

V H F 帯放送番組中継回線の利用促進のための  
周波数有効利用技術に関する調査検討

報 告 書

平成 3 0 年 3 月

V H F 帯放送番組中継回線の利用促進のための  
周波数有効利用技術に関する調査検討会



## まえがき

近年、我が国において甚大な被害をもたらす自然災害が頻繁に発生しており、放送は、災害時における国民の生命・財産の安全確保に極めて重要な役割を担っている。特にラジオ放送は、停電時においても情報入手が可能なメディアとして、東日本大震災においてもその高い有用性が改めて認識された。

総務省では、国民の生命・財産の安全確保に必要な情報が今後とも適切に提供されるよう、放送ネットワークの強靱化対策のほかFM補完中継局やコミュニティ放送の中継局等の整備を支援している。

このような新たな放送中継網の構築にあわせて、放送番組中継回線としての無線通信の需要が高まりつつあり、今後、VHF帯（60MHz帯及び160MHz帯）放送番組中継回線の利用増加が想定されている。

VHF帯放送番組中継回線のデジタル化方式については、総務省が2015年に制度化し、2016年からシステムが導入され、従来からのアナログ方式の放送番組中継回線や防災行政無線システムなど他の無線システムと周波数帯を共用しながら運用を開始している。

一方、同一の周波数帯を使用する防災行政無線については、従来のデジタル方式より低廉なシステムの整備に向けた新たな方式の導入や、アナログ方式からデジタル方式への機能変更も加わり周波数の需要は増加傾向にある。VHF帯の周波数需要は極めて高く周波数が逼迫していることから、更なる周波数有効利用が求められている。

このような背景から、現在運用しているVHF帯無線システムについて、現状の特性を確認し、システム相互間の混信保護基準を明らかにするとともに、更なる周波数有効利用を図る必要がでてきた。

このため、「VHF帯放送番組中継回線の利用促進のための周波数有効利用技術に関する調査検討会」においては、放送番組中継回線として割り当てられている60MHz帯及び160MHz帯と同一の周波数帯を使用する防災行政無線等、異システム間の混信保護基準等を明確化し、周波数を有効利用するための方策、技術基準の検討及び技術的条件案の策定に資することを目的として技術試験、実証実験を含めた検討を行い、その結果を本報告書に取りまとめた。

最後に、本調査検討会にご参加頂いた委員各位をはじめ、各実験等にご参加、ご協力頂いた全ての皆様方に、心から御礼を申し上げます。

平成30年3月

VHF帯放送番組中継回線の利用促進のための周波数有効利用技術に関する調査検討会  
座長 佐々木 重信



# 目 次

まえがき

第1章 調査検討会の概要 .....	1
1.1 調査検討の目的 .....	1
1.2 調査検討項目 .....	1
1.3 調査検討会の組織及び開催期間.....	2
1.3.1 調査検討会の組織.....	2
1.3.2 調査検討会の開催期間、開催状況 .....	2
第2章 背景・現状 .....	3
2.1 検討の背景 .....	3
2.2 60MHz帯及び160MHz帯の利用状況（割当て状況）.....	3
2.3 現状 .....	5
2.3.1 現状.....	5
2.4 規格化動向 .....	7
2.4.1 VHF帯STL/TTLの目的、特徴及び制度化の経緯.....	7
2.4.2 VHF帯デジタルSTL/TTLの伝送モデル .....	8
2.4.3 VHF帯デジタルSTL/TTLの技術基準.....	9
第3章 検討事項.....	11
3.1 検討事項 .....	11
3.2 共用検討の進め方と検討イメージ .....	12
第4章 技術試験.....	13
4.1 技術試験方法の検討.....	13
4.1.1 周波数の共用条件における検討.....	13
4.1.2 D/Uの算出方法の検討.....	13
4.2 共用検討の対象となる無線システム .....	15
4.2.1 共用検討の対象となる無線システム .....	15
4.2.2 無線システムの規格諸元.....	17
4.2.3 各無線システムの基本特性の確認 .....	21
4.3 試験方法 .....	22
4.3.1 干渉試験項目 .....	22
4.3.2 STL/TTL被干渉試験方法 .....	24

4. 3. 3	防災行政無線 被干渉試験方法.....	2 5
4. 3. 4	使用測定器.....	2 6
4. 4	試験結果.....	2 7
4. 4. 1	アナログ STL/TTL の被干渉試験の結果.....	2 7
4. 4. 2	アナログ STL/TTL の所要 D/U と IRF.....	3 2
4. 4. 3	デジタル STL/TTL の被干渉試験の結果.....	3 7
4. 4. 4	デジタル STL/TTL の所要 D/U と IRF.....	4 1
4. 4. 5	アナログ防災行政無線の被干渉試験の結果.....	4 5
4. 4. 6	アナログ防災行政無線の所要 D/U と IRF.....	4 8
4. 4. 7	デジタル防災行政無線被干渉試験の結果.....	5 1
4. 4. 8	デジタル防災行政無線の所要 D/U と IRF.....	5 4
第5章	実証実験.....	5 7
5. 1	屋外実証実験.....	5 7
5. 1. 1	実証実験方法.....	5 7
5. 1. 2	実証実験結果.....	6 5
5. 2	公開実験.....	7 4
5. 2. 1	STL 受信設備の視察.....	7 4
5. 2. 2	防災行政無線システムの視察.....	7 5
5. 2. 3	VHF 帯 STL/TTL と防災行政無線システムとの干渉試験 (デモ) ...	7 7
第6章	共用条件の検討.....	7 9
6. 1	VHF 帯 STL/TTL の混信保護と共用条件.....	7 9
6. 2	防災行政無線の混信保護と共用条件.....	8 2
6. 3	160MHz 帯 STL/TTL.....	8 5
6. 4	干渉検討 (モデル検証).....	8 5
6. 4. 1	干渉検討 (60MHz 帯).....	8 5
6. 4. 2	干渉検討 (160MHz 帯).....	1 0 2
6. 4. 3	干渉モデルにおける検討結果.....	1 0 6
6. 5	海外から持込まれる無線システム等との干渉.....	1 0 8
第7章	まとめと展望.....	1 0 9
7. 1	技術試験の結果.....	1 0 9
7. 2	改正すべき技術基準 (案).....	1 1 0
7. 3	今後の検討課題.....	1 1 7

## 資料編

資料 1 「VHF帯放送番組中継回線の利用促進のための周波数有効利用技術に関する調査検討会」の開催に関わる資料

資料 1.1 開催趣旨

資料 1.2 設置要綱

資料 1.3 会議の公開及び個人情報の取扱い等について

資料 1.4 構成員名簿

資料 1.5 オブザーバー及び事務局

資料 1.6 調査検討会の開催状況

資料 1.7 調査検討会の実施に際してご協力頂いた方々

資料 2 各無線システムの基本特性の確認結果

資料 2.1 アナログ STL/TTL システムの基本特性

資料 2.2 デジタル STL/TTL システムの基本特性

資料 2.3 防災行政無線システムの基本特性資料

資料 3 干渉試験結果

資料 3.1 アナログ STL/TTL の被干渉試験の結果

資料 3.2 デジタル STL/TTL の被干渉試験の結果

資料 3.3 アナログ防災無線の被干渉試験の結果

資料 3.4 デジタル防災無線の被干渉試験の結果資料

資料 4 干渉試験測定データ

資料 5 全干渉波の総和に対する混信保護値  $[C/I_a]$

資料 6 干渉軽減係数の算出

資料 6.1 干渉軽減係数 (IRF) の考え方

資料 6.2 干渉軽減係数の算出

資料 6.3 所要 D/U 算出式



# 第1章 調査検討会の概要

## 1.1 調査検討の目的

放送番組中継を行う VHF 帯（60MHz 帯及び 160MHz 帯）のデジタル方式による STL<sup>1</sup>/TTL<sup>2</sup>無線局（デジタル STL/TTL 無線局）は、超短波（FM）放送局のステレオ番組伝送が可能なものとして平成 27 年 11 月に技術的条件（空中線電力 5W 以下）が整備され、中波放送事業者、FM 放送事業者及びコミュニティ放送事業者の放送番組中継回線用としての需要が想定されている。

デジタル STL/TTL 無線局に割り当てる周波数は、既設の VHF 帯のアナログ方式による STL/TTL 無線局（アナログ STL/TTL 無線局）と周波数を共用しており、隣接する周波数帯には防災行政無線などの公共業務用や自動車運送等の一般業務用のアナログ方式を含む各種無線システムが混在している。

防災行政無線、デジタル STL/TTL 無線局（空中線電力 5W 以下）については、自システム間の混信保護基準は規定されているが、異システム間の混信保護基準が規定されていないため、効率的な周波数割り当てが行われていない状況にある。

本調査検討は、アナログ STL/TTL 無線局及びデジタル STL/TTL 無線局と同じ周波数帯を使用する他のシステムとの混信保護基準を明確化し、周波数を有効利用するための方策、技術基準の検討及び技術的条件案の策定に資することを目的とする。

## 1.2 調査検討項目

今回実施する具体的な技術試験及び検討内容は以下の 4 項目である。

- (1) STL/TTL 無線局を使用するうえでの課題の検討
- (2) 電波の有効利用の観点から STL/TTL 無線局を多くのユーザーで利用するための混信保護基準の検討
- (3) 同一周波数帯のシステム及び隣接周波数帯のシステムとの共用条件（干渉）等の検討
- (4) 改正すべき技術基準の検討

<sup>1</sup> STL(Studio to Transmitter Link):放送局（演奏所）と親局（送信所）を結ぶ番組中継回線

<sup>2</sup> TTL(Transmitter to Transmitter Link) :親局（送信所）又は中継局（送信所）と中継局（送信所）を結ぶ番組中継回線

### 1.3 調査検討会の組織及び開催期間

本調査検討を行うにあたり、「VHF帯放送番組中継回線の利用促進のための周波数有効利用技術に関する調査検討会」を設置し、検討することとした。開催趣旨を資料 1.1、設置要綱を資料 1.2、会議の公開及び個人情報の取扱い等について資料 1.3 に示す。

#### 1.3.1 調査検討会の組織

本調査検討会には、有識者、放送事業者及び放送機器メーカーなどから、総務省信越総合通信局長の委嘱を受けた 20 名の委員と 1 名の顧問が参画した。

座長には委員の中から互選により新潟大学の佐々木教授が選出され、座長代理には信州大学の笹森教授が座長から指名された。

事務局は、総務省信越総合通信局無線通信部企画調整課及び同局から委託を受けた株式会社 NHK アイテックが担当した。

調査検討会の構成員（委員・顧問）は資料 1.4 に、オブザーバー及び事務局は資料 1.5 に示す。

#### 1.3.2 調査検討会の開催期間、開催状況

総務省信越総合通信局より「VHF帯放送番組中継回線の利用促進のための周波数有効利用技術に関する調査検討会」に関する報道発表を平成 29 年 10 月 23 日に実施し、第 1 回調査検討会を同年 10 月 31 日に開催した。以降、第 2 回調査検討会を平成 30 年 1 月 25 日に、最終会合となる第 3 回調査検討会を同年 3 月 9 日に開催した。また、同年 1 月 25 日には、屋外で実施した実証実験の公開実験を長野県松本市で行っている。

その間、同調査研究会の事務局となる総務省信越総合通信局無線通信部企画調整課、技術試験を実施する株式会社 NHK アイテック及び検討テーマに合わせたメンバーにより構成される実務者会議を、東京都内で合計 3 回開催した。

調査検討会及び実務者会議の開催状況を資料 1.6 に示す。

また、技術試験の実施に際してご協力いただいた方々を資料 1.7 に示す。

## 第2章 背景・現状

### 2.1 検討の背景

VHF帯（60MHz帯及び160MHz帯）は、放送事業用の他、防災行政無線をはじめとする公共業務用や、自動車運送等の一般業務用の各種の無線システムが混在している。

現在、放送番組中継回線がデジタル化（空中線電力5W以下の無線局）され、自システム間の混信保護基準は規定されているが、異システム間の汎用的な共用基準は定められていないため、従来からのシステム間のガードバンドの考え方が踏襲されており、周波数の利用効率が悪い状況である。

VHF帯STL/TTL無線局の増加の対策として、同じ周波数帯を使用し、需要が増加している防災行政無線等との混信保護基準等を明確にして共用条件を整理するため、周波数有効利用に資する技術的検討を行うことが必要となっている。

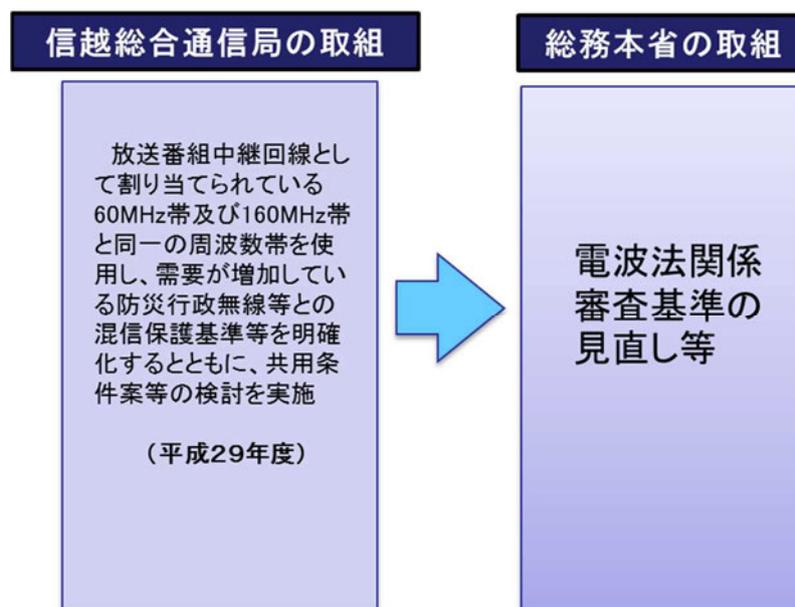


図 2.1-1 総務省の取組

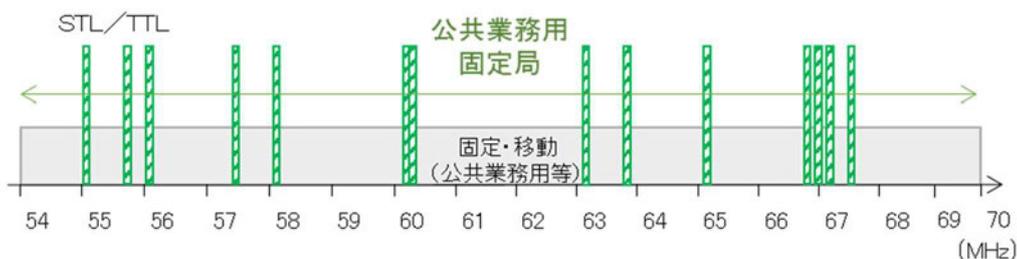
### 2.2 60MHz帯及び160MHz帯の利用状況（割当て状況）

60MHz帯及び160MHz帯のVHF帯周波数については、遠方通信や見通し外通信が可能となる電波伝搬特性があるため、移動通信や固定通信など多くの無線通信の用途として使用されている。

放送業務用無線としては、固定通信利用として 60MHz 帯は 55～68MHz の中から 14 波が、160MHz 帯は 162～169MHz の中から 6 波が、占有周波数帯幅を 100kHz とするラジオ番組中継回線として割り当てられている。

また、防災行政無線同報系は、54～70MHz が割り当てられている。

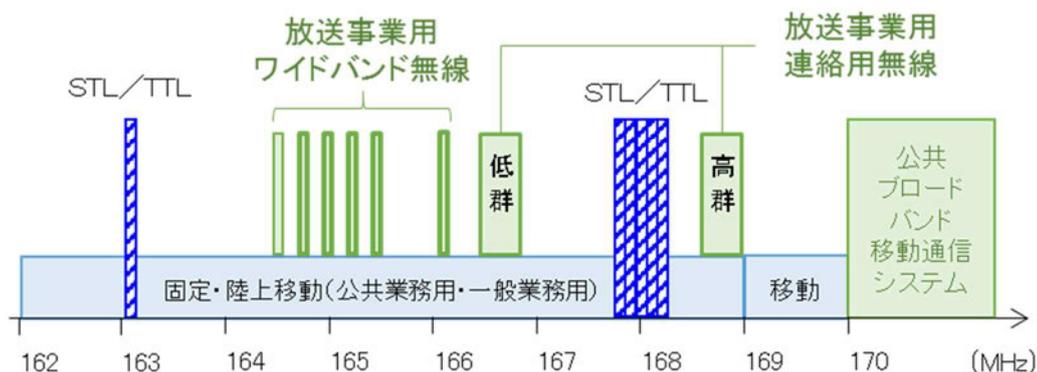
### 60MHz帯の周波数割当状況



#### 【STL/TTL の割当て周波数】

55.07MHz, 55.73MHz, 56.09MHz, 57.47MHz, 58.13MHz, 60.2MHz, 60.305MHz, 63.17MHz, 63.83MHz, 65.15MHz, 66.83MHz, 67.01MHz, 67.19MHz, 67.55MHz の 14 波

### 160MHz帯の周波数割当状況



#### 【STL/TTL の割当て周波数】

163.09MHz, 167.83MHz, 167.93MHz, 168.03MHz, 168.13MHz, 168.23MHz の 6 波

図 2.2-1 60MHz 帯及び 160MHz 帯の周波数割当て状況

## 2.3 現状

### 2.3.1 現状

#### (1) 60MHz 帯及び 160MHz 帯を利用し、運用している無線局

VHF 帯 STL/TTL 無線局と同一の周波数帯を使用している無線局は、近年の情報化や防災情報の伝達機能強化などへの対応のためアナログ方式からデジタル方式に移行するほか、様々なシステムも使用されている関係から周波数の需要が増加し、地域によっては周波数が逼迫している状況にある。

#### 60MHz 帯において干渉検討の対象となる無線システム

- 防災行政無線
- 電気通信業務（山岳地等での電話回線サービス）
- 公共業務用の自営回線（官庁、水防、ガス・水道事業等）
- 一般業務用の自営回線（自動車運送・新聞通信等）

#### 160MHz 帯において干渉検討の対象となる無線システム

- 放送事業用連絡無線
- 放送事業用ワイドバンド無線
- 公共業務・一般業務用の自営回線

#### (2) VHF 帯 STL/TTL の運用実態

- アナログ STL/TTL 回線は、長年にわたりラジオ放送の番組伝送用の信頼ある回線として使用している。
- 60MHz 帯及び 160MHz 帯のアナログ STL/TTL 回線は、その周波数特性から見通し外伝搬区間などに使用している。
- 現在、60MHz 帯及び 160MHz 帯を合わせて、約 120 局の無線局が常時運用している。
- ラジオ番組の伝送を 2 番組送ることが出来る多重回線と、1 番組のみを送る回線の 2 種類がある。
- 平成 28 年には、ステレオ伝送を可能としたデジタル方式の技術基準が整備され、平成 29 年から運用を開始している。
- 使用する空中線は、主として水平偏波を多く使用している。

(3) 防災行政無線の運用実態

- 防災行政無線の同報系は、平成 29 年 3 月末現在、全国 78.9%の自治体に整備、運用されている。
- 近年では、地震、火山噴火、豪雨、大雪など様々な災害が発生した際の情報伝達手段として有効に活用されるとして、自治体への普及が広がってきている。
- さらに、高機能化、未受信地区解消など様々なニーズも広がりを見せている。
- アナログ方式からデジタル方式への変更や、防災対応に向けての戸別受信機の普及政策などへの期待が大きく、それに伴い同報系無線に割り当てる周波数の需要が増大し逼迫している。
- 運用方法としては、同報系の送信確認を行うため、アンサーバック送信・受信を行う機能を設けていることから、中継局以外の屋外子局からの送信も行われている。
- 防災行政無線の電波送信は、情報伝達する必要時のみ送信されている場合があり、そのため送信時間が短い場合等は電波干渉について確認が難しい場合もある。
- 使用する空中線は、主として垂直偏波を多く使用している。

## 2.4 規格化動向

### 2.4.1 VHF 帯 STL/TTL の目的、特徴及び制度化の経緯

VHF 帯 STL/TTL の目的、制度化の経緯について、以下に示す。

#### (1) VHF 帯 STL/TTL の目的

- STL(Studio to Transmitter Link)とは、放送局（演奏所）と親局（送信所）を結ぶ番組中継回線のことをいい、TTL(Transmitter to Transmitter Link)とは、親局（送信所）又は中継局（送信所）と中継局（送信所）を結ぶ番組中継回線。
- VHF 帯の周波数を使用する STL/TTL は、送受信のアンテナを八木アンテナで整備することができるため、鉄塔構造や整備コストが比較的小規模で整備できる。
- VHF 帯の電波伝搬特性から、遠方受信や見通し外受信も可能となる回線である。
- アナログ方式の STL については、ラジオ放送開始初期から導入され、長年にわたり運用している実績があり、安定しているシステムである。

#### (2) VHF 帯デジタル STL/TTL の制度化の経緯

- VHF 帯の伝搬特性とデジタル技術を活かした、手頃にステレオ伝送できる STL/TTL の導入が求められてきた。
- 平成 26 年度に総務省信越総合通信局が実施した技術試験事務において、山間部に集落が点在する地域等において FM 放送の放送区域の確保と改善を図るため、放送局の送信所までの番組伝送等無線で行う STL 技術に関する調査検討会を開催し、平成 27 年 3 月、報告書として取りまとめた。
- 平成 26 年 12 月総務省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で「ラジオネットワークの強靱化に関する技術的条件」の審議が平行して開始され、平成 27 年 7 月に審議会答申を受け、制度化に向けた検討が行われ、電波法施行規則の一部を改正する省令が平成 27 年 11 月 26 日に公布・施行、電波法関係審査基準（訓令）の一部改正が平成 28 年 5 月 31 日に施行された。

#### (3) VHF 帯デジタル STL/TTL の特徴

- 無線設備等の設置が容易で、コストを抑えることが可能である。
- 広い帯域を必要としない音声中継に有効である。
- フレネル半径が広く、見通し外伝搬や長距離伝搬にも有効である。

## 2.4.2 VHF 帯デジタル STL/TTL の伝送モデル

VHF 帯デジタル STL/TTL の伝送モデルは、標準モデルのほか、長距離モデル、多段ルートを設定する（一区間当たり 20km を前提）。また、空中線電力は、標準区間（20km 程度）での伝送を可能にするため、5W 以下とする。

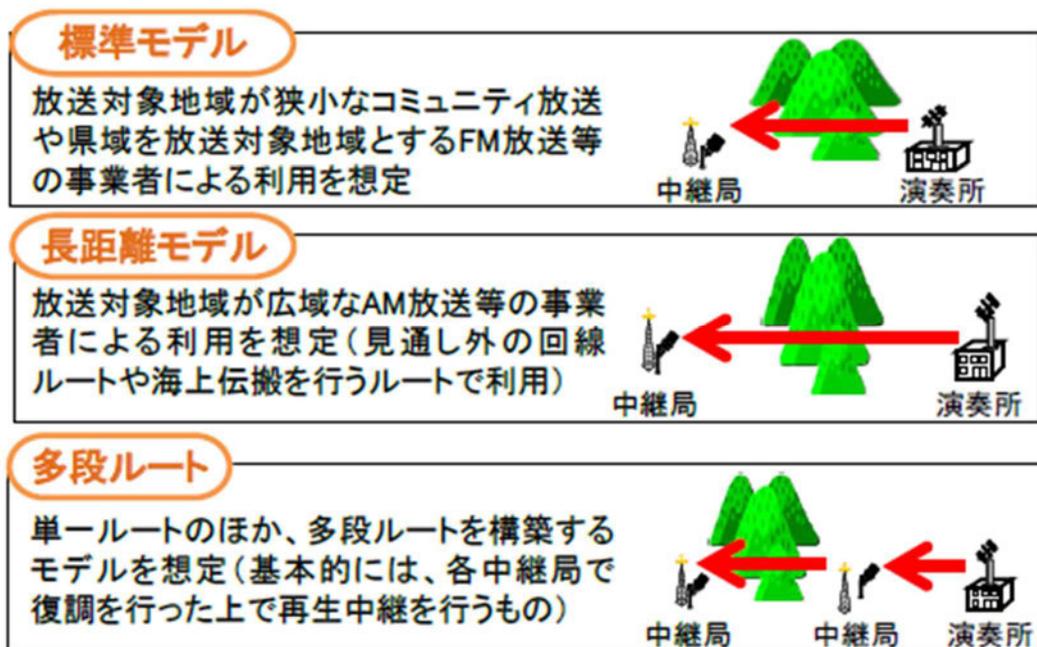


図 2.4-1 伝送モデルのイメージ

## 2.4.3 VHF 帯デジタル STL/TTL の技術基準

VHF 帯デジタル STL/TTL における各種技術基準を以下に示す。

表 2.4-1 無線設備に関する技術基準

周波数	54MHz超68MHz以下／162.05MHz超169MHz以下		
変調方式	64QAM(但し、伝搬路状況等により回線断を生じる可能性がある場合は、32QAM方式、16QAM方式又は4PSK方式の各方式を使用可)		
伝送容量	480kbps以下	クロック周波数	80KHz以下
空中線電力	5W以下	偏波	垂直偏波又は水平偏波
総合伝送特性	ロールオフ率 $\alpha$ は、0.2以下。なお、 $\alpha$ は、 $\Delta f(\alpha) \leq 96\text{kHz}$ を満たすこと。 $\Delta f(\alpha)$ はスペクトル帯域幅であり、 $\Delta f(\alpha) = f_c(1 + \alpha)$ ( $f_c$ はクロック周波数) で定義。		
復調方式	同期検波方式	自動等化器	波形歪補償を行うもの
中継方式等	中継方式	検波再生中継方式(置局条件等により、検波再生中継方式が困難で、回線設計(回線品質)の条件を満足するときは、非再生中継方式も可)	
	無給電中継装置	使用しない	
	スペースダイバシティ	伝送路条件が厳しい回線では可能な限り使用	
受信入力	周波数帯	標準受信入力	最大受信入力
	60MHz帯	-60dBm	-50dBm
	160MHz帯	-67dBm	-57dBm
等価雑音帯域幅	80KHz以下	雑音指数	5dB以下
空中線電力の許容偏差	上限20%、下限50%		
占有周波数帯幅	96KHz	周波数の許容偏差	$10 \times 10^{-6}$
伝送の質(回線瞬断率)	0.1%(信頼度99.9%) 送受信装置に誤り訂正機能を有していること。		

表 2.4-2 ろ波特性に関する技術基準

送受信高周波ろ波特性				
周波数偏差	3MHz	5MHz	10MHz	
減衰量	10dB以上	20dB以上	30dB以上	
等価送信ろ波特性				
周波数偏差	50KHz	150KHz	3MHz	10MHz
減衰量	37dB以上	48dB以上	48dB以上	60dB以上
高周波ろ波特性に中間周波ろ波特性及びデジタル部のろ波特性を加えたもの				
等価受信ろ波特性				
周波数偏差	50KHz	150KHz	3MHz	10MHz
減衰量	37dB以上	48dB以上	48dB以上	60dB以上
高周波ろ波特性に中間周波ろ波特性及びデジタル部のろ波特性を加えたもの				

表 2.4-3 混信保護の許容値に関する技術基準

項目	-	隣接	隣々接	
干渉波1波当たりの値	同一経路(平常時)	36.7dBm	37dBm	48dBm
	異経路(平常時)	32.8dBm	33.1dBm+Fmr	44.1dBm+Fmr
全干渉波の総和に対する値(フェージング時)	31.3dBm			
Fmr: 各経路における所要フェージングマージン				

表 2.4-4 各変調方式との干渉軽減係数(IRF)に関する技術基準

希望波	妨害波	周波数差				
		0kHz	100kHz	180kHz	300kHz	400kHz
デジタル STL/TTL	デジタル STL/TTL	0dB	37dB	47dB	—	48dB
	アナログ STL/TTL	2dB	39dB	49dB	50dB	—
	アナログ 監視・制御回線 STL/TTL	7dB	44dB	55dB	—	—
アナログ STL/TTL	デジタル STL/TTL	10dB	42dB	61dB	65dB	—
アナログ 監視・制御回線 STL/TTL		13dB	80dB	80dB	80dB	—
IRF <sub>j</sub> : 希望波と異経路の j 番目の干渉軽減係数(dB)						

## 第3章 検討事項

### 3.1 検討事項

本調査検討では、STL/TTL が使用する占有周波数帯幅の許容値の帯域外について、防災行政無線同報系と周波数を効率良く使用するため、「周波数の近接できる範囲」、「局間の所要離隔距離」、「伝送品質を確保するための所要 D/U」についての調査検討を、以下の項目により実施する。

- (1) STL/TTL 無線局を使用するうえでの課題の検討
- (2) 電波の有効利用の観点から STL/TTL 無線局を多くのユーザーで利用するための混信保護基準の検討
- (3) 同一周波数帯のシステム及び隣接周波数帯のシステムとの共用条件(干渉)等の検討
- (4) 改正すべき技術基準の検討

対象周波数帯は 60MHz 帯及び 160MHz 帯、対象システムは放送事業用固定局（放送番組中継用）とする。

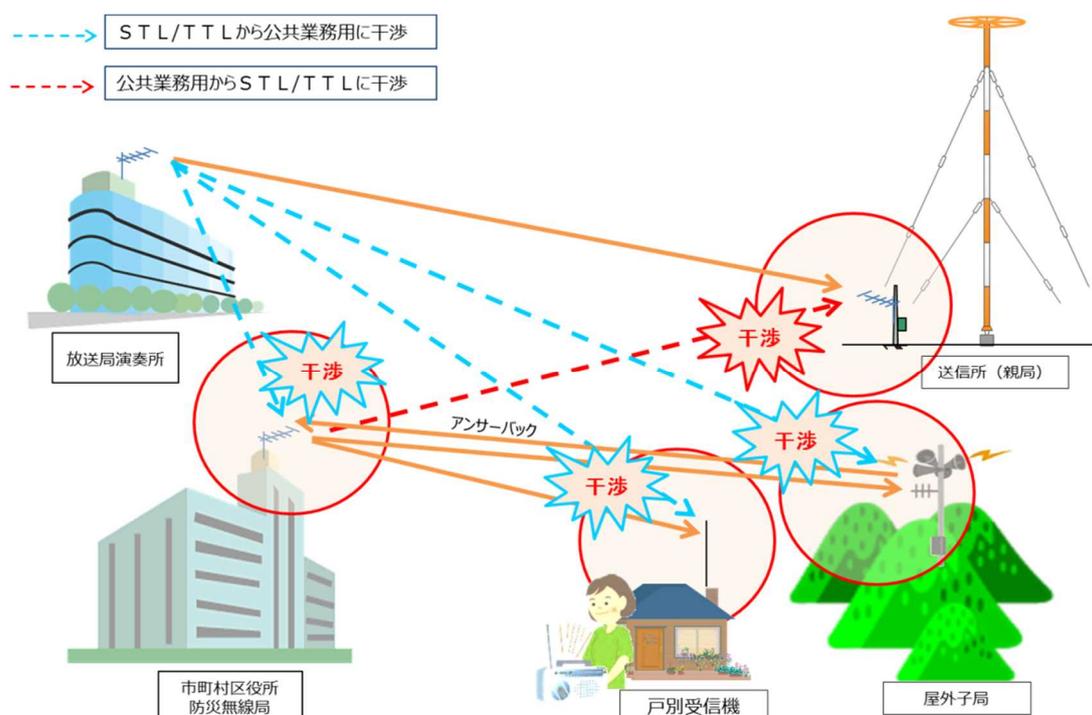


図 3.1-1 調査対象となる中継回線のイメージ

### 3.2 共用検討の進め方と検討イメージ

共用検討については、以下の4つのステップで検討を進める。なお、①の検討結果として、共用検討を行う対象の無線システムを表3.2-1に示す。

- ① 共用検討を行う無線システムの検討
- ② 実機の測定と干渉試験の実施
- ③ 混信保護基準等の検討
- ④ 共用条件（被与干渉）等の検討

表 3.2-1 共用検討を行う対象無線システム

用途：○実施する／×実施しない／－規定済み

周波数帯	無線システム	共用検討			
		アナログSTL/TTL		デジタルSTL/TTL	
		被干渉	与干渉	被干渉	与干渉
60MHz帯	公共業務用固定局				
	①防災行政無線（デジタル・アナログ）	○		○	
	②電気通信業務		×		
	③自営回線		×		
	アナログSTL/TTL		×	－	○
	デジタルSTL/TTL	○	－	－	
160MHz帯*	公共業務用固定局			×	
	放送事業用連絡用無線			×	
	放送事業用ワイドバンド無線			×	
	アナログSTL/TTL		×	－	○
	デジタルSTL/TTL	○	－	－	
	アナログ監視・制御回線		×		－
200MHz帯	公共BB			×	
備考	*その他、大規模イベント開催時等に国外から持ち込まれる無線システムとの共用について検討を行う。				

共用検討におけるイメージを図3.2-1に示す。

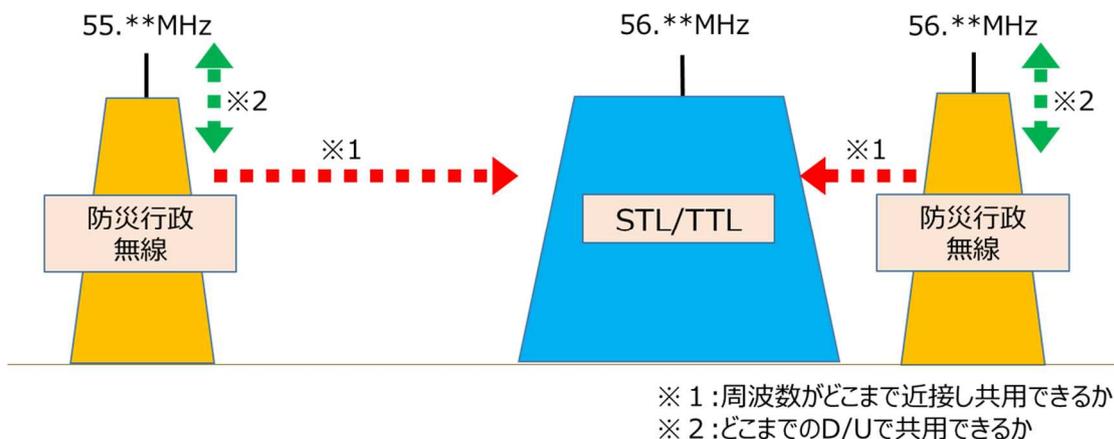


図 3.2-1 共用検討のイメージ

## 第4章 技術試験

### 4.1 技術試験方法の検討

#### 4.1.1 周波数の共用条件における検討

複数の業務の無線システムで同一の周波数帯を共用するには、それぞれの無線局同士が許容される範囲以内の干渉波レベルでなければならない。そのため、他のシステムが一定の許容範囲にあるかどうかは、通常は回線設計に付随する干渉検討で求められる。

干渉検討では対象となる無線回線を特定し、周波数がどれだけ離れているか、どの方向からどの程度の強さで到来するのかを求め、始めに回線設計で求めた自回線の受信レベルと干渉波の到達レベルの比率を算出する必要がある。この離調に対しての干渉は、周波数対 D/U（被干渉波の受信電力対与干渉波の受信電力比）特性、方向性に対してはアンテナ指向特性及び偏波面効果の特性（偏波面が異なる場合）とそれぞれの伝搬特性から求められる。また、伝搬特性においては、干渉波が同一伝搬経路であればフェージングは同じ値で発生するが、伝搬経路が違えばフェージングによっては異なり（いわゆる差動フェージング）干渉波の量も激しく変動する。

以上の事項が前出の表 2.4-3 の技術基準に示されており、干渉波として 1 波当たりの許容される値と、複数の干渉波が存在する場合にはすべての干渉波の電力和をとった総和の許容値として規定されている。従って、共用条件を満足するための条件の一つとして、周波数に対する D/U 特性が挙げられることから、共用を目的とする無線システム同士における共用条件の検討を行う本調査検討では、この D/U 特性を求めることにした。

#### 4.1.2 D/U の算出方法の検討

本調査検討において共用条件に用いることとした D/U 特性は、技術基準では干渉軽減係数（IRF）として規定されており、D/U と IRF には次のような関係にある。（資料 6 参照）

##### 【D/U と IRF の関係】

$IRF = S/I - D/U$ （被干渉波がアナログ方式の場合）

$IRF = C/I - D/U$ （被干渉波がデジタル方式の場合）

S/I：被干渉波の復調後の信号電力対与干渉波による雑音電力比

C/I：被干渉波の搬送波電力対与干渉波の受信電力比

D/U：被干渉波の受信電力対与干渉波の受信電力比

上記において、S/I 及び C/I は変調方式が決まれば所要 S/N や C/N 配分により値が定まり、D/U が求められれば干渉計算が可能になる。

実際に D/U を求める際は、目的や用途に応じて幾つかの方法が用いられており、主に次の 2 つの方法が考えられる。

**【主な D/U 算出方法】**

- A) 各無線システムに使用されている実機を使用して、測定により求める方法
- B) 数値計算により求める方法

上記の方法の中で B については、各無線システムに使用されている送信波形、送信側のフィルタ特性及び受信側のフィルタ特性が許容値ではなく実特性として既知となっている必要があることから、本調査検討では、実際に運用されている機器や試験用として製作された実機を使用し、A の測定を行う方法により求めることとするが、特性確認のため B の数値計算による方法でも算出することとした。

なお、実機を使用した場合には、個体差によって発生する測定値のばらつきや周波数特性の非対称性が問題となるが、それぞれ最悪値を選ぶ事で運用上での問題点が発生しないように考慮した。

## 4.2 共用検討の対象となる無線システム

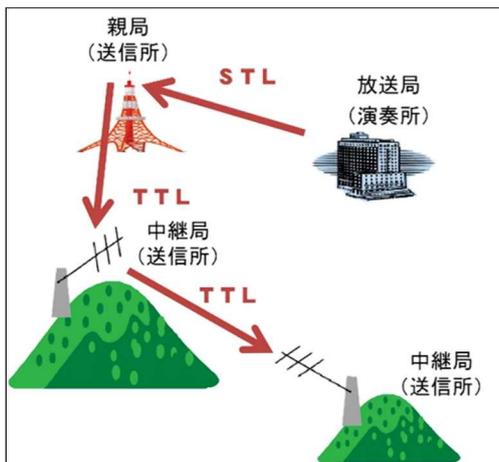
### 4.2.1 共用検討の対象となる無線システム

共用検討の対象となる各無線システムの諸元を、表 4.2-1 に示す。また、各無線システムのシステムイメージを、図 4.2-1 に示す。

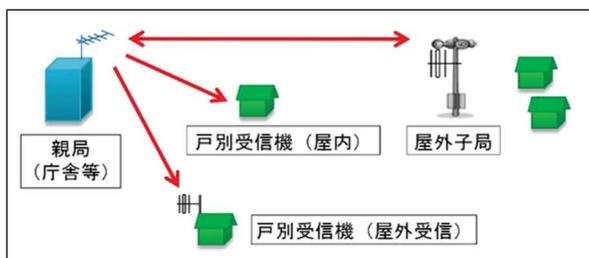
表 4.2-1 各無線システムの諸元

無線システム	用途等	周波数帯 (MHz)	空中線 電力 (W)	占有 周波数帯幅 (kHz)
アナログ STL/TTL	音声番組伝送用、 多重回線	60/160	50	100(200)
デジタル STL/TTL	音声番組伝送用、 ステレオ回線	60/160	5	96
防災行政用無線	防災情報伝達用 (親局、屋外子局、 戸別受信機)	54~70	10	アナログ:16 16QAM:15 QPSK:7.1 4値FSK:14.6
放送事業用連絡無線	放送事業連絡用	142~170	50	5.8
放送事業用 ワイドバンド無線	番組制作用音声素材伝送	160~170	50	100
海外から持込まれる 無線システム等	連絡用無線	140~170	5	5.8~16
公共ブロードバンド 移動通信システム	災害時等の映像・ データ・音声伝送	175/200	20	5,000

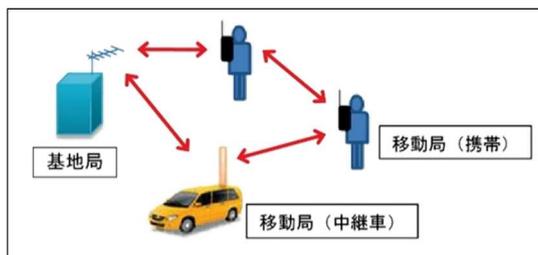
【STL/TTL システム】



【防災行政用無線局】



【放送事業用連絡無線システム／放送事業用ワイドバンド無線システム】



【公共ブロードバンド移動通信システム】

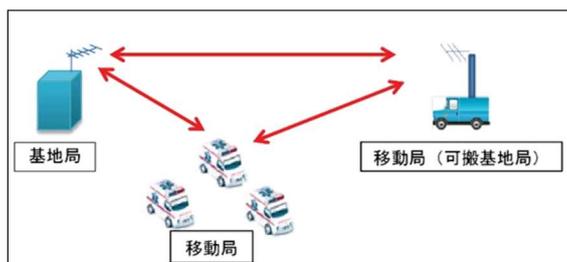


図 4.2-1 各無線システムのシステムイメージ

## 4.2.2 無線システムの規格諸元

共用検討の対象となる各無線システムの規格諸元について、(1) アナログ STL/TTL、(2) デジタル STL/TTL、(3) 防災行政無線同報系の順に示す。

### (1) アナログ STL/TTL の規格諸元

表 4.2-2 アナログ STL/TTL(1チャンネル伝送)の規格諸元(例) 送信装置

番号	定格	摘要
(1)	送信周波数	60MHz 帯の指定の一波
(2)	電波の型式	F3E、F9W
(3)	送信出力	1W～50W の指定の電力
(4)	送信インピーダンス	50Ω
(5)	変調方式	可変リアクタンス FM 変調
(6)	最大周波数偏移	$B=100\text{kHz}=2\times(f_d+f_m)$ できる $f_d$ $f_d$ : 最大周波数偏移 $f_m$ : 最高変調周波数 ※ $f_m=10\text{kHz}$ のとき $f_d=\infty 40\text{kHz}$
(7)	変調周波数範囲	50Hz～25kHz(多重時) 50Hz～10kHz(モノ時)
(8)	入力レベル/インピーダンス	0～+10dBm/600ΩBL(モノ時) 1Vp-p/75Ω(多重時)
(9)	プリアンファシス	モノのとき 75μs 多重のとき 端局内のプロチャン のみ 75μs

表 4.2-3 アナログ STL/TTL(1チャンネル伝送)の規格諸元(例) 受信装置

番号	定格	摘要
(1)	受信周波数	60MHz 帯の指定の一波
(2)	受信方式	ヘテロダイン方式
(3)	入力レベル	-65dBm/50Ω 不平衡
(4)	IF 周波数	10.7MHz
(5)	復調周波数範囲	50Hz～25kHz 50Hz～10kHz
(6)	出力レベル/インピーダンス	0～+10dBm/600ΩBL(モノ時) 1Vp-p/75Ω(多重時)
(7)	ディアンファシス	モノのとき 75μs 多重のとき 端局内のプロチャン のみ 75μs

表 4.2-4 アナログ STL/TTL(2チャンネル伝送)の規格諸元(例) 送信装置

番号	定格	摘要
(1)	送信周波数	55～68MHz 内の指定周波数
(2)	電波の型式	F9W
(3)	送信出力	50W (+47dBm)
(4)	出力インピーダンス	50Ω 不平衡
(5)	変調方式	周波数変調
(6)	最大周波数偏移	±37.5kHz
(7)	変調周波数範囲	50Hz～30kHz
(8)	中間周波数	10.7MHz
(9)	多重方式	周波数分割
(10)	伝送周波数範囲 メインプログラム (P1) サブプログラム (P2) 打合わせチャンネル (T)	50Hz～10kHz 50Hz～10kHz 300Hz～3.4kHz
(11)	入力レベル/インピーダンス	-8dBm/600Ω 平衡
(12)	副搬送波周波数 サブプログラム (P2) 打合わせチャンネル (T)	12kHz 24kHz
(13)	ベースバンドの周波数配置 メインプログラム (P1) サブプログラム (P2) 打合わせチャンネル (T)	50Hz～10kHz 12.05kHz～22kHz 24.3kHz～27.4kHz
(14)	プリエンファシス メインプログラム (P1) サブプログラム (P2) 打合わせチャンネル (T)	75μs 75μs なし

表 4.2-5 アナログ STL/TTL(2チャンネル伝送)の規格諸元(例) 受信装置

番号	定格	摘要
(1)	受信周波数	55～68MHz 内の指定周波数
(2)	受信方式	スーパーヘテロダイン方式
(3)	入力レベル	-65dBm/50Ω 不平衡
(4)	中間周波数	10.7MHz
(5)	出力レベル/インピーダンス メインプログラム (P1) サブプログラム (P2) 打合わせチャンネル (T)	+10dBm/600Ω 平衡 +10dBm/600Ω 平衡 0dBm/600Ω 平衡
(6)	ディエンファシス メインプログラム (P1) サブプログラム (P2) 打合わせチャンネル (T)	75μs 75μs なし

## (2) デジタル STL/TTL の規格諸元

表 4.2-6 デジタル STL/TTL(60MHz 帯)の規格諸元(例) 送信装置

番号	定格	摘要
(1)	送信周波数	54~68MHz 内の指定周波数
(2)	電波の型式	D7W
(3)	送信出力	5W (+37dBm)
(4)	送信インピーダンス	50Ω 不平衡
(5)	変調方式	64QAM
(6)	伝送容量	480kbps 以下
(7)	占有周波数帯域幅	96kHz 以内
(8)	アナログ音声入力	レベル : 0dBm インピーダンス : 600Ω 平衡
(9)	デジタル音声入力	準拠規格 : IEC60958 (AES/EBU) インピーダンス : 110Ω 平衡 / 75Ω 不平衡

表 4.2-7 デジタル STL/TTL(60MHz 帯)の規格諸元(例) 受信装置

番号	定格	摘要
(1)	受信周波数	54~68MHz 内の指定周波数
(2)	入力レベル範囲	-80~-50dBm
(3)	受信インピーダンス	50Ω 不平衡
(4)	アナログ音声出力	レベル : 0dBm ± 2dB インピーダンス : 600Ω 平衡
(5)	デジタル音声出力	準拠規格 : IEC60958 (AES/EBU) インピーダンス : 110Ω 平衡 / 75Ω 不平衡

## (3) 防災行政無線同報系の規格諸元

表 4.2-8 防災行政無線同報系の規格諸元

	アナログ方式		デジタル方式	
	変調方式	FM	16QAM	QPSK
周波数	60MHz 帯	60MHz 帯	60MHz 帯	60MHz 帯
送信出力	最大 10W	最大 10W	最大 10W	最大 10W
チャンネル 間隔	30kHz	15kHz	7.5kHz	15kHz
占有周波数 帯域幅	16kHz 以内	15kHz 以内	7.1kHz 以内	14.6kHz 以内
等価受信 帯域幅	12kHz	11.25kHz	5.625kHz	9.6kHz
所要 C/N	(S/N)30dB	24.2dB	17.4dB	16.8dB
規格感度	-107dBm	-104dBm	-115dBm	-113dBm
等価受信 帯域幅	12kHz	11.25kHz	5.625kHz	9.6kHz
伝送速度	—	45kbps	11.25kbps	9.6kbps
所要 受信機入力	14.7dB $\mu$ V	25.1dB $\mu$ V	10.2dB $\mu$ V	14.6dB $\mu$ V

### 4.2.3 各無線システムの基本特性の確認

技術試験を開始する前に、技術試験の対象となる各無線システムの基本特性を確認するため、試験に用いる実機において基本特性の確認を行った。具体的な確認結果は資料2に示す。

#### 【基本特性の確認を行った無線システムと確認項目】

- ・ アナログ STL/TTL 装置の基本特性
  - 入・出力フィルタ挿入損失特性
  - 占有周波数帯幅
  - スペクトラム波形
  - 周波数特性
  - S/N
  - 歪率
  - 受信機の通過帯域幅
- ・ デジタル STL/TTL 装置の基本特性
  - 入・出力フィルタ挿入損失特性
  - 占有周波数帯幅
  - スペクトラム波形
  - 周波数特性
  - BER 特性
- ・ 防災行政無線（アナログ、16QAM、QPSK、4値FSKの4機種）
  - 占有周波数帯幅
  - スペクトラム波形

### 4.3 試験方法

#### 4.3.1 干渉試験項目

干渉試験を実施した防災行政無線局と STL/TTL 無線局の干渉試験環境一覧を表 4.3-1 に、干渉試験の組合せを表 4.3-2 に示す。

表 4.3-1 防災行政無線局と STL/TTL 無線局の干渉試験環境一覧

種 別	記号	方 式	信 号 源
防災行政 無線	1A	アナログ方式 FM (受信機：戸別受信機)	被干渉：1kHz 基準入力 与干渉：擬似音声信号 <sup>3</sup> 標準変調+10dB
	1B	デジタル方式 16QAM	被干渉：PN9 パターン 与干渉：PN9 パターン
	1C	デジタル方式 QPSK	被干渉：PN9 パターン 与干渉：PN9 パターン
	1D	デジタル方式 4 値 FSK	被干渉：PN9 パターン 与干渉：PN9 パターン
STL/TTL	2A	アナログ方式 FM 2ch 伝送仕様 旧型 (A 社)	被干渉：400Hz・1kHz・10kHz 基準入力 与干渉：1kHz 基準入力
	2B	アナログ方式 FM 2ch 伝送仕様 旧型 (B 社)	被干渉：400Hz・1kHz・10kHz 基準入力 与干渉：1kHz 基準入力
	2C	アナログ方式 FM 2ch 伝送仕様 新型 (A 社)	被干渉：400Hz・1kHz・10kHz 基準入力 与干渉：1kHz 基準入力
	2D	アナログ方式 FM 2ch 伝送仕様 新型 (B 社)	被干渉：400Hz・1kHz・10kHz 基準入力 与干渉：1kHz 基準入力
	2E	アナログ方式 FM 1ch 伝送仕様	被干渉：1kHz 基準入力 与干渉：1kHz 基準入力
	3	デジタル方式	被干渉：PN9 パターン 与干渉：PN9 パターン

<sup>3</sup>擬似音声信号:白色雑音を ITU-T 勧告 G.227 規定のフィルタで帯域制限したもの

表 4.3-2 防災行政無線局と STL/TTL 無線局の干渉試験の組合せ

被干渉 (RX) 与干渉 (TX)	防災行政無線 〔アナログ〕 RX (1A)	防災行政無線 〔16QAM〕 RX (1B)	防災行政無線 〔QPSK〕 RX (1C)	防災行政無線 〔4FSK〕 RX (1D)	アナログSTL TX (2A) 2ch伝送仕様	アナログSTL TX (2B) 2ch伝送仕様	アナログSTL RX (2C) 2ch伝送仕様	アナログSTL RX (2D) 2ch伝送仕様	アナログSTL RX (2E) 1ch伝送仕様	デジタルSTL RX (3)
防災行政無線 〔アナログ〕 TX (1A)	—	—	—	—	○	○	○	○	○	○
防災行政無線 〔16QAM〕 TX (1B)	—	—	—	—	○	○	○	○	○	○
防災行政無線 〔QPSK〕 TX (1C)	—	—	—	—	○	○	○	○	○	○
防災行政無線 〔4FSK〕 TX (1D)	—	—	—	—	○	○	○	○	○	○
アナログSTL TX (2A) 2ch伝送仕様	△	△	△	△	—	—	—	—	—	○
アナログSTL TX (2B) 2ch伝送仕様	○	○	○	○	—	—	—	—	—	○
アナログSTL TX (2C) 2ch伝送仕様	△	△	△	△	—	—	—	—	—	○
アナログSTL TX (2D) 2ch伝送仕様	△	△	△	△	—	—	—	—	—	○
アナログSTL TX (2E) 1ch伝送仕様	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—
デジタルSTL TX (3)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○：隣接干渉の測定対象  
△：同一変調方式の帯域幅の広い1波(2B)で測定  
—：測定対象外

### 4.3.2 STL/TTL 被干渉試験方法

アナログ・デジタル STL/TTL への他無線局からの干渉による影響を測定するための試験システムを、図 4.3-1 に示す。

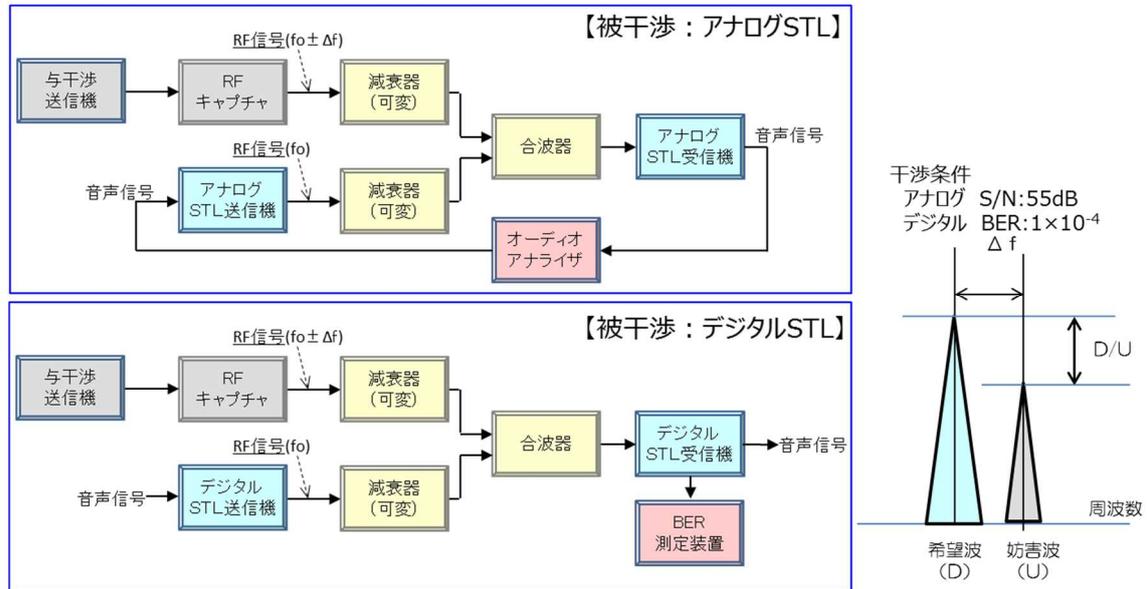


図 4.3-1 STL/TTL 被干渉試験系統

#### 【試験方法】

- ① 妨害波無しの正常状態にて、基本特性を測定する。
  - ・アナログ STL/TTL：周波数特性、S/N、歪率
  - ・デジタル STL/TTL：周波数特性、BER
- ② STL/TTL 送信機出力信号（希望波）に、RF キャプチャに収録した与干渉送信機出力信号（妨害波）を合成し、STL/TTL 受信機に入力する。
- ③ 妨害波の周波数離調  $\Delta f$  を変化させ、アナログ STL/TTL においては復調音声信号の S/N が 55dB、デジタル STL/TTL においては BER が誤り訂正限界である  $1 \times 10^{-4}$  となる希望波対妨害波の信号比 (D/U) を測定する。  
 $\Delta f$  は  $\pm 0\text{kHz}, 15\text{kHz}, 20\text{kHz}, 30\text{kHz}, 100\text{kHz}, 200\text{kHz}, 250\text{kHz}, 300\text{kHz}$  で変化させ測定を行う。（測定結果の傾向をより詳細に把握するため、アナログ STL/TTL 1 機種（2A）においては、 $\Delta f = \pm 7.5\text{kHz}, 60\text{kHz}, 500\text{kHz}$  での測定も実施。）
- ④ アナログ STL/TTL においては、妨害波を加え S/N55dB の状態で、歪率の測定と音声主観評価を実施する。信号評価は 400Hz、1kHz、10kHz にて行う。
- ⑤ STL/TTL 受信機への希望波入力レベルは、標準入力 (-65dBm)、及び標準入力  $\pm 10\text{dB}$  で測定を行う。（アナログ STL/TTL の P2 については -10dB で S/N55dB が確保できないため、-5dB で測定を実施）

### 4.3.3 防災行政無線 被干渉試験方法

アナログ・デジタル防災行政無線への他無線局からの干渉による影響を測定するための試験システムを、図 4.3-2 に示す。

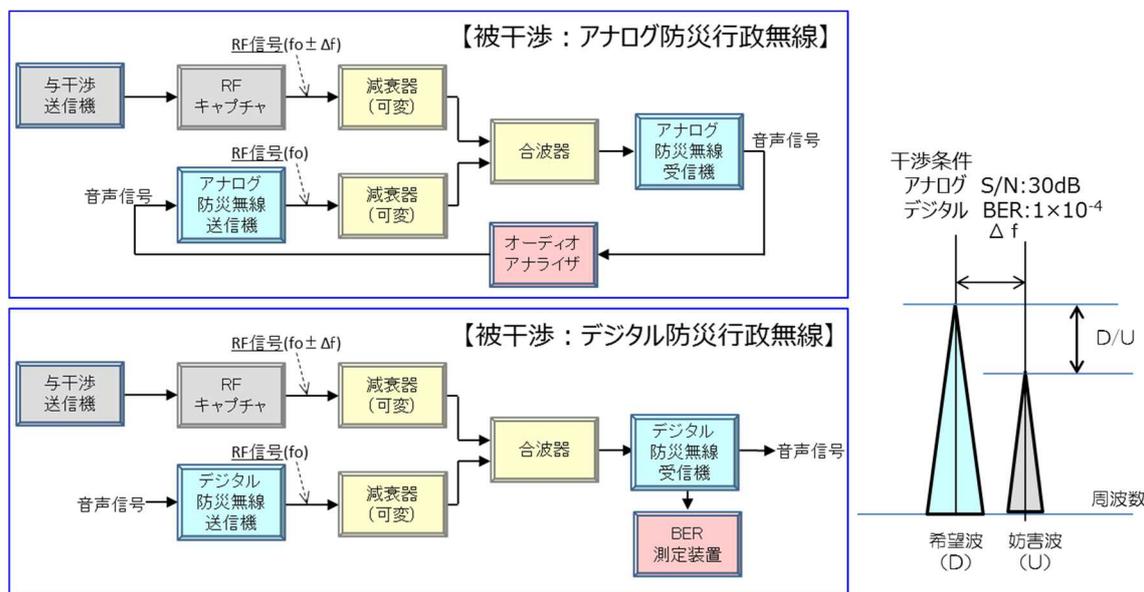


図 4.3-2 防災行政無線 被干渉試験系統

#### 【測定方法】

- ① 妨害波無しの正常状態にて、基本特性を測定する。
  - ・アナログ防災行政無線：S/N、歪率
  - ・デジタル防災行政無線：BER
- ② 防災行政無線送信機出力信号（希望波）に、RF キャプチャに収録した与干渉送信機出力信号（妨害波）を合成し、防災行政無線受信機に入力する。
- ③ 妨害波の周波数離調  $\Delta f$  を変化させ、アナログ防災行政無線においては復調音声信号の S/N が 30dB、デジタル防災行政無線においては BER が誤り訂正限界である  $1 \times 10^{-4}$  となる希望波対妨害波の信号比 (D/U) を測定する。  
 $\Delta f$  は  $\pm 0\text{kHz}, 7.5\text{kHz}, 15\text{Hz}, 20\text{kHz}, 30\text{kHz}, 40\text{kHz}, 50\text{kHz}, 100\text{kHz}$  で変化させ測定を行う。
- ④ アナログ防災行政無線においては、妨害波を加え S/N30dB の状態で、歪率の測定と音声主観評価を実施する。信号評価は 1kHz にて行う。
- ⑤ 防災行政無線受信機への希望波入力レベルは、アナログは規格感度 (-107dBm) +40, +50, +60dB dB、デジタルは規格感度 (16QAM:-104dBm、QPSK:-115dBm、4 値 FSK:-113dBm) +10, +20, +30dB で測定を行う。  
 (アナログ行政防災無線についてはノイズフロア等の影響を排除し安定して測定を行うため、入力レベルをデジタル防災行政無線より高く設定し測定を実施。)

### 4.3.4 使用測定器

干渉試験に使用した測定機器を表 4.3-3 に、技術試験実施風景及び干渉波形（例）を図 4.3-3 に示す。

表 4.3-3 干渉試験に使用した測定機器

名称	製造社名	型番
RF キャプチャ	アンリツ	MS2690A+MG3700A
オーディオアナライザ	オーディオプレジジョン	ATS-1
BER 測定装置	アンリツ	MG3700A
減衰器（可変）	キーサイトテクノロジー	8494B+8496B
合成器	アールアンドケー	PD471771-33
スペクトラムアナライザ	アンリツ	MS2830A
基準信号発生器	日本通信機	3277A

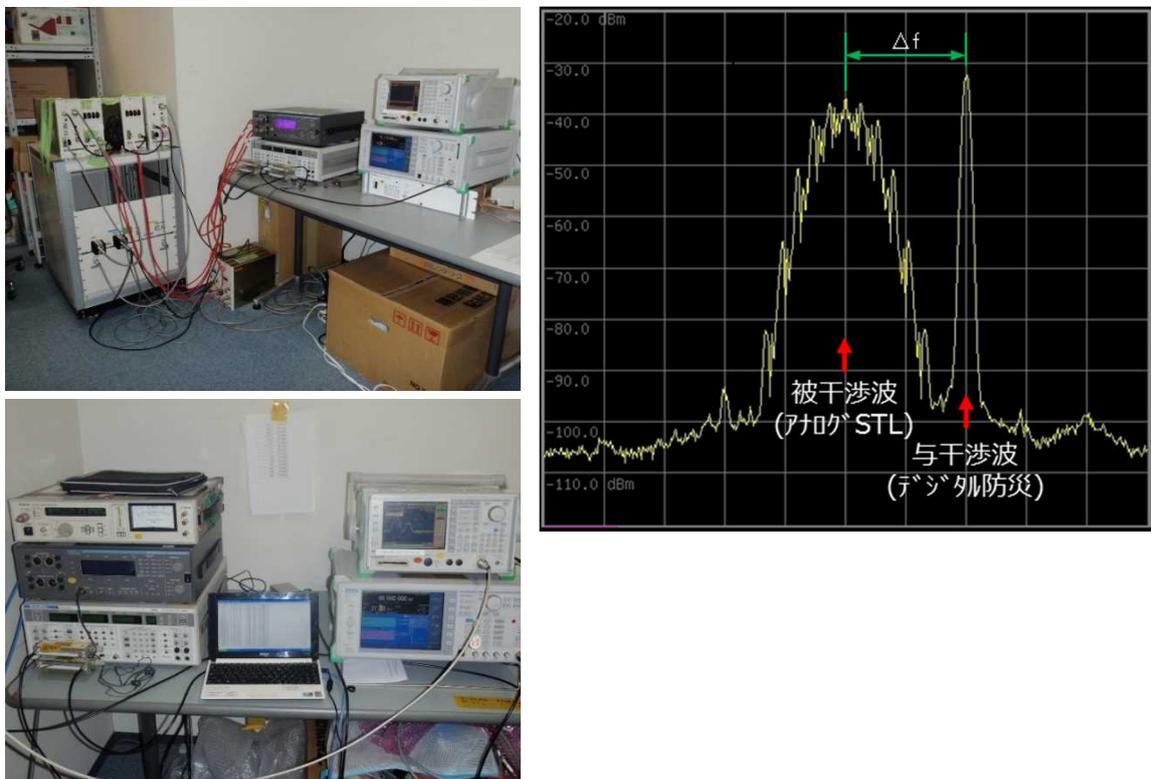


図 4.3-3 技術試験実施状況・干渉波形(例)

## 4.4 試験結果

### 4.4.1 アナログ STL/TTL の被干渉試験の結果

アナログ STL/TTL の被干渉試験について、測定条件となる与干渉波及び入力レベルにより、表 4.4-1 の試験結果一覧の組合せで試験を行った。具体的な試験結果については資料 3.1 に示す。(各システムの諸元については 4.2.2 項を参照。)

表 4.4-1 被干渉アナログ STL/TTL における試験結果一覧

番号	被干渉	与干渉	被干渉の入力レベル	
①	アナログ STL/TTL	アナログ防災行政無線	標準 (-65dBm)	
②		デジタル防災行政無線 16QAM		
③		デジタル防災行政無線 QPSK		
④		デジタル防災行政無線 4 値 FSK		
⑤		アナログ防災行政無線 デジタル防災行政無線 16QAM デジタル防災行政無線 QPSK デジタル防災行政無線 4 値 FSK		
⑥		アナログ防災行政無線	標準+10dB	
⑦		デジタル防災行政無線 16QAM		
⑧		デジタル防災行政無線 QPSK		
⑨		デジタル防災行政無線 4 値 FSK		
⑩		アナログ防災行政無線 デジタル防災行政無線 16QAM デジタル防災行政無線 QPSK デジタル防災行政無線 4 値 FSK		
⑪		アナログ防災行政無線	P1 : 標準-10dB P2 : 標準-5dB	
⑫		デジタル防災行政無線 16QAM		
⑬		デジタル防災行政無線 QPSK		
⑭		デジタル防災行政無線 4 値 FSK		
⑮		アナログ防災行政無線 デジタル防災行政無線 16QAM デジタル防災行政無線 QPSK デジタル防災行政無線 4 値 FSK		
⑯		デジタル STL/TTL		標準 (-65dBm)
⑰				標準+10dB
⑱				P1 : 標準-10dB P2 : 標準-5dB

(1) 被干渉：アナログ STL/TTL (モノラル・P1)  
 与干渉：防災行政無線

【試験条件】

○被干渉側

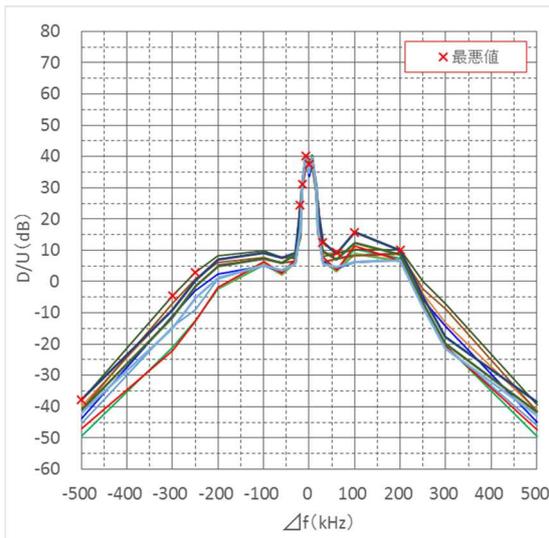
方式	アナログ STL/TTL (2A,2B,2C,2D,2E)
プログラム	モノラル・P1
入力レベル	標準 (-65dBm) 標準 +10dB 標準 -10dB
評価基準	S/N : 55dB

○与干渉側

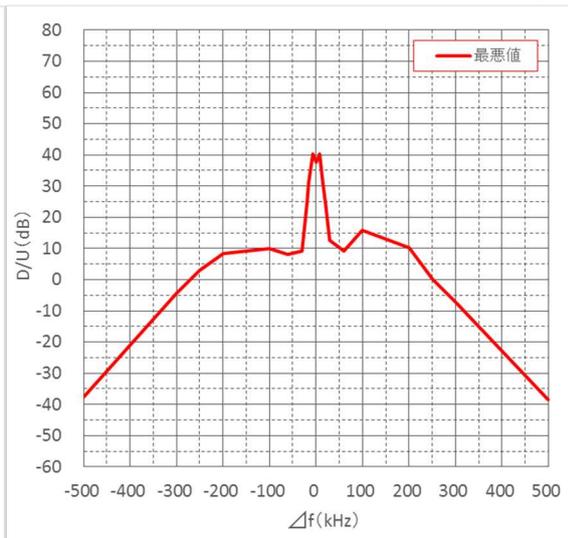
方式	アナログ防災 デジタル防災 16QAM デジタル防災 QPSK デジタル防災 4値FSK
----	---

【試験結果】

各組合せの試験結果(下表)、及び試験結果から最悪値を抽出したグラフを下記に示す。



【技術試験結果(全パターン)】



【技術試験最悪値】

与干渉	被干渉	-500	-300	-250	-200	-100	-60	-30	-20	-15	-7.5	0	7.5	15	20	30	60	100	200	250	300	500
防災 アナログ		-49.6	-21.1	-12.5	-2.4	5.2	3.6	6.2	24.4	29.8	37.0	37.5	37.0	28.7	24.1	6.9	3.6	10.3	7.4	-7.3	-20.5	-49.6
防災 16QAM	アナログ STL (P1)	-40.0	-8.7	0.6	7.2	9.0	8.0	7.6	24.1	30.3	37.5	36.3	37.9	30.0	23.4	8.8	9.2	10.3	10.2	-3.9	-13.2	-41.2
防災 QPSK	標準入力	-44.6	-10.3	-1.0	5.4	7.3	6.1	6.4	15.5	30.4	38.9	33.9	39.3	29.9	16.1	6.2	7.4	8.6	9.0	-6.0	-15.5	-45.1
防災 4FSK		-45.4	-14.4	-9.1	0.9	5.3	3.4	6.1	16.7	29.5	38.7	34.1	39.0	29.1	16.5	6.3	4.6	6.3	7.0	-7.8	-20.9	-46.0
防災 アナログ		-49.3	-20.5	-11.9	-1.9	5.6	2.3	6.3	24.4	29.4	36.5	37.0	36.7	28.6	24.0	6.4	3.2	9.0	6.4	-7.2	-20.4	-49.8
防災 16QAM	アナログ STL (P1)	-38.2	-4.5	3.0	8.3	9.9	7.7	7.5	23.2	29.7	37.3	36.3	37.4	29.6	22.9	7.9	9.0	10.0	10.2	0.0	-7.1	-39.3
防災 QPSK	標準入力 +10dB	-41.0	-6.9	0.7	6.0	7.6	5.8	6.7	14.1	29.3	38.6	33.8	38.8	28.8	15.4	6.3	7.1	8.3	8.8	-2.3	-8.8	-41.6
防災 4FSK		-43.8	-10.8	-3.0	2.4	5.1	3.1	6.2	16.4	29.4	38.6	33.6	38.7	28.7	16.4	6.4	4.2	6.0	6.8	-5.9	-14.5	-44.9
防災行 アナログ		-47.0	-22.0	-12.7	-2.0	6.5	2.6	7.2	24.5	29.4	36.9	37.6	37.0	28.9	24.5	8.1	3.7	11.4	6.6	-6.8	-20.7	-47.4
防災 16QAM	アナログ STL (P1)	-37.7	-9.3	0.5	7.1	9.2	7.7	9.2	23.2	31.2	38.7	37.5	38.9	30.7	23.3	12.6	8.8	15.8	10.0	-4.7	-17.7	-38.6
防災 QPSK	標準入力 -10dB	-41.2	-11.5	-1.6	5.0	7.2	5.9	8.6	14.2	29.3	40.2	35.6	40.2	29.4	15.8	9.6	7.1	12.4	8.6	-6.8	-19.8	-41.6
防災 4FSK		-41.9	-15.0	-5.3	1.1	5.3	3.6	5.7	16.5	29.4	40.0	34.6	39.9	29.3	16.8	5.8	4.7	6.3	6.8	-8.2	-21.5	-42.6
P1最悪値		-37.7	-4.5	3.0	8.3	9.9	8.0	9.2	24.5	31.2	40.2	37.6	40.2	30.7	24.5	12.6	9.2	15.8	10.2	0.0	-7.1	-38.6

朱書きマーカーは、離調周波数における最悪値を示す。

(2) 被干渉：アナログ STL/TTL (P2)

与干渉：防災行政無線

【試験条件】

○被干渉側

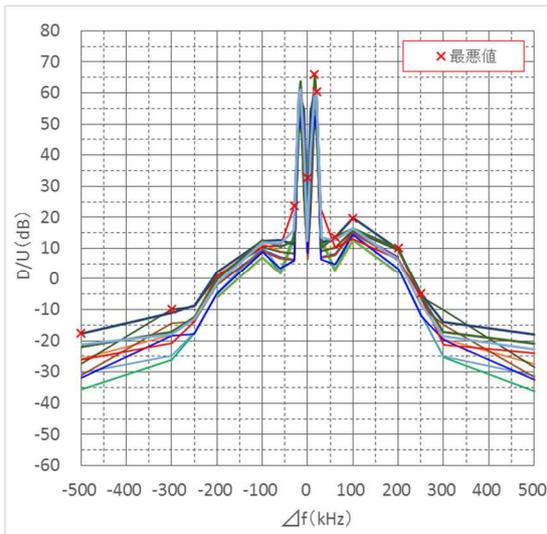
方式	アナログ STL/TTL (2A,2B,2C,2D)
プログラム	P2
入力レベル	標準 (-65dBm) 標準 +10dB 標準 -5dB
評価基準	S/N : 55dB

○与干渉側

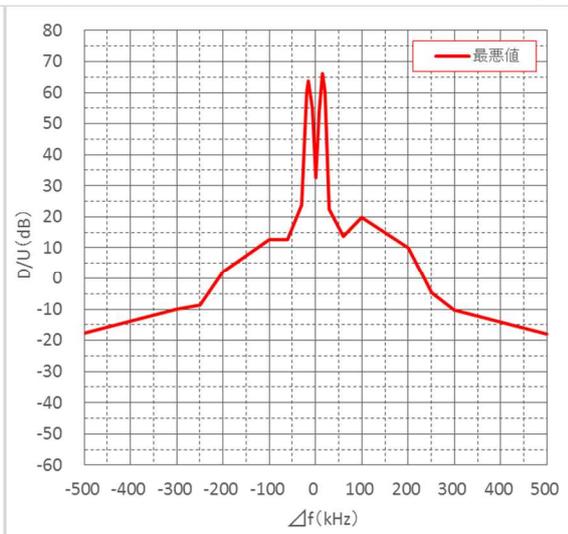
方式	アナログ防災 デジタル防災 16QAM デジタル防災 QPSK デジタル防災 4値FSK
----	---

【試験結果】

各組合せの試験結果(下表)、及び試験結果から最悪値を抽出したグラフを下記に示す。



【技術試験結果(全パターン)】



【技術試験最悪値】

与干渉	被干渉	-500	-300	-250	-200	-100	-60	-30	-20	-15	-7.5	0	7.5	15	20	30	60	100	200	250	300	500
防災 アナログ	アナログ STL (P2) 標準入力	-35.7	-26.0	-17.6	-5.0	9.4	2.2	14.8	48.5	50.6	40.6	22.9	42.9	52.0	48.8	13.6	3.1	14.5	3.1	-11.4	-25.4	-36.1
防災 16QAM		-25.9	-18.2	-12.2	1.1	11.4	9.1	8.5	48.7	52.7	46.0	32.6	46.9	53.2	49.1	9.3	10.3	16.3	9.7	-6.6	-19.4	-27.3
防災 QPSK		-30.1	-22.4	-15.7	-1.8	9.5	7.2	6.5	48.4	54.2	24.6	7.1	24.9	54.6	48.8	7.2	8.2	15.5	7.1	-9.5	-22.7	-30.2
防災 4FSK		-30.4	-24.8	-17.3	-4.8	10.5	3.2	5.9	48.3	53.4	31.6	9.0	31.5	53.4	48.8	6.5	4.7	15.0	3.1	-11.6	-25.0	-31.1
防災 アナログ	アナログ STL (P2) 標準入力 +10dB	-38.4	-26.4	-19.3	-6.0	7.0	1.8	13.0	47.9	49.7	39.0	14.3	40.9	50.0	48.3	12.6	2.8	12.6	2.0	-13.2	-26.6	-38.5
防災 16QAM		-27.5	-9.9	-9.1	0.9	10.3	8.9	8.2	47.3	50.5	43.8	12.8	44.8	50.7	47.9	9.1	10.0	15.7	9.2	-6.0	-10.2	-28.4
防災 QPSK		-31.1	-14.4	-13.8	-2.2	9.1	6.6	6.0	46.8	52.1	23.3	6.4	23.6	52.6	47.4	7.0	7.8	14.8	6.5	-8.9	-14.9	-31.8
防災 4FSK		-32.0	-18.5	-17.9	-4.9	8.8	3.5	6.0	47.1	52.1	28.6	8.6	29.3	52.4	47.5	6.3	4.9	14.3	3.2	-12.0	-19.7	-32.5
防災行 アナログ	アナログ STL (P2) 標準入力 -5dB	-26.0	-20.8	-13.9	0.8	10.5	10.5	23.8	59.1	62.0	48.2	16.4	53.4	62.0	58.6	22.6	10.2	13.1	6.4	-6.2	-21.3	-24.0
防災 16QAM		-17.7	-11.0	-8.7	2.3	12.4	12.5	11.2	56.6	58.0	54.7	18.0	54.0	60.6	57.8	11.8	13.3	19.7	9.6	-4.7	-14.0	-18.1
防災 QPSK		-21.9	-17.1	-12.3	-0.2	12.6	10.6	12.4	58.3	63.8	28.4	12.4	29.4	66.1	58.7	10.2	13.6	16.4	10.0	-5.4	-17.3	-21.0
防災 4FSK		-21.1	-17.9	-12.9	-1.6	11.7	11.5	15.7	59.8	61.0	43.2	12.4	42.0	61.0	60.4	13.5	12.5	16.3	5.9	-8.0	-18.5	-22.9
P2最悪値		-17.7	-9.9	-8.7	2.3	12.6	12.5	23.8	59.8	63.8	54.7	32.6	54.0	66.1	60.4	22.6	13.6	19.7	10.0	-4.7	-10.2	-18.1

朱書きマーカーは、離調周波数における最悪値を示す。

(3) 被干渉：アナログ STL/TTL (モノラル・P1)  
与干渉：デジタル STL/TTL

【試験条件】

○被干渉側

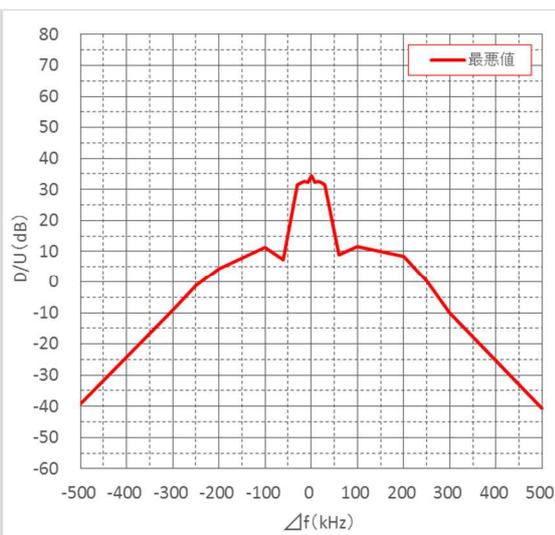
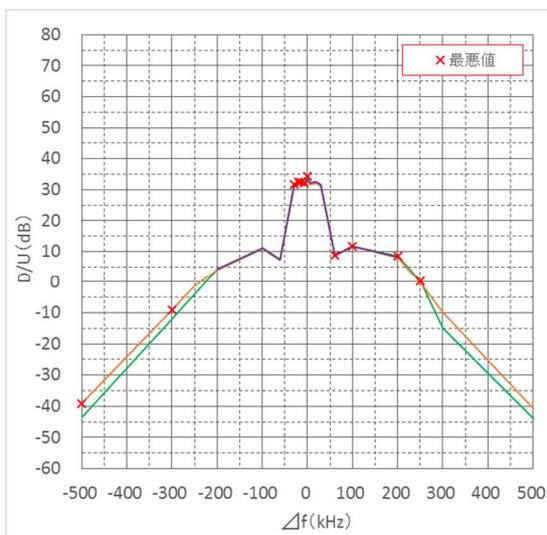
方式	アナログ STL/TTL (2A,2B,2C,2D,2E)
プログラム	モノラル・P1
入力レベル	標準 (-65dBm) 標準 +10dB 標準 -10dB
評価基準	S/N : 55dB

○与干渉側

方式	デジタル STL/TTL
----	--------------

【試験結果】

各組合せの試験結果(下表)、及び試験結果から最悪値を抽出したグラフを下記に示す。



【技術試験結果(全パターン)】

【技術試験最悪値】

与干渉	被干渉	-500	-300	-250	-200	-100	-60	-30	-20	-15	-7.5	0	7.5	15	20	30	60	100	200	250	300	500
デジタル STL	アナログ STL (P1) 標準入力	-43.6	-12.1	-3.9	4.0	10.8	7.2	31.1	32.0	32.1	31.9	34.4	32.0	32.1	32.1	31.3	8.9	11.7	8.4	0.2	-14.8	-44.0
	アナログ STL (P1) 標準入力 +10dB	-39.2	-9.1	-1.3	4.1	10.9	7.2	31.0	31.9	32.0	31.7	32.0	31.7	32.0	31.9	31.0	8.5	11.6	8.1	-0.3	-9.9	-40.7
	アナログ STL (P1) 標準入力 -10dB	-43.6	-13.1	-3.8	4.3	11.2	7.4	31.6	32.4	32.5	32.3	32.6	32.3	32.5	32.4	31.6	8.7	11.7	8.3	-0.4	-15.1	-43.7
P1最悪値		-39.2	-9.1	-1.3	4.3	11.2	7.4	31.6	32.4	32.5	32.3	34.4	32.3	32.5	32.4	31.6	8.9	11.7	8.4	0.2	-9.9	-40.7

■ 朱書きマーカーは、離調周波数における最悪値を示す。

(4) 被干渉：アナログ STL/TTL (P2)  
与干渉：デジタル STL/TTL

【試験条件】

○被干渉側

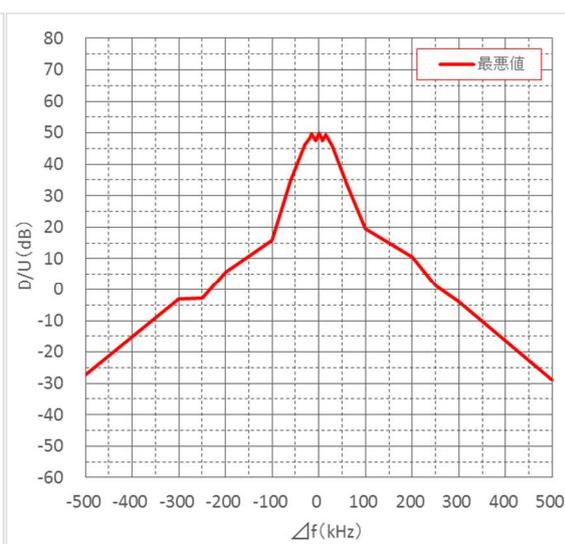
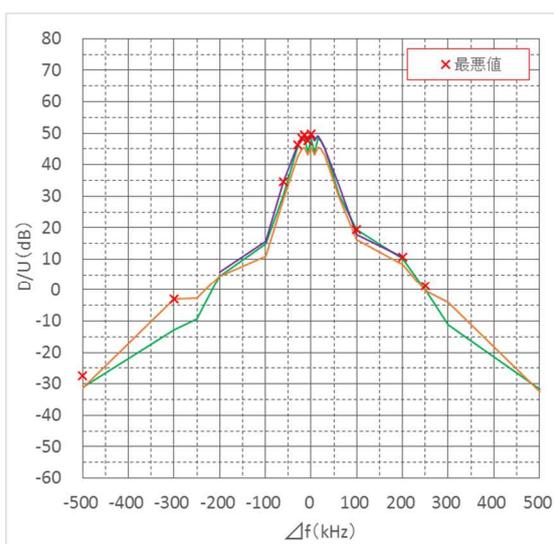
方式	アナログ STL/TTL (2A,2B,2C,2D)
プログラム	P2
入力レベル	標準 (-65dBm) 標準 +10dB 標準 -5dB
評価基準	S/N : 55dB

○与干渉側

方式	デジタル STL/TTL
----	--------------

【試験結果】

各組合せの試験結果(下表)、及び試験結果から最悪値を抽出したグラフを下記に示す。



【技術試験結果(全パターン)】

【技術試験最悪値】

与干渉	被干渉	-500	-300	-250	-200	-100	-60	-30	-20	-15	-7.5	0	7.5	15	20	30	60	100	200	250	300	500
デジタル STL	アナログ STL (P2) 標準入力	-31.1	-12.7	-9.2	4.5	14.9	30.2	45.8	48.3	48.9	44.0	48.1	44.0	48.2	48.0	45.6	30.7	19.5	10.2	0.1	-11.3	-31.8
	アナログ STL (P2) 標準入力 +10dB	-31.5	-3.0	-2.8	4.6	10.9	29.1	42.7	44.9	45.4	43.2	45.5	43.2	45.5	45.1	43.0	29.8	16.1	8.3	-0.2	-3.9	-32.5
	アナログ STL (P2) 標準入力 -10dB	-27.3	-16.5	-7.1	5.8	15.8	34.6	46.2	48.0	49.5	47.6	49.8	47.5	49.3	47.8	45.2	33.6	17.8	10.6	1.2	-13.5	-28.8
P2最悪値		-27.3	-3.0	-2.8	5.8	15.8	34.6	46.2	48.3	49.5	47.6	49.8	47.5	49.3	48.0	45.6	33.6	19.5	10.6	1.2	-3.9	-28.8

■ 朱書きマーカーは、離調周波数における最悪値を示す。

#### 4.4.2 アナログ STL/TTL の所要 D/U と IRF

被干渉試験の結果から、次のとおりアナログ STL/TTL の所要 D/U と IRF について検討を行った。

##### ① 被干渉の区分

所要 D/U については、アナログ STL/TTL は、1ch 伝送(モノラル)と、2ch 伝送(P1・P2)の2種類の方式があり、使用用途に応じて2つの方式から選定するため、モノラル及びP1の組合せと、P2のそれぞれにおいて算出し値を求めることとした。

##### ② 与干渉の考え方

VHF帯 STL/TTL が受ける干渉は、与干渉となる防災行政無線の送信スペクトラム波形等で決まるが、防災行政無線の方式は複数あるものの占有周波数帯幅は最大で16kHzとどれも狭帯域で類似していることから、全ての試験結果のなかから最悪となる所要 D/U を求めることとした。

##### ③ 受信機入力レベル

受信機の入力レベルについては、実際の運用条件を想定し、標準入力時とフェージング等により変動する条件の-10dB、-5dB、+10dBで試験を行っているため、試験結果のなかで最悪となる所要 D/U を求めることとした。

##### ④ 最悪値の抽出

上記①～③の複数試験条件のなかから、周波数差毎における最悪値を抽出し、その値の中から、周波数の上側と下側の値を比較し最悪となる値を求めることとした。これは、計算機等により IRF で干渉検討を行うことを想定し左右対称の最悪値とした。

##### ⑤ 試験装置マージン

上記④の最悪値から、さらに装置の個体差マージン 3dB を加え、所要 D/U を算出することとした。

##### ⑥ 机上検討による D/U 算出

机上検討は、スペクトラム密度や送受信フィルタ特性等のパラメータ理論値を用いて算出し(計算値)、実力値を比較分析し、所要 D/U を算出することとした。(資料 6 参照)

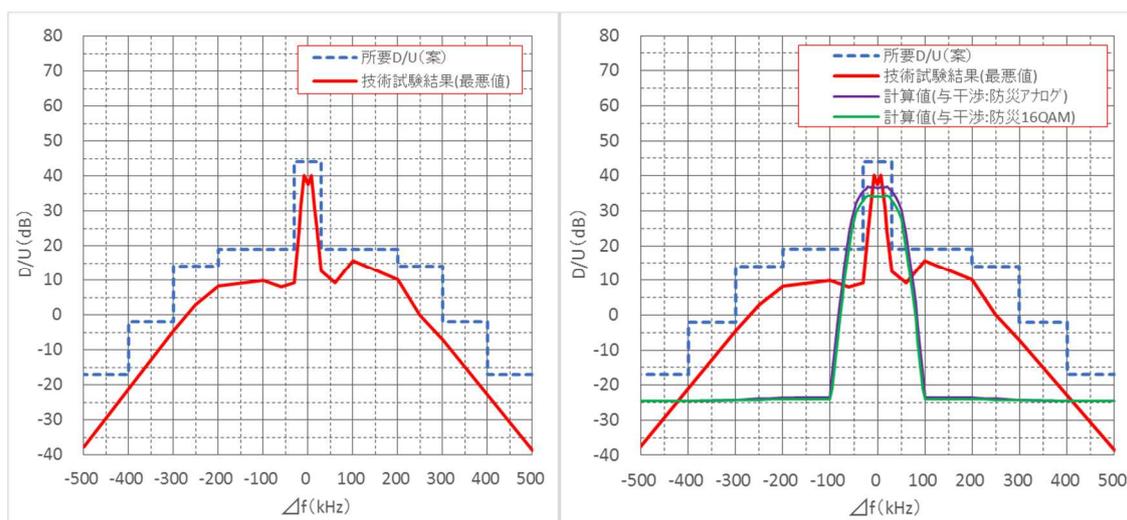
理論値と実力値の差については、実機の送信占有周波数帯幅、受信機性能特性、信号評価基準等により多少異なるものの傾向としては近似している結果となった。

- (1) 被干渉：アナログ STL/TTL (モノラル・P1)  
 与干渉：防災行政無線

【所要 D/U と IRF (案)】

	0kHz	30kHz	200kHz	300kHz	400kHz
測定値 (dB)	40.2	15.8	10.2	-4.5	-20.0
D/U (dB)	44	19	14	-1	-17
IRF (dB)	11	36	41	56	72

技術試験からのアナログ STL/TTL (モノラル・P1) に対する防災行政無線の所要 D/U 検討結果、及びその結果に机上計算による所要 D/U を重ねたグラフを下記に示す。



【技術試験最悪値+所要 D/U(案)】

【技術試験最悪値+所要 D/U(案)+机上計算値】

試験結果と計算値を比較すると、中心周波数付近の最悪となる値は、試験結果も机上検討の値も近似する結果となったが、干渉帯域幅については机上検討結果の方が広めとなった。

これは、与干渉となる防災行政無線の占有周波数帯幅が、規格値と実力値では1～6kHz程実力値が狭い結果となっており、そのような要素も机上検討との差の要因と考えられる。

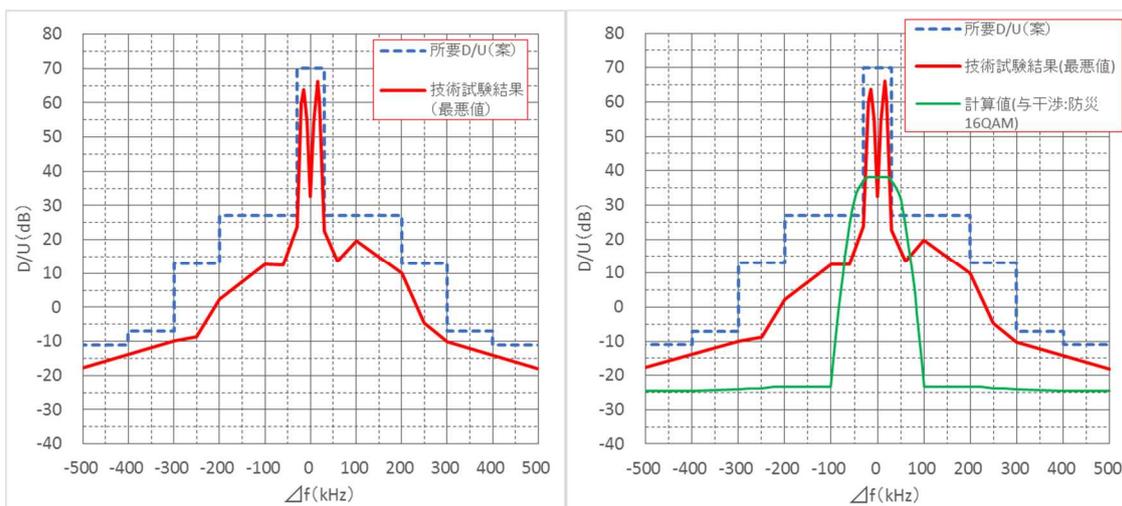
また、アナログ STL/TTL の受信機の通過帯域幅が広いことから、100kHzを超えた周波数範囲については減衰量を取ることができず実機による試験結果の方が広くなる結果となった。

(2) 被干渉：アナログ STL/TTL (P2)  
 与干渉：防災行政無線

【所要 D/U と IRF (案)】

	0kHz	30kHz	200kHz	300kHz	400kHz
測定値 (dB)	66.1	23.8	10	-9.9	-14
D/U (dB)	70	27	13	-7	-11
IRF (dB)	-15	28	42	62	66

技術試験からのアナログ STL/TTL (P2) に対する防災行政無線の所要 D/U 検討結果、及びその結果に机上計算による所要 D/U を重ねたグラフを下記に示す。



【技術試験最悪値+所要 D/U(案)】

【技術試験最悪値+所要 D/U(案)+机上計算値】

試験結果と計算値を比較すると、中心周波数付近の第一段干渉幅は、試験結果も机上検討の値も近似する結果となった。

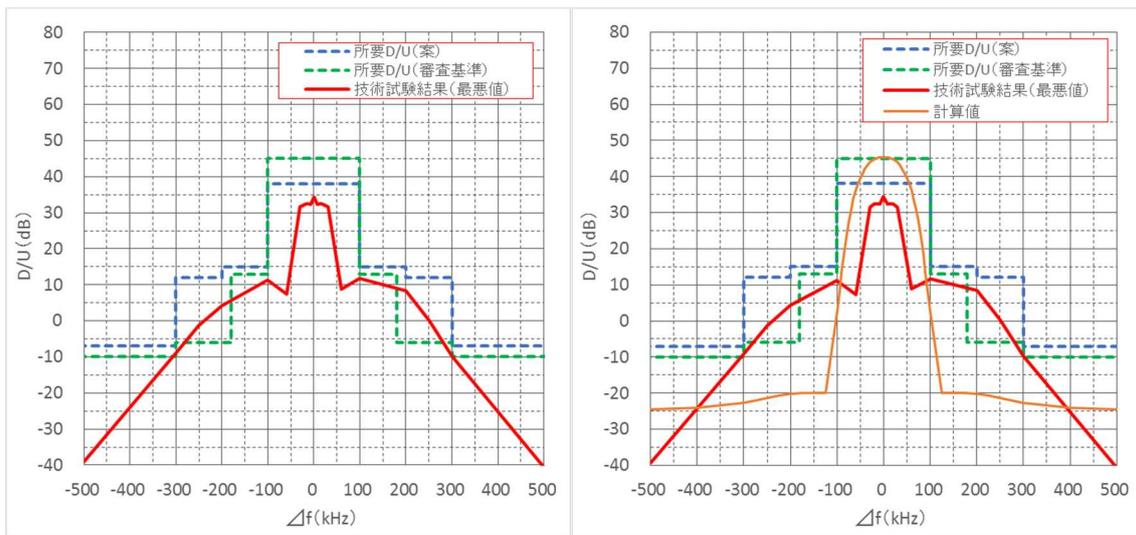
P2 は、周波数分割多重により P2 の音声信号を P1 の音声信号より周波数の高い側に配列しているため、モノラル・P1 伝送と比較し基本特性が劣っていることや、パイロット信号を設けていることから妨害波に弱い特性となり、評価基準の S/N55dB を満足するためには所要 D/U が多く必要となった。

- (3) 被干渉：アナログ STL/TTL (モノラル・P1)  
 与干渉：デジタル STL/TTL

【所要 D/U と IRF (案)】

	0kHz	100kHz	180kHz	200kHz	300kHz
測定値 (dB)	34.5	11.7	—	8.4	-9.1
D/U (dB)	38(-7)	15(+2)	—	12(+18)	-7(+3)
IRF (dB)	17(+7)	40(-2)	—	43(-18)	62(-3)
審査基準 D/U(dB)	45	13	-6	—	-10
審査基準 IRF(dB)	10	42	61	—	65

技術試験からのアナログ STL/TTL (モノラル・P1) に対するデジタル STL/TTL の所要 D/U 検討結果、及びその結果に机上計算による所要 D/U を重ねたグラフを下記に示す。



【技術試験最悪値+所要 D/U(案)】

【技術試験最悪値+所要 D/U(案)+机上計算値】

試験結果と計算値を比較すると、中心周波数付近の最悪となる値と幅は、試験結果も机上検討の値も近似する結果となった。

計算値では±120kHz以上の週波数では、ほぼ平坦な特性に収束する傾向であるが、実機による試験結果では受信機の通過帯域幅が±100kHzから離れる方向では緩やかに減衰する特性となっていた。

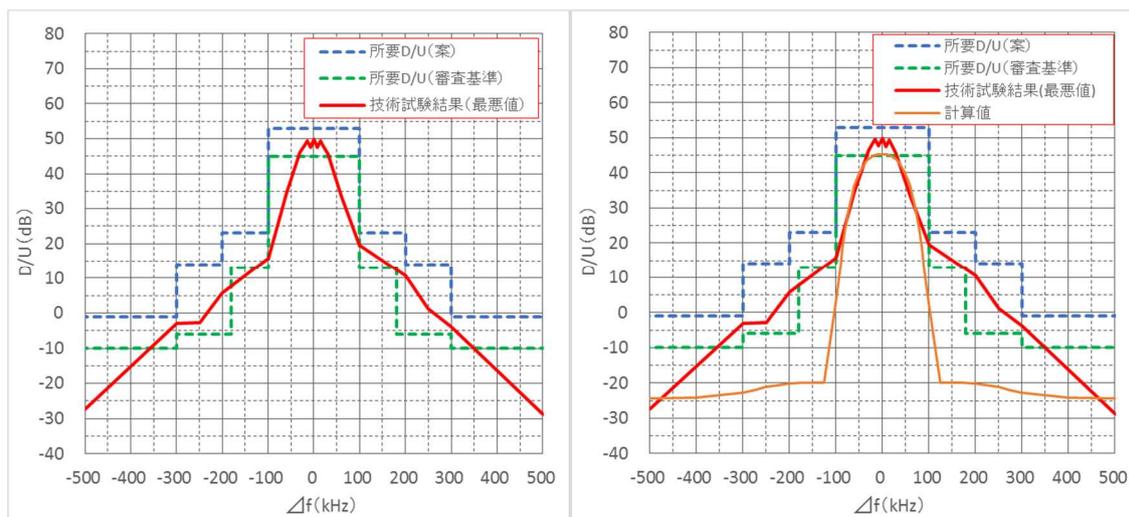
また、平成27年の情報通信審議会検討の所要 D/U、IRF の値に近い結果となったが、今回の1ch 伝送仕様及び2ch 伝送仕様の受信機実機を用いて最悪値を測定した結果では、その値を一部超える特性を確認した。

- (4) 被干渉：アナログ STL/TTL (P2)  
 与干渉：デジタル STL/TTL

【所要 D/U と IRF (案)】

	0kHz	100kHz	180kHz	200kHz	300kHz
測定値 (dB)	49.8	19.5	—	10.6	-3.9
D/U (dB)	53 (+8)	23 (+10)	—	14 (+20)	-1(+9)
IRF (dB)	2 (-8)	32 (-10)	—	41 (-20)	56 (-9)
審査基準 D/U(dB)	45	13	-6	—	-10
審査基準 IRF(dB)	10	42	61	—	65

技術試験からのアナログ STL/TTL (2ch・P2) に対するデジタル STL/TTL の所要 D/U 検討結果、及びその結果に机上計算による所要 D/U を重ねたグラフを下記に示す。



【技術試験最悪値+所要 D/U(案)】

【技術試験最悪値+所要 D/U(案)+机上計算値】

試験結果と計算値を比較すると、中心周波数付近の第一段干渉値、幅と共に試験結果と机上検討の値が近似する結果となった。

P2 は、周波数分割多重により P2 の音声信号を P1 の音声信号より周波数の高い側に配列しているため、モノラル・1ch 伝送に比べ P2 の基本特性は劣っていることや、パイロット信号を設けていることから妨害波に弱い特性となり、評価基準の S/N55dB を満足するためには所要 D/U がその分多く必要となったものである。

また、平成 27 年の情報通信審議会検討の所要 D/U、IRF の値に近い結果となったが、今回の 1ch 伝送仕様及び 2ch 伝送仕様の受信機実機を用いて最悪値を測定した結果では、その値を一部超える特性を確認した。

#### 4.4.3 デジタル STL/TTL の被干渉試験の結果

デジタル STL/TTL の被干渉試験について、測定条件となる与干渉波及び入力レベルにより、表 4.4-2 の試験結果一覧の組合せで試験を行った。具体的な試験結果については資料 3.2 に示す。(各システムの諸元については 4.2.2 項を参照。)

表 4.4-2 被干渉デジタル STL/TTL における試験結果一覧

番号	被干渉	与干渉	被干渉の入力レベル
①	デジタル STL/TTL	アナログ防災行政無線	標準 (-65dBm)
②		デジタル防災行政無線 16QAM	標準 +10dB
③		デジタル防災行政無線 QPSK	標準 -10dB
④		デジタル防災行政無線 4 値 FSK	標準 -10dB
④		アナログ STL/TTL (2A)	標準 (-65dBm)
⑤		アナログ STL/TTL (2B)	標準 +10dB
⑥		アナログ STL/TTL (2C)	標準 -10dB
⑦		アナログ STL/TTL (2D)	標準 -10dB
⑦		デジタル STL/TTL	標準 (-65dBm) 標準 +10dB 標準 -10dB

(1) 被干渉：デジタル STL/TTL  
与干渉：防災行政無線

【試験条件】

○被干渉側

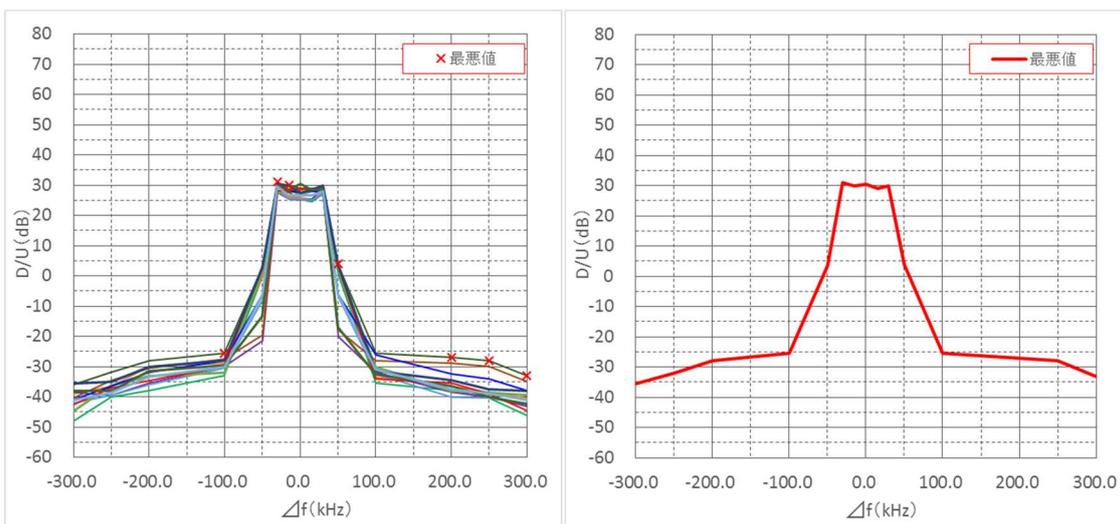
方式	デジタル STL/TTL
入力レベル	標準 (-65dBm) 標準 +10dB 標準 -10dB
評価基準	BER : $1 \times 10^{-04}$

○与干渉側

方式	アナログ防災 デジタル防災 16QAM デジタル防災 QPSK デジタル防災 4値FSK
----	---

【試験結果】

各組合せの試験結果(下表)、及び試験結果から最悪値を抽出したグラフを下記に示す。



【技術試験結果(全パターン)】

【技術試験最悪値】

与干渉	被干渉	-300	-250	-200	-100	-50	-30	-15	0	15	30.0	50	100.0	200	250	300
防災アナログ	デジタル STL 標準入力	-48.0	-40.0	-38.0	-33.0	0.0	27.5	27.5	25.5	24.5	27.0	0.5	-35.5	-38.0	-40.5	-46.0
防災16QAM		-39.0	-36.5	-30.0	-29.0	0.0	28.5	26.0	26.0	25.5	27.5	2.0	-33.5	-36.5	-38.5	-40.5
防災QPSK		-38.5	-39.5	-35.5	-30.0	-21.5	27.5	25.5	25.0	25.5	29.0	-20.0	-32.0	-38.5	-40.0	-43.0
防災4FSK		-42.0	-39.5	-36.0	-30.5	-8.0	28.0	25.5	25.5	25.0	27.0	-7.0	-32.5	-40.0	-40.5	-42.0
防災アナログ	デジタル STL 標準入力 +10dB	-44.5	-36.0	-33.0	-32.0	1.5	27.5	28.5	27.0	28.0	28.5	3.0	-30.0	-38.0	-38.5	-39.5
防災16QAM		-36.0	-32.0	-28.0	-25.5	3.0	30.5	30.0	29.0	28.5	29.0	3.5	-25.5	-27.0	-28.0	-33.0
防災QPSK		-40.5	-34.5	-30.5	-27.5	-19.5	30.0	27.5	28.5	29.0	29.0	-18.0	-28.0	-29.0	-30.0	-35.0
防災4FSK		-41.0	-36.5	-32.0	-28.0	-6.0	31.0	28.0	27.5	28.0	27.5	-6.0	-26.0	-32.5	-34.0	-38.0
防災行政アナログ	デジタル STL 標準入力 -10dB	-42.5	-37.0	-34.5	-30.0	3.5	28.0	28.0	29.0	29.0	28.5	3.0	-34.0	-35.5	-39.0	-44.5
防災16QAM		-35.5	-35.0	-30.0	-28.0	2.5	30.0	30.0	27.5	28.5	30.0	4.0	-31.5	-34.5	-37.5	-38.0
防災QPSK		-38.0	-38.0	-31.5	-29.5	-13.5	30.0	28.5	30.5	28.5	28.5	-17.0	-32.5	-36.5	-40.0	-42.5
防災4FSK		-41.0	-38.5	-33.5	-30.0	-6.5	29.5	26.5	26.5	26.5	28.0	-6.0	-31.0	-37.5	-39.0	-41.0
D/U最悪値		-35.5	-32.0	-28.0	-25.5	3.5	31.0	30.0	30.5	29.0	30.0	4.0	-25.5	-27.0	-28.0	-33.0

朱書きマーカーは、離調周波数における最悪値を示す。

(2) 被干渉：デジタル STL/TTL  
与干渉：アナログ STL/TTL

【試験条件】

○被干渉側

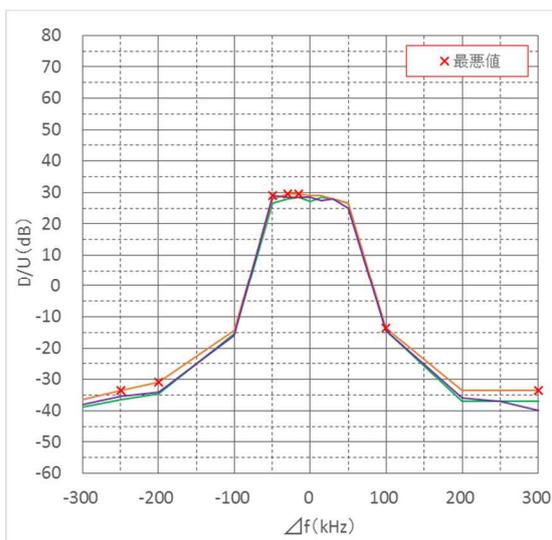
方式	デジタル STL/TTL
入力レベル	標準 (-65dBm) 標準 +10dB 標準 -10dB
評価基準	BER : $1 \times 10^{-4}$

○与干渉側

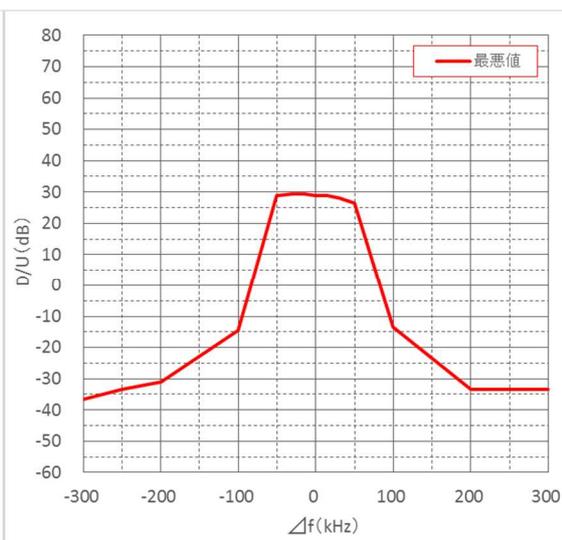
方式	アナログ STL/TTL
----	--------------

【試験結果】

各組合せの試験結果(下表)、及び試験結果から最悪値を抽出したグラフを下記に示す。



【技術試験結果(全パターン)】



【技術試験最悪値】

与干渉	被干渉	-300	-250	-200	-100	-50	-30	-15	0	15	30	50	100	200	250	300
アナログ STL	デジタル STL 標準入力	-39.0	-36.5	-34.5	-15.5	26.5	28.0	28.5	27.0	28.5	28.0	26.5	-14.5	-37.0	-37.0	-37.0
	デジタル STL 標準入力 +10dB	-36.5	-33.5	-31.0	-14.5	28.0	29.5	29.5	29.0	29.0	28.0	26.5	-13.5	-33.5	-33.5	-33.5
	デジタル STL 標準入力 -10dB	-38.0	-35.5	-34.0	-16.0	29.0	28.5	28.5	28.5	27.5	28.0	25.0	-14.5	-36.0	-37.0	-40.0
最悪値		-36.5	-33.5	-31.0	-14.5	29.0	29.5	29.5	29.0	29.0	28.0	26.5	-13.5	-33.5	-33.5	-33.5

■ 朱書きマーカーは、離調周波数における最悪値を示す。

(3) 被干渉：デジタル STL/TTL  
与干渉：デジタル STL/TTL

【試験条件】

○被干渉側

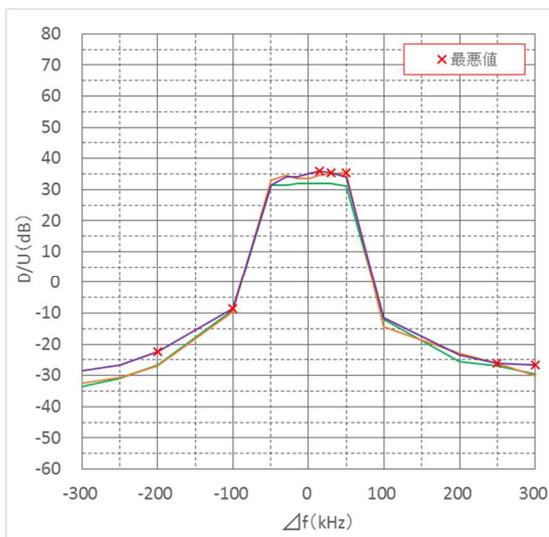
方式	デジタル STL/TTL
入力レベル	標準 (-65dBm) 標準 +10dB 標準 -10dB
評価基準	BER : $1 \times 10^{-4}$

○与干渉側

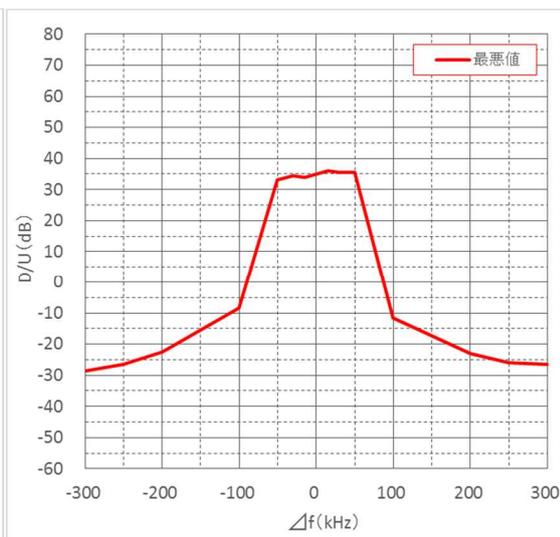
方式	デジタル STL/TTL
----	--------------

【試験結果】

各組合せの試験結果(下表)、及び試験結果から最悪値を抽出したグラフを下記に示す。



【技術試験結果(全パターン)】



【技術試験最悪値】

与干渉	被干渉	-300	-250	-200	-100	-50	-30	-15	0	15	30	50	100	200	250	300
デジタル STL	デジタル STL 標準入力	-33.5	-31.0	-26.5	-9.0	31.5	31.5	32.0	32.0	32.0	32.0	31.0	-12.0	-25.5	-27.0	-29.5
	デジタル STL 標準入力 +10dB	-32.5	-30.5	-27.0	-9.5	33.0	34.5	33.5	33.5	34.5	35.0	35.5	-14.5	-23.0	-26.0	-30.0
	デジタル STL 標準入力 -10dB	-28.5	-26.5	-22.5	-8.5	31.5	34.0	34.0	35.0	36.0	35.5	34.0	-11.5	-23.5	-26.0	-26.5
最悪値		-28.5	-26.5	-22.5	-8.5	33.0	34.5	34.0	35.0	36.0	35.5	35.5	-11.5	-23.0	-26.0	-26.5

■ 朱書きマーカーは、離調周波数における最悪値を示す。

#### 4.4.4 デジタル STL/TTL の所要 D/U と IRF

被干渉試験の結果から、次のとおりデジタル STL/TTL の所要 D/U と IRF について検討を行った。

##### ① 被干渉の区分

所要 D/U については、デジタル方式について値を求めることとした。

##### ② 受信機入力レベル

受信機の入力レベルについては、実際の運用条件を想定し、標準時とフェージング等により変動する条件の-10、+10dB で試験を行っているため、試験結果のなかで最悪となる所要 D/U を求めることとした。

##### ③ 最悪値の抽出

上記①～②の複数試験条件のなかから、周波数差毎における最悪値を抽出し、その値の中から、周波数の上側と下側の値を比較し最悪となる値を求めることとした。これは、計算機等により IRF で干渉検討を行うことを想定し左右対称の最悪値とした。

##### ④ 試験装置マージン

上記③の最悪値から、さらに装置の個体差マージン 3dB を加え、所要 D/U を算出することとした。

##### ⑤ 情報通信審議会の検討データとの比較

平成 27 年 7 月に検討された共用条件と実機を用いた今回の試験結果を比較検証する。特に、平成 27 年の検討では 2 チャンネル伝送 (P2) については考慮されていないことや、当時の検討は実機が無いため机上検討と試作機を用いて試験を実施していることから、今回の検討では実態確認を行うこととした。

##### ⑥ 机上検討による D/U 算出

机上検討は、スペクトラム密度や送受信フィルタ特性等のパラメータ理論値を用いて算出し、実力値を比較分析し、所要 D/U を算出することとした。

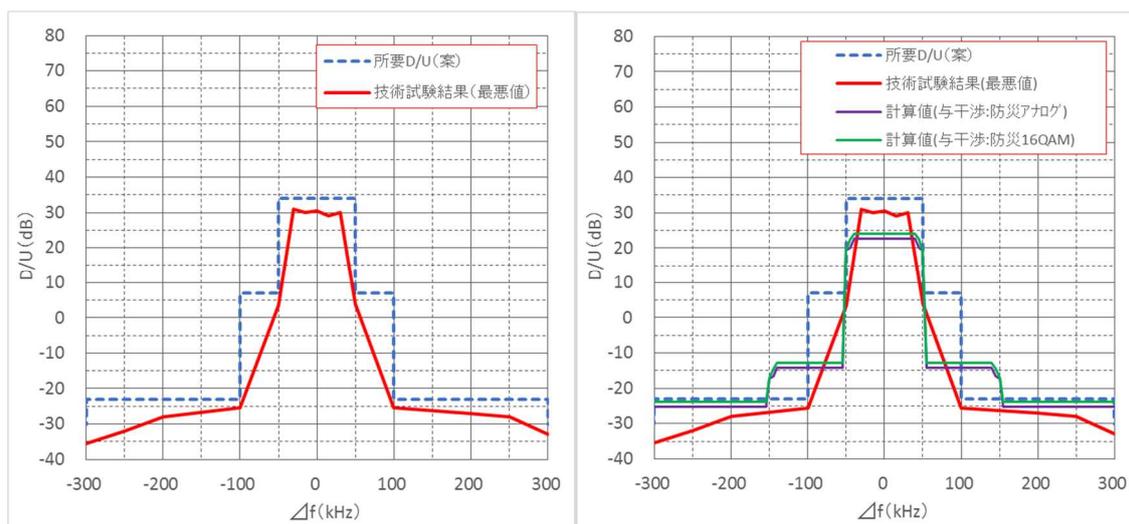
理論値と実力値の差については、実機の送信占有周波数帯幅、受信機性能特性、信号評価基準等により多少異なるものの傾向としては近似している結果となった。

- (1) 被干渉：デジタル STL/TTL  
 与干渉：防災行政無線

【所要 D/U と IRF (案)】

	0kHz	50kHz	100kHz	300kHz
測定値 (dB)	31.0	4.0	-25.5	-33.0
D/U (dB)	34	7	-23	-30
IRF (dB)	-3	24	54	61

技術試験からのデジタル STL/TTL に対する防災行政無線の所要 D/U 検討結果、及びその結果に机上計算による所要 D/U を重ねたグラフを下記に示す。



【技術試験最悪値+所要 D/U(案)】

【技術試験最悪値+所要 D/U(案)+机上計算値】

試験結果と計算値を比較すると、中心周波数付近の第一段干渉幅 (±50kHz) は、試験結果も机上検討の値も近似する結果となった。また、第三段干渉領域についてはフロアーに近い領域となり、-25dB 付近で一定となっており、これらも実測値と計算値が近似する結果となっている。

これは、帯域幅の狭い干渉波が帯域内に混入した場合は、デジタル信号受信の特長から周波数位置によらず帯域全体に影響を受けているものと考えられる。

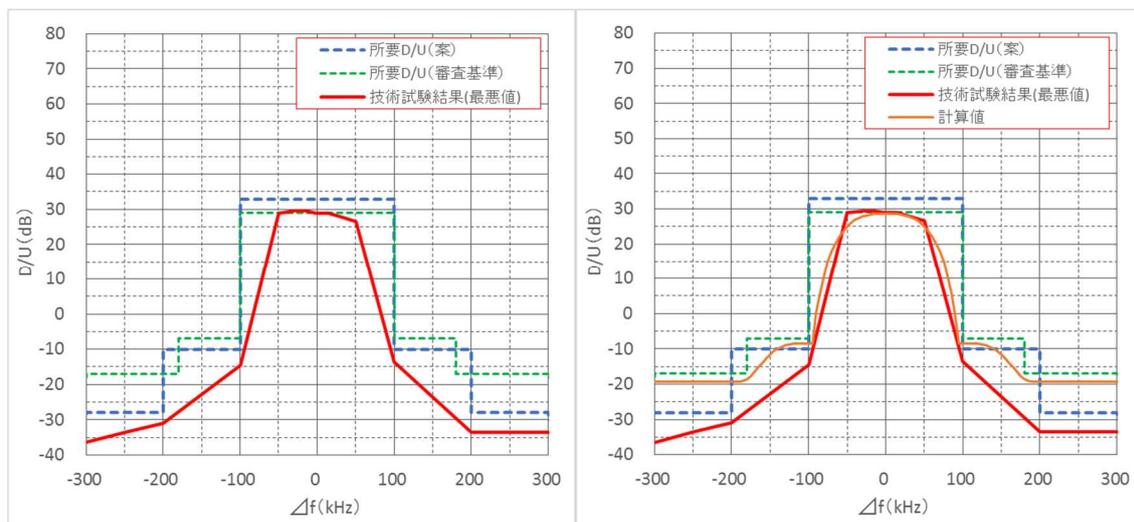
また、±50～±150kHz の区間は計算値では階段状に区切られているが、実機の特性はなだらかに減衰する結果となっている。

- (2) 被干渉：デジタル STL/TTL  
 与干渉：アナログ STL/TTL

【所要 D/U と IRF (案)】

	0kHz	100kHz	180kHz	200kHz	300kHz
測定値 (dB)	29.5	-13.5	—	-31.0	-33.5
D/U (dB)	33 (+4)	-10 (-3)	—	-28 (-11)	-30 (-12)
IRF (dB)	-2 (-4)	42 (+3)	—	60 (+11)	62 (+12)
審査基準 D/U(dB)	29	-7	-17	—	-18
審査基準 IRF(dB)	2	39	49	—	50

技術試験からのデジタル STL/TTL に対するアナログ STL/TTL の所要 D/U 検討結果、及びその結果に机上計算による所要 D/U を重ねたグラフを下記に示す。



【技術試験最悪値 + 所要 D/U (案)】

【技術試験最悪値 + 所要 D/U (案) + 机上計算値】

試験結果と計算値を比較すると、全体的に近似した傾向となっているが、帯域内の値が試験結果の方が 4dB 程度、D/U を必要とする値となった。

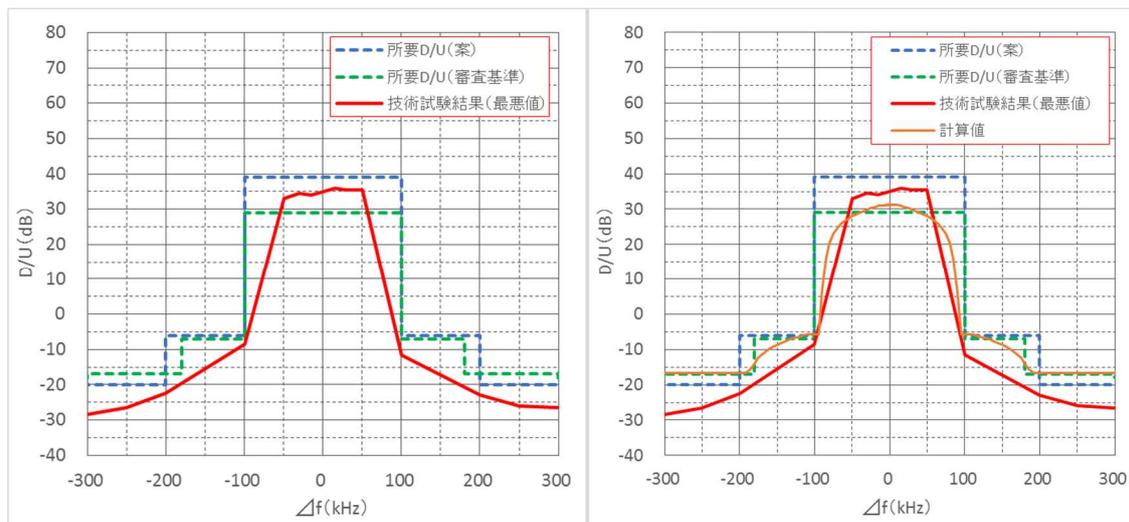
また、今回の受信機実機を用いた試験では、平成 27 年の情報通信審議会検討の所要 D/U、IRF の値に近接する特性を確認した。

- (3) 被干渉：デジタル STL/TTL  
 与干渉：デジタル STL/TTL

【所要 D/U と IRF (案)】

	0kHz	100kHz	180kHz	200kHz	400kHz
測定値 (dB)	36.0	-8.5	—	-22.5	-26.5
D/U (dB)	39 (+8)	-6 (±0)	—	-20 (-4)	-24 (-7)
IRF (dB)	-8 (-8)	37 (±0)	—	51 (+4)	55 (+7)
審査基準 D/U(dB)	31	-6	-16	—	-17
審査基準 IRF(dB)	0	37	47	—	48

技術試験からのデジタル STL/TTL に対するデジタル STL/TTL の所要 D/U 検討結果、及びその結果に机上計算による所要 D/U を重ねたグラフを下記に示す。



【技術試験最悪値 + 所要 D/U (案)】

【技術試験最悪値 + 所要 D/U (案) + 机上計算値】

試験結果と計算値を比較すると、全体的に近似した傾向となっているが、帯域内の値が試験結果の方が 8dB 程度、D/U を必要とする値となった。

また、平成 27 年の情報通信審議会検討の所要 D/U、IRF の値に近い結果となったが、今回の受信機実機を用いた試験では、その値を一部超える特性を確認した。

#### 4.4.5 アナログ防災行政無線の被干渉試験の結果

アナログ防災行政無線の被干渉試験について、測定条件となる与干渉波及び入力レベルにより、表 4.4-3 の試験結果一覧の組合せで試験を行った。具体的な試験結果については資料 3.3 に示す。(各システムの諸元については 4.2.2 項を参照。)

表 4.4-3 被干渉アナログ防災行政無線における試験結果一覧

番号	被干渉	与干渉	被干渉側の入力レベル
①	アナログ防災行政無線	アナログ STL/TTL (2B)※	規格感度+40dB
②		アナログ STL/TTL (2E)	規格感度+50dB
③		デジタル STL/TTL	規格感度+60dB

※アナログ STL(2A,2B,2C,2D)の内、帯域幅が最も広い 2B で試験を実施

(1) 被干渉：アナログ防災行政無線  
与干渉：アナログ STL/TTL

【試験条件】

○被干渉側

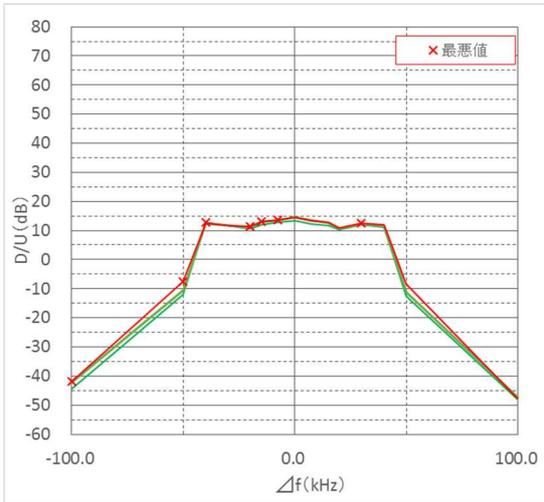
方式	アナログ防災行政無線
入力レベル	規格感度+40dB 規格感度+50dB 規格感度+60dB
評価基準	S/N : 30dB

○与干渉側

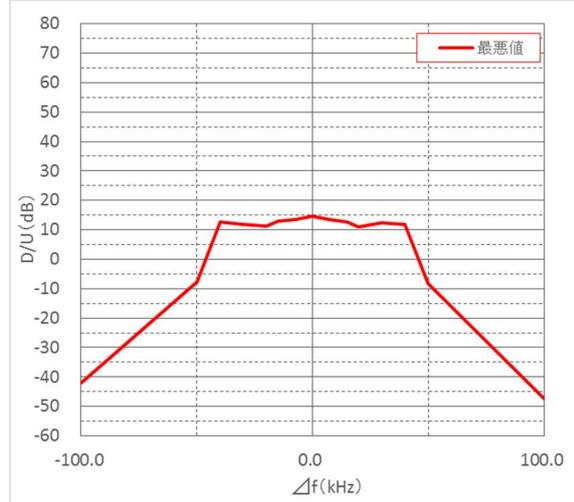
方式	アナログ STL/TTL
----	--------------

【試験結果】

各組合せの試験結果(下表)、及び試験結果から最悪値を抽出したグラフを下記に示す。



【技術試験結果(全パターン)】



【技術試験最悪値】

与干渉	被干渉	-100	-50	-40	-30	-20	-15	-7.5	0	7.5	15	20	30	40	50	100
アナログ STL	防災無線 アナログ 規格感度 +40dB	-44.4	-12.0	12.8	11.7	10.6	12.1	12.8	13.5	12.3	11.7	10.3	12.1	11.1	-12.6	-48.0
	防災無線 アナログ 規格感度 +50dB	-42.3	-10.6	12.4	11.7	11.1	13.0	13.4	14.5	13.5	12.8	10.7	12.2	11.6	-11.3	-47.2
	防災無線 アナログ 規格感度 +60dB	-42.0	-7.6	12.5	11.8	11.4	13.0	13.6	14.6	13.3	12.7	10.9	12.4	11.9	-8.3	-47.7
最悪値		-42.0	-7.6	12.8	11.8	11.4	13.0	13.6	14.6	13.5	12.8	10.9	12.4	11.9	-8.3	-47.2

朱書きマーカーは、離調周波数における最悪値を示す。

(2) 被干渉：アナログ防災行政無線  
与干渉：デジタル STL/TTL

【試験条件】

○被干渉側

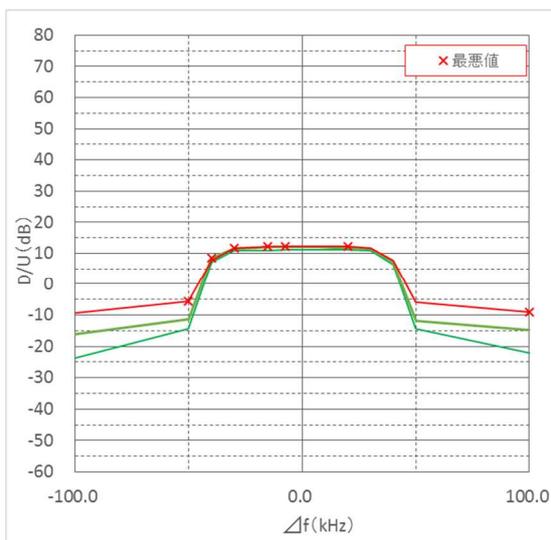
方式	アナログ防災行政無線
入力レベル	規格感度+40dB 規格感度+50dB 規格感度+60dB
評価基準	S/N : 30dB

○与干渉側

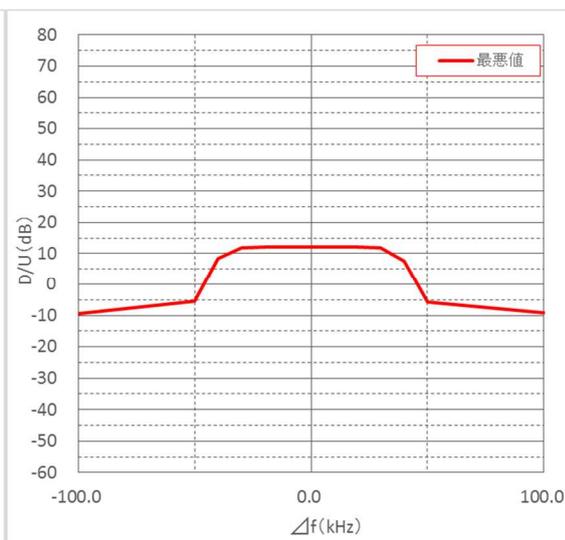
方式	デジタル STL/TTL
----	--------------

【試験結果】

各組合せの試験結果(下表)、及び試験結果から最悪値を抽出したグラフを下記に示す。



【技術試験結果(全パターン)】



【技術試験最悪値】

与干渉	被干渉	-100	-50	-40	-30	-20	-15	-7.5	0	7.5	15	20	30	40	50	100
デジタル STL	防災 アナログ 規格感度 +40dB	-23.6	-14.5	7.1	10.8	11.0	11.0	11.1	11.2	11.2	11.1	11.1	10.9	6.3	-14.3	-22.1
	防災 アナログ 規格感度 +50dB	-16.0	-11.2	8.4	11.6	11.9	12.0	12.0	12.0	12.0	11.9	11.9	11.6	7.4	-11.8	-14.8
	防災 アナログ 規格感度 +60dB	-9.4	-5.5	7.8	11.8	12.0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	11.8	7.7	-5.8	-9.1
最悪値		-9.4	-5.5	8.4	11.8	12.0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	11.8	7.7	-5.8	-9.1

朱書きマーカーは、離調周波数における最悪値を示す。

#### 4.4.6 アナログ防災行政無線の所要 D/U と IRF

被干渉試験の結果から、次のとおりアナログ防災行政無線の所要 D/U と IRF について検討を行った。

##### ① 受信機入力レベル

受信機の入力レベルについては、規格感度 (-107dBm) +40、+50、+60dB の安定受信感度（技術試験環境において、ノイズフロア等による測定値への影響が排除でき安定して測定が行えた入力レベル）において試験を行い、試験結果のなかで最悪となる所要 D/U を求めることとした。

##### ② 最悪値の抽出

試験結果の中から、周波数の上側と下側の値を比較し最悪となる値を求めることとした。これは、計算機等により IRF で干渉検討を行うことを想定し左右対称の最悪値とした。

##### ③ 試験装置マージン

上記②の最悪値から、さらに装置の個体差マージン 3dB を加え、所要 D/U を算出することとした。

##### ④ 机上検討による D/U 算出

机上検討は、スペクトラム密度や送受信フィルタ特性等のパラメータ理論値を用いて算出し、実力値を比較分析し、所要 D/U を算出することとした。

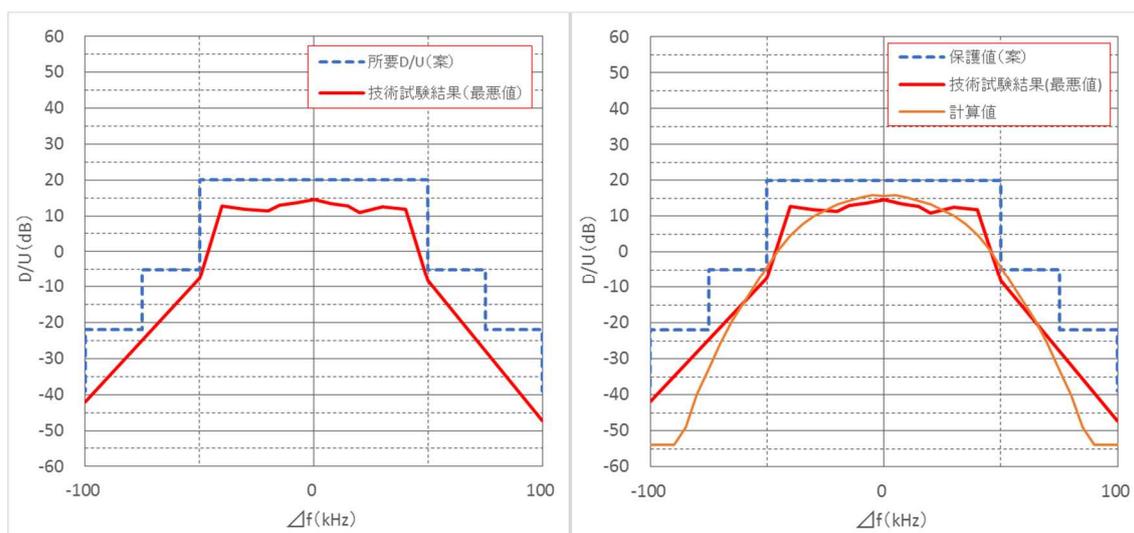
理論値と実力値の差については、実機の送信占有周波数帯幅、受信機性能特性、信号評価基準等により多少異なるものの傾向としては近似している結果となった。

- (1) 被干渉：アナログ防災行政無線  
 与干渉：アナログ STL/TTL

【所要 D/U と IRF (案)】

	0kHz	50kHz	75kHz	100kHz
測定値 (dB)	16.6	-7.6	-25	-42
D/U (dB)	20	-5	-22	-39
IRF (dB)	10	35	52	69

技術試験からのアナログ防災行政無線に対するアナログ STL/TTL の所要 D/U 検討結果、及びその結果に机上計算による所要 D/U を重ねたグラフを下記に示す。



【技術試験最悪値+所要 D/U(案)】

【技術試験最悪値+所要 D/U(案)+机上計算値】

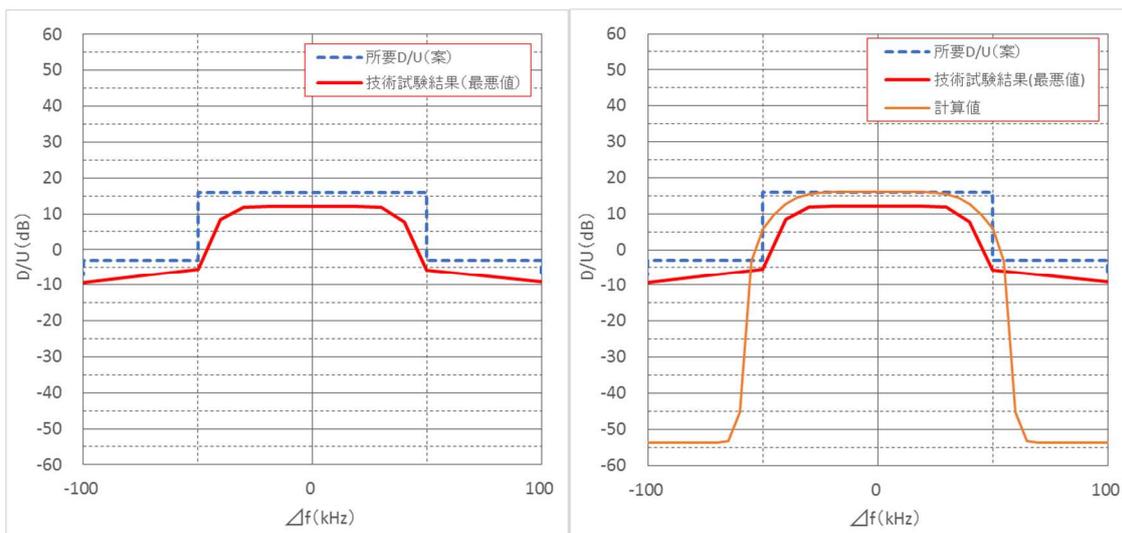
試験結果と計算値を比較すると、全体的に近似した傾向となっている。

- (2) 被干渉：アナログ防災行政無線  
 与干渉：デジタル STL/TTL

【所要 D/U と IRF (案)】

	0kHz	50kHz	100kHz
測定値 (dB)	12.1	-5.5	-9.1
D/U (dB)	16	-3	-7
IRF (dB)	14	33	37

技術試験からのアナログ防災行政無線に対するデジタル STL/TTL の所要 D/U 検討結果、及びその結果に机上計算による所要 D/U を重ねたグラフを下記に示す。



【技術試験最悪値+所要 D/U(案)】

【技術試験最悪値+所要 D/U(案)+机上計算値】

試験結果と計算値を比較すると、全体的かつ帯域内は近似した傾向となっている。実機による試験結果については、帯域外は計算値通りの減衰が見られなかった。

## 4.4.7 デジタル防災行政無線被干渉試験の結果

デジタル防災行政無線の被干渉試験について、測定条件となる与干渉波及び入力レベルにより、表 4.4-4 の試験結果一覧の組合せで試験を行った。具体的な試験結果については資料 3.4 に示す。(各システムの諸元については 4.2.2 項を参照。)

表 4.4-4 被干渉デジタル防災行政無線における試験結果一覧

番号	被干渉	与干渉	被干渉側の入力レベル
①	デジタル防災行政無線 16QAM	アナログ STL/TTL (2B)※	規格感度+10dB
②		アナログ STL/TTL (2E)	規格感度+20dB
③		デジタル STL/TTL	規格感度+30dB
④	デジタル防災行政無線 QPSK	アナログ STL/TTL (2B)※	規格感度+10dB
⑤		アナログ STL/TTL (2E)	規格感度+20dB
⑥		デジタル STL/TTL	規格感度+30dB
⑦	デジタル防災行政無線 4 値 FSK	アナログ STL/TTL (2B)※	規格感度+10dB
⑧		アナログ STL/TTL (2E)	規格感度+20dB
⑨		デジタル STL/TTL	規格感度+30dB

※アナログ STL/TTL(2A,2B,2C,2D)の内、占有周波数帯域幅が最も広い 2B で試験を実施

(1) 被干渉：デジタル防災行政無線  
与干渉：アナログ STL/TTL

【試験条件】

○被干渉側

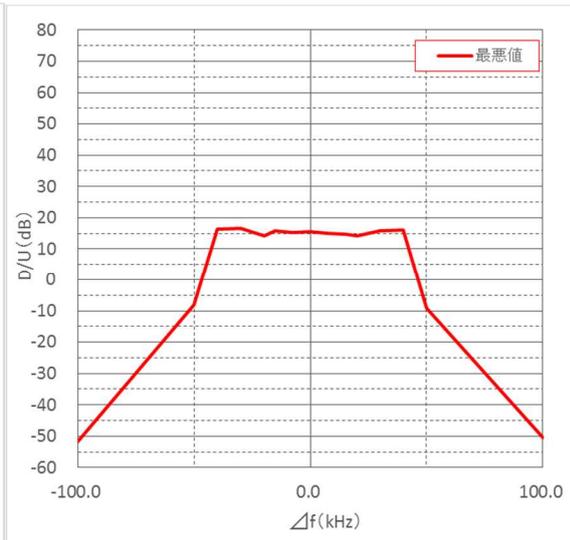
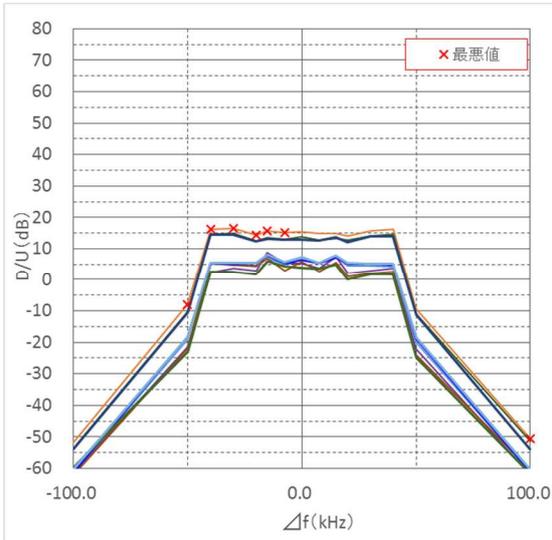
方式	デジタル防災 16QAM デジタル防災 QPSK デジタル防災 4値FSK
入力レベル	規格感度+10dB 規格感度+20dB 規格感度+30dB
評価基準	BER : $1 \times 10^{-4}$

○与干渉側

方式	アナログ STL/TTL
----	--------------

【試験結果】

各組合せの試験結果(下表)、及び試験結果から最悪値を抽出したグラフを下記に示す。



【技術試験結果(全パターン)】

【技術試験最悪値】

与干渉	被干渉	-100	-50	-40	-30	-20	-15	-7.5	0	7.5	15	20	30	40	50	100
アナログ STL	防災16QAM 規格感度+10dB	-51.7	-8.0	16.3	16.6	14.3	15.7	15.2	15.5	14.9	14.8	14.2	15.8	16.1	-9.3	-50.5
	防災QPSK 規格感度+10dB	-61.4	-21.5	2.4	3.7	2.8	8.8	5.2	5.3	3.6	7.5	2.2	3.0	3.8	-22.2	-61.9
	防災4値FSK 規格感度+10dB	-61.1	-19.3	5.2	5.0	4.2	6.9	5.0	6.9	5.2	7.4	4.6	4.5	4.2	-19.9	-61.3
	防災16QAM 規格感度+20dB	-53.5	-10.3	14.6	14.8	12.5	13.5	13.1	13.7	12.8	13.2	12.7	14.2	14.7	-10.8	-51.5
	防災QPSK 規格感度+20dB	-62.1	-22.1	5.2	4.8	4.6	6.8	3.0	5.8	2.7	5.5	1.1	2.0	2.6	-24.1	-60.3
	防災4値FSK 規格感度+20dB	-61.1	-18.3	5.2	5.0	5.2	7.6	5.4	6.3	5.2	7.2	5.1	5.0	4.7	-18.9	-61.1
	防災16QAM 規格感度+30dB	-53.8	-10.5	14.6	14.6	12.3	13.1	12.9	13.0	12.6	13.7	12.1	13.9	13.9	-11.2	-53.8
	防災QPSK 規格感度+30dB	-43.9	2.5	2.4	1.8	1.6	6.0	4.5	3.9	3.6	4.8	1.6	1.8	-8.5	-24.8	-62.5
	防災4値FSK 規格感度+30dB	-60.4	-18.2	5.4	5.5	5.4	8.0	5.7	7.3	5.4	7.9	5.4	5.3	5.2	-18.5	-60.2
最悪値		-43.9	2.5	16.3	16.6	14.3	15.7	15.2	15.5	14.9	14.8	14.2	15.8	16.1	-9.3	-50.5

朱書きマーカーは、離調周波数における最悪値を示す。

(2) 被干渉：デジタル防災行政無線  
与干渉：デジタル STL/TTL

【試験条件】

○被干渉側

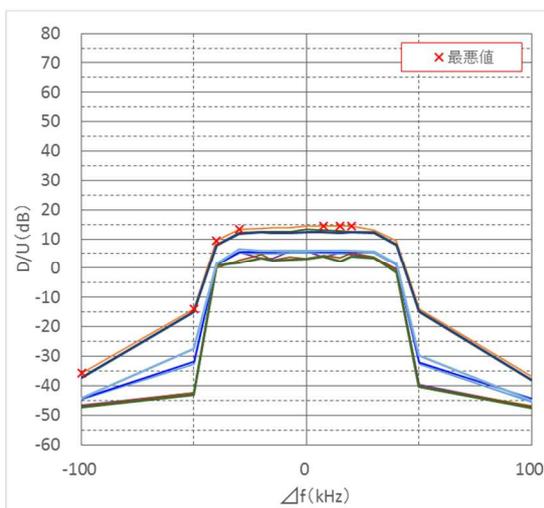
方式	デジタル防災 16QAM デジタル防災 QPSK デジタル防災 4値FSK
入力レベル	規格感度+10dB 規格感度+20dB 規格感度+30dB
評価基準	BER : $1 \times 10^{-4}$

○与干渉側

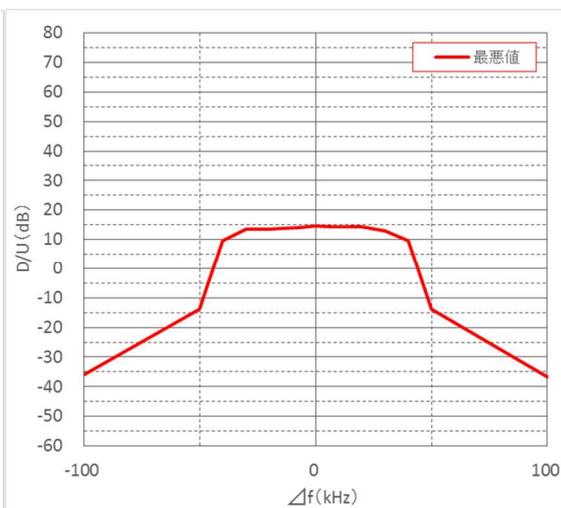
方式	デジタル STL/TTL
----	--------------

【試験結果】

各組合せの試験結果(下表)、及び試験結果から最悪値を抽出したグラフを下記に示す。



【技術試験結果(全パターン)】



【技術試験最悪値】

与干渉	被干渉	-100	-50	-40	-30	-20	-15	-7.5	0	7.5	15	20	30	40	50	100
デジタル STL	防災16QAM 規格感度+10dB	-35.8	-13.9	9.5	13.4	13.6	13.8	14.0	14.5	14.4	14.4	14.4	13.0	9.5	-13.9	-36.8
	防災QPSK 規格感度+10dB	-46.5	-42.4	1.7	5.5	3.3	3.3	5.8	5.8	3.9	5.3	4.7	3.5	-0.2	-39.7	-47.1
	防災4値FSK 規格感度+10dB	-44.6	-32.6	1.2	5.2	5.1	5.1	5.3	5.3	5.3	5.1	5.4	5.4	1.2	-32.7	-45.5
	防災16QAM 規格感度+20dB	-37.3	-15.2	8.2	12.3	12.5	12.6	12.6	13.3	13.2	12.9	12.6	12.5	8.4	-15.0	-38.1
	防災QPSK 規格感度+20dB	-47.0	-42.3	-0.1	2.8	4.8	2.7	3.8	3.4	4.4	3.6	5.3	4.0	-0.7	-40.1	-47.0
	防災4値FSK 規格感度+20dB	-44.5	-31.8	1.1	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7	5.6	5.6	5.6	5.7	1.5	-32.0	-44.5
	防災16QAM 規格感度+30dB	-37.2	-14.9	7.9	11.9	12.3	12.0	12.1	12.4	12.5	12.2	12.5	12.2	7.9	-14.7	-38.1
	防災QPSK 規格感度+30dB	-46.5	-42.3	1.7	5.5	4.8	3.3	5.8	5.8	4.4	5.3	5.3	4.0	-0.2	-39.7	-47.0
	防災4値FSK 規格感度+30dB	-44.2	-27.5	1.4	6.5	6.1	6.1	6.0	5.9	6.0	6.0	6.0	5.7	1.6	-29.8	-44.5
	最悪値	-35.8	-13.9	9.5	13.4	13.6	13.8	14.0	14.5	14.4	14.4	14.4	13.0	9.5	-13.9	-36.8

■ 朱書きマーカーは、離調周波数における最悪値を示す。

#### 4.4.8 デジタル防災行政無線の所要 D/U と IRF

被干渉試験の結果から、次のとおりデジタル防災行政無線の所要 D/U と IRF について検討した。

① 受信機入力レベル

受信機の入力レベルについては、規格感度+10、+20、+30dB の安定受信感度において試験を行い、試験結果のなかで最悪となる所要 D/U を求めることとした。

② 最悪値の抽出

試験結果の中から、周波数の上側と下側の値を比較し最悪となる値を求めることとした。これは、計算機等により IRF で干渉検討を行うことを想定し左右対称の最悪値とした。

③ 試験装置マージン

上記②の最悪値から、さらに装置の個体差マージン 3dB を加え、所要 D/U を算出することとした。

④ 机上検討による D/U 算出

机上検討は、スペクトラム密度や送受信フィルタ特性等のパラメータ理論値を用いて算出し、実力値を比較分析し、所要 D/U を算出することとした。

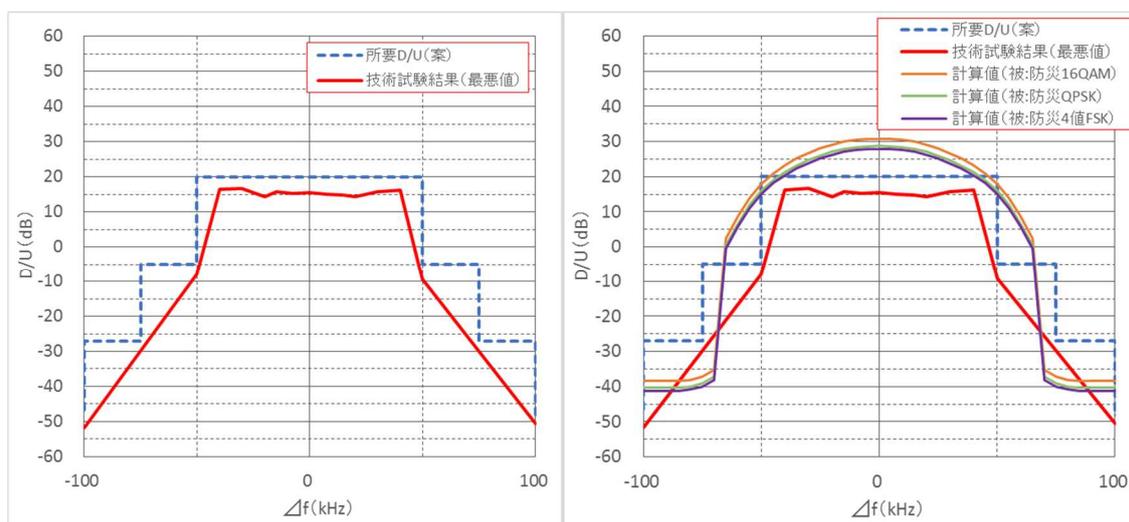
理論値と実力値の差については、実機の送信占有周波数帯幅、受信機性能特性、信号評価基準等により多少異なるものの傾向としては近似している結果となった。

- (1) 被干渉：デジタル防災行政無線  
 与干渉：アナログ STL/TTL

【所要 D/U と IRF (案)】

		0kHz	50kHz	75kHz	100kHz
16QAM C/I=27.2dB	測定値 (dB)	16.6	-8.0	-30.0	-50.5
	D/U (dB)	20	-5	-27	-48
	IRF (dB)	7	32	54	75
QPSK C/I=20.4dB	測定値 (dB)	16.6	-8.0	-30.0	-50.5
	D/U (dB)	20	-5	-27	-48
	IRF (dB)	0	25	47	68
4 値 FSK C/I=19.8dB	測定値 (dB)	16.6	-8.0	-30.0	-50.5
	D/U (dB)	20	-5	-27	-48
	IRF (dB)	0	25	47	68

技術試験からのデジタル防災行政無線に対するアナログ STL/TTL の所要 D/U 検討結果、及びその結果に机上計算による所要 D/U を重ねたグラフを下記に示す。



【技術試験最悪値+所要 D/U(案)】

【技術試験最悪値+所要 D/U(案)+机上計算値】

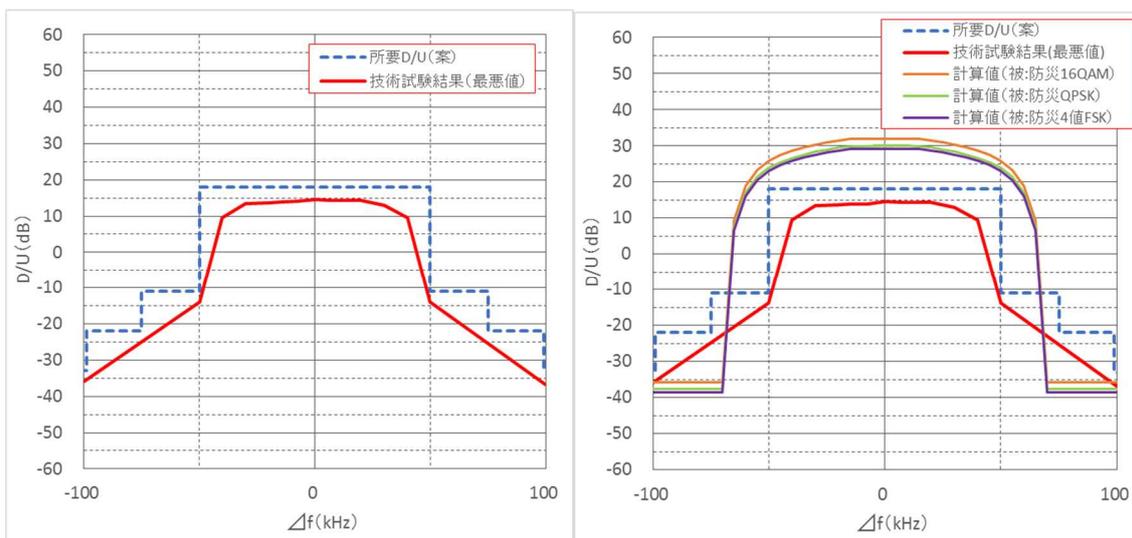
試験結果と計算値を比較すると、全体的に近似した傾向となっているが、計算値がより D/U が必要となる結果となっている。

(2) 被干渉：デジタル防災行政無線  
 与干渉：デジタル STL/TTL

【所要 D/U と IRF (案)】

		0kHz	50kHz	75kHz	100kHz
16QAM C/I=27.2dB	測定値 (dB)	14.5	-13.9	-25.0	-35.8
	D/U (dB)	18	-11	-22	-33
	IRF (dB)	9	38	49	60
QPSK C/I=20.4dB	測定値 (dB)	14.5	-13.9	-25.0	-35.8
	D/U (dB)	18	-11	-22	-33
	IRF (dB)	2	31	42	53
4 値 FSK C/I=19.8dB	測定値 (dB)	14.5	-13.9	-25.0	-35.8
	D/U (dB)	18	-11	-22	-33
	IRF (dB)	2	31	42	53

技術試験からのデジタル防災行政無線に対するデジタル STL/TTL の所要 D/U 検討結果、及びその結果に机上計算による所要 D/U を重ねたグラフを下記に示す。



【技術試験最悪値+所要 D/U(案)】

【技術試験最悪値+所要 D/U(案)+机上計算値】

試験結果と計算値を比較すると、計算値がより D/U が必要となる結果となっている。

## 第5章 実証実験

### 5.1 屋外実証実験

STL/TTL無線と防災行政無線等との混信保護基準を明確化するとともに、それぞれの無線局同士において周波数共用を可能とする対策手法の検討を行うため、実験試験局を用いた屋外実証実験による検証を行った。

#### 5.1.1 実証実験方法

##### (1) 測定項目

実験試験局を用いた屋外実証実験における測定項目を以下に示す。

- ・ 固定点受信における基本性能試験
  - 時間変動測定（受信入力レベル・BER）
  - 受信入力レベル対BER測定
- ・ 伝搬距離を変えた場合の伝搬品質特性
  - 受信入力レベル
  - スペクトラム波形
  - BER
  - MER
  - コンスタレーション
  - 再生音声信号波形
- ・ 回線設計値とフィールド測定値の比較
  - 受信入力レベル
- ・ ハイトパターン・偏波面効果
  - ハイトパターン（受信入力レベル・BER）
  - 偏波面特性
  - 指向性特性

(2) 試験系統図・実験風景

実験試験局を用いた屋外実証実験の実験系統図を図 5.1-1 に、実験実施状況を図 5.1-2 に示す。

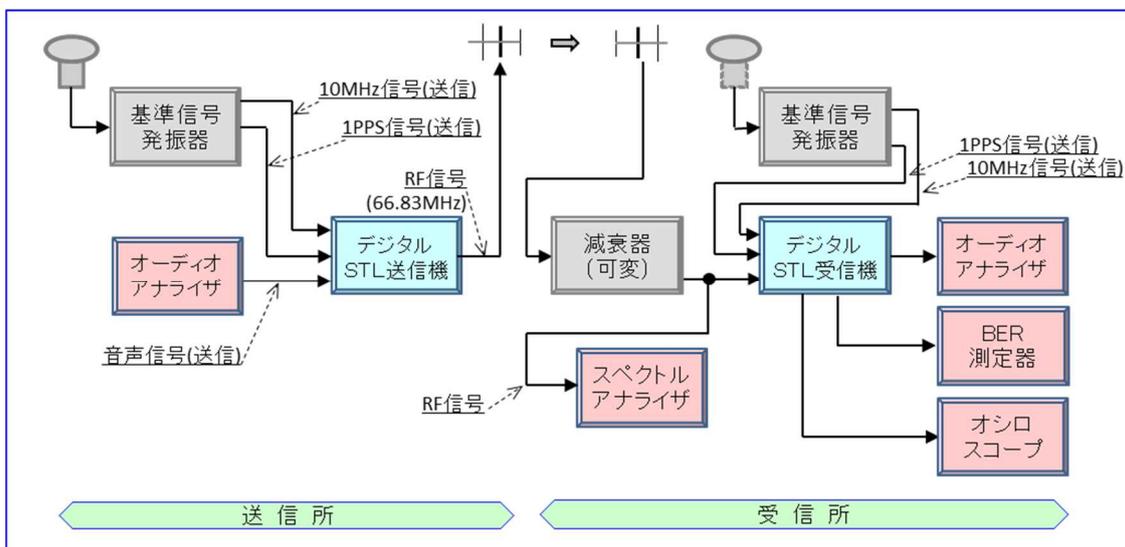


図 5.1-1 実験試験局を用いた屋外実証実験系統図

【送信所】

長野県松本市 鳥居山



【送信所 送信空中線】



【送信所 STL/TTL 送信機】



【受信所 測定車両】



【受信所 STL/TTL 受信機】



図 5.1-2 屋外実験実施状況

(3) 実験試験局の諸元

屋外実証実験に用いた実験試験局の諸元を表 5.1-1 に示す。

表 5.1-1 実験試験局の諸元

送信周波数	空中線電力	電波型式 変調方式等	送信空中線
66.83MHz	大町方向：5W 塩尻方向：1W	96K0 D7W 64QAM	3素子八木空中線 ・利得 8.15dBi ・偏波 垂直/水平 ・水平面の主輻射の角度幅 42度

(4) 使用機材

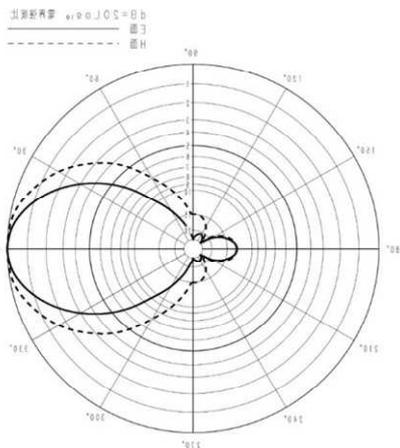
屋外実証実験に使用した機材を表 5.1-2 に示す。また、実験に使用した 60MHz 帯送受信空中線の仕様を図 5.1-3 に示す。

表 5.1-2 屋外実証実験に使用した機材

名 称	製造社名	型 番
送 信 所		
デジタル STL/TTL 送信機	日本通信機	6409TL
STL/TTL 送信空中線	日本アンテナ	3BD-060
基準信号発生器	日本通信機	3277A
オーディオアナライザ	オーディオプレジジョン	ATS-1
受 信 所		
デジタル STL/TTL 受信機	日本通信機	6409R
STL/TTL 受信空中線	日本アンテナ	3DV-060
基準信号発生器	日本通信機	3277A
オーディオアナライザ	キーサイトテクノロジー	U8903A
スペクトラムアナライザ	アンリツ	MS8911B
基準信号発生器	日本通信機	3277A

仕様項目	仕様内容
1 アンテナ型式	広帯域3素子八木アンテナ
2 型 名	3DV-060
3 用 途	固定局用 垂直又は水平偏波単一指向性
4 使用周波数	54 ~ 75MHz内の指定周波数
5 入力インピーダンス	公称 50 Ω
6 V S W R	帯域内 1.5 以下
7 利 得 ( 標 準 値 )	8.15 dBi
8 指 向 性 ( 標 準 値 )	E面半値幅 : ±31° H面半値幅 : ±42°
9 前方対後方比 (標準値)	13 dB
10 絶 縁 抵 抗	給電点にて乾燥時 DC500Vにて500MΩ以上
11 耐 電 圧	給電点にて乾燥時 AC100V1分間加え異常ないこと
12 給 電 部 接 柱	N-J型
13 質 量	約 11 kg
14 受 風 面 積	約 0.30 m <sup>2</sup>
15 最大受風荷重	60m/sec の時 約 660 N
16 耐 風 速	最大瞬間風速にて 60m/sec

【指向特性】



【周波数特性】

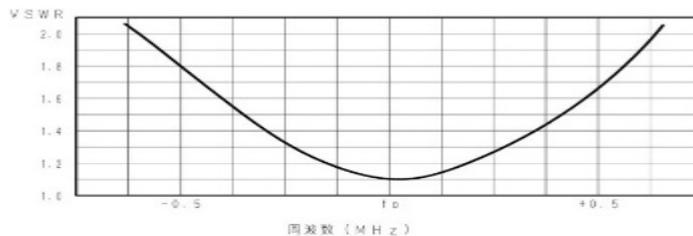


図 5.1-3 屋外実証実験で使用した 60MHz 帯送受信空中線の仕様

(5) 送信所および受信所の位置関係

屋外実証実験を実施した送信所及び受信所の位置情報を図 5.1-4 に示す。

- 【送信所】 長野県松本市蟻ヶ崎 東経 137 度 57 分 18 秒、北緯 36 度 15 分 13 秒
- 【受信所】
- 受信所① 塩尻方向 東経 137 度 59 分 08 秒、北緯 36 度 06 分 20 秒
  - 受信所② 大町方向 東経 137 度 54 分 08 秒、北緯 36 度 19 分 22 秒
  - 受信所③ 大町方向 東経 137 度 50 分 32 秒、北緯 36 度 24 分 59 秒
  - 受信所④ 大町方向 東経 137 度 50 分 38 秒、北緯 36 度 26 分 55 秒
  - 受信所⑤ 大町方向 東経 137 度 50 分 06 秒、北緯 36 度 29 分 39 秒
  - 受信所⑥ 大町方向 東経 137 度 49 分 06 秒、北緯 36 度 31 分 48 秒
  - 受信所⑦ 大町方向 東経 137 度 53 分 02 秒、北緯 36 度 24 分 57 秒
  - 受信所⑧ 大町方向 東経 137 度 50 分 18 秒、北緯 36 度 31 分 12 秒
  - 受信所⑨ 大町方向 東経 137 度 50 分 29 秒、北緯 36 度 32 分 23 秒

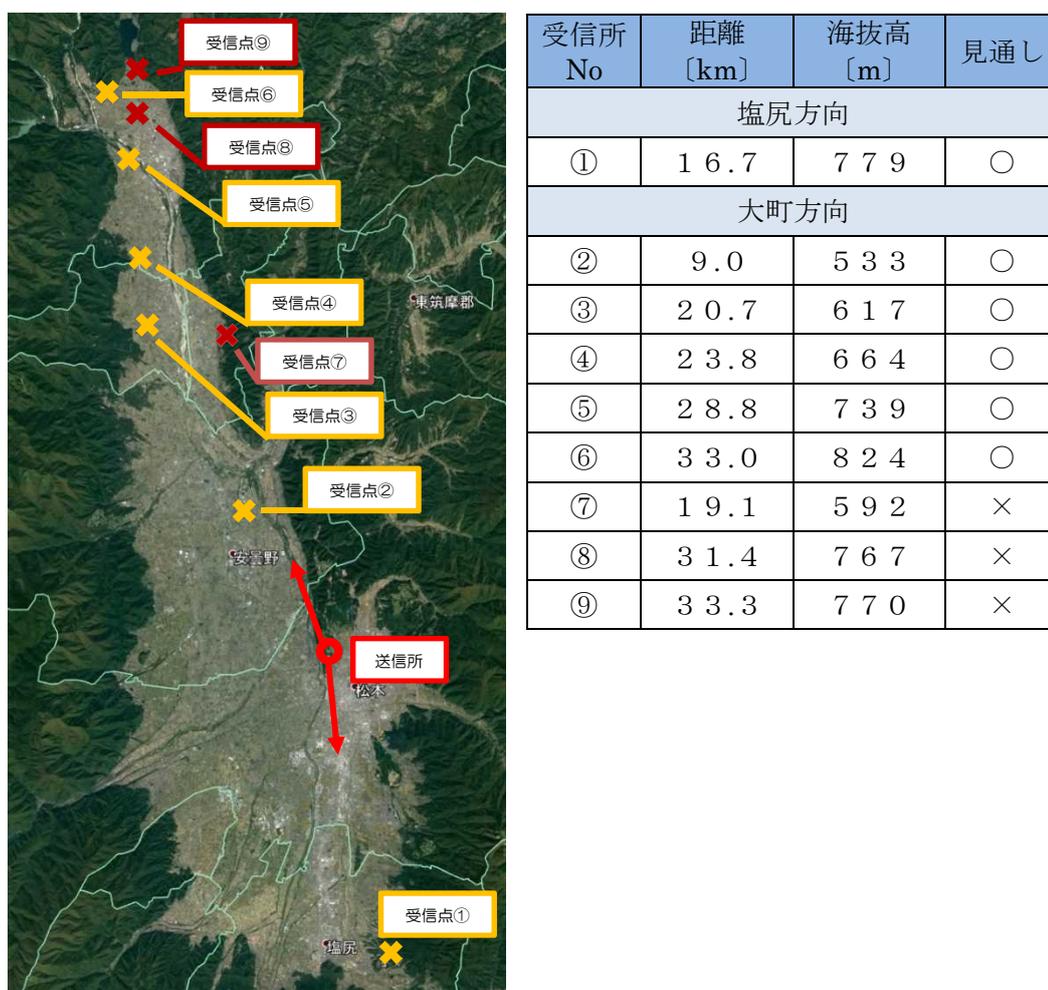


図 5.1-4 送信所及び受信所の位置情報

(6) 送・受信所間の高低差プロファイル

送信所と各受信点における高低差プロファイルを図 5.1-5 から図 5.1-13 までに示す。

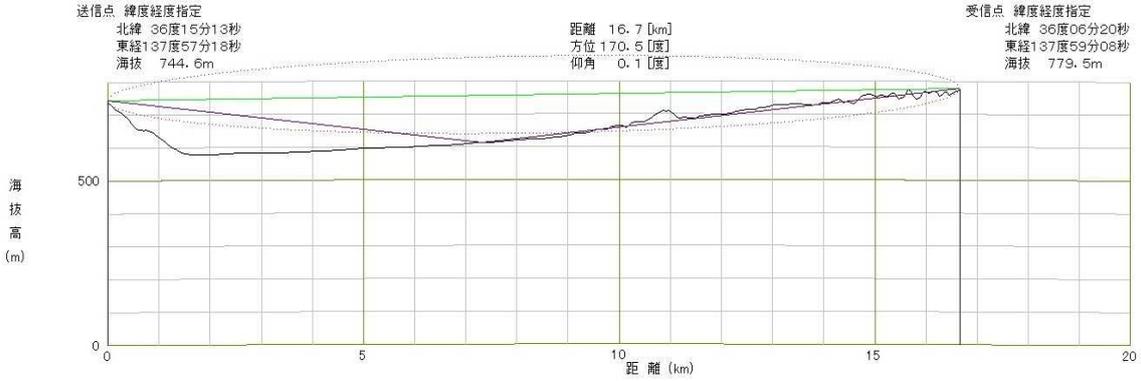


図 5.1-5 送信所～受信所① 高低差プロファイル

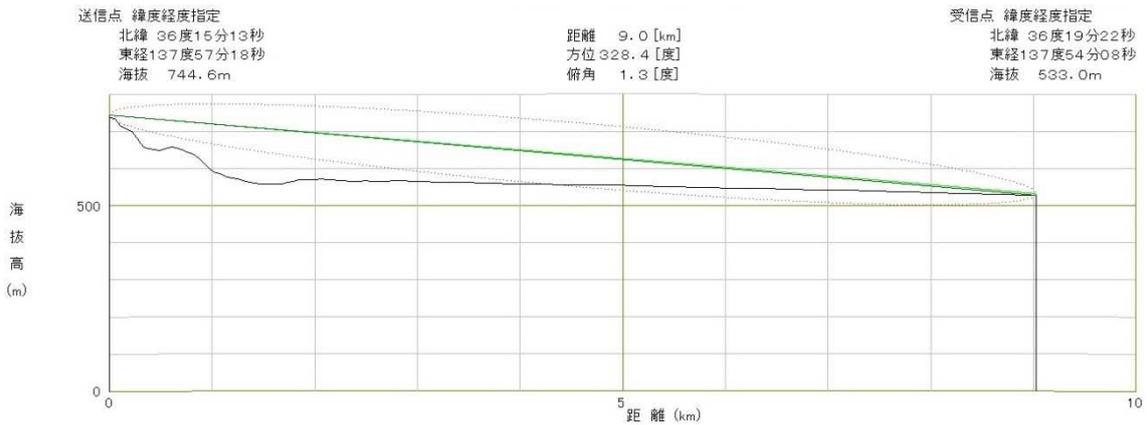


図 5.1-6 送信所～受信所② 高低差プロファイル

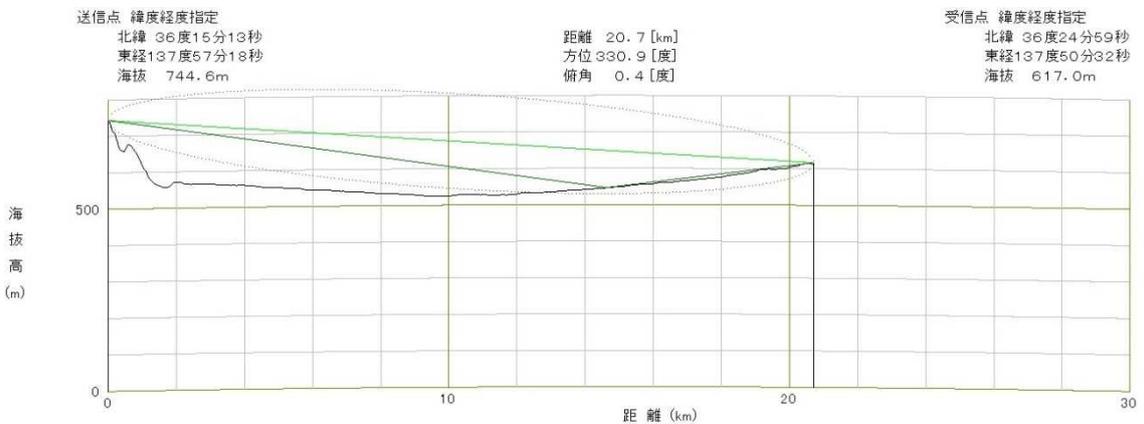


図 5.1-7 送信所～受信所③ 高低差プロファイル

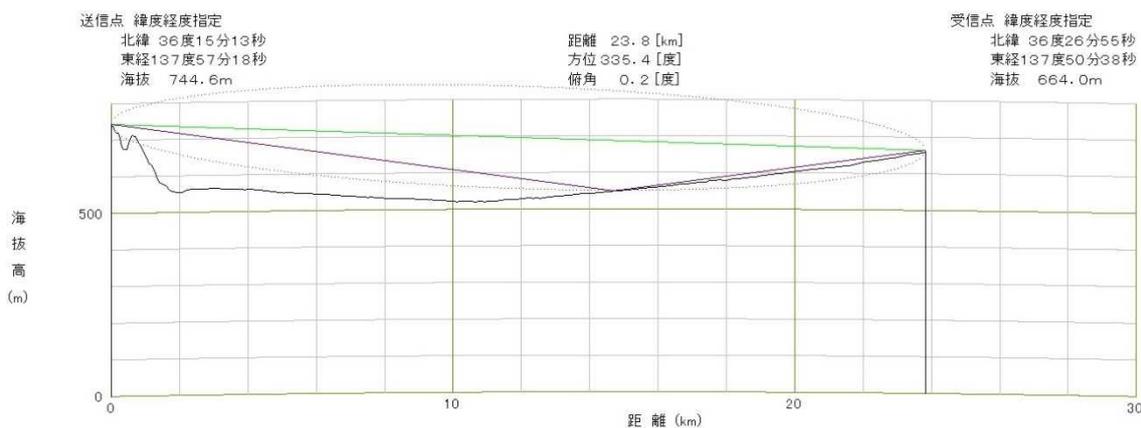


図 5.1-8 送信所～受信所④ 高低差プロフィール

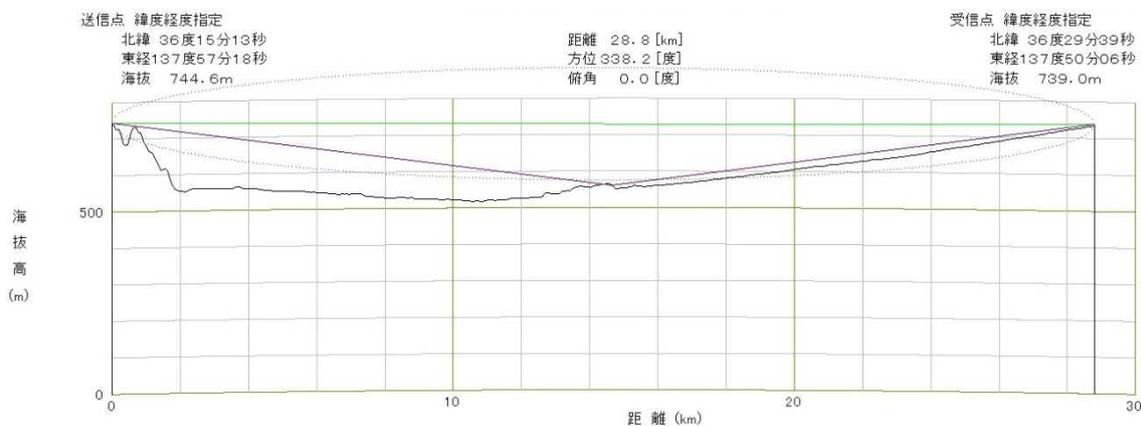


図 5.1-9 送信所～受信所⑤ 高低差プロフィール

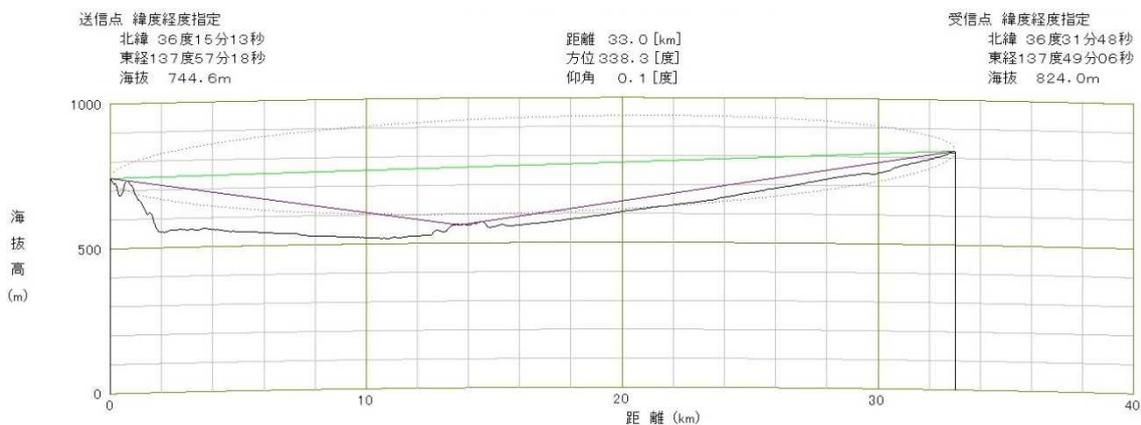


図 5.1-10 送信所～受信所⑥ 高低差プロフィール

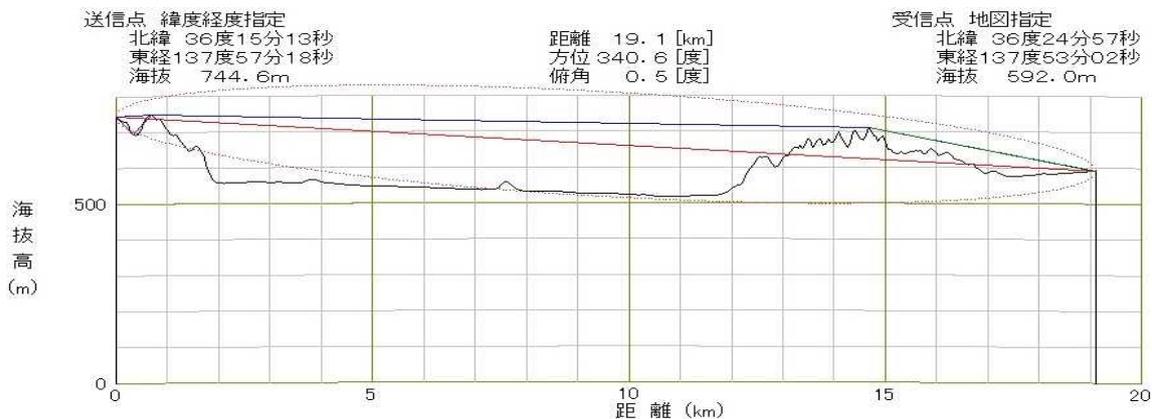


図 5.1-11 送信所～受信所⑦ 高低差プロフィール

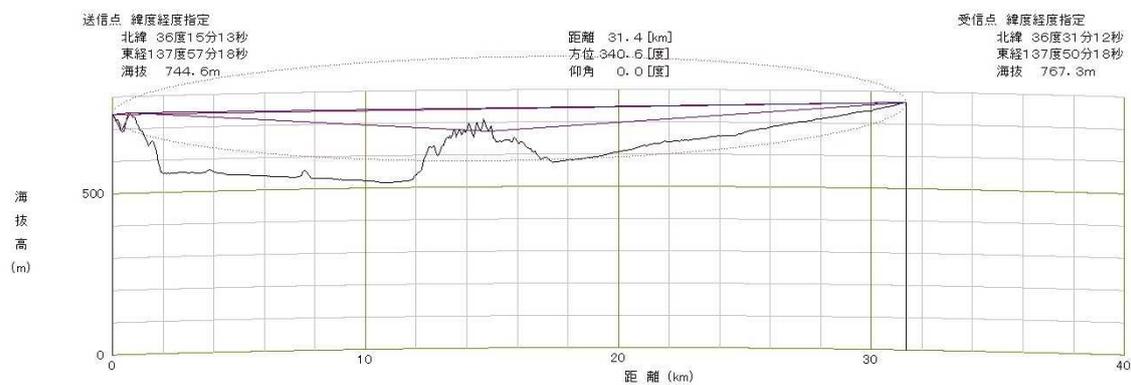


図 5.1-12 送信所～受信所⑧ 高低差プロフィール

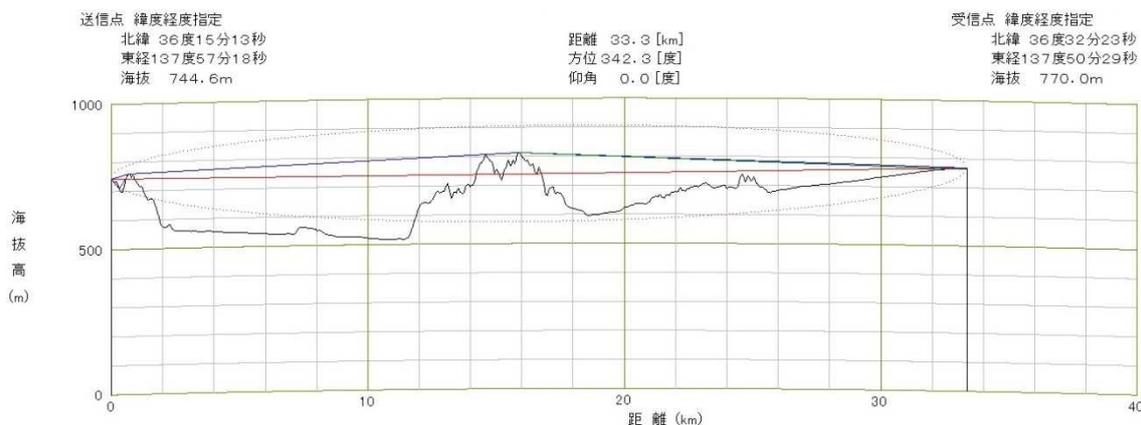


図 5.1-13 送信所～受信所⑨ 高低差プロフィール

## 5.1.2 実証実験結果

### (1) 固定点受信における基本性能試験

塩尻方面の受信点①においてデジタル STL/TTL 装置の基本伝搬特性を確認するため、時間変動測定、受信入力レベル対 BER 測定を行った。

#### 【時間変動測定】

30分時間変動測定結果（受信入力レベル、BER）を図 5.1-14 に示す。

#### 〔測定条件〕

測定地点 : 受信所① 距離 16.7km

送信空中線 : H 偏波

受信空中線 : H 偏波、空中線高 10m

測定時間 : 30分 (1分間隔)

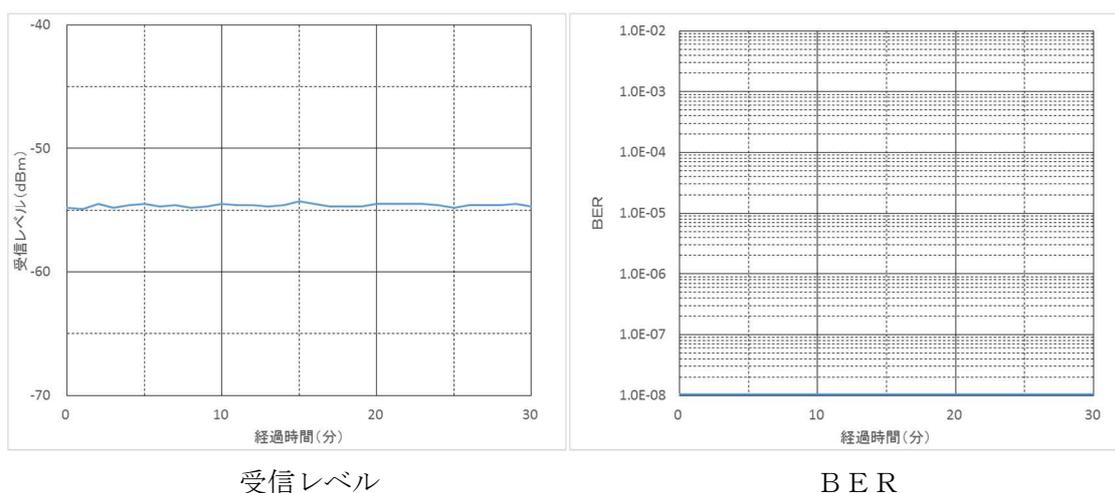


図 5.1-14 30分時間変動測定

受信空中線高を 10m で固定し、1分毎に受信入力レベルと BER の測定を行った。30分間と短時間での測定結果ではあるが、受信入力レベルの変動は 1dB 以内、BER もエラーフリーであり、安定した通信が行える事が確認できた。

【受信入力レベル対BER測定】

受信入力レベルに対する BER との関係について、測定結果を図 5.1-15 に示す。また、STL/TTL 送受信機を直接接続し測定した屋内試験の結果も合わせて示す。

〔測定条件〕

○フィールド試験

測定地点 : 受信所① 距離 16.7km

送信空中線 : H 偏波

受信空中線 : H 偏波、空中線高 10m

○屋内試験

STL/TTL 送受信機をケーブル接続

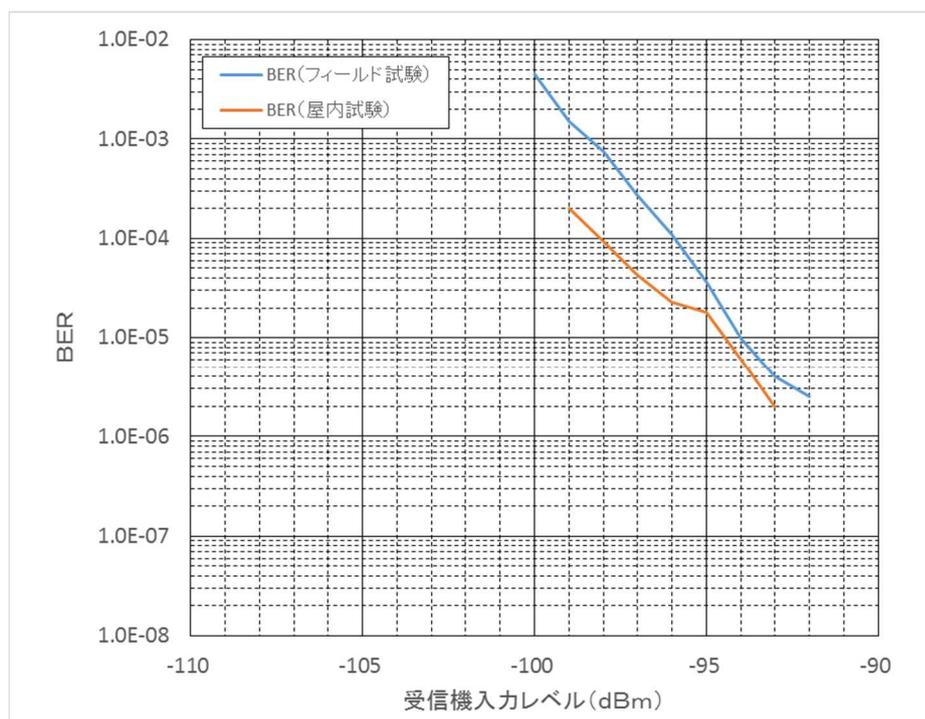
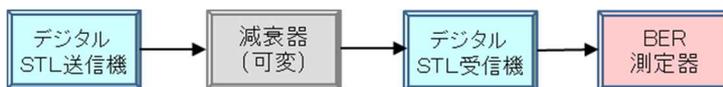


図 5.1-15 受信入力レベル対BER測定

可変減衰器により受信入力レベルを変化させ、BER 測定を行った。

フィールド試験の結果を屋内試験と比較すると、フィールド試験の方が同一入力レベルでは BER が若干劣化しているが、受信入力レベル対 BER 特性は概ね同じ傾向である事が確認された。室内試験と比較してフィールドにおける BER の劣化については、都市雑音等の影響と推察される。

(2) 伝搬距離を変えた場合の伝搬品質特性

伝搬距離を変えた場合の伝搬特性を検証するため、大町方面の受信所において、伝搬品質（受信入力レベル、スペクトル波形、BER、MER、コンスタレーション、再生音声信号波形）の測定を行った。

【伝搬品質測定】

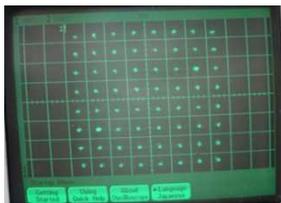
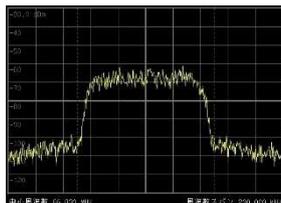
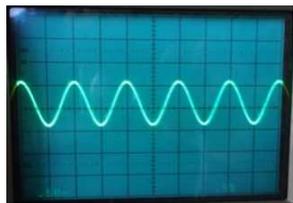
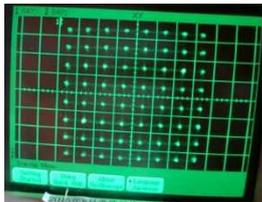
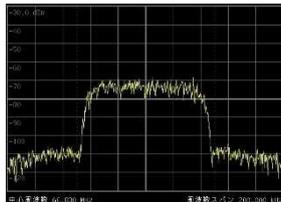
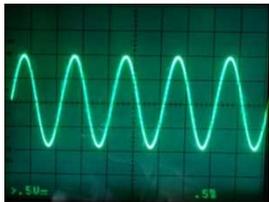
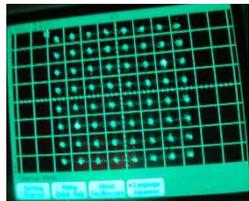
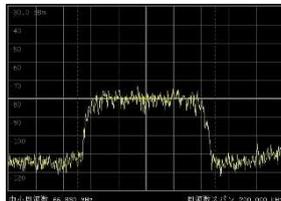
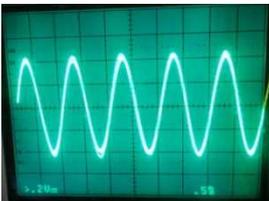
測定結果を表 5.1-3 に示す。

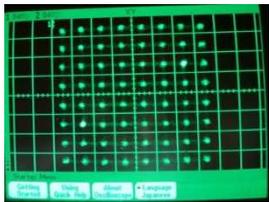
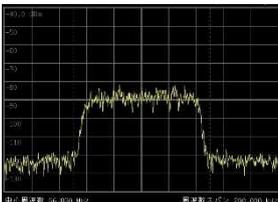
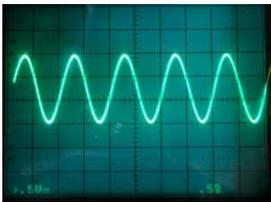
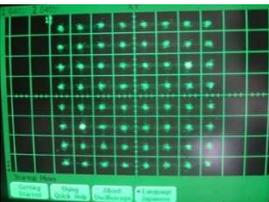
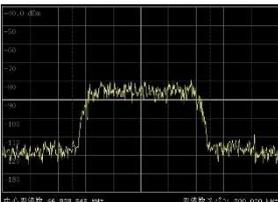
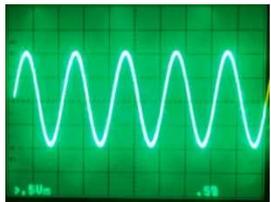
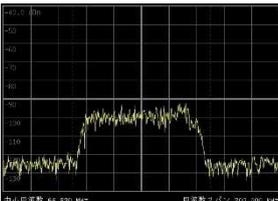
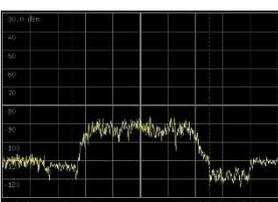
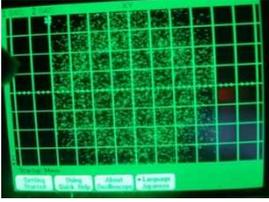
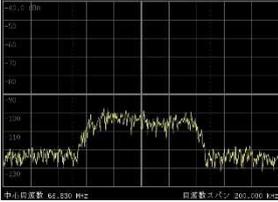
〔測定条件〕

送信空中線 : H 偏波

受信空中線 : H 偏波、空中線高 10m

表 5.1-3 コンスタレーション、スペクトル波形および音声信号

受信所 No	コンスタレーション	スペクトル波形	音声再生信号
受信所② 距離 : 9.0km 受信高 : 10 m 見通し : ○	 MER : 32.2dB BER : エラーフリー	 受信レベル : -43.1dBm	 音声品質 : ○
受信所③ 距離 : 20.7km 受信高 : 10 m 見通し : ○	 MER : 32.6dB BER : エラーフリー	 受信レベル : -49.3dBm	 音声品質 : ○
受信所④ 距離 : 23.8km 受信高 : 10 m 見通し : ○	 MER : 29.8dB BER : 1.0E-5	 受信レベル : -55.1dBm	 音声品質 : ○

受信所 No	コンスタレーション	スペクトル波形	音声再生信号
受信所⑤ 距離：28.8km 受信高：10 m 見通し：○	 MER : 30.7dB BER : エラーフリー	 受信レベル：-57.6dBm	 音声品質：○
受信所⑥ 距離：33.0km 受信高：10 m 見通し：○	 MER : 30.3dB BER : 1.3E-5	 受信レベル：-59.9dBm	 音声品質：○
受信所⑦ 距離：19.1km 受信高：10 m 見通し：×	 MER : 14.1dB BER : 1.6E-2	 受信レベル：-66.8dBm	(音声出力無し) 音声品質：×
受信所⑧ 距離：31.4km 受信高：10 m 見通し：×	 MER : 18.6dB BER : 1.6E-2	 受信レベル：-67.8dBm	(音声出力無し) 音声品質：×
受信所⑨ 距離：33.3km 受信高：10 m 見通し：×	 MER : 12.6dB BER : 1.6E-2	 受信レベル：-81.4dBm	(音声出力無し) 音声品質：×

※受信所①については、受信レベル測定のみ実施

受信高：10m 受信レベル：-54.5 d Bm

各受信点において、受信高 10m での受信入力レベル、スペクトル波形、BER、MER、コンスタレーション、再生音声信号波形の測定および音質確認を行った。

送信所からの距離が 33km である受信所⑥においても、受信入力レベルが -59.9dBm と受信装置の性能として十分な受信レベルである事が確認された。

一方、見通し外ポイントの受信所⑦（距離 19.1km）、受信所⑧（距離 31.4km）、受信所⑨（距離 33.3km）においては、受信入力レベルとしては復調可能と判断されるレベルで受信されていたが、MER が劣化しており音声出力不可の状況であった。要因としては受信環境や回折、マルチパス等による影響で C/N が所要値を満たせないものと推察される。

デジタル STL/TTL の回線の検討においては、受信レベルだけではなく、C/N の影響を考慮して設計を行う必要がある。

### (3) 回線設計値とフィールド測定値の比較

伝搬距離を変えた場合の回線設計値とフィールド測定値を比較検証するため、各受信所において受信入力レベルを測定し、回線設計値との比較を行った。

回線設計値を表 5.1-4 に、自由空間伝搬損失のみを考慮した伝搬特性、及び自由空間伝搬損失と諸損失 10dB を考慮した伝搬特性と、フィールド実測値（受信高 10m）との関係を図 5.1-16 に示す。

表 5.1-4 回線設計値

受信地点No		塩尻方向		大町方向								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		
距離	km	16.7	9	20.7	23.8	28.8	33	19.1	31.4	33.3		
送信点海拔高	m	744.6	744.6	744.6	744.6	744.6	744.6	744.6	744.6	744.6		
受信海拔高	m	779.5	533	617	664	739	824	592	767	770		
周波数	MHz	66.83	66.83	66.83	66.83	66.83	66.83	66.83	66.83	66.83		
波長	m	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22		
送信系の特性	送信出力 Pt	Pt	W	1	5	5	5	5	5	5	5	
			dBm	30.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	
	フィルタ損、アイソレータ損 共用器/結合器損		dB	0	0	0	0	0	0	0	0	
	給電線損失	Lft	dB	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	
	空中線利得	Gat	dB	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	
	空中線角度損失		dB	0	0	0	0	0	0	0	0	
	等価等方輻射電力	Eirp	dBm	37.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	44.3	
受特性系の特性	給電線損失	Lfr	dB	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	
	空中線利得	Gar	dB	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	
	空中線角度損失		dB	0	0	0	0	0	0	0	0	
	総合空中線系利得	Gr	dB	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	
伝搬特性	自由空間伝搬損失		dB	93.4	88.0	95.2	96.4	98.1	99.3	94.5	98.8	
	遮蔽損失		dB	0	0	0	0	0	0	0	0	
	平面大地損失		dB	0	0	0	0	0	0	0	0	
	回折損失		dB	0	0	0	0	0	0	21.7	7.3	
	合計伝搬損失	TI	dB	93.4	88.0	95.2	96.4	98.1	99.3	116.2	106.1	
受信入力電力 (フィルタ入力端) Eirp-TI+Gr		dBm	-48.74	-36.38	-43.60	-44.83	-46.49	-47.67	-64.62	-54.54	-79.15	
測定値	実測値	10m	dBm	-54.5	-43.1	-49.3	-55.1	-57.6	-59.9	-66.8	-67.8	-81.4
	実測値と計算値の差		dB	-5.76	-6.72	-5.70	-10.27	-11.11	-12.23	-2.18	-13.26	-2.25
	見通し			○	○	○	○	○	○	×	×	×

受信入力にはフィルタ入力端における値とした。

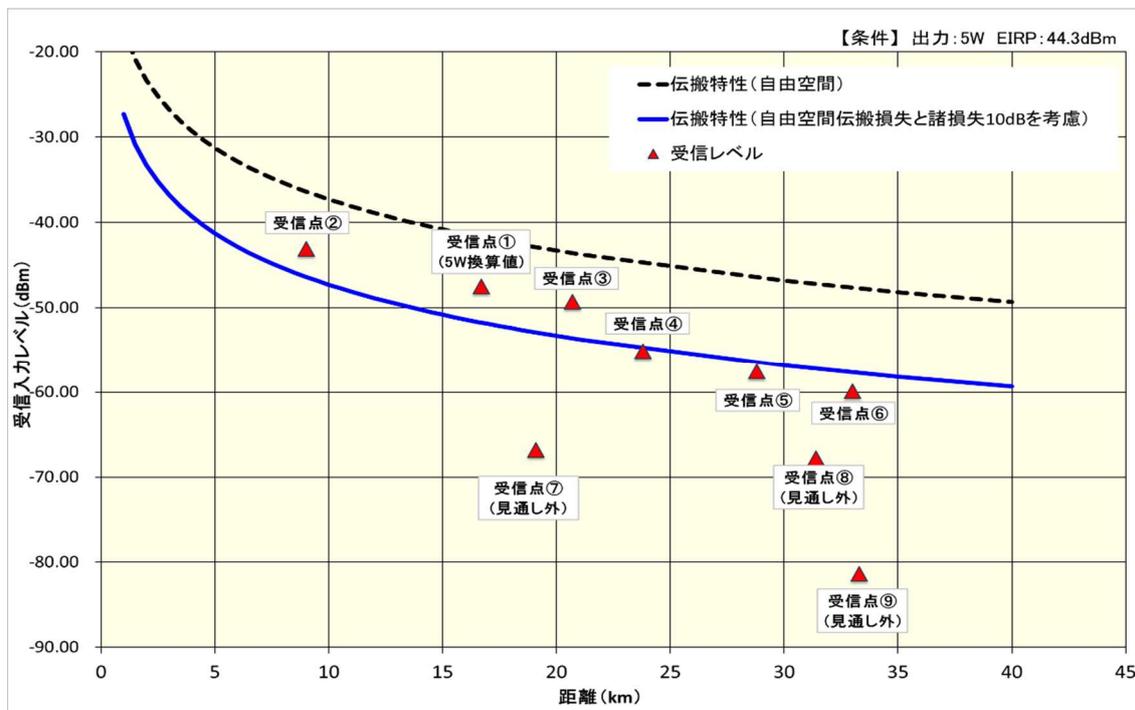


図 5.1-16 回線設計値とフィールド測定値の関係

各受信点において受信高 10m で測定した受信入力レベルと、回線設計の計算値（自由空間伝搬損失のみを考慮）を比較すると、見通し地点においては計算値より 5～12dB 程度低い結果となり、諸損失として 10dB を考慮した場合の計算カーブと近似する結果であった。見通し地点であっても受信点高が低いため、樹木や建築物等の周囲状況の影響を受けたものと推察される。

(4) ハイトパターン・偏波面効果

伝搬距離を変えた場合のハイトパターンと偏波面効果の変化、および異偏波時の指向特性を検証するため、受信所①、②、③、⑤において、受信空中線高、受信空中線方向及び送受信アンテナの偏波面を変えての受信入力レベルの測定を行った。

受信所①においては、受信空中線高に対する BER の変化についても測定を行った。測定結果を図 5.1-17～図 5.1-20 に示す。

〔測定条件〕

- 測定地点 : 受信所① 距離 16.7km
- 送信空中線 : H 偏波
- 受信空中線 : 受信入力レベル測定 H 偏波・V 偏波、空中線高 5m～10m  
BER 測定 H 偏波、空中線高 5m～10m

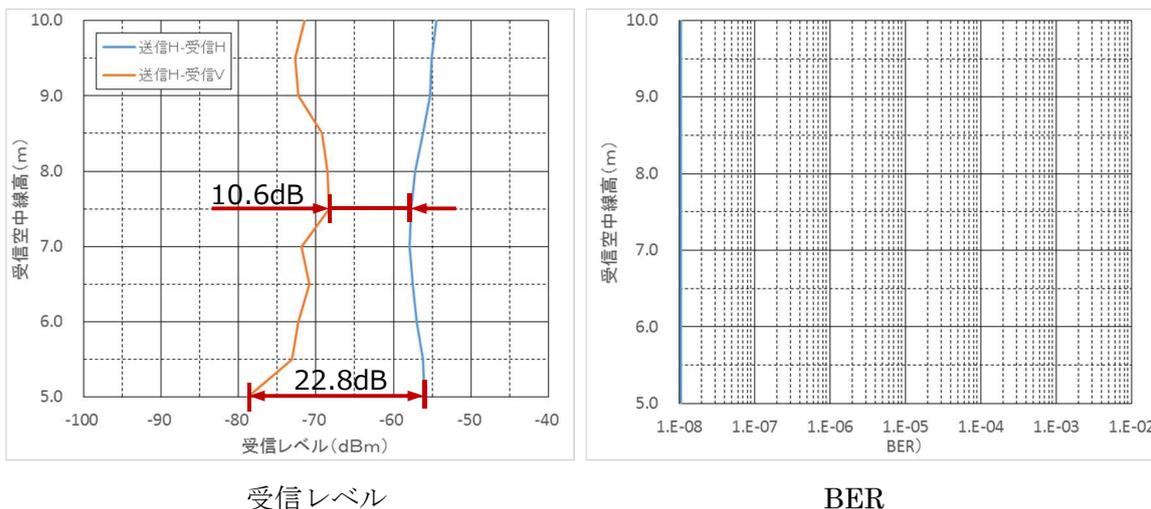


図 5.1-17 受信点① ハイトパターン測定

〔測定条件〕

測定地点 : 受信所② 距離 9.0km

送信空中線 : H 偏波

受信空中線 : ハイtpパターン H 偏波・V 偏波、空中線高 5m~10m

指向特性 V 偏波、空中線高 10m

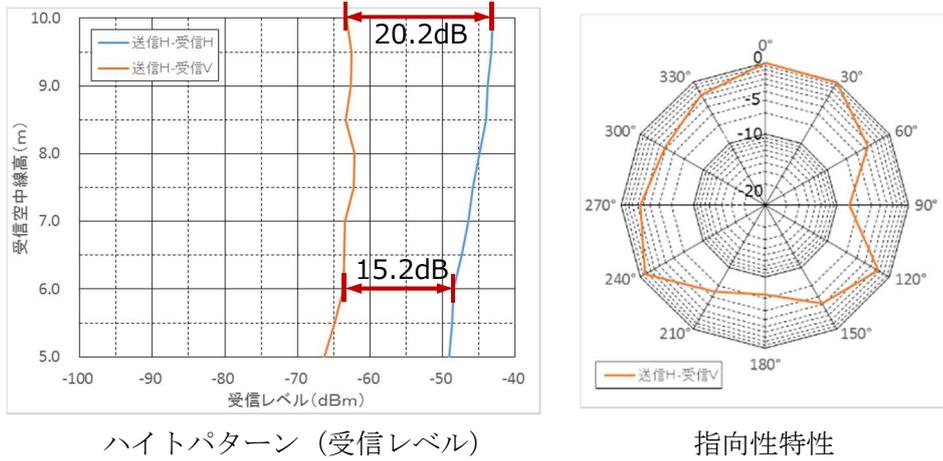


図 5.1-18 受信点② ハイtpパターン・指向特性測定

〔測定条件〕

測定地点 : 受信所③ 距離 20.7km

送信空中線 : H 偏波・V 偏波

受信空中線 : ハイtpパターン V 偏波、空中線高 5m~10m

指向特性 H 偏波、空中線高 10m

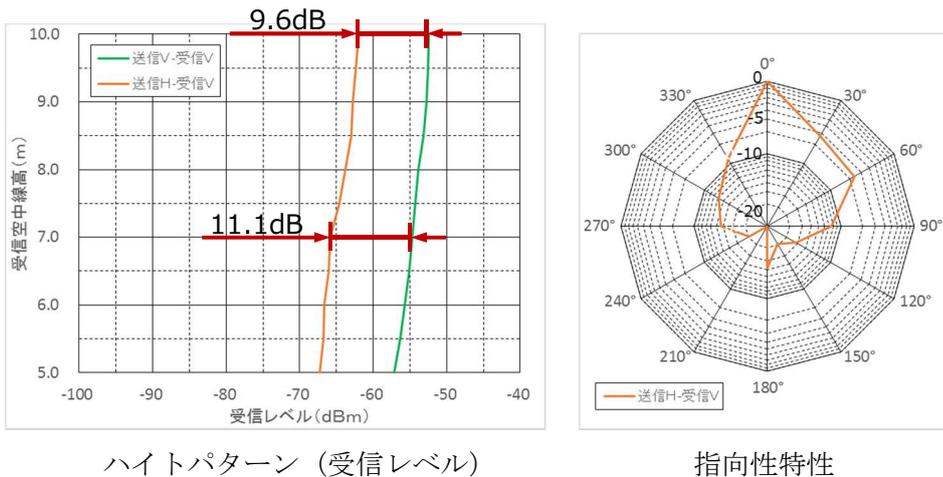


図 5.1-19 受信点③ ハイtpパターン・指向特性測定

〔測定条件〕

測定地点 : 受信所⑤ 距離 28.8km

送信空中線 : H 偏波・V 偏波

受信空中線 : ハイトパターン H 偏波・V 偏波、空中線高 5m~10m

指向特性 : V 偏波、空中線高 10m

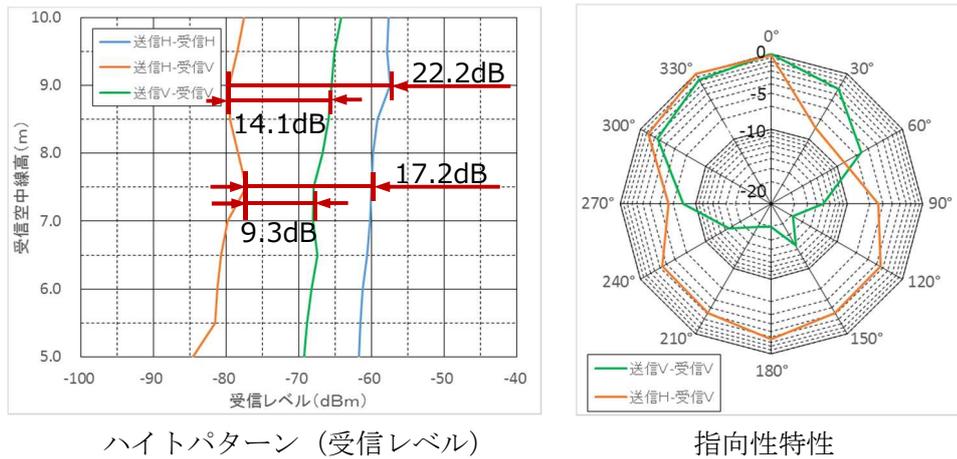


図 5.1-20 受信点⑤ ハイトパターン・指向特性測定

ハイトパターンは、受信高を 5m から 10m まで 0.5m 間隔で変化させ測定を行った。

同一偏波での受信入力レベル変動は、どの地点においても 5dB 程度と大きな変化は無く、距離および偏波面での違いも見られなかった。異偏波でのハイトパターンを同一偏波と同じ条件で測定した結果、10~20dB 程度の偏波面効果が得られる事が確認できた。

また、受信所①にて実施した受信高に対する BER 測定においては、受信高の変化による BER の劣化は無く、エラーフリーであった。

指向特性については、送信所方向から 30° ステップで 360° 受信空中線を回転させ測定を行った。異偏波では空中線の指向特性と同様のパターンとはならず、また受信点ごとに異なった特性となっている。偏波面効果による妨害波排除を検討する場合は、異偏波による指向性の乱れを考慮する必要がある事が確認できた。

## 5.2 公開実験

実証実験の公開として、平成30年1月25日（木）に長野県松本市にて、公開実験を実施した。

### 5.2.1 STL 受信設備の視察

放送用に運用されている STL 受信設備の状況を確認するために、信越放送(SBC) 松本ラジオ送信所の STL 受信設備を視察した。SBC 松本ラジオ送信所の総合系統図と送受信アンテナの状況を図 5.2-1 及び図 5.2-2 に示す。

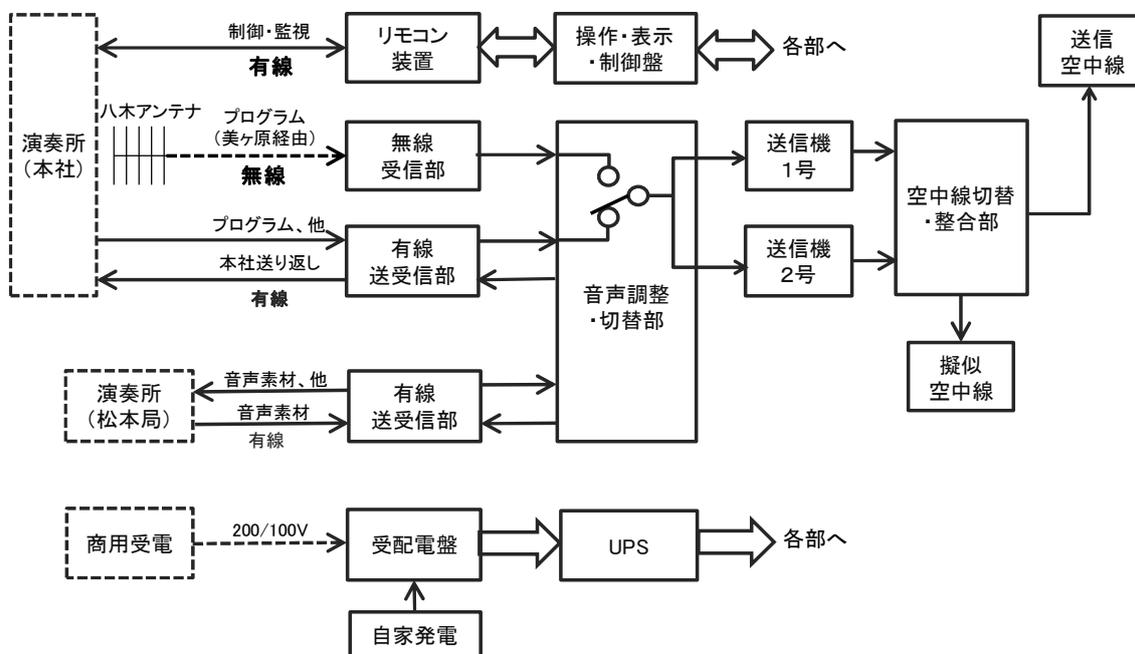


図 5.2-1 SBC松本ラジオ送信所の総合系統図



【ラジオ送信アンテナ】



【ラジオ送信アンテナ(上部)】



【60MHz帯STL受信アンテナ】



【ラジオ局舎・60MHz帯STL受信アンテナ】



【60MHz帯STL受信アンテナ】

図 5.2-2 SBC 松本ラジオ送信所の送受信アンテナ

## 5.2.2 防災行政無線システムの視察

自治体により運用されている防災行政無線システムの状況を確認するために、まつもと市民・芸術館内の松本市防災行政無線システムを視察した。松本市防災行政無線システムの整備状況を図 5.2-3 及び図 5.2-4 に示す。

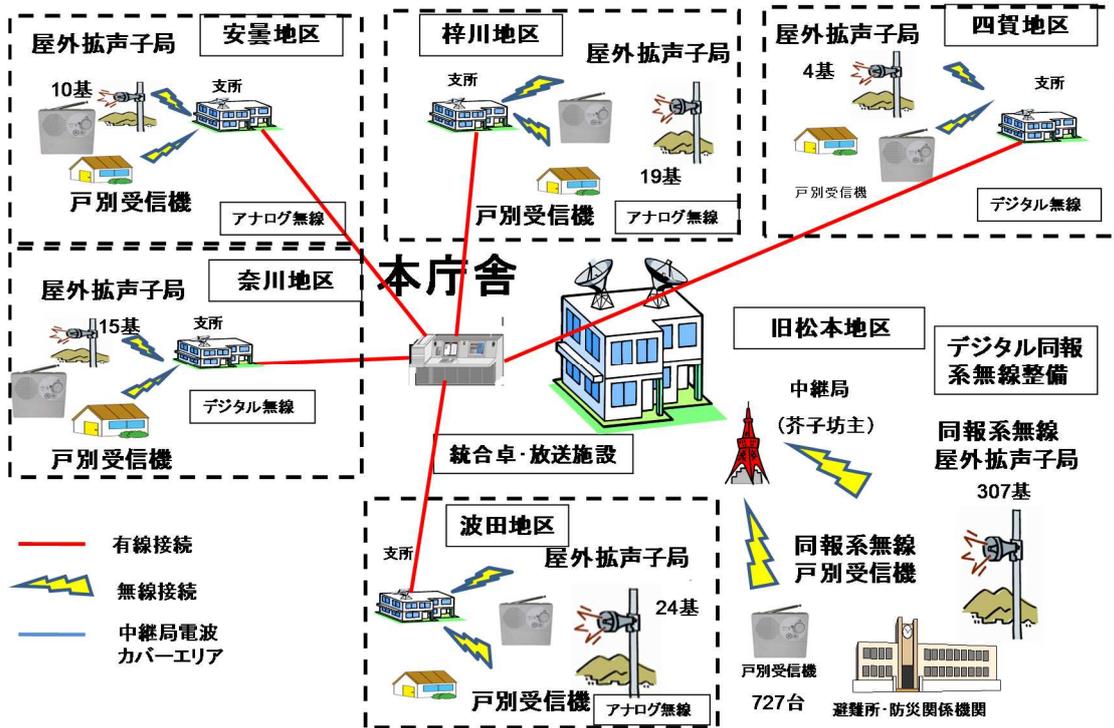


図 5.2-3 同報系防災行政無線システム整備事業イメージ図(現状)

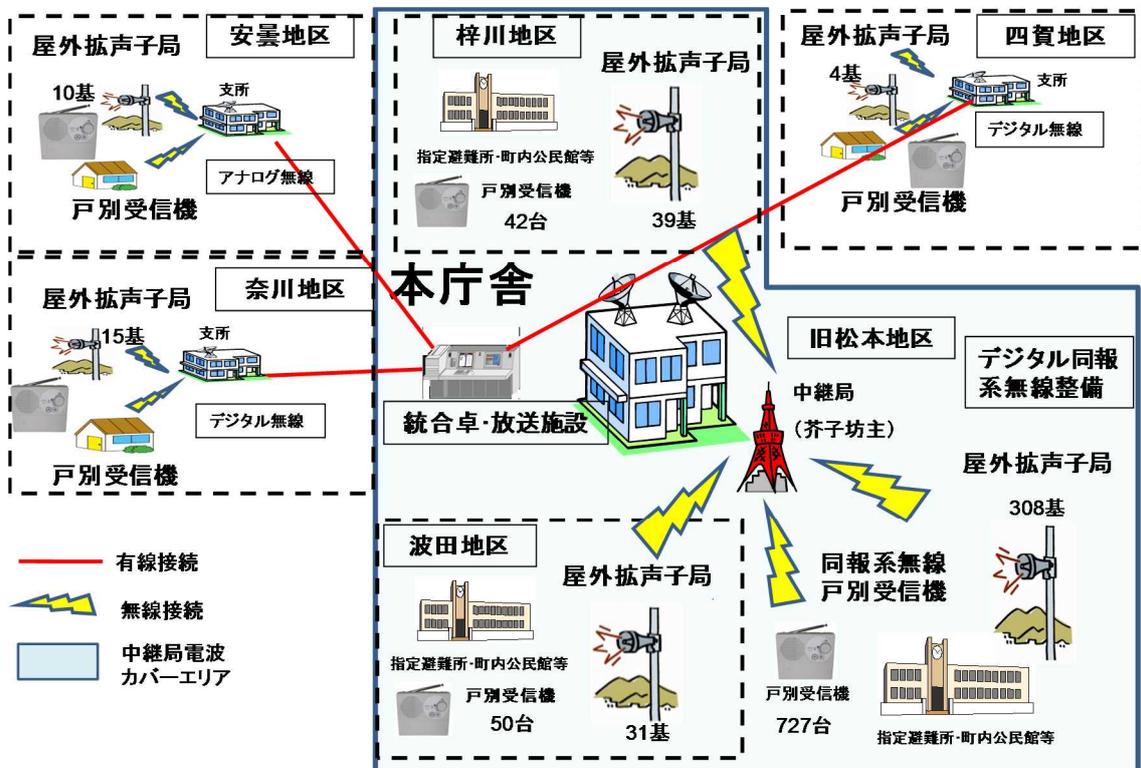


図 5.2-4 同報系防災行政無線システム拡張(梓川・波田地区)イメージ図

### 5. 2. 3 VHF 帯 STL/TTL と防災行政無線システムとの干渉試験(デモ)

VHF 帯 STL/TTL と防災行政無線の干渉試験 (デモ) を実施した際の機器構成等について、図 5.2-5～図 5.2-8 に示す。

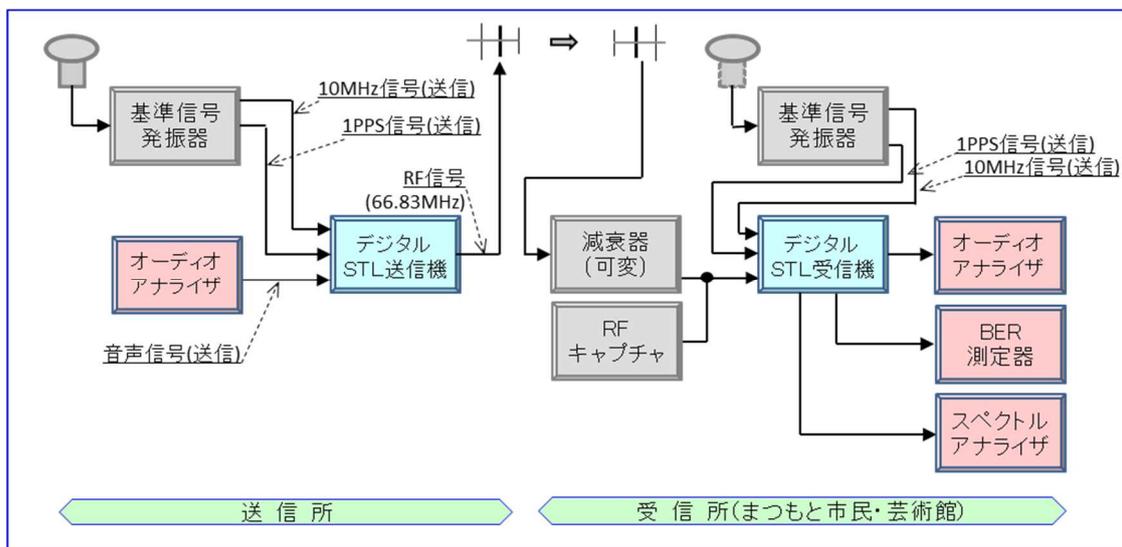


図 5.2-5 公開実験における機器構成



【デジタルSTL送信空中線】

【デジタルSTL送信装置】

図 5.2-6 公開実験(送信所)



【公開実験用機材】



【デジタル STL 受信装置】

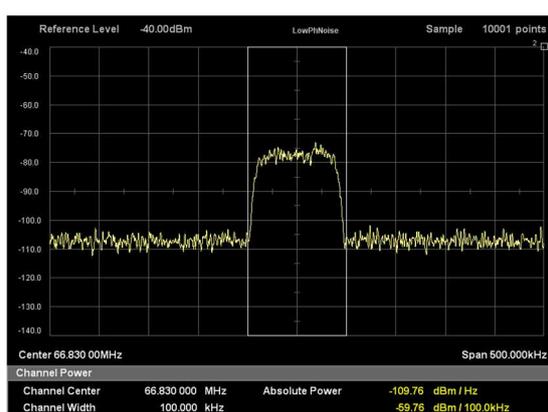
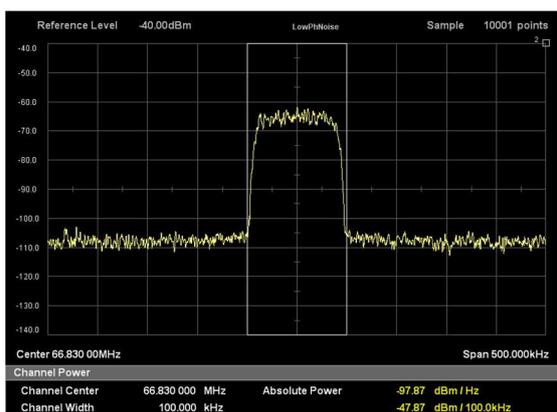


【デジタル STL 受信空中線】



【公開実験状況】

図 5.2-7 公開実験(受信所)



送信:H 偏波 受信 H 偏波  
受信レベル: -47.87dBm

⇒  
偏波面効果  
11.89dB

送信:H 偏波 受信 V 偏波  
受信レベル: -59.76dBm

図 5.2-8 デジタルSTL受信スペクトラム波形(偏波面効果確認)

## 第6章 共用条件の検討

### 6.1 VHF 帯 STL/TTL の混信保護と共用条件

VHF 帯 STL/TTL 固定回線について、良好な回線品質を保つため混信保護と共用条件について検討を行った。

#### (1) VHF 帯 STL/TTL の回線品質

アナログ STL/TTL 固定回線及びデジタル STL/TTL 固定回線については、回線瞬断率を 0.1%とし回線信頼率 99.9%で運用されている回線であり、放送自システム及び他の無線システムとの周波数共用を行う場合においては、この回線品質を維持するものでなければならない。

また、音声品質は放送業務用となることから、アナログ方式で S/N55dB 以上、デジタル方式で BER $1 \times 10^{-4}$ 以下の品質を必要とする。

#### (2) 混信保護基準

VHF 帯 STL/TTL 固定回線の混信保護基準については、技術試験結果を基に干渉モデル、変調方式、周波数差毎に所要 D/U 及び IRF を算出した。

所要 D/U を算出する混信保護の許容値については、変調方式毎に表 6.1-1 とすることが適当である。

なお、干渉検討においては、混信保護の許容値は所要 D/U に干渉軽減係数(IRF)を加えた値により計算し、干渉の有無を判定する。

表 6.1-1 混信保護の許容値

	混信保護の許容値	考慮すべき干渉条件
アナログ方式 STL/TTL	S/I=55dB (伝送品質 S/N55dB)	フェージングマージン及び異経路における差動フェージングを考慮する必要がある。干渉波のアグリゲート(全干渉波の総和)を考慮する必要がある。
デジタル方式 STL/TTL	C/I=31.3dB (フェージング時を含む 全干渉波の総和に対する値)	1波あたりの干渉波電力に対する値について、平常時同一経路 36.7dB 平常時異経路 32.8dB+Fmr を考慮する必要がある。

注：Fmr は所要フェージングマージン

なお、全干渉波の総和に対する混信保護値[C/Ia]は、平成 27 年 7 月 17 日付け 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「放送システムに関する技術的条件」のうち「ラジオネットワークの強靱化に関する技術的条件」の別紙 1 に準じることとし、資料 5 に示す。

また、アナログ方式の干渉波アグリゲート（全干渉波の総和）については、デジタル方式と同様な考え方で検討することが望ましい。

(3) 所要 D/U

ここで検討する所要 D/U とは、STL/TTL 受信装置の入力端の希望波(D)と妨害波(U)の信号強度比により求める。従って、受信装置の前段に構成される受信空中線、前置増幅器、受信フィルタ等の機能・特性より妨害波を除去できる性能があれば、それぞれの特性を考慮し検討を行うことが適当である。

また、異経路における差動フェージングが生じる関係においては、長距離伝送区間など必要に応じて所要 D/U に差動フェージングマージンを加え検討する必要がある。

なお、実証実験において、VHF 帯 STL/TTL の実フィールドにおける到達電界強度は計算値より下回ることが確認されたため、既存回線に与える干渉 D/U を求める場合は、実測値を用いて検討することが望ましい。

(4) 干渉軽減係数 (IRF)

各方式間の組合せにおける干渉軽減係数 (IRF) 及び所要 D/U を、表 6.1-2～表 6.1-5 に示す。

表 6.1-2 アナログ STL/TTL と防災行政無線との干渉軽減係数(IRF)及び所要 D/U

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)				
			0	30	200	300	400
防災行政無線 アナログ 16QAM QPSK 4 値 FSK	アナログ STL/TTL (1ch) S/I=55dB	IRF	11	36	41	56	72
		D/U	44	19	14	-1	-17
	アナログ STL/TTL (2ch) S/I=55dB	IRF	-15	28	42	62	66
		D/U	70	27	13	-7	-11

表 6.1-3 アナログ STL/TTL とデジタル STL/TTL との干渉軽減係数(IRF)及び所要 D/U

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)			
			0	100	200	300
デジタル STL/TTL	アナログ STL/TTL (1ch) S/I=55dB	IRF	17	40	43	62
		D/U	38	15	12	-7
	アナログ STL/TTL (2ch) S/I=55dB	IRF	2	32	41	56
		D/U	53	23	14	-1
	電波法関係 審査基準	IRF	10	42	61※	65
		D/U	45	13	-6※	-10

※規定周波数は 180kHz

表 6.1-4 デジタル STL/TTL と防災行政無線との干渉軽減係数(IRF)及び所要 D/U

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)			
			0	50	100	300
防災行政無線 アナログ 16QAM QPSK 4値FSK	デジタル STL/TTL 64QAM C/I=31.3dB	IRF	-3	24	54	61
		D/U	34	7	-23	-30

表 6.1-5 デジタル STL/TTL とアナログ STL/TTL との干渉軽減係数(IRF)及び所要 D/U

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)			
			0	100	200	400
アナログ STL/TTL	デジタル STL/TTL 64QAM C/I=31.3dB	IRF	-2	42	60	62
		D/U	33	-10	-28	-30
	電波法関係 審査基準	IRF	2	39	49※	50
		D/U	29	-7	-17※	-18

※規定周波数は 180kHz

## (5) フェージングマージン

伝送路途中で発生するフェージングによる減衰は、回線品質に大きな影響を与えるため、放送用 STL/TTL についても回線設計においてフェージングマージンを考慮していることから、他システムとの干渉検討においてもフェージングを考慮することが適当である。

アナログ方式については、長距離伝搬又は見通し外区間への伝搬ができることを前提としている。一方、デジタル方式の標準モデルは、20km 程度の伝搬距離を前提としており、アナログ方式に比べ近距離の使用としている。

そのため、フェージングマージンの算出方法については、長距離伝搬となるアナログ方式のフェージング計算式とデジタル方式では、伝搬品質を確保する条件として、異なるものを使用することが適当である。また、伝搬距離や伝搬路（海上伝搬、山岳回折伝搬）の形状などを考慮して算出することも必要である。

## (6) 干渉波の条件

干渉波が複数存在する場合は、それぞれの実態に合わせて、アグリゲート（全干渉波の総和）を考慮して検討する必要がある。

(7) 干渉検討が発生する条件

VHF 帯 STL/TTL への干渉については、STL/TTL の受信設備に影響を与えるものであることから、当該受信設備周辺に整備される防災行政無線設備との干渉検討が必要となる。

従って、VHF 帯 STL/TTL への干渉検討については、STL/TTL の受信設備の近傍に、防災行政無線中継局又はアンサーバック送信機能を設けた屋外子局等が整備される場合に注意が必要である。

(8) 偏波面効果

実証実験において、送受信点距離 9~28.8km までの 4 地点で測定したところ、受信高等により異なるものの 9.3~22.8dB の偏波面効果が確認できたことから、干渉関係となるそれぞれの無線局が異偏波となる条件では、偏波面効果を 10dB 程度見込むことが適当である。

なお、現地での実測値を確認することで、10dB 以上の値を用いることも可能とする。但し、VHF 帯 STL/TTL が見通し外伝搬や長距離伝搬を行う場合で偏波面効果が期待できない場合は、その値を含まず検討することが妥当である。

## 6.2 防災行政無線の混信保護と共用条件

防災行政無線の固定系について、良好な回線品質を保つため混信保護と共用条件について検討を行った。

(1) 防災行政無線の固定系の回線品質

防災行政無線の固定系については、60MHz 帯を使用しアナログ方式と複数のデジタル方式が運用されている。

また、音声品質はアナログ方式で S/N30dB、デジタル方式で BER $1 \times 10^{-4}$ 以下の品質を必要としている。

(2) 混信保護基準

VHF 帯 STL/TTL 固定回線との共用条件を検討するため混信保護基準については、VHF 帯 STL/TTL と同様に品質基準となる値に対する干渉モデル、変調方式、周波数差毎に所要 D/U 及び IRF を算出した。

所要 D/U を算出する混信保護の許容値については、変調方式毎に表 6.2-1 とすることが適当である。

なお、干渉検討においては、所要 D/U 又は混信保護の許容値に干渉軽減係数(IRF)を加えた値により、干渉の有無を判定する。

表 6.2-1 混信保護の許容値

	混信保護の許容値	考慮すべき干渉条件等
アナログ 防災行政無線	S/I=30dB	伝送品質 S/N30dB
デジタル 防災行政無線 16QAM	C/I=27.2dB	所要 C/N24.2dB +干渉マージン 3dB
デジタル 防災行政無線 QPSK	C/I=20.4dB	所要 C/N17.4dB +干渉マージン 3dB
デジタル 防災行政無線 4値FSK	C/I=19.8dB	所要 C/N16.8dB +干渉マージン 3dB

(3) 所要 D/U

ここで検討する所要 D/U とは、防災行政無線の屋外子局、戸別受信機、中継局受信機の受信装置入力端の希望波(D)と妨害波(U)の信号強度比により求める。

従って、受信装置の前段に構成される受信空中線、前置増幅器、受信フィルタ等の機能・特性より妨害波を除去できる性能があれば、それぞれの特性を考慮し検討を行うことが適当である。

また、異経路における差動フェージングが生じる関係においては、長距離伝送区間など必要に応じて所要 D/U に差動フェージングマージンを加え、検討することができるものとする。

(4) 干渉軽減係数 (IRF)

各方式間の組合せにおける干渉軽減係数 (IRF) 及び所要 D/U を、表 6.2-2～表 6.2-4 に示す。

表 6.2-2 アナログ防災行政無線と STL/TTL との干渉軽減係数(IRF)及び所要 D/U

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)			
			0	50	75	100
アナログ STL/TTL	アナログ 防災行政無線 S/I=30dB	IRF	10	35	52	69
		D/U	20	-5	-22	-39
デジタル STL/TTL		IRF	14	33	—	37
		D/U	16	-3	—	-7

表 6.2-3 デジタル防災行政無線とアナログ STL/TTL との干渉軽減係数(IRF)及び所要 D/U

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)			
			0	50	75	100
アナログ STL/TTL	デジタル 防災行政無線 16QAM C/I=27.2dB	IRF	7	32	54	75
		D/U	20	-5	-27	-48
	デジタル 防災行政無線 QPSK C/I=20.4dB	IRF	0	25	47	68
		D/U	20	-5	-27	-48
	デジタル 防災行政無線 4値FSK C/I=19.8dB	IRF	0	25	47	68
		D/U	20	-5	-27	-48

表 6.2-4 デジタル防災行政無線とデジタル STL/TTL との干渉軽減係数(IRF)及び所要 D/U

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)			
			0	50	75	100
デジタル STL/TTL	デジタル 防災行政無線 16QAM C/I=27.2dB	IRF	9	38	49	60
		D/U	18	-11	-22	-33
	デジタル 防災行政無線 QPSK C/I=20.4dB	IRF	2	31	42	53
		D/U	18	-11	-22	-33
	デジタル 防災行政無線 4値FSK C/I=19.8dB	IRF	2	31	42	53
		D/U	18	-11	-22	-33

(5) フェージングマージン

伝送路途中で発生するフェージングによる減衰は、回線品質に大きな影響を与えるため、回線設計においてフェージングマージンを考慮することが適当である。

そのため、フェージングマージンの算出方法については、伝搬距離や伝搬路の形状などを考慮して算出することも必要である。

(6) 干渉波の条件

干渉波が複数存在する場合は、それぞれの実態に合わせて、アグリゲート（全干渉波の総和）を考慮し検討を行う必要がある。

#### (7) 干渉検討が発生する条件

防災行政無線への干渉については、屋外子局、戸別受信機、中継局の受信設備に影響を与えるものであることから、それらの受信設備周辺に整備される VHF 帯 STL/TTL との干渉検討が必要となる。

屋外子局、戸別受信機については、導入している自治体では非常に多く配置していることが多いことや、中継局は電波送信に最適なロケーションに整備されていることから、特に VHF 帯 STL/TTL の送信所近傍に設置している防災行政無線の中継局で、アンサーバックを受信する機能を活用している場合は、注意が必要である。

また、防災行政無線の電波送信は、放送と異なり常時送信していない方式もあるため、干渉確認などを行う際には、防災行政無線が送信しているタイミングで調査を行う必要がある。

#### (8) 偏波面効果

偏波面効果については、VHF 帯 STL/TTL と同様に考えることができる。

### 6.3 160MHz帯 STL/TTL

160MHz 帯 STL/TTL の周波数は、伝搬特性を活用して陸上移動無線が多く使われている帯域である。そのため STL/TTL の隣接周波数で他の無線システムが共用する場合について検討を行った。

160MHz 帯と 60MHz 帯の STL/TTL の基本特性や機能は同一であることから、60MHz 帯 STL/TTL の試験結果をそのまま適用し干渉検討を行うことが可能と考えられる。

また、大規模イベント等で臨時的に国外から持込まれる無線システムが同帯域で使用する場合も、今回の共用条件をそのまま適用し検討することが適当である。

### 6.4 干渉検討(モデル検証)

今回の技術試験から導いた、VHF 帯 STL/TTL と他の無線システムとの混信保護の許容値、所要 D/U 及び干渉軽減係数(IRF)を用いて、周波数共用が可能となる条件を検討した。

#### 6.4.1 干渉検討(60MHz 帯)

##### (1) 干渉検討モデル(60MHz 帯)

周波数共用条件をイメージするため、60MHz 帯干渉検討モデル及び検討条件を表 6.4-1～6.4-5、図 6.4-1～6.4-4 に、検討結果を表 6.4-6～6.4-25 にまとめた。

このモデルは、相互が見通し関係にあり自由空間伝搬とした条件で算出しているが、実際の回線における干渉検討については個別条件により検討を行う必要がある。

表 6.4-1 干渉検討パターン(60MHz)

	被干渉	与干渉	パラメータ
①	アナログ STL/TTL(モノラル・P1) 50W 送信、100km 伝送	防災行政無線 10W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
②	アナログ STL/TTL(モノラル・P1) 50W 送信、標準入力-65dBm	防災行政無線 10W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
③	アナログ STL/TTL(P2) 50W 送信、100km 伝送	防災行政無線 10W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
④	アナログ STL/TTL(P2) 50W 送信、標準入力-65dBm	防災行政無線 10W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
⑤	アナログ防災 10W 送信、20km 伝送	アナログ STL/TTL 50W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
⑥	アナログ防災 10W 送信、標準入力-92.3dBm	アナログ STL/TTL 50W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
⑦	デジタル防災 16QAM 10W 送信、20km 伝送	アナログ STL/TTL 50W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
⑧	デジタル防災 16QAM 10W 送信、標準入力-81.9dBm	アナログ STL/TTL 50W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
⑨	デジタル防災 QPSK 10W 送信、20km 伝送	アナログ STL/TTL 50W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
⑩	デジタル防災 QPSK 10W 送信、標準入力-96.8dBm	アナログ STL/TTL 50W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
⑪	デジタル防災 4 値 FSK 10W 送信、20km 伝送	アナログ STL/TTL 50W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
⑫	デジタル防災 4 値 FSK 10W 送信、標準入力-92.4dBm	アナログ STL/TTL 50W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
⑬	デジタル STL/TTL 5W 送信、20km 伝送	防災行政無線 10W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
⑭	デジタル STL/TTL 5W 送信、標準入力-65dBm	防災行政無線 10W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
⑮	アナログ STL/TTL(モノラル・P1) 50W 送信、100km 伝送	デジタル STL/TTL 5W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
⑯	アナログ STL/TTL(モノラル・P1) 50W 送信、標準入力-65dBm	デジタル STL/TTL 5W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
⑰	アナログ STL/TTL(P2) 50W 送信、100km 伝送	デジタル STL/TTL 5W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
⑱	アナログ STL/TTL(P2) 50W 送信、標準入力-65dBm	デジタル STL/TTL 5W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位

(計算条件)

- ・電波伝搬計算式：自由空間電波伝搬式
- ・地形条件：見通し区間とし、回折等による損失は含まない
- ・パラメータ：フェージング損失、フェージングマージン、偏波面効果は含まない

(2) 干渉イメージ

VHF帯 STL/TTL と防災行政無線との干渉イメージを図 6.4-1、2 に示す。

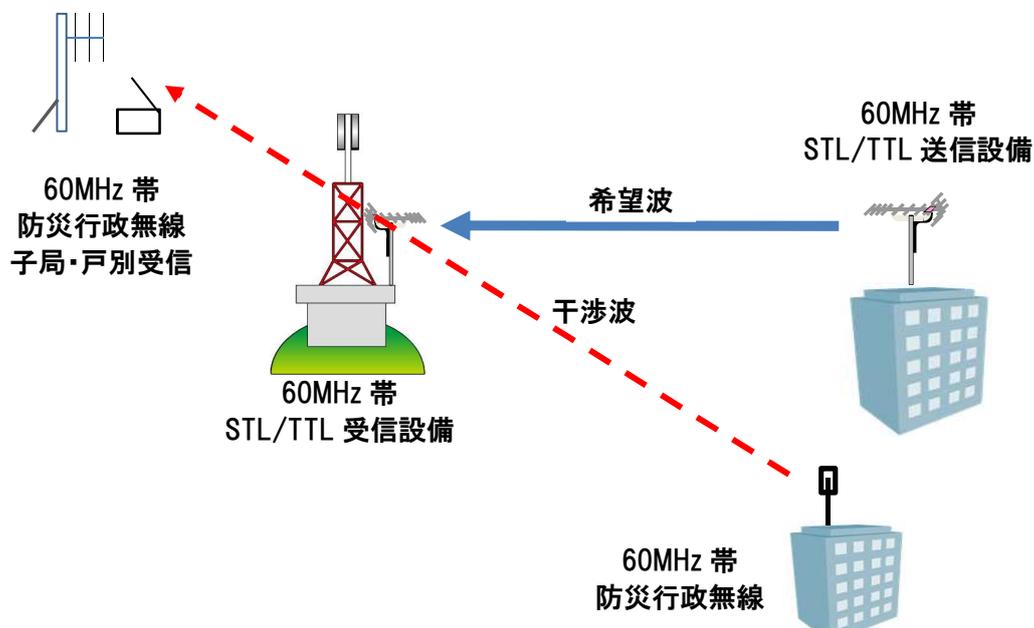


図 6.4-1 60MHz 帯 STL/TTL が防災行政無線からうける干渉イメージ

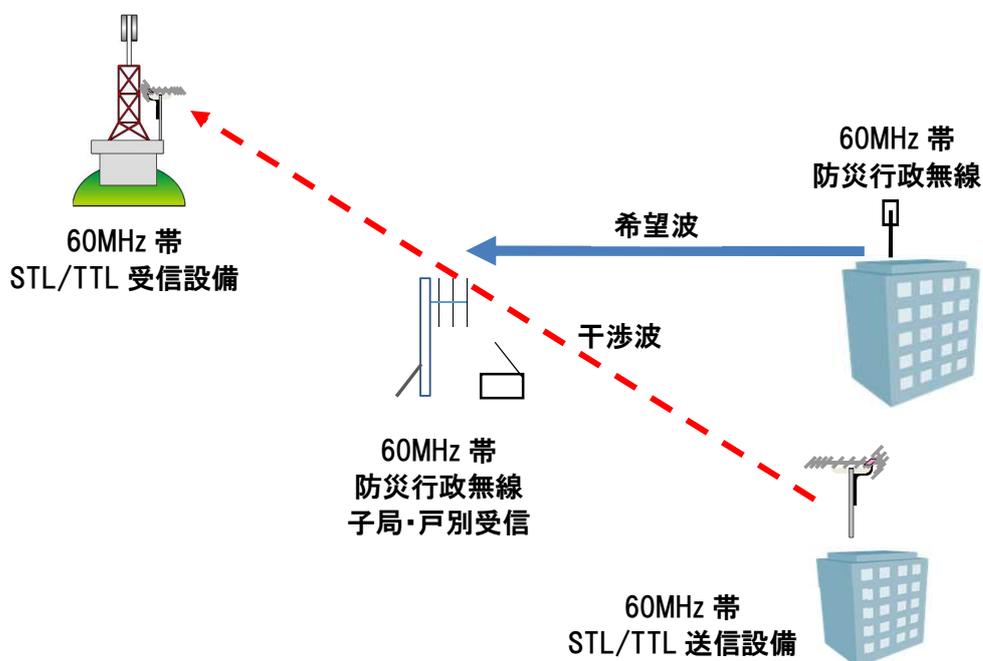


図 6.4-2 60MHz 帯防災行政無線が放送用 STL/TTL からうける干渉イメージ

(3) 空中線角度差イメージ

それぞれの受信空中線に加わる希望波、干渉波の入感イメージを図 6.4-3 に示す。  
また、VHF 帯 STL/TTL の空中線指向特性を図 6.4-4、及び表 6.4-2 に示す。

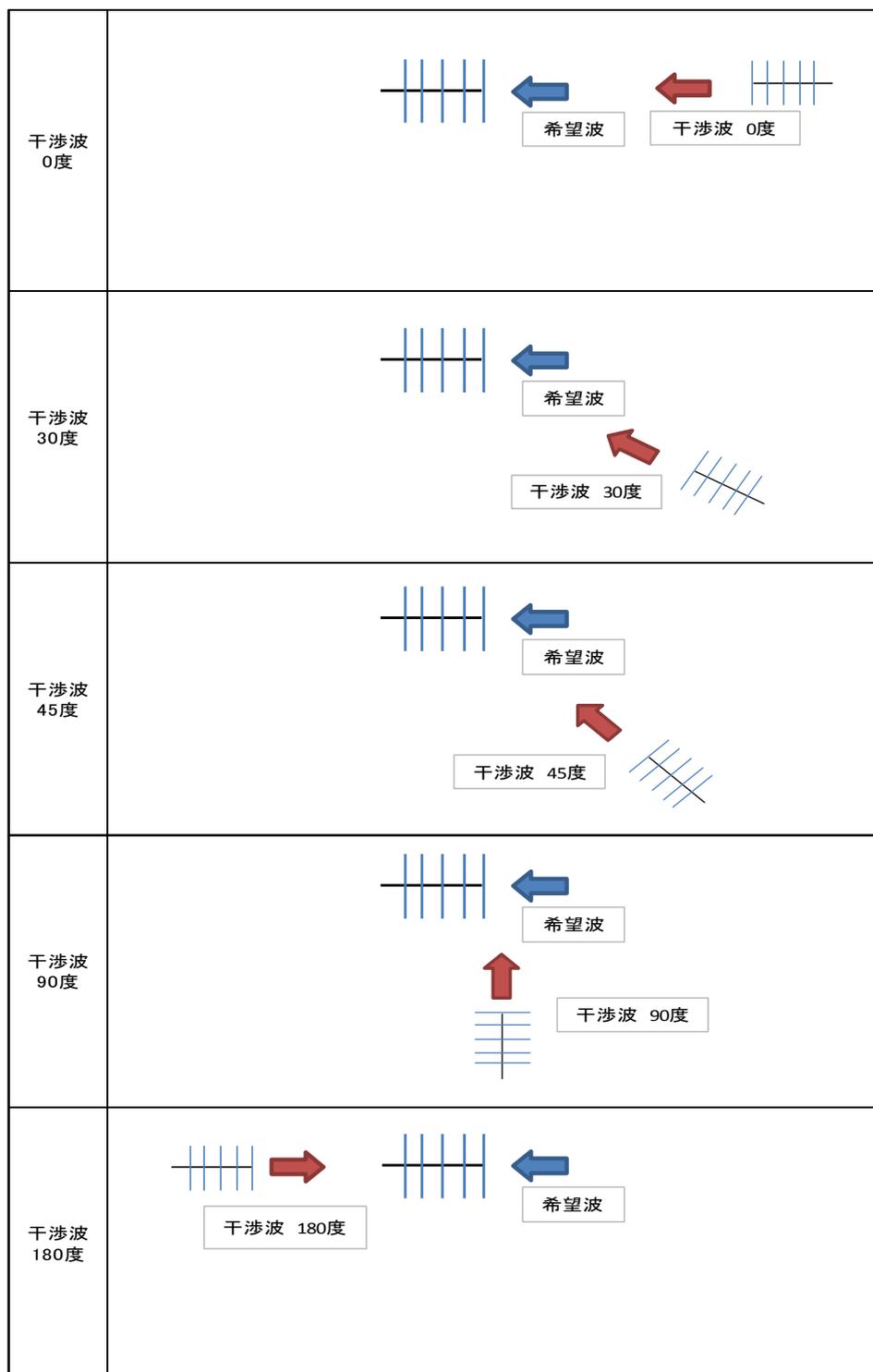
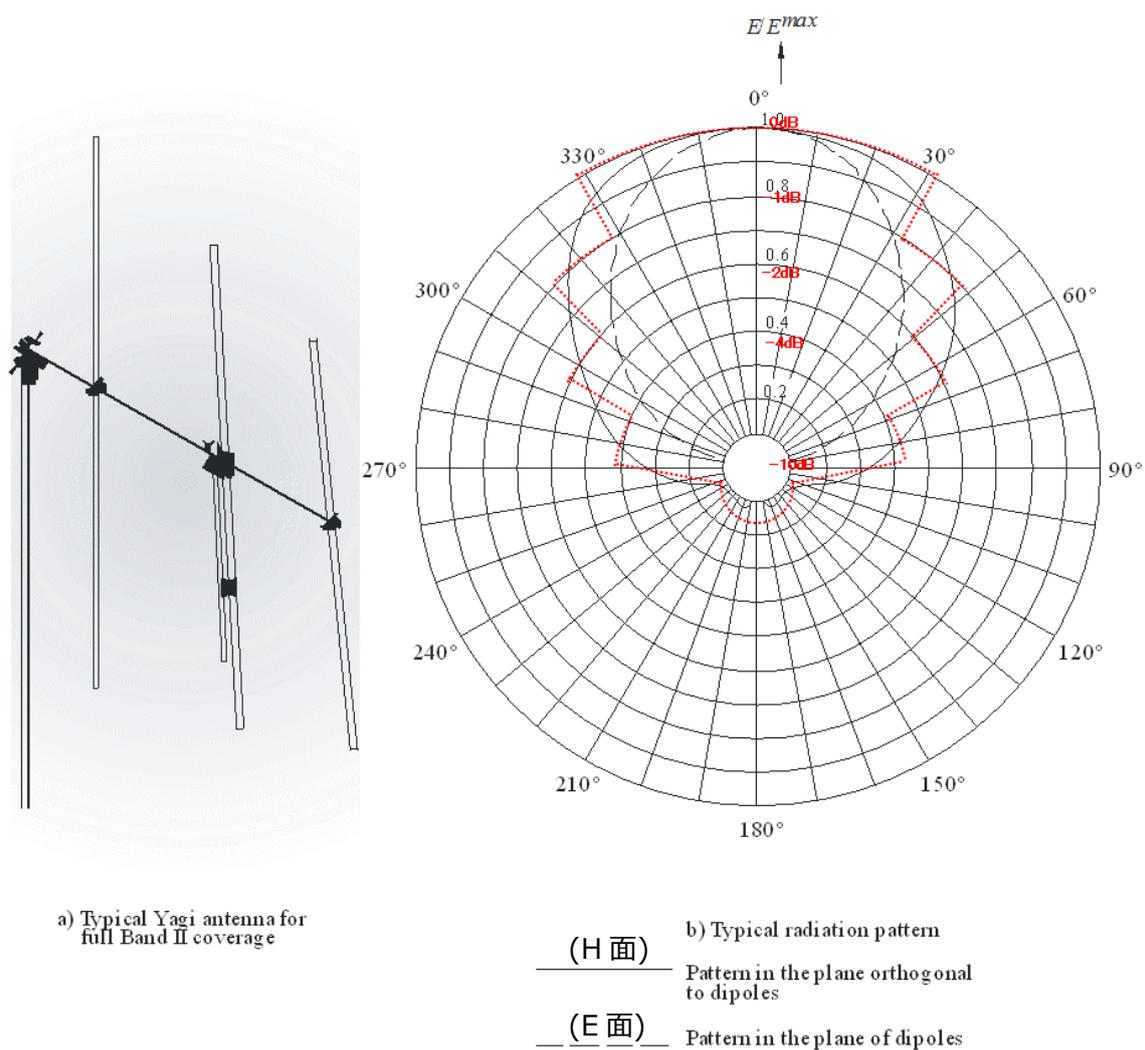


図 6.4-3 空中線角度差イメージ



BS.1195-18

図 6.4-4 3素子八木アンテナの空中線指向特性※

※ITU-R BS.1195 より抜粋

表 6.4-2 3素子八木アンテナの空中線指向特性

空中線の放射角	減衰量(dB)
$0^\circ \leq \theta < 30^\circ$	0
$30^\circ \leq \theta < 45^\circ$	- 1
$45^\circ \leq \theta < 60^\circ$	- 2
$60^\circ \leq \theta < 80^\circ$	- 4
$80^\circ \leq \theta < 180^\circ$	- 10

(4) 干渉検討諸元(60MHz 帯)

干渉検討に用いた検討パラメータを表 6.4-3~5 に示す。

表 6.4-3 希望波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)と干渉波:防災行政無線の干渉検討諸元

項目		検討諸元		
希望波	アナログ STL/TTL	伝送信号		モノラル・P1、P2
		送信	空中線電力	50W
			空中線利得	8dBi
			空中線指向性	3 素子八木アンテナ
			給電線損失	2dB
			フィルタ損失	1dB
			送信高	50m
			受信	空中線利得
		空中線指向性		3 素子八木アンテナ
		給電線損失		2dB
		フィルタ損失		4dB
		受信高		50m
		標準受信入力		-65dBm
距離		100km		
妨害波	アナログ 防災無線※	送信	空中線電力	10W
			空中線利得	2.15dBi
			空中線指向性	水平無指向
			給電線損失	3.5dB
			送信高	20m
干渉条件	受信空中線角度差		0度、90度、180度	
	離調周波数		0kHz、30kHz、200kHz、300kHz、400kHz	

※情報通信審議会 諮問第 2033 号「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち、「60MHz 帯デジタル同報系防災行政無線の低廉化」より

表 6.4-4 希望波:防災行政無線と干渉波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)の干渉検討諸元

項目		検討諸元		
希望波	アナログ防災無線※	変調方式		アナログ：FM デジタル：16QAM、QPSK、4 値 FSK
		送信 (親局)	空中線電力	10W
			空中線利得	2.15dBi
			空中線指向性	垂直ダイポール (水平面無指向)
			給電線損失	3.5dB
			送信高	20m
		受信 (子局)	空中線利得	8.15dBi
			空中線指向性	3 素子八木アンテナ
			給電線損失	1.5dB
			受信高	5m
			所要受信機 入力	アナログ方式：14.7dB $\mu$ V (-92.3dBm) 16QAM：25.1dB $\mu$ V (-81.9dBm) QPSK：10.2dB $\mu$ V (-96.8dBm) 4 値 FSK：14.6dB $\mu$ V (-92.4dBm)
距離		20km		
妨害波	アナログSTL/TTL	送信	空中線電力	50W
			空中線利得	8dBi
			空中線指向性	3 素子八木アンテナ
			給電線損失	2dB
			フィルタ損失	1dB
			送信高	50m
干渉 条件	受信空中線角度差		0 度、90 度、180 度	
	離調周波数		0kHz、50kHz、75kHz、100kHz	

※情報通信審議会 諮問第 2033 号「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち、「60MHz 帯デジタル同報系防災行政無線の低廉化」より

表 6.4-5 希望波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)と干渉波:デジタル STL/TTL の干渉検討諸元

項目		検討諸元		
希望波	アナログ STL/TTL	伝送信号		モノラル・P1、P2
		送信	空中線電力	50W
			空中線利得	8dBi
			空中線指向性	3 素子八木アンテナ
			給電線損失	2dB
			フィルタ損失	1dB
			送信高	50m
		受信	空中線利得	8dBi
			空中線指向性	3 素子八木アンテナ
			給電線損失	2dB
			フィルタ損失	4dB
			受信高	50m
			標準受信入力	-65dBm
		距離		100km
妨害波	デジタル STL/TTL	送信	空中線電力	5W
			空中線利得	8dBi
			空中線指向性	3 素子八木
			給電線損失	2dB
			フィルタ損失	4dB
			送信高	50m
干渉条件	受信空中線角度差		0 度、90 度、180 度	
	離調周波数		0kHz、100kHz、200kHz、300kHz	

(5) 干渉検討結果(60MHz 帯)

希望波と干渉波の組合せにより干渉計算をした結果を以下に示す。

① 希望波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)、干渉波:防災行政無線の干渉

**伝搬距離 100km**

希望波：アナログ STL/TTL(モノラル・P1)      空中線電力：50W  
 干渉波：防災行政無線      空中線電力：10W  
 フェージングマージン：0dB(未計上)      干渉条件：シングルエントリー  
 偏波面効果：0dB(未計上)

表 6.4-6 希望波:アナログ STL/TTL(モノラル・P1)、干渉波:防災行政無線の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I(dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-98.0	0	11	-109.0	-54.0	55.0	55	3,440
0	90,180	-88.0	10	11	-109.0	-54.0	55.0	55	1,080
30	0	-73.0	0	36	-109.0	-54.0	55.0	55	192
30	90,180	-63.0	10	36	-109.0	-54.0	55.0	55	61
200	0	-68.0	0	41	-109.0	-54.0	55.0	55	108
200	90,180	-58.0	10	41	-109.0	-54.0	55.0	55	34
300	0	-53.0	0	56	-109.0	-54.0	55.0	55	19
300	90,180	-43.0	10	56	-109.0	-54.0	55.0	55	6.1
400	0	-37.0	0	72	-109.0	-54.0	55.0	55	3.1
400	90,180	-27.0	10	72	-109.0	-54.0	55.0	55	1.0

② 希望波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)、干渉波:防災行政無線の干渉

**標準入力-65dBm**

表 6.4-7 希望波:アナログ STL/TTL(モノラル・P1)、干渉波:防災行政無線の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I(dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-109.0	0	11	-120.0	-65.0	55.0	55	12,100
0	90,180	-99.0	10	11	-120.0	-65.0	55.0	55	3,830
30	0	-84.0	0	36	-120.0	-65.0	55.0	55	683
30	90,180	-74.0	10	36	-120.0	-65.0	55.0	55	215
200	0	-79.0	0	41	-120.0	-65.0	55.0	55	382
200	90,180	-69.0	10	41	-120.0	-65.0	55.0	55	121
300	0	-64.0	0	56	-120.0	-65.0	55.0	55	68
300	90,180	-54.0	10	56	-120.0	-65.0	55.0	55	21.5
400	0	-48.0	0	72	-120.0	-65.0	55.0	55	10.8
400	90,180	-38.0	10	72	-120.0	-65.0	55.0	55	3.4

③ 希望波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)、干渉波:防災行政無線の干渉

伝搬距離 100km

希望波:アナログ STL/TTL(P2)                      空中線電力:50W  
 干渉波:防災行政無線                                  空中線電力:10W  
 フェージングマージン:0dB(未計上)              干渉条件:シングルエントリー  
 偏波面効果:0dB(未計上)

表 6.4-8 希望波:アナログ STL/TTL(P2)、干渉波:防災行政無線の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I(dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-124.0	0	-15	-109.0	-54.0	55.0	55	67,945
0	90,180	-114.0	10	-15	-109.0	-54.0	55.0	55	21,486
30	0	-81.0	0	28	-109.0	-54.0	55.0	55	482
30	90,180	-71.0	10	28	-109.0	-54.0	55.0	55	153
200	0	-67.0	0	42	-109.0	-54.0	55.0	55	96
200	90,180	-57.0	10	42	-109.0	-54.0	55.0	55	30.4
300	0	-47.0	0	62	-109.0	-54.0	55.0	55	9.6
300	90,180	-37.0	10	62	-109.0	-54.0	55.0	55	3.0
400	0	-43.0	0	66	-109.0	-54.0	55.0	55	6.1
400	90,180	-33.0	10	66	-109.0	-54.0	55.0	55	1.9

④ 希望波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)、干渉波:防災行政無線の干渉

標準入力-65dBm

表 6.4-9 希望波:アナログ STL/TTL(P2)、干渉波:防災行政無線の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I(dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-135.0	0	-15	-120.0	-65.0	55.0	55	241,072
0	90,180	-125.0	10	-15	-120.0	-65.0	55.0	55	76,234
30	0	-92.0	0	28	-120.0	-65.0	55.0	55	1,707
30	90,180	-82.0	10	28	-120.0	-65.0	55.0	55	540
200	0	-78.0	0	42	-120.0	-65.0	55.0	55	341
200	90,180	-68.0	10	42	-120.0	-65.0	55.0	55	108
300	0	-58.0	0	62	-120.0	-65.0	55.0	55	34
300	90,180	-48.0	10	62	-120.0	-65.0	55.0	55	10.8
400	0	-54.0	0	66	-120.0	-65.0	55.0	55	21.5
400	90,180	-44.0	10	66	-120.0	-65.0	55.0	55	6.8

⑤ 希望波:アナログ防災行政無線、干渉波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)の干渉

伝搬距離 20km

希望波:アナログ防災行政無線

空中線電力:10W

干渉波:アナログ STL/TTL

空中線電力:50W

フェージングマージン:0dB(未計上)

干渉条件:シングルエントリー

偏波面効果:0dB(未計上)

表 6.4-10 希望波:アナログ防災行政無線、干渉波:アナログ STL/TTL の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I (dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-68.7	0	10	-78.7	-48.7	30.0	30	920
0	90,180	-58.7	10	10	-78.7	-48.7	30.0	30	290
50	0	-43.7	0	35	-78.7	-48.7	30.0	30	52
50	90,180	-33.7	10	35	-78.7	-48.7	30.0	30	16.3
75	0	-26.7	0	52	-78.7	-48.7	30.0	30	7.3
75	90,180	-16.7	10	52	-78.7	-48.7	30.0	30	2.3
100	0	-9.7	0	69	-78.7	-48.7	30.0	30	1.04
100	90,180	0.3	10	69	-78.7	-48.7	30.0	30	0.33

⑥ 希望波:アナログ防災行政無線、干渉波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)の干渉

標準入力-92.3dBm

表 6.4-11 希望波:アナログ防災行政無線、干渉波:アナログ STL/TTL の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I (dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-112.4	0	10	-122.4	-92.3	30.1	30	140,350
0	90,180	-102.4	10	10	-122.4	-92.3	30.1	30	44,376
50	0	-87.4	0	35	-122.4	-92.3	30.1	30	7,892
50	90,180	-77.4	10	35	-122.4	-92.3	30.1	30	2,496
75	0	-70.4	0	52	-122.4	-92.3	30.1	30	1,115
75	90,180	-60.4	10	52	-122.4	-92.3	30.1	30	353
100	0	-53.4	0	69	-122.4	-92.3	30.1	30	158
100	90,180	-43.4	10	69	-122.4	-92.3	30.1	30	50

⑦ 希望波:デジタル防災行政無線(16QAM)、干渉波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)の干渉

伝搬距離 20km

希望波:デジタル防災行政無線(16QAM)      空中線電力:10W  
 干渉波:アナログ STL/TTL                      空中線電力:50W  
 フェージングマージン:0dB(未計上)          干渉条件:シングルエントリー  
 偏波面効果:0dB(未計上)

表 6.4-12 希望波:デジタル防災行政無線(16QAM)、干渉波:アナログ STL/TTL の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I(dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-68.9	0	7	-75.9	-48.7	27.2	27.2	938
0	90,180	-58.9	10	7	-75.9	-48.7	27.2	27.2	297
50	0	-43.9	0	32	-75.9	-48.7	27.2	27.2	53
50	90,180	-33.9	10	32	-75.9	-48.7	27.2	27.2	16.8
75	0	-21.9	0	54	-75.9	-48.7	27.2	27.2	4.2
75	90,180	-11.9	10	54	-75.9	-48.7	27.2	27.2	1.3
100	0	-1.0	0	75	-76.0	-48.7	27.2	27.2	0.4
100	90,180	9.1	10	75	-76.0	-48.7	27.2	27.2	0.1

⑧ 希望波:デジタル防災行政無線(16QAM)、干渉波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)の干渉

標準入力-81.9dBm

表 6.4-13 希望波:デジタル防災行政無線(16QAM)、干渉波:アナログ STL/TTL の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I(dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-102.2	0	7	-109.2	-81.9	27.3	27.2	43,366
0	90,180	-92.2	10	7	-109.2	-81.9	27.3	27.2	13,714
50	0	-77.2	0	32	-109.2	-81.9	27.3	27.2	2,439
50	90,180	-67.2	10	32	-109.2	-81.9	27.3	27.2	772
75	0	-55.2	0	54	-109.2	-81.9	27.3	27.2	194
75	90,180	-45.2	10	54	-109.2	-81.9	27.3	27.2	61.3
100	0	-34.2	0	75	-109.2	-81.9	27.3	27.2	17.3
100	90,180	-24.2	10	75	-109.2	-81.9	27.3	27.2	5.5

⑨ 希望波:デジタル防災行政無線(QPSK)、干渉波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)の干渉

伝搬距離 20km

希望波:デジタル防災行政無線(QPSK) 空中線電力:10W  
 干渉波:アナログ STL/TTL 空中線電力:50W  
 フェージングマージン:0dB(未計上) 干渉条件:シングルエントリー  
 偏波面効果:0dB(未計上)

表 6.4-14 希望波:デジタル防災行政無線(QPSK)、干渉波:アナログ STL/TTL の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I(dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-69.1	0	0	-69.1	-48.7	20.4	20.4	960
0	90,180	-59.1	10	0	-69.1	-48.7	20.4	20.4	304
50	0	-44.1	0	25	-69.1	-48.7	20.4	20.4	54
50	90,180	-34.1	10	25	-69.1	-48.7	20.4	20.4	17
75	0	-22.1	0	47	-69.1	-48.7	20.4	20.4	4.3
75	90,180	-12.1	10	47	-69.1	-48.7	20.4	20.4	1.4
100	0	-1.1	0	68	-69.1	-48.7	20.4	20.4	0.39
100	90,180	9.0	10	68	-69.1	-48.7	20.4	20.4	0.12

⑩ 希望波:デジタル防災行政無線(QPSK)、干渉波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)の干渉

標準入力-96.8dBm

表 6.4-15 希望波:デジタル防災行政無線(QPSK)、干渉波:アナログ STL/TTL の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)		a	b	c	d	e	f	g	
0	0	-117.3	0	0	-117.3	-96.8	20.5	20.4	246,688
0	90,180	-107.3	10	0	-117.3	-96.8	20.5	20.4	78,010
50	0	-92.3	0	25	-117.3	-96.8	20.5	20.4	13,878
50	90,180	-82.3	10	25	-117.3	-96.8	20.5	20.4	4,387
75	0	-70.3	0	47	-117.3	-96.8	20.5	20.4	1,102
75	90,180	-60.3	10	47	-117.3	-96.8	20.5	20.4	349
100	0	-49.3	0	68	-117.3	-96.8	20.5	20.4	98.3
100	90,180	-39.3	10	68	-117.3	-96.8	20.5	20.4	31.1

⑪ 希望波:デジタル防災行政無線(4 値 FSK)、干渉波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)の干渉

伝搬距離 20km

希望波:デジタル防災行政無線(4 値 FSK)      空中線電力: 10W  
 干渉波:アナログ STL/TTL                              空中線電力: 50W  
 フェージングマージン: 0dB(未計上)              干渉条件: シングルエントリー  
 偏波面効果: 0dB(未計上)

表 6.4-16 希望波:デジタル防災行政無線(4 値 FSK)、干渉波:アナログ STL/TTL の干渉計算(例)

離調 周波数 (kHz)		a	b	c	d	e	f	g	
0	0	-68.5	0	0	-68.5	-48.7	19.8	19.8	900
0	90,180	-58.5	10	0	-68.5	-48.7	19.8	19.8	285
50	0	-43.5	0	25	-68.5	-48.7	19.8	19.8	50.5
50	90,180	-33.5	10	25	-68.5	-48.7	19.8	19.8	16.1
75	0	-21.5	0	47	-68.5	-48.7	19.8	19.8	4.0
75	90,180	-11.5	10	47	-68.5	-48.7	19.8	19.8	1.3
100	0	-0.5	0	68	-68.5	-48.7	19.8	19.8	0.4
100	90,180	9.6	10	68	-68.5	-48.7	19.8	19.8	0.1

⑫ 希望波:デジタル防災行政無線(4 値 FSK)、干渉波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)の干渉

標準入力-92.4dBm

表 6.4-17 希望波:デジタル防災行政無線(4 値 FSK)、干渉波:アナログ STL/TTL の干渉計算(例)

離調 周波数 (kHz)		a	b	c	d	e	f	g	
0	0	-112.3	0	0	-112.3	-92.4	19.9	19.8	139,000
0	90,180	-102.3	10	0	-112.3	-92.4	19.9	19.8	44,200
50	0	-87.3	0	25	-112.3	-92.4	19.9	19.8	7,850
50	90,180	-77.3	10	25	-112.3	-92.4	19.9	19.8	2,480
75	0	-65.3	0	47	-112.3	-92.4	19.9	19.8	620
75	90,180	-55.3	10	47	-112.3	-92.4	19.9	19.8	196
100	0	-44.3	0	68	-112.3	-92.4	19.9	19.8	55.5
100	90,180	-34.3	10	68	-112.3	-92.4	19.9	19.8	17.5

- ⑬ 希望波: デジタル STL/TTL(60MHz 帯)、干渉波: 防災行政無線の干渉

伝搬距離 20km

希望波: デジタル STL/TTL

空中線電力: 5W

干渉波: 防災行政無線

空中線電力: 10W

フェージングマージン: 0dB(未計上)

干渉条件: シングルエントリー

偏波面効果: 0dB(未計上)

表 6.4-18 希望波: デジタル STL/TTL、干渉波: 防災行政無線の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I (dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-84.3	0	-3	-81.3	-50.0	31.3	31.3	710
0	90,180	-74.3	10	-3	-81.3	-50.0	31.3	31.3	223
50	0	-57.3	0	24	-81.3	-50.0	31.3	31.3	31.5
50	90,180	-47.3	10	24	-81.3	-50.0	31.3	31.3	10.0
75	0	-27.3	0	54	-81.3	-50.0	31.3	31.3	1.0
75	90,180	-17.3	10	54	-81.3	-50.0	31.3	31.3	0.3
100	0	-20.3	0	61	-81.3	-50.0	31.3	31.3	0.45
100	90,180	-10.3	10	61	-81.3	-50.0	31.3	31.3	0.1

- ⑭ 希望波: デジタル STL/TTL(60MHz 帯)、干渉波: 防災行政無線の干渉

標準入力-65dBm

表 6.4-19 希望波: デジタル STL/TTL、干渉波: 防災行政無線の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I (dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-99.3	0	-3	-96.3	-65.0	31.3	31.3	4,000
0	90,180	-89.3	10	-3	-96.3	-65.0	31.3	31.3	1,260
50	0	-72.3	0	24	-96.3	-65.0	31.3	31.3	179
50	90,180	-62.3	10	24	-96.3	-65.0	31.3	31.3	57
75	0	-42.3	0	54	-96.3	-65.0	31.3	31.3	5.6
75	90,180	-32.3	10	54	-96.3	-65.0	31.3	31.3	1.8
100	0	-35.3	0	61	-96.3	-65.0	31.3	31.3	2.5
100	90,180	-25.3	10	61	-96.3	-65.0	31.3	31.3	0.8

⑮ 希望波: アナログ STL/TTL(60MHz 帯)、干渉波: デジタル STL/TTL の干渉

伝搬距離 100km

希望波: アナログ STL/TTL(モノラル・P1)      空中線電力: 50W  
 干渉波: デジタル STL/TTL                              空中線電力: 5W  
 フェージングマージン: 0dB(未計上)              干渉条件: シングルエントリー  
 偏波面効果: 0dB(未計上)

表 6.4-20 希望波:アナログ STL/TTL(モノラル・P1)、干渉波:デジタル STL/TTL の干渉計(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計(dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I(dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-92.0	0	17	-109.0	-54.0	55.0	55	1,770
0	90,180	-82.0	10	17	-109.0	-54.0	55.0	55	560
100	0	-69.0	0	40	-109.0	-54.0	55.0	55	126
100	90,180	-59.0	10	40	-109.0	-54.0	55.0	60	40
200	0	-66.0	0	43	-109.0	-54.0	55.0	55	89
200	90,180	-56.0	10	43	-109.0	-54.0	55.0	58	28
300	0	-47.0	0	62	-109.0	-54.0	55.0	55	10
300	90,180	-37.1	10	62	-109.1	-54.0	55.0	55	3.2

⑯ 希望波: アナログ STL/TTL(60MHz 帯)、干渉波: デジタル STL/TTL の干渉

標準入力-65dBm

表 6.4-21 希望波:アナログ STL/TTL(モノラル・P1)、干渉波:デジタル STL/TTL の干渉計(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計(dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I(dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-103.0	0	17	-120.0	-65.0	55.0	55	6,300
0	90,180	-93.0	10	17	-120.0	-65.0	55.0	55	2,000
100	0	-80.0	0	40	-120.0	-65.0	55.0	55	445
100	90,180	-70.0	10	40	-120.0	-65.0	55.0	55	141
200	0	-77.0	0	43	-120.0	-65.0	55.0	55	315
200	90,180	-67.0	10	43	-120.0	-65.0	55.0	55	100
300	0	-58.1	0	62	-120.0	-65.0	55.0	55	36
300	90,180	-48.0	10	62	-120.0	-65.0	55.0	55	11

⑰ 希望波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)、干渉波:デジタル STL/TTL の干渉

伝搬距離 100km

希望波:アナログ STL/TTL(P2)

空中線電力:50W

干渉波:デジタル STL/TTL

空中線電力:5W

フェージングマージン:0dB(未計上)

干渉条件:シングルエントリー

偏波面効果:0dB(未計上)

表 6.4-22 希望波:アナログ STL/TTL(P2)、干渉波:デジタル STL/TTL の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I (dB)	g 混信保護値 (dB)	
0	0	-107.0	0	2	-109.0	-54.0	55.0	55	9,950
0	90,180	-97.0	10	2	-109.0	-54.0	55.0	55	3,150
100	0	-77.0	0	32	-109.0	-54.0	55.0	55	315
100	90,180	-67.0	10	32	-109.0	-54.0	55.0	63	100
200	0	-68.0	0	41	-109.0	-54.0	55.0	55	112
200	90,180	-58.0	10	41	-109.0	-54.0	55.0	59	36
300	0	-53.0	0	56	-109.0	-54.0	55.0	55	20
300	90,180	-43.0	10	56	-109.0	-54.0	55.0	56	6.3

⑱ 希望波:アナログ STL/TTL(60MHz 帯)、干渉波:デジタル STL/TTL の干渉

標準入力-65dBm

表 6.4-23 希望波:アナログ STL/TTL(P2)、干渉波:デジタル STL/TTL の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I (dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-118.0	0	2	-120.0	-65.0	55.0	55	35,300
0	90,180	-108.0	10	2	-120.0	-65.0	55.0	55	11,200
100	0	-88.0	0	32	-120.0	-65.0	55.0	55	1,120
100	90,180	-78.0	10	32	-120.0	-65.0	55.0	55	356
200	0	-79.0	0	41	-120.0	-65.0	55.0	55	398
200	90,180	-69.0	10	41	-120.0	-65.0	55.0	55	126
300	0	-64.0	0	56	-120.0	-65.0	55.0	55	71
300	90,180	-54.0	10	56	-120.0	-65.0	55.0	55	22

## 6.4.2 干渉検討(160MHz 帯)

### (1) 干渉検討モデル(160MHz 帯)

周波数共用条件をイメージするため、160MHz 帯干渉検討モデル及び検討条件を表 6.4-24～6.4-25、図 6.4-5 に、検討結果を表 6.4-26～6.4-29 にまとめた。

このモデルは、相互が見通し関係にあり自由空間伝搬とした条件で算出しているが、実際の回線における干渉検討については個別条件により検討を行う必要がある。

表 6.4-24 干渉検討パターン(160MHz)

	被干渉	与干渉	パラメータ
①	アナログ STL/TTL(モノラル・P1) 50W 送信、100km 伝送	連絡用無線 5W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
②	アナログ STL/TTL(モノラル・P1) 50W 送信、標準入力-65dBm	連絡用無線 5W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
③	アナログ STL/TTL(P2) 50W 送信、100km 伝送	連絡用無線 5W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位
④	アナログ STL/TTL(P2) 50W 送信、標準入力-65dBm	連絡用無線 5W 送信	・周波数差 ・受信アンテナ方位

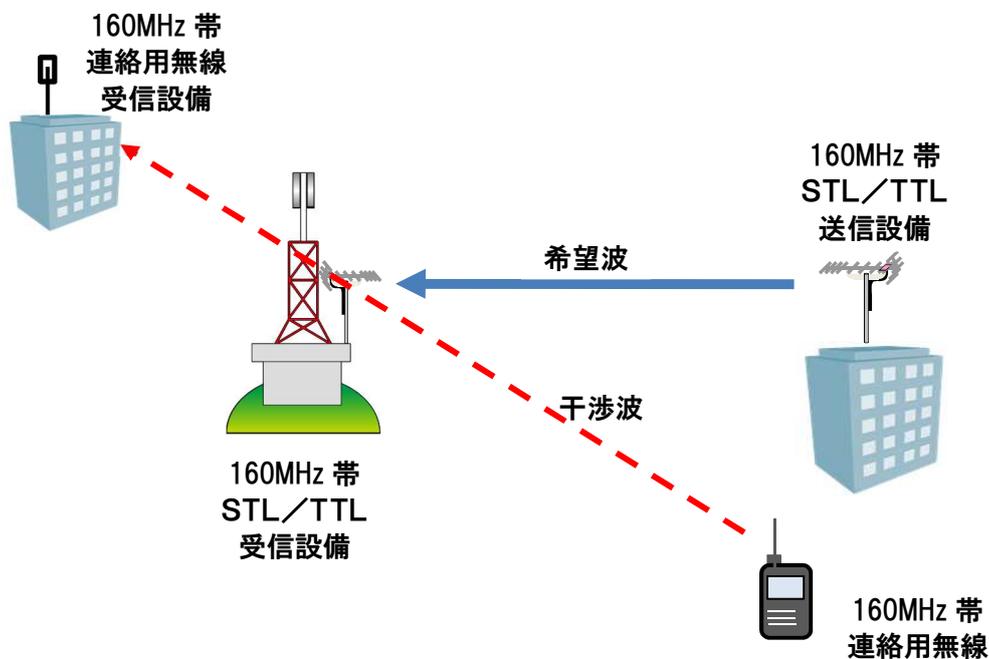


図 6.4-5 VHF 帯 STL/TTL(160MHz)が連絡用無線からうける干渉イメージ

表 6.4-25 希望波:アナログ STL/TTL(160MHz 帯)と干渉波:防災行政無線の干渉検討諸元

項目		検討諸元		
希望波	アナログ STL/TTL	伝送信号		モノラル・P1、P2
		送信	空中線電力	50W
			空中線利得	8dBi
			空中線指向性	3 素子八木アンテナ
			給電線損失	2dB
			フィルタ損失	1dB
			送信高	50m
		受信	空中線利得	8dBi
			空中線指向性	3 素子八木アンテナ
			給電線損失	2dB
			フィルタ損失	4dB
			受信高	50m
			標準受信入力	-65dBm
		距離		100km
妨害波	連絡用無線	送信	空中線電力	5W
			空中線利得	2.15dBi
			空中線指向性	水平無指向
			給電線損失	0dB
			送信高	1.5m
干渉条件	受信空中線角度差		0度、90度、180度	
	離調周波数		0kHz、30kHz、200kHz、300kHz、400kHz	

なお、計算条件については、表 6-4.1 下段と同様とした。

### (3) 干渉検討結果(160MHz 帯)

希望波と干渉波の組合せにより干渉計算をした結果を以下に示す。

① 希望波:アナログ STL/TTL(160MHz 帯)、干渉波:連絡用無線の干渉

**伝搬距離 100km**

希望波:アナログ STL/TTL(モノラル・P1)      空中線電力: 50W  
 干渉波: 連絡用無線      空中線電力: 5W  
 フェージングマージン: 0dB (未計上)      干渉条件: シングルエントリー  
 偏波面効果: 0dB (未計上)

表 6.4-26 希望波:アナログ STL/TTL(モノラル・P1)、干渉波:連絡用無線の干渉計(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I (dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-106.9	0	11	-117.9	-62.9	55.0	55	3,609
0	90,180	-96.9	10	11	-117.9	-62.9	55.0	55	1,142
30	0	-81.9	0	36	-117.9	-62.9	55.0	55	203
30	90,180	-71.9	10	36	-117.9	-62.9	55.0	55	65
200	0	-76.9	0	41	-117.9	-62.9	55.0	55	115
200	90,180	-66.9	10	41	-117.9	-62.9	55.0	55	37
300	0	-61.9	0	56	-117.9	-62.9	55.0	55	21
300	90,180	-51.9	10	56	-117.9	-62.9	55.0	55	6.5
400	0	-45.9	0	72	-117.9	-62.9	55.0	55	3.3
400	90,180	-35.9	10	72	-117.9	-62.9	55.0	55	1.0

② 希望波:アナログ STL/TTL(160MHz 帯)、干渉波: 連絡用無線の干渉

**標準入力-65dBm**

表 6.4-27 希望波:アナログ STL/TTL(モノラル・P1)、干渉波:連絡用無線の干渉計(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I (dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-109.0	0	11	-120.0	-65.0	55.0	55	4,610
0	90,180	-99.0	10	11	-120.0	-65.0	55.0	55	1,460
30	0	-84.0	0	36	-120.0	-65.0	55.0	55	260
30	90,180	-74.0	10	36	-120.0	-65.0	55.5	55	82
200	0	-79.0	0	41	-120.0	-65.0	55.0	55	147
200	90,180	-69.0	10	41	-120.0	-65.0	55.0	55	46
300	0	-64.0	0	56	-120.0	-65.0	55.0	55	26
300	90,180	-54.0	10	56	-120.0	-65.0	55.0	55	8.3
400	0	-48.0	0	72	-120.0	-65.0	55.0	55	4.1
400	90,180	-38.0	10	72	-120.0	-65.0	55.0	55	1.3

③ 希望波:アナログ STL/TTL(160MHz 帯)、干渉波: 連絡用無線の干渉

伝搬距離 100km

希望波:アナログ STL/TTL(P2)

空中線電力: 50W

干渉波: 連絡用無線

空中線電力: 5W

フェージングマージン: 0dB (未計上)

干渉条件: シングルエントリー

偏波面効果: 0dB (未計上)

表 6.4-28 希望波:アナログ STL/TTL(P2)、干渉波: 連絡用無線の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I (dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-132.9	0	-15	-117.9	-62.9	55.0	55	72,700
0	90,180	-122.9	10	-15	-117.9	-62.9	55.0	55	22,800
30	0	-89.9	0	28	-117.9	-62.9	55.0	55	510
30	90,180	-79.9	10	28	-117.9	-62.9	55.0	55	162
200	0	-75.9	0	42	-117.9	-62.9	55.0	55	102
200	90,180	-65.9	10	42	-117.9	-62.9	55.0	55	32.5
300	0	-55.9	0	62	-117.9	-62.9	55.0	55	10.2
300	90,180	-45.9	10	62	-117.9	-62.9	55.0	55	3.3
400	0	-51.9	0	66	-117.9	-62.9	55.0	55	6.5
400	90,180	-41.9	10	66	-117.9	-62.9	55.0	55	2.1

④ 希望波:アナログ STL/TTL(160MHz 帯)、干渉波: 連絡用無線の干渉

標準入力-65dBm

表 6.4-29 希望波:アナログ STL/TTL(P2)、干渉波: 連絡用無線の干渉計算(例)

離調周波数 (kHz)	角度差 (°)	a 干渉波 (dBm)	b 指向性減衰量 (dB)	c 干渉軽減係数 IRF	d 干渉波計 (dBm)	e 希望波 (dBm)	f 計算値 C/I (dB)	g 混信保護値 (dB)	離隔距離 (km)
0	0	-135.0	0	-15	-120	-65.0	55.0	55	91,800
0	90,180	-125.0	10	-15	-120	-65.0	55.0	55	29,000
30	0	-92.0	0	28	-120	-65.0	55.0	55	650
30	90,180	-82.0	10	28	-120	-65.0	55.0	55	206
200	0	-78.0	0	42	-120	-65.0	55.0	55	130
200	90,180	-68.0	10	42	-120	-65.0	55.0	55	41
300	0	-58.0	0	62	-120	-65.0	55.0	55	13
300	90,180	-48.0	10	62	-120	-65.0	55.0	55	4.1
400	0	-54.0	0	66	-120	-65.0	55.0	55	8.2
400	90,180	-44.0	10	66	-120	-65.0	55.0	55	2.6

### 6.4.3 干渉モデルにおける検討結果

実際のフィールドにおける VHF 帯 STL/TTL と防災行政無線等の周波数共用をイメージするため、複数の干渉モデルについて検討した D/U、IRF を用いて干渉検討を行った。

本検討では、相互の干渉関係をシンプルに比較することで傾向を把握することとしたが、実際のフィールドにおける検討では、伝搬路における見通し関係、見通し外関係や、地形による回折損失、建造物による遮蔽損失、フェージングによる電界変動、受信アンテナの偏波面効果、複数干渉波がある場合のアグリゲート等様々な要因を考慮し検討する必要がある。

(1) 干渉モデルで用いた検討パラメータ

- ① 検討システムについては、標準的な空中線モデルとした
- ② 周波数差
- ③ 受信アンテナの角度差による損失
- ④ 混信保護値と IRF (干渉軽減係数)

(2) VHF 帯 STL/TTL が被干渉となる防災行政無線との周波数共用

基本特性試験及び実機による干渉試験結果から、放送番組中継回線として回線瞬断率、回線信頼率、伝送品質などにおいて高品質の機能を要求されている。

そのため他の無線システムとの共用条件については、所要 D/U など高い基準が必要となることから、干渉検討結果からも同一周波数における周波数共用は雑音以下のレベルにならなければ共用が難しい結果となった。

また、現実的に共用できる条件については、D/U により干渉の有無を判定していることから VHF 帯 STL/TTL の受信信号が高い場合と低い場合では共用条件が変わることも改めて確認されたことから、表 6.4-30 に比較結果を示す。

検討結果から、VHF 帯 STL/TTL の受信信号が低い場合やフェージングの電界変動により受信電界が低下する条件における共用判定については注意が必要である。

表 6.4-30 VHF 帯 STL/TTL 被干渉モデルにおける防災行政無線との離隔距離

検討パラメータ			VHF 帯 STL/TTL と防災行政無線との共用離隔距離		
受信電界	周波数差	アンテナ角度差	アナログ P1	アナログ P2	デジタル
-54dBm	300kHz	0度	19 km	9.6 km	1.0 km , 75kHz (-50dBm)
		90度、180度	6.1 km	3.0 km	0.3 km , 75kHz (-50dBm)
	400kHz	0度	3.1 km	6.1 km	0.45 km , 100kHz (-50dBm)
		90度、180度	1.0 km	1.9 km	0.1 km , 100kHz (-50dBm)
-65dBm	300kHz	0度	68 km	34 km	5.6 km , 75 kHz
		90度、180度	21.5 km	10.8 km	1.8 km , 75 kHz
	400kHz	0度	10.8 km	21.5 km	2.5 km , 100 kHz
		90度、180度	3.4 km	6.8 km	0.8 km , 100 kHz

VHF 帯 STL/TTL のシステム間を比較すると、共用するための離隔距離が最も必要なものはアナログモノラル (P1) 方式であり、これは受信帯域幅が広い特性が現れている。アナログ 2ch 伝送 (P2) 方式については、同一周波数となる場合は所要 D/U が 70dB も必要となることから、共用することが難しいとされる計算結果が算出された。

デジタル方式については、デジタルの特長により他の無線システムからの干渉に強く、最も周波数共用がし易いシステムであることが確認された。

また、VHF 帯 STL/TTL のデジタル方式は、防災行政無線のアナログ方式に与える影響が比較的大きかったことから、相互のシステムを理解し共用検討を行うことが重要である。

### (3) 防災行政無線が被干渉となる VHF 帯 STL/TTL との周波数共用

防災行政無線については、4つの伝送方式があり周波数共用を行うにあたり、システムの特長、所要受信機入力、所要 C/I、所要 D/U など要因により周波数共用のし易さについても確認できたことから比較結果を表 6.4-31 に示す。

また、防災行政無線は、放送システムに比べ低い電界強度で動作・運用することから、低い受信電界強度環境においては周波数共用を満足することが難しくなる傾向があるため注意する必要がある。

表 6.4-31 防災行政無線被干渉モデルにおける VHF 帯 STL/TTL との離隔距離

検討パラメータ			防災行政無線と VHF 帯 STL/TTL との共用離隔距離			
受信電界	周波数差	アンテナ角度差	アナログ (-92.3dBm)	16QAM (-81.9dBm)	QPSK (-96.8dBm)	4 値 FSK (-92.4dBm)
-48.7dBm	75kHz	0 度	7.3 km	4.2 km	4.3 km	4.0 km
		90 度、180 度	2.3 km	1.3 km	1.4 km	1.3 km
	100kHz	0 度	1.04 km	0.4 km	0.39 km	0.4 km
		90 度、180 度	0.33 km	0.1 km	0.12 km	0.1 km
所要受信 入力時	75kHz	0 度	1,115 km	194 km	1,102 km	620 km
		90 度、180 度	353 km	61.3 km	349 km	196 km
	100kHz	0 度	158 km	17.3 km	98.3km	55.5 km
		90 度、180 度	50 km	5.5 km	31.1km	17.5 km

システム間を比較すると、アナログ方式の防災行政無線が、VHF 帯 STL/TTL の影響を受け易いモデルであることが確認できた。その次に影響を受け易いものとしては低電界強度で受信が可能となる QPSK 方式であり、その次に 4 値 FSK となり、最も影響を受け難いシステムは所要受信電界強度が高い 16QAM 方式であったことから、周波数が逼迫している地域において新たにシステムを導入する場合は、アナログ方式以外のものを選択することや、現行アナログ方式からデジタル方式に移行することにより更なる周波数有効利用を実現することができる。

## (4) VHF 帯 STL/TTL が被干渉となる 160MHz 連絡用無線との周波数共用

160MHz 帯での周波数共用を行うシステムは様々なものがあるが、この検討では陸上移動における連絡用無線が VHF 帯 STL/TTL に与える影響について、次の項目により検討を行い、影響度と共用離隔距離を表 6.4-32 に示す。

- ① 周波数差
- ② 受信アンテナの角度差による損失
- ③ 混信保護値と IRF (干渉軽減係数)

表 6.4-32 VHF 帯 STL/TTL の被干渉モデルにおける 160MHz 連絡用無線との離隔距離

検討パラメータ			VHF 帯 STL/TTL と防災行政無線との共用離隔距離	
受信電界	周波数差	アンテナ角度差	アナログ P1	アナログ P2
-62.9dBm	300kHz	0 度	21 km	10.2 km
		90 度、180 度	6.5 km	3.3 km
	400kHz	0 度	3.3 km	6.5 km
		90 度、180 度	1.0 km	2.1 km
-65dBm	300kHz	0 度	26 km	13 km
		90 度、180 度	8.3 km	4.1 km
	400kHz	0 度	4.1 km	8.2 km
		90 度、180 度	1.3 km	2.6 km

ここでの検討は、160MHz 帯連絡用無線が VHF 帯 STL/TTL の受信設備に与える影響について、干渉モデルにより検討を行ったが、周波数差を 400kHz 以上確保することにより影響範囲を数 km に軽減できることが確認できたことから、当該受信設備の位置を確認し、受信電界強度の余裕度を確認したうえで判定することが望ましい。

以上の検討結果から、従来では VHF 帯 STL/TTL と他の無線システムとの周波数共用に関しては、周波数配列のなかで相互のシステム間を適当なガードバンドを設け干渉の少ない周波数を割当ててきたところを、周波数差と許容干渉レベルとなる所要 D/U により互いに影響を受けない条件を明確にすることができた。

## 6.5 海外から持込まれる無線システム等との干渉

6.4.3 (4) に示すとおり 60MHz 帯及び 160MHz 帯において大規模イベントの開催時等における臨時的に国外から持込まれる無線システムとの共用については、今回の技術試験の結果を用いて共用検討を行うことが可能であることを確認した。

国外から持込まれる無線設備については、5~16kHz の占有周波数帯幅が一般的であることから、試験結果を踏まえその干渉基準をそのまま使用することができる。また、連絡用無線の占有周波数帯幅が 16kHz を超えるスペクトラム特性については、今回の検討結果と机上検討により判定することが可能になった。

## 第7章 まとめと展望

### 7.1 技術試験の結果

今回実施した技術試験により、次のことを確認することができた。

#### (1) VHF帯 STL/TTL と防災行政無線が干渉する条件

- VHF帯 STL/TTL が干渉を受ける条件は、STL/TTL の受信所に防災行政無線の電波が飛び込み干渉となる。技術試験の基本特性確認試験において VHF帯 STL/TTL の占有周波数帯幅と受信機の通過帯域幅を確認したところ、占有周波数帯幅 100kHz 以内であった。また、受信機の 6dB 通過帯域幅は 600kHz を超えるものを確認した。その結果、所要 D/U を算出しその値の範囲で運用することで、相互の干渉を回避できることを確認した。
- 防災行政無線が干渉を受ける条件は、屋外子局受信、戸別受信機、中継局アンサーバック受信に、VHF帯 STL/TTL が飛び込み干渉となる。防災行政無線システムは、アナログ方式と3種類のデジタル方式があり、それぞれの実機による干渉試験の結果から所要 D/U を算出し、その値の範囲で運用することで干渉を回避できることを確認した。

#### (2) VHF帯 STL/TTL と防災行政無線との共用条件

今回の調査検討において、VHF帯 STL/TTL と防災行政無線のそれぞれの諸元を確認し、さらに実機による干渉試験を行った結果から、相互の無線局として共用できる条件を明らかにすることができた。

今後は、この共用条件となる「混信保護の許容値」、「所要 D/U」を満足する干渉検討を行い、周波数共用の可否について確認することが重要となる。

#### (3) 干渉が生じた場合の対処

干渉が生じた場合、干渉を生じない別の周波数に変更することで回避する方法もあるが、周波数の逼迫事情によりそのような対処ができない地域や、異常伝搬等により干渉が発生した場合については、相互の干渉状況を確認し、対策手法を検討することが望ましい。

具体的な対策手法については、与干渉側の条件か被干渉側の条件か、それぞれの現地状況を確認し、周波数差、空中線電力、空中線半値幅、偏波面などを変更し回避することや、空中線の配置を変更し与干渉となる方向を遮蔽する手法、対策フィルタ（狭帯域フィルタやノッチフィルタ）などを用いて対策を行うことが考えられる。

## 7.2 改正すべき技術基準(案)

今回の調査検討で明らかになった次の共用条件について、電波法関係審査基準等に反映することが望ましい。

### (1) 混信保護基準

混信保護の許容値

	混信保護の許容値	考慮すべき干渉条件
アナログ方式 STL/TTL	S/I=55dB (伝送品質 S/N55dB)	フェージングマージン及び異経路における差動フェージングを考慮する必要がある。干渉波のアグリゲート(全干渉波の総和)を考慮する必要がある。
デジタル方式 STL/TTL	C/I=31.3dB (フェージング時を含む 全干渉波の総和に対する値)	1波あたりの干渉波電力に対する値について、平常時同一経路 36.7dB 平常時異経路 32.8dB+Fmr を考慮する必要がある。
アナログ 防災行政無線	S/I=30dB	伝送品質 S/N30dB
デジタル 防災行政無線 16QAM	C/I=27.2dB	所要 C/N24.2dB+干渉マージン 3dB
デジタル 防災行政無線 QPSK	C/I=20.4dB	所要 C/N17.4dB+干渉マージン 3dB
デジタル 防災行政無線 4値FSK	C/I=19.8dB	所要 C/N16.8dB+干渉マージン 3dB

注：Fmr は所要フェージングマージン

なお、全干渉波の総和に対する混信保護値[C/Ia]は、平成27年7月17日付け 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「放送システムに関する技術的条件」のうち「ラジオネットワークの強靱化に関する技術的条件」の別紙1に準じることとし、資料5に示す。

また、アナログ方式の干渉波アグリゲート(全干渉波の総和)については、デジタル方式と同様な考え方で検討することが望ましい。

(2) 所要 D/U

ここで検討する所要 D/U とは、STL/TTL 受信装置の入力端の希望波(D)と妨害波(U)の信号強度比により求める。また、異経路における差動フェージングが生じる関係においては、長距離伝送区間など必要に応じて所要 D/U に差動フェージングマージンを加え検討することが望ましい。

希望波(D)と妨害波(U)の信号強度については、電波伝搬特性試験の結果から理論値と実測値との差が 10dB 程度あることから、可能な限り現地における実測値を用いて干渉検討を行うことが望ましい。

(3) 干渉軽減係数 (IRF)

各方式間の組合せ及びそれらの干渉軽減係数 (IRF) 及び所要 D/U を表 7.2-1~4 に、そのイメージ図を図 7.2-1~7 に示す。

表 7.2-1 アナログ STL/TTL と防災行政無線との共用条件

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)				
			0	30	200	300	400
防災行政無線 アナログ 16QAM QPSK 4 値 FSK	アナログ STL/TTL (モノラル・P1) S/I=55dB	IRF	11	36	41	56	72
		D/U	44	19	14	-1	-17
	アナログ STL/TTL (P2) S/I=55dB	IRF	-15	28	42	62	66
		D/U	70	27	13	-7	-11

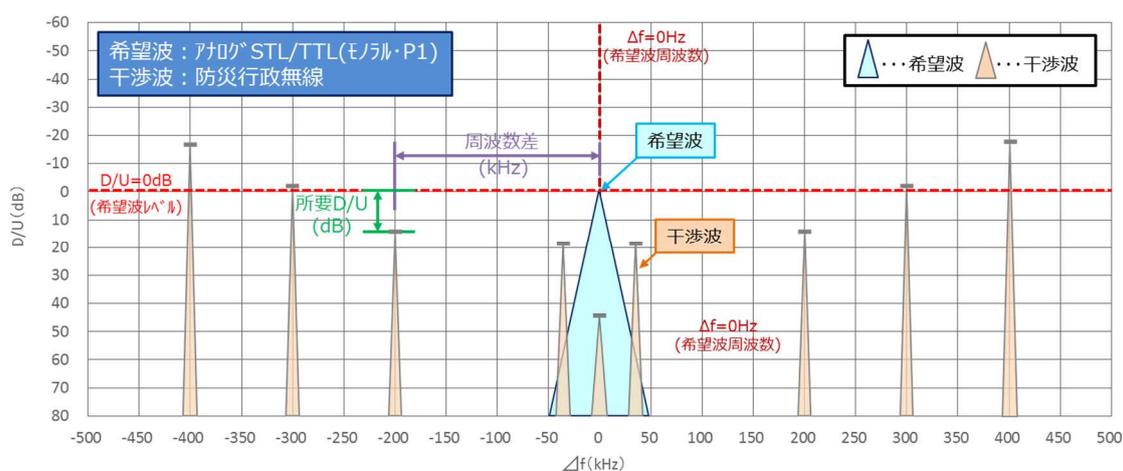


図 7.2-1 アナログ STL/TTL(モノラル・P1)と防災行政無線との共用条件イメージ図

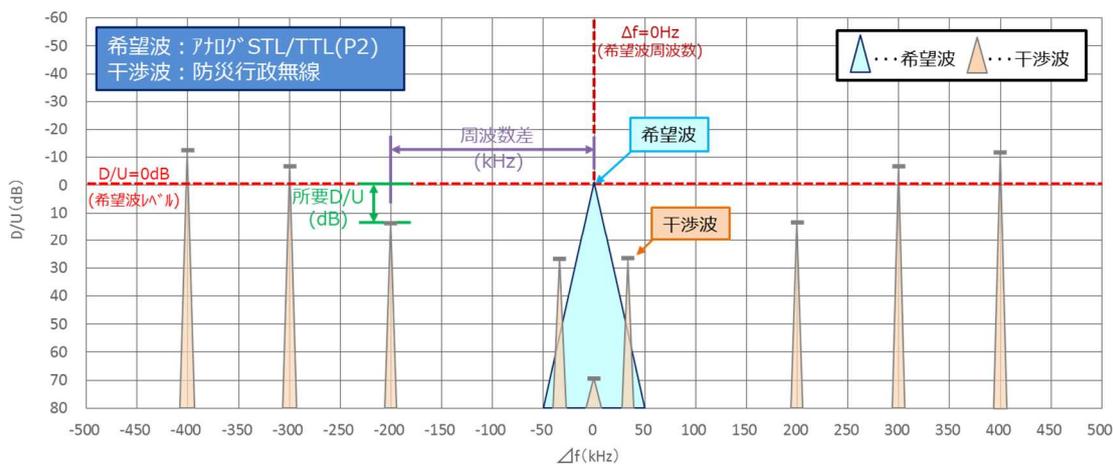


図 7.2-2 アナログ STL/TTL(P2)と防災行政無線との共用条件イメージ図

表 7.2-2 デジタル STL/TTL と防災行政無線との共用条件

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)			
			0	50	100	300
防災行政無線 アナログ 16QAM QPSK 4値FSK	デジタルSTL/TTL 64QAM C/I=31.3dB	IRF	-3	24	54	61
		D/U	34	7	-23	-30

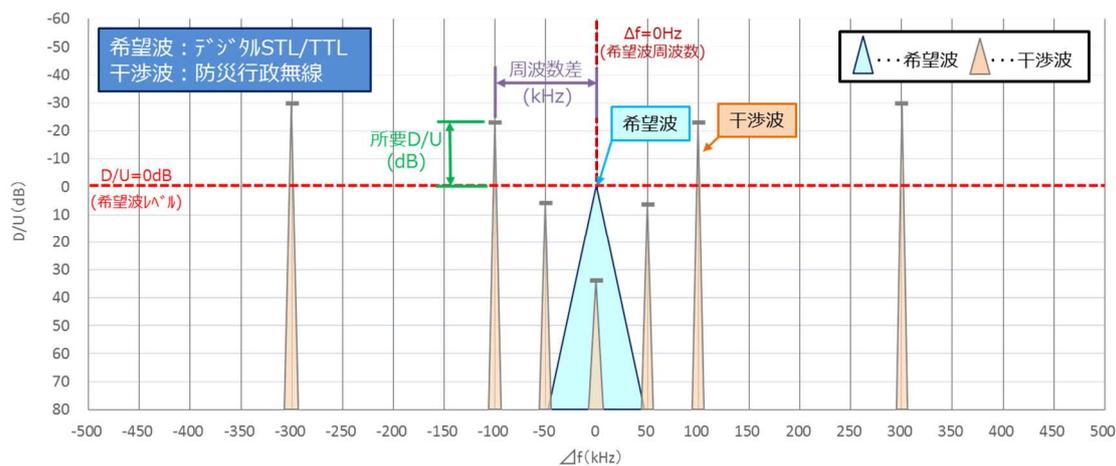


図 7.2-3 デジタル STL/TTL と防災行政無線との共用条件イメージ図

表 7.2-3 防災行政無線とアナログ STL/TTL との共用条件

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)			
			0	50	75	100
アナログ STL/TTL	防災行政無線 アナログ S/I=30dB	IRF	10	35	52	69
		D/U	20	-5	-22	-39
	防災行政無線 16QAM C/I=27.2dB	IRF	7	32	54	75
		D/U	20	-5	-27	-48
	防災行政無線 QPSK C/I=20.4dB	IRF	0	25	47	68
		D/U	20	-5	-27	-48
	防災行政無線 4値FSK C/I=19.8dB	IRF	0	25	47	68
		D/U	20	-5	-27	-48

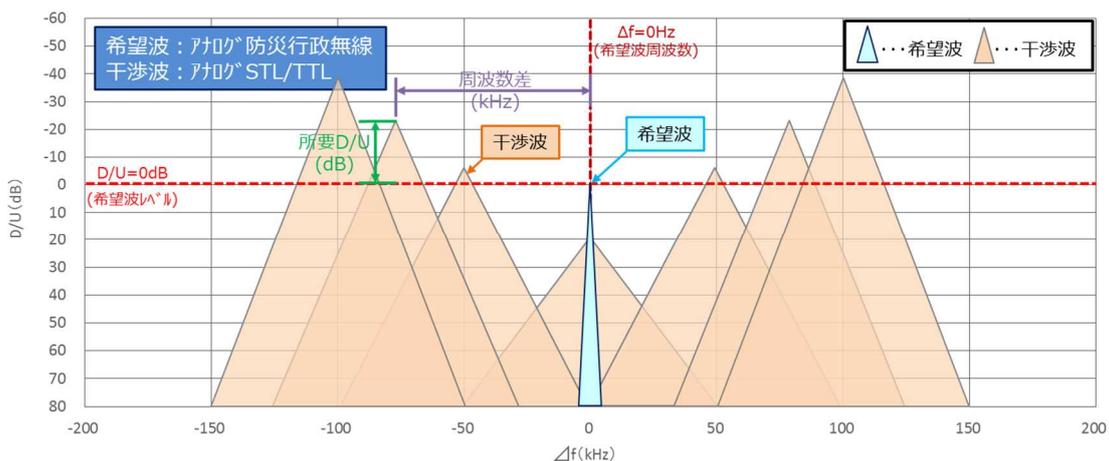


図 7.2-4 アナログ防災行政無線とアナログ STL/TTL との共用条件イメージ図

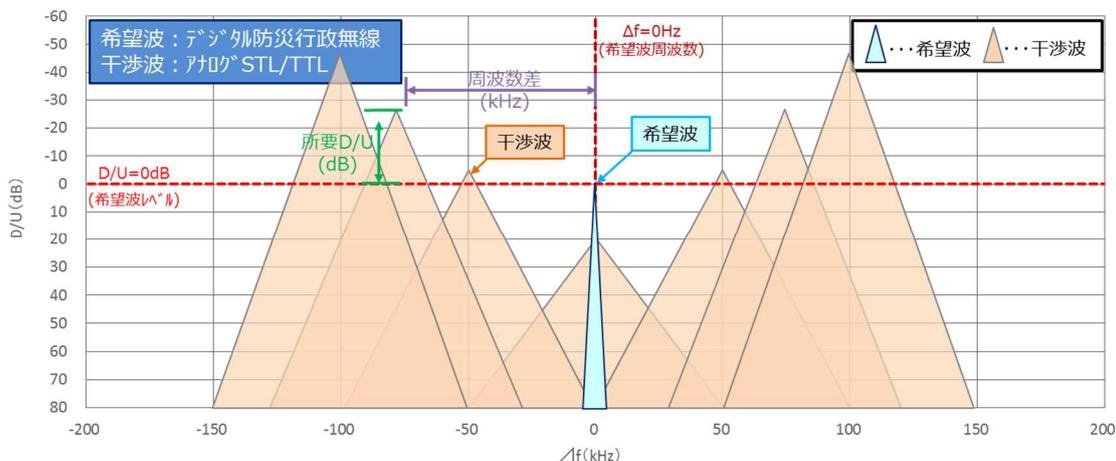


図 7.2-5 デジタル防災行政無線とアナログ STL/TTL との共用条件イメージ図

表 7.2-4 防災行政無線とデジタル STL/TTL との共用条件

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)			
			0	50	75	100
デジタル STL/TTL	防災行政無線 アナログ S/I=30dB	IRF	14	33	—	37
		D/U	16	-3	—	-7
	防災行政無線 16QAM C/I=27.2dB	IRF	9	38	49	60
		D/U	18	-11	-22	-33
	防災行政無線 QPSK C/I=20.4dB	IRF	2	31	42	53
		D/U	18	-11	-22	-33
	防災行政無線 4値FSK C/I=19.8dB	IRF	2	31	42	53
		D/U	18	-11	-22	-33

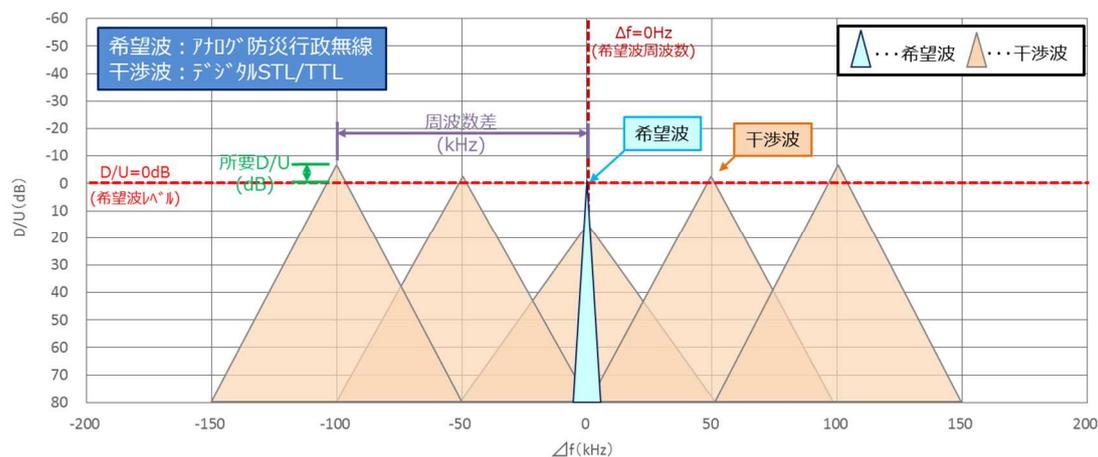


図 7.2-6 アナログ防災行政無線とデジタル STL/TTL との共用条件イメージ図

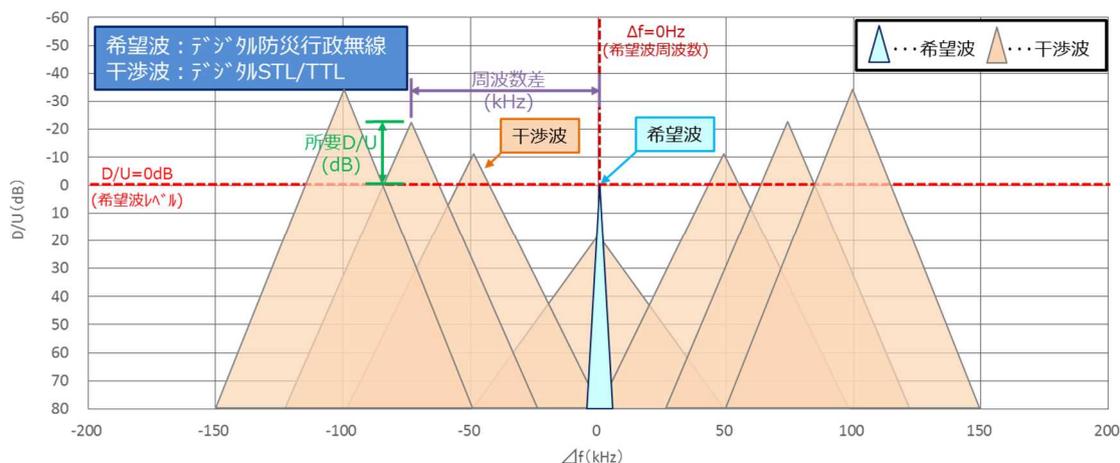


図 7.2-7 デジタル防災行政無線とデジタル STL/TTL との共用条件イメージ図

## (4) フェージングマージン

伝送路途中で発生するフェージングによる減衰は、回線品質に大きな影響を与えるため、回線設計上、フェージングについて考慮することが適当である。

## (5) 干渉検討の条件

- VHF 帯 STL/TTL への干渉については、防災行政無線との周波数差が 400kHz 以内となる場合や、STL/TTL の受信設備と防災行政無線の送信設備との相互距離が近距離となる 30km 範囲の位置関係、又は電波干渉が生じる可能性が想定される条件において、干渉検討を行い周波数共用の可否判断等を確認する必要がある。
- 防災行政無線への干渉については、アナログ STL/TTL との周波数差が 75kHz 以内となる場合や、防災行政無線の受信設備と STL/TTL の送信設備との相互距離が近距離となる 30km 範囲の位置関係、又は電波干渉が生じる可能性が想定される条件において、干渉検討を行い周波数共用の可否判断等を確認する必要がある。
- 複数の干渉波が存在する場合は、アグリゲートを考慮し検討する必要がある。

## (6) 偏波面効果

実証実験において、送受信点距離 9～28.8km までの 4 地点で試験したところ、受信高等により異なるものの 9.3～22.8dB の偏波面効果が確認できたことから、干渉関係となるそれぞれの無線局が異偏波となる条件では、偏波面効果を 10dB 程度見込むことが適当である。

なお、現地での実測値を確認することで、10dB 以上の値を用いることも可能とする。但し、VHF 帯 STL/TTL が見通し外伝搬や長距離伝搬を行う場合で偏波面効果が期待できない場合は、その値を含まず検討することが妥当である。

## (7) 見直しが必要な項目

今回の試験では、VHF 帯 STL/TTL のデジタル方式の技術基準を検討した際に確認していない受信機の通過帯域幅が広いものと、アナログ方式で音声 2ch 伝送しているものについて試験を行った結果、VHF 帯 STL/TTL の技術基準のうち、アナログ方式とデジタル方式の干渉について、平成 27 年に整備した現行基準を超える値を確認したため見直しが必要である。

現行干渉基準と見直し案について、表 7.2-5～表 7.2-6 に示す。

表 7.2-5 アナログ STL/TTL とデジタル STL/TTL との干渉基準 見直し(案)

【現行干渉基準】

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)			
			0	100	180	300
デジタル STL/TTL 64QAM	アナログ STL/TTL S/I=55dB	IRF	10	42	61	65
		D/U	45	13	-6	-10

【見直し案】

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)			
			0	100	200	300
デジタル STL/TTL 64QAM	アナログ STL/TTL (1ch) S/I=55dB	IRF	17	40	43	62
		D/U	38	15	12	-7
	アナログ STL/TTL (2ch) S/I=55dB	IRF	2	32	41	56
		D/U	53	23	14	-1

赤字：見直し部分

表 7.2-6 デジタル STL/TTL とアナログ STL/TTL との干渉基準 見直し(案)

【現行干渉基準】

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)			
			0	100	180	300
アナログ STL/TTL	デジタル STL/TTL 64QAM C/I=31.3dB	IRF	2	39	49	50
		D/U	29	-7	-17	-18

【見直し案】

干渉波	希望波	区分	周波数差 (kHz)			
			0	100	200	300
アナログ STL/TTL	デジタル STL/TTL 64QAM C/I=31.3dB	IRF	-2	42	60	62
		D/U	33	-10	-28	-30

赤字：見直し部分

### 7.3 今後の検討課題

VHF帯 STL/TTL と防災行政用無線や他の無線通信システムについては、同一周波数帯を共用し、これまで運用してきている。

VHF帯 STL/TTL は、見通し外伝搬や長距離伝搬など、その周波数の特長を活かし有効に使用している。

また、防災行政無線では、全国で周波数を繰り返し使用しているが、戸別受信機による確実な受信のために多くの中継局を整備している場合や、自システム間での相互干渉を避けるため複数の周波数を必要とする場合もあり、割当てを行う周波数が逼迫している状況である。

本調査は、同一周波数帯域で運用する VHF帯 STL/TTL、防災行政無線、大規模イベント等で国外から持込まれる無線システム等の相互の無線システムについて理解を深めるとともに、実機による干渉試験と合わせて周波数共用するための技術的条件を検討した。

この検討成果を活用することにより、周波数が逼迫している地域の解消に役立てることが可能となるほか、周波数有効利用の一層の促進を図ることができるものである。

今後、更なる周波数需要に対応するためには、技術的課題等が考えられることから、次のとおり整理した。

- (1) 今回の共用条件を基に周波数を有効に割当てするための周波数検討を行うことが望ましい。
- (2) VHF帯 STL/TTL 送信機の占有周波数帯幅に対して、受信機の通過帯域幅を数十パーセント増程度に収めることで、周波数共用並びに周波数有効利用を促進することができることから、受信機の通過帯域幅を最適化するための技術検討を行うことが望ましい。
- (3) VHF帯 STL/TTL と防災行政用無線の周波数を近接して運用する場合、VHF帯 STL/TTL の受信側に干渉軽減を行うための対策フィルタを挿入することによる、音声帯域特性の劣化について確認検証することが望ましい。
- (4) VHF帯 STL/TTL のアナログ方式から、デジタル方式に移行する場合の課題について検討することが望ましい。特に、アナログ方式は 100 km 程度の長距離伝搬や見通し外伝搬により運用していることから、現行デジタル方式の無線設備規則等（空中線電力 5W 等）により実現が可能であるか、又は長期間安定運用が可能であるかなどの検証が必要である。
- (5) VHF帯 STL/TTL 及び防災行政無線との相互干渉について、検討確認する手続き手法を整理することが望ましい。