

情報通信審議会 情報通信技術分科会
放送システム委員会
報告（案）

目次

I	審議事項	1
II	委員会構成	1
III	審議経過	1
	1. 放送システム委員会での審議	1
	2. 難視対策中継局作業班での審議	1
IV	審議概要	2
V	審議結果	2
	別表（委員会構成員）	3
	別紙（審議概要）	5
	第1章 検討の経緯	6
	1 「極微小電力局」の技術基準の制度化	6
	2 地上デジタル放送における「受信障害対策中継放送」の制度化	8
	3 本報告における検討の範囲	10
	第2章 難視対策用ギャップフィルターの概要	12
	1 ギャップフィルターの基本構成	12
	(1) 受信アンテナ部	12
	(2) ヘッドエンド部	13
	(3) 送信部	14
	(4) 送信アンテナ部	14
	2 ギャップフィルターの受信点	15
	(1) 非分離構成	15
	(2) 分離受信点の構成	16
	(3) 分離受信のその他の構成	17
	第3章 難視対策用ギャップフィルターの技術的条件	19
	1 デジタル混信対策用ギャップフィルターの技術的条件	19
	(1) 定義と分類	19
	(2) 対策手法	21
	(3) 技術的条件	23
	2 建造物遮へい難視対策用ギャップフィルターの技術的条件	30
	(1) 定義と分類	30
	(2) 対策手法	31

(3) 技術的条件	32
3 測定法	34
(1) 周波数の偏差	34
(2) 占有周波数帯幅	34
(3) スプリアス発射又は不要発射の強度	34
(4) 空中線電力の偏差	35
(5) スペクトルマスク	35
(6) 副次的に発する電波等の限度	35
第4章 難視対策用ギャップフィルターの設置に際しての留意点	36
1 ギャップフィルター設置による二次的な障害発生	36
(1) デジタル混信対策用ギャップフィルターの場合同	36
(2) 建造物遮へい難視対策用ギャップフィルターの場合同	40
(3) 受信相談等の対応	43
2 遅延時間及び信号品質	44
(1) 遅延時間	44
(2) 信号品質	44
3 サービスエリアの考え方（デジタル混信対策用）	46
(1) サービスエリアの設定	46
(2) 受信点における受信品質	49
4 送信チャンネル数	49
5 回り込み対策	50
(1) 回り込みの原理	50
(2) ギャップフィルターの構成と回り込みによる発振	52
(3) 回り込みによるC/N比劣化	53
(4) 回り込みを回避する方法	53
(5) 発振検知機能	53
6 ギャップフィルターの制御機能等のあり方	54
(1) 制御機能	54
(2) 監視	54
7 経済的なギャップフィルターの実現	54
第5章 ギャップフィルターの適用地域のモデル化	55
1 ギャップフィルターを設置することができる者	55
2 ギャップフィルターを適用することができる地域や用途	55
3 ギャップフィルターを設置する場合の形態モデル（代表例）	56

参考資料

- 参考資料1 ギャップフィルターの実験の概要とその結果(デジタル混信対策用)
- 参考資料2 建造物遮へいによる受信障害改善のためのSFN中継試験実施報告
- 参考資料3 デジタル混信に関する検討結果について(報告)
- (―― 平成19年7月12日 全国地上デジタル放送推進協議会 三部会合同アドホック)
- 参考資料4 地上デジタル放送の放送局の技術基準
- 参考資料5 電波産業会技術資料「地上デジタルテレビジョン放送運用規定」
ARIB TR-B14
第三分冊 第九編 4.3.3 FFT ウィンドウ位置の設定
- 参考資料6 空きチャンネルでの事前のエリア形成の確認手法例
- 参考資料7 上位局と中継局との周波数差を利用したプロファイル分離測定
による分析手法例
- 参考資料8 回り込み対策と効果 フィールド試験の報告
- 参考資料9 ギャップフィルターの回線設計の一例
- 参考資料10 経済的なギャップフィルターの実現についての検討

第1章 検討の経緯

ごくびしょうでんりよくきょく

1 「極微小電力局」の技術基準の制度化

地上デジタルテレビジョン放送の普及・推進のため、その中継局に関し、経済性をも考慮した合理的な技術基準の導入が必要であるとの考え方に基づき、平成18年9月、総務大臣は情報通信審議会に対して、「地上デジタル放送の中継局に関する技術的条件」その他デジタル放送システムの最適利用のための技術的条件について諮問し（諮問事項名：「放送システムに関する技術的条件」）、情報通信審議会では、その第一の審議事項として「地上デジタル放送の中継局に関する技術的条件」を取り上げた。

審議の結果、地上デジタル放送において「放送局」として一律の技術基準が適用されていた旧制度について、新たに「中継局」という概念を導入して、周波数許容偏差、空中線電力許容偏差、スペクトルマスクに関して技術基準が緩和されたカテゴリを導入すべきことが提言された（図1.1及び図1.2を参照）。

また、その中継局の技術基準のうち、特に、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し、極微小電力(0.05W以下)で送信する中継局は「極微小電力局」と更に定義をして、経済性に優れた小規模な無線設備を通常の中継局と区別して観念することとした。

この情報通信審議会一部答申（平成19年1月）を踏まえ、同年5月9日に地上デジタル放送における中継局及び極微小電力局の新たな技術基準が施行された。

（情報通信審議会の審議の経緯）

平成18年9月28日 情報通信審議会への諮問

平成19年1月24日 情報通信審議会一部答申

平成19年5月9日 地上デジタル放送における「中継局」、「極微小電力局」の技術基準の施行

アナログ放送には中継局のカテゴリが設けられていた。

○アナログ放送

	放送局(=親局)	周波数を変換して再発射する放送局(=中継局)	
		0.1W超	0.1W以下
周波数許容偏差	500Hz	3kHz	40kHz(注1)
空中線電力許容偏差	+10% / -20%		+50% / -50%(注1)

(注1) 電波伝搬の特性上限界的であり、かつ、狭小な区域を対象とする放送局に限る。

デジタル放送には中継局のカテゴリがなく、一般の技術基準が適用されていた。

○デジタル放送

	放送局
周波数許容偏差	500Hz(注2)
空中線電力許容偏差	+10% / -20%

(注2) SFN運用する場合は、1Hz。

	2.5W超	0.25W超~2.5W以下	0.25W以下
スペクトルマスク	50dB 7次に対応	50dB 7次と40dB 7次の中間に対応(注3)	40dB 7次に対応(注3)

(注3) 自局の放送区域内において、隣接チャンネル番号に対応する周波数が自局の実効輻射電力の10倍未満のアナログ放送に使用されない場合に限る。

図1.1 放送局に関する技術基準（制度改正前）

：制度改正により新たに設けられた基準

○アナログ放送

	放送局(=親局)	周波数を変換して再発射する放送局(=中継局)	
		0.1W超	0.1W以下
周波数許容偏差	500Hz	3kHz	40kHz(注1)
空中線電力許容偏差	+10% / -20%		+50% / -50%(注1)

(注1) 電波伝搬の特性上限界的であり、かつ、狭小な区域を対象とする放送局に限る。

○デジタル放送

	放送局 (上位局がない)	他の放送局の放送帯域を中継する方法のみによる放送を行う放送局(上位局がある局)		
		0.5W超	0.05W超~0.5W以下	0.05W以下
周波数許容偏差 (注3)	500Hz (注2)	3kHz	10kHz	20kHz(注1)
空中線電力許容偏差	+10% / -20%		+20% / -20%(注4)	+50% / -50%(注1)

極微小電力局

(注2) SFN運用する場合は、上位局がない場合にあっては1Hzとする。

(注3) SFN運用の開始に際しては、上記に示す各々の許容偏差を満足した上で周波数相互の相対偏差が10Hz以内であるものとする。

(注4) 極微小電力局の運用を行う運用範囲に限る。

	2.5W超	0.25W超~2.5W以下	0.25W	0.025W超~0.25W未満	0.025W以下
スペクトルマスク	50dB 7次に対応	50dB 7次と40dB 7次の中間に対応(注5)	40dB 7次に対応(注5)	40dB 7次と30dB 7次の中間に対応(注6)	30dB 7次に対応(注6)

(注5) 自局の放送区域内において、隣接チャンネル番号に対応する周波数が自局の実効輻射電力の10倍未満のアナログ放送に使用されない場合に限る。

(注6) 自局の放送区域内において、隣接チャンネル番号に対応する周波数がアナログ放送に使用されない場合に限る。

図1.2 放送局に関する技術基準（制度改正後）

2 地上デジタル放送における「受信障害対策中継放送」の制度化

平成19年5月の地上デジタル放送における中継局及び極微小電力局の技術基準の施行を受け、総務省は、極微小電力局の技術基準を用いた受信障害対策中継放送に関する無線局免許制度の導入に向けた検討を開始した。

この結果、同年10月23日に山間地等における地上デジタル放送の難視聴解消のための受信障害対策中継放送の制度をスタートさせるとともに、本制度の円滑な利用を促進するため「山間地等における難視聴解消のための受信障害対策中継放送を行う放送局の免許申請手続について」と題するマニュアルを同年12月6日に公表した。

本マニュアルは、山間部において地上デジタル放送の受信障害対策中継放送を行う市町村や共聴組合等の担当者の利便を図るため、次の項目が詳細に解説されている。

- ① 受信障害対策中継放送の概要
- ② 無線局免許の申請書、無線局事項書、工事設計書の記載例
- ③ 受信障害対策中継放送を行う放送局の開設に当たっての放送事業者との調整のためのガイドライン
- ④ 受信障害対策中継放送を行う放送局に関するQ & A集
- ⑤ 参照条文

(参考) 「受信障害対策中継放送制度」とは

受信障害対策中継放送とは、電波法（昭和25年5月2日法律第131号）第5条第5項において定められている放送局の一種であり、「相当範囲にわたる受信の障害が発生しているテレビジョン放送及び当該テレビジョン放送の電波に重畳して行う多重放送を受信し、そのすべての放送番組に変更を加えないで当該受信の障害が発生している区域において受信されることを目的として同時にこれを再送信する放送のうち、当該障害に係るテレビジョン放送又は当該テレビジョン放送の電波に重畳して行う多重放送をする無線局の免許を受けた者が行うもの以外のもの」をいう。

具体的には、放送事業者（NHKや一般放送事業者）は、テレビジョン放送の普及のために中継局の設置を進めることとなるが、一部の区域においてビルや橋梁等の建造物等の陰になるなどして難視となる場合があり、そのような区域においてもとの放送事業者の放送を補完的に放送するものをいう。

建造物等による都市受信障害の場合は、放送事業者の意思とは関係なく発生するも

のであり、その障害に対してまで放送事業者に解消努力義務を求めることは適当とは言えない面があるため、受信障害対策中継放送を行う放送局の無線局免許は、難視の原因者（建造物の所有者等）や地元の市町村等、もとの放送を行う放送事業者以外の者が取得することができるようになっている。

本制度は、平成2年の電波法改正により導入されたものであり、アナログのテレビジョン放送を補完するための受信障害対策中継放送を行う放送局について、過去に無線局免許を付与したケースがある。

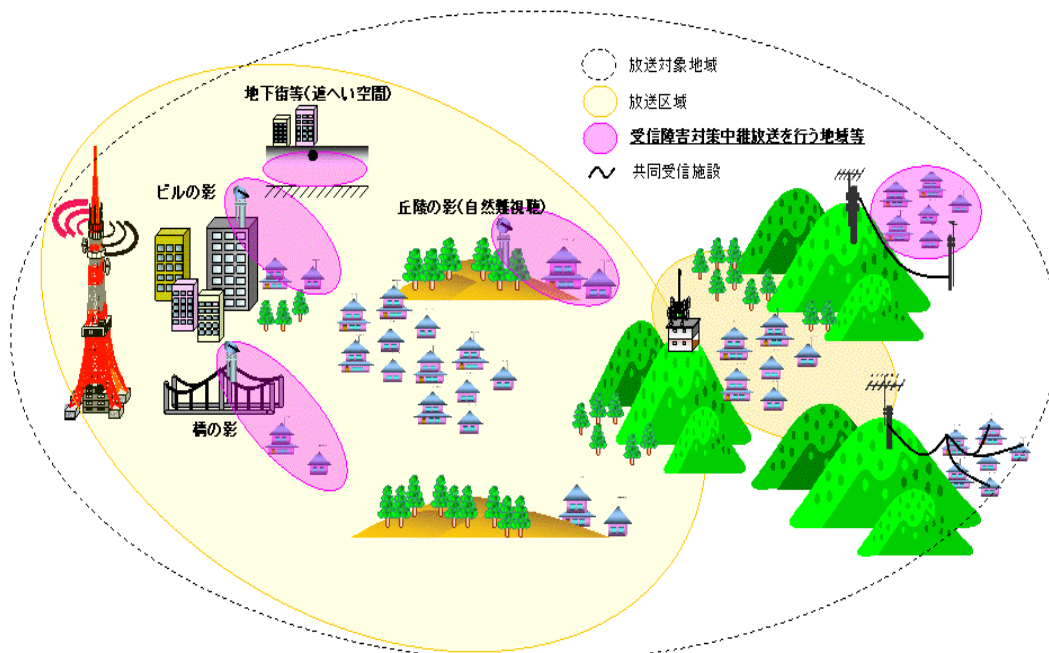


図1.3 受信障害対策中継放送を行う放送局の置局イメージ

3 本報告における検討の範囲

平成19年5月に地上デジタル放送における中継局及び極微小電力局の新たな技術基準が施行されたが、極微小電力局については、都市部に使用された場合の使用条件が十分に検討することができなかつたため、その技術基準を適用することができる範囲は限定的に規定されている。

すなわち、極微小電力局の技術基準は、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しており、山間辺地や地下街等の遮へい空間のみに適用できるようになっている。また、電波が建造物に遮へいされることにより生ずる受信障害対策用の送信設備も極微小電力局の技術基準の対象外となっている。

しかしながら、地上デジタル放送の中継局の整備が進展するに伴い、

- ①建造物等人為的要因により受信障害が発生している地域 及び
- ②デジタル混信により受信障害が発生している地域

においても極微小電力局の技術基準を用いたギャップフィルターの設置のニーズが高まっており、平成23年7月の地上デジタル放送の完全実施に向け、これらの難視対策用のギャップフィルターとして、平成19年5月に制定した技術基準の適用範囲を拡大することができるかどうかの検討が必要となっている（表1.4参照）。

表1.4 ギャップフィルターの制度化状況

設置者	山間辺地、地下街用の ギャップフィルター	左記以外の用途の ギャップフィルター (ビル陰対策用、デジタル混信対策用)
放送事業者	○ 「極微小電力局」の技術基準を用いたギャップフィルターの設置は、制度化済。	✗ 「極微小電力局」の技術基準を用いたギャップフィルターの設置は不可。 <u>(本検討の対象)</u>
放送事業者以外の者 (市町村、共聴組合、ビルオーナー等) ※受信障害対策中継放送としてギャップフィルターを設置	○ 「極微小電力局」の技術基準を用いたギャップフィルターの設置は、制度化済。	✗ 「極微小電力局」の技術基準を用いたギャップフィルターの設置は不可。 <u>(本検討の対象)</u>

なお、地上デジタルテレビジョン放送における「ギャップフィルター」の用語については、電波法令において特段の定義が行われているものではない。しかしな

がら、その語の意味（Gap-Filler）のとおり、大規模な出力の中継局ではカバーできないごく狭い部分の区域又は特別な理由によって受信障害が発生している区域において、補完的に設置される放送用の無線設備を指し示していることについては、関係者間で共通認識があると考えられる。

よって、本報告書において「ギャップフィラー」の用語は、地上デジタル放送における中継局のうち、極微小電力(0.05W以下)で送信する中継局であって極微小電力局に用いられる無線設備を使用するものと定義して、使用することとする。

表1.5 ギャップフィラー（極微小電力局）の位置づけ

設置者(免許人)	無線局免許の種類	施設	技術基準
放送事業者	テレビジョン放送	中継局	中継局の技術基準 (大きな電波の出力)
			極微小電力局の技術基準 (いわゆる“ギャップフィラー”と呼ばれている小規模なもの)
放送事業者以外の者 (市町村、共聴組合等)	受信障害対策中継放送	無線共聴施設	中継局の技術基準 (大きな電波の出力)
			極微小電力局の技術基準 (いわゆる“ギャップフィラー”と呼ばれている小規模なもの)

第2章 難視対策用ギャップフィルターの概要

1 ギャップフィルターの基本構成

建造物等人為的要因により受信障害が発生している地域に用いるギャップフィルター（以下「建造物遮へい難視対策用ギャップフィルター」という。）及びデジタル混信により受信障害が発生している地域に用いるギャップフィルター（以下「デジタル混信対策用ギャップフィルター」という。）に使用される機器は、経済的に設置できることが求められており、単純な構成であって、容易に設置できるよう設計される必要がある。

このため、すでに大量に出荷されているCATVや共同受信に使用されている既存の機器を元にして、山間辺地用のギャップフィルターの製品開発が一部の製造メーカーにおいて行われており、建造物遮へい難視対策用ギャップフィルター及びデジタル混信対策用ギャップフィルター（両者をあわせて「難視対策用ギャップフィルター」という。）もこれらの製品が流用されることが検討されている。これらの状況を踏まえ、ギャップフィルターの一般的な機器構成を図2.1に示す。

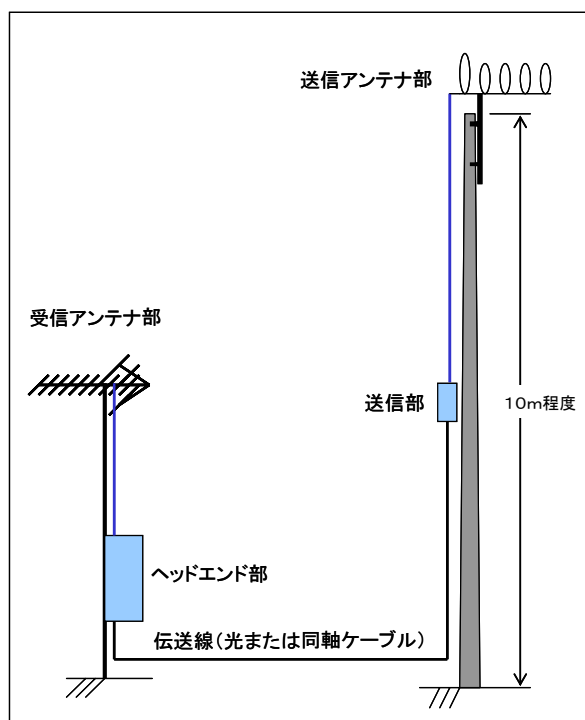


図2.1 ギャップフィルターの基本構成



写真2.1 ヘッドエンド部の例



写真2.2 送信部の例

(1) 受信アンテナ部

受信アンテナ部は、難視対策が必要な地域において地上デジタル放送を再送信するために必要となる良好な信号品質の放送波を受信するための装置である。

受信アンテナは、混信やマルチパスなどの妨害を受けないようにして、所要の信号出力が得られるように受信点を選定し、適切なアンテナを使用して設置される。使用されるアンテナは主に、既に多く使用されている共同受信用八木アンテナを基本としている。

また、受信した放送波と同一チャンネルで送信（S F N (Single Frequency Network : 単一周波数ネットワーク)）する場合、回り込み対策（後述）のため、送信アンテナとのアイソレーション（離隔）の距離を十分に取れるような位置に設置する必要がある。必要な信号品質が得られない場合は、受信点を距離的に分離して、良好な受信点から伝送線で送信部まで伝送することとなる。

(2) ヘッドエンド部

ヘッドエンド部は、アンテナ出力のアナログ波や目的外の信号を除去し、送信部で再送信すべきチャンネルの信号のみを抽出して伝送するための装置であり、スペクトルマスク、A G C (Automatic Gain Control : 自動利得制御) 機能、スケルチ機能、周波数偏差などの無線設備としてのギャップフィルターの主要性能は、基本的には、このヘッドエンド部の仕様で決定される。

受信電界強度が低い場合には、ヘッドエンド部にブースター装置を挿入し、C N比の改善を行う場合がある。

送信部への信号伝送には、比較的近距離の場合は同軸ケーブル、遠距離に伝送する場合は光ケーブルが使用されることとなり、このため、光変調器（E/O変換）を装備したもの、送信部の電力増幅器を内蔵したものなどが製品として開発されており、一部にはマルチパスによる周波数特性を補償する補償器や、回り込みキャンセラーを装備したものも開発されている。

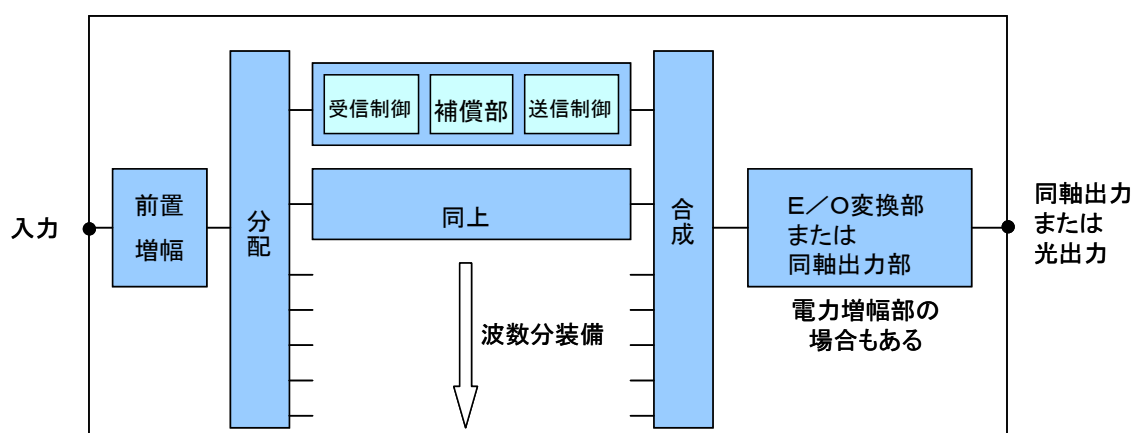


図2.2 一般的なヘッドエンド系統図

一般的なヘッドエンド部の系統を図2.2に示す。なお、製品には、各送信チャンネル毎に装置を分けなくて、デジタルフィルターで所要のチャンネルを一括して抽出して、AGC、スケルチ及び発振検知等の機能を具備したギャップフィルタも試作されている。

(3) 送信部

送信部は、ヘッドエンドからの信号を受け、所要の出力10mW又は50mWに増幅して送信アンテナに供給する装置である。入力端子は、同軸ケーブル受け及び光ケーブル受けの両方式がある。MCPA (Multi-Channel Power Amplifier : 複数波同時増幅器) 方式が主流であり、全チャンネルを一括増幅する構造となっている。

一般的な送信部の系統図を図2.3に示す。

送信部は、送信アンテナまでの同軸ケーブルによる損失を少なくするため、送信アンテナの近傍 (アンテナ柱に取り付け) に設置されることとなる。このため、ヘッドエンド部と分離して、既存のCATV用のトランクアンプ等のケースに收容された小型の製品が一般的になっている。

なお、入力レベルの低下などで、出力される電波のスペクトルマスクに影響するおそれがあるが、適正なレベルでヘッドエンド部を運用すれば技術基準の範囲内で適正な質の放送波を出力することができる。

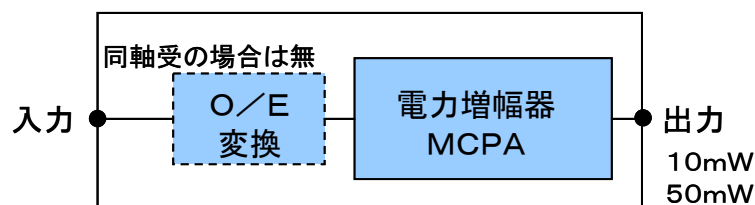


図2.3 一般的な送信部の系統図

(4) 送信アンテナ部

送信アンテナ部は、要求性能として、サービスエリアの状況や、与干渉を避けるためなどの目的から、指向性や利得特性が種々求められる。今まで実施された実証実験などではアナログのミニサテ用リングアンテナや送信用八木アンテナが流用使用されてきているが、新たにギャップフィルタ用のアンテナも一部では開発されている。

送信アンテナは、50mWの電力を8波分合計約0.5Wもの電力を扱うことになり、市販の受信アンテナなどの流用では給電部を強化するなど改修が必要となる。

2 ギャップフィラーの受信点

基本構成は、1項に記したとおりであるが、その用途（山間部における難視対策用、建造物遮へい難視対策用、デジタル混信対策用等）によって、所要受信品質を得るために受信点の構成が多様になる。その例を以下に示す。

(1) 非分離構成

ギャップフィラーは、基本的に入出力が同一チャンネルのS F Nが使用されることが多いため、送受信アンテナが接近する非分離構成を採用する場合は、発振防止などの点で工夫が必要である。

建造物遮へい難視対策では、ビルの屋上などに受信アンテナと送信アンテナが設置される（図2.4）ことから送受信の回り込みを抑えた非分離構成が用いられるのが基本となるが、建造物遮へい難視対策以外でも、非分離構成は設置が簡便であるため実現が望まれている。実現するために必要となる送受回り込みを抑える特殊なアンテナの開発や、回り込みキャンセラーの開発などがアンテナメーカーにおいて進められている。

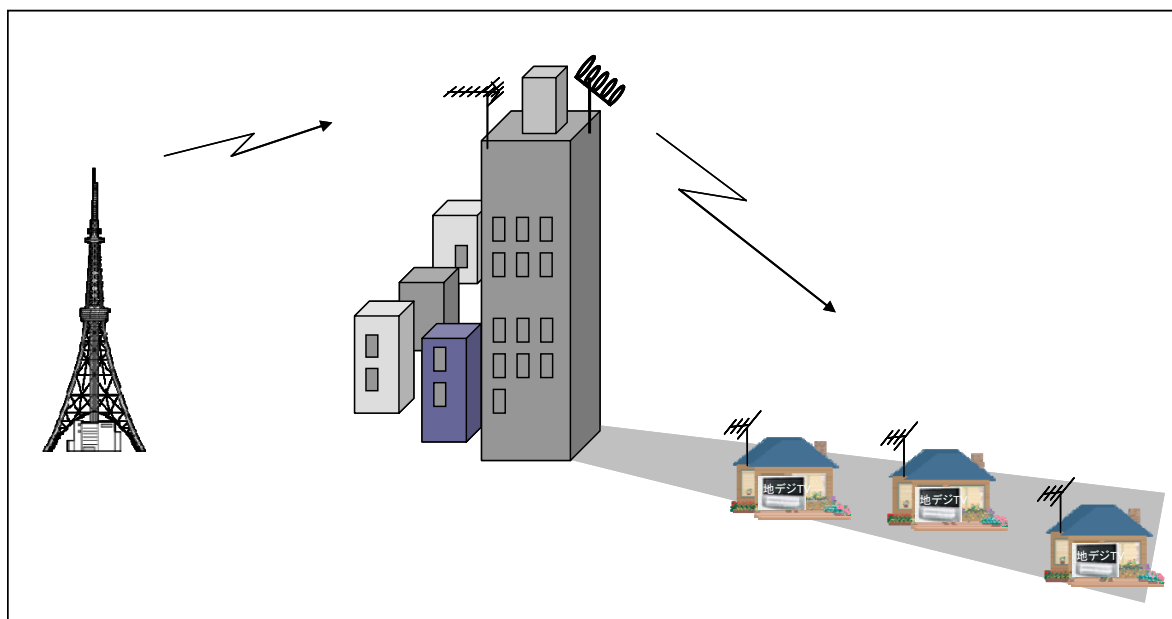


図2.4 建造物遮へい難視対策用ギャップフィラー

非分離の標準的な構成を図2.5に示すが、特殊アンテナや回り込みキャンセラーを用いない場合は、アンテナの指向性のヌル方向に受信アンテナを離隔して所要のアイソレーションを確保する方法が用いられることがある。

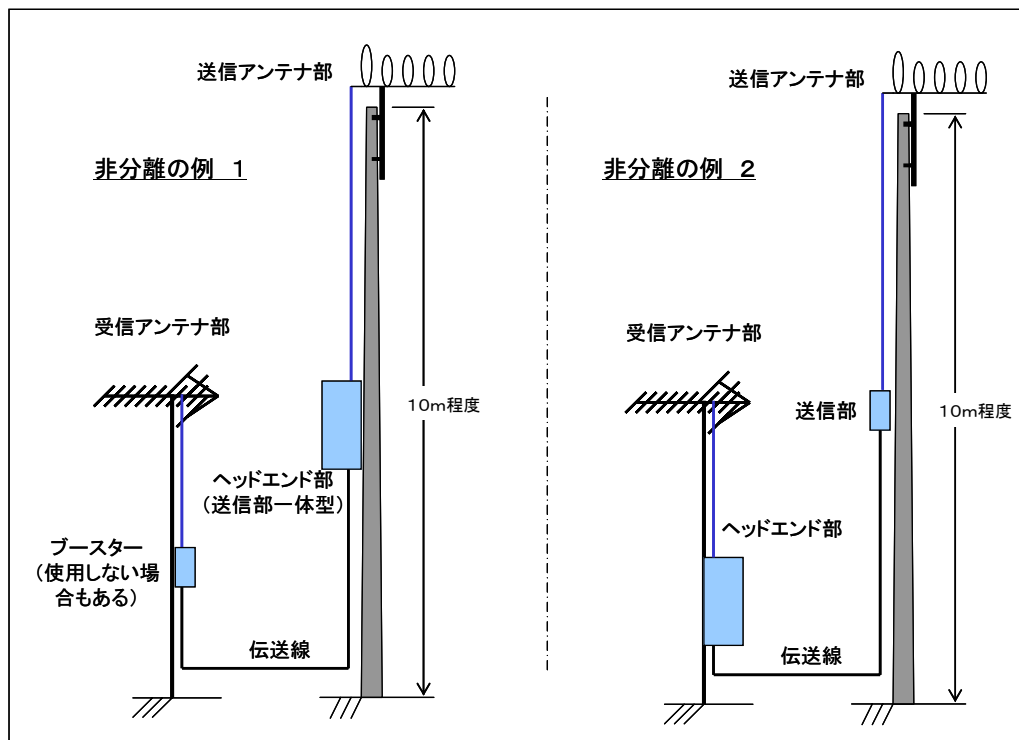


図2.5 非分離構成の例

(2) 分離受信点の構成

ギャップフィルターの送信点において、所要の信号品質の放送波を受信することができない場合には、信号品質が良好な山頂・丘陵や距離的に離れた地点で受信する必要がある場合がある。特にデジタル混信対策では、ギャップフィルターの送信点では良好な受信品位が得られにくいことが一般的であり、送信点とは距離的に離して受信することが多くなると考えられる。長距離伝送の場合は、光ファイバによる伝送を使えば30 km以上の伝送も可能である場合もある。

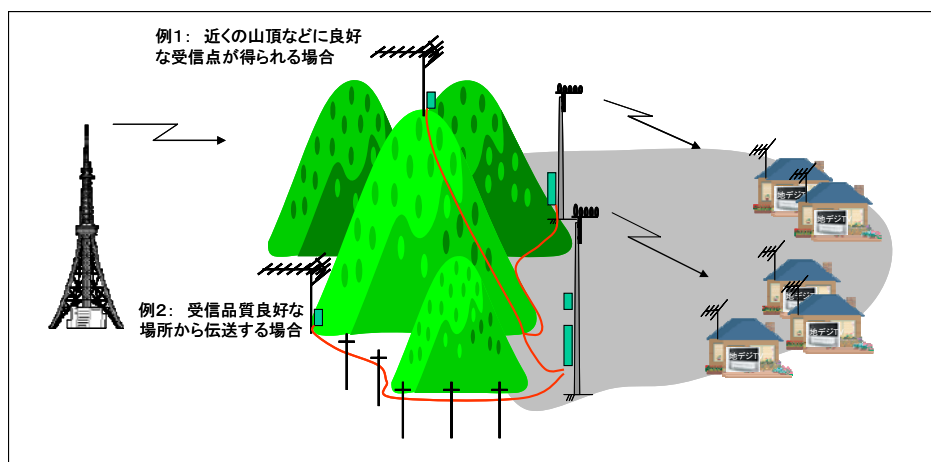


図2.6 分離受信の例

なお、分離受信点の構成を採用して長距離伝送する場合は、その伝送遅延時間によっては、上位局の放送波とギャップフィルターの間のS F N関係が確立できない（ガードインターバル超え）場合があるので注意が必要である。S F N関係が確立しない場合は、上位局とのD U比を28 d B以上確保しなければならないこととなる（電波法関係審査基準）。

受信点を分離する場合の標準的な機器構成を図2. 7に示す。

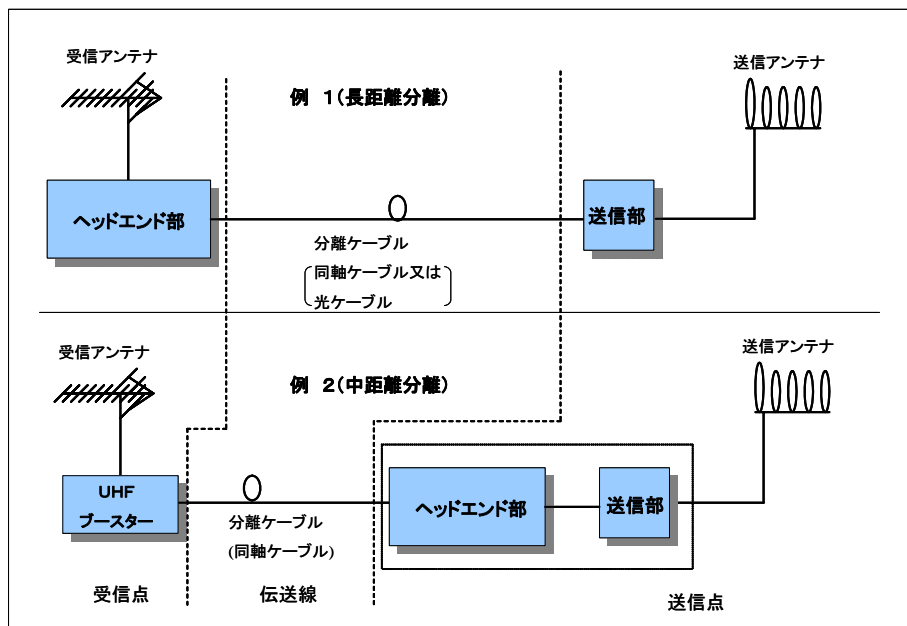


図2. 7 受信点分離の機器構成

分離受信の構成も非分離構成と大きく変わるものではないが、300m程度の距離内であれば、図2. 7中の例2のようにブースターを受信点に置いて、同軸ケーブルで伝送する方式が簡便である。

(3) 分離受信のその他の構成

分離受信の形態でCATVや共同受信設備がUHFパススルーで伝送されている場合に、そのCATV等から分岐してその信号を受信信号として、ギャップフィルターの入力に利用する場合がある。その場合も送信信号品質を技術基準に合致させるために、必ずヘッドエンドを挿入するなどが必要となり、基本構成は変わらない。

この場合に注意すべきこととしては、分岐するCATV等の信号品質が所用品質を満足している必要がある。等価C/N比として30 dB以上が求められる（第4章3項（2）参照）。

また、CATV等の受信点から分岐点までの遅延時間が上位局直接伝搬の遅

延時間に対して、ガードインターバル内に無い場合はSFN関係が崩れ、上位局との所要DU比が28dB以上となり、潜在電界によってはサービスエリアが極端に狭くなってしまふ。なお、遅延時間の調整は、上位の放送局及びギャップフィルラーを設置する者が異なる場合は、基本的には技術的に解決困難であるから注意が必要である。

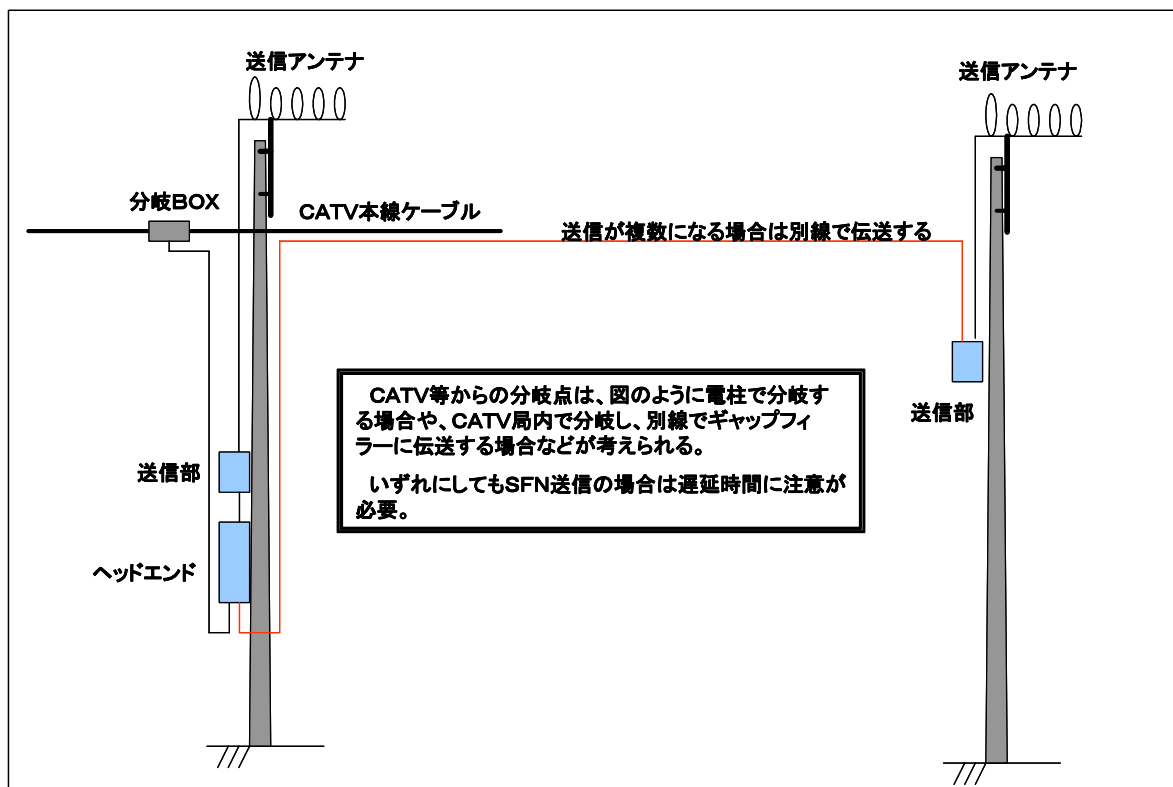


図2.8 CATV等から分岐する受信点の例

第3章 難視対策用ギャップフィルターの技術的条件

1 デジタル混信対策用ギャップフィルターの技術的条件

デジタル混信とその対策手法については、全国地上デジタル放送推進協議会の三部会合同アドホックで検討されており、ギャップフィルターも有効な対策手法の一つであると報告されている。

その報告を踏まえれば、デジタル混信の定義と対策は次のようにまとめることができる。

(1) 定義と分類

本検討のデジタル混信は、デジタル放送がアナログ放送と併存する2011年までの期間の周波数逼迫状況等に起因するデジタル混信（デジタル波が被害を被る混信）を対象とすることが適当である。

デジタル混信の状況を推定するシミュレーションにあたっては、デジタル混信を電界不足による難視と区別するために、電界不足と判断される電界強度を $51\text{ dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 未満とし、デジタル混信による難視は「それ以上（ $51\text{ dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 以上）の電界強度の地点において、20素子（相当）アンテナ＋ブースター＋標準デジタル受信機を用いた受信システムで、1%以上の時間率で受信不可能な状態」との条件で推定が行われている。

デジタル混信は、その発生原因別に次の2種類に分類できる。ただし、実際の混信状況においては、それらが複合的に生じている場合がある。また、デジタル混信以外にも、マルチパスや雑音の状況等によっても受信特性は影響を受ける。従って、シミュレーションによりデジタル混信の発生を推測した上で、実際の受信実態については、実測も含めて受信特性の劣化要因を把握し、個別具体的な対策を検討する必要がある。

ア 同一チャンネル混信

デジタル放送とアナログ放送の併存期間においては、周波数の逼迫等により、デジタル放送の異なる送信所で異なる内容の放送を同一チャンネルを使わなければならない状況が生じ得る。同一チャンネル混信は、このような同一チャンネルを異なる送信所で使用する場合において、一方のデジタル電波が与干渉波となり混信する状態である。

イ SFN混信

地上デジタル放送の特長のひとつとして、遅延波による受信特性の劣化が極めて小さいことが挙げられる。この特性を利用して、同一の周波数（チャンネル）で中継局のネットワークを構成する、いわゆる、SFNが可能である。

しかしながら、複数のSFN中継局からの電波が届いているエリアにおいて、例えば以下のような状態が複合的に生じた場合にSFN混信を引き起こすことが考えられる。

- ・ 希望波と遅延波の到達時間差（遅延時間）がガードインターバルよりも長い
- ・ 希望局と干渉するSFN局の電波到来方向がほぼ同じで、受信アンテナの指向性による識別度が十分得られない
- ・ 地形的な要因や施設の反射等により、希望波の電界強度が推定された値より実際には小さい、又は、遅延波の電界強度が推定された値よりも実際には大きい

ガードインターバルを超える遅延時間の遅延波が加わると、受信特性は急激に劣化する。図3.1に、SFNによる遅延波がある場合のデジタル受信機の特性の概要を示す。この特性は、その形状から“バスタブ特性”と呼ばれるものであり、希望波（主波）を受信する際に、ガードインターバル（ $126\mu\text{s}$ ）を有効に利用するため、遅延波がその範囲内（バスタブの底の部分）に収まるように復調同期を設定する。同図では、バスタブの端から T_m のマーヅンを持ったタイミングで、ガードインターバルが設定される例を示している。

遅延波の主波からの遅延時間が、この設定されたガードインターバルの範囲内であれば、所要DU比はほぼ0dBまで許容される。一方、ガードインターバルを超える遅延波がある場合には、特性が急激に劣化し、所要DU比も大きくなっていく。遅延時間が長くなるにつれて、遅延波による劣化は雑音による劣化に近い特性となることから、所要DU比の値は遅延時間が長くなるにつれ雑音に対する所要CN比の値に漸近していく。ガードインターバルを超える遅延波のDU比が受信機の所要値を確保できない場合には、デジタル混信となる。

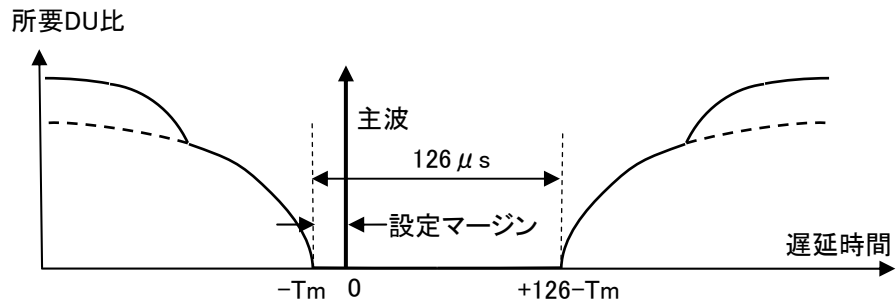


図3.1 SFN混信特性

(2) 対策手法

デジタル混信の送信側の対策手法としては、補間波、補間置局、ギャップファイラー、受信改善リパック等が考えられる。

ア 補間置局

ある中継局の放送エリア内の混信が生じているエリアに対して、別の中継局から別のチャンネルで放送する、即ち、補間として置局することにより混信を改善する手法である。補間置局にあたっては、新たな置局スペース、全メディアについてそれぞれの別チャンネルの確保が必要となる。また、混信エリアの受信者は補間置局された送信所を受信するために、受信アンテナの方向を変更する必要がある場合がある。従って、補間置局では全てのメディアについて補間用のチャンネルを確保し、受信アンテナ方向を補間置局された送信所に向けた視聴者が全メディア受信できるようにすることが望ましい。

イ 補間波

補間置局のひとつとして、混信を起こしている特定のチャンネルについて、別のチャンネルで、放送エリア内の混信が生じているエリアに対して別アンテナ若しくは既存の中継局のアンテナの共用により電波照射することにより混信を改善する手法である。混信エリアが点在せずに集中して電波照射が可能な場合には有効な手法であるが、別チャンネルの確保や新たな補間波用の送信アンテナの取り付け等の条件を満足することが必要である。

ウ ギャップファイラー

補間置局のひとつとして、ごく小さな電力によるギャップファイラーの活用が考えられる。ギャップファイラーは、他の中継局に混信を与えにくく、かつ、比較的安価に置局できる。混信が生じているエリアが狭小で集中している場合に有効な手法と考えられる。

エ 受信改善リパック

デジタル混信等を改善するためにチャンネルを変更する手法は、受信改善リパックと呼ばれる。2つの送信局間でデジタル混信を起こしている場合、いずれかの送信局のチャンネルを変更することにより混信の解消が可能となる。当然ながら、受信改善リパックを行うために変更先のチャンネルの確保が必要であり、実際的にはアナログ放送が終了した後に、変更先チャンネルが確保されることになる。なお、チャンネル変更に伴う送信局の送信機や送信アンテナ等の設備改修以外に、受信者側でのチャンネル変更への対応も必要となる。

これら送信側の対策手法のいずれを採用するかについては、各手法の比較検討を行った上で、混信の状況、規模等を勘案し最適なものを選択することが重要である。あらゆる手法を講じても解消できない場合は、衛星を活用した補完措置、いわゆるセーフティーネットによりデジタル混信を一時避難的に救済することも検討されている。

(3) 技術的条件

ア ギャップフィルタによるデジタル混信対策の方法

デジタル混信は、前述のように、①混信波がS F N関係（同一番組でフレーム同期タイミングが一致した放送波）にない同一チャンネルの混信の場合と②S F N関係にあるが、遅延時間がガードインターバルを超えた混信を受けているときにC N比劣化が大きく受信できなくなる場合の両方がある。

①及び②いずれの場合も、目的波と混信波のD U比がおよそのまま受信機におけるC N比となる。②の場合の遅延時間によるC N比劣化状況は、この項後段で説明する逆バスタブ曲線で示される。300 μ s以上の遅延がある場合は①とほぼ同じと考えてよい。

従って、①による難視対策も②による難視対策も、“不良電力”（この項後段参照）による設計の考え方は同じでよいということになる。

デジタル混信によって実際に難視が生じている東海地方のある地域における受信状況の例を図3. 2に示す。この例では、遅延時間340 μ sの混信波が目的波とのD U比15 d Bで到来し、受信破綻を起こしている例である。図中の逆バスタブ曲線は、電波産業会技術資料「地上デジタルテレビジョン放送運用規定」（以下「A R I B T R - B 1 4」という。）に規定された地上デジタル放送において望まれる受信機特性（モード3、ガードインターバル比1 / 8、6 4 Q A M変調の畳み込み符号化率3 / 4）であり、これを越えた混信波が到来した場合は受信ができないことを示している。

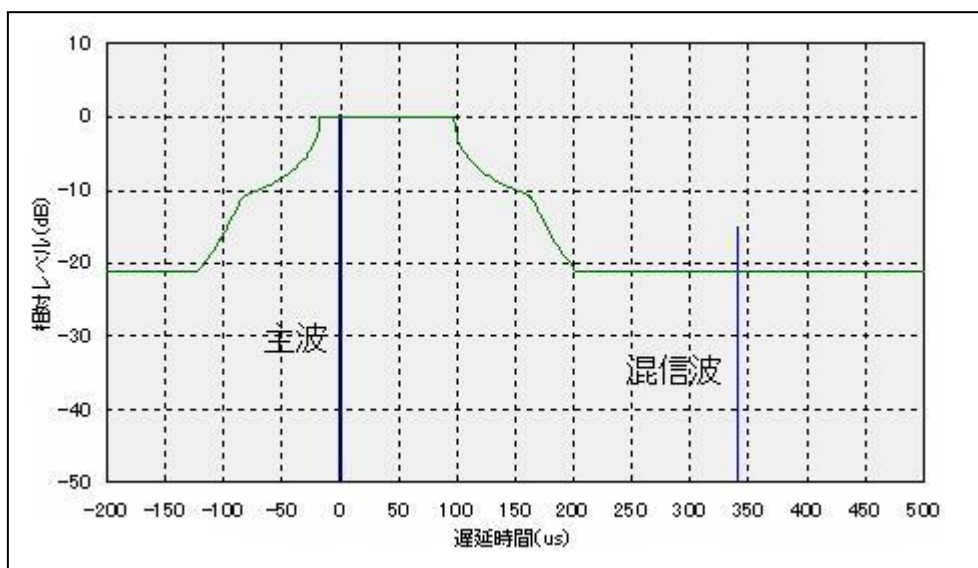


図3. 2 ガード超え混信D U比=15 d Bで破綻している際の例

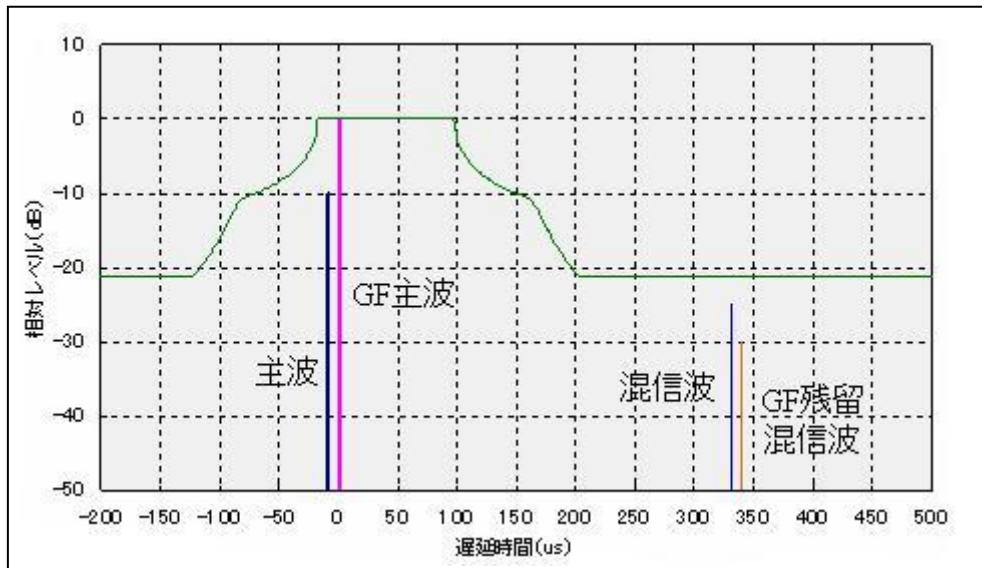


図3.3 ギャップフィルラーによる電波を受信して改善した例

このような状況の下では、図3.2に対し、図3.3のように、受信機入力で目的波に比べて大きなレベルのギャップフィルラーからの放送波(以下「ギャップフィルラー波」という。)を与えることによって、すべての信号がバスタブ曲線以下になり正常受信が可能になる。

このように受信機入力において、ギャップフィルラー波を混信波より高くするためには、混信波とギャップフィルラー波の偏波面を直交させることで、小電力のギャップフィルラーで対応が可能となる工夫が考えられる。

混信の状況を、ARIB TR-B14では“不良電力”で評価する手法が説明されている。これはガードインターバル超え逆バスタブ特性とSFN波混信の振幅のdB差分の電力換算を“不良電力”と定義し、複数波の混信が有る場合はそれらの不良電力の電力和で取り扱う。ランダム雑音、同一チャンネル混信波などについても所要DU比との差分を電力換算して加算する。

この加算結果を評価し、不良電力 ≥ 0 dBでは破綻し、不良電力 < 0 dBでは正常受信できるものとされている。ちなみに図3.2は不良電力 $+6.0$ dB、図3.3は -2.0 dBである。

イ 実証実験の概要及び結果

(7) 室内実験

フィールドでの実証実験に先立ち、室内実験で受信機の性能と不良電力について確認した。

ARIB TR-B14が制定された後に発売された受信機3機種につ

いて測定したが、受信機の混信による破綻限界は、図3.4のとおりとなり、これらの受信機は、ARIB TR-B14の規定を十分満足していることが確認された。

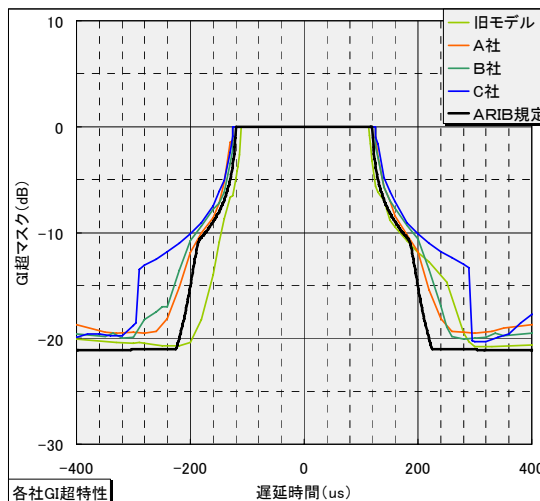


図3.4 受信機の本スタブ特性

これにより、販売されている受信機は、逆本スタブ特性を維持しており、本特性の範囲内の混信波の到来であるならば、混信波による破綻は受信機に発生しないといえることができる。

次に不良電力の加算が成り立つ状況を確認した。

図3.5は複数の混信波を与えた場合の破綻限界を測定したものであるが、CN比=∞の場合に比べて、CN比=23 dBを与えた場合は破綻限界が約3 dB程度低くなり、ノイズとの加算が成り立っている。また、CN比=23 dBと遅延時間20 μsの-6 dBの混信信号を加えて限界を測定しても加算原則が成り立つことが判明した。このことにより、不良電力0 dBは破綻限界CN比=20.1 dB（符号化率3/4）と等価と考えられる。すなわち不良電力の総和が-10 dBということは等価CN比=30 dB相当である。

図3.3の場合は不良電力=-2.0 dB、CN比換算22.1 dBであり、受信可能であるということになる。

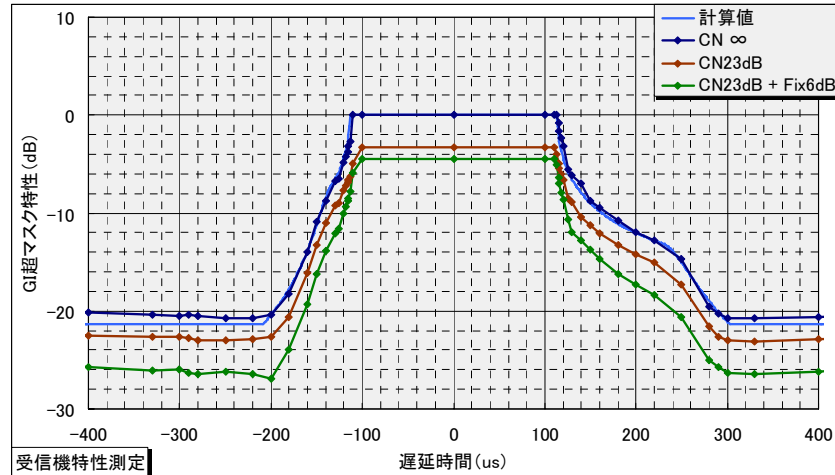


図3.5 不良電力の加算特性

なお、室内実験は、受信機で評価したため、破綻限界をBER (Bit Error Rate : ビット誤り率) で測定できない。このため映像にブロックノイズが2分間程度確認されないレベルを破綻限界の判定のための目安とした。この測定方法ではBER = 2×10^{-4} (符号化率 3 / 4) の理論限界より 2 dB程度よくなっている。また所要CN比と同一チャンネル混信の所要DU比はほぼ同様の値となった。(表3.1)。

表3.1 目視による受信機の破綻限界

	所要CN比	同一チャンネル混信の所要DU比
受信機A	18.0 dB	17.8 dB
受信機B	18.1 dB	17.7 dB
受信機C	17.4 dB	17.4 dB

(イ) フィールドでの実証実験

フィールドでの実証実験は実際にSFN混信が発生している東海地方のある地域を選定して実施した。

この地域では表3.2のように、主波(A局)に対し、混信波(B局)が遅延時

間 $340\mu\text{s}$ 、かつ、DU比 14dB で到来して破綻している状況にある。

表3.2 フィールド実験場所での電波環境

局名	電界強度 (計算値)	電界強度 (実測値)	遅延時間	方角
A局	$78.7\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$	$84.4\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$	0	TN 290.6°
B局	$70.1\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$	$70.7\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$	$+341.46\mu\text{s}$	TN 261.2°

主波の電界強度が $84\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ あるこのような環境で、ギャップフィルラを用いて対策する場合の受信限界距離の計算結果を図3.6に、その計算条件を表3.3に示す。

表3.3 図3.6の計算条件

項目	計算条件
A局の潜在電界強度	$84\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$
ギャップフィルラの空中線電力	10mW 及び 50mW
送信アンテナ利得、偏波面	7dB 、垂直偏波
ギャップフィルラ計算電界	自由空間損失伝搬 (E_0)
受信アンテナの偏波面効果	直交偏波、FB比あわせて 20dB

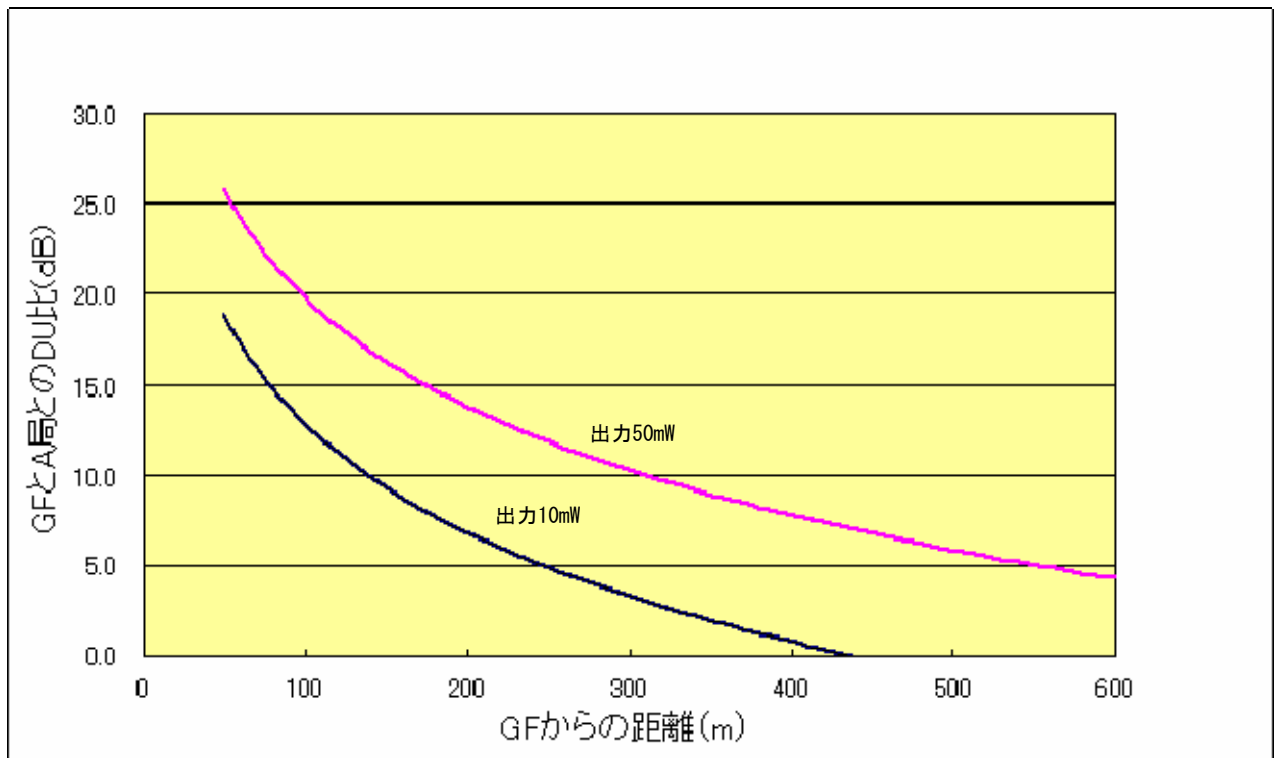


図3.6 実験フィールドの限界距離（計算値）

B局の電波はA局の電波に対し、DU比14 dBで混信しており不良電力が+7 dBである。これに不良電力-10 dB（等価CN比30 dB相当）のギャップフィルタで対策する場合、主波とギャップフィルタ波とのDU比が8 dBになるところが受信限界となる。図3.6からDU比8 dBの限界距離は約180mとなる。フィールドの潜在電界が高いためサービス限界は極めて短距離となるが、ひとつのモデルとしてフィールドでの検証は可能であると考えられる。

フィールド実験の結果は、不良電力による評価など計算値と良く整合しており、同一チャンネル混信、SFN混信の難視対策として、ギャップフィルタが十分利用可能であることが実証された。

ウ 技術的条件

以上の検討から、デジタル混信用ギャップフィルタの技術的条件をまとめると以下のとおり。

- (7) 周波数許容偏差、空中線電力許容偏差、送信スペクトルマスク
極微小電力局に係る技術的条件と同じ条件とすることが適当である。
- (4) 送信偏波面
受信者のアンテナにより上位局の信号レベルを抑えてギャップフィルタ

のエリアを極微小電力で効率的に確保すること及び第4章の1項「ギャップフィルタ設置による二次的な障害発生について」で説明する与干渉による障害の対策を偏波面と指向性効果にゆだねる必要がある。このため、上位局と直交偏波とすることを原則とすることとする。

なお、上位局の電波と混信波の偏波面が異なる場合は、上位局と直交偏波とすることが与干渉の対策が容易であることから好ましいが、この場合は混信波に対して偏波面効果が見込めないため、ギャップフィルタの送信方向を受信アンテナの指向性を利用できるように、混信波到来方向と逆方向から発射するなど、混信波の抑圧が15dB以上確保できるようにギャップフィルタの偏波面及び送信方向や諸元など、個別に決定する必要がある。としても混信波に対しては偏波面効果が見込めないことから、ギャップフィルタの送信方向を混信波到来方向と逆方向とすることにより混信波を抑圧する方法等を検討する。また、混信波の電界強度が比較的大きい場合は、不良電力を最小化する観点からは、上位局と直交させるより、混信波と直交させることが有効である場合がある。

従って、ギャップフィルタの送信偏波面は、上位局と直交偏波とすることを原則とするものの、ギャップフィルタの設置環境に応じ、偏波面及び送信方向等を個別に決定する必要がある。

2 建造物遮へい難視対策用ギャップフィルターの技術的条件

(1) 定義と分類

ア 建造物遮へい難視の定義

既に建設された建造物による直接波の遮へいにより、デジタル放送の受信に必要な電波の強度(所要電界強度)が確保できない場合で、遮へい障害の直接的な原因となる建造物が特定される場合、受信障害の発生を建造物遮へい難視と定義する。

さらに、建造物の建設前の時点で、建設が計画される建造物による直接波の遮へいにより、デジタル放送の受信に必要な所要電界強度が確保できない可能性が推定できる場合で、建設される建造物が遮へい障害の直接的原因になるときは、建設後、受信障害が発生する可能性があるものとして建造物遮へいによる難視対策の対象となる。

また、放送波の伝搬経路において、地形や建造物の複合的な要因により受信障害が発生する都市難視又は受信障害の主因となる建造物が特定できない場合にあつては、所要電界強度が確保できない電界低下による受信障害又はマルチパスによる受信信号品質劣化による受信障害等の発生状況が確認できるならば、建造物遮へい難視対策の技術を準用することができる。ただし、以上のいずれも、原因としてデジタル混信が含まれる場合を除く。

イ 建造物遮へい難視発生の評価

デジタル放送における受信障害の予測については、ビット誤り率(内符号訂正後で $BER = 2 \times 10^{-4}$)を目安とする。

難視の発生原因は、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)を超える電界低下が生じて受信障害が発生する場合と、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受信障害となる場合がある。いずれもデジタル混信の場合を除いて難視対策の対象となり得る。

なお、受信障害は、その障害が発生したことによって確認されるが、それが建造物遮へいによる難視であるか否かについては、まず受信システムの改善で視聴が回復できるのか、難視対策が必要な状況であるのかを評価する必要がある。

これには、ビット誤り率で評価することが適当であるが、放送波の信号では正確なビット誤り率の測定が困難なことから、実際は直接的な測定が可能なMER(Modulation Error Ratio: 変調誤差比)や、標準的な受信システム(例: 14素子アンテナ(相当)+ブースター+標準デジタル受信機)に対する劣化等から総合的に評価することとなる。

ウ 建造物遮へい難視発生 の 推定

建造物の建設前における遮へいの影響の推定方法としては、数値解析（計算機シミュレーション）の利用が考えられる。

数値解析による推定方法の一つは、電磁界解析の理論モデルを用いた数値解析による到達受信電界強度の推定手法で、上位局の信号の空間伝搬について計算し、遮へいによる受信電界強度の低下や等価C/N比劣化量を求めて、受信限界の電界強度や所要C/N比から難視を推定する。

他にもレイトレース法を用いた数値解析による複素遅延プロファイルの推定結果から遮へいエリアの難視を推定する方法があり、上位局の信号の三次元空間伝搬をレイトレース法で解析し、受信点での複素遅延プロファイルを求め、その結果から受信信号品質の劣化を求めて推定する。

以上の数値解析の信頼性を高めるためには、建造物遮へいによる難視が想定されるエリアにおいて、遮へい前の同エリアの電界強度分布特性を解析し、その時点の実測値と比較して、建造物遮へい難視の推定精度の向上を図ることが効果的である。

また、遮へい障害となる建造物が既にある場合には、直接的な測定が難視発生 の 判定に適しており、数値解析による推定は、その測定すべき範囲の予測のための利用が期待できる。

なお、数値解析による難視発生 の 推定については、フェージング変動や受信システムの内容等により、実際の視聴世帯での受信障害の認知の範囲や障害発生戸数に差異が生ずるなど、誤差要因を含んでいることは考慮する必要がある。

(2) 対策手法

デジタル放送の特長は、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重) 方式を採用したことによりマルチパスに強いことである。従って、ある程度のマルチパスによる信号劣化には耐性があるが、限界を超えると視聴不能に陥る。

これを踏まえると、建造物遮へいによって発生する直接波の電界強度の低下による難視については、次の対策が考えられる。

- ・ マルチパス経路などを考慮し、レベルの大きな反射波に受信アンテナの指向性を向けることで解決が期待できる場合がある。
- ・ マルチパスによる帯域内の選択性のレベル低下の改善には、指向性アンテナの利用などの効果が期待できる。
- ・ 到来する電界自体が低下する場合、新たに電界強度を回復させることが必要であり、ギャップフィルターの利用が考えられる。特に建造物の遮へいによる場合には、難視を発生させる区域が限定されるため、必

要最小限の電力での中継による限定的な再送信が効果的である。

(3) 技術的条件

ギャップフィルターを用いた建造物遮へいによる難視対策のためには、前述のとおり、障害が発生しているエリアに対して新たに電界強度を回復させることが必要であり、これは、本章で既に述べたデジタル混信対策における原理と同様である。よって、以下のとおり、建造物遮へい難視に適用するギャップフィルターの技術基準として、平成19年5月に技術基準が制定された「極微小電力局」の技術基準を用いることが適当である。

なお、新たに考慮すべき項目としては、偏波面がある。

ア 空中線電力

空中線電力については、対象となる遮へいエリアの規模にもよることから、一概に空中線電力を制限することは適当でない。しかしながら、本検討では、ギャップフィルターが既存の放送エリア内で比較的小規模の遮へいエリアをカバーすることを想定し、デジタル中継局で極微小電力局に相当する50mW以下の中継局を対象としており、本基準の範囲内でも十分なエリア形成が可能と考えられる。

イ 周波数許容偏差

ギャップフィルターの周波数の許容偏差については、デジタル放送局の現行規定に従うことが適当と考えられる。即ち、ギャップフィルターがSFN運用を前提としているのであれば、SFNネットワークの放送局間で相対的な周波数偏差が10Hz以内とすることが適当である【参考資料2参照】。

ウ 空中線電力許容偏差

ギャップフィルターの空中線電力の許容偏差については、上位局とギャップフィルターの電波の偏波が異なっているという条件下において、デジタル放送局の極微小電力局の現行規定に従うことが適当と考えられる。

ギャップフィルターのエリア端付近において、上位局の電波とギャップフィルターの電波との受信電界強度がほぼ同じであると仮定しても、両局の偏波が異なっていれば、受信アンテナの偏波面効果を利用することができるため、上位局が受信可能なエリアとギャップフィルターが受信可能なエリアはかなりオーバーラップするものと推定される。即ち、ギャップフィルターのエリア端付近においては、受信アンテナの偏波を合わせれば、上位局及びギャップフィルターのいずれもが受かるエリアがある。

ギャップフィルターの空中線電力の偏差が仮に極微小電力局の±50%（－

3 dB～+1.76 dB) だとしても、エリア的に大きな影響を受けるとは考えにくい。非常に稀なケースとしてギャップフィルターの空中線電力の変動が受信に影響するような受信点については、受信アンテナの偏波を変えて受信局を変更することにより、十分な受信マージンを得ることができるよう調整し受信の安定化を図ることが必要と考えられる。

従って、50mW以下の極微小電力の中継局においては、上位局とギャップフィルターの電波の偏波が異なっているという条件下において、±50%の許容偏差が認められることが適当である【参考資料2参照】。

エ スペクトルマスク

スペクトルマスクは、地上デジタル放送の中継局の帯域外ふく射を規定するものであることから、ギャップフィルターのスペクトルマスクについても、規定と特に区別する必要はないと考えられる。従って、ギャップフィルターにおいても、現行規定どおり、空中線電力が2.5W、0.25W、0.025Wの場合のマスクと、それらの間を補完したマスク特性で規定することが適当である。

対象のエリア内でデジタル放送とアナログ放送とが隣接関係にない場合でギャップフィルターの電力を50mWとすると、適用されるマスクは平均電力からの帯域外輻射を33 dB下げたものとなる。同じく電力が25mW以下の場合には、30 dBマスクが適用されることになる【参考資料2参照】。

オ 偏波面

ギャップフィルターと上位局との与干渉（二次的な障害）を極力抑圧し、難視エリア内外の安定な受信状態を確保するため、ギャップフィルターの空中線の偏波については、上位局と直交する電波の偏波で送信することを原則とする。

直交する偏波面の利用は、ギャップフィルターのエリア端付近において、上位局の電波とギャップフィルターの電波との受信電界強度がほぼ同じであると仮定しても、両局の偏波が異なっていれば、受信アンテナの偏波面効果を利用することで、DU比の改善による与干渉の低減が期待できる。

また、与干渉による影響がある場合においても、受信アンテナの偏波面をギャップフィルターの受信に切り替えれば、ほとんどの場合は受信可能となる。

偏波面設定の例外としては、建造物が高層であり、送信アンテナが屋上の設置などに制約される場合、難視エリアに対して真上からの送信になる状況が考えられる。この場合、与干渉となるエリアの既設アンテナに対し

て上方からの伝搬となるため、送信方向、偏波面効果、そして世帯の受信アンテナの指向性特性を考慮して、最も与干渉抑圧に効果的な偏波面の選択が必要となる。

これは、上位局の水平方向の伝搬に対して、直交する垂直偏波を水平に放射する場合想定している原則に対して、狭小のエリアに水平以外の角度からの放射を考慮して回線設計を行う必要があり、その場合において適切な偏波面の選択を行うものであり、場合によっては上位局と直交しなくても良いものである。

3 測定法

デジタル混信対策用ギャップフィルアー及び建造物遮へい難視対策用ギャップフィルアーの技術的条件を確認するための測定法は、以下のとおりとする。

(1) 周波数の偏差

標準信号発生器から無変調搬送波を入力し、送信出力を周波数計で測定する。ただし、無変調にできない場合は、特定の変調状態とし波形解析器等を用いて測定することができる。

(2) 占有周波数帯幅

標準信号発生器から規定の変調信号を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分におけるそれぞれの電力和が、全電力の0.5%となる周波数幅を測定すること。

なお、規定の変調信号での変調が不可能な場合には通常運用される信号のうち占有周波数帯幅が最大となる信号で変調をかける。

(3) スプリアス発射又は不要発射の強度

ア 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度

標準信号発生器から無変調搬送波を入力信号として加えた状態で、送信出力を最大に設定しスペクトルアナライザを用いて測定するものとする。

イ スプリアス領域における不要発射の強度

標準信号発生器から規定の変調信号を入力信号として加えた状態で、送信出力を最大に設定し、スペクトルアナライザを用いて平均電力を測定する。なお、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。ただし、精度を高めるため、分解能帯域幅を狭くして測定してもよく、この場合、不要発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

(4) 空中線電力の偏差

標準信号発生器から規定の変調信号を入力信号として加えた状態で、送信出力が最大になるまで入力信号レベルを加えた状態で、電力計を用いて平均電力を測定する。

(5) スペクトルマスク

標準信号発生器から規定の変調信号を入力信号として加えた状態で、送信出力を最大に設定し、スペクトルアナライザを用いて測定する。なお、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は技術基準で定められた帯域幅とする。

(6) 副次的に発する電波等の限度

空中線端子に擬似負荷(インピーダンス整合回路又は減衰器等)を接続しスペクトルアナライザ等を用いて測定すること。

第4章 難視対策用ギャップフィルターの設置に際しての留意点

1 ギャップフィルター設置による二次的な障害発生

(1) デジタル混信対策用ギャップフィルターの場合

ア 二次的な障害の発生のメカニズム

二次的な障害は、ギャップフィルターのエリア内及びエリア周辺の辛うじて受信できる環境で上位局の放送波を正常に受信している世帯がある場合に発生するおそれがある。

例えば、図4.1のように混信はあるが良好に受信できている受信機に、図4.2のようにギャップフィルターの電波が加わった場合に受信不能の障害になる。

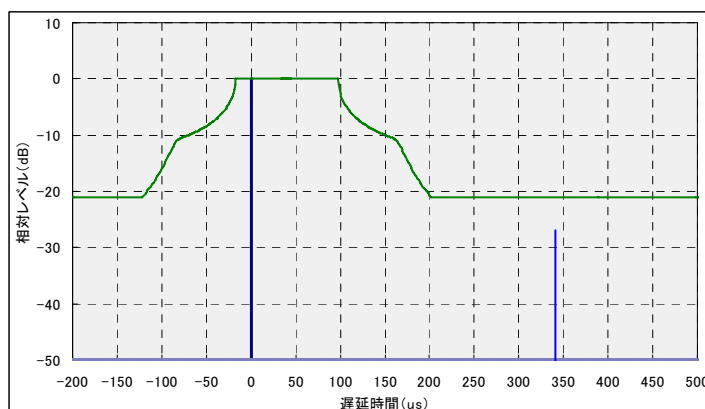


図4.1 良視地域の遅延プロファイル（不良電力＝－6 d B）

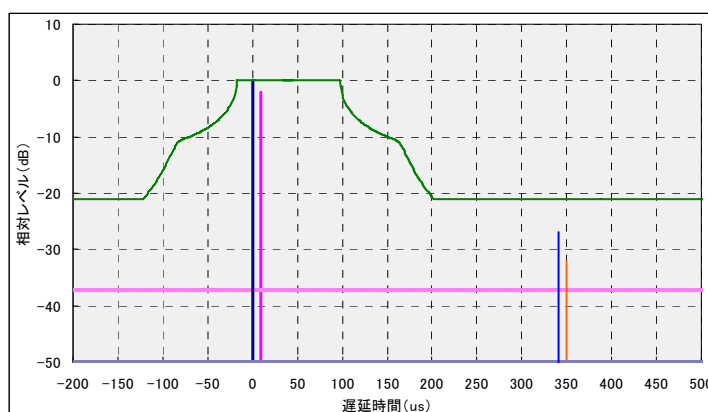


図4.2 ギャップフィルターの電波が加わり二次的な障害が発生した状態（不良電力＝0 d B）

これは、水平偏波で上位局を受信しているところ（図4.1）に、垂直偏波のギャップフィルターの電波が送信され、D U比2 d Bの混信があった場合の状況（図4.2）を示している。逆にギャップフィルターの電波がこれより強く加わった場合はD U比－2 d Bとなり受信可能になる。また、受信者の受信品位が不良電力＝－3 d Bで受信している場合はD U比4 d Bで受信不能

になる。

しかし、電波伝搬は場所によって一定ではなく位置によって変わる。その場所率分散を6 dBと仮定すれば、計算上のDU比±4 dBの範囲の10%以下の世帯に影響が出るものと推測される。また、実際に販売されている受信機の性能はARIB TR-B14に示されたSFN混信限界バスタブ曲線よりも、ガードインターバル内の混信にはCN比劣化が少ないので、破綻する受信者の発生率は更に少なくなると考えられる。

以上のギャップフィルタ送信の平面状況を模式的に表すと図4.3のようになる。

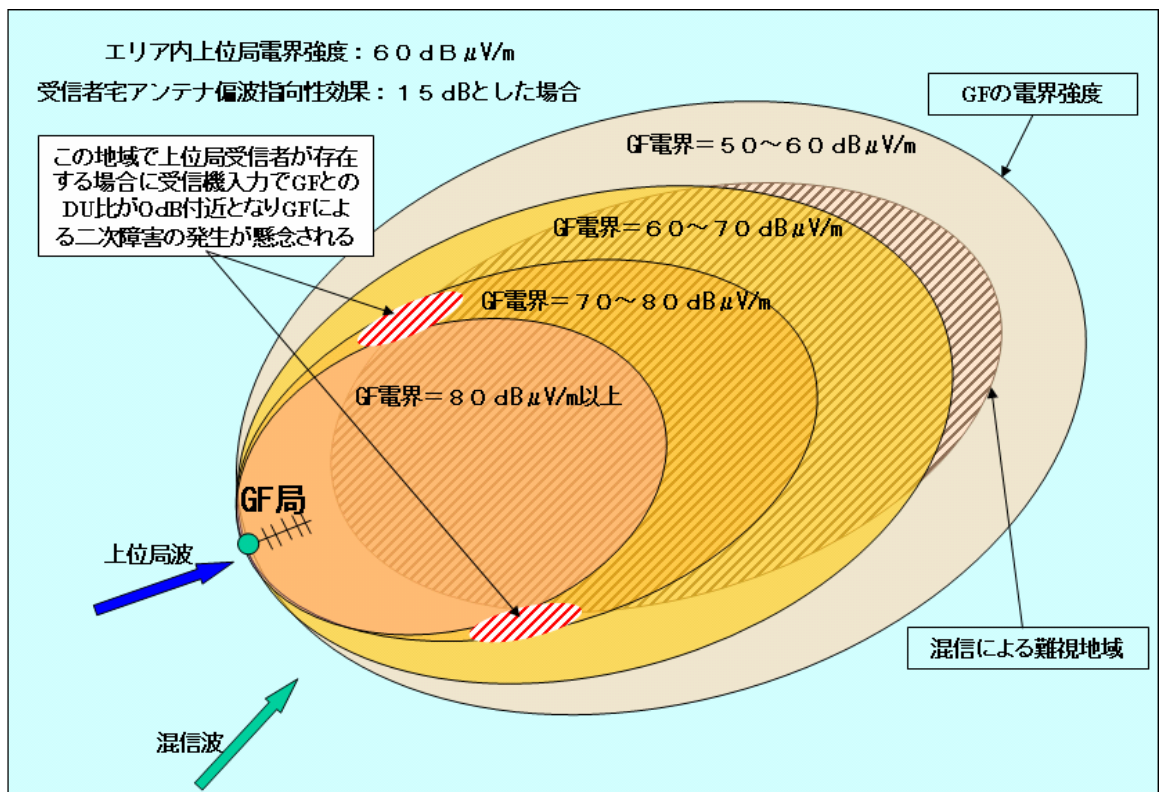


図4.3 二次的な障害発生の模式図

図4.3は上位局の電界強度が60 dBμV/mと仮定して、ギャップフィルタのERP50mWの場合の例とした模式図で、混信による難視地域の周辺では良視の受信者が存在する場合があります。ギャップフィルタの電波が受信アンテナの偏波と指向性の効果により（ここでは15 dB低下）、DU比が0 dB付近となる図の小さい楕円の斜線領域に二次的な障害の発生が懸念される。一方、これより外れた場所はギャップフィルタか上位局のどちらかの電界強度が高くなり、自動的に受信機がどちらかに切り替わるので障害とはならない。なお、実際には、電界強度や偏波面効果はアンテナの種類や場所によって異なる（電界強度の場所率分散もあれば、周囲の環境によって電界強度が

ばらつく) ため、本模式図はあくまでも目安として表示したものである。

具体的には、例えばギャップフィルターの電界強度が、10mW (ERP50mW) の場合、送信アンテナ方向100mの位置で85 dB μ V/m、500mの位置で70 dB μ V/m弱 (自由空間損失の場合) となるから、おおよそ200m程度以内の地域で二次的な障害の発生が懸念されることになる。ただし、前記したように計算値DU比 \pm 4 dBの範囲の受信障害の発生率は10%以下と考えられるが、あらかじめ対策を実施することが望ましい。

イ 二次的な障害の防止策

一部のチャンネルが常時混信を受けている地区でも混信の無いチャンネルは視聴されており、正常受信している受信者への影響を最小限とする対策が必要となる。

混信チャンネルのみをギャップフィルターで送信すると受信者は上位局とギャップフィルターを別々のアンテナで受信し、フィルター合成する必要があり受信アンテナ系が複雑になることから、ギャップフィルターはそのエリアで放送されている全波を再送信するものとして検討する。一般的に、一定以上の電界強度があれば、SFN波の干渉による所要CN比の劣化マージンが確保できるが、弱電界地区では所要CN比の劣化マージンが少なく破綻する可能性があることに考慮し、以下の対応を行う。

- ①正常に受信ができていないチャンネルへの影響を最小限とし、デジタル混信による受信障害地域を救済できる電界分布となる必要最小限の送信諸元とすることとして、送信アンテナの指向性を工夫することで不要な方向への電波を抑制すること。
- ②必要なエリアのカバーを確保した上で、できるだけ低い位置から送信することで、伝搬距離を抑えるなどして電波の飛び出しを最小化すること。
- ③送信の偏波面を上位局のものと変えることで上位局を受信している受信アンテナへの影響を軽減すること。(なお、混信波が上位局の偏波面と直交している場合は、妨害波と直交した偏波面でギャップフィルターを送信すれば効率的に混信対策できるメリットがあるが、上位局と同一偏波面となることから二次的な混信障害について十分に検討することが必要。)
- ④ギャップフィルターの受信点で上位局の到来方向以外からの遅延波や他のSFN局の到来波が混在する場合は、狭指向性アンテナ等を利用して希望の到来波を選択するなど信号品質の向上を行うこと。
- ⑤障害が発生しない程度の弱い試験電波を使って不要なエリアへの飛び出しの有無を確認し、必要があれば送信諸元の見直しを行う(なお、そ

の場合は、S F N環境で測定できる測定器が必要になる)。

なお、ギャップフィルターの放送が行われるエリア内の受信者に対しては、現在良好に受信ができていても、ギャップフィルターの運用後の安定な受信を確保するには、アンテナの偏波面や方向をギャップフィルター側に向けることが必要であるため、事前の周知広報活動によって要請することが適当である。

ウ 二次的な障害が発生した場合の対応策

(7) 送信側

検討段階で二次的な障害の発生を最小化しよう送信諸元を検討したとしても実際に電波を発射してみないと障害の有無について判断できない場合がある。想定以上に二次的な障害が発生する場合には以下の対策を検討する。

- ①試験電波を発射した段階で障害が発生した場合には、障害発生が想定される地区であるか否かを評価し、受信対策範囲の妥当性を検討する。
- ②送信諸元の見直しによって二次的な障害を低減できるか検討する。

(4) 受信側

二次的な障害が発生しても上位局受信からギャップフィルターに受信局を変更することで正常受信が可能であることから、ギャップフィルターの運用開始に合わせ、受信アンテナの変更工事が必要である。具体的には、受信者のアンテナを垂直偏波に変更し、方向をギャップフィルターに向けることを行う。ただし、立地条件等でこのようなアンテナ対策でも正常受信できない場合には、C A T Vや共聴ケーブルの加入を検討する。

(2) 建造物遮へい難視対策用ギャップフィラーの場合

ア 二次的な障害の発生メカニズム

二次的な障害とは、図4.4のような建造物による受信障害に対して、図4.5のようにギャップフィラーを設置した場合、上位局を直接受信で視聴していたところに、ギャップフィラーの再送信の信号が混入したことが原因で、受信信号品質の低下を招いて受信障害が発生している状況をいう。

受信信号の電力や品質は、放送チャンネルごとにも異なるほか、近隣のアンテナであっても障害の発生は個々の状況によって異なる。このため、二次的な受信障害は、実際に発生するまで確認できない場合がほとんどと考えられる。

受信障害の発生は、受信信号品質が受信品質限界のBER 2×10^{-4} より劣化すると発生する。その受信信号の品質は、受信電界強度、CN比、マルチパス等の遅延波による劣化、ハイトパターン特性、受信機マージン、フェージング変動状況、アンテナの受信性能や設置状況等の総合的な影響により左右される。

そして、二次的な障害は、これにギャップフィラーからの干渉が加わることにより発生し、マルチパス障害成分、CN比劣化成分として影響する。

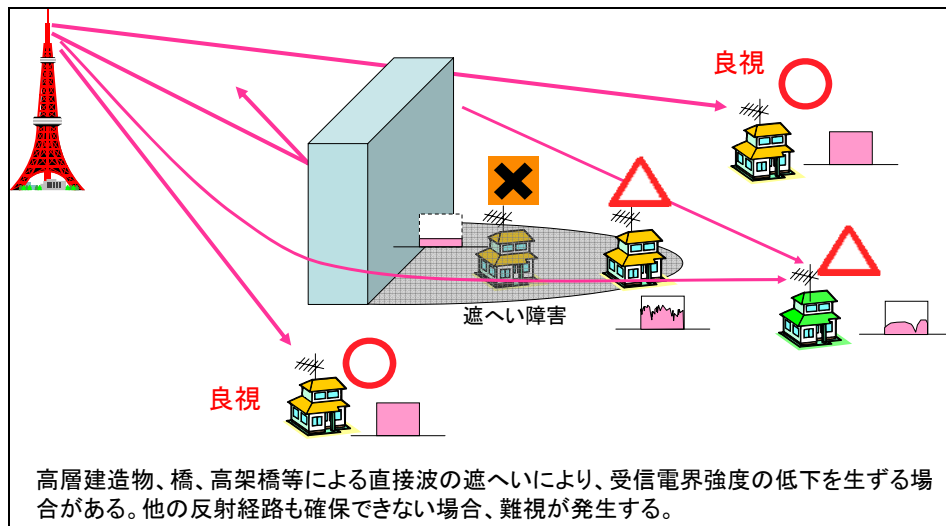


図4.4 建造物障害による受信障害の発生

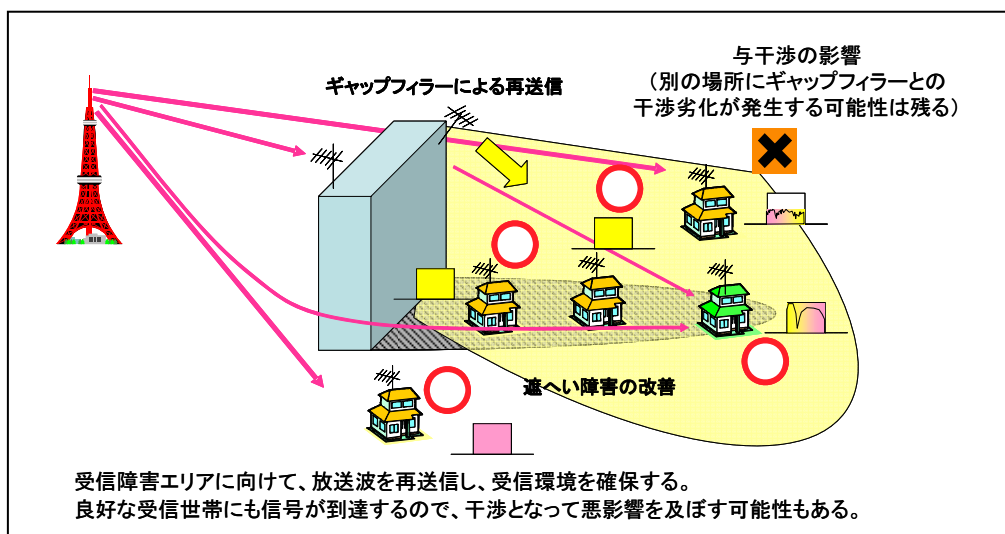


図4.5 ギャップファイラーによる改善と二次的な障害の発生

つまり、二次的な障害を発生させるギャップファイラーの送信信号は、難視エリア及び与干渉エリアにおいて、「到来波とFFTウィンドウの関係」の図4.6中の「ガードインターバル超マスク特性」と記した逆バスタブ型の曲線のガードインターバル内の遅延時間に到達すると考えられる。

そして、二次的な障害の発生は、所要C/N比に対する等価雑音の対比で評価でき、図4.6中のガードインターバル内の希望波に対して、それ以外の到来波を雑音に換算した総量である等価雑音において $1 / (\text{所要C/N比})$ に対して等価雑音が上回ると受信不能となる。

ガードインターバル超えについては、受信機が許容できる遅延波の最大値を示すものであり、このマスクよりレベルの大きい遅延波が存在する場合は受信不能となる。

受信機は、各遅延波がこのマスクを超えることがないようにFFTウィンドウを適切に設定することになるが、マスク値に近い大きさの遅延波が複数存在する場合には、個々の遅延波がマスク内に収まったとしても受信可能になるとは限らない。特に、ギャップファイラーが受信した電波に反射波を含んでいる可能性があることを考慮する必要がある。

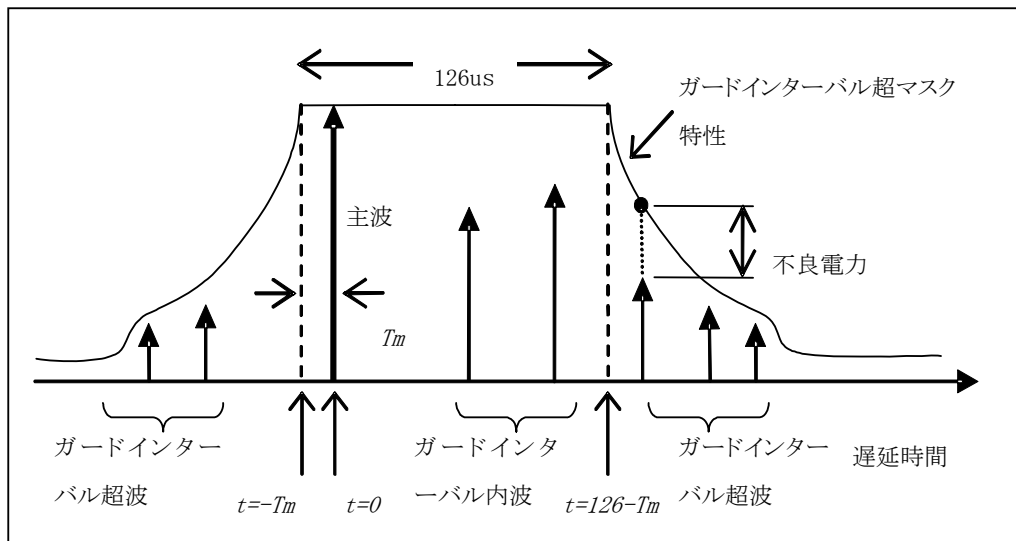


図4.6 到来波とFFTウィンドウの関係

イ 二次的な障害が起こる発生パターン

二次的な障害は、受信条件の限界（受信品質限界）を超えるために発生することから、発生した場合、全くマージンを残していないばかりか、逆に受信機などの性能向上で改善した受信機マージンをも超える劣化となる場合も考えられる。

受信障害の認知のされ方は受信環境の差によって次の状況が考えられるが、いずれもギャップフィルターの送信後に発生している二次的な障害によって出現した可能性がある。

- ・全チャンネルが受信不能
- ・一部のチャンネルが受信不能
- ・時間帯によって受信不能となるチャンネルがある
- ・ランダムな時間帯で受信不能になるチャンネルがある

いずれの場合も現在の受信利得（電界強度、受信C/N比（雑音成分）、マルチパス劣化量、受信機マージン、アンテナ利得）に対してギャップフィルターの干渉量（到達電界、偏波面効果、入射角に対するアンテナ利得）の影響量（劣化量）が現時点の受信利得を上回って受信障害に陥るものである。

ウ 二次的な障害の防止策

ギャップフィルターが原因となる二次的な障害の防止策としては、送信側の対策、受信側の対策が必要である。

- ①正常に受信ができていないチャンネルへの影響を最小限とし、建造物遮へいによる受信障害地域を救済できる電界分布となる必要最小限の送信諸元とすることとして、送信アンテナの指向性を工夫することで不要な方向への

電波を抑制すること。

- ②必要なエリアのカバーを確保した上で、送信アンテナ高にも留意して設計することで、伝搬距離を抑えるなどして電波の飛び出しを最小化すること。
- ③ギャップフィルターの送信信号品質を確保すること。
- ④偏波面効果を利用して、受信側の選択性を活用すること。

また、都市難視や丘陵などによる地形難視は、中継エリアの設計や与干渉エリアの推定が容易ではないことから、次に示すような二次的な障害の抑制に活用できる技術をさらに導入することも有効である。

- ・放送チャンネルに割り当てる前のチャンネルでの事前のエリア形成確認（フィールド検証）【参考資料6参照】
- ・上位局とギャップフィルターとの周波数差を利用したプロファイル分離測定による分析（受信点で測定し分析）【参考資料7参照】

エ 二次的な障害が発生した場合の対応策

(7) 送信側

上位局とギャップフィルターとの周波数差を利用したプロファイル分離測定による原因分析と対策の検討は、開局時ばかりではなく、いつでも受信品質分析を実施できるので、メンテナンスや環境変化時の対応策として期待できる【参考資料7参照】。

(1) 受信側

二次的な障害が発生しても上位局受信からギャップフィルターに受信局を変更することで正常受信が可能であることから、ギャップフィルターの運用開始に合わせ、受信アンテナの変更工事が必要である。具体的には、受信者のアンテナを垂直偏波に変更し、方向をギャップフィルターに向けることを行う。ただし、立地条件等でこのようなアンテナ対策でも正常受信できない場合には、CATVや共聴ケーブルの加入を検討する。

(3) 受信相談等の対応

受信不能となっても、一般の受信者は二次的な障害においてその原因が何であるかは分からない。混信やアンテナ系の脆弱性及び立地条件など複数の要因が複合して発生すると考えられ、ギャップフィルターの置局に向け受信者自身が予め対応することは困難と思われる。

正常受信しているチャンネルも含め再送信する場合には、ギャップフィルターから電波を発射した瞬間、正常受信している世帯に影響を与える可能性がある。そのため、電波発射に合わせアンテナの方向調整や偏波面変更を速やかに行うようにする必要があり、ギャップフィルターの必要性や二次的な障害の可能性な

どについて当該エリアの世帯に対しポスティング等の手段で事前に告知するとともに、受信者からの相談窓口を設けるなどの方法により十分に理解を求める必要がある。そのためにも、ギャップフィルターの設置者は自治体や地域の電気店に協力を求めることが必須といえる。

また、自治体や電気店などを通じて情報提供を行うことにより、当該地区に対して、狭指向性アンテナ等の採用を働きかけることにより障害発生を回避する手法も考えられる。

2 遅延時間及び信号品質

(1) 遅延時間

ギャップフィルターは、上位局の電波を受信して、再度送信することになるが、再送信までの処理遅延は、ガードインターバル以内に抑え、フラットフェージングを発生させないように考慮した遅延時間とすることが望ましい。回り込みキャンセラーなどを入れた場合でも、発生する遅延時間は、 $20\sim 30\mu\text{s}$ とガードインターバル以内となるが、受信した電波に反射波を含んでいる可能性があることを考慮すると、できるだけ余裕のある状態に収めることが望ましい【参考資料3参照】。

受信点から送信場所までをCATV回線を利用するギャップフィルターにおいては、難視エリアにおいて発射する電波が、そのエリア内の上位局の放送波に対してSFNの要件を満たすことが必須であり、遅延時間についてもガードインターバル内に収まっていることが必要となる。

また、上位局は、放送エリアのネットワークの構築上、送出タイミングに関する時間調整を適宜実施する。このため、難視エリア直近で上位局の信号を受信して再送信する方式では、自動的に送出時間に追従するので問題は無いが、他の地点から上位局の信号を受信している場合には、難視エリアにおける上位局の送出時間調整に追従する方式や方法を取らなければならないため、放送事業者及びギャップフィルター設置者との間で調整が必要となる。

さらに、周波数偏差についても $\pm 10\text{Hz}$ 以内に制御する必要があるので、上位局の信号を伝送途中で周波数変換する場合においても、最終的な送信点では規定の周波数偏差に制御されていなければならない。これは、CATVのチャンネルなどで周波数変換をしてパススルーされた信号をSFNで再送信する場合などが該当する。

(2) 信号品質

ギャップフィルターの信号品質は、空中線電力、周波数許容偏差、空中線電力許容偏差、スペクトルマスク以外にも、誤り率やCN比の値が所要値を満足す

ることが重要となる。

ギャップフィルターの信号品質については、上位局の受信方法やアンテナ設置方法に大きく左右されるため、複数の対象チャンネルの信号品質を最良にできるような工夫をすることが望ましい。

次に、信号品質を最良にするための主な工夫例を示す。

① 必要最小限の出力と効率的な再送信

通常は、個別の中継局からの放送波がそれぞれ到達するため、上位局の受信信号レベルにもバラツキがあることから、ギャップフィルターからの再送信時にはチャンネルのレベルが同等になるように揃えて出力する。

② SFN波(マルチパス波を含む)のDU比の改善

ギャップフィルターの受信チャンネルのCN比を最大とするアンテナ方向調整などが有効である。

③ 再送信信号の回り込み抑圧やCN比改善

回り込み抑圧を行い、必要に応じて回り込みキャンセラーを導入する。

④ 多方向受信による受信改善

ギャップフィルターで送信する対象とする上位局の送信点が異なる場合には、複数のアンテナで多方向受信する。

多方向受信時には、双方のアンテナに飛び込む不要波を除去し、信号品質の劣化を抑える。これには、特定チャンネルを簡単に除去可能なフィルタ機能の導入も考えられる。

3 サービスエリアの考え方（デジタル混信対策用）

(1) サービスエリアの設定

地上デジタル放送におけるサービスエリア（放送区域）の設定は、法定の電界強度が $60\text{ dB } \mu\text{V}/\text{m}$ で規定され、フェージングなどの影響が少ない場合は $51\text{ dB } \mu\text{V}/\text{m}$ の電界強度でも受信可能とされている。

ところが、同一チャンネル混信又はSFN混信で難視になっているエリアをSFN送信で対策する場合のサービスエリアを設定するための所要電界強度は、エリア内における上位局の潜在電界と再送信するギャップフィルターのDU比や潜在電界の混信の程度に影響されるため、これらの要因が複雑に絡んだ値となる。

つまり、サービスエリアは上位局の潜在電界強度に大きく影響されるものであり、潜在電界の不良電力については $+5\text{ dB}$ を超える混信を受ける場合は少ないと考えられるので、サービスエリアの所要電界強度は、「上位局のエリア内潜在電界強度が $60\text{ dB } \mu\text{V}/\text{m}$ を超える場合はその電界強度と同じとし、それ以下の場合は $60\text{ dB } \mu\text{V}/\text{m}$ とする」ことが目安として言える。

以下にその検討の一例を示す。なお、空中線電力は、これに従い必要な電界強度を与える電力値が必要であるが、 50 mW を超える場合は、前述した二次的な障害の発生について十分な検討が必要である。

ギャップフィルターに含まれる不良電力が -10 dB （等価CN比 30 dB 相当）のとき、ギャップフィルターと上位局潜在電界とのDU比の関係は、不良電力の電力和から図4.7のようになる。

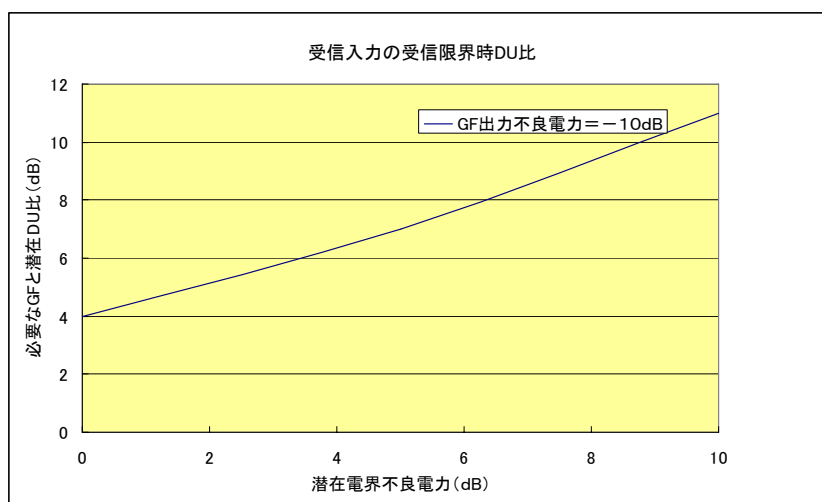


図4.7 受信機入力に必要な受信限界のDU比

上位局潜在電界は受信アンテナが直交しているため（ギャップフィラーは直交偏波）、受信機入力では偏波面効果（ P_e ）dBを減ずる。上位局の方向が受信アンテナの正面方向から到来する場合、電波法関係審査基準において偏波面効果は16dBとされている。実際には到来方向が正面以外となっても指向性効果が加算され、全方向について15dB程度以上は確保できると考えてよい。

また、図4.7は受信限界の受信機入力でのDU比を示す値であるが、安定に受信できる範囲として場所率分散を6dBとして限界レベルに加算した次の電界強度をサービスエリアの所要電界強度とすることが適当と考える。

$$E_{GF} = E_{BC} - P_e + DU + 6 \quad (\text{dB})$$

ただし、 E_{GF} ：ギャップフィラーの電界強度（ $\text{dB } \mu\text{V/m}$ ）

E_{BC} ：上位局の潜在電界（ $\text{dB } \mu\text{V/m}$ ）

P_e ：受信アンテナの偏波面効果（dB）

DU：図4.7の受信限界における所要DU比（dB）

以上を概念的に、どの程度のサービスエリアが得られるかを計算した結果を図4.8に示す。

（計算条件）

空中線電力：10mW

送信アンテナ利得：7dB

実効輻射電力（ERP）：50mW

ギャップフィラーの電界強度：自由空間損失に低地送信による損失を仮に -6dB/km として加算

偏波面効果：15dB（偏波面効果はフィールドの状況で変化があり、市街地での使用を想定し15dBとした。）

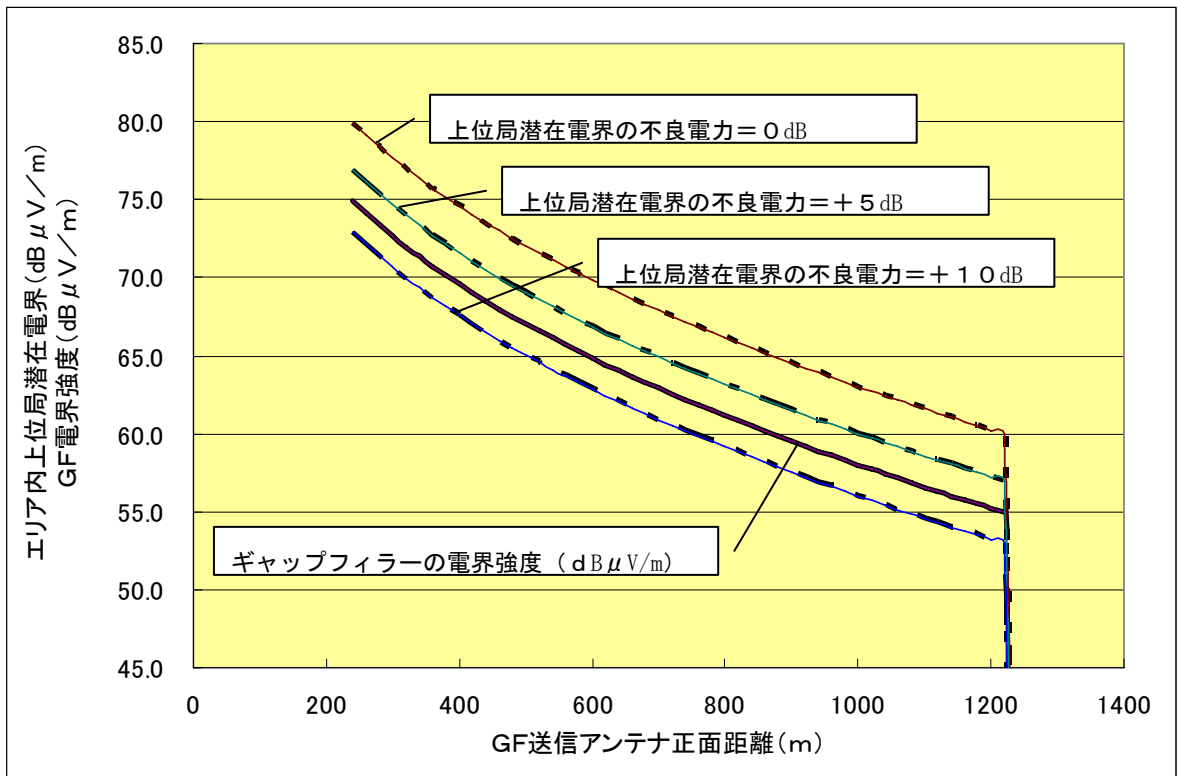


図4.8 S F N混信対策のためのギャップフィルターの到達距離の例

図4.8はあくまでも条件を単純化した場合を示したものであるが、その見方は、図の実線がギャップフィルターからの距離対電界強度である。まず、サービスエリア内の上位局潜在電界を縦軸から選び、例えば60 dB μ V/mであれば一点鎖線との交点を横軸に落とすと約1000mになる。つまり上位局の混信による不良電力が+5 dB（一点鎖線）である場合はサービスエリアフリンジが1000m付近となる。その地点でギャップフィルターの電界強度は図の実線から58 dB μ V/mであることがわかる。

これは条件を単純化して凡その目安を掲げたもので、実際には上位局のCN比やギャップフィルターのCN比、及び複雑なマルチパスがある場合はそれらも不良電力として加算しなければならない。具体的には個別の案件ごとに精査が必要である。

ギャップフィルターの回線設計の一例を参考資料9に示す。ギャップフィルターの送信信号品質は不良電力-10 dB以下（等価CN比換算30 dB以上）を確保するよう設計し、ギャップフィルターと上位局潜在電界のDU比から不良電力（マルチパスや干渉妨害が有る場合はそれらも電力加算する）を算出し、CN比に換算（不良電力0 dB = CN比20.1 dB）した数値を表の⑱マルチパス劣化/干渉妨害に挿入すれば、その電界強度のときの復調器入力のCN比が得られる。復調器入力で所要CN比20.1 dBが得られない場合は、⑱の等価CN比を改善

する必要がある。

(2) 受信点における受信品質

回線設計する上で受信点の受信品質が重要であり、送信信号品質は、不良電力 <-10 dB（等価C/N比30 dB以上）が推奨されている。

受信点の選定では、不良電力 <-10 dB（等価C/N比30 dB以上）を確保する受信点を見つける必要があるが、これは受信波における混信による干渉、上位局のC/N比、マルチパスをすべて含んだものを不良電力としている。現在不良電力を測定する測定器は無く、遅延プロファイルから計算するしかないが、早期の開発が待たれる。

C/N比の測定器で等価C/N比を測定する場合は、そのC/N比が混信によるC/N比劣化なのか、ほかの原因による劣化なのかが判定できないので、遅延プロファイルによる不良電力の算定と合わせて評価することが求められる。

また、送信信号品質劣化要因として、SFN送受回り込みレベルが関係してくるが、システムの安定性もあわせて考慮し、そのD/U比を20 dB以上確保すれば、ガードインターバル内であり、劣化要因とはならない。

4 送信チャンネル数

難視対策用のギャップフィルタを置く場合には、上位局と直交した偏波面での送信となるため、受信者の利益保護の観点から、難視でないチャンネルがあってもそれを含めて全波送信することが望まれる。もし、全波送信されない場合、受信者は上位局の電波とギャップフィルタの電波を双方受信するためにアンテナを2基（水平偏波用と垂直偏波用）建てて、合成するなど複雑なアンテナ構成を強いられることになる。

特にデジタル混信対策用ギャップフィルタでは、単なる合成ではギャップフィルタの効果が無くなり受信できなくなることから、2基のアンテナを合成する場合に必ずフィルタ合成する必要がある。なお、隣接チャンネルで送信している場合は高性能フィルタが必要となり、手法として現実的でない。

5 回り込み対策

ギャップフィルタは上位局とS F Nを形成するのが通常のため、上位局の信号を受信して増力した後、同一周波数で再送信する機能を備える。このとき、送信アンテナと受信アンテナを接近した設置条件にすると、放射した送信信号が受信アンテナに再度入射するループが形成されることがあり、回り込みと呼ばれる。

回り込みは、信号品質の劣化を招くばかりではなく、帯域外への放射などの技術基準を超える電波の質の劣化を招くおそれがある。そのため、これらを抑圧する設置方法や制御回路の導入など、対策の検討が必要である。

(1) 回り込みの原理

図4.9に基本的なギャップフィルタの構成と回り込みの系統を示す。ギャップフィルタは、帯域外の不要波を除去するためのB P F (帯域通過フィルタ)と上位局レベル変動に対して送信出力を一定に保つためのA G C、P A (Power Amplifier: 電力増幅器)から構成される。P AはM C P Aを想定しているため、A G Cの外に設けている。

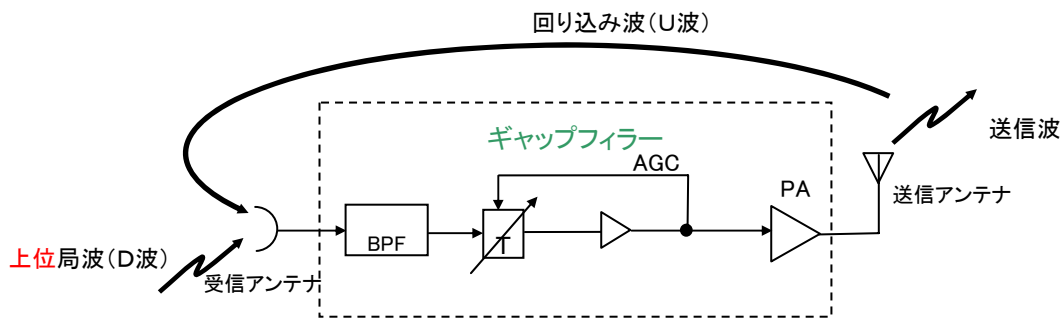


図4.9 基本的なギャップフィルタの構成と回り込みの系統

受信信号レベル	-40 d B m
P A 増幅利得	50 d B
空中線電力 (P A 出力)	10mW (=10 d B m)
回り込み信号レベル	-43 d B m
ループ遅延量 (ギャップフィルタの処理遅延とアンテナ間伝搬)	10 μ S
回り込みD U比 (受信信号レベル/回り込み信号レベル)	3 d B
送信アンテナと受信アンテナの間のアイソレーション	53 d B

このような構成のギャップフィルタにおいて、回り込みを含んだ送信波の形成過程を示す。なお、説明を簡単にするために、空中線電力は10mW、回り込み波は1波、回り込みD U比が3 d B、ループ遅延量が10 μ sの場合を考える。

① 1回、回り込んだ場合

上位局波のみを含んだ波がA G Cで調整され、空中線電力10mWで送信される。すると、この送信波は、受信側へ回り込みD U比=3 d B、ループ遅延量=10 μ sで回り込むため、図4. 10のようになる。

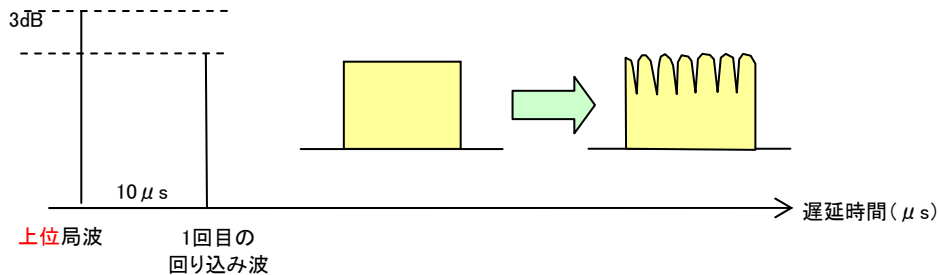


図4. 10 回り込み波が存在する場合の遅延プロフィール（1回、回り込み）

② 2回、回り込んだ場合

上位局波と1回目の回り込み波を含んだ波がA G Cで調整され空中線電力10 mWとして送信される。この送信波が回り込むと、上位局波、1回目の回り込み波及び2回目の回り込み波が出力される成分となり、図4. 11のようになる。

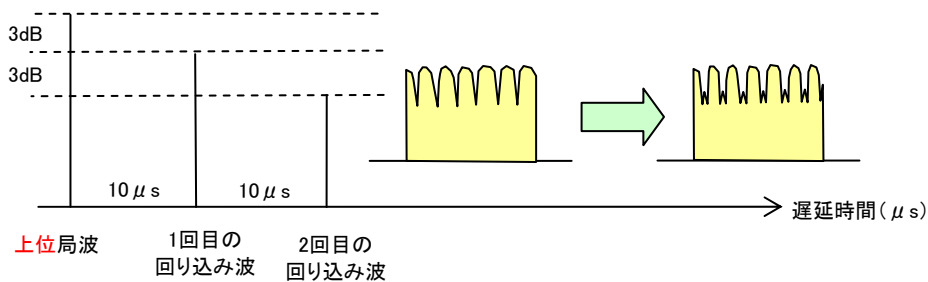


図4. 11 回り込み波が存在する場合の遅延プロフィール（2回、回り込み）

③ 最終的な回り込みの状態

3回目以降の回り込みについても、同じようになるため最終的には図4. 12の状態となる。

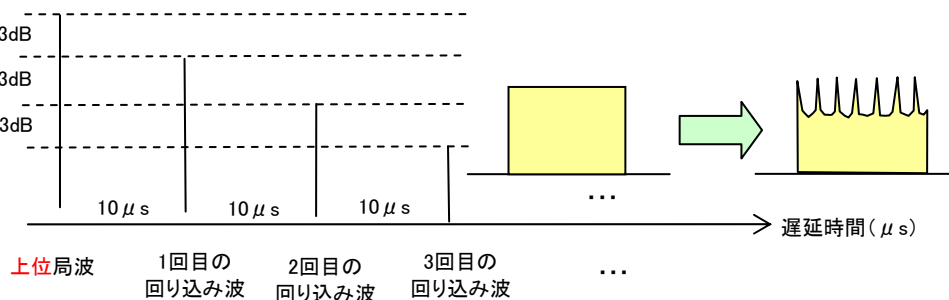


図4. 12 回り込み波が存在する場合の遅延プロフィール（最終的な状態）

この場合の送信波は、上位局波、3 dB低いレベルの1回目の回り込み波、さらに3 dB低いレベルの2回目の回り込み波と続き、n回目の回り込みを合成して空中線電力が10mWとなったものである。

なお、OFDMでは、回り込み波は上位局波に対して振幅と位相がずれたものであるため、送信波のCN比が劣化する要因となる。

(2) ギャップフィルターの構成と回り込みによる発振

回り込みに関係するファクターは、受信信号レベル、PA増幅利得、所定の空中線電力、送信信号が受信アンテナに到達する回り込み信号レベル、AGC制御値及びループ遅延量などである。

回り込みの状態は、増幅率(空中線電力に対する上位局の受信信号レベルの比)、アイソレーション(空中線電力に対する受信アンテナに到来する回り込み信号レベルの比)で表すことができる。

増幅率に対してアイソレーションが小さければ帰還率が1を超えないので発振には至っていないが、帰還率が1を超えると発振領域に達する。発振によるギャップフィルターの状態は、通過帯域特性とループ遅延量の関係から、同相の正帰還となる周波数キャリアをきっかけに発振する。

OFDMの場合、6MHzの帯域幅があり、10 μ s程度のループ遅延であれば、約100キャリアごとに同相で正帰還となるキャリアが存在する。さらに、正帰還による発振では、増幅器の線形領域を超える過入力となることが予想されるため、帯域外のレベル増加が懸念される。

発振した場合の影響については、周波数の帯域内と帯域外に及ぼす影響が考えられる。

帯域内については、同相で正帰還となるキャリアのレベルが上昇するとともに、等レベル遅延波の多重モデルとなりCN比が劣化する。そして、PAに対して過入力となりIM(Inter Modulation: 相互変調歪)が劣化するため、CN比が劣化する。空中線電力(PA出力)は、通常PAを線形領域で使用している状態から、最大出力となる飽和領域(非線形領域)での発振状態となるため、規定の出力レベルを超える。

帯域外については、AGCの制御範囲を超えてPAに対して過入力となるため、IMが劣化し図4.13のように隣接など広域に不要な射波を送出することとなる。

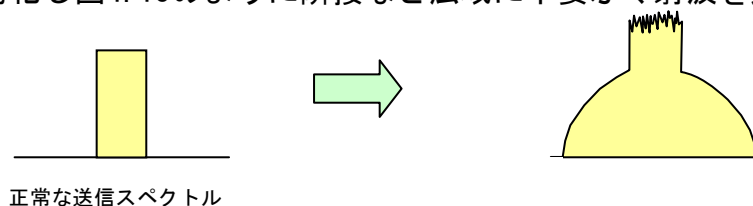


図4.13 正常時と発振時の送信出力スペクトル例

(3) 回り込みによるC/N比劣化

回り込みの発生は、マルチパスの遅延波の発生と振る舞いが似ている。このことから劣化量を考察すると、上位局波に対して遅延波の回り込みD/U比が0 dBに近づくほど劣化する。また、回り込みD/U比が小さくなると第二番目、第三番目の回り込み波も大きくなり、その影響は複数の遅延波が到来する場合に近付いてくる。

このため、回り込みの影響として、発振に至る前の段階から信号品質劣化が起きるので、何らかの対応が必要となる。

(4) 回り込みを回避する方法

発振する可能性を低くする方法として、送受信アンテナ間のアイソレーションを確保する方法と回り込みキャンセラーを実装することによる回り込み耐力を改善する方法とがある。(フィールドでの測定例については参考資料8を参照)

①送受信アンテナ間のアイソレーションの確保

建造物構造の利用、また偏波面効果の利得差やF/B比(アンテナの前後の利得の比)による利得差の利用は、アイソレーションの確保に寄与する。

②回り込み耐力の改善

回り込みキャンセラーは、回り込み波とは逆相のレプリカ波を生成して合成することにより、回り込みD/U比を改善する方法である。

(5) 発振検知機能

発振に至った場合には、上述のとおりC/N比劣化と帯域外スプリアスを放射する可能性がある。このため、ギャップフィルタにおいては、AGCにより過大な出力となることを抑圧するとともに、発振する可能性が高くなった場合には、その状態を検知して、未然に発振を防止する機能を有することが望ましい。

ただし、ギャップフィルタの電力増幅器はMCPA方式が多く採用されていると考えられることから、いずれか1波が発振することで全波が停波するのは不都合であり、該当波のみ制御する方法や自動復帰させる工夫が必要である。

6 ギャップフィルターの制御機能等のあり方

(1) 制御機能

チャンネルごとにスケルチ機能を持たせ、残留信号はスペクトルマスクの隣接波レベル以下に抑圧することが望ましい。この場合、デジタル放送では所要C/N比を満足しない信号を発射しても、受信機は受信不可となるため、早めに出力を停止することが望ましい。

(2) 監視

基本的には、異常は受信者の申告で察知することが可能であるため、ギャップフィルター免許人等の連絡先を周知しておくことが望ましい。

7 経済的なギャップフィルターの実現

ギャップフィルターの設置主体は地方公共団体や共聴組合、ビルのオーナー等が想定され、サービスエリアの対象となる世帯数は通常の放送事業者の中継局と比較すると少ないものになると予想される。このため、ギャップフィルターのシステムは、その設置に向けた設計・工事等に要する費用も含め、極力、経済的に設置できることが望ましく、その実現に向けて関係者による工夫が望まれる【参考資料10参照】

第5章 ギャップフィルターの適用地域のモデル化

平成19年8月の情報通信審議会の答申（「地上デジタル放送の利活用の在り方と普及に向けて行政の果たすべき役割」＜平成16年諮問第8号 第4次中間答申＞）において、「国においては、無線共聴施設としてのギャップフィルターの活用可能性について、各地域における具体的な設置検討に資するため、これまで国が行ってきた実証実験の結果も踏まえつつ、ギャップフィルターの適用地域のモデル化や無線共聴施設の置局イメージを本年中に明らかにすべきである」とされているところである。

地上デジタル放送におけるギャップフィルターは種々の用途が想定され、また、ギャップフィルターの設置方法も、設置場所や受信点の確保の方法等により多様なものになると考えられる。

よって、本章では、地上デジタル放送におけるギャップフィルターについて、適用することができる地域やその設置方法について整理して示すこととする。なお、これらのモデルはあくまでも代表例であり、本来、設置方法は設置者の創意工夫や経済的な条件等に基づいて多様であることから、これらに当てはまらない場合も十分にあり得る。

1 ギャップフィルターを設置することができる者

- (1) 地上デジタルテレビジョン放送の放送事業者
- (2) 放送事業者以外の者（市町村、共聴組合、ビルオーナー等が地上デジタルテレビジョン放送に関する受信障害対策中継放送としてギャップフィルターを設置する場合）

2 ギャップフィルターを適用することができる地域や用途 【図5.1～5.5参照】

- (1) 山間地等自然的要因により受信障害が発生している地域
- (2) 地下街等の電波が遮へいされることにより受信障害が発生している空間
 - ①地下街
 - ②地下駐車場
- (3) 丘陵や窪地等の自然的要因により受信障害が発生している地域
 - ①丘陵により受信障害が発生している地域
 - ②窪地や川沿いで受信障害が発生している地域
- (4) 建造物等人為的要因により受信障害が発生している地域
 - ①単体のビルや橋梁等により受信障害が発生している地域
 - ②複数の建造物による複合的な都市減衰により受信障害が発生している地域
- (5) デジタル混信により受信障害が発生している地域
 - ①同一チャンネル混信により受信障害が発生している地域

②SFN混信により受信障害が発生している地域

3 ギャップフィルマーを設置する場合の形態モデル（代表例）

【図5.6～5.12参照】

- (1) システム全体を一の者が設置するパターン（受信点是非分離構成）
- (2) システム全体を一の者が設置するパターン（受信点は分離構成）
- (3) システム全体を一の者が設置するパターン（多段接続する構成）
- (4) 受信点は別の者が設置するパターン（ケーブルテレビの伝送網活用型）
- (5) 受信点は別の者が設置するパターン（地域公共ネットワークや公共施設管理用の光ファイバ活用型）
- (6) 受信点は別の者が設置するパターン（FWA等の自営系の無線を用いて伝送するもの）
- (7) 受信点は別の者が設置するパターン（電気通信事業者の伝送網活用型）

※ (4)～(7)については、次の条件のいずれかに適合する場合に可能であるので注意が必要である。

①閉鎖的で狭小なエリアであり上位局受信者への与干渉がない場合

②開放エリアにおいて上位局とのSFNで運用する場合は、次の条件に適合する場合

ア ギャップフィルマーの発射する電波が、ギャップフィルマー受信エリア内で上位局の同一フレームのガードインターバル内に収まっていること

イ 上位局の放送事業者が運用する中継局の送出タイミングは、中継局ネットワークを構築する都合上、時間調整することがあるため、ギャップフィルマー側の送信タイミングを上位局の送信タイミングに合わせて調整可能であること

ウ 周波数変換をしてパススルーで伝送している信号を使う場合には「極微小電力局」の技術基準に適合するものであること。特にSFNの場合は関連するSFN局との相対的な周波数偏差は10Hz以内であること

③開放エリアにおいてMFN(Multi Frequency Network：マルチ周波数ネットワーク)で運用する場合

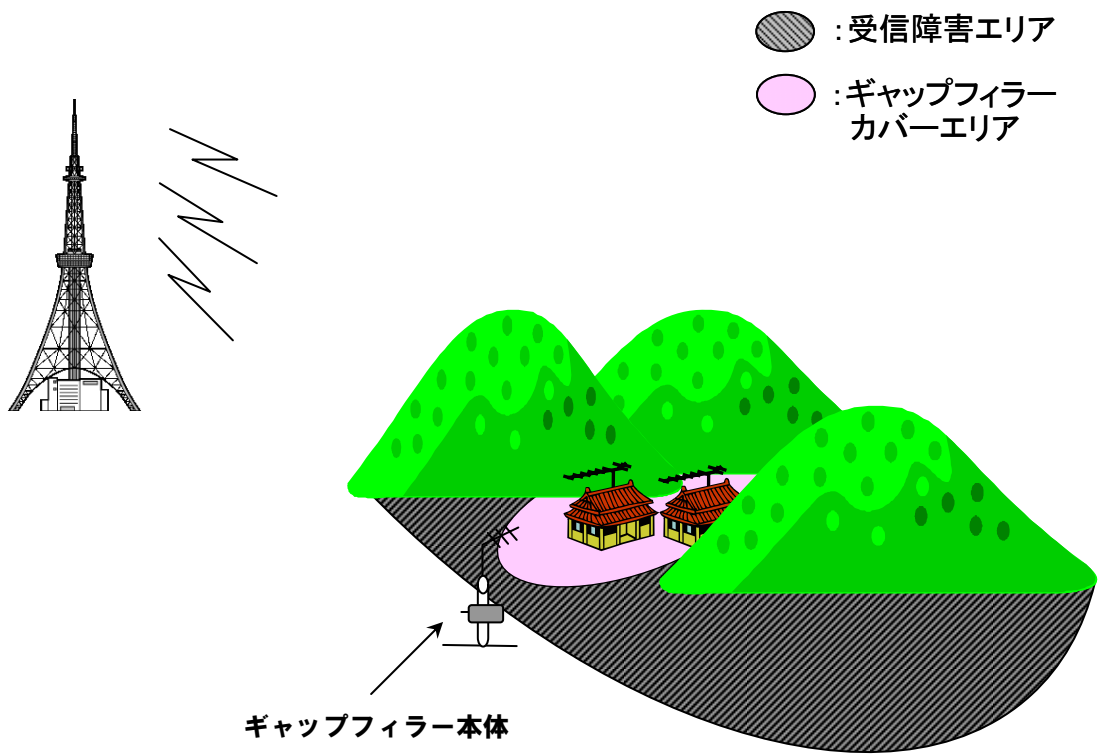


図5.1 山間地等自然的要因により受信障害が発生している地域

①地下街



②地下駐車場

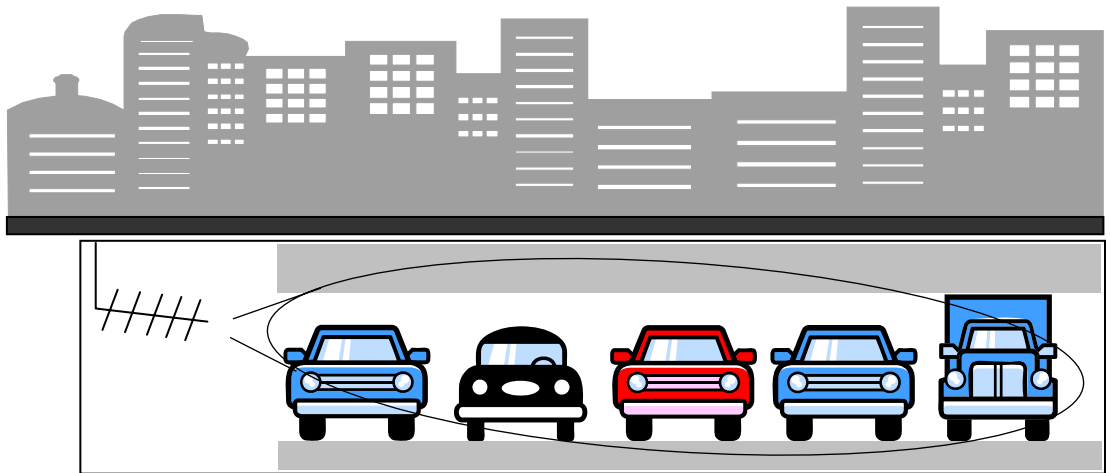


図5.2 地下街等の電波が遮へいされることにより受信障害が発生している空間

①丘陵により受信障害が発生している地域



②窪地や川沿いで受信障害が発生している地域

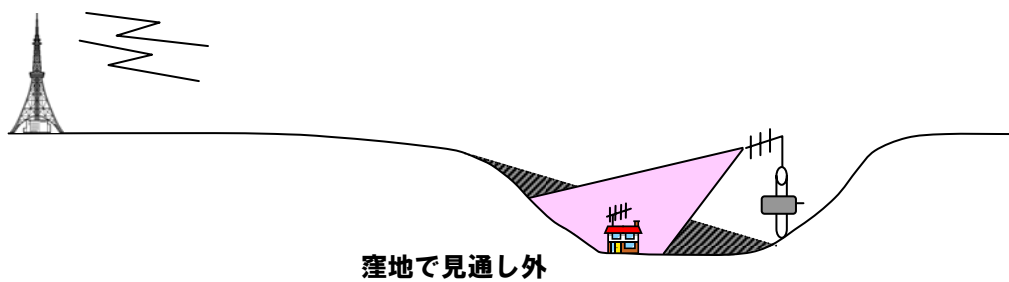
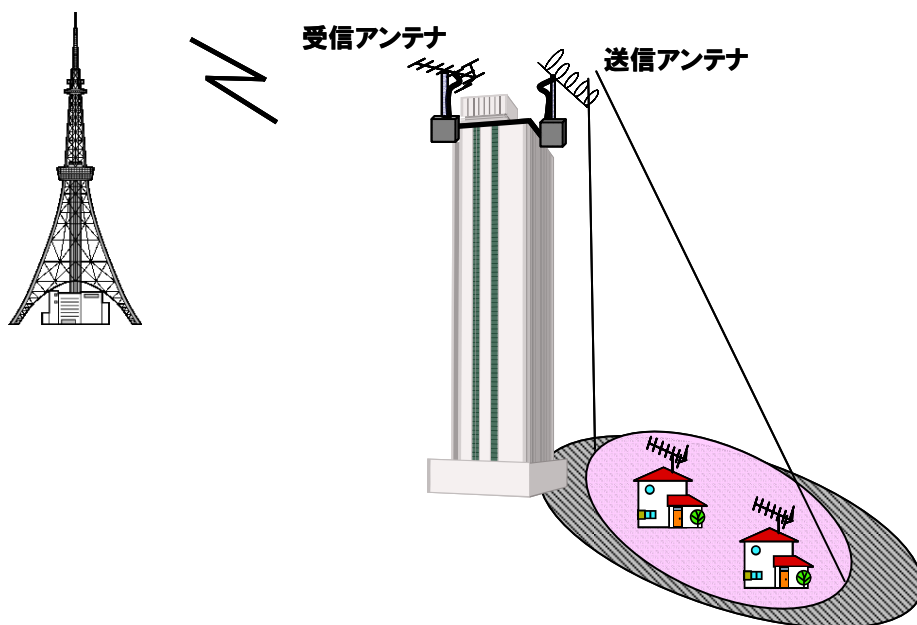


図5.3 丘陵や窪地等の自然的要因により受信障害が発生している地域

①単体のビルや橋梁等により受信障害が発生している地域



②複数の建造物による複合的な都市減衰により受信障害が発生している地域

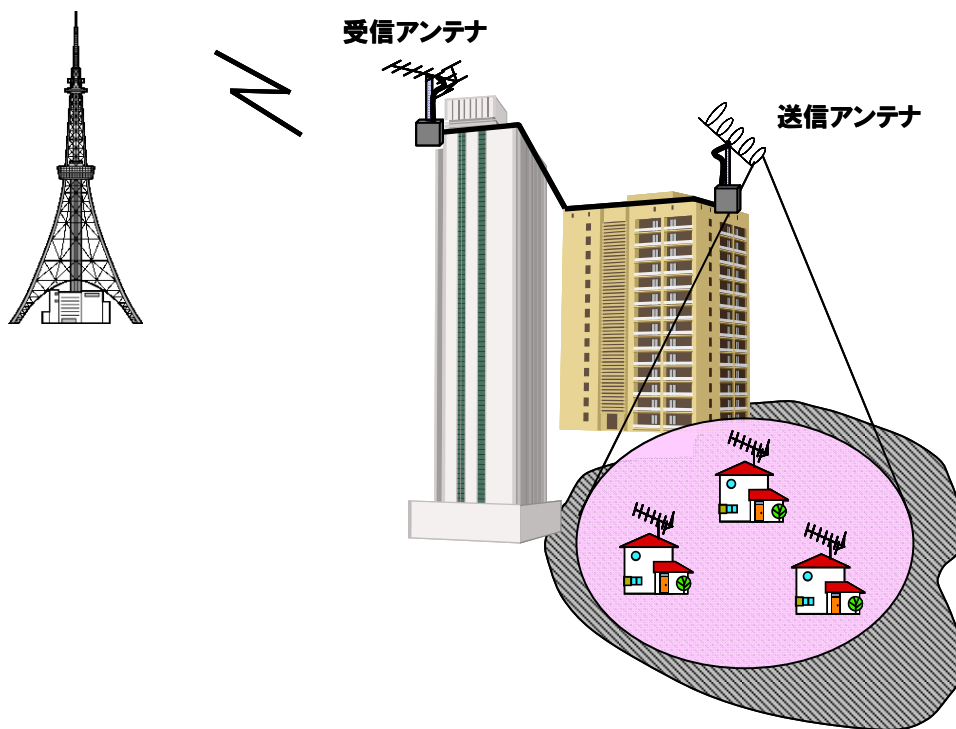
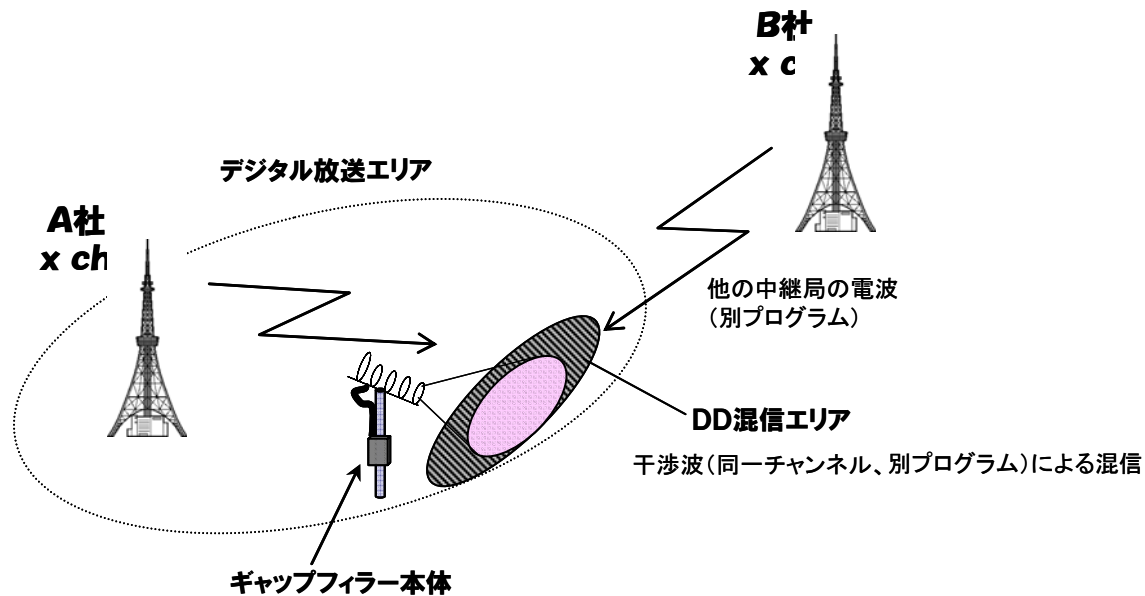


図5.4 建造物等人為的要因により受信障害が発生している地域

①同一チャンネル混信により受信障害が発生している地域



②SFN混信により受信障害が発生している地域

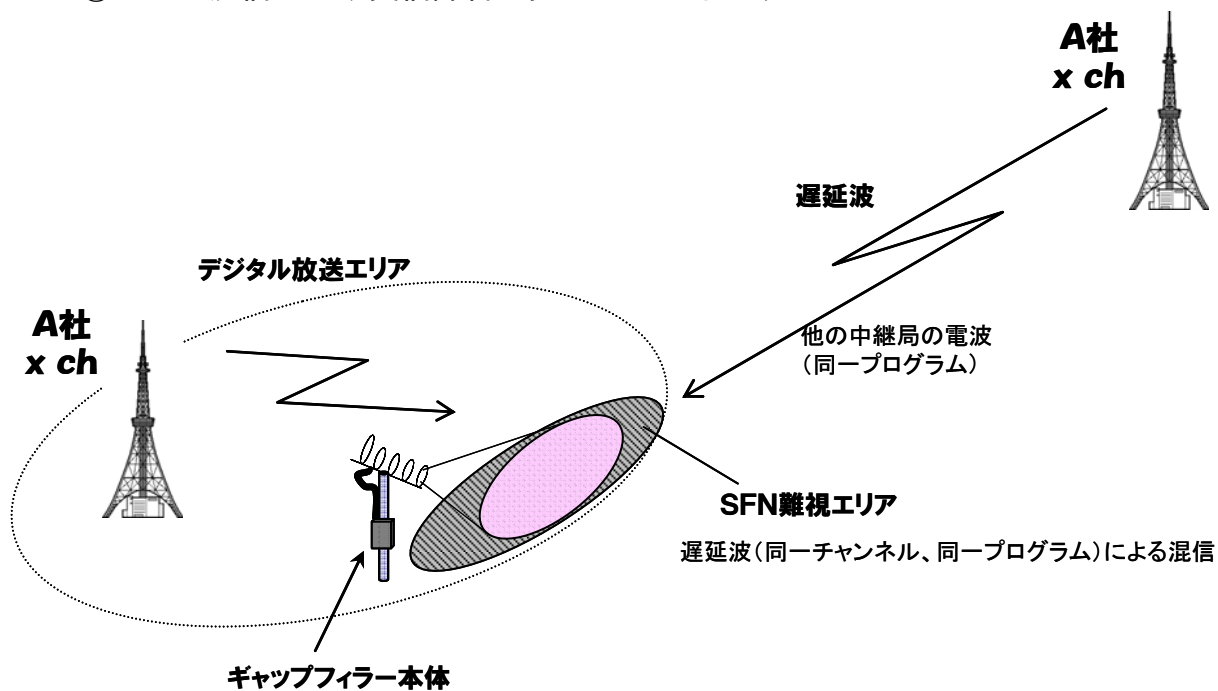
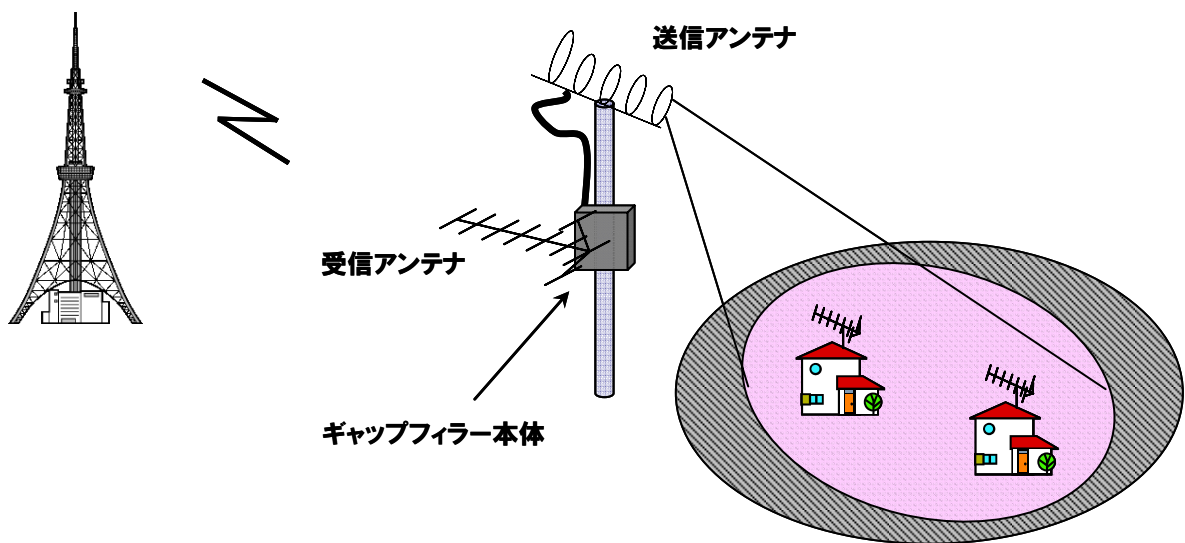
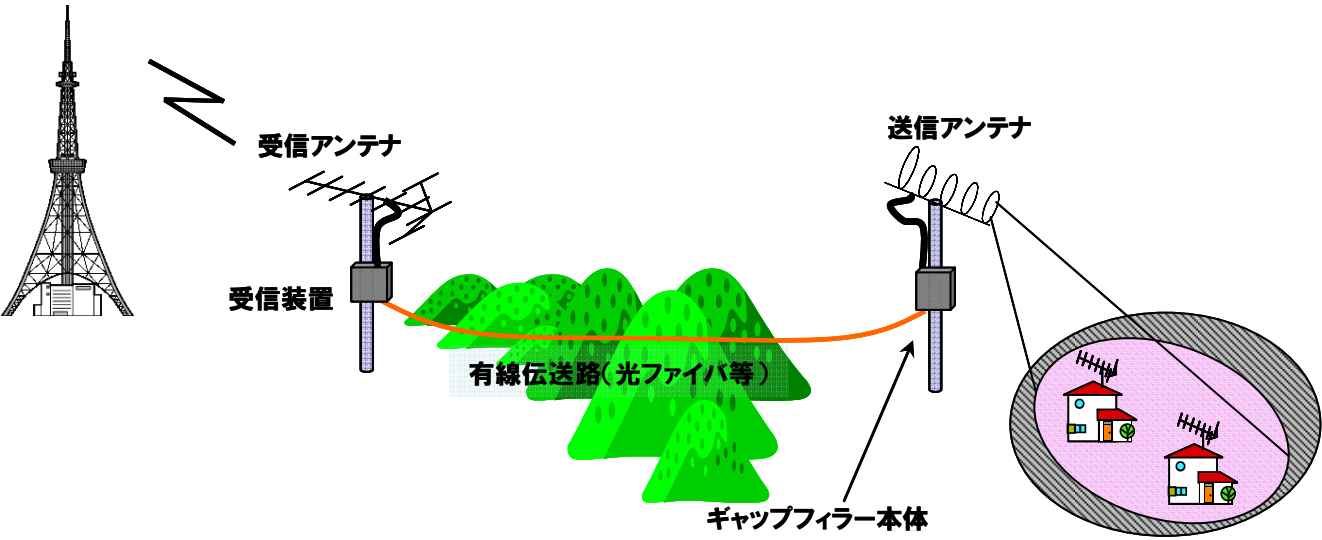


図5.5 デジタル混信により受信障害が発生している地域



受信箇所と送信箇所が同一

図5.6 システム全体を一の者が設置するパターン（受信点は非分離構成）



受信箇所と送信箇所が離れている

図5.7 システム全体を一の者が設置するパターン（受信点は分離構成）

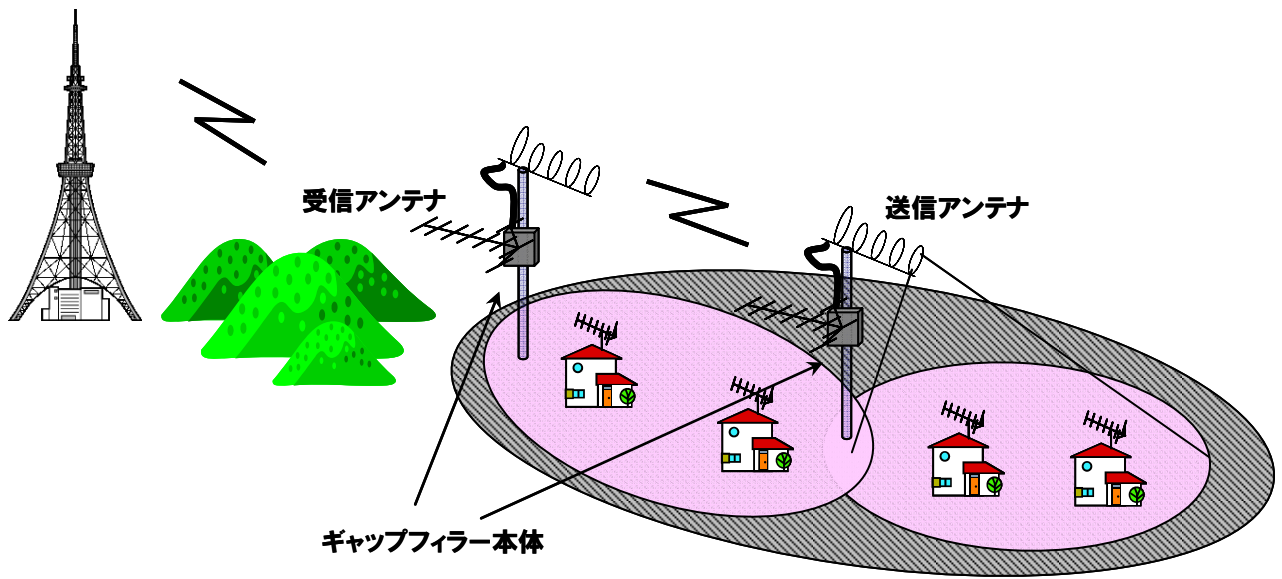


図5.8 システム全体を一の者が設置するパターン（多段接続する構成）

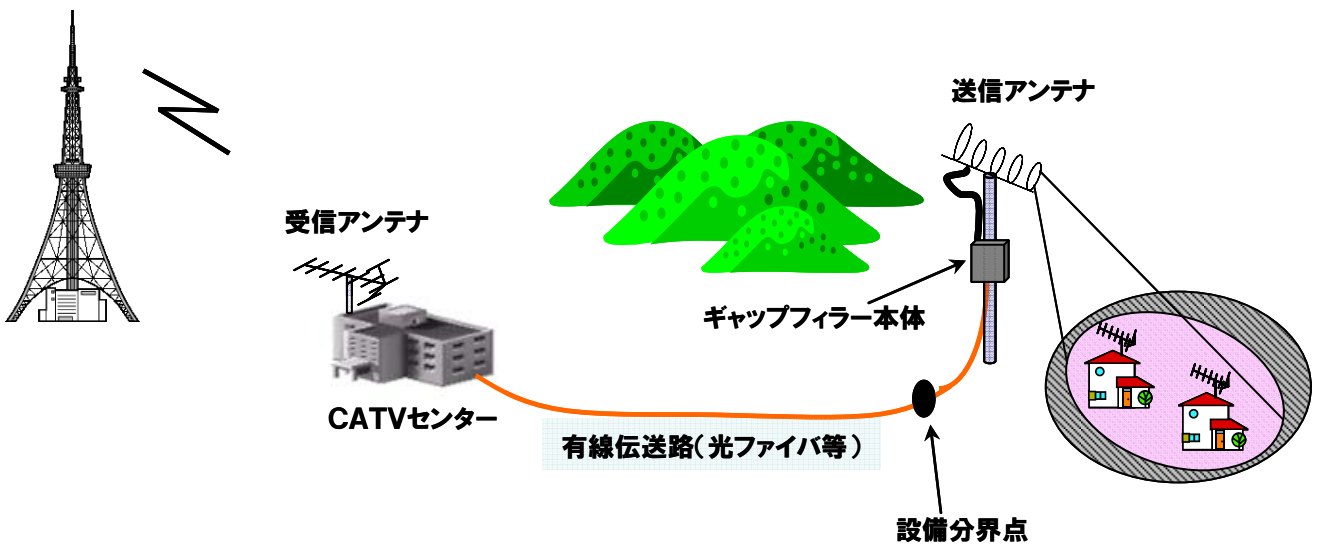


図5.9 受信点は別の者が設置するパターン（ケーブルテレビの伝送網活用型）

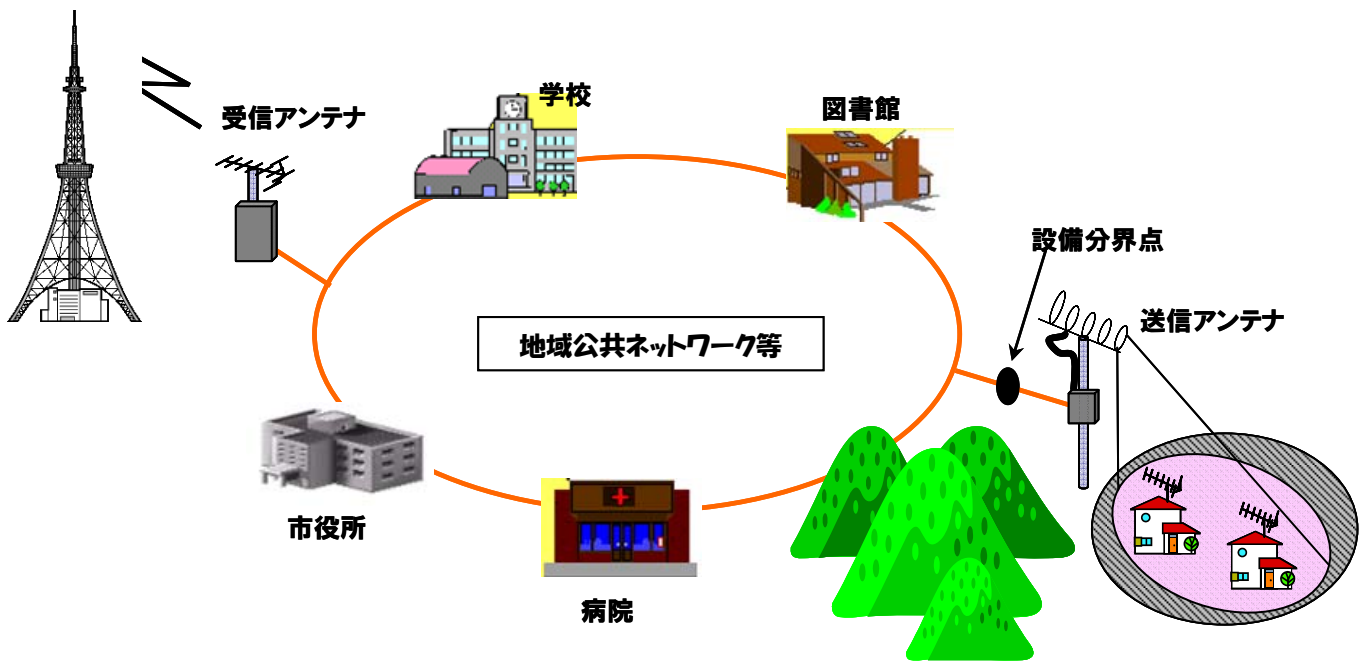


図5.10 受信点は別の者が設置するパターン
 (地域公共ネットワークや公共施設管理用の光ファイバ活用型)

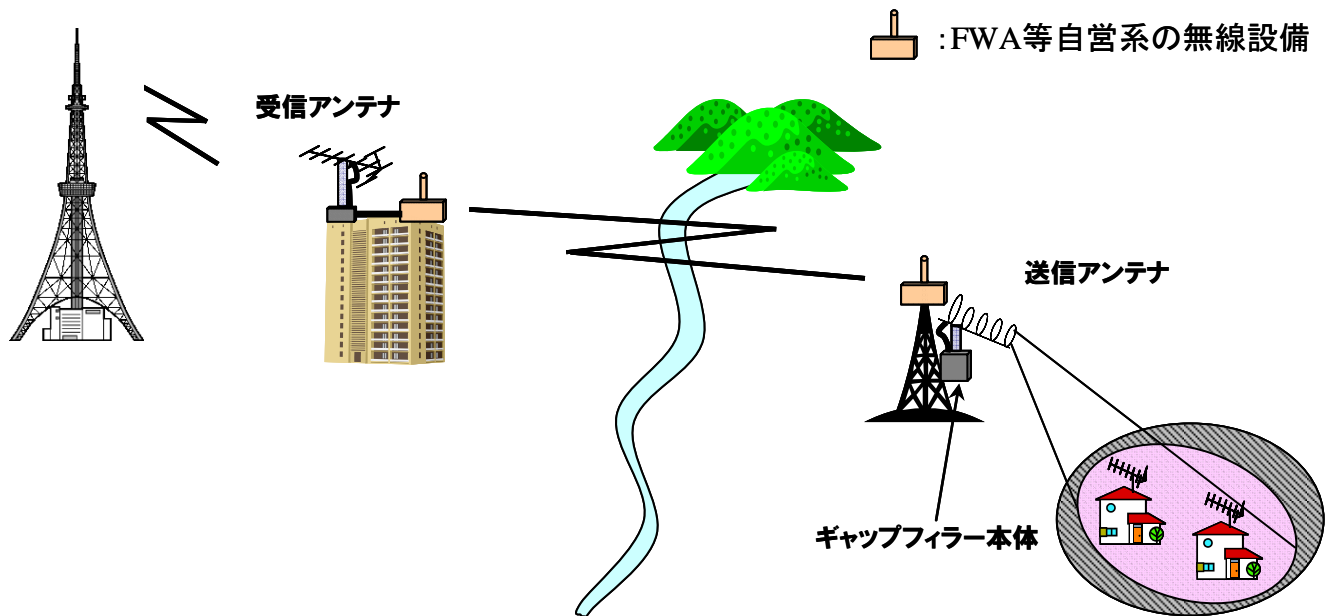


図5.11 受信点は別の者が設置するパターン
 (FWA等の自営系の無線を用いて伝送するもの)

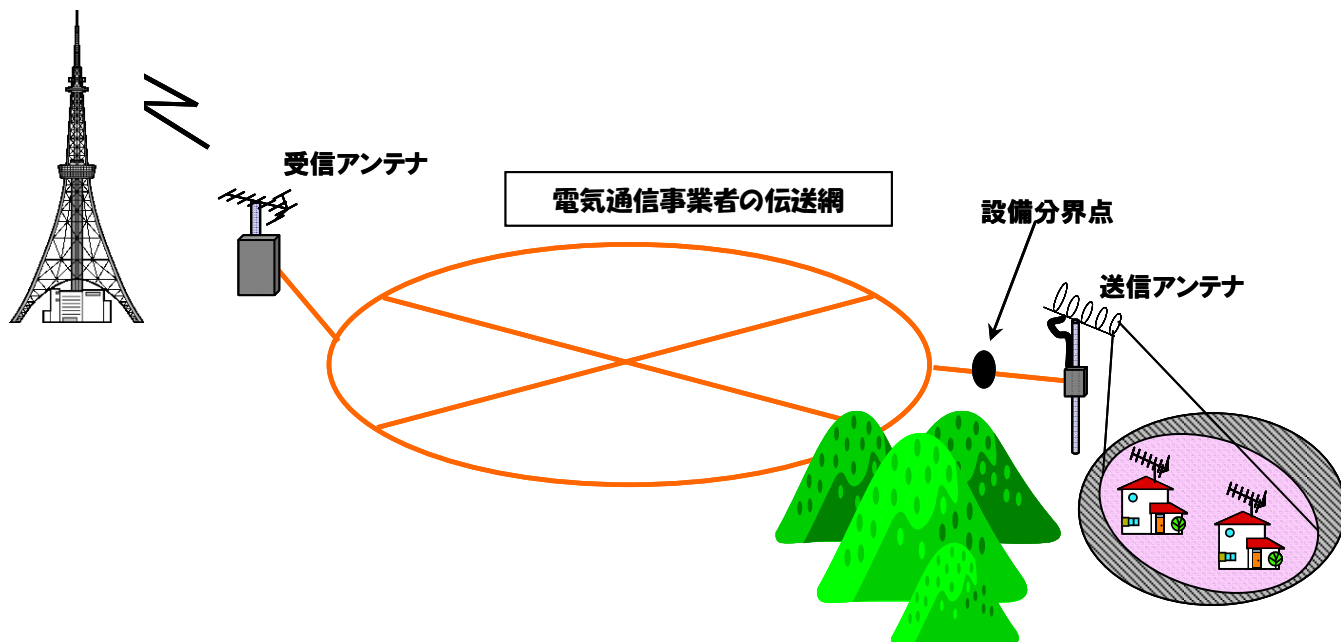


図5.12 受信点は別の者が設置するパターン（電気通信事業者の伝送網活用型）