz	88.5MHz	—
入 力 V S W R	2 以下	1.69	1.70	合格
入力測定端子結合量	-10dB±1.5dB 以内	-10.3dB	-10.2dB	合格
帯 域 外 減 衰 量	10dB 以上 (fo±2MHz において)	14.3dB	12.9dB	合格
	50dB 以上 (fo±20MHz において)	70dB 以上	70dB 以上	合格
群 遅 延 時 間	1 μ s 以下 (占有周波数帯幅内 において)	0.49 μ s	0.55 μ s	合格
ス プ リ ア ス * 1	-60dBc 以下	-61.5dBc	-61.4dBc	合格
定格出力レベル*2	50mW/ch.±50%以内	52.48mW	50.93mW	合格
出 力 V S W R	2 以下	1.56	1.53	合格
IM3 *3	—	-46.3dB		—
出力測定端子結合量	—	-30.8dB	-31.1dB	—
消 費 電 力 * 4	—	28.6W		—

*1 測定値は、プロセッサユニット 1 本で動作させ、入力信号 1 波のときの希望波とスプリアス成分とのレベル比。

*2 プロセッサユニット 1 本で動作させたときの出力レベル。

*3 IM3 : 3 次相互変調歪

*4 AC100V 入力時

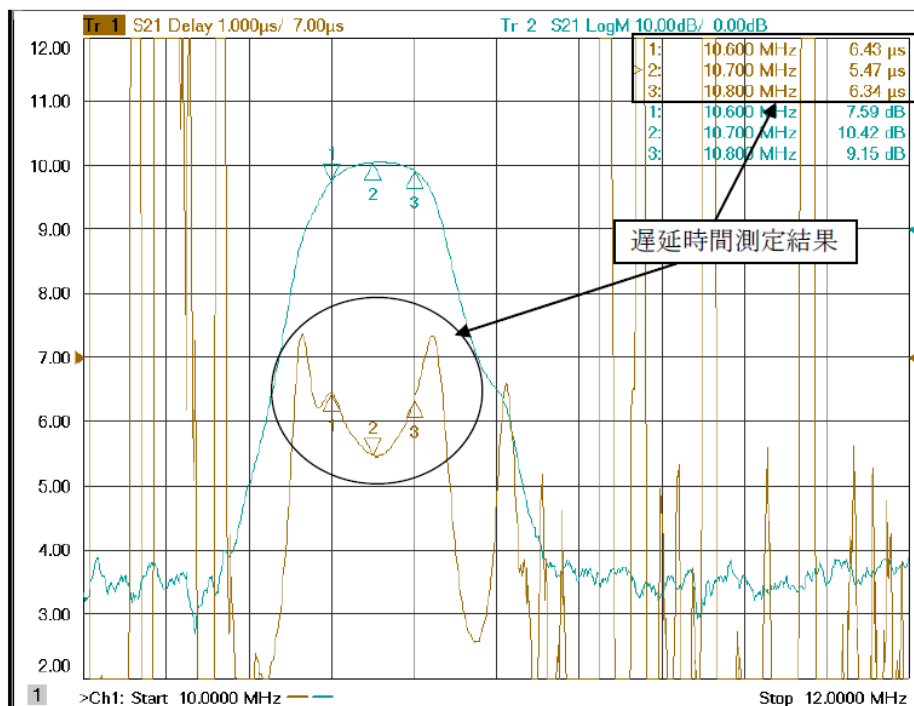


図 3.5.1(a) IF 変換タイププロセッサユニット群遅延時間測定結果
(ユニット#1: 87.5MHz)

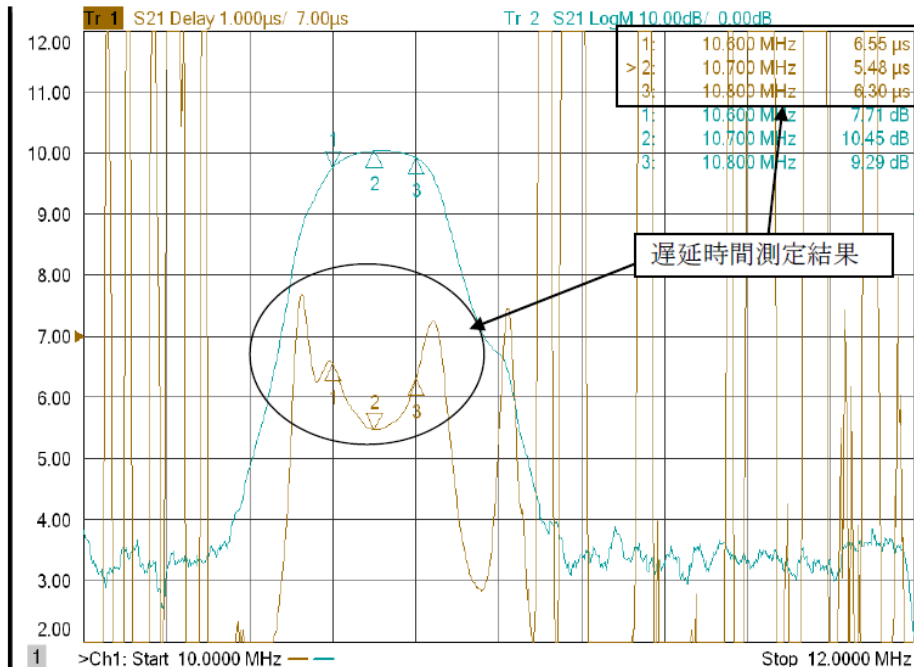


図 3.5.1(b) IF 変換タイププロセッサユニット群遅延時間測定結果
(ユニット#3: 88.5MHz)

2) 2 台の遅延時間差

同一タイプ 2 台の遅延時間差の測定結果を、IF 変換タイプを図 3.5.2.(a)に、パススルータイプを図 3.5.2.(b)に示す。測定はクロスドメインアナライザにより、遅延時間差とレベル差を同時に 2 画面に表示させることで遅延時間の測定が可能である。上段がレベル、下段が遅延時間差で遅延時間に差がある場合は波形が重ならず、図 3.5.3 のようになる。IF 変換タイプ同士及びパススルータイプ同士ともに同一タイプでの遅延時間差は小数点 2 桁までの差は確認できなかった。

また、参考として、IF 変換タイプとパススルータイプの群遅延時間差についても測定を行った。図 3.5.3 にその結果を示す。タイプが異なるため $5.76 \mu\text{s}$ の遅延時間差が確認できる。このことは、タイプの異なる無線局を使用する場合は干渉エリアにおけるマルチパスを軽減すべく遅延時間の調整が必要になる。

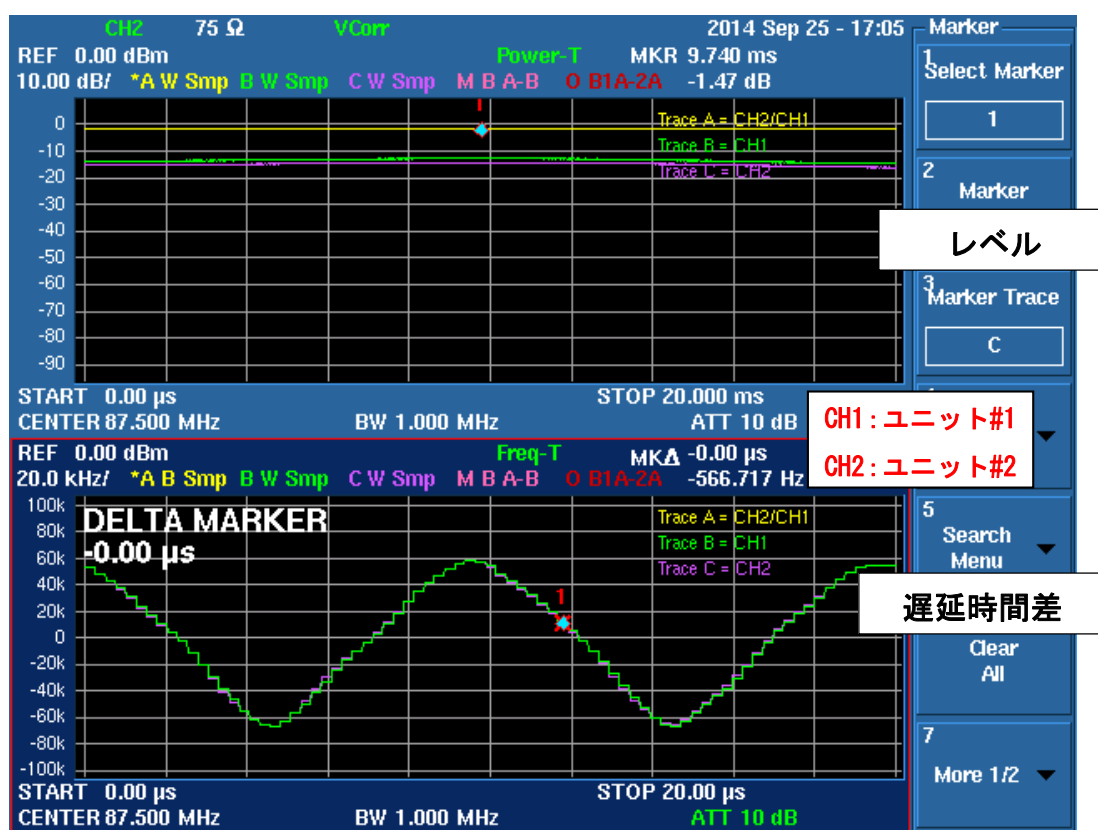


図 3.5.2.(a) 2 台の IF 変換タイプの群遅延時間差測定結果

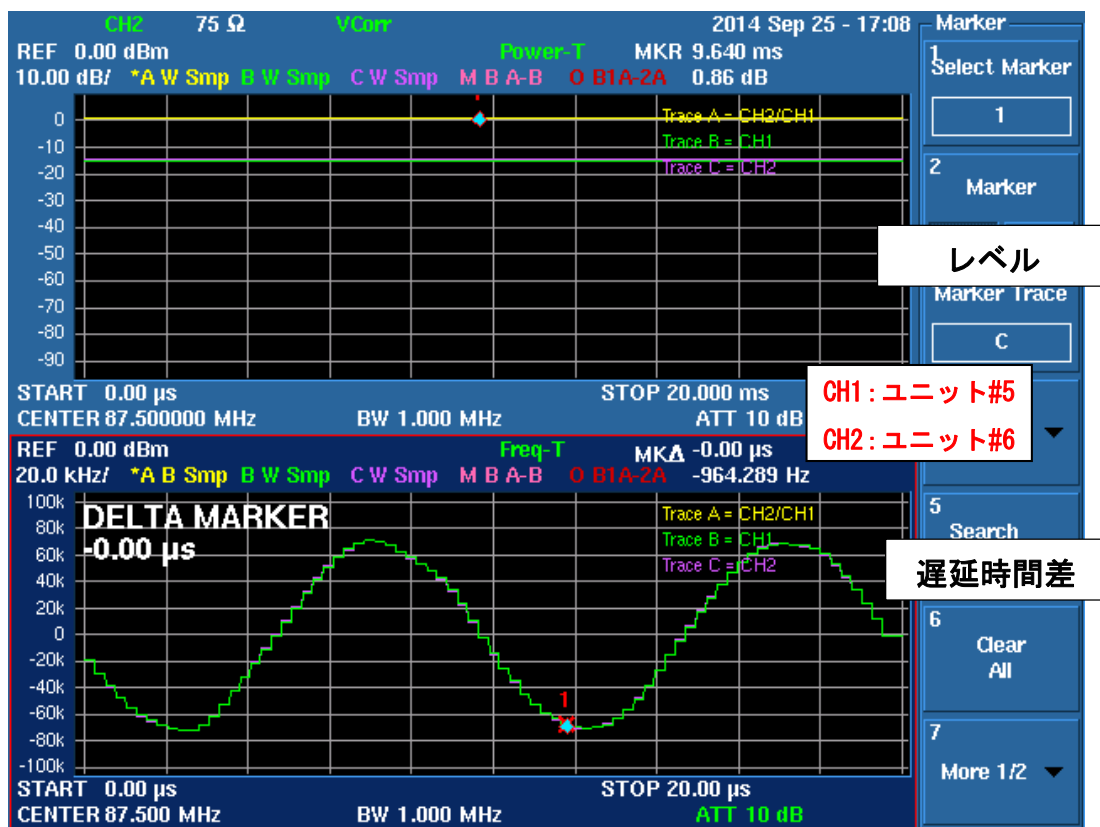


図 3.5.2.(b) 2 台のパススルータイプの群遅延時間差測定結果

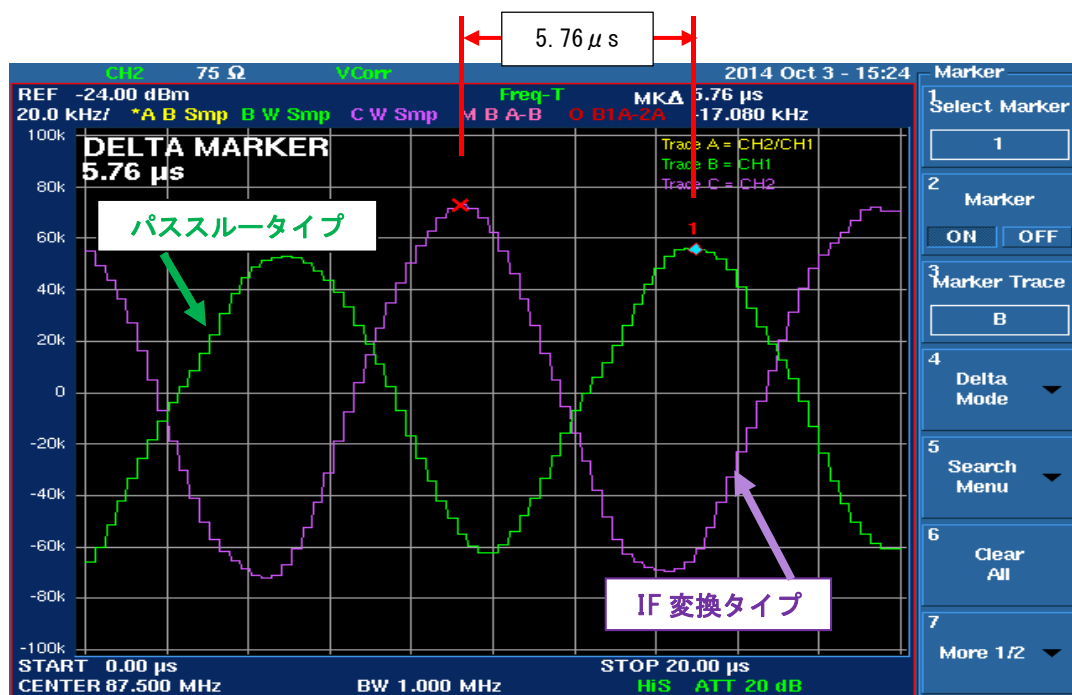


図 3.5.3 IF 変換タイプとパススルータイプの群遅延時間差測定結果

3) その他の性能項目

①帯域外減衰量

帯域外減衰量は、 f_0 および $f_0 \pm \alpha$ (α はそれぞれの規定周波数)について、IF 変換タイプであれば 600kHz、パススルータイプであれば、2MHz または 20MHz の 3 波の無変調信号を入力した時の出力端子での f_0 のレベルとその他の信号レベルの比の確認を行った。

②スプリアス

筐体内にプロセッサユニットを 1 本実装し、無変調信号 1 波を入力したときの出力端子でのスプリアスの確認を行った。

図 3.5.4(a)(b)に IF 変換タイプ、図 3.5.5(a)(b)にパススルータイプの希望波近傍と 1GHz までの測定結果を示す。

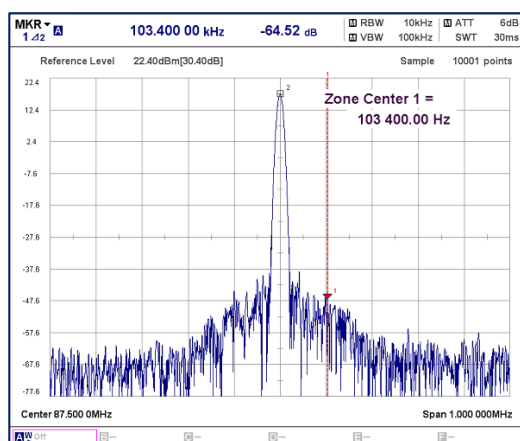


図 3.5.4(a)IF 変換タイプスプリアス結果
希望波(87.5MHz)近傍

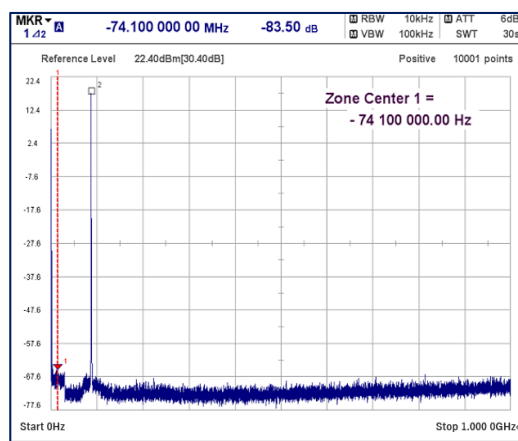


図 3.5.4(b)IF 変換タイプスプリアス結果
0～1GHz

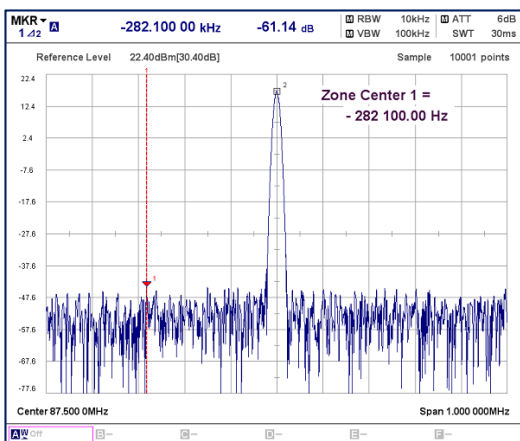


図 3.5.5(a)パススルータイプスプリアス結果
希望波(87.5MHz)近傍

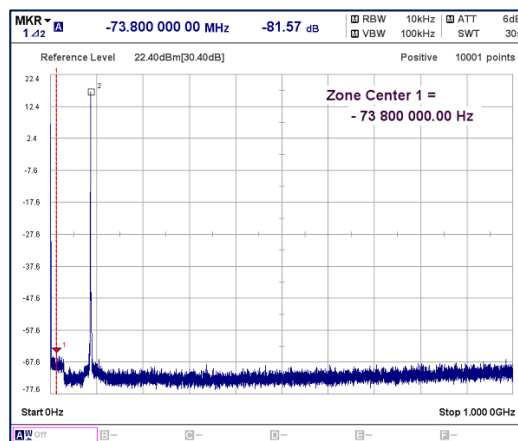


図 3.5.5(b)パススルータイプスプリアス結果
0～1GHz

③IM3

IM3 の測定は、2 波の希望波(87.5MHz と 88.5MHz)を送信機に入力した状態で、出力レベルが低い希望波と、歪成分のレベル差を測定した。

パススルータイプは、プロセッサユニット内部のフィルタの特性上、1.0MHz しか離れていない希望波 2 波の信号から 1 波のみを取り出すことが出来ない。このため、1 波の希望波で AGC 設定を行ったプロセッサユニットに、2 波の希望波を入力し測定するが、プロセッサユニットには 2 波の総合電力として入力されるため、AGC により出力レベルが低下する。測定は低下した 2 波の出力レベルのうち、出力レベルが低い希望波のレベルと歪成分のレベルとのレベル差で行っているため、IF 変換タイプに比べ小さな値となっている。

④雑音指数(NF)

IF 変換タイプの雑音指数の測定結果を図 3.5.6(a)に、パススルータイプの測定結果を図 3.3.6(b)に示す。IF 変換タイプは NF=5.7dB、パススルータイプは NF=9dB と規格値を満足している。

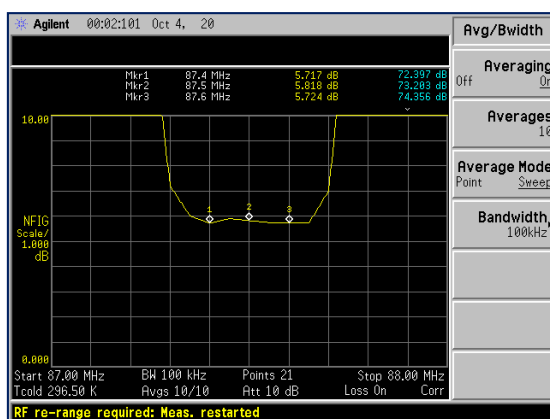


図 3.5.6(a) IF 変換タイプ NF

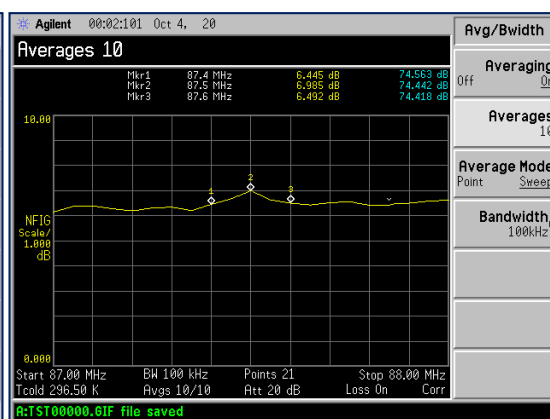


図 3.5.6(b) パススルータイプ NF

第4章 室内実証試験

4.1 室内実証試験の目的

FM 放送の難聴の原因として次の2つがあげられる。

- ・十分な電界強度が確保できず、電界強度の劣化変動分(変動マージン)を超える電界劣化が生じて難聴(受信障害)が発生する場合
- ・受信に必要な電界強度を満足していながらマルチパスなどにより受信信号品質が劣化して難聴(受信障害)となる場合

本システムにおける技術基準の検討及びフィールドでの実証実験の実施にあたり、本システムの有用性確認と技術的課題の把握および FM ラジオの性能確認を目的とし、室内に実際の伝送路を模擬した測定系を設置し、室内実証試験を実施した。

測定系は、山間部の難聴地域を対象に、ケーブルテレビ網を活用し、FM 小電力無線局を近接して2局設置する場合を想定した。ケーブルテレビ局センターから各無線局に至るケーブルテレビ伝送路の光ケーブル長が各無線局で異なる状態となり、光ケーブル長が長い無線局から送信する信号は遅延波となる。このため、サービスエリアの重なる受信点においてはマルチパスによる受信障害が発生する可能性があり、マルチパスに関し、遅延時間とDU比の関係を確認した。また、FM 小電力無線局から送信する周波数の近傍に、既存のFM 放送の信号がある場合を想定し近接周波数混信保護比試験を実施した。

4.2 室内実証試験の概要

4.2.1 試験項目

試験は次の3項目について行った。

1) 感度

- ・入力信号レベル対音声出力 SN 比

2) 近接周波数混信保護比

- ・希望波に対して近接した周波数にある近接波との DU 比と音質評価の関係

3) マルチパスに対する性能

- ・希望波と遅延差のある遅延波との DU 比と遅延時間と音質評価の関係

4.2.2 試験方法

基本的な測定系列を図 4.2.1(a)および図 4.2.1(b)に示す。FM 信号発生器からの FM 信号を FM 送信機に入力し、FM 送信機からの信号を有線(光ケーブルまたは同軸ケーブル)で伝送し、FM ラジオに入力し所定の項目を測定した。(以下「有線接続試験」という。)なお、光ケーブルの場合は ONU(光回線終端装置)で光信号を RF 信号に変換し、同軸により FM ラジオと接続した。FM ラジオがロッドアンテナの場合は、電波暗室で FM 送信機から電波を送出し、ロッドアンテナで受信し測定した。(以下「無線接続試験」という。)

測定の基本パラメータを表 4.2.1 に示す。個々の測定条件については試験種類、試験項目、FM ラジオの機種などにより必要と思われる条件を追加した。

詳細の試験方法は付属資料 1 に記載した。

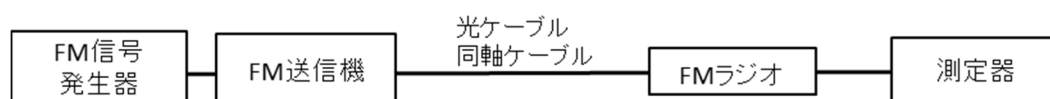


図 4.2.1(a) 有線接続試験の基本的測定系列図

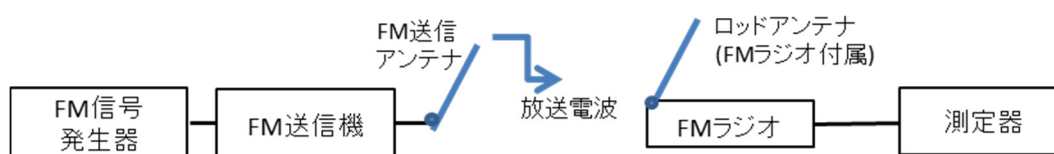


図 4.2.1(b) 無線接続試験の基本的測定系列図

表 4.2.1 基本的な測定パラメータ

項 目	条件
測定中心周波数	87.5MHz※1
変 調 度	30% [周波数偏移:±22.5kHz] ※2 50% [周波数偏移:±37.5kHz] 100% [周波数偏移:±75kHz]
変調周波数	100kHz(遅延時間・D/U 測定時) 1kHz(音質の 5 段階評価時)
音声形式	モノラル(遅延時間・D/U 測定時) ステレオ(音質の 5 段階評価時)
光ケーブル長	215m(1 μ s)、215m+423m(3 μ s)、215m+848m(5 μ s)、 215m+423m+848m(7 μ s)

※1 室内試験での測定中心周波数は 87.5MHz で行ったが、フィールドでの実証実験時は免許の関係上 87.3MHz で実施した。

※2 変調度 30%を基本に測定。

4.2.3 FM ラジオの性能確認

FM ラジオの性能確認は表 4.2.2 示す 6 種類 8 台を対象に実施した。

なお、FM ラジオは、据置型チューナを除き、アンテナ入力端子があることは少なく、同軸ケーブルが接続できない。このため有線接続試験における FM ラジオとして A2、C2 及び D は改造を加えて同軸ケーブルが接続できるようにした。「F 型改造品」と記載されている機種は改造品であることを示す。

表 4.2.2 FM ラジオ性能確認機種一覧

カテゴリ	機 種	受信周波数	アンテナ・入力端子構造	備考
ラジカセタイプ	A1	76～108MHz	ロッドアンテナ	
	A2	76～108MHz	F 型改造品	
	B	76～108MHz	ロッドアンテナ	
携帯型ラジオ	C1	76～108MHz	ロッドアンテナ	手回し発電機
	C2	76～108MHz	F 型改造品	内蔵
	D	76～108MHz	F 型改造品	海外ブランド
緊急地震警報機	E	76～90MHz	F 型端子 ロッドアンテナ接続端子有	
据置型チューナ	F	76～90MHz	75Ω同軸ケーブル 直接接続端子	据置型

(※) A1 及び A2 は同一機種、また、C1 及び C2 も同一機種

4.3 FM 放送の音質評価基準

FM ラジオの性能評価を行うに当たり、FM 放送の音質評価基準として表 4.3.1 に示す ITU-T 勧告 P.800 による基準を適用した。

表 4.3.1 音質の評価基準 (Mean Opinion Score ITU-T 勧告 P.800)

評 価	内 容	表 現(*)
5	非常に良い	検知限
4	良い	
3	普通	許容限
2	悪い	我慢限
1	非常に悪い	

(*)人の聴覚による感じ方で、個人差がある。NHK のラジオ評価基準

検知限 (雑音が検知できる限界) : 評価 5 と 4 の間

許容限 (雑音があるが許容できる限界) : 評価 4 と 3 の間

我慢限 (雑音が邪魔になるが我慢できる限界 : 評価 3 と 2 の間

4.4 感度の試験方法と試験結果

4.4.1 入力信号レベルと SN 比の関係

FM 放送のサービスエリアを決める場合には、電界強度を基準とするが、FM ラジオの感度についても把握しておくことが重要である。

FM ラジオのアンテナ端子入力レベルと SN 比の実測例を図 4.4.1 に示す。

FM ラジオの感度については、平成 10 年度電気通信技術審議会答申「諮問第 92 号 FM 放送の置局に関する技術的条件」で定められており、FM 放送評価用受信機の最小受信感度は SN 比 30dB(モノラル 30%変調)で規定されている。また、同答申の参考資料 3 別紙 4 では FM チューナの場合、固定受信時の CN 比と評価の関係が示されており、評価 3 に対して CN 比は約 26dB であり、FM 放送による改善量を加味すると、SN 比は約 32dB(※1)となり、概ね SN 比 30dB~32dB で評価 3 が得られると考えられる。(※1：モノラル・変調度 30%、受信機の NF=6dB の場合)

なお、図 4.4.1 より SN 比 30dB を得るアンテナ端子入力レベルは、モノラル受信で約 16dB μ V (75 Ω 開放値)、ステレオ受信で約 30dB μ V (75 Ω 開放値)であるが、75 Ω 終端値は開放値から終端値への変換値 6dB が減算され、モノラル受信で約 10dB μ V (75 Ω 終端値)、ステレオ受信で約 24dB μ V (75 Ω 終端値)となる。

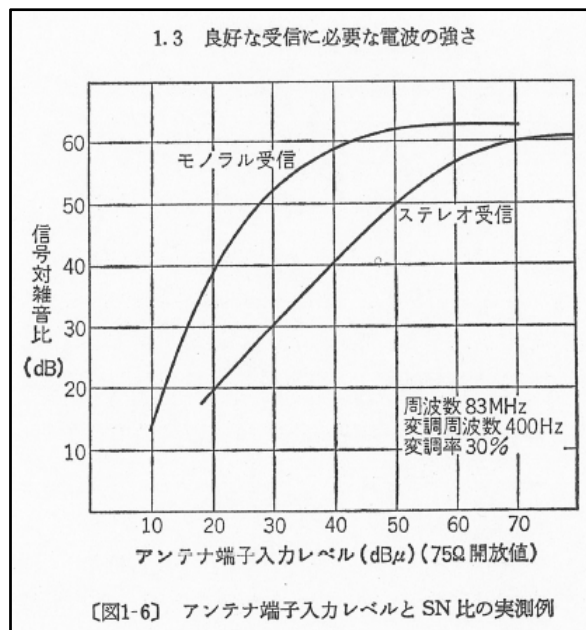


図 4.4.1 アンテナ端子入力レベルと SN 比の実測例

出典：日本放送出版協会 昭和 51 年 4 月 20 日「テレビ FM 受信技術」

4.4.2 試験方法

1) 有線接続試験

有線接続試験の測定系列を図 4.4.2 に示す。FM 信号発生器からの信号を FM 送信機で伝送し所定のレベルで運用後、FM ラジオに入力、可変減衰器により入力レベルを変化させ SN 比をオーディオアナライザにより測定する。

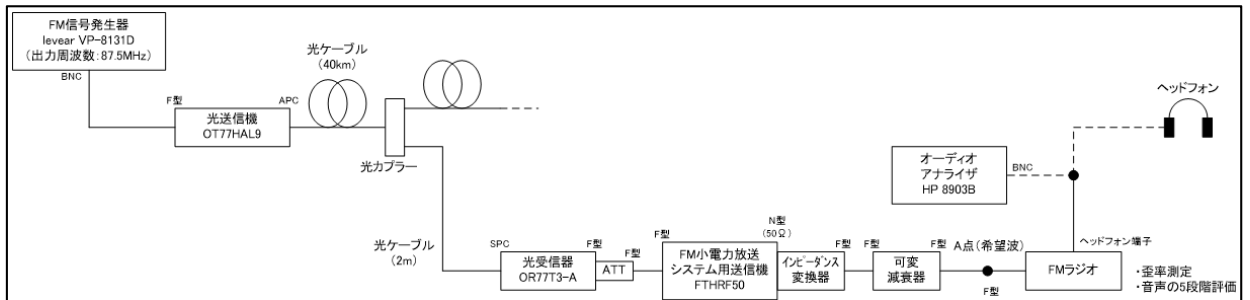


図 4.4.2 感度の有線接続試験測定系列

2) 無線接続試験

無線接続試験の測定系列を図 4.4.3 に示す。FM 信号発生器からの信号を FM 小電力無線局よりアンテナで放射し FM ラジオで受信、音声出力信号の SN 比をオーディオアナライザにより測定する。測定は送信機出力を変化させ、SN 比が 25dB、30dB、35dB、40dB 時の電界強度を測定した。電界強度は供試ラジオの近傍をダイポールアンテナで測定しケーブル損失と端子電圧から電界強度(開放値)へ換算した値である。

なお、FM ラジオはあらかじめ電波到来方向に対する角度(正面・45 度・90 度)とロッドアンテナの角度(水平・斜め 45 度・垂直)の双方をパラメータに $S/N=30\text{dB}$ が得られる電界強度を測定し、相違を確認した。FM ラジオの向きにより、所要電界強度が大きくかわる FM ラジオもあるが、概ね大きな相違はないため、FM ラジオは正面方向(0 度)、ロッドアンテナ長を最大で 45° とし、各 SN 比に対する所要電界強度を測定する。

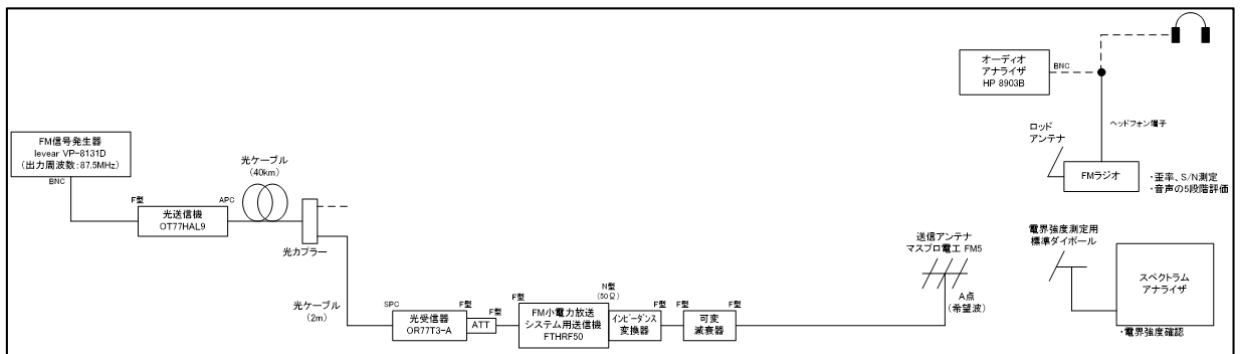


図 4.4.3 感度の無線接続試験測定系列

4.4.3 試験結果

1) 有線接続試験

有線接続が可能な A2,C2,D,E,F の入力レベル(75Ω 終端値)に対する SN 比を図 4.4.4～図 4.4.8 と表 4.4.1～表 4.4.5 に示す。変調周波数 1kHz、変調度 30%のトーン信号時の値である。その他の変調度の結果については、付属資料 1 に記載した。

① ラジカセタイプ：A 2

表 4.4.1

入力レベルに対する SN 比

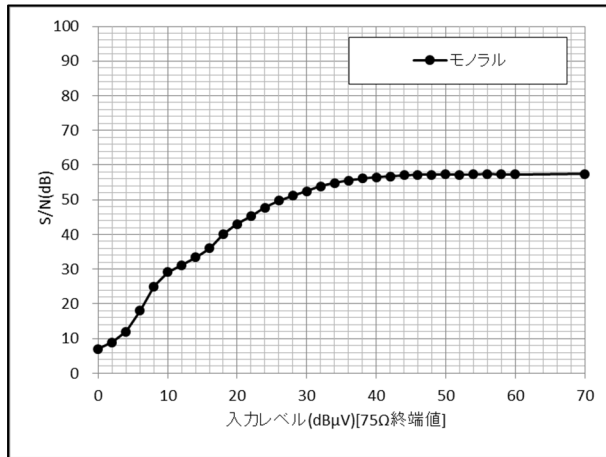


図 4.4.4 入力レベルに対する SN 比

本機種はステレオ時にレベルを変化させると、モノラルに切り替わりステレオが一定の状態では測定できないため、モノラルのみデータとなった。

入力レベル (dBμV)	S/N(dB)
	モノラル
70	57.4
60	57.3
50	57.3
40	56.5
30	52.5
28	51.2
26	49.8
24	47.8
22	45.3
20	43.0
18	40.0
16	36.0
14	33.4
12	31.2
10	29.2

② 携帯型ラジオ：C 2

表 4.4.2

入力レベルに対する SN 比

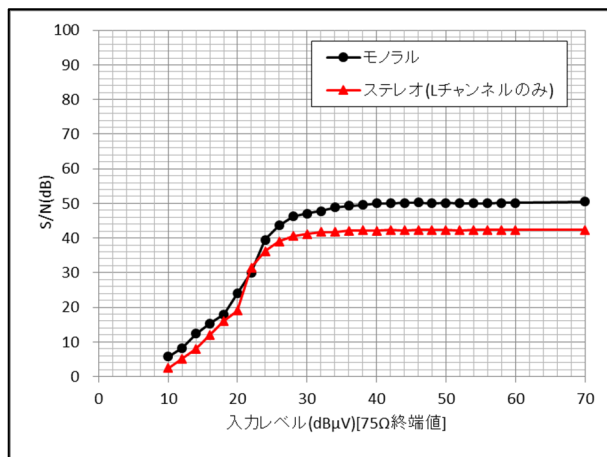


図 4.4.5 入力レベルに対する SN 比

入力レベル (dBμV)	S/N(dB)	
	モノラル	ステレオ
70	50.5	42.3
60	50.2	42.4
50	50.1	42.4
40	50.0	42.1
30	47.1	41.2
28	46.3	40.6
26	43.6	39.0
24	39.5	36.2
22	30.0	31.4
20	24.0	19.0
18	18.0	16.0
16	15.4	12.0
14	12.4	8.0
12	8.3	5.2
10	5.7	2.4

③ 携帯型ラジオ：D

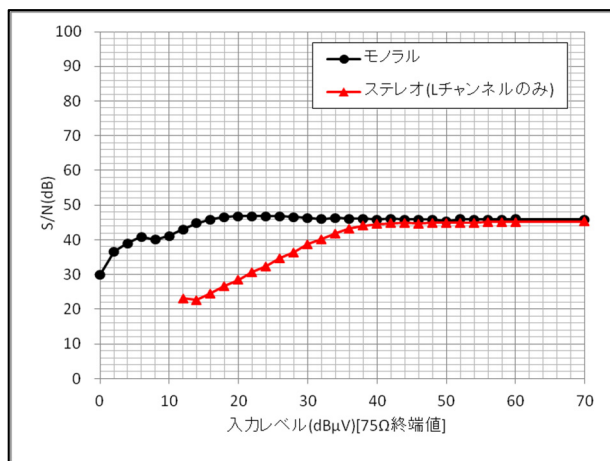


図 4.4.6 入力レベルに対する SN 比

表 4.4.3

入力レベルに対する SN 比

入力 レベル (dB μ V)	S/N(dB)	
	モノラル	ステレオ
70	45.8	45.3
60	46.0	45.2
50	45.5	45.0
40	45.9	44.6
30	46.4	38.7
28	46.6	36.5
26	46.8	34.8
24	46.9	32.3
22	46.9	30.7
20	46.9	28.5
18	46.6	26.7
16	45.9	24.5
14	44.8	22.7
12	43.0	23.2
10	41.2	—

④ 緊急地震警報機：E

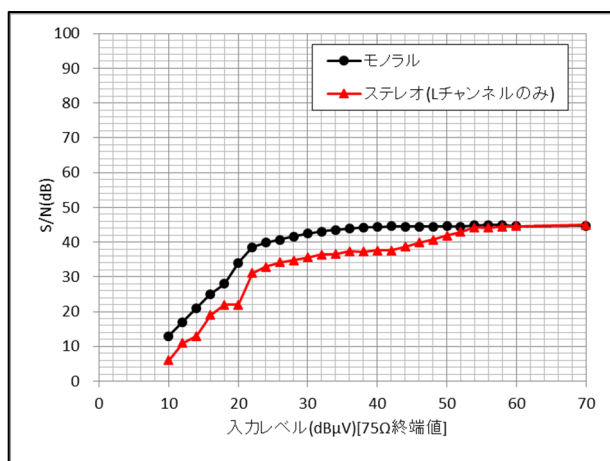


図 4.4.7 入力レベルに対する SN 比

表 4.4.4

入力レベルに対する SN 比

入力 レベル (dB μ V)	S/N(dB)	
	モノラル	ステレオ
70	44.7	44.9
60	44.6	44.6
50	44.6	41.9
40	44.3	37.6
30	42.5	35.6
28	41.6	34.7
26	40.7	34.1
24	39.9	32.9
22	38.5	31.1
20	34.0	22.0
18	28.0	22.0
16	25.0	19.0
14	21.0	13.0
12	17.0	11.0
10	13.0	6.0

⑤ 据置型チューナ：F

表 4.4.5

入力レベルに対する SN 比

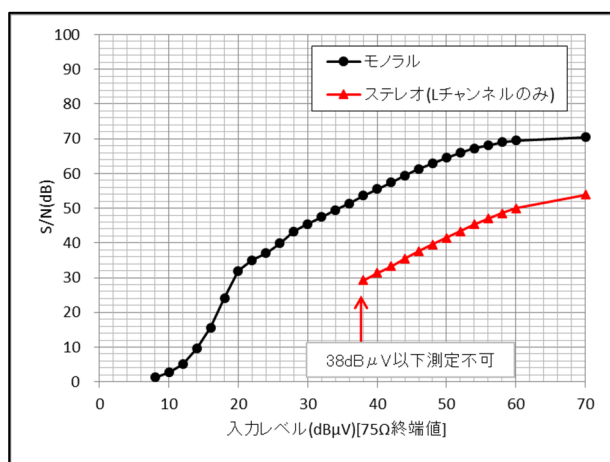


図 4.4.8 入力レベルに対する SN 比

入力レベル (dB μ V)	S/N(dB)	
	モノラル	ステレオ
70	70.5	53.9
60	69.5	50.0
50	64.5	41.4
40	55.5	31.4
30	45.5	38dB μ V 以下 測定不可
28	43.3	
26	39.9	
24	37.1	
22	35.0	
20	32.0	
18	24.1	
16	15.6	
14	9.6	
12	5.1	
10	2.7	

表 4.4.6 に SN 比が 30dB および 40dB 時の入力レベル測定結果を示す。

表 4.4.6 機種別入力レベルに対する SN 比測定結果

カテゴリ		機 種	入力レベル(dB μ V)		備考
			S/N=30dB 時	S/N=40dB 時	
文献資料	図 4.4.1 の例		10	14	終端値換算値
	FM 放送評価用受信機		9	—	
測定結果	ラジカセタイプ	A2	10	18	
	携帯型ラジオ	C2	22	25	
		D	0	10	AM/SW/FM 受信可能
	緊急地震警報機	E	19	24	
	据置型チューナ	F	20	26	

2) 無線接続試験

ロッドアンテナを有する A1,B,C の電界強度(75 Ω 開放)に対する SN 比を図 4.4.9～図 4.4.11 と表 4.4.7～表 4.4.9 に示す。FM ラジオの向きとロッドアンテナの角度による相違については付属資料 1 に記載する。

① ラジカセタイプ：A 1

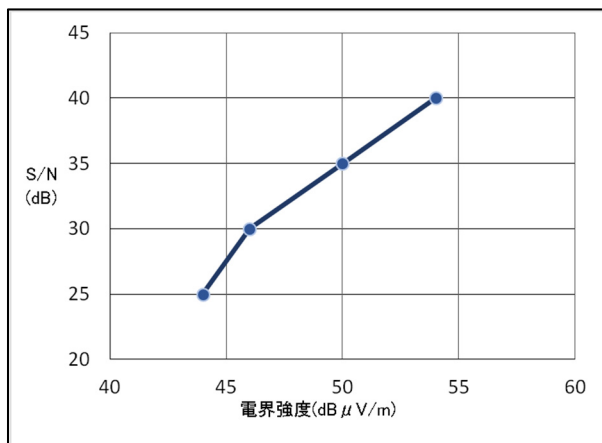


図 4.4.9 電界強度に対する SN 比

表 4.4.7 電界強度に対する SN 比

電界強度 (dB μ V/m)	S/N (dB)
44	25
46	30
50	35
54	40

② ラジカセタイプ：B

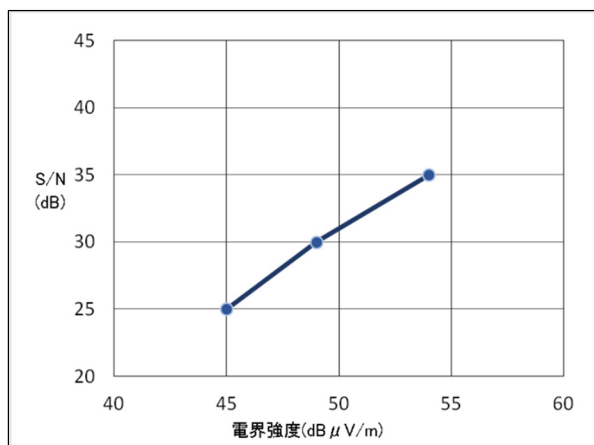


図 4.4.10 電界強度に対する SN 比

表 4.4.8 電界強度に対する SN 比

電界強度 (dB μ V/m)	S/N (dB)
45	25
49	30
54	35
—	40

③ 携帯型ラジオ：C1

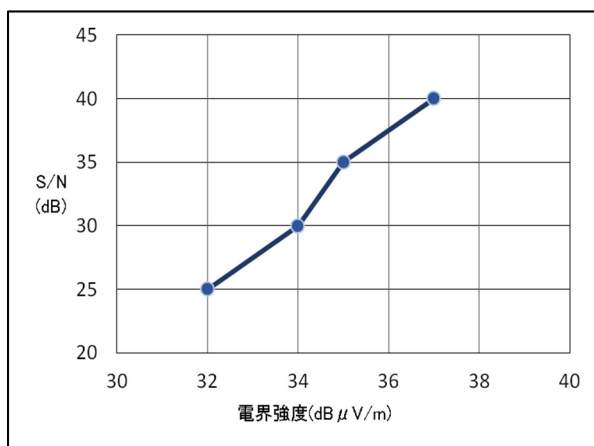


図 4.4.11 電界強度に対する SN 比

表 4.4.9 電界強度に対する SN 比

電界強度 (dB μ V/m)	S/N (dB)
32	25
34	30
35	35
37	40

4.5 近接周波数混信保護比の試験方法と試験結果

周波数選定に当たっては基本的に現行の電波法関係審査基準で規定されている混信保護比を満足する周波数としたが、市販 FM ラジオの近接周波数に対する保護能力について、確認を行った。

4.5.1 試験方法

有線接続試験の測定系列を図 4.5.1 に示す。FM 信号発生器①希望波(87.5MHz)からの信号を FM 送信機で伝送し、FM 信号発生器②より、近接波の信号を希望波と混合し、FM ラジオに入力する。希望波と近接波のレベル差を 0dB(D/U=0dB)からスタートし、可変減衰器により DU 比(希望波レベル対近接波レベル)を変化させ、音質評価、歪率、SN 比をオーディオアナライザ及びスペクトラムアナライザにより測定する。近接波は 87.6～87.9MHz まで 100kHz ステップで可変させ、希望波周波数と近接波周波数の差をパラメータに音質評価の許容限(表 4.3.1：音質評価 3 と 4 の中間)が得られる DU 比を測定する。

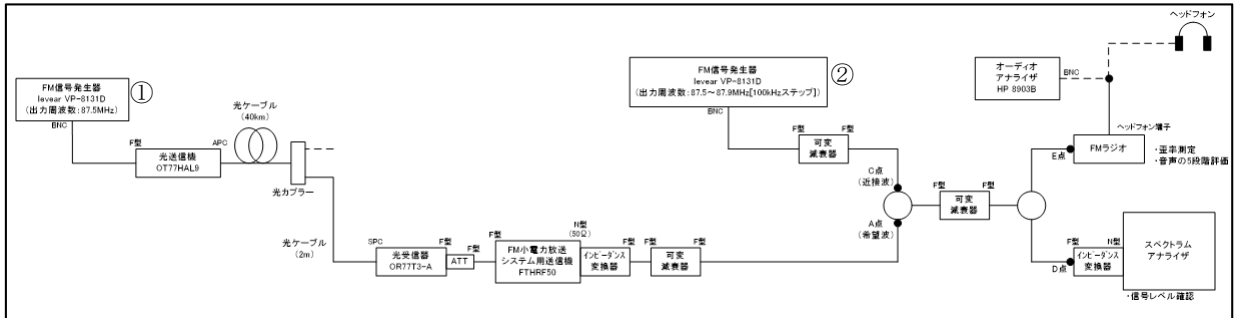


図 4.5.1 近接周波数混信保護比の有線接続試験測定系列

4.5.2 試験結果

FM ラジオ C2 の結果を図 4.5.2 及び表 4.5.1 に、FM ラジオ E の結果を図 4.5.3 及び表 4.5.2 に示す。変調周波数 1kHz、変調度 30%のトーン信号時の値である。

この機種においては置局設定において表 2.3.1 混信保護比が遵守されることで混信が生じないことが確認できた。

なお、その他の結果については、付属資料 1 に記載した。

① 携帯型ラジオ：C 2

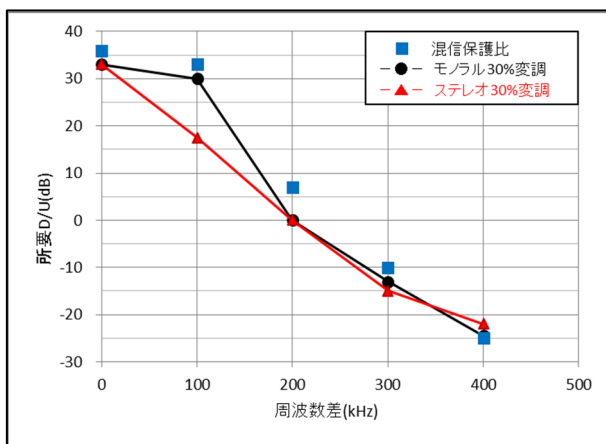


図 4.5.2 近接波の周波数差と所要 DU 比

表 4.5.1 近接波の周波数差と所要 DU 比

周波数(MHz)		周波数差(kHz)	混信保護比規格(dB)	所要D/U(dB)	
希望波	妨害波			モノラル	ステレオ
87.5	87.5	0	36	33	33
	87.6	100	33	30	17.5
	87.7	200	7	0	0
	87.8	300	-10	-13	-15
	87.9	400	-25	-24.5	-22

② 緊急地震警報機：E

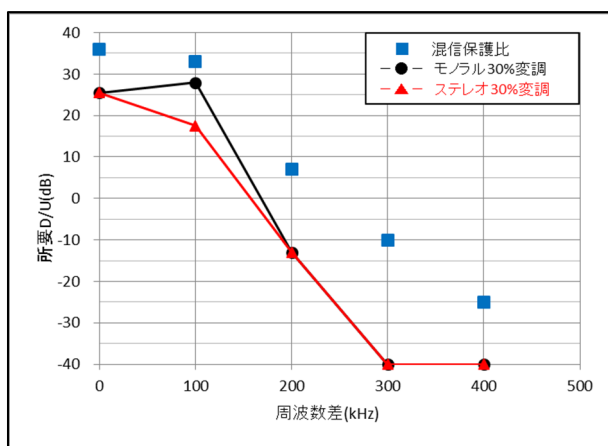


図 4.5.3 近接波の周波数差と所要 DU 比

表 4.5.2 近接波の周波数差と所要 DU 比

周波数(MHz)		周波数差(kHz)	混信保護比規格(dB)	所要D/U(dB)	
希望波	妨害波			モノラル	ステレオ
87.5	87.5	0	36	25.5	25.5
	87.6	100	33	28	17.5
	87.7	200	7	-13	-13
	87.8	300	-10	-40	-40
	87.9	400	-25	-40	-40

4.6 マルチパスに対する性能の試験方法と試験結果

複数の送信点からの電波が重複し受信されるエリアでは、マルチパス混信が発生する可能性があり、マルチパス混信に関する遅延時間と DU 比の関係を確認した。

4.6.1 有線接続試験

1) 試験方法

有線接続試験の測定系列を図 4.6.1 に示す。FM 信号発生器の信号は 2 分配され、1 つはそのまま FM 送信機に希望波として入力される。他の端子の信号は光ケーブルによる遅延回路を経由し、FM 送信機に入力された後、可変長同軸管と可変減衰器を経由し遅延波として FM ラジオに入力される。マルチパス歪は遅延波の DU 比及び位相により変化するため、D/U=0dB 時にマルチパス歪が最大となるよう、可変長同軸管で遅延波の位相を調整する。遅延波は遅延回路に接続した光ファイバ長を変えることにより、1.3 μ s、3.3 μ s、5.3 μ s、7.3 μ s の遅延波となり、各遅延時間で同様に測定する。

測定は遅延時間をパラメータに希望波と遅延波のレベル差を 0dB(D/U=0dB)からスタートし、可変減衰器により DU 比を変化させ、音質評価、歪率、オーディオアナライザ及びスペクトラムアナライザにより測定する。DU 比は音質評価の許容限(表 4.3.1：音質評価 3 と 4 の中間)が得られる値とする。

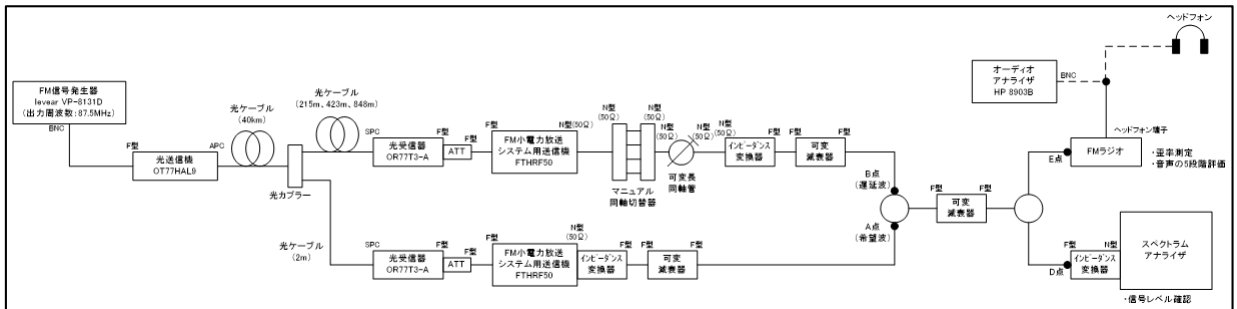


図 4.6.1 マルチパスに対する性能の有線接続試験測定系列

2) 試験結果

FM ラジオ C2 の結果を図 4.6.2 及び表 4.6.1 に、FM ラジオ E の結果を図 4.6.3 及び表 4.6.2 に示す。変調周波数 1kHz、変調度 30%のトーン信号時の値である。

この機種においては図 2.4.2 に記載されている遅延時間と DU 比の関係は概ね合致していることを確認した。

本システムのサービスエリア設定に当たり、重複するエリアが発生する場合、光ケーブルなどの遅延回路により、重複エリアでの遅延時間差を可能な限り少なくすることが、マルチパス防止の手段となる。

なお、その他の結果については、付属資料 1 に記載した。

① 携帯型ラジオ：C2

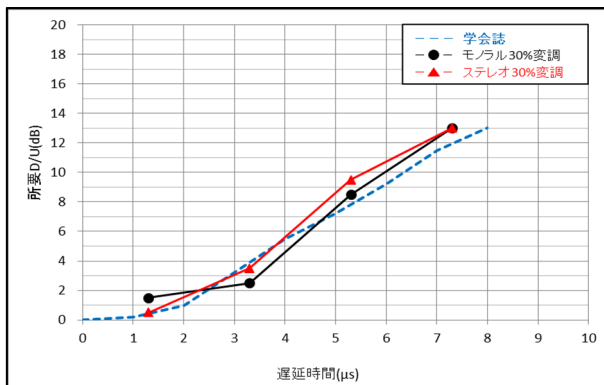


図 4.6.2 遅延波の遅延時間と所要 DU 比

② 緊急地震警報機：E

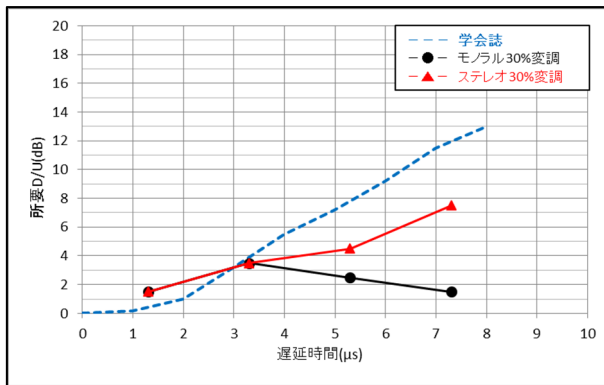


図 4.6.3 遅延波の遅延時間と所要 DU 比

表 4.6.1 遅延波の遅延時間と所要 DU 比

遅延時間 (μs)	所要D/U(dB)		
	測定結果		テレビジョン 学会誌
	モノラル	ステレオ	
1.3	1.5	0.5	0.2～0.8
3.3	2.5	3.5	3～5
5.3	8.5	9.5	7～12
7.3	13.0	13.0	11～18

表 4.6.2 遅延波の遅延時間と所要 DU 比

遅延時間 (μs)	所要D/U(dB)		
	測定結果		テレビジョン 学会誌
	モノラル	ステレオ	
1.3	1.5	1.5	0.2～0.8
3.3	3.5	3.5	3～5
5.3	2.5	4.5	7～12
7.3	1.5	7.5	11～18

4.6.2 無線接続試験

本試験はフィールドにおけるマルチパス試験を想定し、試験方法や手順の実現性確認のため行ったもので、図 4.6.4 に測定系列を示す。有線接続試験と同様に FM 信号を 2 分配し、電波暗室内で希望波と遅延波を各々送信機経由 FM アンテナで放射し FM ラジオで受信し、音質評価、SN 比、歪率を測定した。フィールドでの実証実験の実現性確認のための試験であり、測定パラメータは遅延時間 5.3 μs 変調度 30%モノラルのみとする。

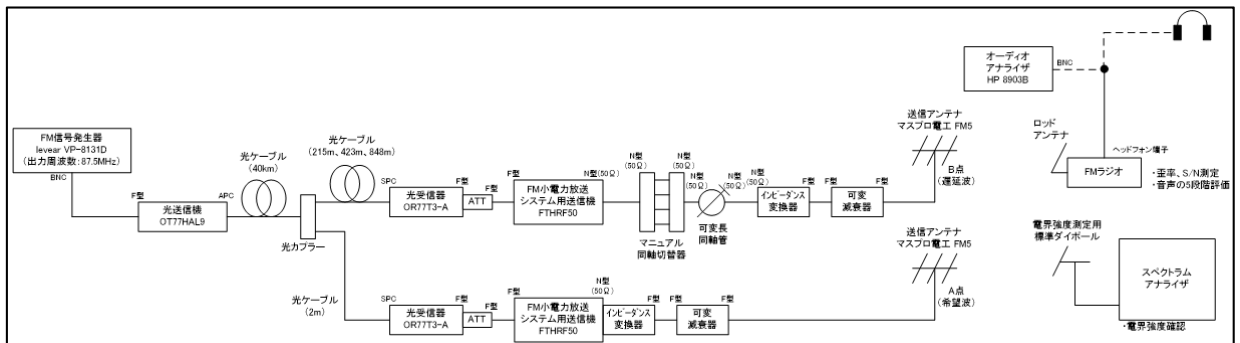


図 4.6.4 マルチパスに対する性能の無線接続試験測定系列

測定結果詳細は付属資料 1 に記載したが、基本的にフィールドにおいても同様な方法でマルチパス試験が可能なことを確認した。

4.6.3 スペクトル波形と DU 比

本試験において、音質評価を基本に DU 比の測定を行ったが、音質評価は耳で行うため、音の種類や個人により評価に差がでる。このため、本試験では音質評価と合わせリアルタイムスペクトラムアナライザにより音声信号のスペクトル波形および SINAD(※)を測定する。

測定したスペクトル画面の例を図 4.6.5 に示す。ここで測定可能な項目とスペクトル画面に表示される意味を表 4.6.3 に示す。

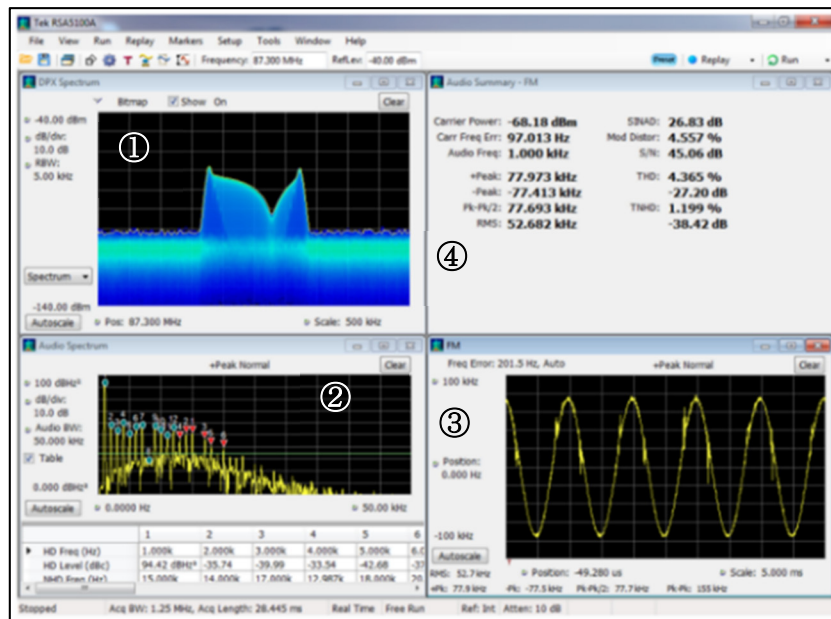


図 4.6.5 スペクトル画面(遅延時間 6.4 μ s、D/U=2.5dB)

表 4.6.3 スペクトル画面の意味

画面番号	内 容
①	FM 信号のスペクトラムを信号の発生頻度毎に色分けして表示。 ・横軸:周波数、縦軸:信号レベル[単位: dBm] ・色: 信号の発生頻度表示 緑: 頻度大、青: 頻度小 スペクトラムの谷はマルチパス干渉により生ずる現象で、遅延時間と DU 比により、谷の位置と大きさが変化する。
②	・青の●は 1kHz の高次モード ・赤の▼は音声に含まれる非高調波成分のうち、高いピークを持つもの。
③	FM 信号の復調波形表示で、FM 変調された音声信号の時間波形を表す。 ・横軸: 時間 ・縦軸: FM 変調の周波数偏差
④	・Carr Fre Err : キャリア周波数のずれ(エラー)を表す。 ・Mod Distor: 変調歪を表す。 ・THD: 全高調波歪を表す。 ・TNHD: 全非高調波歪を表す。

※Signal to Noise And Distortion sensitivity : FM 方式の無線受信機の感度測定基準として用いられている値。信号を「S」、雑音を「N」、ひずみを「D」とすれば、 $SINAD = (S+N+D) / (N+D)$

また、図 4.6.6 及び図 4.6.7 に遅延時間、DU 比の異なる例を示す。

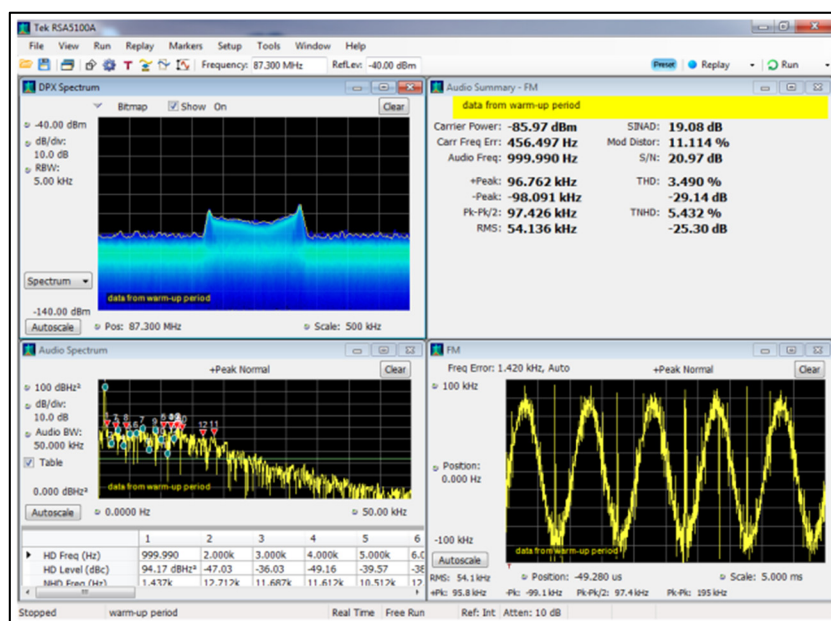


図 4.6.6 スペクトル画面(遅延時間 $0 \mu s$ 、D/U=0.2dB)

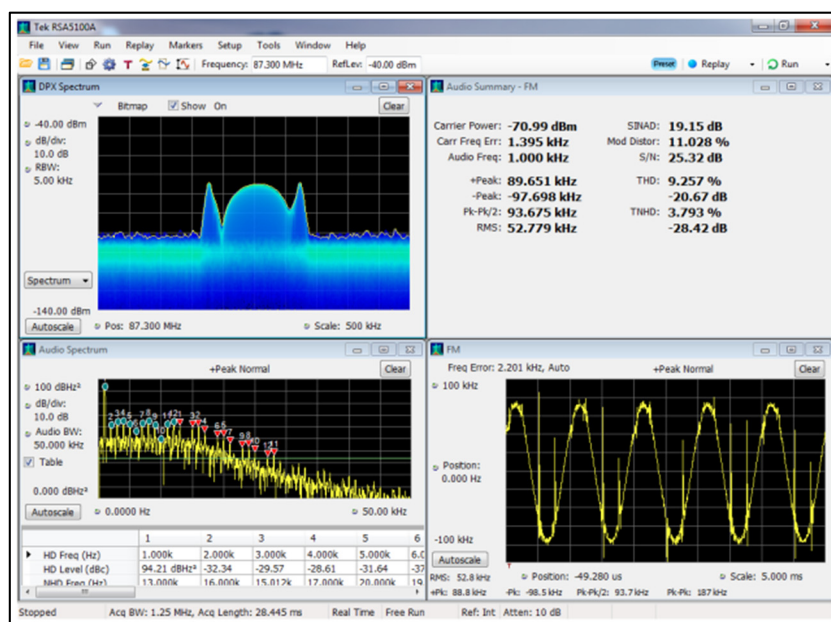


図 4.6.7 スペクトル画面(遅延時間 $9 \mu s$ 、D/U=0.2dB)

4.7 測定系列及び測定風景写真

4.7.1 有線接続試験



図 4.7.1 FM 信号発生器と光送信機

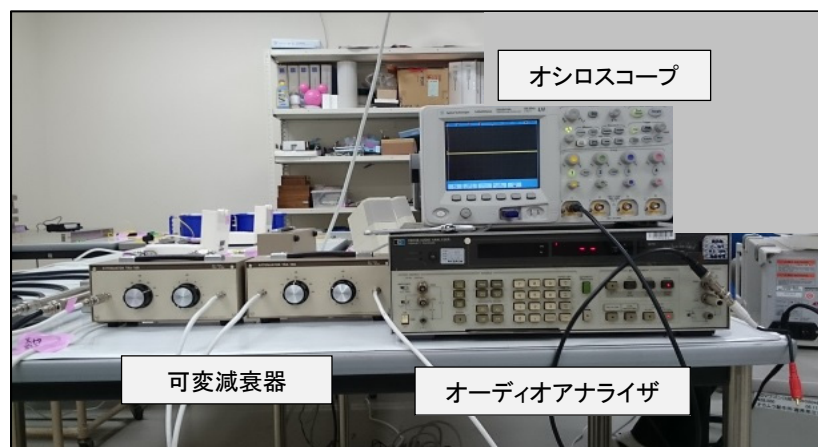


図 4.7.2 オーディオアナライザとスペクトラムアナライザ

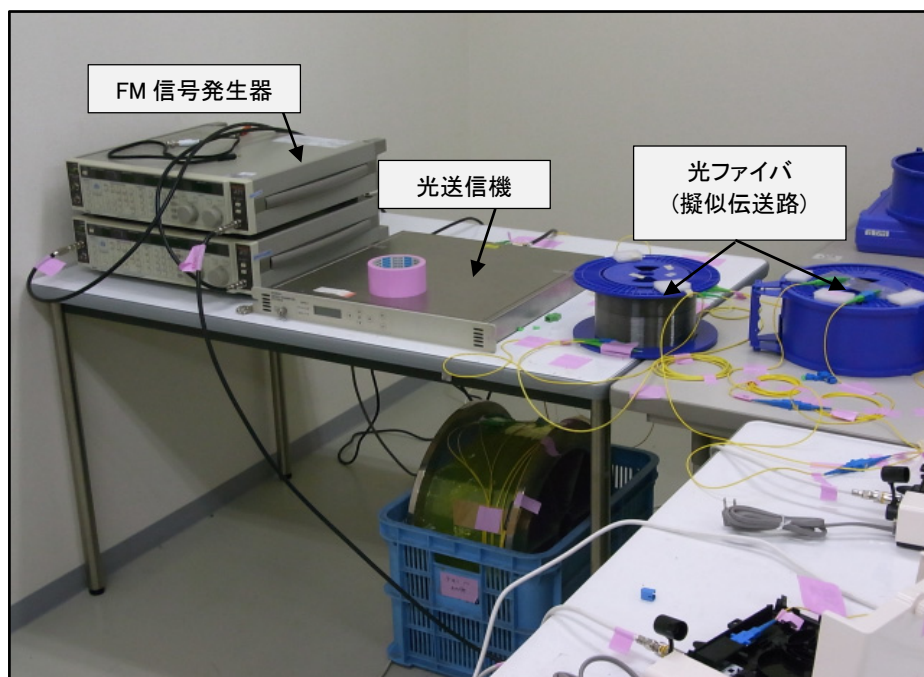


図 4.7.3 光ファイバによる擬似伝送路

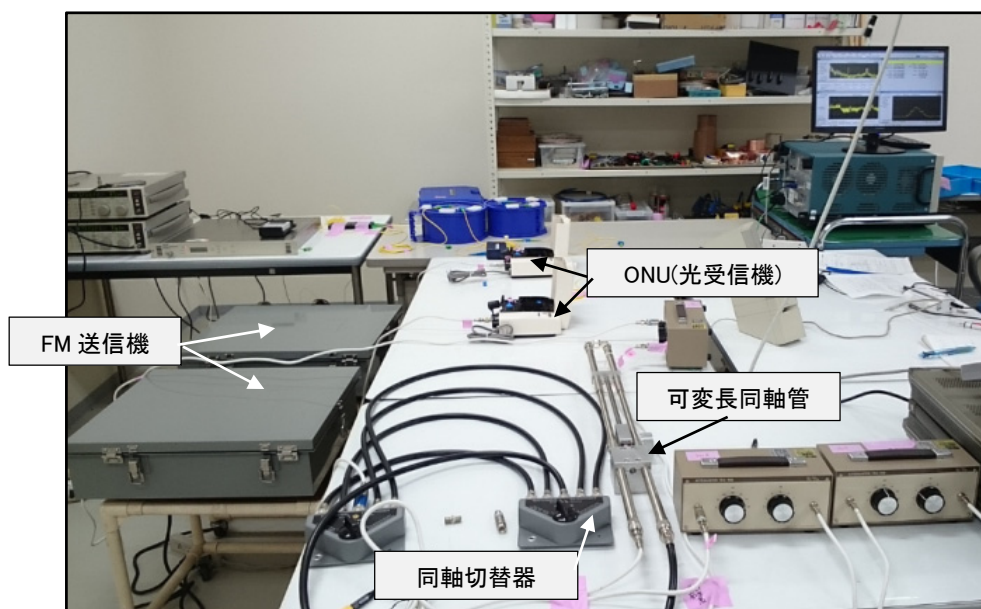


図 4.7.4 マルチパス試験

4.7.2 無線接続試験



図 4.7.5 電波暗室 送信側アンテナ

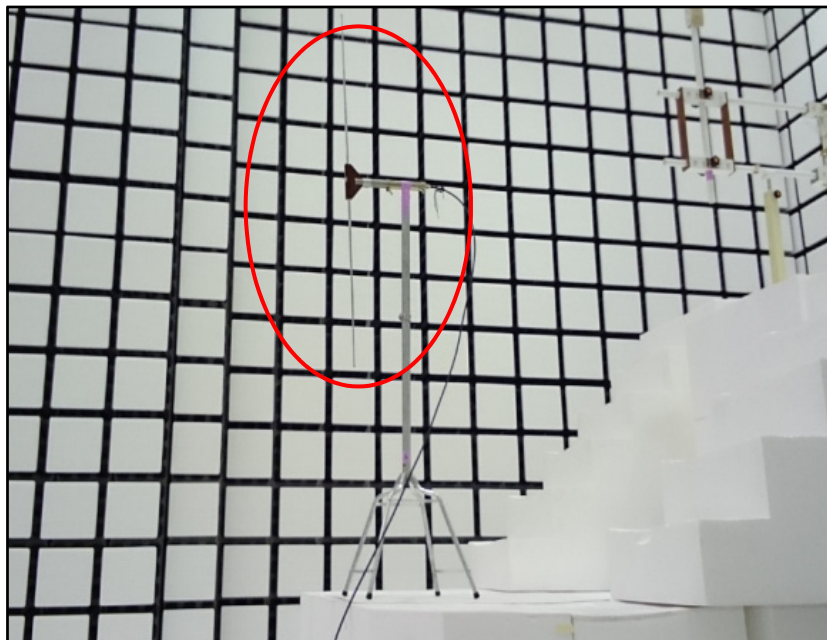


図 4.7.6 電波暗室 受信側(電界強度測定)アンテナ

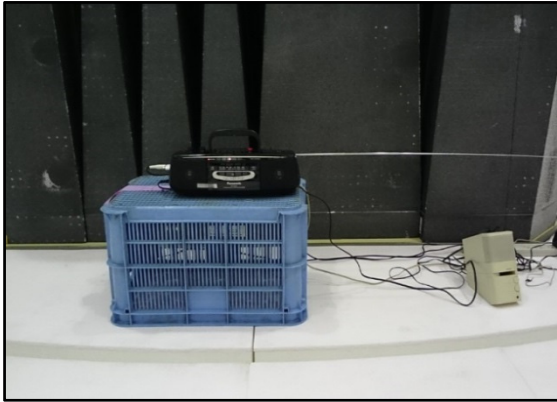


図 4.7.7 FM ラジオ測定
(ラジカセタイプ A1)

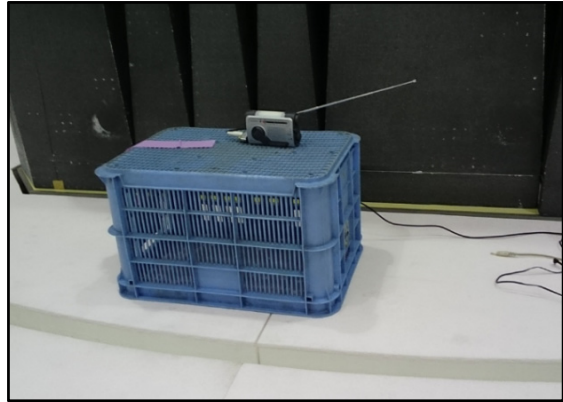


図 4.7.8 FM ラジオ測定
(携帯型 C1)



図 4.7.9 電界強度測定

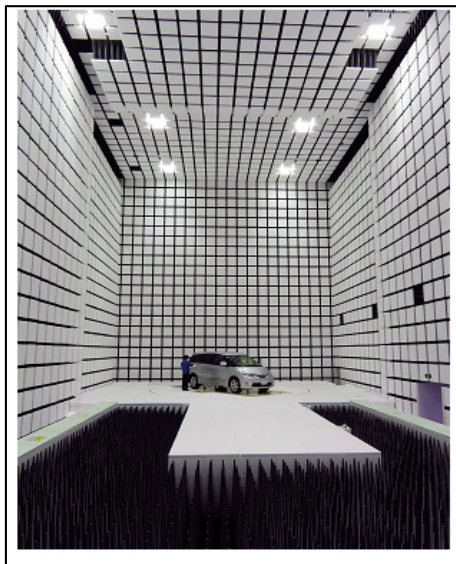


図 4.7.10 電波暗室内全景

【参考】電波暗室の概要

・大きさ

長さ 31 × 幅 15 × 高さ 15m

・測定可能周波数

76MHz～40GHz

・送受信アンテナ距離

20m

第5章 フィールドにおける実証実験の結果

本項目は付属資料2「ケーブルテレビ網を活用したラジオ放送用ギャップフィラーの実証(概要)」を参照する。

実験場所、期間等は次の通りである。

5.1 実験場所

愛知県豊田市 豊田市立巴ヶ丘小学校及びその付近

5.2 実験期間

平成26年12月15日(月)～12月19日(金)

5.3 見学会

本検討会構成員及び関係者による見学会を実施 平成26年12月19日(金)

5.4 実験内容

- (1) 地上高4mと1mの電界強度の差
- (2) 2か所の無線局から到来する電波の干渉(マルチパス)状況測定と音質評価
- (3) 地上高1mにおけるラジオFMラジオの音質評価

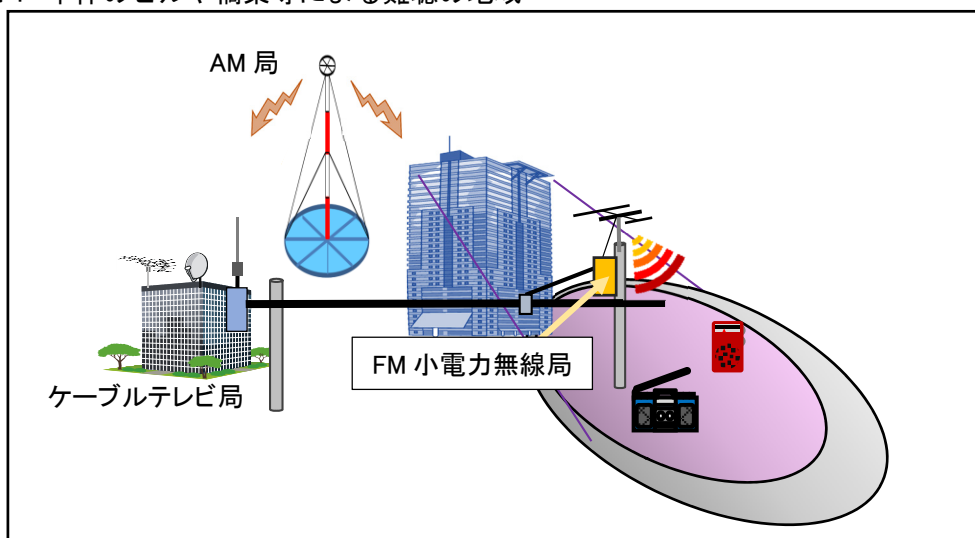
第6章 FM 小電力放送システムの活用が見込まれる利用形態

山間部のラジオ難聴地域における活用形態を中心に本システムの検討及び室内実証試験を行ったが、山間部以外の難聴エリアとして下記に示す事例での活用が見込まれる。

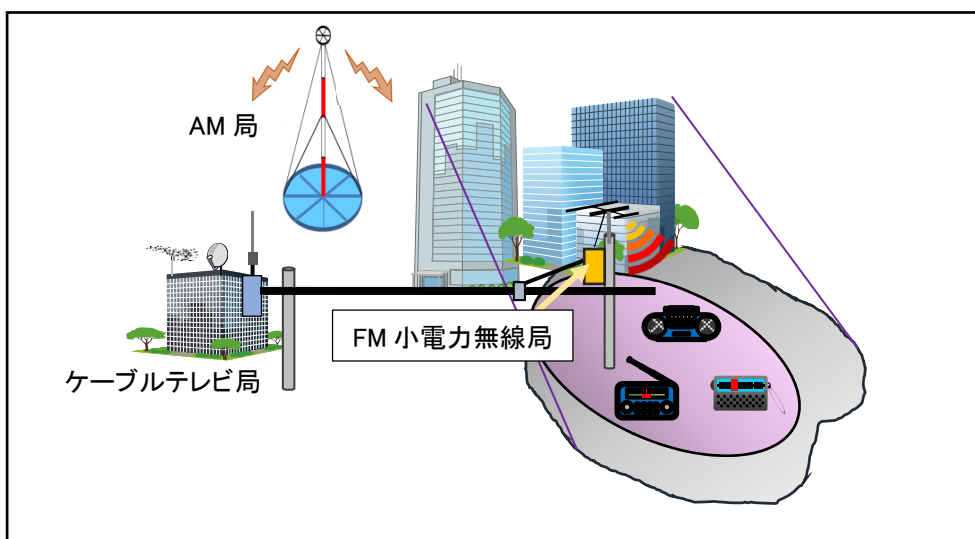
6.1 建造物等による難聴地域

都市部では、多くの高層ビルが存在しており、放送タワーと受信点の間に存在する場合は、ラジオ放送が受信できなくなる。この場合に、FM 小電力無線局を設置することが考えられるが、既存放送波との混信が生じないように、潜在電界の調査を行うことが重要である。難聴地域の例を以下に示す。

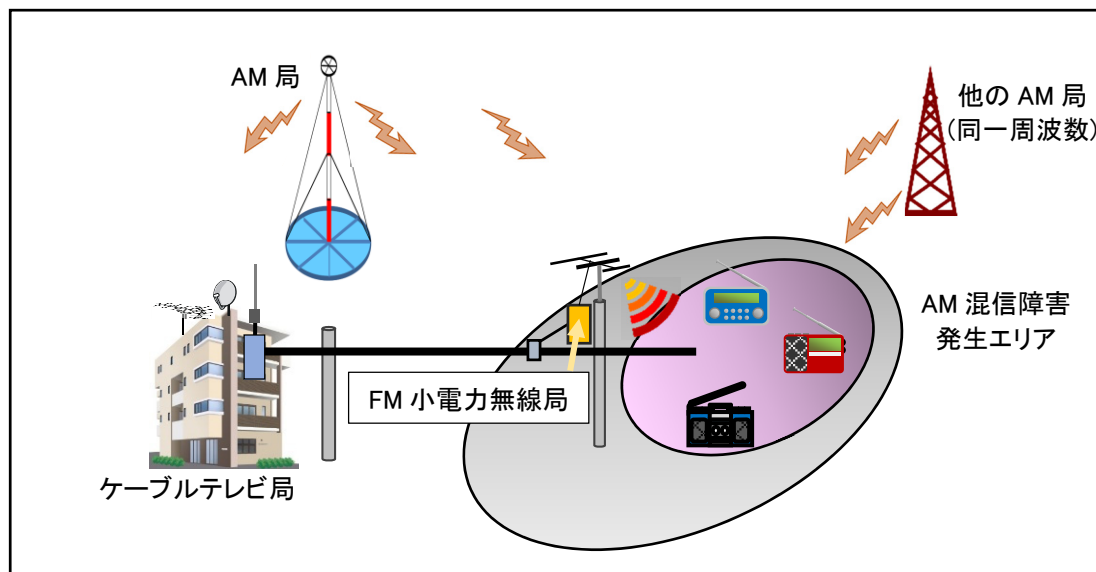
6.1.1 単体のビルや橋梁等による難聴の地域



6.1.2 複数建造物の複合的な都市減衰による難聴の地域

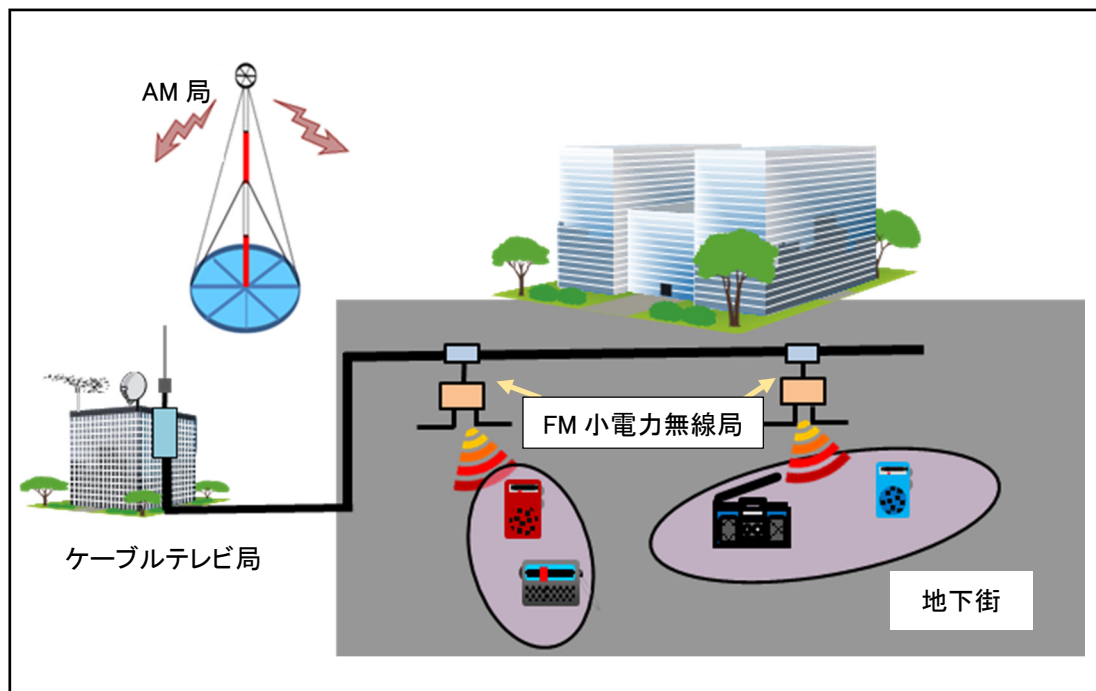


6.2 混信により受信障害が発生している地域



6.3 地下街などの閉鎖空間地域

地下街は電波が遮蔽されていて受信できないので、基本的には FM 小電力無線局を設置することになる。この場合は、出入口から既存の放送波が入ってくるので、出入口での混信に注意する必要がある。また、地下街では、天井や側面からの電波の反射波が存在し、それらが干渉してリップル（不感地点）が存在する。FM 小電力無線局の設置に際しては、スライドパターンの確認が重要である。



第7章 調査検討のまとめと今後の課題

7.1 調査検討のまとめ

本調査検討会の調査検討課題について、検討した事項をまとめると次の通りである。

- ①FM 小電力放送システムの技術基準を検討し、これに基づく FM 小電力無線局(送信機)の試作機規格を検討しまとめた。
- ②規格に基づき送信機の製作を行い、所要の性能を確認した。
- ③室内実証試験により FM 小電力無線局からの信号を FM ラジオで受信し、以下の事項を確認した。
 - ・ FM ラジオへの FM 信号入力レベルと音質評価の関係を確認した。
 - ・ FM 小電力無線局が近接して 2 台設置された場合の混信(マルチパス)について、2 つの FM 電波の遅延時間差と音質評価、所要 DU 比の関係を確認した。2 つの電波の遅延時間差が小さければ、所定の音質評価が得られる DU 比は小さくて良く、複数送信機を設置し放送エリアが重複した放送エリア設定において、効率的な置局が可能となる。
- ④フィールドにおける実証実験方法についての確認を行った。

フィールドにおける実証実験方法は机上で検討を行ったが、その実現性の確認のため電波暗室で模擬的に電界の変動やマルチパスを発生させ、無線接続での試験を行った。結果は机上検討したフィールド実証実験計画が可能であることが確認でき、フィールド実証実験に反映された。
- ⑤別途行われたフィールドでの試作機による実証実験により本試験環境下において FM 小電力放送システムの実用性が確認できた。

7.2 今後の課題

7.2.1 置局のためのガイドラインの作成

本システム特有の状況と具体的対応が記載されたガイドラインが求められる。具体的には次の点があげられる。

- ・ 放送区域が重複する地域における混信保護比軽減のため遅延時間の調整方法
- ・ アンテナ指向性活用による DU 比確保方法等
- ・ 受信品質の測定器による評価方法 (SINAD 測定など)

7.2.2 ケーブルテレビ網から離隔した難聴地域への対応

難聴地域がケーブルテレビ網から離隔している場合、ケーブルテレビ網から新たに回線を延長し難聴地域へのネットワークを構成する必要がある。この場合検討すべき事項として次の点があげられる。

- ・新たなネットワーク構築のための線路確保の手段
- ・ケーブルテレビ網から離隔した FM 小電力無線局に入力される FM 信号の品質確保方法

7.2.3 都市部難聴地域への対応

- ・難聴地域に存在するビル群による二次的遮へいによる難聴対策
- ・高雑音地域となるため、送信機出力を含めた所要電界強度確保方法の検討

7.2.4 地下街等閉鎖空間への応用

1) 地下街におけるラジオ再放送の現状

現在、日本全国に 78 地下街(平成 25 年 3 月末時点：国土交通省「地下街の安心避難対策ガイドブック」平成 26 年 4 月より)があり、表 7.2.1 に示す来街者の多い施設の中の 7 施設では AM 及び FM の再放送が実施されている。

表 7.2.1 ラジオ再放送を行っている地下街

名 称	所在地	チャンネル数	
		AM ラジオ放送	FM ラジオ放送
八重洲地下街	東京都中央区	5	4
川崎アゼリア	川崎市川崎区	6	3
ホフィティうめだ	大阪市北区	5	6
なんばウォーク	大阪市中央区	5	6
NAMBA なんなん	大阪市中央区	5	6
あべちか	大阪市天王寺区	5	6
エスカ	名古屋市中村区	4	3

※ 一般社団法人 放送波遮蔽対策推進協会及び各地下街の HP より作成。

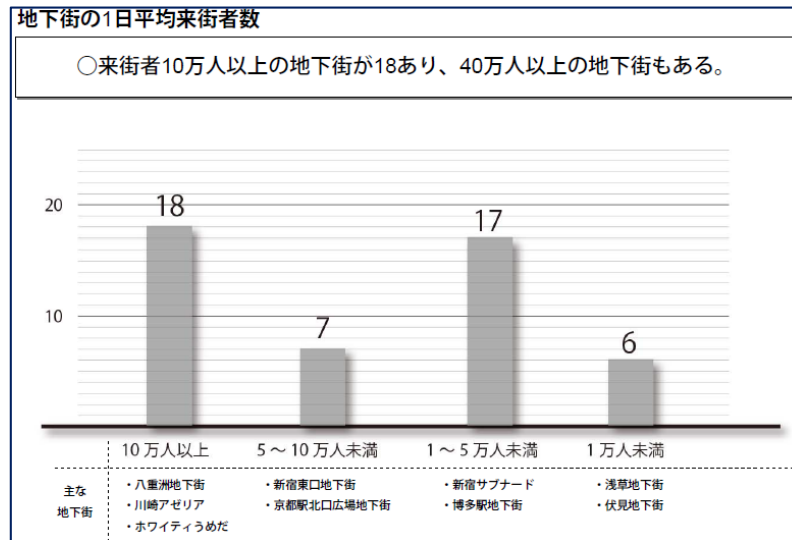


図 7.2.1 地下街の来街者数

(国土交通省「地下街の安心避難対策ガイドブック」平成 26 年 4 月より)

2) 都市部及び地下街のラジオ受信調査

本システムの置局を検討するため、現在ラジオ再放送が行われていない、比較的大規模の施設 2 か所(東京都新宿区及び名古屋駅)について、AM ラジオ放送及び FM ラジオ放送の受信調査を行った。

調査結果を付属資料 3 に示すが、階段などの開口部から少し降りると 5 段階評価の「評価 1」の受信不可能であり、本システムを活用した難聴改善が望まれる。

3) 地下街での置局の課題

今回、地下街で詳細の調査や試験を行うことができなかったが、置局に当たっては以下の点に留意する必要がある、課題の明確化と課題解決策について更なる検討が望まれる。

- ① 開口部や電源ラインからの潜在電界放射との混信対策
- ② 開口部から地上への電波漏えいへの対応
- ③ 壁、床面からの反射電波による定在波リップルやマルチパスへの対応
- ④ 複雑な地下街で一定の電界強度を得るためのアンテナ配置等の検討
- ⑤ パーティションで区分けされたテナントなどでの所要電界強度の確保方法・再放射用の極微小電力の送信機(FM 増幅器)の検討など
- ⑥ 既存の共同受信システム(ビル共聴)を利用したシステムの検討

7.2.5 その他の課題

1) 免許主体

地上デジタル放送のギャップフィラーでは受信障害難視対策として、免許人が放送事業者以外の難視対策組合などに適用されるため、本システムにおいても同様な措置が取られることが望まれる。

2) 技術基準適合証明制度

技術基準適合証明制度により免許手続き時の検査の省略等の無線局開設のための手続で特例措置により迅速に免許の取得ができるとともに、無線従事者の選任が不要となることから、地上デジタル放送のギャップフィラーと同様な特例の適用が望まれる。

3) FM放送の難聴地域にむけた展開

本検討会では AM 放送の難聴地域解消を目的にケーブルテレビ網を活用した FM 補完小電力放送システムとして検討を行ったが、FM 放送についても AM 放送と同様に難聴地域が存在する。今回得られた技術的知見を応用し、FM 放送の難聴地域解消についても検討を進めることが望まれる。

第8章 調査検討会の概要

8.1 調査検討会設置要綱

1 趣旨・目的

ラジオ放送は、非常災害時において最も基本的な情報伝達手段として、日本全国のあらゆる場所において聴取が可能となるよう、その強靱化が求められている。

このうちAMラジオ放送の難聴地域対策としては、FM方式によりこれをカバーする補完放送局について、平成25年7月に公表された「放送ネットワークの強靱化に関する検討会中間取りまとめ」の提言を踏まえ、制度整備の基本的方針が平成26年1月に公表され、現在その実現に向けての諸整備が進められているところである。

しかしながら、それによってもなお山間部又は都市部においては、小規模な集落や限定的な範囲での難聴地域は多数残存する。

そうした局所的な難聴地域を解消するためには、様々な方法が検討されているが、その一つとしてさらに小規模な補完放送局を配置することが考えられる。

そうした小規模な補完放送局については、限りある放送用周波数を有効に活用でき、既存インフラを活用して効率的・経済的に設置が可能な放送システムの実現が望まれる。

近年、インターネット利用や地上放送デジタル化対応などもあり、ケーブルテレビ網は山間地域や過疎地域も含めて、国内の広範囲において整備されてきている。

そこで、これを伝送路として活用し、送信を小電力の無線設備とすることにより周波数を複数局で繰り返し利用することで、必要な難聴地域をカバーすることのできる補完放送システムが考えられるが、これの実現にあたっては、これまでの補完放送局とは異なる技術基準が必要となる。

こうしたことから、本調査検討会では、

- ① 放送番組の伝送に、ケーブルテレビ網を活用し、
- ② 数ミリワットから数十ミリワット程度の空中線電力で、
- ③ FM から V-Low 周波数帯における現用ラジオ放送等に混信を与えない周波数を使用し、
- ④ 山間部又は都市部での数戸から数十戸程度の地域でのAM放送難聴の解消を行う、
- ⑤ 比較的安価に設置が可能な無線局

について、実現に必要な技術的条件の検討を行うことを目的とする。

2 調査検討会の名称

本会は、「ケーブルテレビ網を活用したAMラジオ難聴地域解消のためのFM補完小電力放送システムの調査検討会」（略称ケーブルテレビ網を活用したラジオ難聴解消のための放送システム調査検討会）と称する。

3 調査検討内容

- (1) 山間部又は都市部等における局所的な地域でのAM放送難聴解消を行うための、FM補完小電力放送システムで使用する無線局（以下「無線局」という。）の技術的条件について
- (2) 地下街等の閉鎖空間に適用可能な無線局の技術的条件について
- (3) (1)及び(2)の無線局に関する効率的な置局方法について

4 構成及び運営

- (1) 検討会の構成員は、別紙1 のとおりとする。
- (2) 検討会に、座長を置く。座長は構成員の互選により選出する。
- (3) 座長は、検討会を招集し、主宰する。
- (4) 座長は、必要と認める者を構成員として追加することができる。
- (5) 座長は、必要と認める者を本会に出席させることができる。
- (6) その他、会の運営に必要な事項は座長が定める。

5 開催期間等

- (1) 本会の開催期間は、平成27 年3 月末までとする。
- (2) 開催予定スケジュールは別紙2 のとおりとする。

6 庶務

- (1) 本会の開催については、東海総合通信局無線通信部企画調整課が主管する。
- (2) 本会の事務局は、一般社団法人日本CATV技術協会が行う。

開催予定スケジュール

ケーブルテレビ網を活用したAMラジオ難聴地域解消のための
FM補完小電力放送システムの調査検討会

◎平成 26 年 8 月 5 日（火） 14：00～＜第 1 回調査検討会＞

- ・ 開催要綱の確認・座長選出
- ・ 検討スケジュールの確認
- ・ AMラジオ難聴の現状について
- ・ 技術的条件及び通信方式の検討
- ・ 試作機製作の提案と確認
- ・ 実証実験の実施方法の検討と確認

○平成 26 年 10 月下旬～11 月上旬＜実証実験＞

◎平成 26 年 11 月中旬＜第 2 回調査検討会＞

- ・ 試作機製作の報告と機能・性能の紹介
- ・ 実証実験の実施結果の報告
- ・ 近隣周波数他システムとの干渉検討結果の確認
- ・ 報告書作成方針の確認

◎平成 27 年 3 月中旬＜第 3 回調査検討会＞

- ・ 実証実験の評価結果の確認
- ・ 報告書の承認

8.2 調査検討会構成員

(順不同 敬称略)

- ◎ 都竹 愛一郎 名城大学 理工学部 電気電子工学科 教授
- 辻 邦恵 豊田市 企画政策部 企画課長
- 倉地 公彦 ひまわりネットワーク株式会社 ソリューション部門担当 取締役
- 山本 道生 日本放送協会 名古屋放送局 技術部 副部長
- 櫻井 正司 株式会社C B Cラジオ 総務部長兼技術部長
- 酒井 弘明 東海ラジオ放送株式会社 制作局次長兼技術部長
- 櫻井 修 株式会社エフエム愛知 執行役員技術部長
- 林 倫也 マスプロ電工株式会社 開発部 次長
- 高橋 博志 シンクレイヤ株式会社 営業推進本部 4 G 課長
- 綾 美浩 日本電気株式会社 放送・メディア事業部 放送第一システム部
- 林 康博 株式会社NHKアイテック 中部支社 営業部長
- 嶋田 喜一郎 一般社団法人日本CATV技術協会 専務理事

(◎印 座長)

調査検討会事務局

一般社団法人日本CATV技術協会

事業部 (CATV 普及推進) 部長 田村 和彦

一般社団法人日本CATV技術協会

事業部 (技術調査研究) 部長 小林 明

一般社団法人日本CATV技術協会 中部支部

志水 佳代

8.3 検討会開催日程と審議内容

第1回：平成26年8月5日(火) 14時～16時

場所：愛知県女性総合センター「ウィルあいち」3F 会議室4

- (1) 検討スケジュールの確認
- (2) AMラジオ難聴の現状について
- (3) 技術的条件及び通信方式の検討
- (4) 試作機の製作
- (5) 実証実験の手法の提起

第2回：平成27年2月6日(金) 14時～16時

場所：愛知県女性総合センター「ウィルあいち」3F 会議室4

- (1) 報告書作成方針の確認
- (2) 実証実験の実施結果の概要報告

第3回：平成27年3月6日(金) 15時～17時

場所：愛知県女性総合センター「ウィルあいち」3F 会議室4

- (1) 実証実験の評価結果の確認
- (2) 報告書の承認

8.4 検討会風景



第1回検討会 都竹座長挨拶



第1回検討会 議事



第2回検討会 議事



第3回検討会 議事

付属資料

- 1) 室内実証試験の詳細
- 2) ケーブルテレビ網を活用したラジオ放送用ギャップフィラーの実証(概要)
- 3) 都市部及び地下街のラジオ受信調査

付属資料 1

室内実証試験の詳細

目 次

第1章 室内実証試験の概要.....	63
1.1 測定項目	63
1.1.1 近接周波数混信保護比試験（有線接続試験）	63
1.1.2 マルチパスに対する性能試験（有線接続試験）	63
1.1.3 マルチパスに対する性能試験（無線接続試験）	63
第2章 近接周波数混信保護比試験（有線接続試験）	64
2.1 測定系	64
2.2 測定条件	64
2.3 測定内容	64
第3章 マルチパスに対する性能試験（有線接続試験）	65
3.1 測定系	65
3.2 測定条件	65
3.3 測定内容	65
第4章 マルチパスに対する性能試験（無線接続試験）	66
4.1 測定系	66
4.2 測定条件	66
4.3 測定内容	66
第5章 試 験 結 果.....	68
5.1 感 度	68
5.1.1 有線接続試験.....	68
5.1.2 無線接続試験.....	70
5.1.3 FMラジオの電波到来方向に対する向きとロッドアンテナの角度による性能 差の確認	72
5.2 近接周波数混信保護比試験(有線接続試験).....	73
5.3 マルチパスに対する性能試験.....	75
5.3.1 有線接続試験.....	75
5.3.2 無線接続試験.....	77

第 1 章 室内実証試験の概要

FM 小電力放送システムの有効性を確認するために、室内に設置した実際の伝送路を模擬した測定系を用い、FM 小電力放送システムの有用性を確認及び技術的課題の把握を目的とした。

測定系は、山間部の難聴地域を対象に、ケーブルテレビ網を活用し、FM 小電力無線局を近接して 2 局設置する場合を想定する。ケーブルテレビ局センターから各無線局に至るケーブルテレビ伝送路の光ケーブル長が各無線局で異なる状態となるため、光ケーブル長が長い無線局から送信する信号は遅延波となり、受信点においてマルチパスによる受信障害が発生する可能性があり、マルチパスに関する遅延時間と DU 比の関係を調査する。また、FM 小電力無線局から送信する周波数の近傍に、既存の FM 放送の信号がある場合を想定し近接周波数混信保護比試験を実施する。

1.1 測定項目

1.1.1 近接周波数混信保護比試験（有線接続試験）

・希望波の送信機出力と、近接波の送信機出力を有線(同軸ケーブル)接続で混合し、離隔周波数と DU 比をパラメータに歪率を測定する。また、同軸入力 of FM ラジオを用い音質の 5 段階評価を行う。

1.1.2 マルチパスに対する性能試験（有線接続試験）

・希望波の送信機出力と、遅延波の送信機出力を有線(同軸ケーブル)接続で混合し、遅延時間と D/U をパラメータに歪率を測定する。また、同軸入力 of FM ラジオを用い音質の 5 段階評価を行う。

1.1.3 マルチパスに対する性能試験（無線接続試験）

・フィールドでの送信電波を模擬するために、電波暗室で希望波と遅延波を送信し、遅延時間と DU 比をパラメータに歪率、SN 比を測定する。また、ロッドアンテナの FM ラジオを用い音質の 5 段階評価を行う。なお、変調度、音声形式などの条件は有線接続試験で最も影響が大であった条件で実施する。

第 2 章 近接周波数混信保護比試験（有線接続試験）

2. 1 測定系

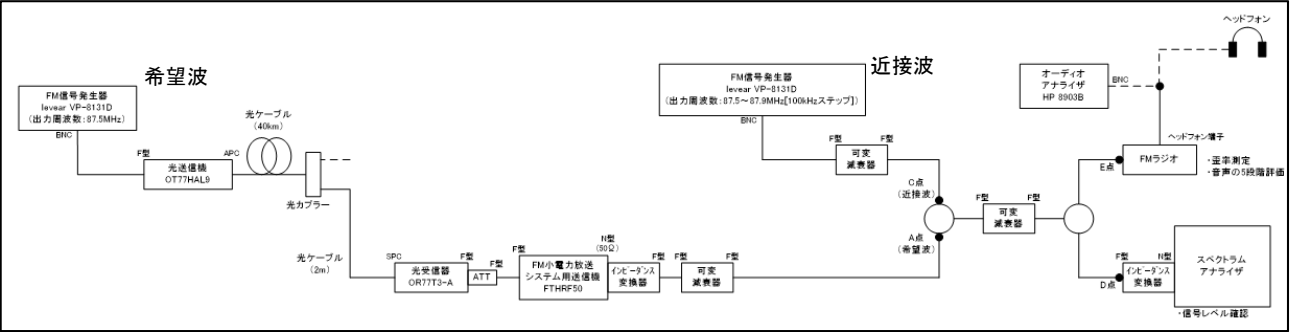


図 2. 1. 1 近接周波数混信保護比試験（有線接続試験）測定系列

2. 2 測定条件

表 2. 2. 1 近接周波数混信保護比試験（有線接続試験）測定条件

項 目	条 件
測定周波数	87.5MHz (希望波) 87.5MHz、87.6MHz、87.7MHz、87.8MHz、87.9MHz (近接波)
変調度	100% [周波数偏移: ±75kHz] (希望波、近接波) 30% [周波数偏移: ±22.5kHz] (希望波)
変調周波数	1kHz (希望波、近接波)
音声形式 (希望波)	モノラル (変調度 100%、30%時) ステレオ (変調度 100%、30%時)
音声形式 (近接波)	ステレオ
FM ラジオ	C2 及び E
FM ラジオ入力レベル (希望波)	50dB μ V (75 Ω 開放値) [44dB μ V (75 Ω 終端値)]
送信機プロセッサユニット	I F 変換タイプ

2. 3 測定内容

- ①FM 小電力放送システム用送信機のプロセッサユニットを IF 変換タイプとし、変調度 100%、音声形式 ステレオの条件で希望波と近接波の D/U を 0dB に調整する。
- ②希望波と近接波の D/U を変え、歪率を測定する。
- ③希望波と近接波の D/U を変え、FM ラジオで音質の 5 段階評価を行う。
- ④希望波の変調度、音声形式の条件を変え、② ③を行う。
- ⑤近接波の測定周波数を変え、①～④を行う。

第 3 章 マルチパスに対する性能試験（有線接続試験）

3. 1 測定系

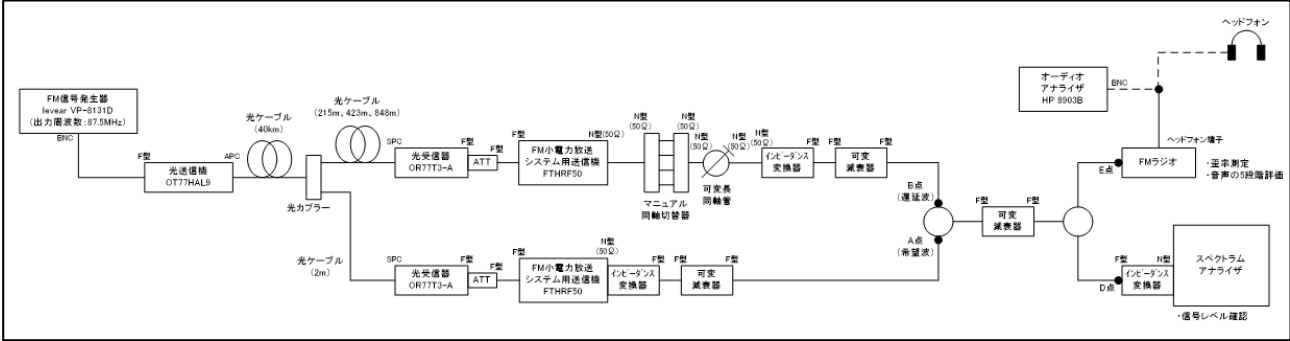


図 3. 1. 1 マルチパスに対する性能試験(有線接続試験)測定系列

3. 2 測定条件

表 3. 2. 1 マルチパスに対する性能試験(有線接続試験)測定条件

項 目	条 件
測定周波数	87.5MHz
変調度	100% [周波数偏移:±75kHz] 50% [周波数偏移:±37.5kHz] 30% [周波数偏移:±22.5kHz]
変調周波数	1kHz
音声形式	ステレオ(変調度 100%、50%、30%時) モノラル(変調度 100%、50%、30%時)
光ケーブル長	215m(1 μ s)、215m+423m (3 μ s)、215m+848m(5 μ s)、 215m+423m+848m(7 μ s)
FM ラジオ	C2 及び E
FM ラジオ入力レベル(希望波)	50dB μ V(75 Ω 開放値) [44dB μ V (75 Ω 終端値)]
送信機プロセッサユニット	I F 変換タイプ

3. 3 測定内容

- ①FM 小電力放送システム用送信機のプロセッサユニットを IF 変換タイプとし、変調度 100%、音声形式ステレオの条件で希望波と遅延波の D/U を 0dB に調整する。
- ②マルチパス歪が最大となるよう、マニュアル同軸切替器、可変長同軸管を調整する。
- ③希望波と遅延波の D/U を変え、歪率を測定する。
- ④希望波と遅延波の D/U を変え、FM ラジオで音質の 5 段階評価を行う。
- ⑤変調度、音声形式の条件を変え、③ ④を行う。
- ⑥遅延時間を変えるため、光ケーブル長を所定の長さに変更し、①～⑤を行う。

第 4 章 マルチパスに対する性能試験（無線接続試験）

4. 1 測定系

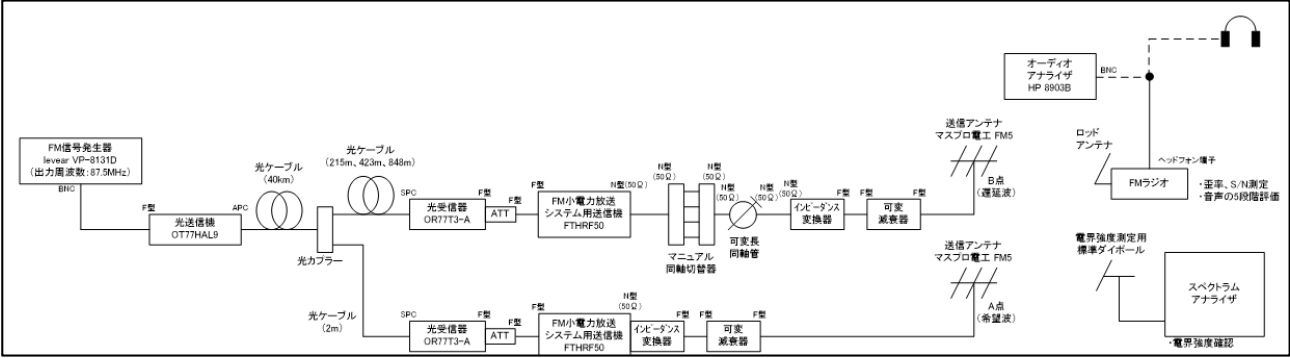


図 4. 1. 1 マルチパスに対する性能試験（無線接続試験）測定系列

4. 2 測定条件

表 4. 2. 1 マルチパスに対する性能試験（無線接続試験）測定条件

項 目	条 件
測定周波数	87.5MHz
変調度	有線接続で最も影響の大きかった変調度
変調周波数	1kHz
音声形式	有線接続で最も影響の大きかった音声形式
光ケーブル長	215m(1 μ s)、215m+423m(3 μ s)、215m+848m(5 μ s)、 215m+423m+848m(7 μ s)
送信偏波面・受信偏波面	水平偏波
FM ラジオ	C1 及び E
FM ラジオ入力レベル(希望波)	電界強度 60dB μ V/m
送信機プロセッサユニット	I F 変換タイプ

4. 3 測定内容

- ①送信アンテナと受信アンテナ(電界強度測定用標準アンテナ、FM ラジオロッドアンテナ)及び受信点の機器は電波暗室内に設置し、位置関係は図 4.3.1 に示す通り設置する。
- ②FM 小電力放送システム用送信機のプロセッサユニットを IF 変換タイプとし、遅延波の送信を停止した状態で、希望波の電界強度が 60dB μ V/m となるよう送信出力を調整する。
- ③歪率、S/N を測定する。
- ④FM ラジオで音質の 5 段階評価を行う。
- ⑤希望波の送信を停止した状態で、遅延波の電界強度が 60dB μ V/m となるよう送信出力を調整する。
- ⑥歪率、S/N を測定する。

- ⑦FM ラジオで音質の 5 段階評価を行う。
- ⑧希望波、遅延波を送信した状態($D/U=0\text{dB}$)で、マルチパス歪が最大となるよう、マニュアル同軸切替器と可変長同軸管を調整する。
- ⑨希望波と遅延波の D/U を変え、歪率、 S/N を測定する。
- ⑩希望波と遅延波の D/U を変え、FM ラジオで音質の 5 段階評価を行う。
- ⑪遅延時間を変えるため、光ケーブル長を所定の長さに変更し、②～⑩を行う。

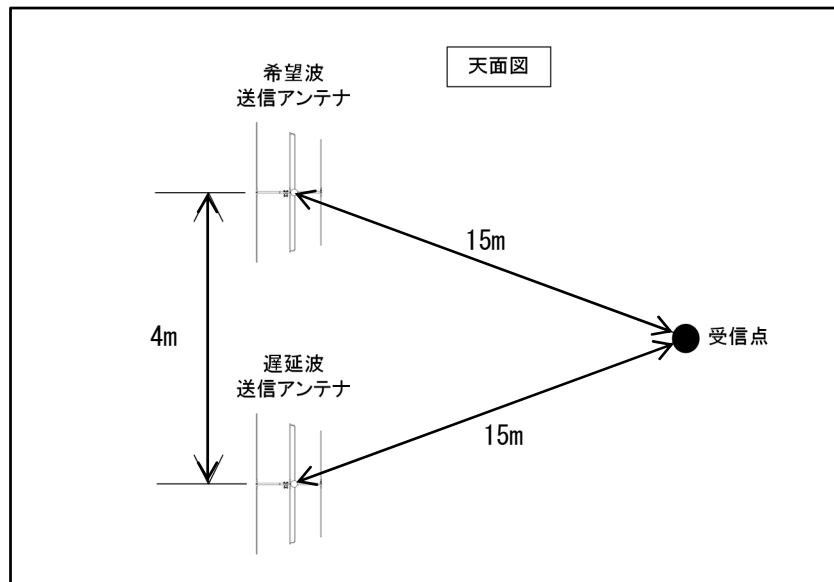


図 4.3.1 マルチパス試験(無線接続試験)における
送信アンテナ及び受信アンテナの位置関係

第5章 試 験 結 果

5.1 感 度

5.1.1 有線接続試験

① ラジカセタイプ：A 2

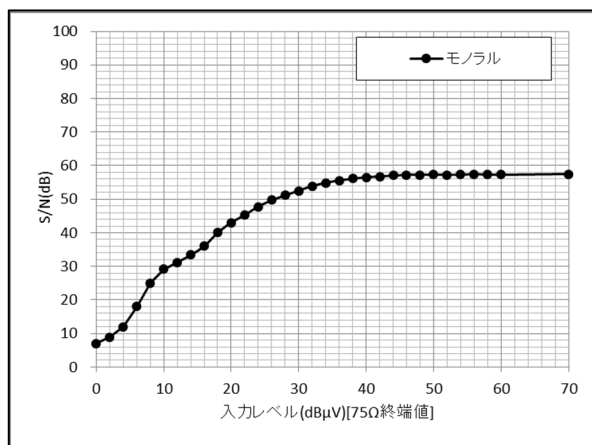


図 5.1.1 変調度 30%の場合

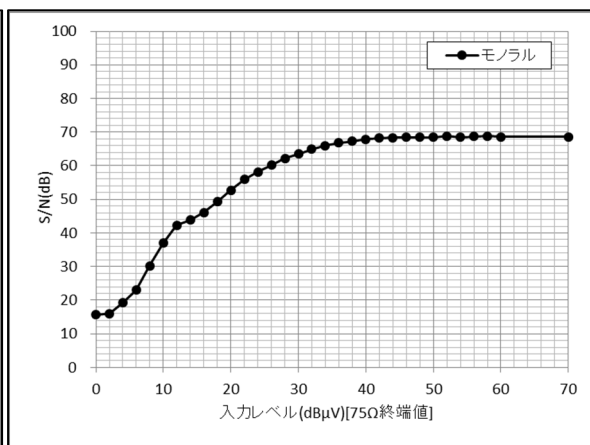


図 5.1.2 変調度 100%の場合

② 携帯型ラジオ：C 2

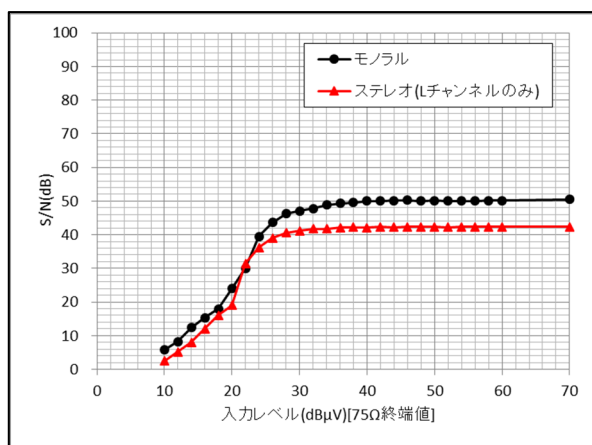


図 5.1.3 変調度 30%の場合

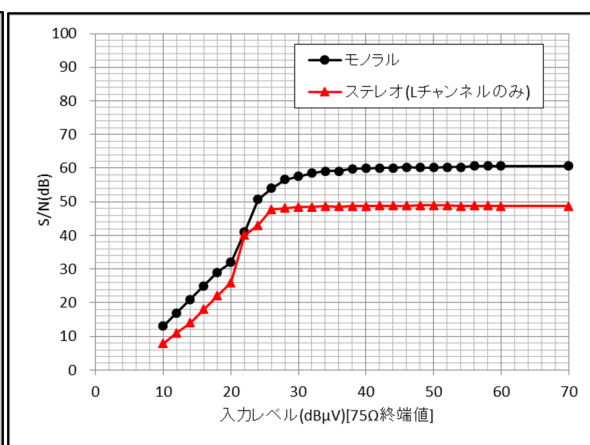


図 5.1.4 変調度 100%の場合

③ 携帯型ラジオ : D

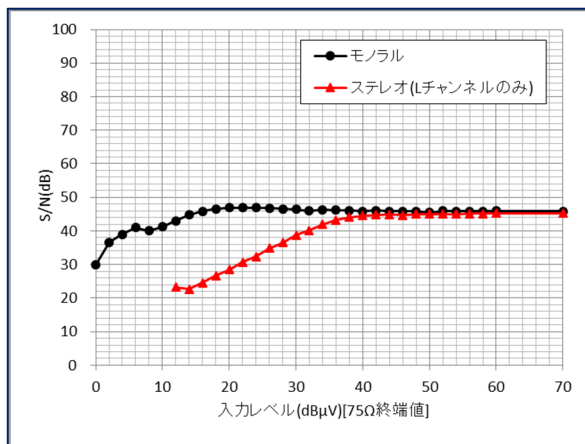


図 5.1.5 変調度 30%の場合

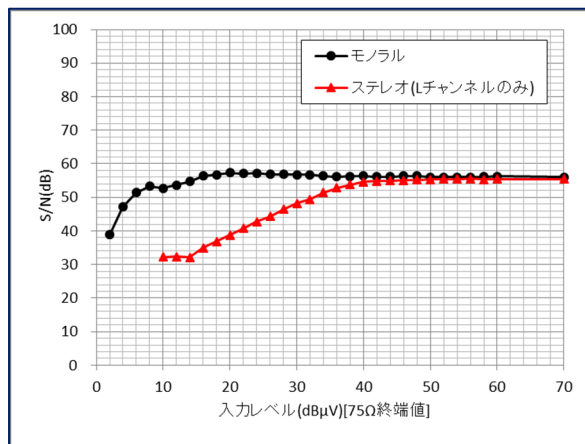


図 5.1.6 変調度 100%の場合

④ 緊急地震警報機 : E

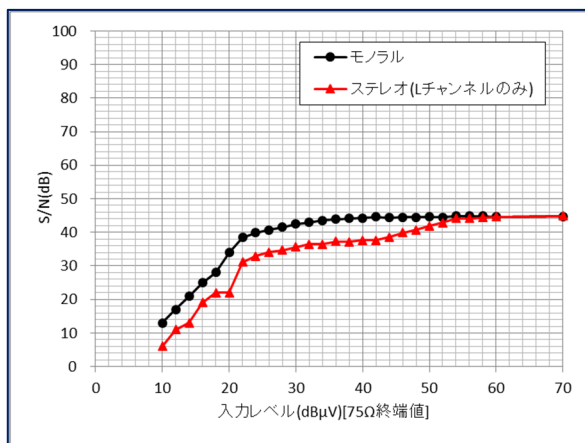


図 5.1.7 変調度 30%の場合

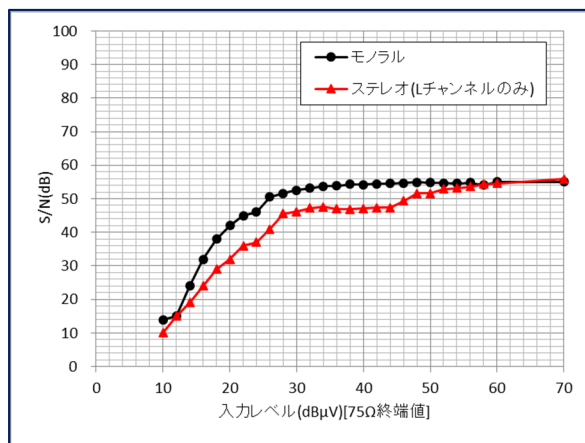


図 5.1.8 変調度 100%の場合

⑤ 据置型チューナ : F

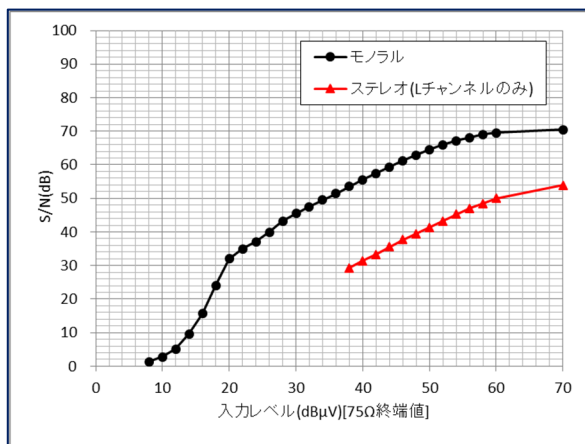


図 5.1.9 変調度 30%の場合

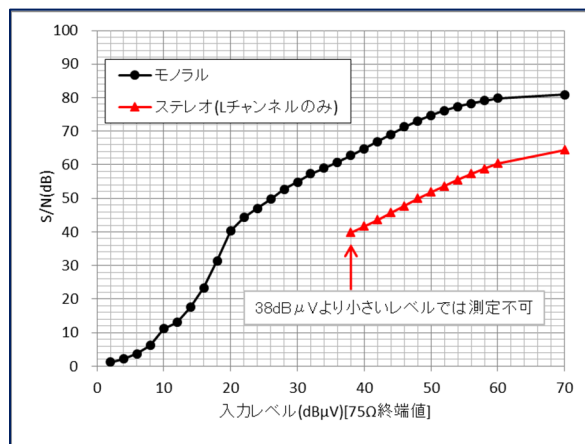


図 5.1.10 変調度 100%の場合

5.1.2 無線接続試験

① ラジカセタイプ：A 1

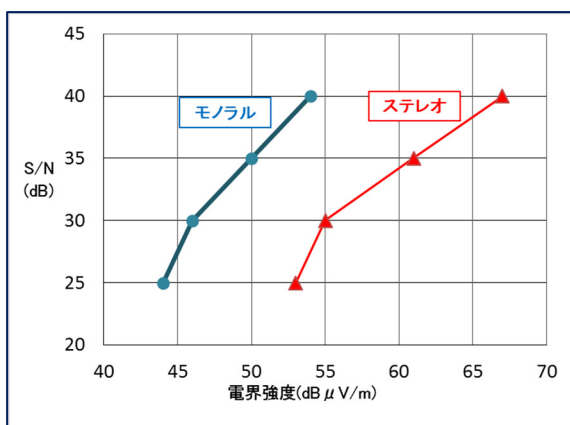


図 5.1.11 変調度 30%の場合

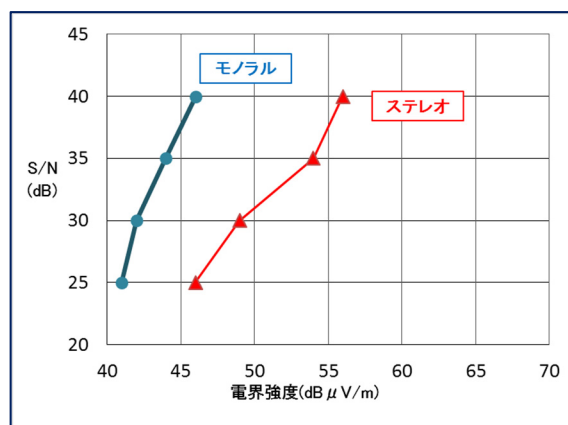


図 5.1.12 変調度 100%の場合

② ラジカセタイプ：B

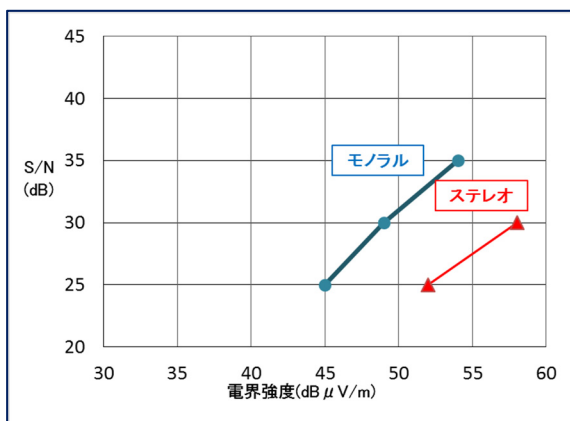


図 5.1.13 変調度 30%の場合

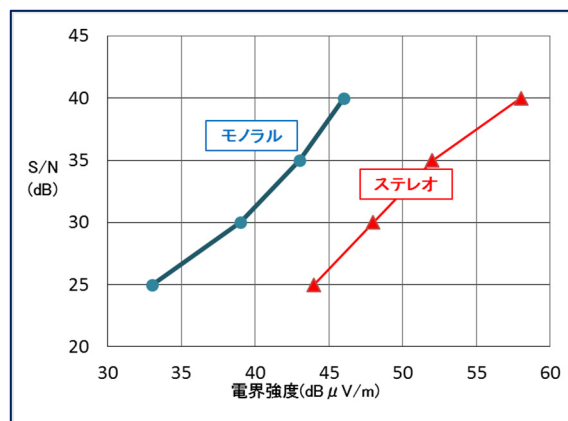


図 5.1.14 変調度 100%の場合

③ 携帯型ラジオ：C 1

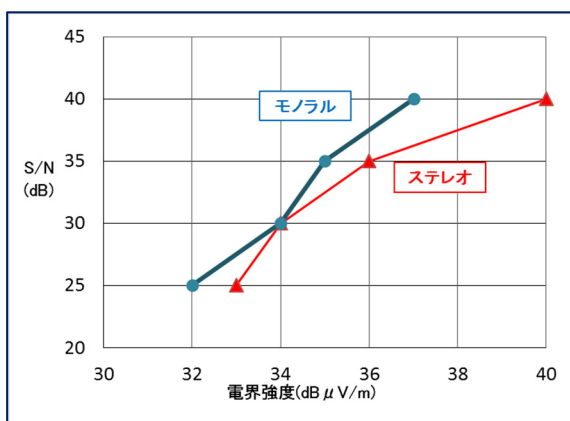


図 5.1.15 変調度 30%の場合

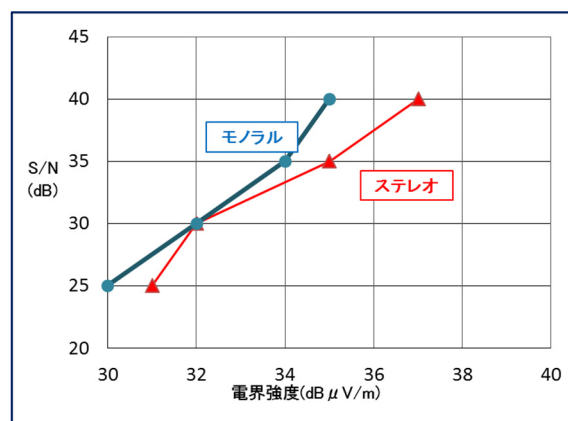


図 5.1.16 変調度 100%の場合

④ 緊急地震警報機：E

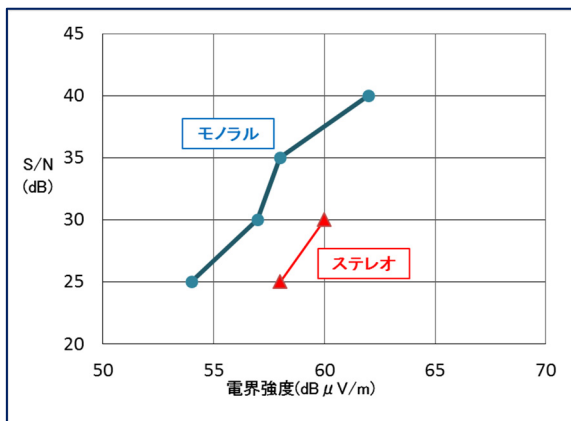


図 5.1.17 変調度 30%の場合

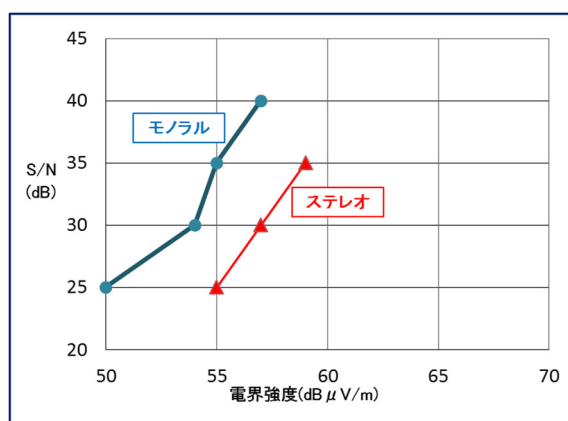


図 5.1.18 変調度 100%の場合

表 5.1.1 機種別無線接続による感度測定結果(モノラル・変調度 30%)

S/N (dB)	電界強度(dB μ V/m)			
	A1	B	C1	E
25	25	45	32	54
30	30	49	34	57
35	35	54	35	58
40	40	—	37	62

5.1.3 FMラジオの電波到来方向に対する向きとロッドアンテナの角度による性能差の確認

①ラジカセタイプ：A 1

②ラジカセタイプ：B

表 5.1.2 ラジオの向き・アンテナ角度と電界強度

アンテナ 角度	S/N=30dB時の電界強度 (dB μ V/m)		
	ラジオの向き		
	0° (正面)	45°	90°
水平	27	31	31
45°	28	31	31
垂直	31	31	31

表 5.1.3 ラジオの向き・アンテナ角度と電界強度

アンテナ 角度	S/N=30dB時の電界強度 (dB μ V/m)		
	ラジオの向き		
	0° (正面)	45°	90°
水平	36	41	51
45°	38	40	55
垂直	41	46	57

③携帯型ラジオ：C 1

④緊急地震警報機：E

表 5.1.4 ラジオの向き・アンテナ角度と電界強度

アンテナ 角度	S/N=30dB時の電界強度 (dB μ V/m)		
	ラジオの向き		
	0° (正面)	45°	90°
水平	37	37	38
45°	37	37	38
垂直	38	38	38

表 5.1.5 ラジオの向き・アンテナ角度と電界強度

アンテナ 角度	S/N=30dB時の電界強度 (dB μ V/m)		
	ラジオの向き		
	0° (正面)	45°	90°
水平	51	53	57
45°	52	54	55
垂直	53	53	54

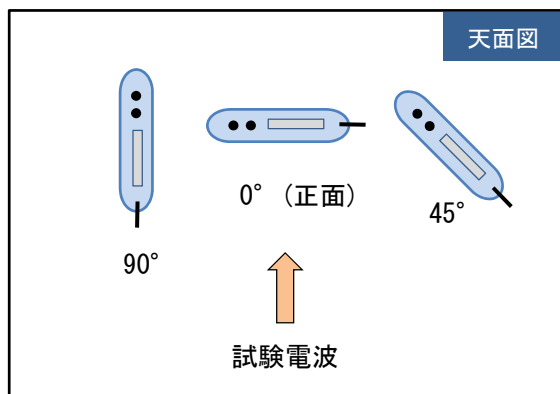


図 5.1.19 電波到来方向とラジオの向き
(イメージ図)

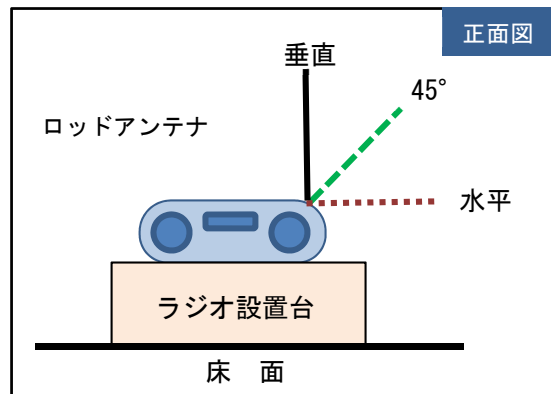


図 5.1.20 ロッドアンテナの角度
(イメージ図)

表 5.1.6 無線測定を行った FM ラジオのロッドアンテナ長

機 種	A1	B	C1	E
ロッドアンテナ長 (cm)	79	48	28	63

5.2 近接周波数混信保護比試験(有線接続試験)

① 携帯型ラジオ：C2

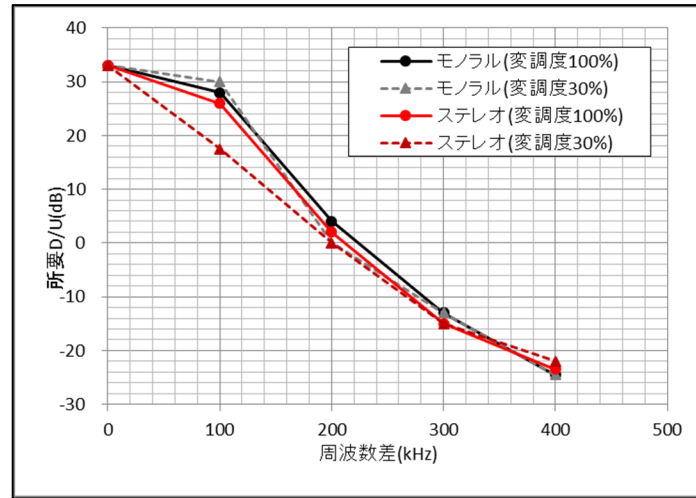


図 5.2.1 周波数差と許容限の所要 DU 比

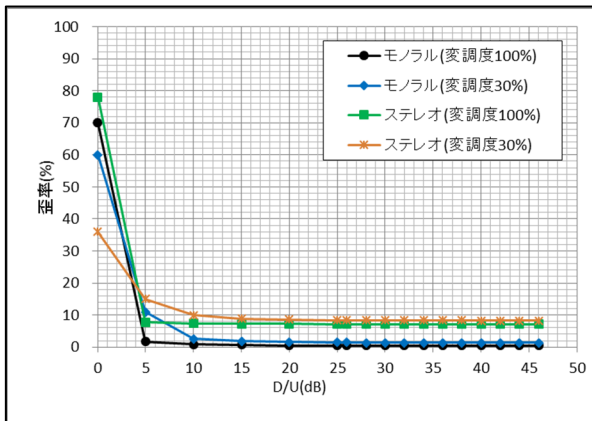


図 5.2.2 周波数差 0Hz 時の DU 比と歪率

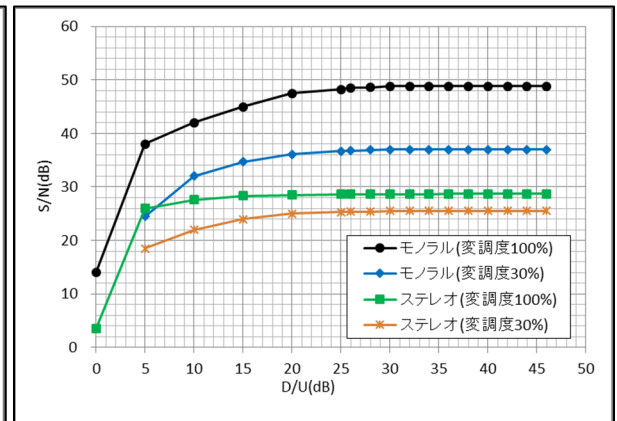


図 5.2.3 周波数差 0Hz 時の DU 比と SN 比

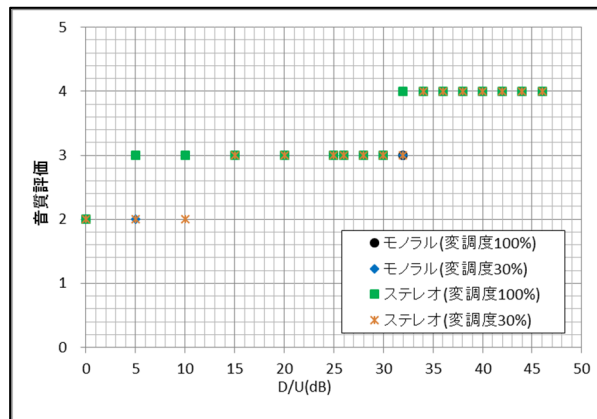


図 5.2.4 周波数差 0Hz 時の DU 比と音質評価

② 緊急地震警報機 : E

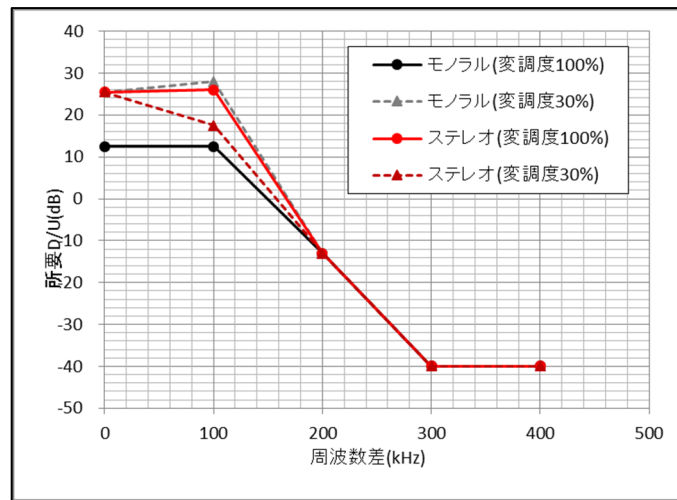


図 5.2.5 周波数差と許容限の所要 DU 比

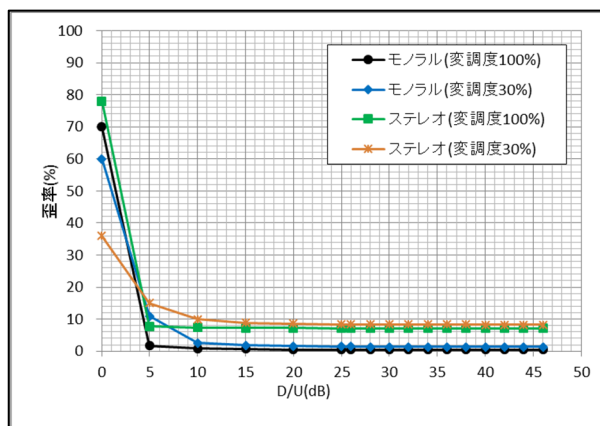


図 5.2.6 周波数差 0Hz 時の DU 比と歪率

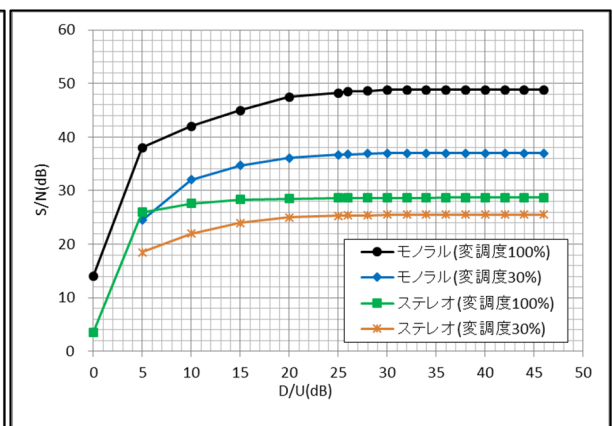


図 5.2.7 周波数差 0Hz 時の DU 比と SN 比

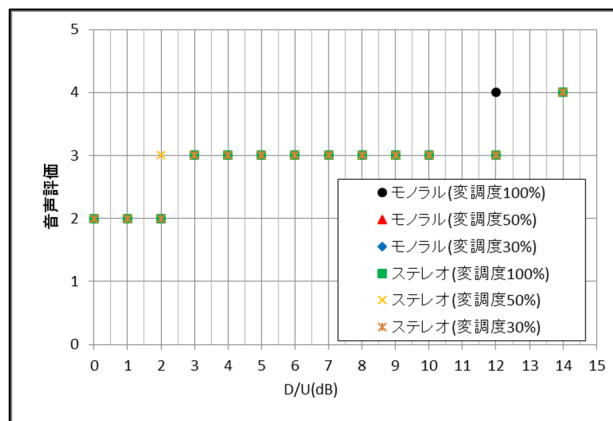


図 5.2.8 周波数差 0Hz 時の DU 比と音質評価

5.3 マルチパスに対する性能試験

5.3.1 有線接続試験

① 携帯型ラジオ：C2

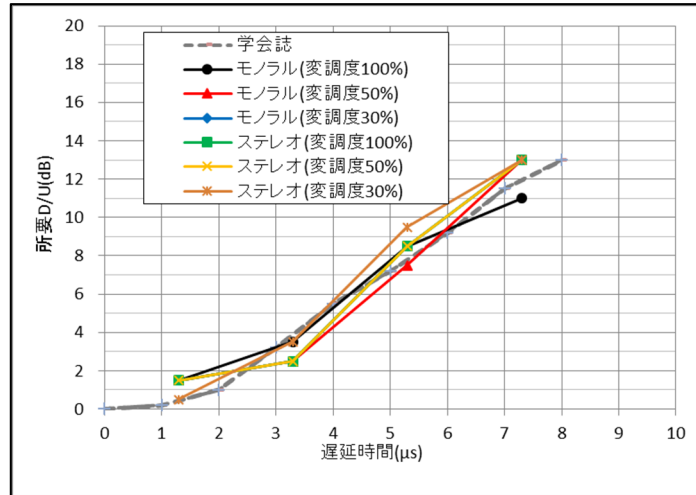


図 5.3.1 遅延時間と許容限の所要 DU 比

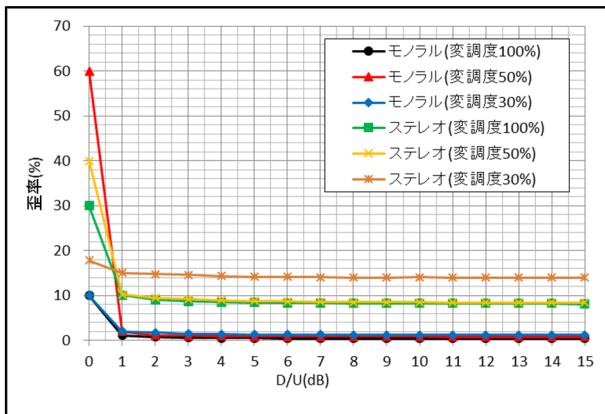


図 5.3.2 遅延時間 $1.3 \mu s$ 時の DU 比と歪率

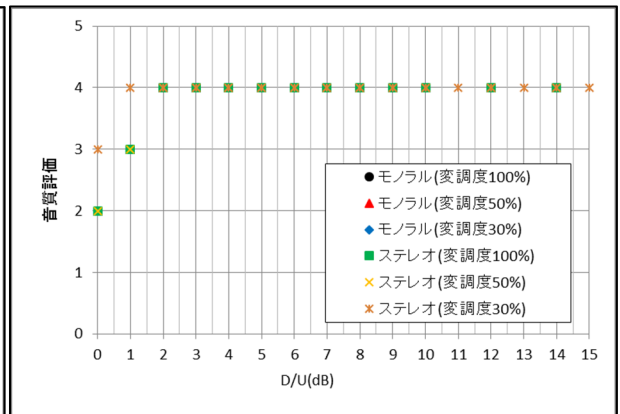


図 5.3.3 遅延時間 $1.3 \mu s$ 時の DU 比対音質評価

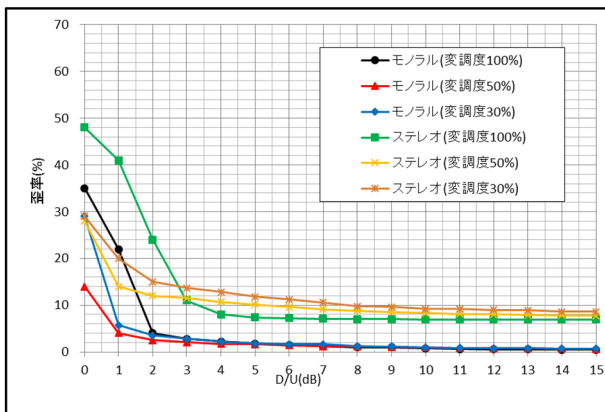


図 5.3.4 遅延時間 $7.3 \mu s$ 時の DU 比と歪率

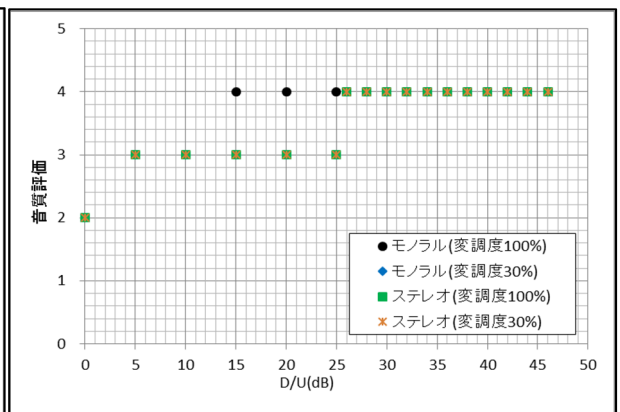


図 5.3.5 遅延時間 $7.3 \mu s$ 時の DU 比対音質評価

② 緊急地震速報機：E

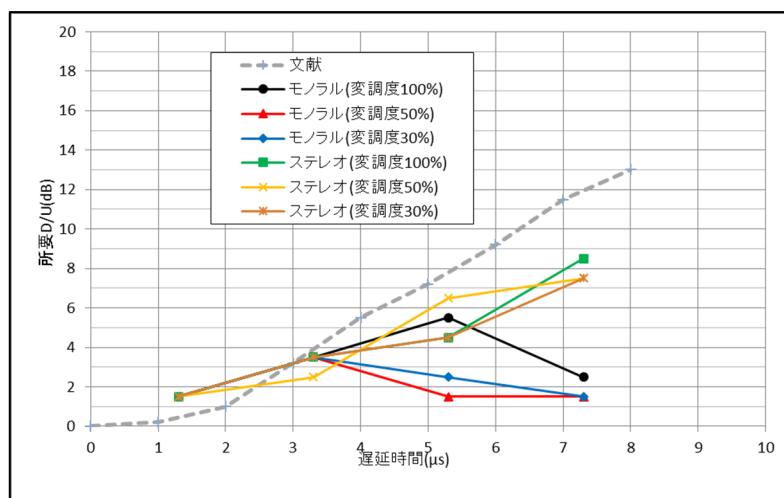


図 5.3.6 遅延時間と許容限の所要 DU 比

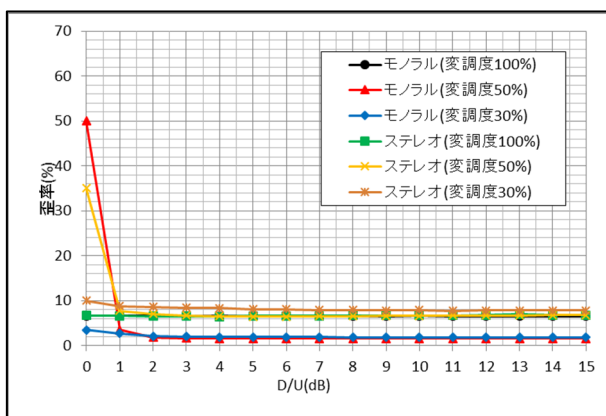


図 5.3.7 遅延時間 $1.3 \mu s$ 時の DU 比と歪率

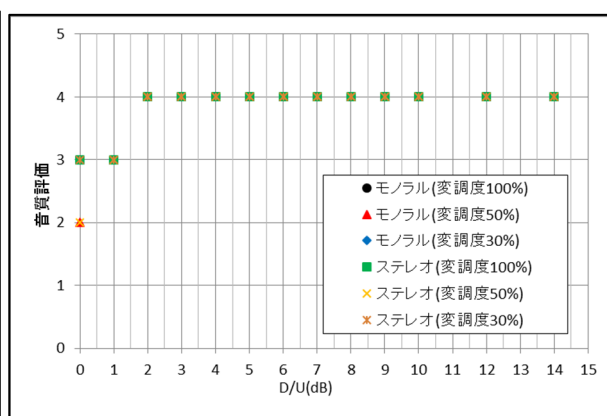


図 5.3.8 遅延時間 $1.3 \mu s$ 時の DU 比対音質評価

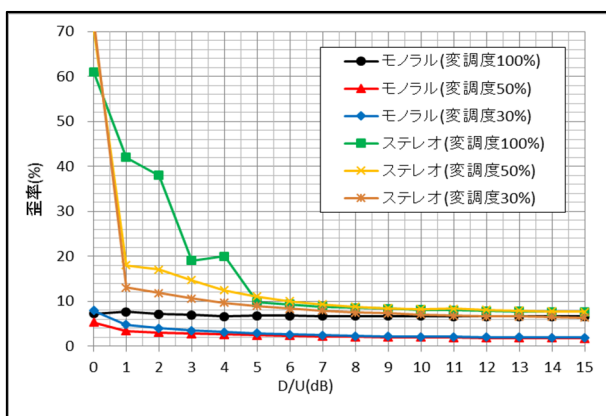


図 5.3.9 遅延時間 $7.3 \mu s$ 時の DU 比と歪率

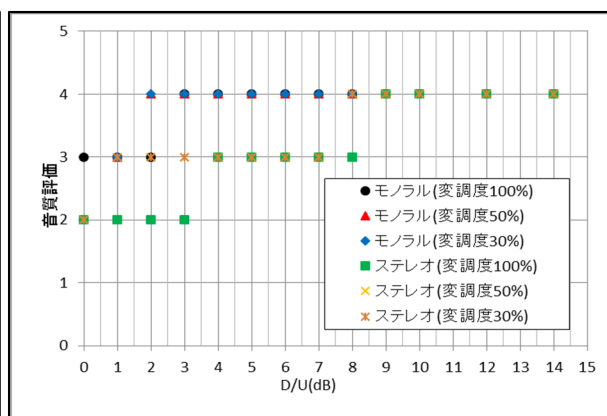


図 5.3.10 遅延時間 $7.3 \mu s$ 時の DU 比対音質評価

5.3.2 無線接続試験

① 携帯型ラジオ：C 1

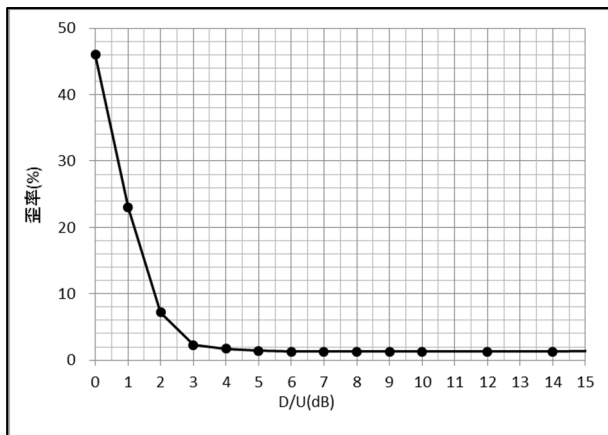


図 5.3.11 遅延時間 $5.3 \mu s$ 時の DU 比と歪率

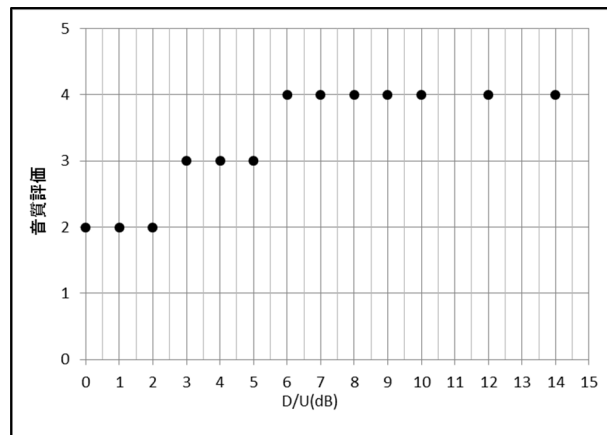


図 5.3.12 遅延時間 $5.3 \mu s$ 時の DU 比対音質評価

② 緊急地震警報機：E

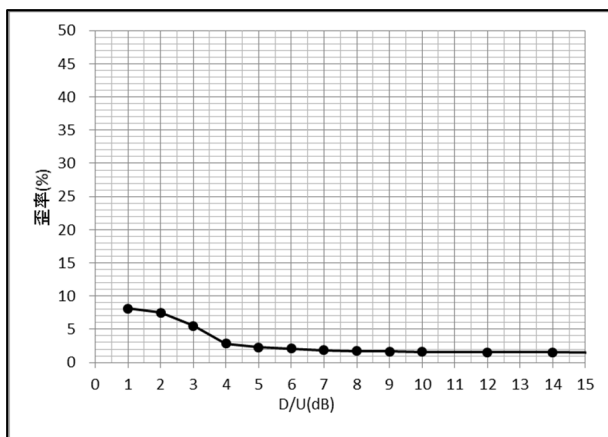


図 5.3.13 遅延時間 $5.3 \mu s$ 時の DU 比と歪率

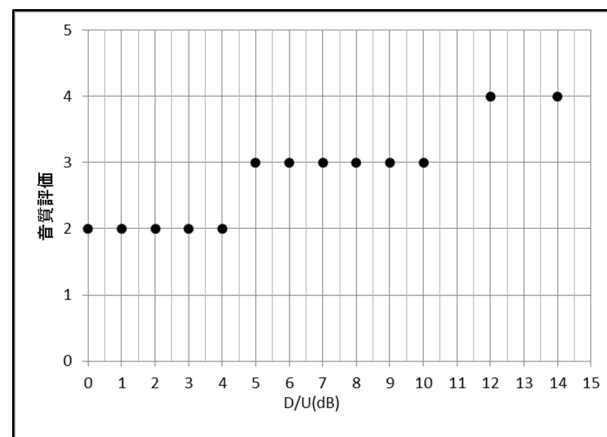


図 5.4.14 遅延時間 $5.3 \mu s$ 時の DU 比対音質評価

ケーブルテレビ網を活用したラジオ
放送用ギャップフィラーの実証
(概 要)

平成 27 年 3 月

一般社団法人 日本 CATV 技術協会

目 次

序 文	82
第1章 実験場所.....	82
第2章 実験期間.....	83
第3章 測定内容.....	83
3.1 地上高 4m と地上高 1m の電界強度	83
3.2 送信点 1 と送信点 2 から到来する電波の干渉（マルチパス歪）	83
3.3 地上高 1m における FM ラジオの音質評価.....	83
第4章 測定機器.....	83
1) 電界強度測定用受信アンテナ：FM受信用ダイポールアンテナ	83
2) 電界強度（遅延時間）測定器：アドバンテスト クロスドメインアナライザ	83
3) スペクトル波形測定器：テクトロニクス リアルタイムスペクトルアナライザ ..	83
4) 音質評価用FMラジオ：携帯型ラジオC	83
第5章 測定結果.....	83
5.1 FM 放送のマルチパスひずみと受信品質	83
5.2 地上高 4m と地上高 1m の電界強度	85
5.3 送信点 1 と送信点 2 から到来する電波の干渉（マルチパス歪）	87
5.3.1 送信点 1 と送信点 2 の設置場所と遅延時間の調整.....	87
5.3.2 追加した光ケーブル長と遅延時間	87
5.3.3 中間地点を送信点 1 と送信点 2 を結ぶ線上に直角方向に移動した場合	88
5.3.4 中間地点の測定点を送信点 2 側に移動した場合	91
5.4 地上高 1m における FM ラジオの音質評価.....	93
5.4.1 調査地点	93
5.4.2 参加者.....	94
5.4.3 音質評価用信号.....	94
5.4.4 評価方法	94
5.4.5 手 順.....	95
5.4.6 音質調査の結果.....	95
5.4.7 音質調査結果のまとめ	97
第6章 資 料	98
6.1 無線システム全体図.....	98
6.2 送信点 1 の設置概要	98
6.3 送信点 2 の設置概要	98

6.4 送信点の設置仕様	99
6.5 センター設備から送出される FM 放送信号の品質	101
6.6 送信点から発射される信号品質	101
6.6.1 無線局への入力波形	101
6.6.2 無線局からの送信波形	102
6.7 現地の写真	103

序 文

ひまわりネットワーク株式会社のケーブルテレビ網を活用し、「ケーブルテレビ網を活用した AM ラジオ難聴地域解消のための FM 補完小電力放送システムの調査検討会：総務省東海総合通信局（以下「検討会」という。）」で試作した無線システム（以下「無線システム」という）を活用して、ラジオ放送用ギャップフィラーの実験を愛知県豊田市で行った。

第 1 章 実験場所

愛知県豊田市 豊田市立巴ヶ丘小学校およびその付近



第2章 実験期間

平成 26 年 12 月 15 日（月）～12 月 19 日（金）（5 日間）

（検討会委員による見学会：平成 26 年 12 月 19 日（金）10：00～16：00）

第3章 測定内容

3.1 地上高 4m と地上高 1m の電界強度

3.2 送信点 1 と送信点 2 から到来する電波の干渉（マルチパス歪）

3.3 地上高 1m における FM ラジオの音質評価

第4章 測定機器

- 1) 電界強度測定用受信アンテナ：FM 受信用ダイポールアンテナ
- 2) 電界強度（遅延時間）測定器：アドバンテスト クロスドメインアナライザ
- 3) スペクトル波形測定器：テクトロニクス リアルタイムスペクトルアナライザ
- 4) 音質評価用 FM ラジオ：携帯型ラジオ C

※報告書本文 表 4.2.2 FM ラジオ性能確認機種一覧参照

第5章 測定結果

5.1 FM 放送のマルチパスひずみと受信品質

高周波同期している 2 信号の遅延時間と DU 比の関係については、NHK 総合技術研究所 大原光雄 テレビジョン学会誌「FM 放送のマルチパスひずみと受信品質」（1978 年第 32 巻第 3 号）で公表されている（図 2）。

許容限界や検知限界のカーブが示されているが、送信点 1 と送信点 2 から到来する電波の DU 比（送信点 1 の電波を受信する場合は送信点 2 からの電波が妨害波となるのでその信号レベルの比）は、地上では大地反射波の影響で生じている定在波（電界強度のリップル）のため受信点のわずかな場所移動で DU 比が変化してマルチパスの状態が変動する。

今回の実験では、2 地点から到来する電波の電界強度が中間地点を横切る道路上で同じになるように無線局 1 と無線局 2 から発射される電波の ERP(実効輻射電力)を調整し、送信点 1 を 5mW に、送信点 2 を 20mW に設定した。

また、DU 比が 0dB の状態で遅延時間差が大きくなるほどマルチパス歪が発生する可能性が大きいことが示されているので、送信点 1 と送信点 2 から到来する電波の遅延時間差を中間地点で 0、2.7、6.3、9.0、13.2 μ s でマルチパスの発生状況を確認した。

実際には、中間地点を横切る道路上で DU 比を 0dB に設定しても、電界強度のリップルの影響で少し離れた地点では DU 比が必ずしも 0dB とならないので、DU 比 0dB の線上ではなく、赤い縦の実線で示す DU 比の変動幅で音質評価を確認したことになると推定される。

また、後述するが、見学会では送信点 1 と送信点 2 から到来する電波の遅延時間差を中間地点で 0 μ s の条件で音質評価の確認をした。

実験での音質評価時の遅延時間 : 中間地点において 0、2.7、6.3、9、13.2 μ s

見学会での音質評価時の遅延時間 : 中間地点において 0 μ s

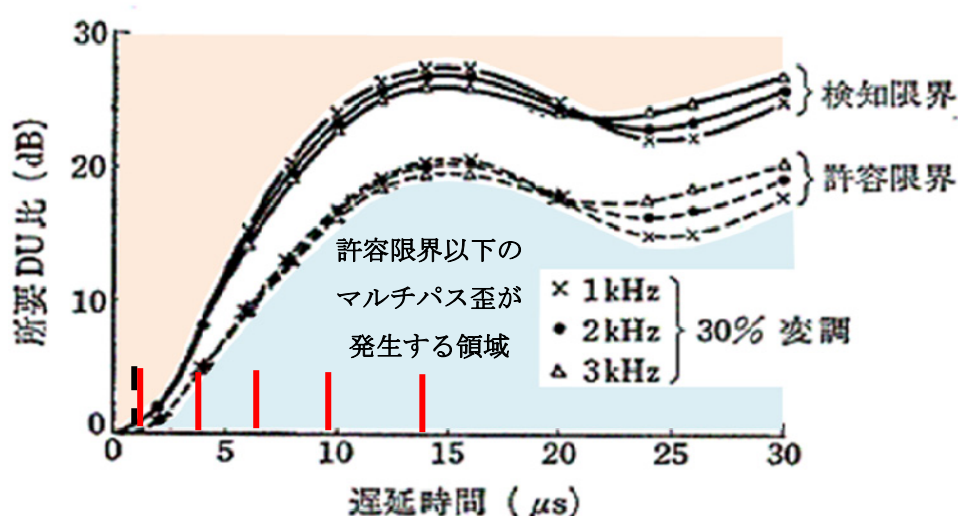


図 2 遅延時間と所要 DU 比の関係

5.2 地上高 4m と地上高 1m の電界強度

FM ラジオが使用される地上高 1m における電界強度の測定地点を図 3 に示す。また測定結果を表 1、分布グラフを図 4 に示す。

中間地点を横切る 1,2,3 はそれぞれ数 m 程度離れた地点であるが、送信点 1 と送信点 2 から到来する電波の電界強度は、地点 1 で $3.8\text{dB}\mu\text{V/m}$ の差（送信点 1 : 45.7、送信点 2 : 41.9）、地点 2 で $3.2\text{dB}\mu\text{V/m}$ の差（送信点 1 : 40.5、送信点 2 : 43.7）、地点 3 で $0.2\text{dB}\mu\text{V/m}$ の差（送信点 1 : 47.0、送信点 2 : 47.2）と電界強度のリップルが中間地点の道路上で生じている。地上高 1m では地上高 4m と比べて約 $10\text{dB}\mu\text{V/m}$ の低下がある。

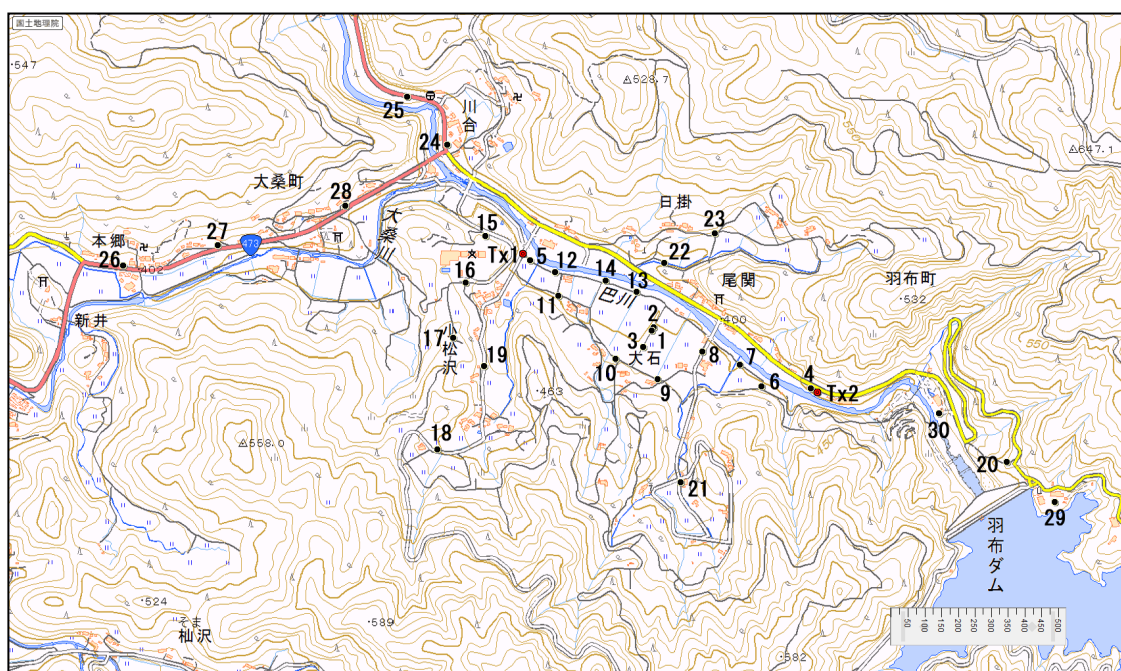


図 3 測定地点 出展：国土地理院の地形図を元に作成。

表 1 電界強度の測定値

地点	送信点1のみ送信した場合			送信点2のみ送信した場合			送信点1及び2を送信した場合		
	電界強度(dB μ V/m)		レベル差 (dB)	電界強度(dB μ V/m)		レベル差 (dB)	電界強度(dB μ V/m)		レベル差 (dB)
	アンテナ高 4m	アンテナ高 1m		アンテナ高 4m	アンテナ高 1m		アンテナ高 4m	アンテナ高 1m	
1	55.3	45.7	9.6	54.6	41.9	12.7	56.7	47.1	9.6
2	52.1	40.5	11.7	54.7	43.7	11.0	55.2	43.2	12.0
3	58.0	47.0	10.9	57.3	47.2	10.1	58.2	47.6	10.6
4	40.2	31.9	8.3	100.2	94.7	5.5	100.1	94.7	5.5
5	89.2	88.5	0.7	51.6	38.7	12.9	88.3	88.5	-0.3
6	35.4	26.0	9.4	75.7	64.1	11.6	75.4	64.1	11.3
7	43.4	30.7	12.7	78.2	63.9	14.3	78.2	64.1	14.1
8	47.6	40.6	7.1	71.4	58.0	13.4	71.4	58.5	12.9
9	52.3	37.4	14.9	57.6	50.6	7.0	57.3	51.0	6.3
10	48.2	35.1	13.1	56.8	43.8	13.0	56.5	43.5	13.0
11	62.6	48.0	14.6	42.8	24.1	18.6	62.5	47.8	14.7
12	77.2	60.9	16.3	49.9	37.4	12.5	77.6	61.7	15.9
13	53.5	38.0	15.5	54.0	40.6	13.4	53.7	41.1	12.6
14	65.5	53.1	12.5	51.1	38.5	12.6	65.6	53.0	12.6
15	44.0	33.7	10.3	41.4	28.5	12.8	36.6	31.2	5.3
16	48.6	37.5	11.1	56.5	43.2	13.3	53.4	40.3	13.1
17	55.4	43.5	11.9	47.5	34.3	13.1	56.1	41.6	14.6
18	36.1	26.7	9.4	39.9	27.0	12.9	41.4	30.6	10.8
19	44.0	39.5	4.5	37.5	32.4	5.1	43.9	40.8	3.1
20	46.9	33.4	13.6	36.5	22.8	13.7	44.6	31.3	13.4
21	28.2	15.1	13.1	25.4	25.5	-0.1	30.5	25.6	4.9
22	52.3	44.6	7.7	37.8	23.9	13.9	52.1	45.2	6.9
23	39.0	28.9	10.1	27.4	19.7	7.6	38.4	26.8	11.6
24	22.3	16.3	6.0	32.1	28.4	3.6	31.1	28.4	2.8
25	25.5	16.1	9.4	33.5	23.2	10.3	31.8	25.7	6.1
26	10.7	ノイズフロア以下		31.8	21.0	10.8	32.1	20.2	12.0
27	19.6	ノイズフロア以下		37.3	23.2	14.1	37.7	21.8	15.9
28	31.9	22.2	9.6	43.6	41.4	2.2	45.0	40.8	4.2
29	30.7	19.7	11.0	15.3	12.9	2.4	30.1	21.2	8.9
30	41.6	30.6	10.9	29.6	21.6	8.0	42.6	28.7	14.0
			最大	16.3				最大	15.9
			最小	0.7				最小	-0.3
			平均	10.6				平均	9.9

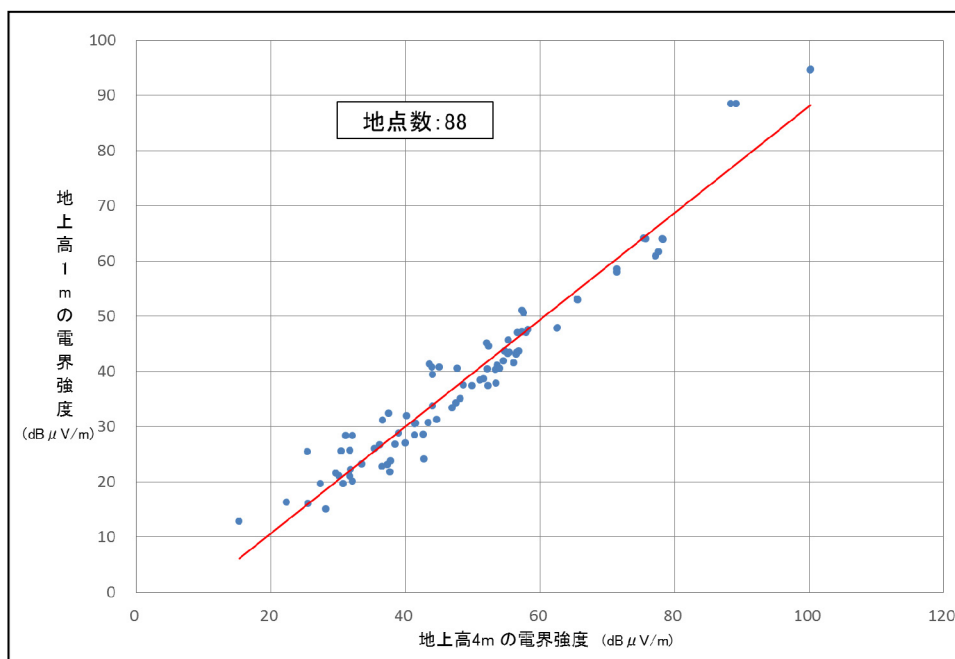


図 4 測定結果の分布グラフ

5.3 送信点 1 と送信点 2 から到来する電波の干渉（マルチパス歪）

5.3.1 送信点 1 と送信点 2 の設置場所と遅延時間の調整

送信点 1 と送信点 2 を約 1km 離れた場所に設置し、ケーブルテレビ局に近い送信点 1 とそれより遠い送信点 2 の光ケーブルの互長に相当する光ケーブルを送信点 1 側に追加して、送信点 1 と送信点 2 から発射される電波の時間差が中間地点の道路上 1、2、3 で $0\mu\text{s}$ になるように調整した。中間地点の道路上では、遅延時間差 $0\mu\text{s}$ で送信点 1 送信点 2 のサービスエリアが重なることになる。

実証実験構成(案)

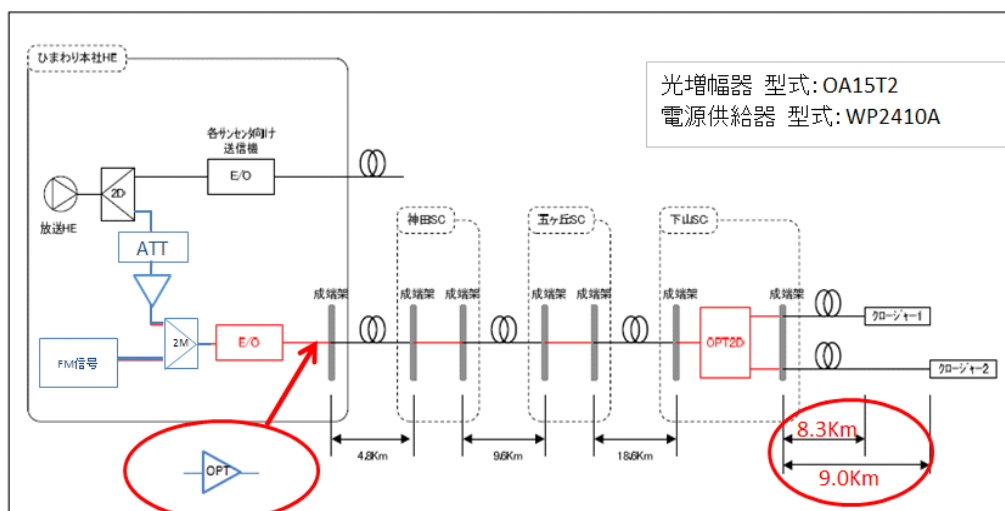


図 5 送信点 1 と送信点 2 のクロージャまでの光ケーブル長

5.3.2 追加した光ケーブル長と遅延時間

遅延時間の調整については、送信点 1 と送信点 2 に表 2 に示す長さの光ケーブルを追加した。

表 2 送信点に追加した光ケーブル長と遅延時間差

光ケーブルを追加した送信点と長さ (m)		光ケーブル長の差 (m)	中間地点の遅延時間差 (μs) (*)
送信点 1	送信点 2		
640	0	60	0 (0.3)
0	0	700	2.7 (3.5)
0	640	1340	6.3 (6.7)
0	1280	1980	9.0 (9.9)
0	1920	2620	13.2 (13.1)

(*) 波形から読み取った実測値を示す (かっこ内の数値は計算値)。

5.3.3 中間地点を送信点 1 と送信点 2 を結ぶ線上に直角方向に移動した場合

図 6 に示す中間地点において測定箇所を 0.5m の間隔で矢印方向に移動し、SINAD、S/N、歪率の測定および音質評価を行った。

音質の評価基準を表 3 に示す。遅延時間差が大きくなるほど、音質評価 2 の値が多くなり、S/N は 30dB 未満となっている。実験値であるが、S/N30～35dB で音質評価が 3、S/N35dB 以上で音質評価が 4 となる。

評価は携帯型ラジオ(報告書本文 表 4.2.2 FM ラジオ性能確認機種一覧)C2 により行った。

表 3 音質の評価基準 (Mean Opinion Score ITU-T 勧告 P.800))

評 価	内 容	表 現 (*)
5	非常に良い	検知限
4	良い	
3	普通	許容限
2	悪い	我慢限
1	非常に悪い	

(*) 人の聴覚による感じ方で、個人差がある。NHK のラジオ評価基準

検知限 (雑音が検知できる限界) : 評価 5 と 4 の間

許容限 (雑音があるが許容できる限界) : 評価 4 と 3 の間

我慢限 (雑音が邪魔になるが我慢できる限界 : 評価 3 と 2 の間



出展：国土地理院の地形図を元に作成。

図6 中間地点のマルチパス確認ポイント (矢印方向に移動)

表4 遅延時間差 $0\mu s$ と $2.7\mu s$ の測定結果 (測定箇所 ± 0 でD/U=0dBに調整後測定)

送信点1の追加の光ケーブル
送信点2の追加の光ケーブル
遅延時間

640m
なし
 $0\mu s$ (実測値)

測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
-5.0	43.69	45.64	0.201	4
-4.5	45.27	46.68	0.545	4
-4.0	28.13	28.37	1.207	2
-3.5	47.89	48.64	0.185	4
-3.0	47.71	48.45	0.170	4
-2.5	50.79	52.31	0.165	4
-2.0	49.46	50.48	0.168	4
-1.5	50.50	51.99	0.170	4
-1.0	49.59	51.34	0.189	4
-0.5	49.19	50.59	0.191	4
± 0.0	19.08	20.97	3.490	2
+0.5	37.98	39.70	0.302	4
+1.0	43.72	45.80	0.282	4
+1.5	46.07	47.66	0.281	4
+2.0	47.51	49.27	0.249	4
+2.5	50.00	52.09	0.204	4
+3.0	50.67	53.19	0.188	4
+3.5	52.84	54.66	0.136	4
+4.0	52.81	54.37	0.131	4
+4.5	52.77	54.55	0.138	4
+5.0	51.18	52.65	0.152	4

音質評価	箇所数
2	2
3	0
4	19

送信点1の追加の光ケーブル
送信点2の追加の光ケーブル
遅延時間

なし
なし
 $2.7\mu s$ (実測値)

測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
-5.0	30.63	44.57	2.832	4
-4.5	31.01	43.98	2.694	4
-4.0	37.35	46.96	1.261	4
-3.5	42.86	48.13	0.600	4
-3.0	44.81	47.34	0.405	4
-2.5	44.81	48.86	0.445	4
-2.0	41.23	47.15	0.735	4
-1.5	36.41	45.31	1.392	4
-1.0	38.57	46.20	1.078	4
-0.5	35.94	43.13	1.460	4
± 0.0	14.90	19.21	12.842	2
+0.5	34.23	43.37	1.755	4
+1.0	26.62	26.85	1.536	2
+1.5	26.68	27.04	1.453	2
+2.0	44.07	48.21	0.492	4
+2.5	45.73	49.82	0.407	4
+3.0	48.65	50.89	0.239	4
+3.5	50.70	51.63	0.150	4
+4.0	51.09	51.83	0.123	4
+4.5	51.16	52.11	0.127	4
+5.0	51.17	52.16	0.133	4

音質評価	箇所数
2	3
3	0
4	18

表 5 遅延時間差 $6.3\ \mu\text{s}$ と $9.0\ \mu\text{s}$ の測定結果 (測定箇所 ± 0 で D/U=0dB に調整後測定)

送信点1の追加の光ケーブル
送信点2の追加の光ケーブル
遅延時間

なし
640m
 $6.3\ \mu\text{s}$ (実測値)

送信点1の追加の光ケーブル
送信点2の追加の光ケーブル
遅延時間

なし
1280m
 $9.0\ \mu\text{s}$ (実測値)

測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
-5.0	23.04	26.72	4.538	2
-4.5	24.80	27.44	3.013	2
-4.0	27.48	30.30	3.152	3
-3.5	31.14	46.00	2.716	4
-3.0	32.59	48.82	2.305	4
-2.5	35.11	49.74	1.733	4
-2.0	33.32	48.54	2.135	4
-1.5	29.83	49.49	3.150	4
-1.0	26.83	45.06	4.365	4
-0.5	25.72	45.14	4.894	4
± 0.0	28.67	44.51	3.596	4
+0.5	32.10	46.83	2.452	4
+1.0	33.92	46.41	1.954	4
+1.5	31.26	43.28	2.577	4
+2.0	28.97	47.05	3.477	4
+2.5	24.48	25.99	3.748	2
+3.0	29.64	47.66	3.221	4
+3.5	33.20	50.03	2.163	4
+4.0	34.89	49.99	1.782	4
+4.5	35.78	51.42	1.611	4
+5.0	37.25	51.82	1.350	4

音質評価	箇所数
2	3
3	1
4	17

測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
-5.0	16.32	18.95	11.282	2
-4.5	19.81	22.73	6.740	2
-4.0	26.27	28.01	3.883	2
-3.5	31.00	47.04	2.764	4
-3.0	33.54	46.91	2.051	4
-2.5	33.00	47.02	2.205	4
-2.0	30.28	49.36	3.034	4
-1.5	25.95	46.97	4.930	4
-1.0	19.68	23.19	7.811	2
-0.5	19.09	24.16	8.649	2
± 0.0	19.15	25.32	9.257	2
+0.5	22.07	24.06	4.835	2
+1.0	30.09	44.85	3.061	4
+1.5	25.75	27.14	2.797	2
+2.0	22.73	27.06	3.888	2
+2.5	24.76	28.23	3.921	2
+3.0	29.62	49.62	3.221	4
+3.5	30.43	49.15	2.950	4
+4.0	30.83	49.67	2.803	4
+4.5	32.36	50.01	2.363	4
+5.0	32.71	49.54	2.283	4

音質評価	箇所数
2	10
3	0
4	11

表 6 遅延時間差 $13.2\ \mu\text{s}$ の測定結果 (測定箇所 ± 0 で D/U=0dB に調整後測定)

送信点1の追加の光ケーブル
送信点2の追加の光ケーブル
遅延時間

なし
1920m
 $13.2\ \mu\text{s}$ (実測値)

測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
-5.0	18.25	23.13	9.17	2
-4.5	19.16	23.58	8.44	2
-4.0	22.14	25.68	5.57	2
-3.5	25.99	47.81	4.86	4
-3.0	29.08	49.60	3.47	4
-2.5	29.62	48.86	3.27	4
-2.0	27.77	50.75	4.02	4
-1.5	24.12	47.29	5.96	4
-1.0	19.82	26.81	8.09	2
-0.5	20.67	25.24	7.07	2
± 0.0	21.65	23.86	4.79	2
+0.5	25.02	39.93	5.26	4
+1.0	29.04	47.48	3.42	4
+1.5	27.96	41.66	3.89	4
+2.0	22.03	28.12	6.48	2
+2.5	16.99	23.88	11.09	2
+3.0	22.75	27.88	5.64	2
+3.5	27.80	50.28	4.00	4
+4.0	28.86	50.60	3.53	4
+4.5	30.10	51.49	3.06	4
+5.0	30.55	51.17	2.92	4

音質評価	箇所数
2	9
3	0
4	12

5.3.4 中間地点の測定点を送信点2側に移動した場合

遅延時間差 $0\mu\text{s}$ と $2.7\mu\text{s}$ について、図7に示す畦道を送信点2側に移動した場合の測定結果を表7に示す（送信点1側は田んぼの中で移動できなかった）。



出展：国土地理院の地形図を元に作成。

図7 中間地点のマルチパス確認ポイント（矢印方向に移動）

表7 遅延時間差 $0\mu\text{s}$ と $2.7\mu\text{s}$ の測定結果（測定箇所 ± 0 でD/U=0dBに調整後測定）

送信点1の追加の光ケーブル
送信点2の追加の光ケーブル
遅延時間

630m
なし
 $0\mu\text{s}$ (実測値)

送信点1の追加の光ケーブル
送信点2の追加の光ケーブル
遅延時間

なし
なし
 $2.7\mu\text{s}$ (実測値)

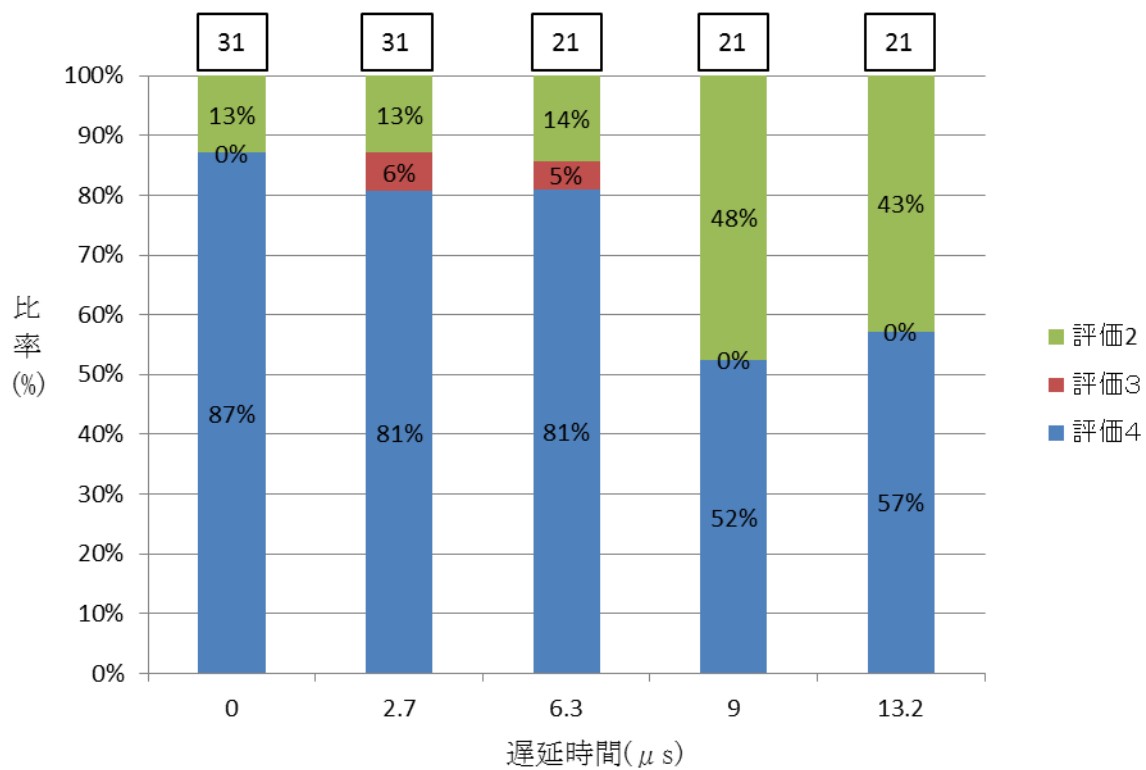
測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
± 0.0	28.13	28.37	1.207	2
+0.5	48.19	50.15	0.241	4
+1.0	50.49	53.36	0.212	4
+1.5	44.31	45.55	0.199	4
+2.0	44.49	46.21	0.322	4
+2.5	49.35	51.90	0.233	4
+3.0	48.72	50.65	0.222	4
+3.5	24.80	25.70	2.133	2
+4.0	47.72	49.72	0.260	4
+10.0	47.45	49.14	0.251	4

音声評価	箇所数
2	2
3	0
4	8

測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
± 0.0	37.35	46.96	1.261	4
+0.5	47.83	51.71	0.315	4
+1.0	48.18	51.84	0.299	4
+1.5	24.70	26.19	3.041	2
+2.0	29.95	30.13	1.074	3
+2.5	49.44	53.03	0.254	4
+3.0	33.31	33.99	1.090	3
+3.5	34.99	43.24	1.589	4
+4.0	48.88	49.73	0.161	4
+10.0	43.01	46.76	0.515	4

音声評価	箇所数
2	1
3	2
4	7

中間地点を送信点 1 と送信点 2 を結ぶ線上に直角方向に移動した場合と中間地点の測定点を送信点 2 側に移動した場合の音質評価の結果を図 8 に示す。



*1：専門家による評価

*2：棒グラフ上段「数字」は測定ポイント数

*3：測定箇所±0の地点で D/U=0dB に設定

図 8 遅延時間と音質評価の結果

5.4 地上高 1m における FM ラジオの音質評価

31 名の参加者による音質評価（アンケート調査）を行った。

5.4.1 調査地点

- ①愛知県豊田市大桑町別当 56 巴ヶ丘小学校（講堂および校庭）
- ②愛知県豊田市羽布町柿田15-1 手づくり工房山遊里 駐車場
- ③愛知県豊田市羽布町仲ノ切 12 道路上（送信点 1 と 2 の中間地点）



出展：国土地理院の地形図を元に作成。

図 9 調査地点概略図

5.4.2 参加者

表 8 参加者の組織名と人数（検討会委員とその関係者）

組織名	人数
豊田市 企画課	1
ひまわりネットワーク株式会社	2
日本放送協会 名古屋放送局	2
日本放送協会	4
株式会社C B C ラジオ	1
東海ラジオ放送株式会社	1
株式会社エフエム愛知	1
マスプロ電工株式会社	2
シンクレイヤ株式会社	2
株式会社NHKアイテック	2
総務省 東海総合通信局	5
総務省 情報流通行政局	5
一般社団法人日本CATV技術協会	3
合計	31

5.4.3 音質評価用信号

送信周波数：87.3MHz

信 号：①コールサイン

②1kHz トーン信号（モノラル 30%変調）

③文章

④音楽

流す時間：①終了後、②の信号を 40 秒間、③の信号を 40 秒間、④の信号を 40 秒間流し、その後①②③④を繰り返す。

5.4.4 評価方法

あらかじめ選定された地点において送信点 1 と送信点 2 から送信される信号を携帯型ラジオ C2 で受信し 5 段階の音質評価を行って記録用紙に記入する。

音声評価は野外の雑音環境の中で行うので聴取に集中できるよう両方の耳にヘッドホンを付けて音声を聴取する。

5.4.5 手 順

- ① 送信点 1 の電源を ON にして送信点 1 から送信される電波のノイズ評価を行う。
- ② 次に、送信点 1 の電源を OFF にして、送信点 2 の電源を ON にして、送信点 2 から送信される電波のノイズの評価を行う。
- ③ 次に送信点 1 と送信点 2 の両方の電源を ON にして送信点 1 と送信点 2 の両方から送信される電波のノイズとマルチパスの評価を行う。

5.4.6 音質調査の結果

音質調査の結果を表 9～表 11 に示す。

表 9 バヶ丘小学校での音質評価結果（中央値）

バヶ丘小学校							
空間遅延時間	送信点 1 からの距離約 200m (0.7 μ s) 送信点 2 からの距離約 1200m (4 μ s)						
電界強度 (地上高 1m)	送信点 1 からの電界強度：校庭で 37.5 dB μ /m 送信点 2 からの電界強度：校庭で 43.2 dB μ /m						
電波発射送信点	地点	ノイズ評価			マルチパス評価		
		1kHz	文章	音楽	1kHz	文章	音楽
送信点 1	講堂 1	2	1.75	1.5			
	講堂 2	1	1	1			
	講堂 3	1	1.25	1			
送信点 2	講堂 1	3	3	3			
	講堂 2	2.5	2.5	2.5			
	講堂 3	3	3	3			
送信点 1 と 2	講堂 1	3	3	3	3	3	3
	講堂 2	2.5	2.5	2.5	3	3	3
	講堂 3	3	3	3	3	3	3
送信点 1	校庭 1	3	3	3			
	校庭 2	3.5	3.5	3.75			
	校庭 3	4	4	4			
送信点 2	校庭 1	3.5	3.5	3.5			
	校庭 2	3.5	3.5	3.5			
	校庭 3	4	4	4			
送信点 1 と 2	校庭 1	3.5	3.5	3.5	3.5	4	3.5
	校庭 2	4	4	4	4	4	4
	校庭 3	4	4	4	4	4	4

表 10 手づくり工房山遊里での音質評価結果（中央値）

手づくり工房山遊里							
空間遅延時間	送信点 1 からの距離約 100m (0.3 μ s) 送信点 2 からの距離約 1000m (3.3 μ s)						
電界強度 (地上高 1m)	送信点 1 からの電界強度：60.9 dB μ /m 送信点 2 からの電界強度：37.4dB μ /m						
電波発射送信点	地点	ノイズ評価			マルチパス評価		
		1kHz	文章	音楽	1kHz	文章	音楽
送信点 1 と 2	地点 1	4	4	4	4	4	4
	地点 2	4	4	4	4	4	4
	地点 3	4	4	4	4	4	4

表 11 中間地点での音質評価結果（中央値）

中 間 地 点							
空間遅延時間	送信点 1 からの距離約 500m (1.7 μ s) 送信点 2 からの距離約 500m (1.7 μ s)						
電界強度 (地上高 1m)	地点 1	送信点 1 からの電界強度：45.7 dB μ /m 送信点 2 からの電界強度：41.9 dB μ /m					
	地点 2	送信点 1 からの電界強度：40.5 dB μ /m 送信点 2 からの電界強度：43.7 dB μ /m					
	地点 3	送信点 1 からの電界強度：47.0 dB μ /m 送信点 2 からの電界強度：47.2 dB μ /m					
電波発射送信点	地点	ノイズ評価			マルチパス評価		
		1kHz	文章	音楽	1kHz	文章	音楽
送信点 1	地点 1	3	3	3			
	地点 2	3	3	3			
	地点 3	3.5	3.5	3.5			
送信点 2	地点 1	3	3	3			
	地点 2	3	3	3			
	地点 3	3.5	3.5	3.5			
送信点 1 と 2	地点 1	3	3	3	3	3.25	3
	地点 2	3.5	3.5	3	3.5	3.5	3.5
	地点 3	4	4	4	4	4	4

5.4.7 音質調査結果のまとめ

音質評価は中央値で表記したが、参考に平均値で表記すると下段の値となっている。

表 12 音質調査結果のまとめ (min~max の幅 上段：中央値 下段：平均値)

場 所		送信点 1 ON	送信点 2 ON	送信点 1 および 2 ON (マルチパス評価 (*3))
巴ヶ丘小学校	講堂	1～2 (*1)	2.5～3 (*2)	3
		1.2～1.8 (*1)	2.4～3.3 (*2)	2.8～3
	校庭	3～4	3.5～4	3.5～4
		3.1～4.1	3.4～4.1	3.6～4.2
手づくり工房山遊里		—	—	4
				3.9～4.3
中間地点		3～3.5	3～3.5	3～4
		2.7～3.4	3.2～4.3	3.1～3.6

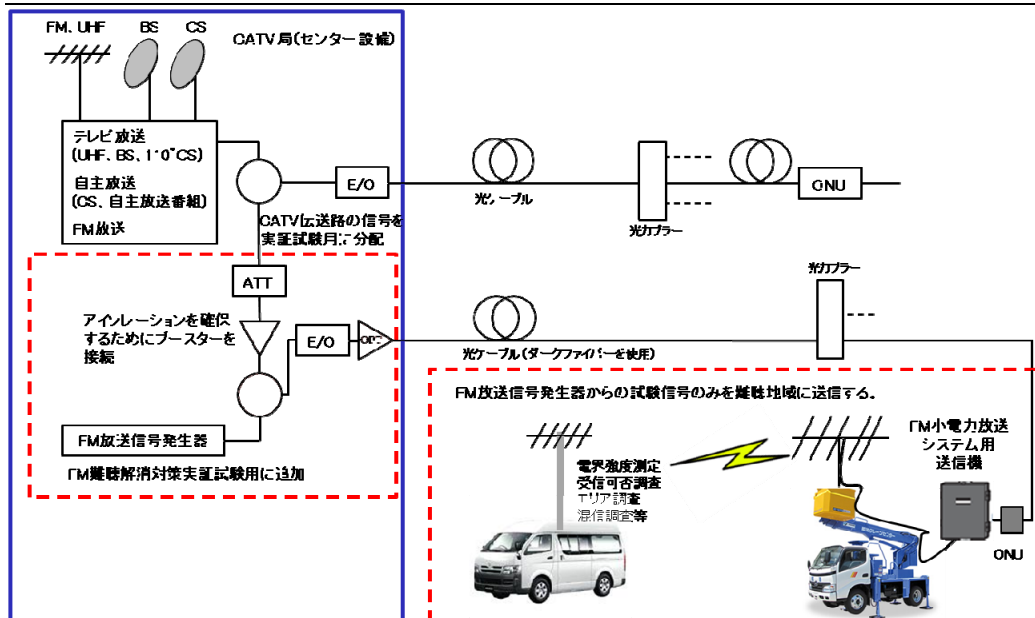
(*1) 送信点 1 は巴ヶ丘小学校の校庭から約 28m 下がった道路に設置されており、道路から立ち上がっている土手 (p18 現地の写真 ①送信点 1 参照) で電波が遮蔽されているため校庭には電波が届くが、校庭から離れている講堂での信号レベルが低い。

(*2) 約 1.2km 離れた送信点 2 からの電波が巴ヶ丘小学校の講堂に届くため聴取できている。

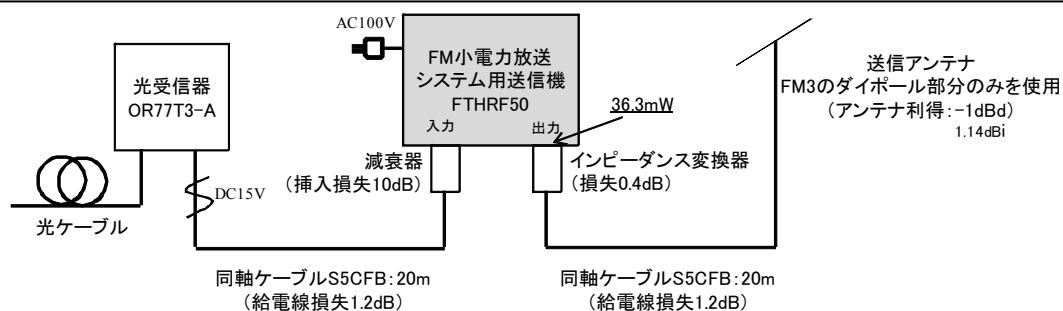
(*3) マルチパス評価は送信点 1 と送信点 2 から発射される電波の遅延時間差を $0\mu\text{s}$ に調整したときの評価である。

第6章 資料

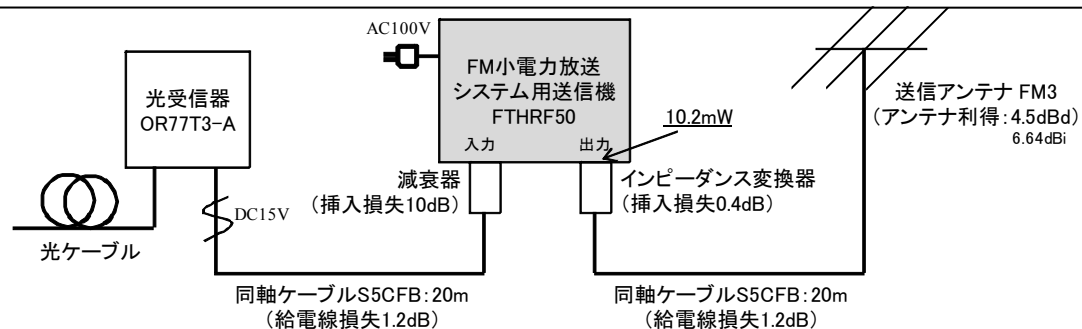
6.1 無線システム全体図



6.2 送信点 1 の設置概要



6.3 送信点 2 の設置概要



6.4 送信点の設置仕様

1) 送信点 1

電波の型式	NON : CW波 F3E : FMラジオ放送[モノラル] F8E : FMラジオ放送[ステレオ]
占有周波数帯幅	200kHz
周波数	87.3MHz
移動範囲	緯度 35° 02′ 28.29″ ・ 東経 137° 22′ 56.81″ を中心とした半径1km以内
常置場所 住所	愛知県日進市浅田町上納80番地
常置場所 緯度/経度	緯度 35° 07′ 37.58″ ・ 東経 137° 01′ 51.25″
送信機出力	36.3mW
実効放射電力	20mW * 2mW～20mWで可変
空中線型式	ダイポールアンテナ
	水平偏波面を使用
	型名 : FM3 (ダイポール部分のみを使用)
	メーカー : マスプロ電工
空中線利得	-1dBd
空中線の指向方向	T. N. 80°
空中線の海拔高	海拔高 : 400.0m
地上高	地上高 : 10m
給電線等の損失	1.6dB * 1.6dB～10.6dBで可変 (同軸ケーブル20m (S5CFB) 損失+インピーダンス変換器損失+減衰器)
備考	愛知県豊田市羽布町井戸谷下

2) 送信点 2

電波の型式	NON : CW波 F3E : FMラジオ放送[モノラル] F8E : FMラジオ放送[ステレオ]
占有周波数帯幅	200kHz
周波数	87.3MHz
移動範囲	北緯 35° 02′ 17.03″ ・ 東経 137° 23′ 32.69″ を中心とした半径1km以内
常置場所 住所	愛知県日進市浅田町上納80番地
常置場所 緯度/経度	緯度 35° 07′ 37.58″ ・ 東経 137° 01′ 51.25″
送信機出力	10.2mW
実効放射電力	20mW * 2mW～20mWで可変
空中線型式	八木式アンテナ
	水平偏波面を使用
	型名 : FM3
	メーカー : マスプロ電工
空中線利得	4.5dBd
空中線の指向方向	T. N. 290°
空中線の海拔高	海拔高 : 409.0m
地上高	地上高 : 10m
給電線等の損失	1.6dB * 1.6dB～10.6dBで可変 (同軸ケーブル20m (S5CFB) 損失+インピーダンス変換器損失+減衰器)
備考	愛知県豊田市羽布町

3) 設置場所の潜在電界

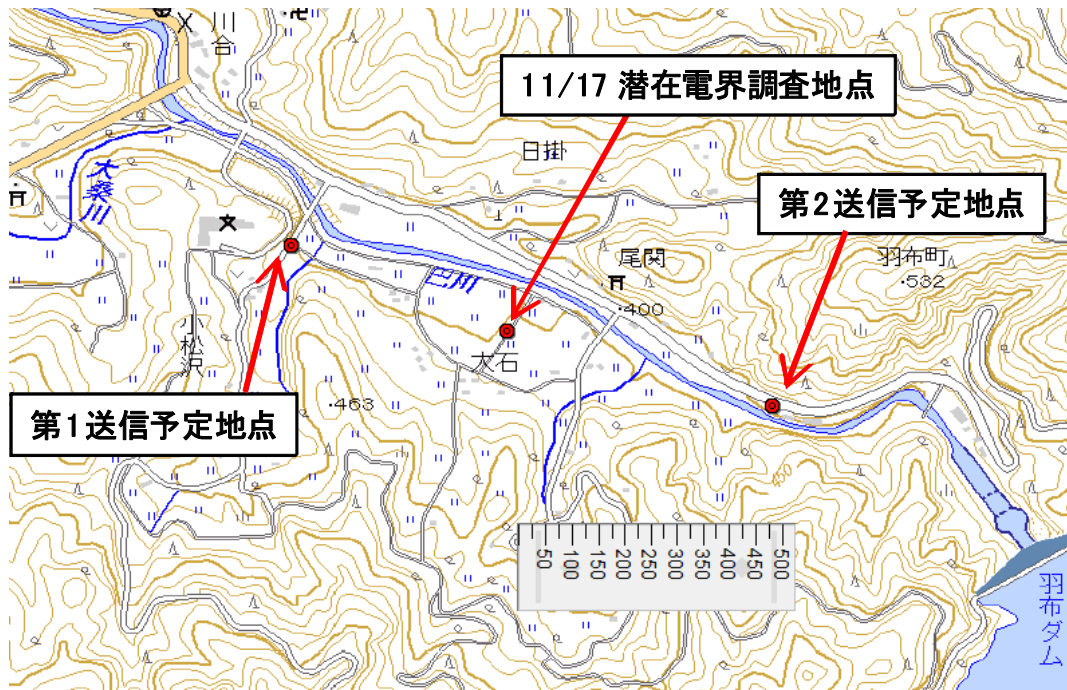
【調査地点】

住所：愛知県豊田市羽布町仲ノ切 12

緯度：35° 02' 22.31''

経度：137° 23' 12.92''

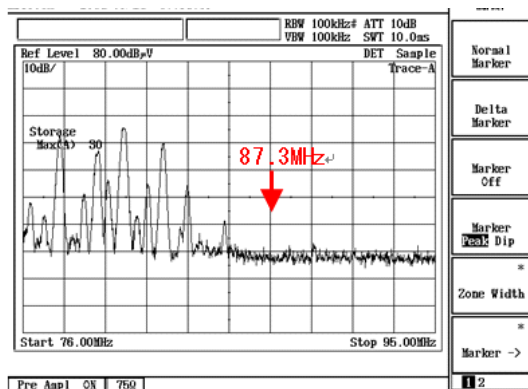
標高：402m



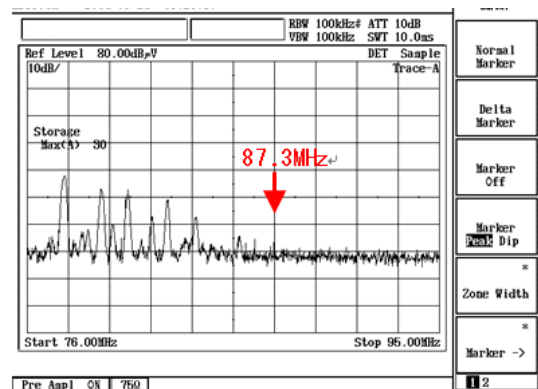
出展：国土地理院の地形図を元に作成。

【76MHz-95MHz 帯域】

<水平偏波成分>

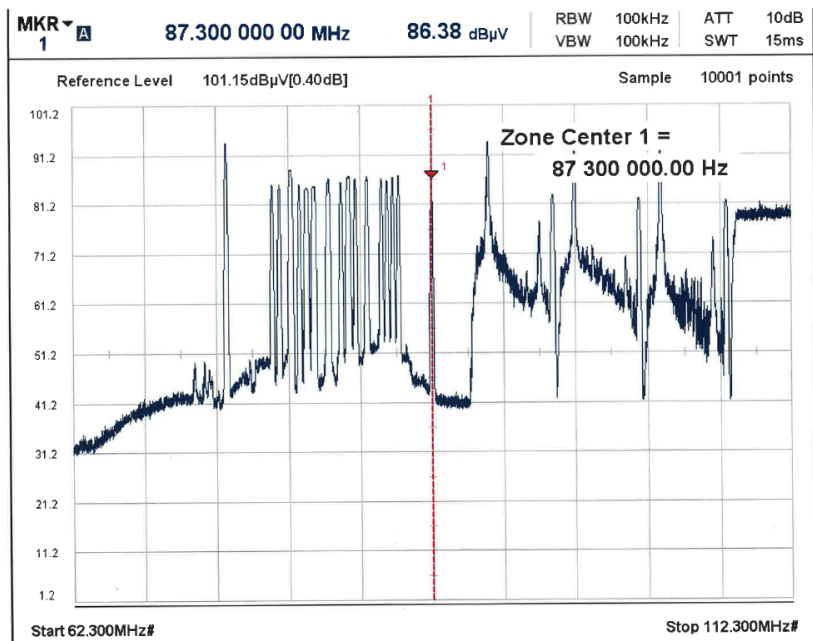


<垂直偏波成分>



6.5 センター設備から送出される FM 放送信号の品質

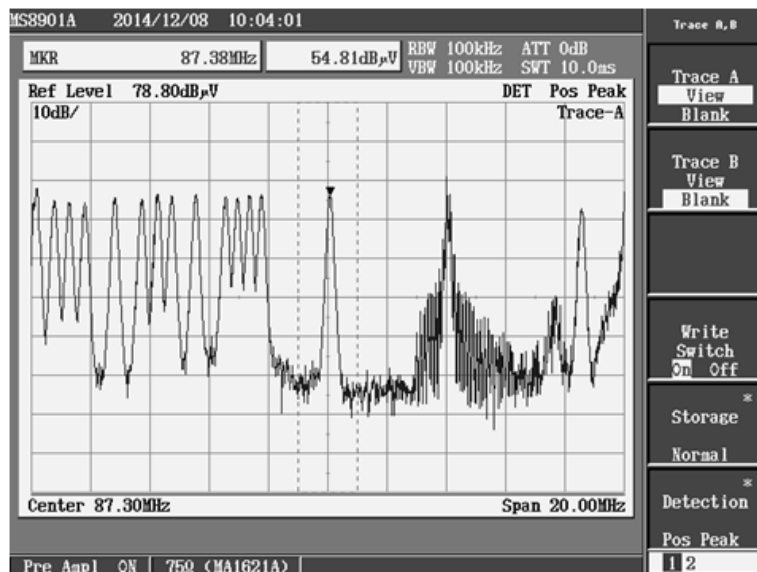
実際のケーブルテレビ伝送の品質を想定し、CN 比 47dB に調整されている。



6.6 送信点から発射される信号品質

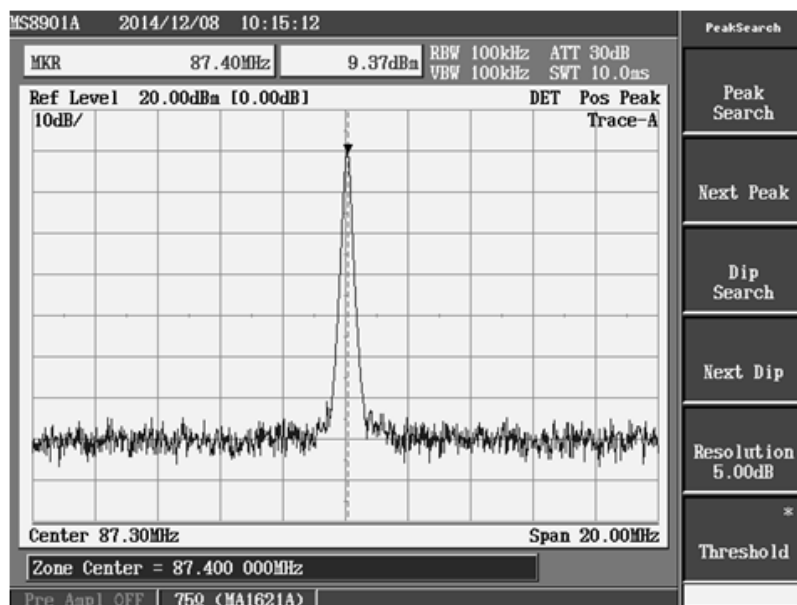
6.6.1 無線局への入力波形

ケーブルテレビで伝送されている信号のスペクトルも確認できる。



6.6.2 無線局からの送信波形

IF フィルタで信号以外の成分を減衰させているのが確認できる。



6.7 現地の写真

①送信点 1

右側の土手の約 28m 上、約 200m離れた位置に巴ヶ丘小学校の講堂がある。



②巴ヶ丘小学校



③巴ヶ丘小学校講堂

コーン（3箇所）を立てた位置で音質評価を行った。



④巴ヶ丘小学校校庭

コーン（3箇所）を立てた位置で音質評価を行った。



⑤手づくり工房山遊里（駐車場）

コーン（3箇所）を立てた位置で音質評価を行った。



⑥中間地点

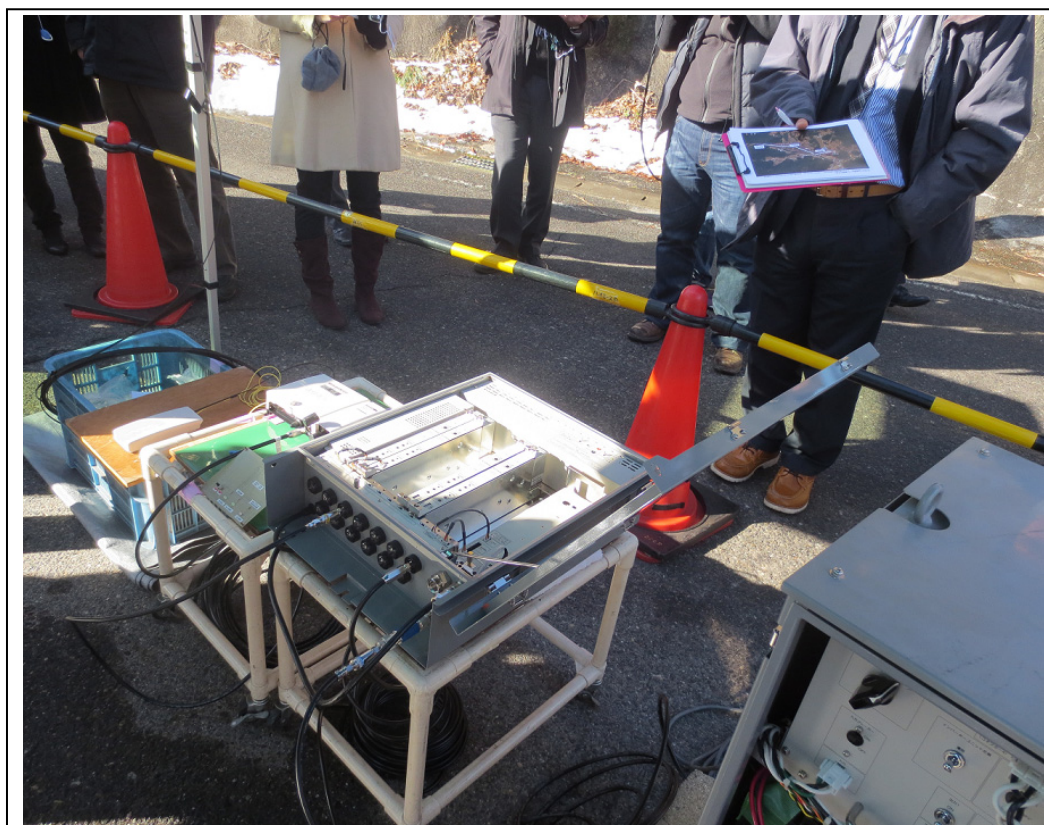
コーン（3箇所）を立てた位置で音質評価を行った。



⑦中間地点（音質評価の風景）



⑧無線局の外観



⑨送信点 2



都市部及び地下街の
ラジオ受信調査

目 次

第1章 都市部の調査.....	111
1.1 調査概要	111
1.2 東京都新宿駅周辺	111
1.2.1 調査内容	111
1.2.2 調査結果	114
1.2.3 調査地点の写真.....	115
1.3 愛知県名古屋駅周辺.....	117
1.3.1 調査内容	117
1.3.2 調査結果	120
1.3.3 調査地点の写真.....	121
第2章 地下街の調査.....	123
2.1 調査概要	123
2.2 東京都新宿駅周辺	123
2.2.1 調査内容	123
2.2.2 調査結果	123
2.3 愛知県名古屋駅周辺.....	128
2.3.1 調査内容	128
2.3.2 調査結果	128

第1章 都市部の調査

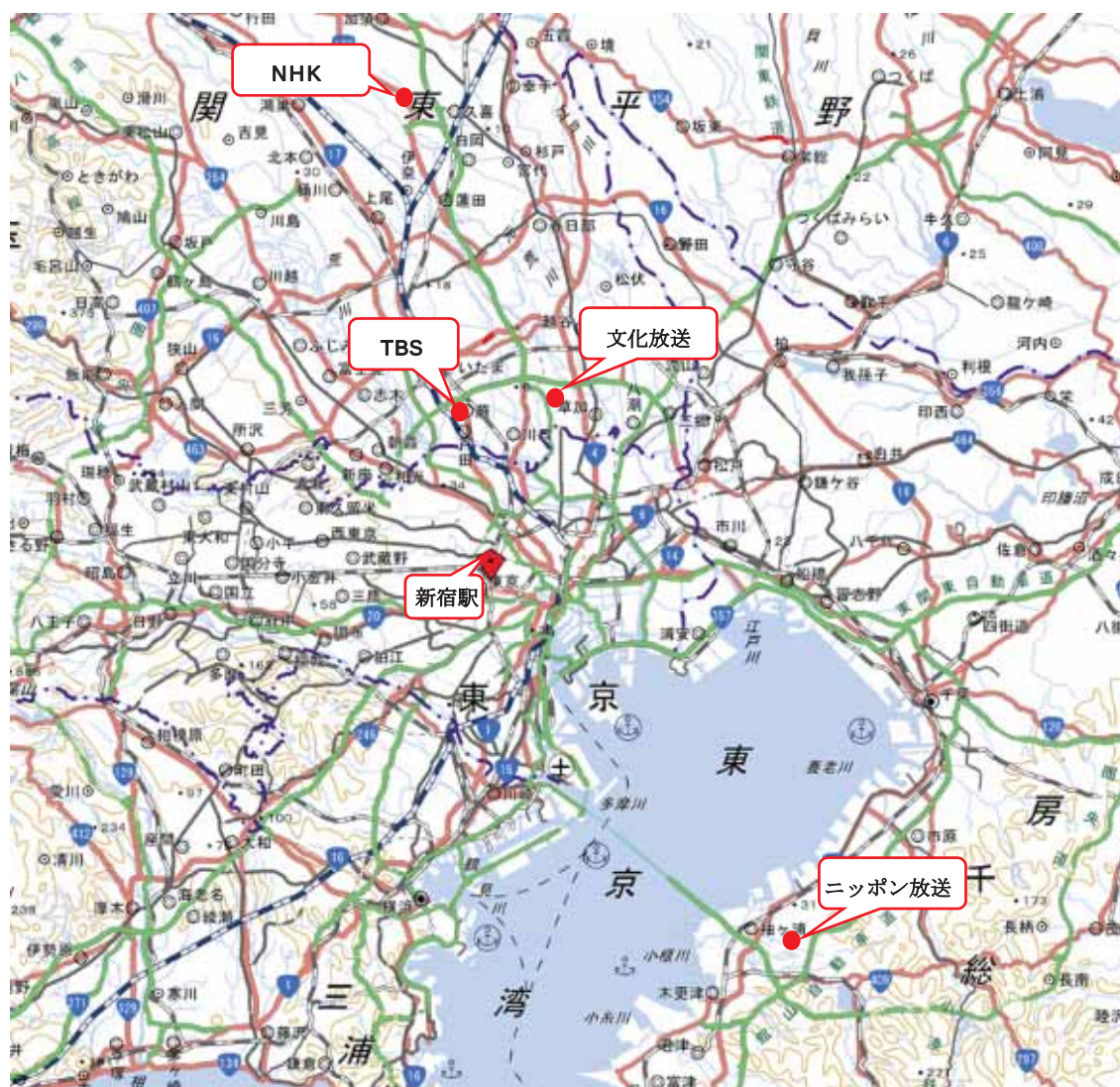
1.1 調査概要

都市部では、高層ビル群の影響でラジオ放送波の遮蔽や反射が起こり、限定的に難聴地域が発生している。「ケーブルテレビ網を活用した AM ラジオ難聴地域解消のための FM 補完小電力放送システム」の設置を検討するため、ラジオ放送の受信状況について調査を行った。東京の新宿駅周辺および名古屋駅周辺の AM 放送および FM 放送の受信状況について報告する。

1.2 東京都新宿駅周辺

1.2.1 調査内容

図 1(a)に新宿駅と AM ラジオ送信所の位置関係を、図 1(b)に FM ラジオ送信所の位置関係を示す。図 2 に新宿駅周辺の調査地点を示す。



出展：国土地理院の地形図を元に作成。

図 1(a) 新宿駅と AM ラジオ送信所の位置関係



出展：国土地理院の地形図を元に作成。

図 1(b) 新宿駅と FM ラジオ送信所の位置関係



出展：国土地理院の地形図を元に作成。

図 2 新宿駅周辺の調査地点

調査地点①から⑤は新宿駅東口に存在し、⑥から⑩は新宿駅西口に存在する。放送タワーの位置により、表 1 に示すように新宿駅高架の遮蔽の影響を受ける場合と受けない場合があるが、加えて周辺の高層ビル群による遮蔽や反射の影響の大きい地点である。

表 1 新宿駅の高架の遮蔽

放送局		新宿駅高架の遮蔽の影響を受けない地点	新宿駅高架の遮蔽の影響を受ける地点
AM 放送	T-AM-1	⑥⑦⑧⑨⑩	①②③④⑤
	T-AM-2	⑥⑦⑧⑨⑩	①②③④⑤
	T-AM-3	⑥⑦⑧⑨⑩	①②③④⑤
	T-AM-4	①②③④⑤	⑥⑦⑧⑨⑩
	T-AM-5	①②③④⑤	⑥⑦⑧⑨⑩
FM 放送	T-FM-1	①②③④⑤	⑥⑦⑧⑨⑩
	T-FM-2	①②③④⑤	⑥⑦⑧⑨⑩
	T-FM-3	①②③④⑤	⑥⑦⑧⑨⑩
	T-FM-4	①②③④⑤	⑥⑦⑧⑨⑩
	T-FM-5	①②③④⑤	⑥⑦⑧⑨⑩

※順不同

1.2.2 調査結果

表 2 に AM 放送の評価結果を、表 3 に FM 放送の評価結果を示す。評価は 2 回行い、1 回目はその地点で、2 回目はその周辺の半径約 1.5m の範囲の評価で 5 段階評価を行った。半径約 1.5m の範囲は FM 放送波では波長が約 3m であるため半波長に相当する。調査地点から次の調査地点への移動中には、AM 放送 FM 放送ともに評価 2 程度まで劣化する状況が観測された。

表 2 新宿駅周辺の AM 放送の調査結果

放送局	評価	調査地点									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
T-AM-1	1 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
T-AM-2	1 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
T-AM-3	1 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
T-AM-4	1 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
T-AM-5	1 回目	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
	2 回目	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

表 3 新宿駅周辺の FM 放送の調査結果

放送局	評価	調査地点									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
T-FM-1	1 回目	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3
	2 回目	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
T-FM-2	1 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
T-FM-3	1 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
T-FM-4	1 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
T-FM-5	1 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

1.2.3 調査地点の写真

①



②



③



④



⑤



⑥



⑦



⑧



⑨



⑩



1.3 愛知県名古屋駅周辺

1.3.1 調査内容

図 3(a)に名古屋駅と AM ラジオ送信所の位置関係を、図 3(b)に FM ラジオ送信所の位置関係を示す。図 4 に名古屋駅周辺の調査地点を示す。



出展：国土地理院の地形図を元に作成。

図 3(a) 名古屋駅と AM ラジオ送信所の位置関係



出展：国土地理院の地形図を元に作成。

図 3(b) 名古屋駅と FM ラジオ送信所の位置関係



出展：国土地理院の地形図を元に作成。

図 4 名古屋駅周辺の調査地点

調査地点①から⑤は名古屋駅桜通口に存在し、⑥から⑩は名古屋駅太閤通口に存在する。放送タワーの位置により、表 4 に示すように名古屋駅高架の遮蔽の影響を受ける場合と受けない場合があるが、加えて周辺の高層ビル群による遮蔽や反射の影響の大きい地点である。

表 4 名古屋駅の高架の遮蔽

放送局		名古屋駅高架の遮蔽の影響を受けない地点	名古屋駅高架の遮蔽の影響を受ける地点
AM 放送	N-AM-1	①②③④⑤	⑥⑦⑧⑨⑩
	N-AM-2	①②③④⑤	⑥⑦⑧⑨⑩
	N-AM-3	①②③④⑤	⑥⑦⑧⑨⑩
	N-AM-4	①②③④⑤	⑥⑦⑧⑨⑩
FM 放送	N-FM-1	⑥⑦⑧⑨⑩	①②③④⑤
	N-FM-2	⑥⑦⑧⑨⑩	①②③④⑤
	N-FM-3	⑥⑦⑧⑨⑩	①②③④⑤
	N-FM-4	⑥⑦⑧⑨⑩	①②③④⑤

※ 順不同

1.3.2 調査結果

表 5 に AM 放送の評価結果を、表 6 に FM 放送の評価結果を示す。評価は 2 回行い、1 回目はその地点で、2 回目はその周辺の半径約 1.5m の範囲の評価で 5 段階評価を行った。半径約 1.5m の範囲は FM 放送波では波長が約 3m であるため半波長に相当する。

AM 放送ではすべての地点で評価 4 であった。FM 放送では高層ビル群による反射波の影響を受けて評価 4 を得るには場所移動が必要であった。次の調査地点への移動中にも評価 2 程度まで劣化する状況が観測された。

表 5 名古屋駅周辺の AM 放送の調査結果

放送局	評価	調査地点									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
N-AM-1	1 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
N-AM-2	1 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
N-AM-3	1 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
N-AM-4	1 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2 回目	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

表 6 名古屋駅周辺の FM 放送の調査結果

放送局	評価	調査地点									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
N-FM-1	1 回目の評価	4	3	2	4	4	4	4	4	4	4
	2 回目の評価	4	4	4	4	3	4	3	4	3	2
N-FM-2	1 回目の評価	4	2	2	4	4	3	4	4	4	4
	2 回目の評価	2	2	4	4	4	3	4	4	4	2
N-FM-3	1 回目の評価	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
	2 回目の評価	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4
N-FM-4	1 回目の評価	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
	2 回目の評価	2	2	2	4	3	4	4	4	4	2

1.3.3 調査地点の写真

①



②



③



④



⑤



⑥



⑦



⑧



⑨



⑩



第2章 地下街の調査

2.1 調査概要

地下街では、地上との出入口付近を除いて閉鎖空間であるためラジオ放送の難聴地域となっている。「ケーブルテレビ網を活用した AM ラジオ難聴地域解消のための FM 補完小電力放送システム」の設置を検討するためラジオ放送の受信状況について調査を行った。東京の新宿駅周辺および名古屋駅周辺の AM 放送および FM 放送の受信状況について報告する。

2.2 東京都新宿駅周辺

2.2.1 調査内容

図5に新宿駅周辺の地下街の調査地点を示す。

2.2.2 調査結果

表7に AM 放送の評価結果を、表8に FM 放送の評価結果を示す。評価は2回行い、1回目はその地点で、2回目はその周辺の半径約1.5mの範囲の評価で5段階評価を行った。半径約1.5mの範囲は FM 放送波では波長が約3mであるため半波長に相当する。AM 放送では地上との階段付近では評価3の地点もあった。FM 放送ではすべての地点で評価1であった。なお、地上で評価4であっても階段（約45段 写真参照）を降りるに従って評価は悪くなり、階段を降り切ったところで、FM 放送で評価1となったが、AM 放送では地下道を数十mまで移動して初めて評価1となるケースもあった。



出展：国土地理院の地形図を元に作成。

図5 新宿駅周辺の地下街の調査地点

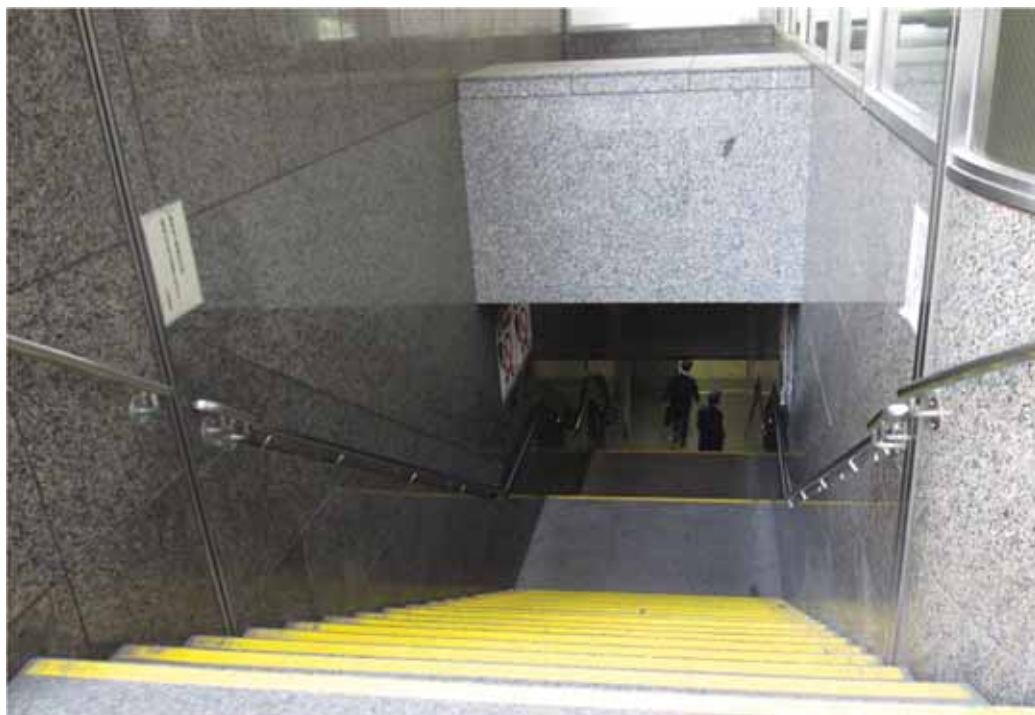
表 7 新宿駅周辺の AM 放送の調査結果

放送局	評価	調査地点									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
T-AM-1	1 回目	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2
	2 回目	1	1	1	2	2	1	2	1	1	3
T-AM-2	1 回目	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
	2 回目	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3
T-AM-3	1 回目	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
	2 回目	1	1	2	1	2	2	1	1	2	3
T-AM-4	1 回目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 回目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
T-AM-5	1 回目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 回目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表 8 新宿駅周辺の FM 放送の調査結果

放送局	評価	調査地点									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
T-FM-1	1 回目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 回目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T-FM-2	1 回目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 回目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T-FM-3	1 回目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 回目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T-FM-4	1 回目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 回目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T-FM-5	1 回目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 回目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

地上では評価 4 であっても階段を約 45 段降りきったところでは FM 放送で評価 1 になり、AM 放送では評価 2 程度になった。



2. 2. 3 調査地点の写真

①



②



③



④



⑤



⑥



⑦



⑧



⑨



⑩



2.3 愛知県名古屋駅周辺

2.3.1 調査内容

図6に名古屋駅周辺の地下街の調査地点を示す。

2.3.2 調査結果

表9にAM放送の評価結果を、表10にFM放送の評価結果を示す。評価は2回行い、1回目はその地点で、2回目はその周辺の半径約1.5mの範囲の評価で5段階評価を行った。半径約1.5mの範囲はFM放送波では波長が約3mであるため半波長に相当する。AM放送では地上との階段付近では評価3の地点もあったが、多くの地点で評価2または評価1であった。なお、地下に降りる階段（約28段 写真参照）では、地上で評価4であっても階段を降りるにしたがい、FM放送が悪くなり、続いてAM放送が悪くなった。



出展：名駅ドットコムの地図を元に作成。

図6 名古屋駅周辺の地下道の調査地点



表 9 名古屋駅周辺の AM 放送の調査結果

放送局	評価	調査地点									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
N-AM-1	1 回目	1	2	2	3	1	3	3	1	3	3
	2 回目	1	2	2	3	1	3	3	1	3	3
N-AM-2	1 回目	1	2	2	3	1	3	3	1	3	3
	2 回目	1	2	2	3	1	3	3	1	3	3
N-AM-3	1 回目	1	2	3	3	1	2	1	1	1	3
	2 回目	1	2	3	3	1	2	1	1	1	3
N-AM-4	1 回目	1	1	2	2	1	2	2	1	1	3
	2 回目	1	1	2	2	1	2	2	1	1	3

表 10 名古屋駅周辺の FM 放送の調査結果

放送局	評価	調査地点									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
N-FM-1	1 回目の評価	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1
	2 回目の評価	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1
N-FM-2	1 回目の評価	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1
	2 回目の評価	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1
N-FM-3	1 回目の評価	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
	2 回目の評価	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
N-FM-4	1 回目の評価	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1
	2 回目の評価	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1

注) 調査地点③と⑨は、階段の出入口から電波が侵入してくるものと思われる。

①



②



③



④



⑤



⑥



⑦



⑧



⑨



⑩



参考資料

- 1) 平成 10 年度電気通信技術審議会資料(平成 10 年 4 月 21 日)(抜粋)
諮問第 92 号「FM 放送の置局に関する技術的条件」

平成10年度

電気通信技術審議会答申

諮問第92号

「FM放送局の置局に関する技術的条件」

平成10年4月21日

F M放送局の置局に関する技術的条件は、

- ①新たな技術的条件の適用に伴う変更により、既設局の放送区域内の受信状況を悪化させないこと
 - ②当該変更は既設局の放送区域外の受信状況を改善することが目的ではないこと
 - ③当該変更は必要最小限であること
 - ④既設局及び新設局への適用時期について考慮すること
- に留意した上で、次のとおりとすることが適当である。

1 F M放送評価用の受信機及び受信空中線の規格

置局に関する検討を行う際のF M放送評価用の受信機及び受信空中線の規格は、別紙1のとおり変更することが望ましい。

2 受信形態

置局に関する検討を行う際の標準的な受信形態は、F M放送評価用の受信空中線を屋外の地上高2 mの位置に設置し、F M放送評価用の受信機で受信する形態を想定することが望ましい。

3 計算による電界強度の求め方

昭和35年郵政省告示第640号「放送区域等を計算による電界強度に基づいて定める場合における当該電界強度の算出の方法」第2項に示す計算方法のうち、計算式は変更する必要はないが、別表第5図の5から第5図の13に示すグラフは数値表に変更すべきである。

4 潜在電界強度の測定

潜在電界強度測定方法の標準化のための必須項目は、別紙2のとおりとすべきである。

5 送信空中線の偏波面

無線設備規則第35条ただし書きは、同一場所に設置された既設空中線の偏波面に一致させる場合及び放送波による中継を行っている回線への干渉を軽減できるものと認められる場合に適用することが望ましい。

6 送信空中線の俯角

多段空中線の使用により俯角を調整できる場合は、放送区域外に必要以上の電波を放射しないための措置を講ずるべきである。

7 送信場所の制限の緩和

放送局の開設の根本的基準第7条第1項第2号による送信空中線の設置場所の制限に対する同条第2項の適用については、同一場所に設置するよりも他の場所に設置した方が、周波数の有効利用を更に促進できるものと認められる場合に適用することが望ましい。

8 送信規模の上限の設定

空中線電力、送信空中線の利得及び送信空中線の設置高により定まる送信規模については、一定の上限を設定することにより、放送区域外に必要以上の電波を放射しないようにすることが望ましい。

9 放送波中継方式の制限

中継局への番組中継回線として放送波を用いる方式は、他局の置局が著しく困難になる場合で、他の方法により周波数の有効利用を促進できるものと認められる場合には、原則として使用しないことが望ましい。ただし、中継局の受信設備に干渉除去のための措置を施すことにより他局の置局が可能となる場合は、この限りでない。

10 放送区域を定めるための各地域別電界強度

昭和43年郵政省告示第535号「超短波放送を行う放送局の地上波電界強度の値」について、世帯数等の変化に応じて、電界強度の値を変更することが望ましい。

11 F M同期放送

相互にF M同期放送の関係にある放送局は、同時に同一番組を放送するものであって、かつ、その搬送波周波数の差及び最大周波数偏移の差がそれぞれ2 H z及び1 k H zを超えないこととすべきである。

12 干渉検討の方法

置局に関する検討を行う際の干渉検討の方法は、別紙3に基づき策定することが望ましい。

F M放送評価用の受信機及び受信空中線の新規格

I 受信機

規格項目	規格値等
1 受信機の種類	ラジカセ
2 外部空中線入力端子の有無 インピーダンス	有 75Ω 不平衡
3 中間周波数	10.7MHz
4 局部発振周波数	マイナス側
5 局部発振周波数の漂動	10kHz以内
6 -3dBリミテイング感度	20dB μ V以下
7 感度差	3dB以内
8 実効選択度特性	± 200 kHz : - 5dB ± 400 kHz : -45dB
9 信号対雑音比を規定したときの 所要最小入力 30dB感度 45dB感度 50dB感度 50dBステレオ感度	15dB μ V以下 20dB μ V以下 25dB μ V以下 40dB μ V以下
10 左右分離度	100Hzから10kHzにわたり、20dB以上
11 2信号スプリアスレスポンス	希望入力レベル-60dB (mW) のとき -30dB以下(目標値-50dB以下)
12 R F 相互変調妨害比	± 400 kHz : 52dB以上 ± 800 kHz : 55dB以上
13 キャプチャレシオ	2dB

II 受信空中線

規格項目	規格値等
1 空中線の種類及び設置場所	受信機一体型空中線。屋外地上高2m(一般家屋の1階の放送局送信所側の窓際に設置する場合に相当)
2 相対利得(ダイポール比)	0dB
3 指向性	考慮しない
4 偏波面	考慮しない

潜在電界強度測定方法の標準化のための必須項目

測定結果の精度及び信頼性を確保するため、以下の項目について、標準的な要件を規定する必要がある。

- 1 測定器の選択度特性、検波方式及び外部出力等の技術的諸元
- 2 測定周波数範囲
- 3 測定場所の選定方法
- 4 都市雑音測定の実施
- 5 測定用空中線の設置方法
- 6 測定実施手順
- 7 測定値の評価方法
- 8 標準方法以外の方法により測定した場合の取扱い

干渉検討の方法

1 航空機緊急遭難周波数243MHzに対する混信排除に関する制限	80.8MHzから81.2MHzの周波数は選定不可。																								
2 自局の予定放送区域内のテレビジョン放送受信に対する混信排除に関する制限	(1) 予定放送区域内にテレビジョン1チャンネルの放送区域を含んでいる場合は、85.9MHz以下の周波数を選定。 (2) 予定放送区域内にテレビジョン4チャンネルの放送区域を含んでいる場合は、85.0MHzから88.0MHz以外の周波数を選定。 (3) 予定放送区域内にテレビジョン5チャンネルの放送区域を含んでいる場合は、88.0MHzから89.9MHz以外の周波数を選定。																								
3 他のFM放送局の送信空中線と共建又は近傍に設置する場合の制限	他のFM放送局と自局との周波数差±800kHz以上のものを選定。 (注)近傍設置とは、自局の電波の予想電界強度と他のFM放送局の電波の電界強度値が共に90dBμV/mを超え、かつ重複する部分に受信者がいることが明らかな場合をいう。																								
4 他のFM放送局と放送区域が重複する場合の制限	当該FM放送局の周波数と、10.7±0.1MHz差の関係にある周波数以外を選定。																								
5 自局の予定放送区域内における他のFM放送局からの干渉検討	(1) 自局の電波の予想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周波数を選定。 <table><tr><td>周波数差</td><td>0kHz</td><td>混信保護比</td><td>36dB</td></tr><tr><td></td><td>100kHz</td><td></td><td>33dB</td></tr><tr><td></td><td>200kHz</td><td></td><td>7dB</td></tr><tr><td></td><td>300kHz</td><td></td><td>-10dB</td></tr><tr><td></td><td>400kHz</td><td></td><td>-25dB</td></tr><tr><td></td><td>500kHz以上</td><td></td><td>考慮せず</td></tr></table> (2) 同期放送を行う2局間の混信保護比についてはこの限りでない。	周波数差	0kHz	混信保護比	36dB		100kHz		33dB		200kHz		7dB		300kHz		-10dB		400kHz		-25dB		500kHz以上		考慮せず
周波数差	0kHz	混信保護比	36dB																						
	100kHz		33dB																						
	200kHz		7dB																						
	300kHz		-10dB																						
	400kHz		-25dB																						
	500kHz以上		考慮せず																						

6 他のFM放送局の放送区域内における干渉検討	他の放送局の放送区域フリンジにおける自局の電波の予想電界強度値が、上記5(1)に示す混信保護比を満足する周波数を選定。
7 テレビジョン放送受信に対する干渉検討	(1) 他のFM放送局又はテレビジョン放送局の電波と次に示す関係になる周波数以外を選定。 ① $2 \times \text{FM} - \text{FM} = \text{TV} (1 \sim 3\text{ch})$ ② $2 \times \text{TV} (1\text{ch}) - \text{FM} = \text{TV} (3\text{ch})$ ③ $\text{FM} + \text{FM} = \text{TV} (4, 5\text{ch})$ ④ $\text{TV} (1 \sim 3\text{ch}) + \text{FM} = \text{TV} (4 \sim 8\text{ch})$ ⑤ $\text{TV} (4 \sim 8\text{ch}) - \text{FM} = \text{TV} (1 \sim 3\text{ch})$ ここで、「FM」は自局又は他のFM放送局の周波数及び「TV(Xch)」はテレビジョン放送局のXチャンネルを示す。 (2) ページャー基地局の電波と次に示す関係になる周波数以外を選定。 $P - f = \text{TV} (7 \sim 10\text{ch})$ ここで、「P」はページャー基地局の周波数、「f」は自局の周波数及び「TV(Xch)」はテレビジョン放送局のXチャンネルを示す。
8 一般無線局からのFM放送受信に対する干渉検討	一般無線局の電波と次に示す関係になる周波数以外を選定。 ① $(f - 2\text{IF}) \pm 400\text{kHz}$ ② $((f - \text{IF}) \times 2 \pm \text{IF}) \pm 400\text{kHz}$ ③ $f/2 \pm 400\text{kHz}$ ④ $2f \pm 400\text{kHz}$ ここで、「f」は自局の周波数及び「IF」はFM放送受信機の間周波数を示す。
9 一般無線局への干渉検討	一般無線局への混信を排除するため、自局の電波のスプリアス等の高調波及び他の無線局との相互変調積等の関係が想定されない周波数を選定。

10 放送波中継回線に対する干渉検討	(1) 放送波中継回線に対する自局の電波の予想電界強度値が、次の混信保護比を満足することを確認。 <table><tr><td>周波数差</td><td>0kHz</td><td>混信保護比</td><td>60dB</td></tr><tr><td></td><td>100kHz</td><td></td><td>55dB</td></tr><tr><td></td><td>200kHz</td><td></td><td>40dB</td></tr><tr><td></td><td>300kHz</td><td></td><td>10dB</td></tr><tr><td></td><td>400kHz</td><td></td><td>-20dB</td></tr><tr><td></td><td>500kHz</td><td></td><td>-30dB</td></tr><tr><td></td><td>600kHz</td><td></td><td>-40dB</td></tr><tr><td></td><td>700kHz</td><td></td><td>-50dB</td></tr><tr><td></td><td>800kHz</td><td></td><td>-60dB</td></tr><tr><td></td><td>900kHz以上</td><td></td><td>考慮せず</td></tr></table> (2) 上記(1)の判定には、放送波中継回線の受信空中線の指向性、偏波面及び中継局の受信設備の干渉除去のための措置を考慮し、弾力的に運用。	周波数差	0kHz	混信保護比	60dB		100kHz		55dB		200kHz		40dB		300kHz		10dB		400kHz		-20dB		500kHz		-30dB		600kHz		-40dB		700kHz		-50dB		800kHz		-60dB		900kHz以上		考慮せず
周波数差	0kHz	混信保護比	60dB																																						
	100kHz		55dB																																						
	200kHz		40dB																																						
	300kHz		10dB																																						
	400kHz		-20dB																																						
	500kHz		-30dB																																						
	600kHz		-40dB																																						
	700kHz		-50dB																																						
	800kHz		-60dB																																						
	900kHz以上		考慮せず																																						
11 実態調査に基づく詳細検討	上記2から10までの机上検討では周波数が選定できない場合には、当該地域の放送受信実態を詳細に調査し、他の無線局等に対する混信の可能性が低いこと又は混信排除対策措置の実施が確実であること等を確認することにより、再検討できる。																																								

ケーブルテレビ網を活用した AM ラジオ難聴地域解消の
ための FM 補完小電力放送システムの調査検討報告書

平成 27 年 3 月

ケーブルテレビ網を活用した AM ラジオ難聴地域解消の
ための FM 補完小電力放送システムの調査検討会

発 行：総務省東海総合通信局

連絡先：総務省東海総合通信局 無線通信部 企画調整課

〒461-8795 名古屋市東区白壁一丁目 15 番 1

名古屋合同庁舎第三号館

電話：052-971-9182

URL：http://www.soumu.go.jp/soutsu/tokai/

