

総務省 信越総合通信局

山間部における超短波放送の難聴解消のための  
周波数有効利用技術に関する調査検討

# VHF帯STL/TTL伝送技術試験 (概要説明)

平成26年12月16日

山間部における超短波放送の難聴解消のための  
周波数有効利用技術に関する調査検討会事務局

1. 検討の背景
2. 調査検討会の検討事項とスケジュール
3. 技術試験の項目
4. 技術要件の整理
5. STL送・受信装置
6. 室内試験
7. フィールド試験
8. 試験で得られたこと

※ 参考資料

# 1. 検討の背景

- コミュニティ放送は、放送を行おうとする地域内の不感地域解消のため、中継局を開設する場合、親局と同一の周波数の使用が原則。  
そのため、周波数変換して送信する放送波中継方式に代わる中継手段として、演奏所と送信所の間(STL)や送信所と送信所の間(TTL)の中継回線が必要。
- 現行規格では、マイクロ波帯(放送事業用)の無線設備があるが、高価であり整備コストが大きな負担。  
また、60MHz帯及び160MHz帯(放送事業用)の無線設備もあるが、中波放送用の中継回線としての使用が前提であり、ステレオ信号を伝送することは困難。
- コミュニティ放送は、有線系中継回線の使用例が多いものの、回線使用料が大きな負担。
- 災害等に起因し有線系中継回線が寸断され、災害情報等の放送が中断すること  
も想定されるため、安価で安定した伝送が可能な無線によるシステムの導入に期待が寄せられている。



60MHz帯及び160MHz帯を用いたステレオ伝送が可能な無線中継回線システム(STL/TTL)について、調査検討を行う。

## 2. 調査検討会の検討事項とスケジュール

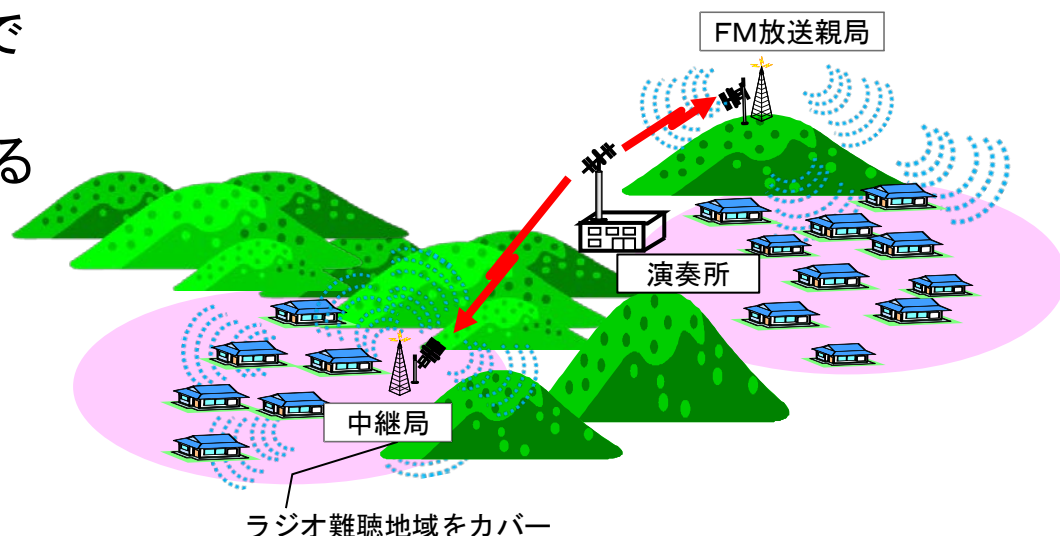
### 検討項目

- 1 伝送容量の確認
- 2 伝送遅延などによる課題の解決
- 3 伝送の質を維持する条件
- 4 隣接システムとの共用条件、同一周波数繰り返し使用のための条件
- 5 検討すべき技術基準(案)

### モノラル伝送帯域でステレオ伝送するための技術

- ・ 現行の占有周波数帯幅(100kHz)内でステレオ伝送が可能であること。
- ・ 親局-中継局で周波数同期を可能にするための信号も同時に伝送できること。

デジタル64QAMの機器を調達し、  
課題が解決可能か否かについて  
実証試験



### ＜検討会実施スケジュール(予定)＞

| 項 目         | 6月                                | 7月     | 8月 | 9月     | 10月                                                                         | 11月                            | 12月    | 1月     | 2月 | 3月                      |
|-------------|-----------------------------------|--------|----|--------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------|--------|----|-------------------------|
| 総務省<br>(本省) |                                   |        |    |        |                                                                             |                                |        |        |    | △<br>本省報告               |
| 信越総合通信局     | ▲6/20(金)<br>第1回検討会(長野市)<br>①実務者会議 | ②実務者会議 |    | ③実務者会議 | ▲10/3(金)<br>第2回検討会(長野市)<br>④実務者会議<br>10/7～10/17 室内実験<br>10/20～11/12 フィールド実験 | ⑤実務者会議<br>▲11/13(木)実験の公開(諏訪市等) | ⑥実務者会議 | △実務者会議 |    | ▲3/12(木)<br>第3回検討会(長野市) |
|             |                                   |        |    |        | 実験データ分析・報告書取りまとめ                                                            |                                |        |        |    |                         |

### 3. 技術試験の項目

| 試験項目                           | 試験内容                                        | 室内試験                                            | フィールド試験                                                                               |
|--------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 伝送容量の確認                        | 伝送容量の確認                                     | ・伝送容量確認                                         | —                                                                                     |
|                                | 「ステレオ放送＋同期信号」を伝送し、番組及び同期信号が適正に伝送されること       | ・信号再生確認                                         | ・信号再生確認                                                                               |
| 伝送遅延などによる課題の解決                 | 遅延時間の測定                                     | ・遅延時間測定                                         | ・遅延時間測定                                                                               |
|                                | 親局-中継局での遅延を解消する方策の検討及び実環境での試験               | ・技術手法の検討<br>・同期信号伝送確認                           | ・同期信号再生確認                                                                             |
|                                | 周波数同期が有効に機能しているか確認                          | ・同期放送確認                                         | ・同期放送成立の確認                                                                            |
| 伝送の質を維持する条件                    | 回線設計の基準とすべき数値の確認<br>(64QAMを維持できる受信機入力電圧の測定) | ・基本性能試験<br>・BER<br>・C/N<br>・コンスタレーション<br>・マルチパス | ・基本性能試験<br>・受信入力電力<br>・BER<br>・コンスタレーション<br>・伝搬距離特性<br>・見通し外伝搬特性<br>・長期変動試験<br>・マルチパス |
| 隣接システムとの共用条件、同一周波数繰り返し使用のための条件 | ・デジタル伝送STL/TTL同士<br>・アナログ伝送STL/TTL          | ・同一チャンネルD/U<br>・隣接チャンネルD/U<br>・次隣接チャンネルD/U      | —                                                                                     |

※ BER: 符号誤り率 (Bit Error Rate/Ratio) のこと。送出された符号 (ビット) の総数に対する誤って受信した符号の数の比率  
※ C/N: 搬送波と雑音の比率 (Carrier to Noise Ratio) のこと  
※ D/U: 希望波 (D=Desire) と妨害波 (U=Undesire) の比率 (Desire to Undesire Ratio) のこと

# 4. 技術要件の整理

| 主な技術的条件    | 今回の実験試験局            | アナログ方式<br>ラジオ音声STL規格 | デジタル方式<br>音声STL規格                       |
|------------|---------------------|----------------------|-----------------------------------------|
| 周波数帯       | 160MHz帯 (167.93MHz) | 60MHz帯、160MHz帯       | 6. 5GHz帯、7. 5GHz帯                       |
| 電波の型式      | D7W                 | F3E、F8E、F9W          | D7W、G7W                                 |
| 占有周波数帯(最大) | 100kHz              | 100kHz               | 405kHz                                  |
| 変調方式       | 64QAM               | 周波数変調                | 基本 : 64QAM<br>その他: 32QAM、<br>16QAM、4PSK |
| 伝送信号       | ・ステレオ音声<br>・同期信号    | モノラル音声               | ・ステレオ音声<br>・同期・制御・打合せ等の多重               |
| 伝送容量       | 404kbps             | —                    | 2, 250kbps以下                            |
| 空中線電力の最大値  | 5W                  | 50W                  | 2W                                      |
| 音声帯域圧縮方式   | サブバンドADPCM方式        | —                    | 非圧縮<br>サブバンドADPCM方式                     |

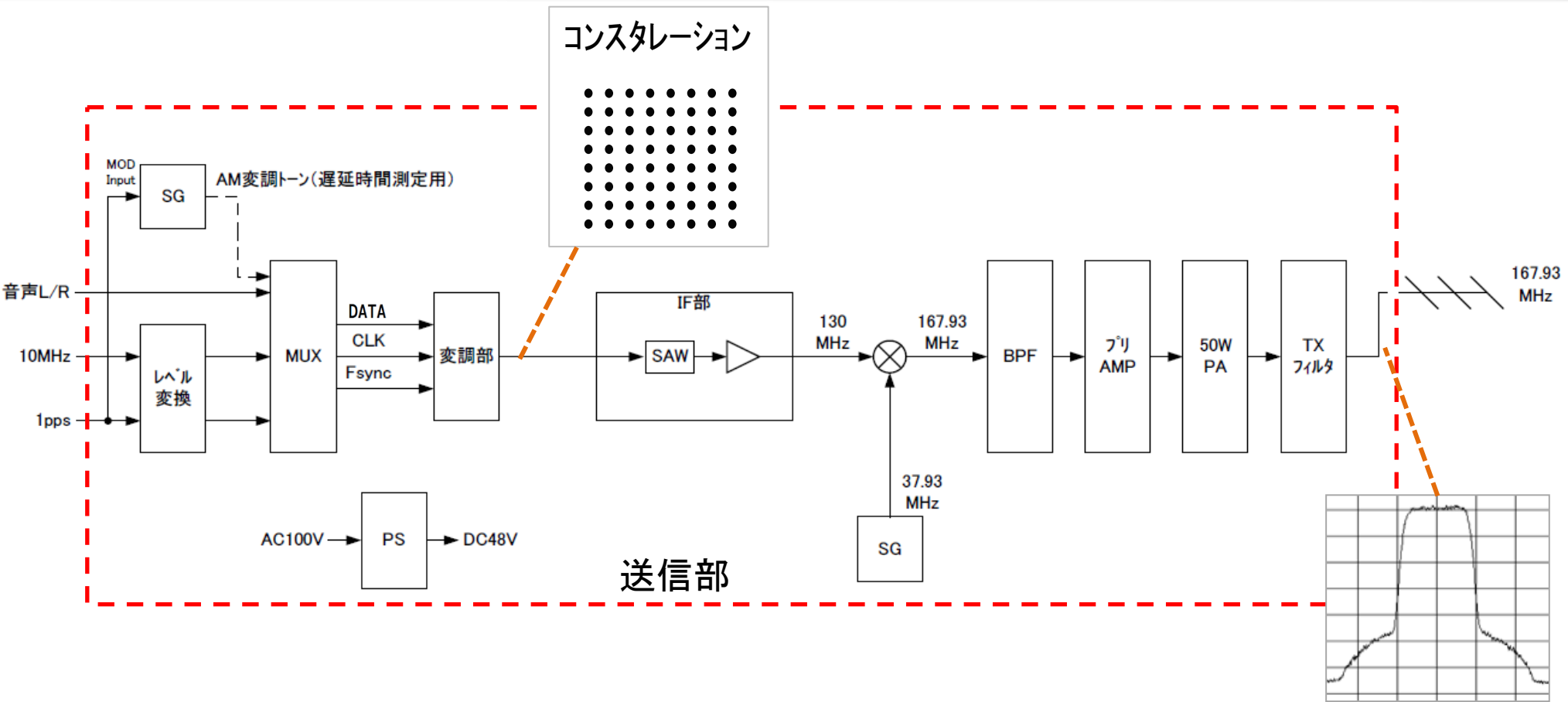
※その他、次の項目について整理が必要

- ・回線設計(回線品質)
- ・フェージングマージン
- ・混信保護値
- ・周波数許容偏差
- ・送信電力スペクトル特性
- ・スプリアス
- ・音声信号周波数帯域等

※ サブバンドADPCM符号化方式: Sub-band ADPCM Codingは、フィルタなどを用いて複数の周波数領域に分解し、それぞれをADPCM符号化する方式

※ ADPCM: 適応差分PCM(Adaptive Differential Pulse Code Modulation,ADPCM)のこと。  
音声信号の隣り合ったサンプル間の相関を利用し両者の差分をコード化(差分PCM:Differential pulse Code Modulation)する方式において、量子化幅を適応的に変化させた方式

# 5. STL送・受信装置 ①STL送信システムの構成



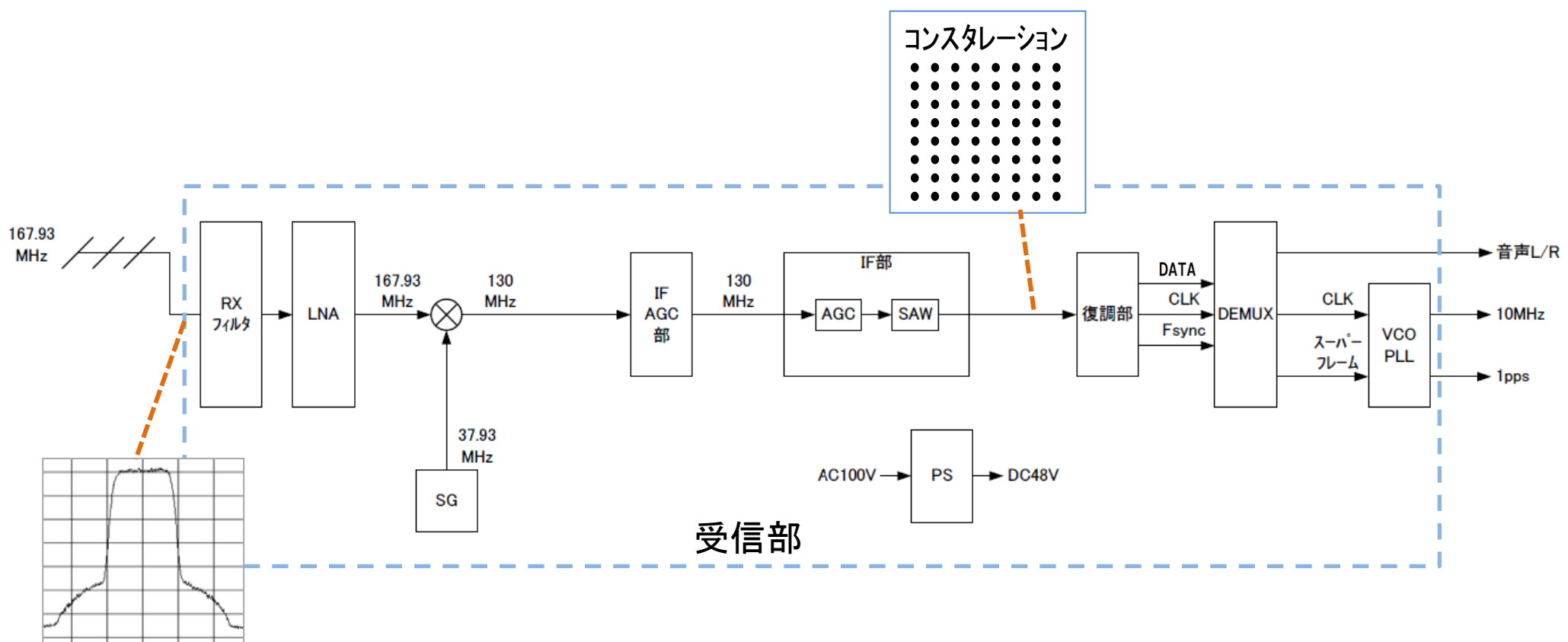
## デジタル部

- ・試作機器: MN帯音声STLの送信側機器がベース
- ・変調方式: シングルキャリア64QAM
- ・シンボルレート: 77k/s    ロールオフ: 0.2
- ・音声コーデック方式: サブバンドADPCM

## 高周波部

- ・VHF汎用品を利用し、160MHz帯のRF部を構成
- ・実験試験用のためローカルにSGを使用

# 5. STL送・受信装置 ②STL受信システムの構成



## デジタル部

- ・試作機器： MN帯音声STLの受信側機器がベース
- ・復調方式： シングルキャリア64QAM プリアンブル自動等化
- ・シンボルレート： 77k/s
- ・音声コーデック方式： サブバンドADPCM

## 高周波部

- ・VHF汎用品を利用し、160MHz帯のRF部を構成
- ・実験試験用のためローカルにSGを使用

# 6. 室内試験

STLの実験試験装置の基本性能を確認するため、室内試験にて検証を行う。

## 1. 送信装置の基本性能

- (1) 占有周波数帯幅
- (2) スプリアス
- (3) 送信スペクトル

【→詳細は18ページ参照】



## 2. 送受信間における総合特性試験

- (1) C/N対BER特性
- (2) 受信入力電力対BER特性
- (3) 音声基本特性
- (4) システム遅延時間

【→詳細は18～21ページ参照】



## 3. マルチパス特性試験

- (1) マルチパス変動に伴う回線品質確認

【→詳細は22ページ参照】



## 4. 隣接チャンネル等干渉試験

- (1) 同一システムにおける混信保護比

【→詳細は23ページ参照】

# 7. フィールド試験

## 送受信所の地理的位置関係



# 7. フィールド試験

## 基本性能・受信特性試験(固定受信点)

■ 屋外における基本性能・受信特性を確認するため、フィールドにて検証を実施。

### 1. 受信入力電力が変動した際の試験

受信入力電力、BER、10MHz/1PPS再生確認、  
コンスタレーション

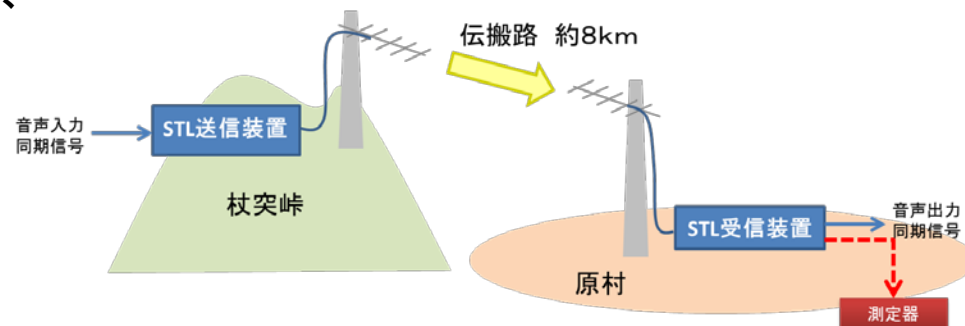
### 2. 伝送遅延

伝送遅延時間

### 3. 長期変動試験(約1週間程度)

受信入力電力、BER

【→詳細は26～28ページ参照】



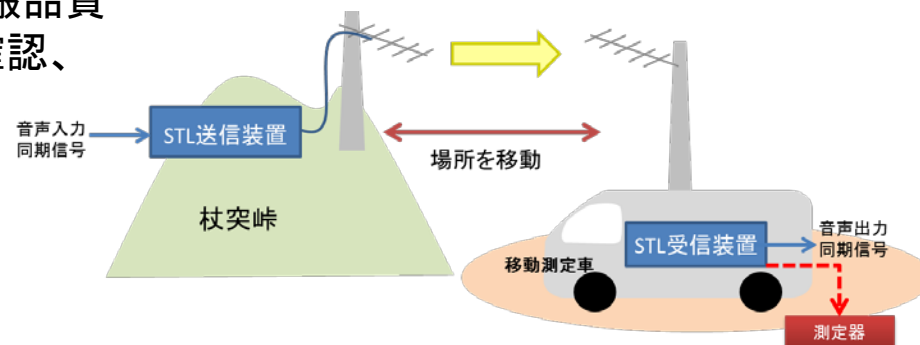
## 受信特性試験(受信点移動)

■ 伝搬距離特性及び見通し外伝搬特性を確認するため、フィールドにて検証を実施。

### 1. 伝搬距離特性

- ・受信点を5km、10km、15kmおよび20km地点の見通し区間における伝搬品質
- ・受信点を20km地点の見通し外区間における伝搬品質
- ・受信入力電力、BER、10MHz/1PPS再生確認、  
コンスタレーション

【→詳細は29～30ページ参照】



## 8. 試験で得られたこと(中間まとめ)

- (1) 160MHz帯(占有周波数帯幅100kHz)を用いたSTLデジタル伝送回線を実現
  - ・シングルキャリア、64QAM方式
  - ・ステレオ音声信号および補助信号を伝送 (音声回線:384kbps、補助信号:20kbps)
  - ・伝送品質は放送業務向け品質を確保 (50Hz~15kHzでフラット特性、S/N70dB以上等)
  - ・デジタル変復調による伝送遅延は14.4msec(最適設計化により半減可能)
- (2) 空中線電力5Wにて、5km、10km、15kmおよび20km間での電波伝搬特性を確認
  - ・見通し区間(8km)では十分な信号強度があることを確認(マージンは約30dB)
- (3) 見通し区間(8km)の長期変動による影響については軽微(変動は±2dB程度)
- (4) 補助信号を用いてFM同期放送の実現性を確認

## 参 考 資 料

参考1. 放送番組中継回線とは

参考2. STL送・受信装置

参考3. 室内試験

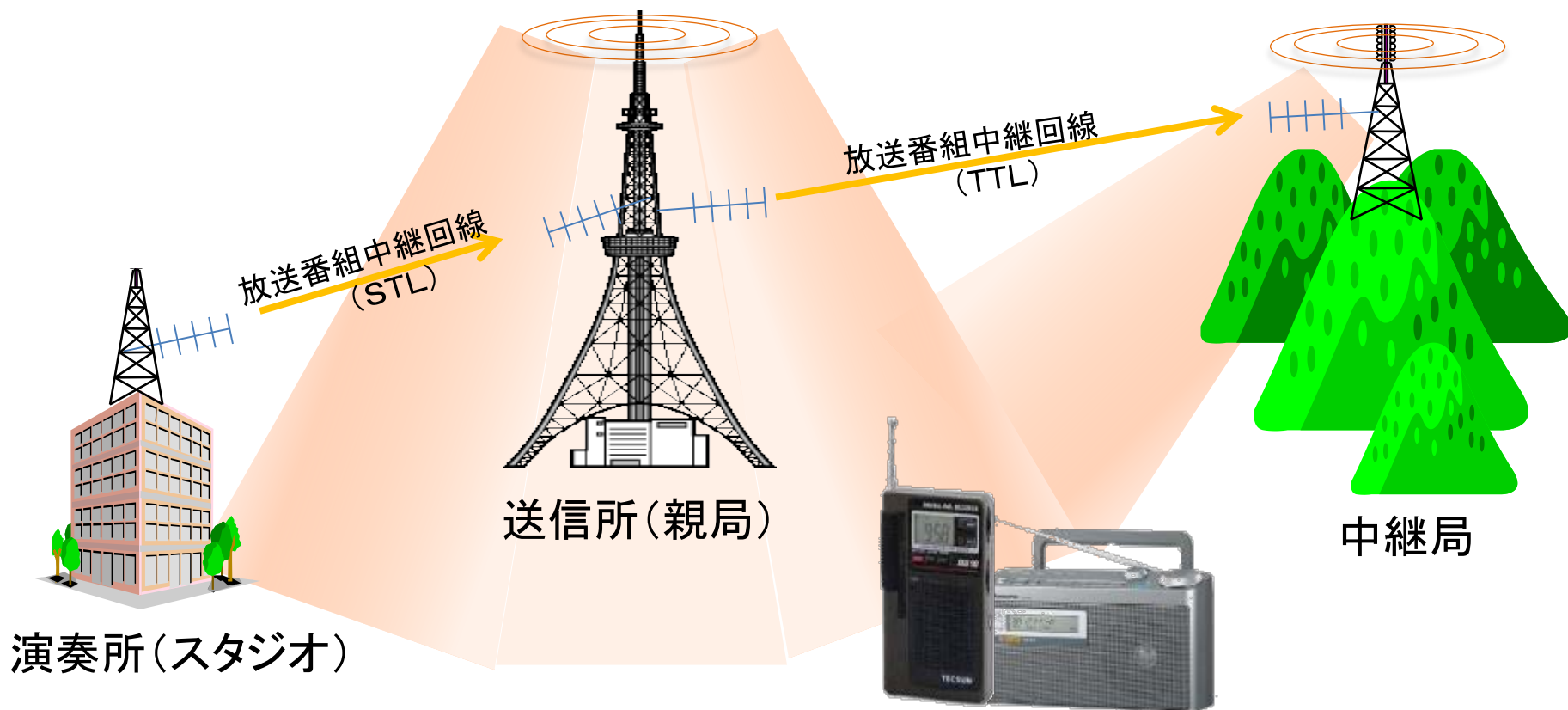
参考4. フィールド試験

参考5. STL実験試験局を活用したFM実験試験局による試聴

# 参考1. 放送番組中継回線とは

放送番組中継回線とは、放送番組の品質を確保しつつ伝送するもの。

- STL(Studio to Transmitter Link)  
放送局の演奏所から送信所までを結び、放送番組を伝送する中継回線
- TTL(Transmitter to Transmitter Link)  
放送局の送信所(親局等)と送信所(中継局)結び、放送番組を伝送する中継回線



## 参考2. STL送・受信装置 ①STL送信系統の構成



周波数変換用ローカルSG および ミキサ

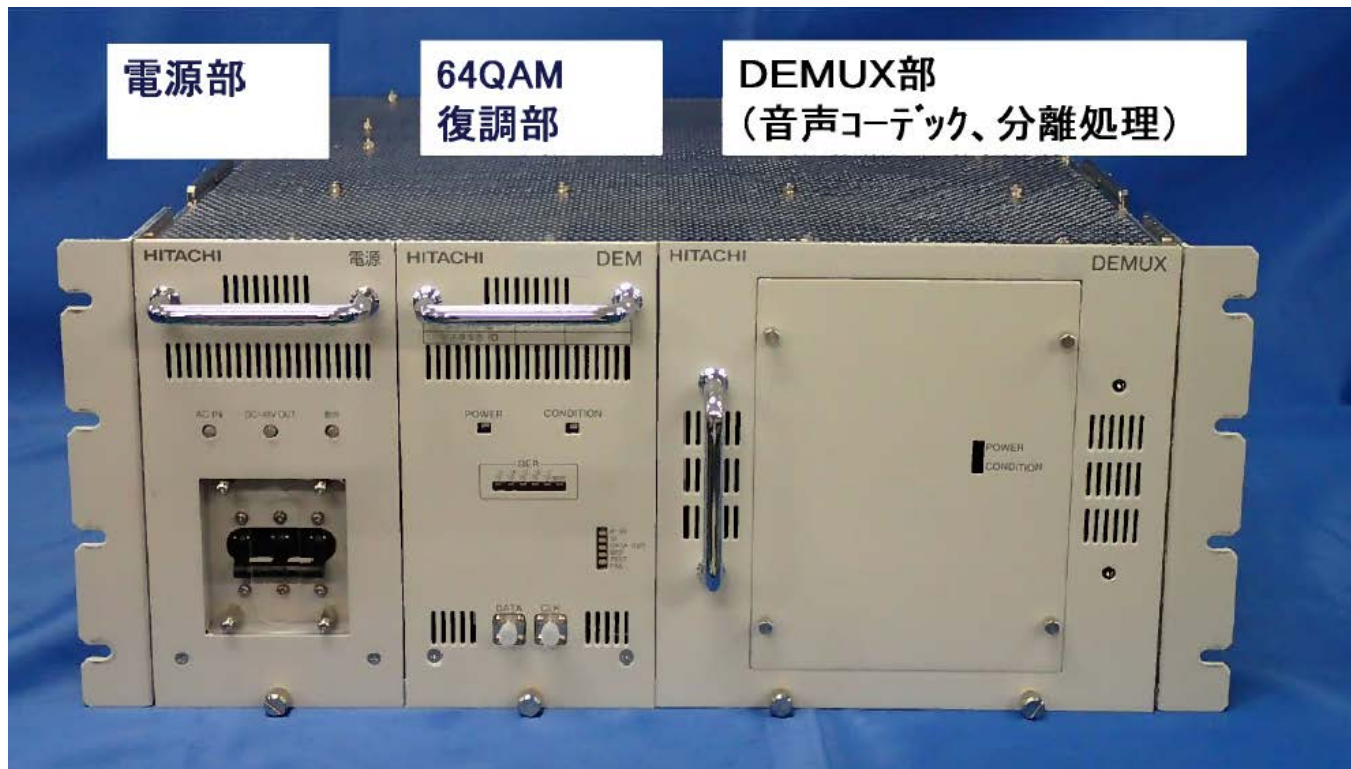
### デジタル部

- ・試作機器： MN帯音声STLの送信側機器がベース
- ・変調方式： シングルキャリア64QAM
- ・シンボルレート： 77k/s    ロールオフ： 0.2
- ・音声コーデック方式： サブバンドADPCM

### 高周波部

- ・VHF汎用品を利用し、160MHz帯のRF部を構成
- ・実験試験用のためローカルにSGを使用

## 参考2. STL送・受信装置 ②STL受信系統の構成



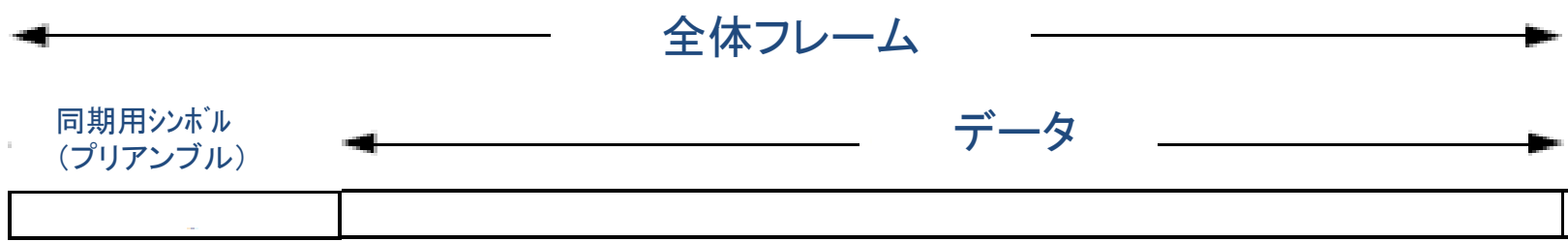
### デジタル部

- ・試作機器: MN帯音声STLの受信側機器がベース
- ・復調方式: シングルキャリア64QAM プリアンブル自動等化
- ・シンボルレート: 77k/s
- ・音声コーデック方式: サブバンドADPCM

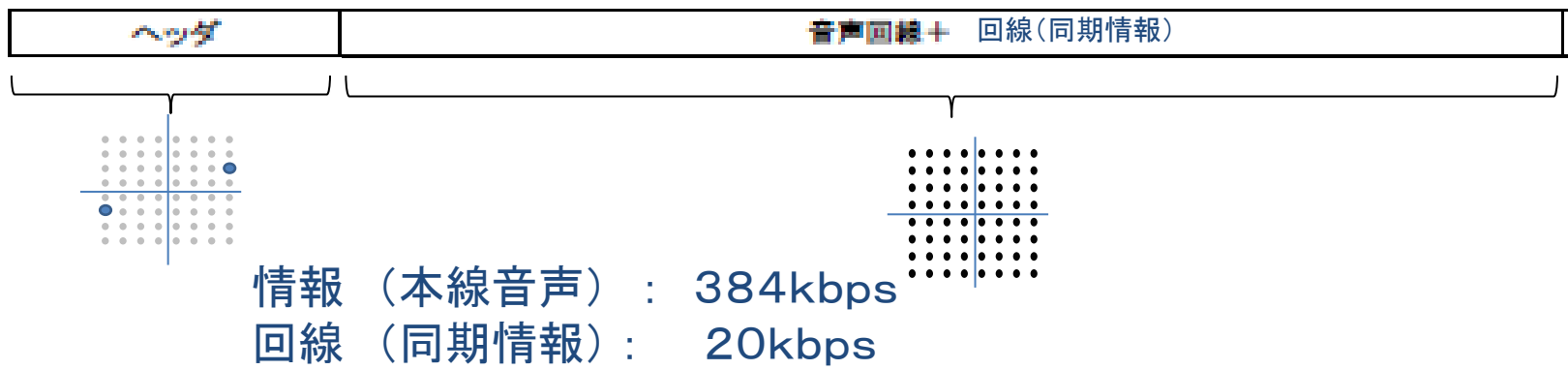
### 高周波部

- ・VHF汎用品を利用し、160MHz帯のRF部を構成
- ・実験試験用のためローカルにSGを使用

# 参考2. STL送・受信装置 ③伝送フレーム構成



## フレーム内構成



# 参考3. 室内試験 ①占有周波数帯幅、送信スペクトル、遅延時間

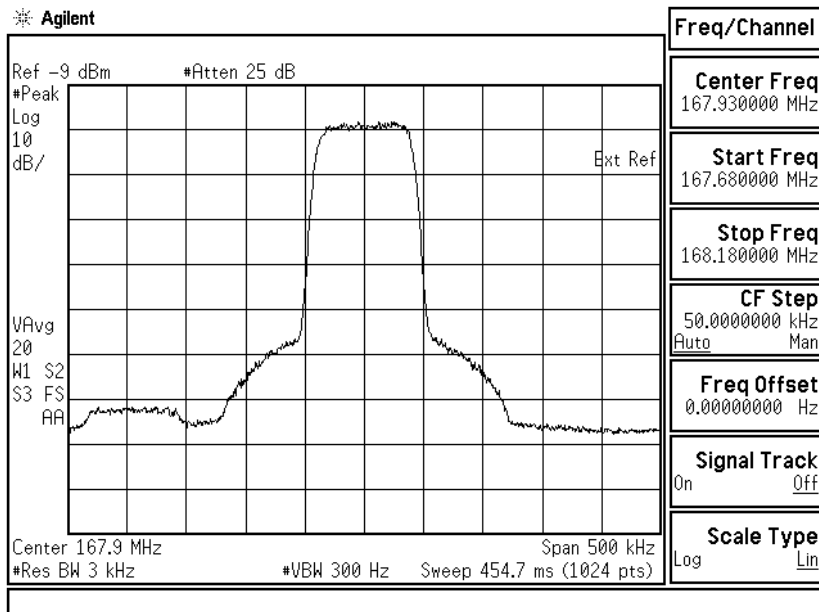
## (1) 占有周波数帯幅

| 仕様       | 測定値(kHz) |
|----------|----------|
| 100kHz以下 | 90.3kHz  |

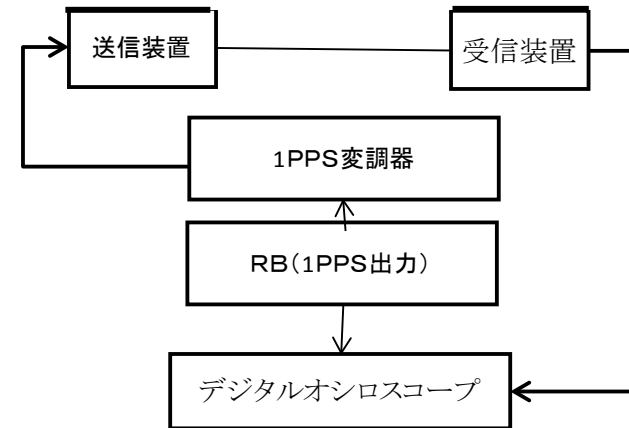
## (2) 送信スペクトル

スペクトラムマスク測定値

| 中心周波数(kHz) | 相対減衰量(dB) | 規定の種類 | 測定値(dB) |
|------------|-----------|-------|---------|
| -100       | -48.0     | 上限    | -56.6   |
| -50.997    | -37.0     | 上限    | -38.7   |
| -50        | TBD       | 上限    | -35.3   |
| 0          | 0.0       | 上限    | 0.0     |
| 50         | TBD       | 上限    | -34.0   |
| 50.977     | -37.0     | 上限    | -37.1   |
| 100        | -48.0     | 上限    | -55.8   |



## (3) システム遅延時間

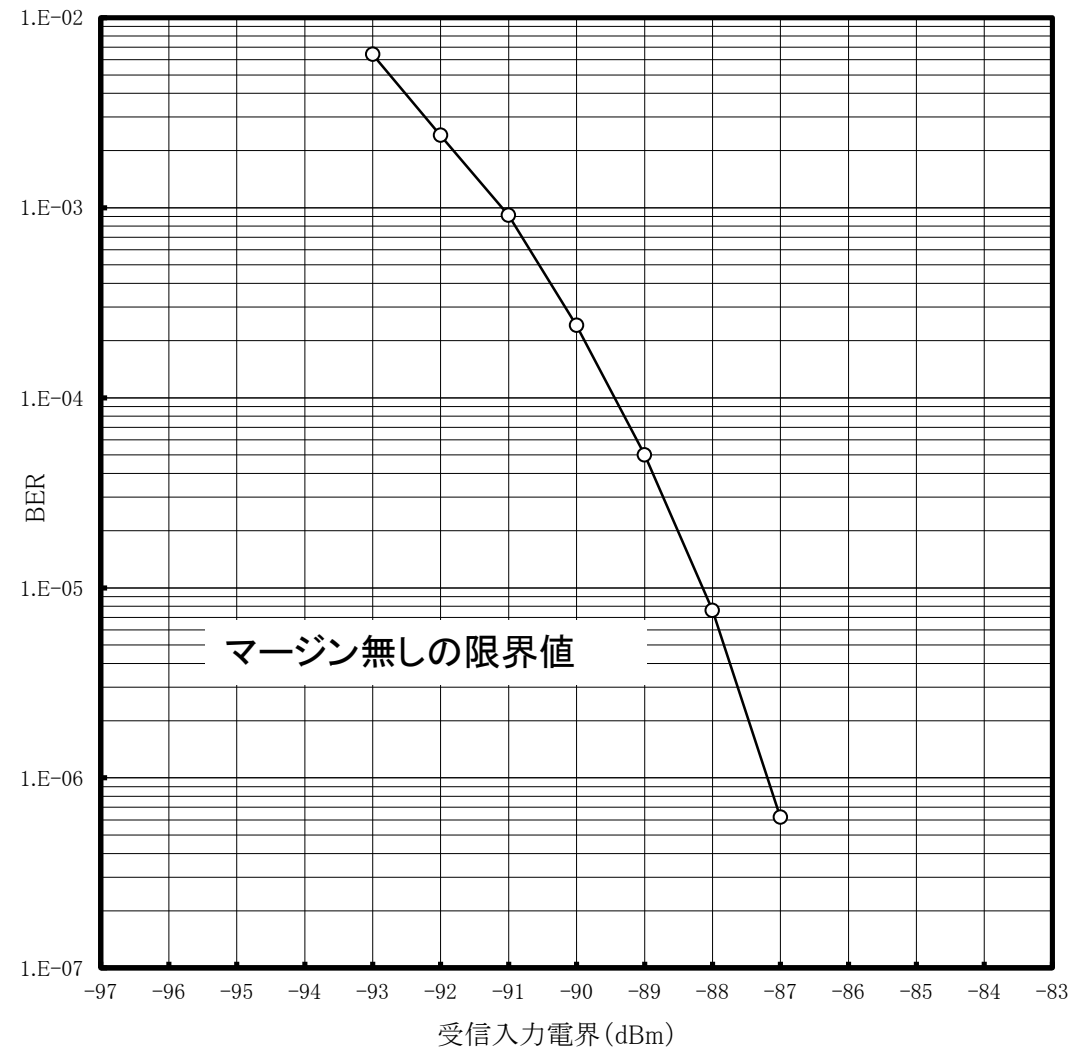
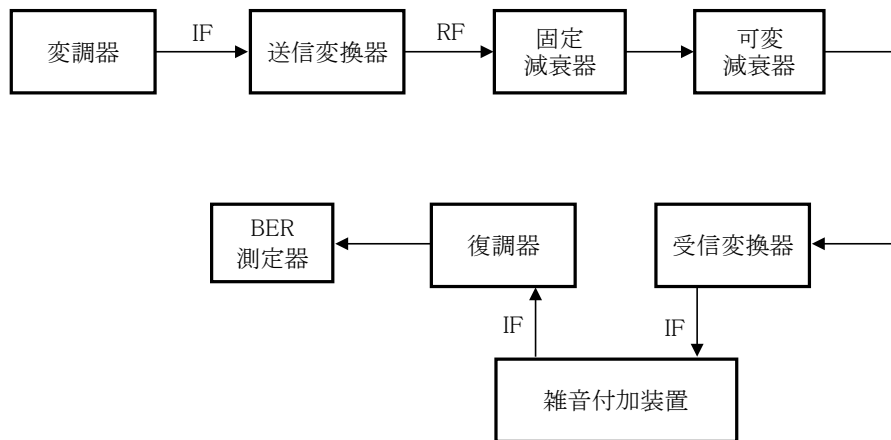


| 測定値(ms) |
|---------|
| 14.4    |

# 参考3. 室内試験 ②-1 受信入力電界とBER

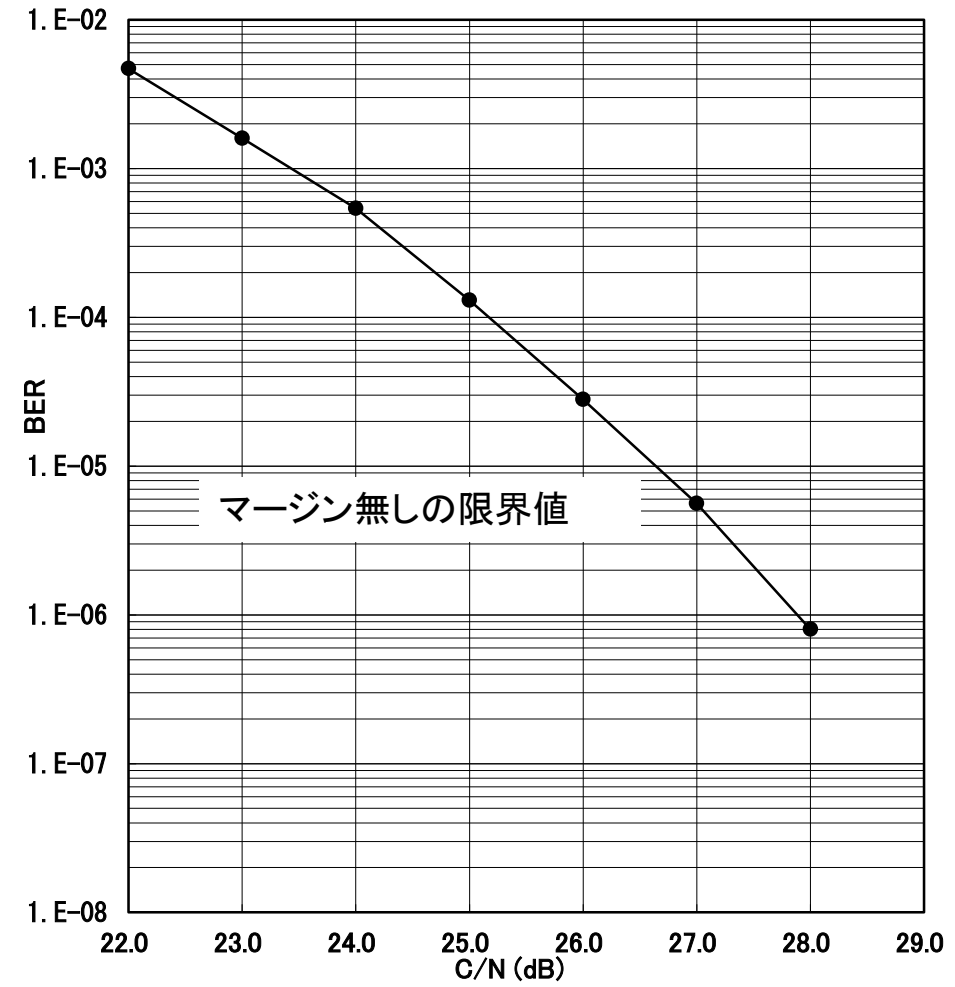
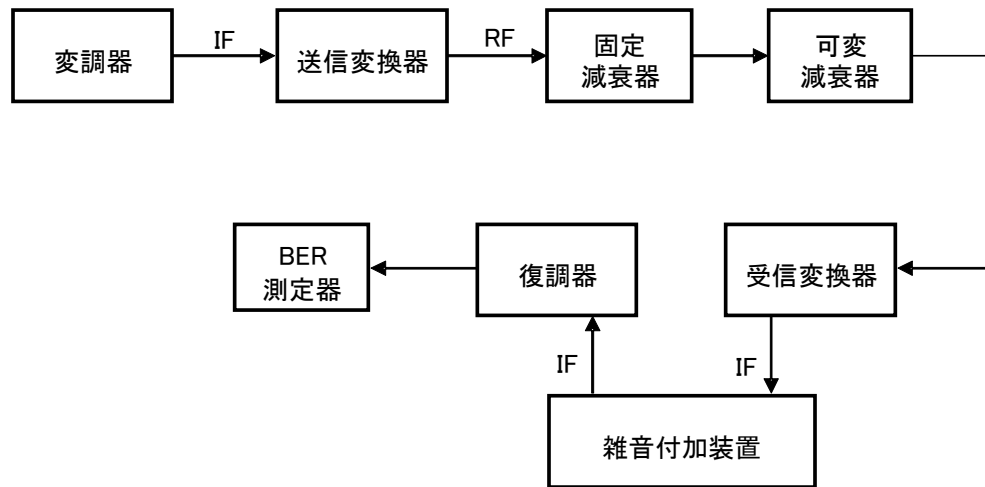
| 入力電界 | +25℃      |
|------|-----------|
| -85  |           |
| -86  |           |
| -87  | $6.2E-07$ |
| -88  | $7.6E-06$ |
| -89  | $5.0E-05$ |
| -90  | $2.4E-04$ |
| -91  | $9.1E-04$ |
| -92  | $2.4E-03$ |
| -93  | $6.4E-03$ |
| -94  |           |
| -95  |           |

《測定系統》



## 参考3. 室内試験 ②-2 C/N対BER特性

《測定系統》



## 参考3. 室内試験 ②-3 音声基本特性

| 項 目     | 測定条件       | L ch         | R ch         |
|---------|------------|--------------|--------------|
| 音声出力レベル | -6.0dBm入力時 | <i>+10.0</i> | <i>+10.0</i> |
|         | -2.5dBm入力時 | <i>+13.5</i> | <i>+13.5</i> |
| 信号対雑音比  | -6.0dBm入力時 | <i>72.5</i>  | <i>72.4</i>  |
|         | -2.5dBm入力時 | <i>75.5</i>  | <i>75.7</i>  |

| 周波数 (kHz) |            | 0.05        | 0.1         | 0.2         | 0.4         | 1.02        | 4           | 5           | 7.5         | 10          | 15          | 20          |
|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 出力偏差 (dB) | -6.0dBm入力時 | <i>-0.1</i> | <i>-0.1</i> | <i>0.0</i>  | <i>0.0</i>  | <i>0.0</i>  | <i>0.0</i>  | <i>+0.1</i> | <i>0.0</i>  | <i>+0.1</i> | <i>+0.1</i> | <i>-0.5</i> |
|           | -2.5dBm入力時 | <i>-0.1</i> | <i>-0.1</i> | <i>0.0</i>  | <i>0.0</i>  | <i>0.0</i>  | <i>0.0</i>  | <i>+0.1</i> | <i>0.0</i>  | <i>+0.1</i> | <i>0.0</i>  | <i>-0.5</i> |
| 歪率 (%)    | -6.0dBm入力時 | <i>0.08</i> | <i>0.05</i> | <i>0.03</i> | <i>0.03</i> | <i>0.04</i> | <i>0.04</i> | <i>0.18</i> | <i>0.79</i> | <i>0.68</i> | <i>0.86</i> |             |
|           | -2.5dBm入力時 | <i>0.07</i> | <i>0.04</i> | <i>0.03</i> | <i>0.02</i> | <i>0.04</i> | <i>0.04</i> | <i>0.18</i> | <i>0.75</i> | <i>0.65</i> | <i>0.85</i> |             |

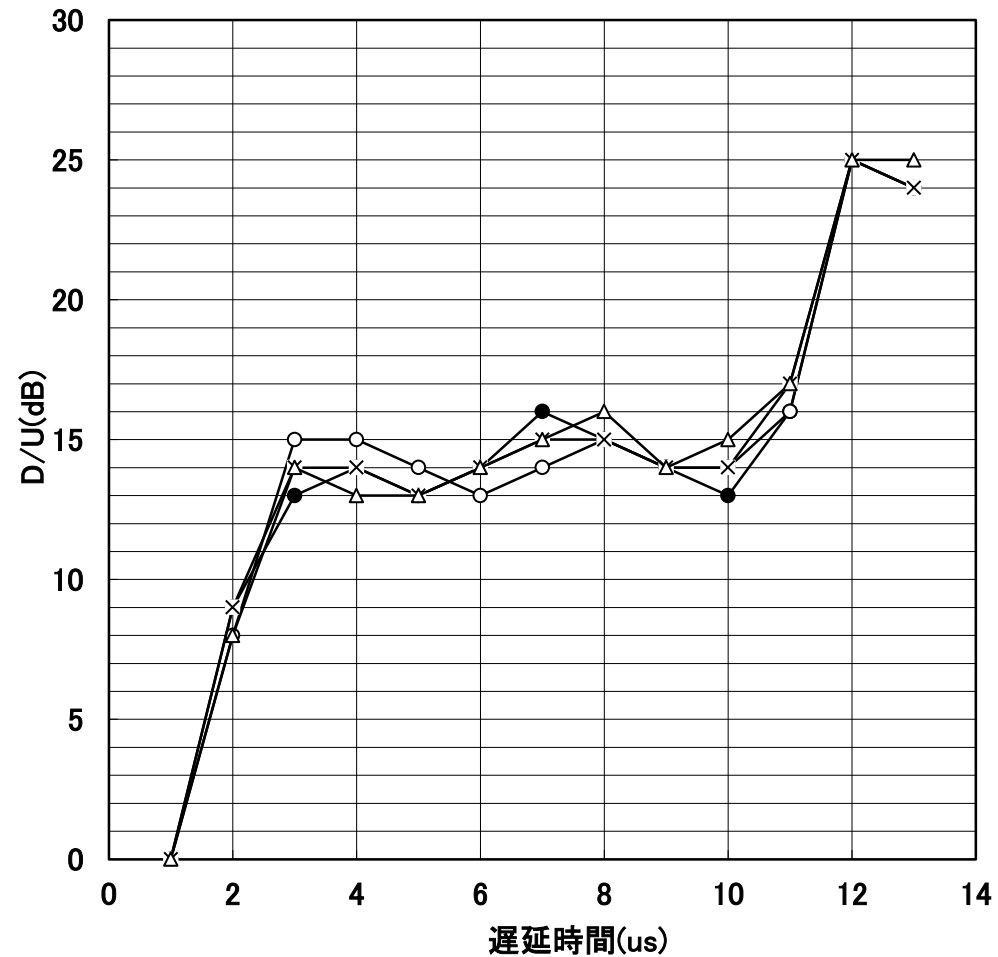
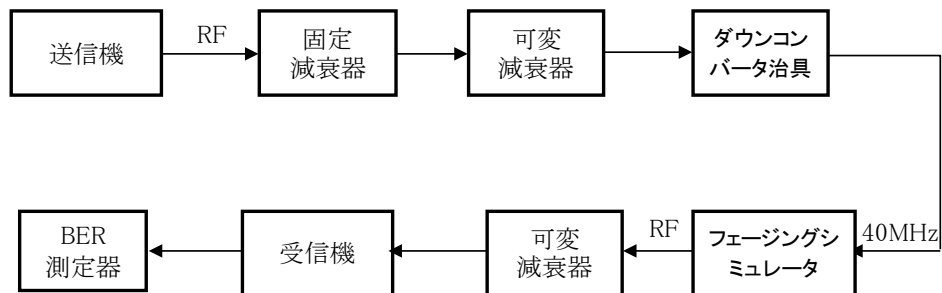
| 周波数 (kHz) |            | 0.05        | 0.1         | 0.2         | 0.4         | 1.02        | 4           | 5           | 7.5         | 10          |
|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 位相差 (°)   | -6.0dBm入力時 | <i>-0.3</i> | <i>-0.2</i> | <i>-0.2</i> | <i>-0.1</i> | <i>0.0</i>  | <i>+0.9</i> | <i>+1.2</i> | <i>+1.9</i> | <i>+2.5</i> |
|           | -2.5dBm入力時 | <i>-0.2</i> | <i>-0.2</i> | <i>-0.1</i> | <i>0.0</i>  | <i>+0.1</i> | <i>+1.0</i> | <i>+1.3</i> | <i>+1.9</i> | <i>+2.6</i> |

| 周波数 (kHz)   |            |     | 0.05        | 0.4         | 1.02        | 5           | 10          |
|-------------|------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| クロストーク (dB) | -6.0dBm入力時 | L→R | <i>71.5</i> | <i>72.3</i> | <i>72.2</i> | <i>72.4</i> | <i>72.6</i> |
|             |            | R→L | <i>71.7</i> | <i>72.3</i> | <i>72.5</i> | <i>72.6</i> | <i>72.6</i> |
|             | -2.5dBm入力時 | L→R | <i>74.1</i> | <i>75.4</i> | <i>76.1</i> | <i>76.2</i> | <i>76.2</i> |
|             |            | R→L | <i>73.9</i> | <i>75.4</i> | <i>76.3</i> | <i>76.3</i> | <i>76.5</i> |

# 参考3. 室内試験 ③マルチパス特性

| 遅延時間<br>(us) | 所要D/U比(dB) |        |        |        |
|--------------|------------|--------|--------|--------|
|              | -50dBm     | -60dBm | -70dBm | -80dBm |
| 0.1(※)       | 0          | 0      | 0      | 0      |
| 10           | 9          | 8      | 9      | 8      |
| 20           | 13         | 15     | 14     | 14     |
| 30           | 14         | 15     | 14     | 13     |
| 40           | 13         | 14     | 13     | 13     |
| 50           | 14         | 13     | 14     | 14     |
| 60           | 16         | 14     | 15     | 15     |
| 70           | 15         | 15     | 15     | 16     |
| 80           | 14         | 14     | 14     | 14     |
| 90           | 13         | 14     | 14     | 15     |
| 100          | 16         | 16     | 17     | 17     |
| 200          | 25         | 25     | 25     | 25     |
| 300          | 24         | 24     | 24     | 25     |

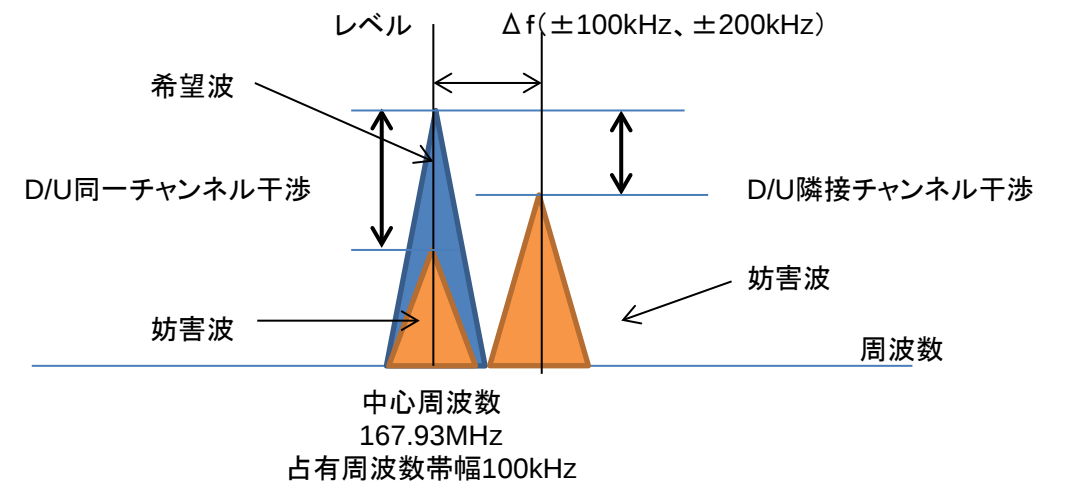
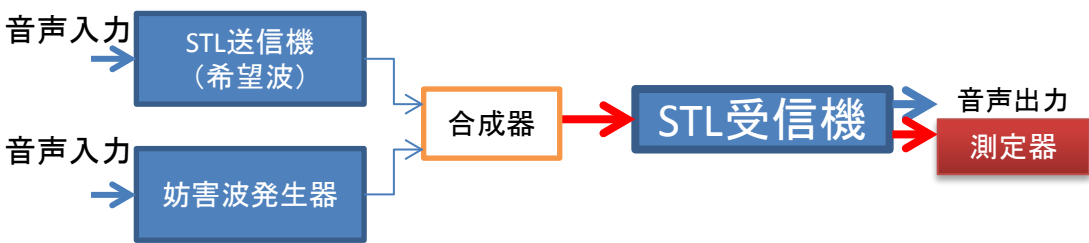
《測定系統》



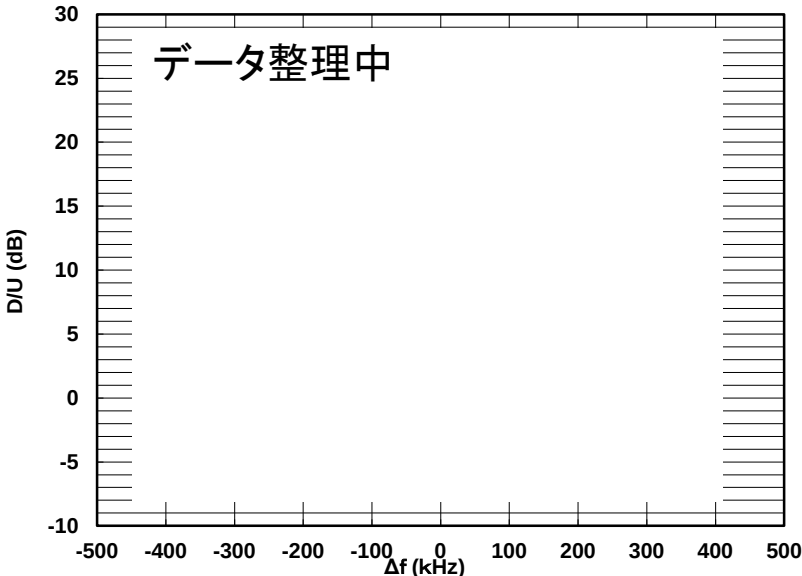
※遅延時間0.1usでは、D/U0dB(シミュレータ限界)でも訂正後エラーフリーであった

# 参考3. 室内試験 ④隣接チャンネル等干渉試験

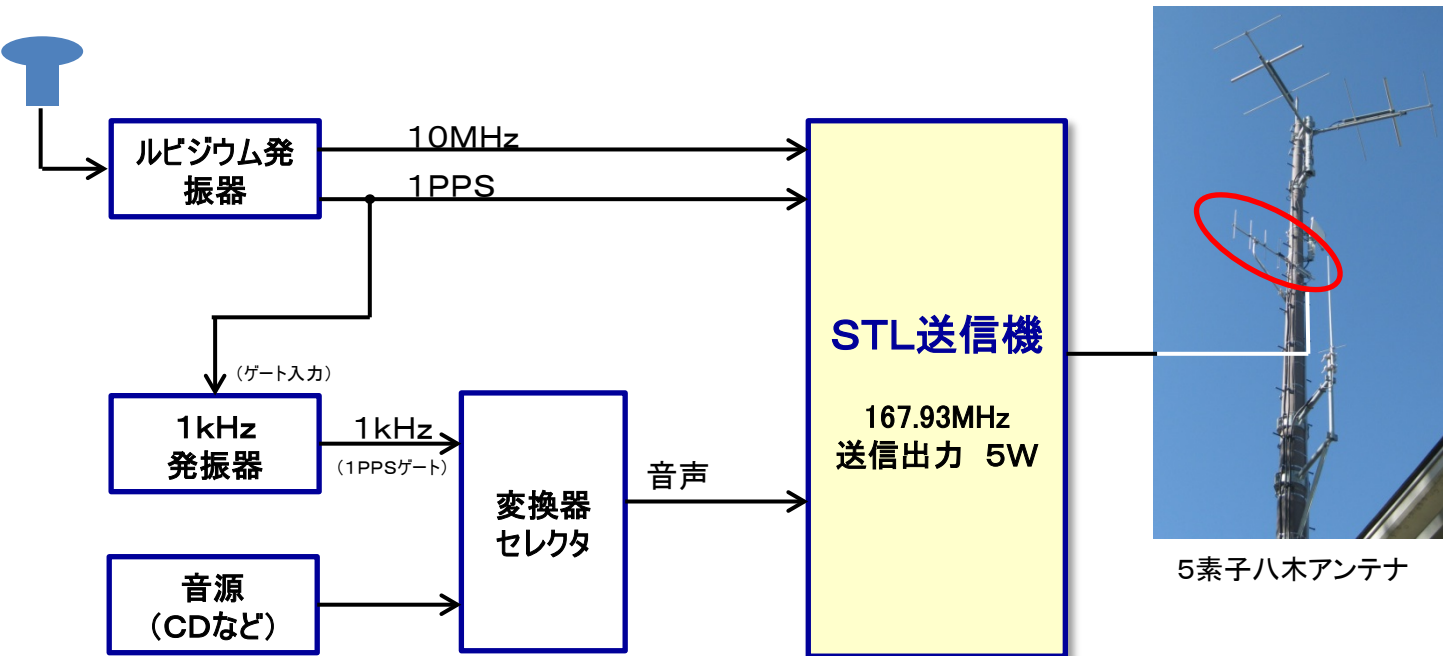
- ・同一システムにおける混信保護比を得るため、室内試験にて干渉試験を行う。
- ・同一チャンネル干渉、隣接チャンネル干渉、隣々接チャンネル干渉  
(希望波及び妨害波のD/Uを可変して、所要BERを満たすところのD/U値を得る)



| $\Delta f(\text{kHz})$ | 所要D/U比(dB) |        |        |        |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|
|                        | -50dBm     | -60dBm | -70dBm | -80dBm |
| -400                   | データ整理中     |        |        |        |
| -300                   |            |        |        |        |
| -200                   |            |        |        |        |
| -100                   |            |        |        |        |
| 0                      | 23         | 23     | 23     | 24     |
| 100                    | データ整理中     |        |        |        |
| 200                    |            |        |        |        |
| 300                    |            |        |        |        |
| 400                    |            |        |        |        |



# 参考4. フィールド試験 ①実験試験機材の構成(送信所:杖突峠)

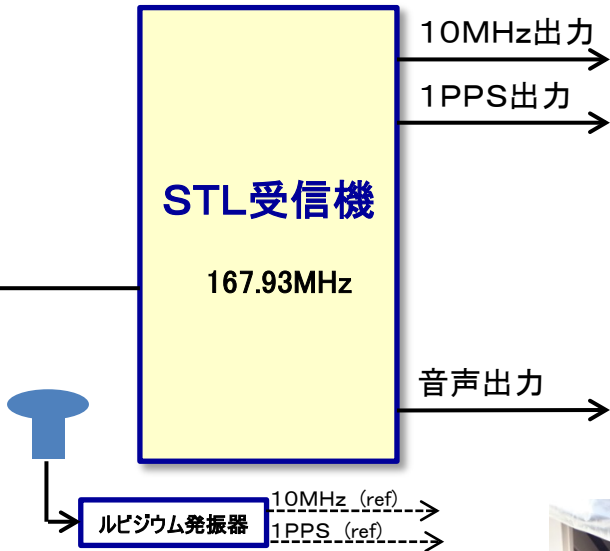


試験機材設置状況

# 参考4. フィールド試験 ①実験試験機材の構成(受信所:原村)



5素子八木アンテナ



## ◆測定項目

- ① 受信入力電力
- ② BER(ビットエラーレート)
- ③ コンスタレーション
- ④ 10MHz/1PPS再生確認

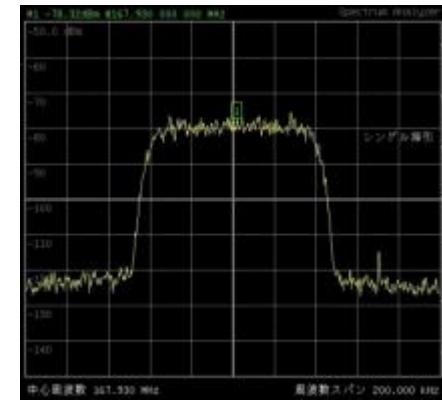


試験機材設置状況

# 参考4. フィールド試験 ②-1 受信入力電力、BER、 コンスタレーション、スペクトル波形

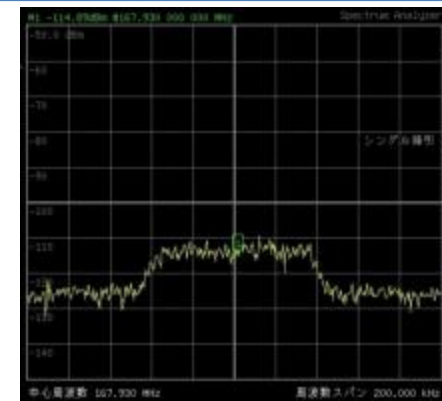
①受信入力電力 =  $-55\text{dBm}$

・BER : エラーフリー



②受信入力電力 =  $-90\text{dBm}$

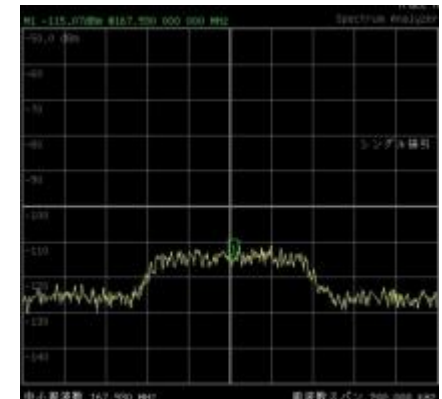
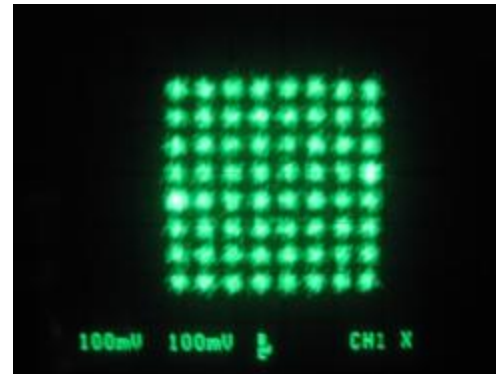
・BER :  $1.8 \times 10^{-4}$



③受信入力電力 =  $-91\text{dBm}$

・BER :  $2.2 \times 10^{-3}$

・音声復調不可



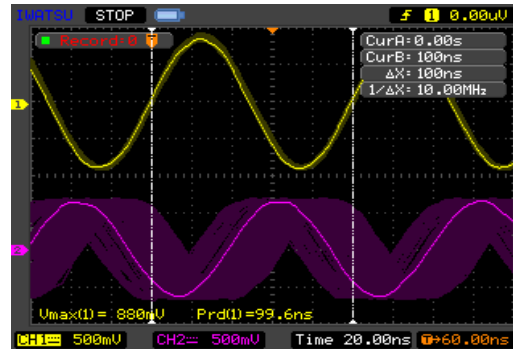
コンスタレーション

スペクトル波形

# 参考4. フィールド試験 ②-2 10MHz・1PPS再生確認、伝搬遅延

## ①ルビジウム発振器の10MHz(Rb-10MHz)に対する、再生された10MHz(STL再生-10MHz)

- STL再生-10MHzの周波数:  
10,000,000.0Hz

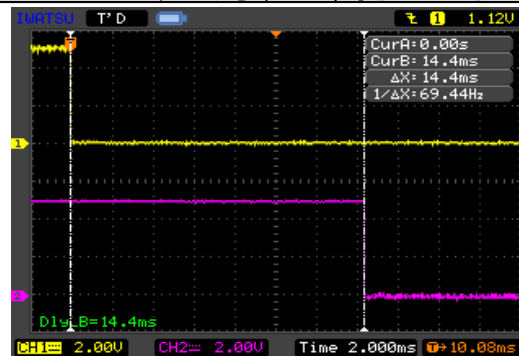


### 位相関係

上: Rb-10MHz  
下: STL再生-10MHz  
(X軸: 20ns/DIV)

## ②基準となるルビジウム発振器の1PPS(Rb-1PPS)に対する、再生された1PPS(STL再生-1PPS)

- 1PPS間の遅延量: 14.4ms



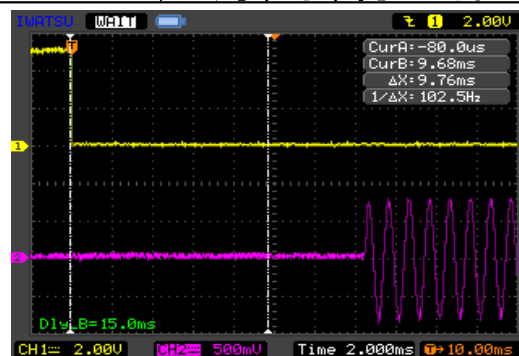
### 遅延関係

上: Rb-1PPS  
下: STL再生-1PPS  
(X軸: 2ms/DIV)

## ③基準となるルビジウム発振器の1PPS(Rb-1PPS)に対する、再生された音声信号(STL再生-Audio)

- 再生された音声の遅延量: 14.4ms

※ 使用した音声信号は、送信側におけるルビジウム発振器の1PPS信号でゲートされた1kHz正弦波を音源とする音声信号

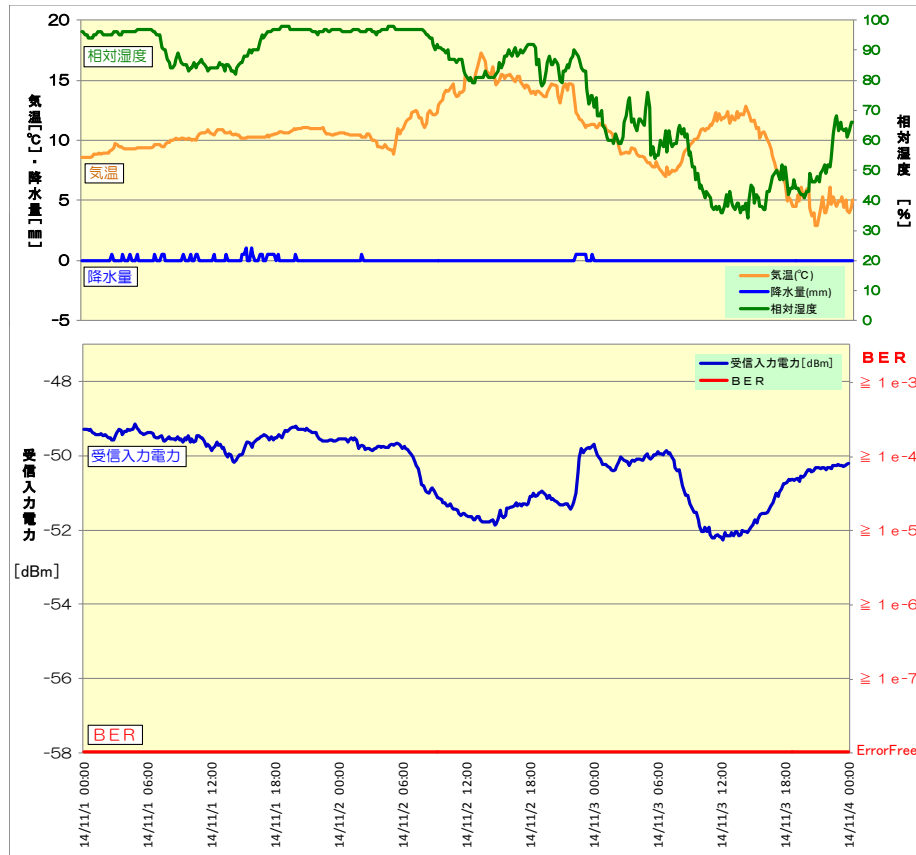


### 遅延関係

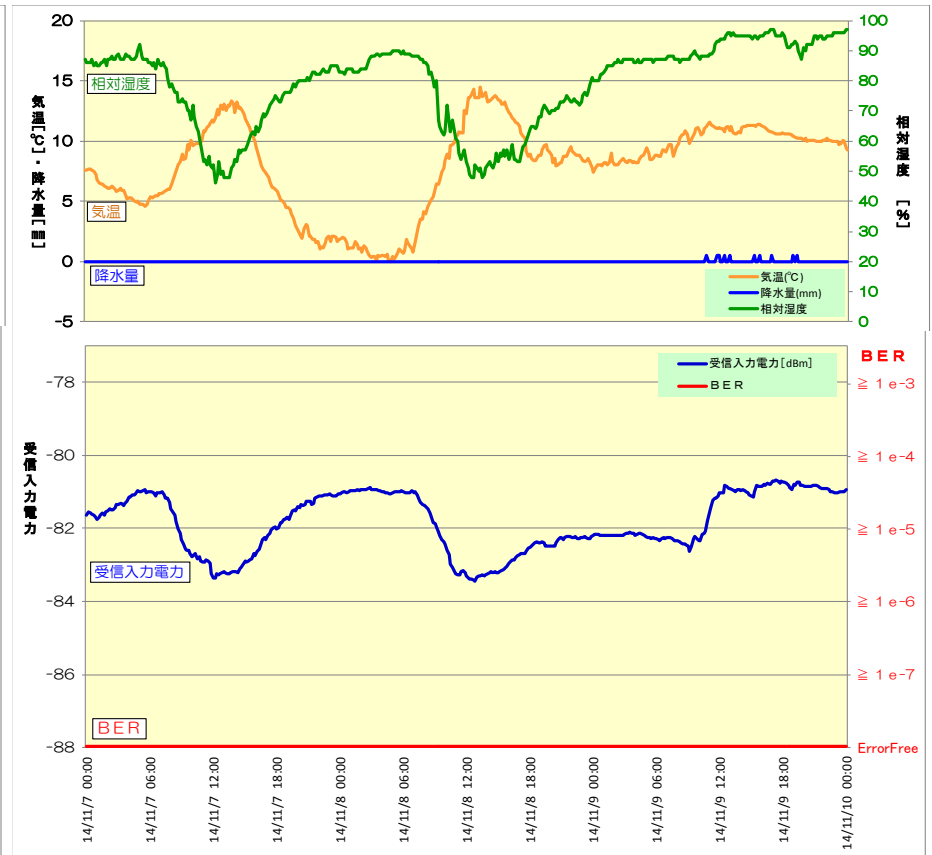
上: Rb-1PPS  
下: STL再生-Audio  
(X軸: 2ms/DIV)

# 参考4. フィールド試験 ②-3 長期変動試験

- 受信入力電力が高い場合と低い場合についてデータを測定
  - ⇒ 長期変動による影響については軽微(変動は±2dB程度)
  - ⇒ 気候変動(気温・降水量・湿度)に対して、顕著な相関は見られない



受信入力電力が高い場合



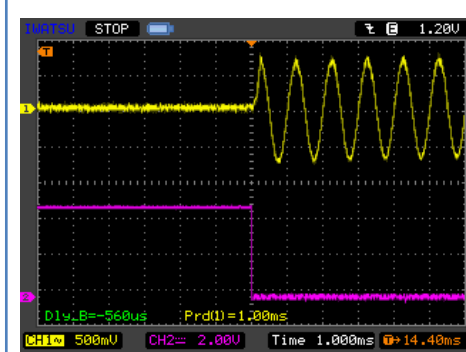
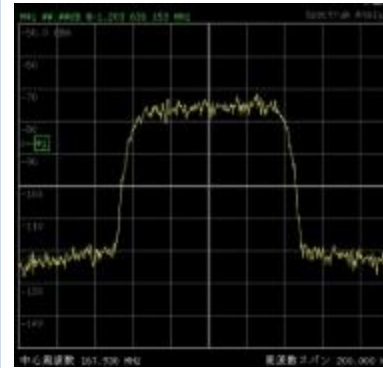
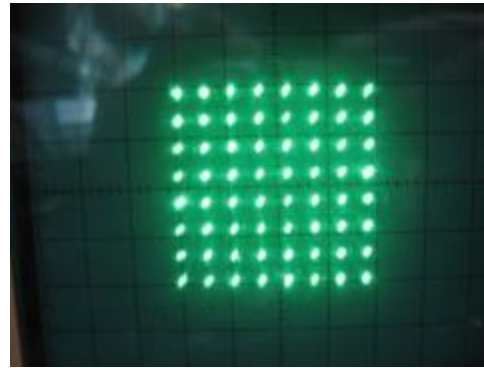
受信入力電力が低い場合

※ 気象データについては、気象庁のホームページ(<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>)に掲載されているデータを使用  
(気温、降水量、日照時間、風速については受信点となる原村のデータを、それ以外(現地気圧、相対湿度)は近郊の諏訪市のデータをそれぞれ使用)

# 参考4. フィールド試験 ③受信伝搬特性(1)

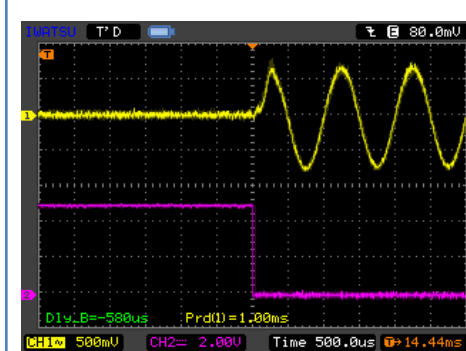
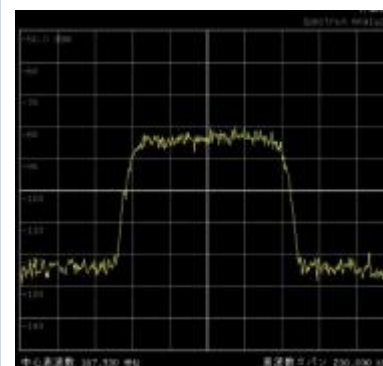
## ①5km地点の見通し区間

- ・受信入力電力:  $-52.7\text{dBm}$
- ・BER: エラーフリー
- ・再生周波数:  $10,000,000.0\text{Hz}$



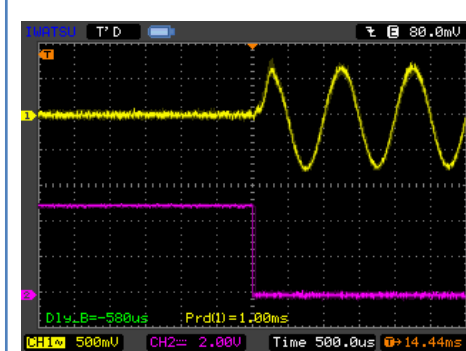
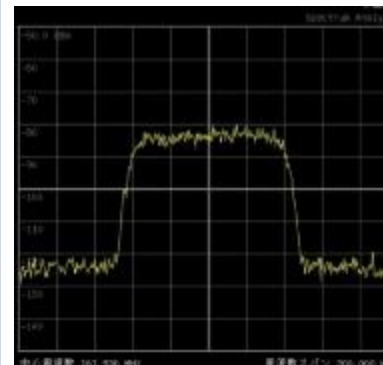
## ②10km地点の見通し区間

- ・受信入力電力:  $-54.1\text{dBm}$
- ・BER: エラーフリー
- ・再生周波数:  $10,000,000.0\text{Hz}$



## ③15km地点の見通し区間

- ・受信入力電力:  $-60.3\text{dBm}$
- ・BER: エラーフリー
- ・再生周波数:  $10,000,000.0\text{Hz}$



コンスタレーション

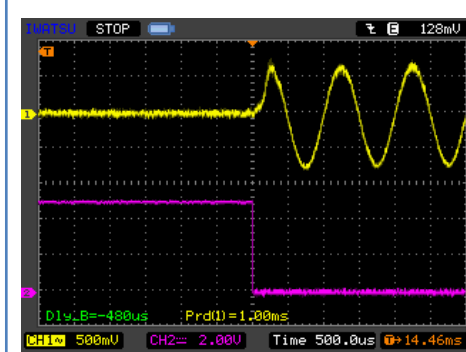
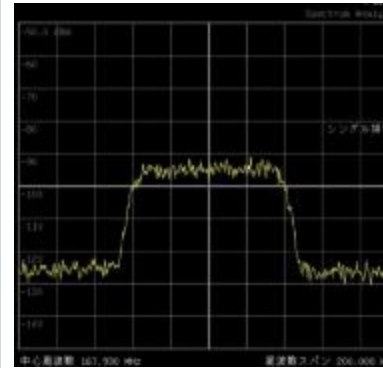
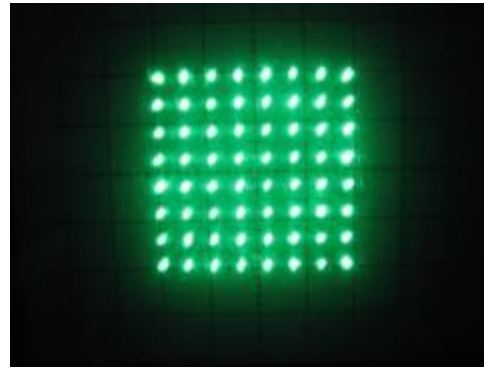
スペクトル波形

音声再生・1PPS再生 29

# 参考4. フィールド試験 ③受信伝搬特性(2)

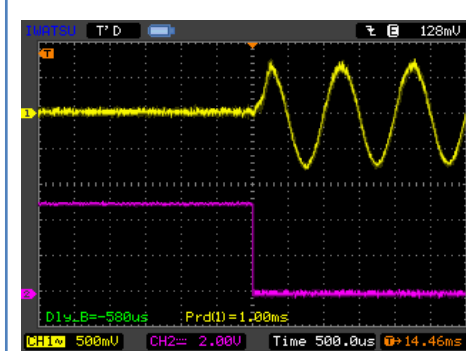
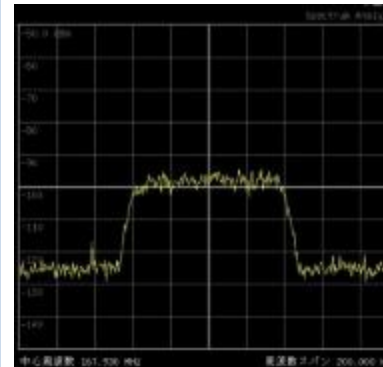
## ④20km地点(1)の見通し区間

- ・受信入力電力:  $-72.0\text{dBm}$
- ・BER: エラーフリー
- ・再生周波数:  $10,000,000.0\text{Hz}$



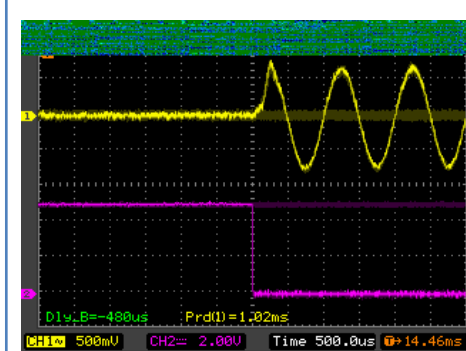
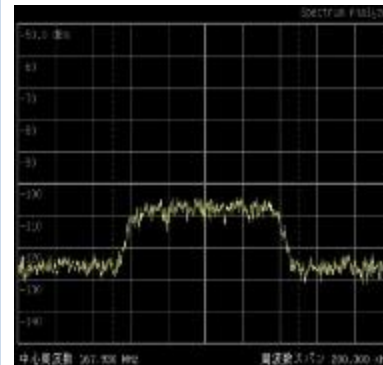
## ⑤20km地点(2)の見通し区間

- ・受信入力電力:  $-75.3\text{dBm}$
- ・BER:  $2.1 \times 10^{-7}$
- ・再生周波数:  $10,000,000.0\text{Hz}$



## ⑥20km地点の見通し外区間

- ・受信入力電力:  $-85.3\text{dBm}$
- ・BER:  $1.0 \times 10^{-5}$
- ・再生周波数:  $10,000,000.0\text{Hz}$



コンスタレーション

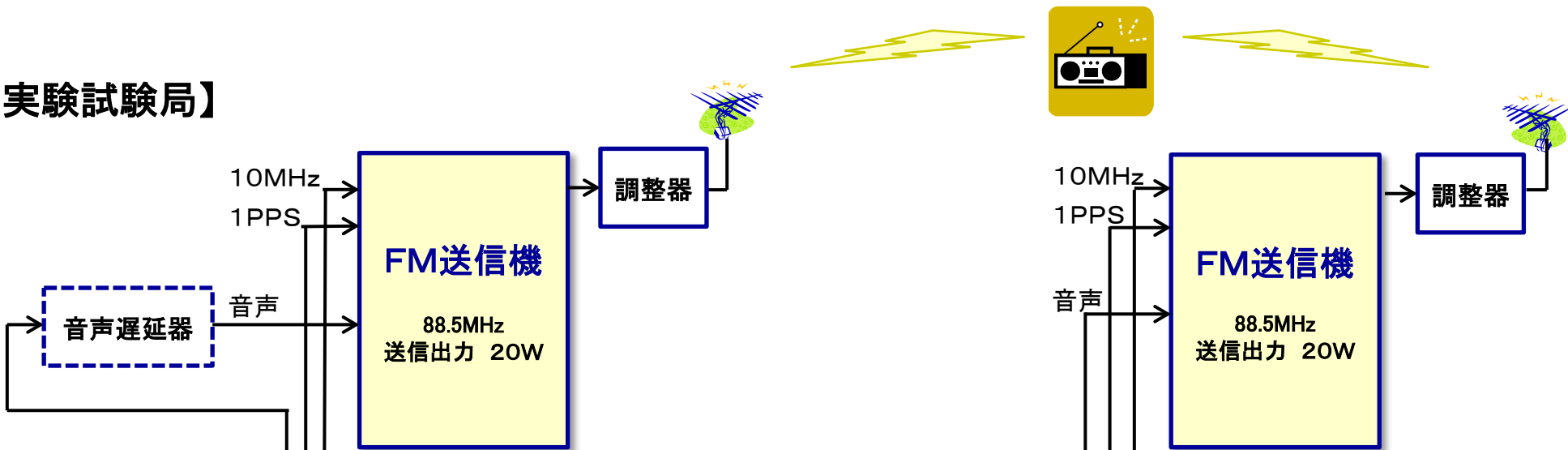
スペクトル波形

音声再生・1PPS再生 30

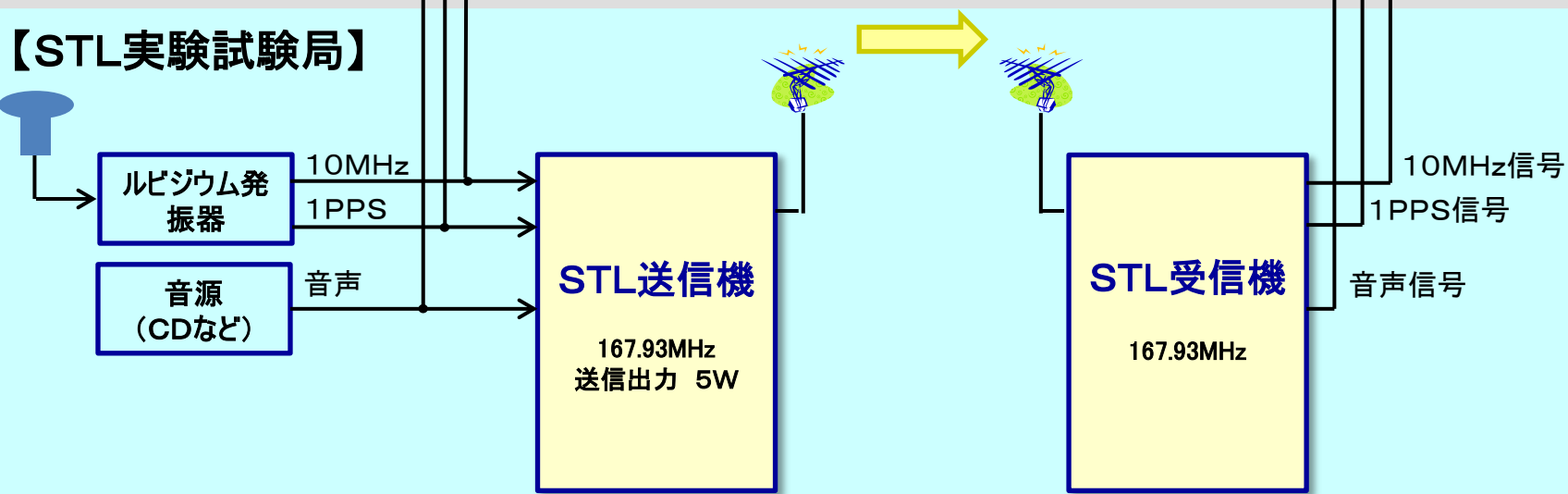
# 参考5. STL実験試験局を活用したFM実験試験局による試聴

## FM実験試験局2局による試聴のためのシステム構成

### 【FM実験試験局】



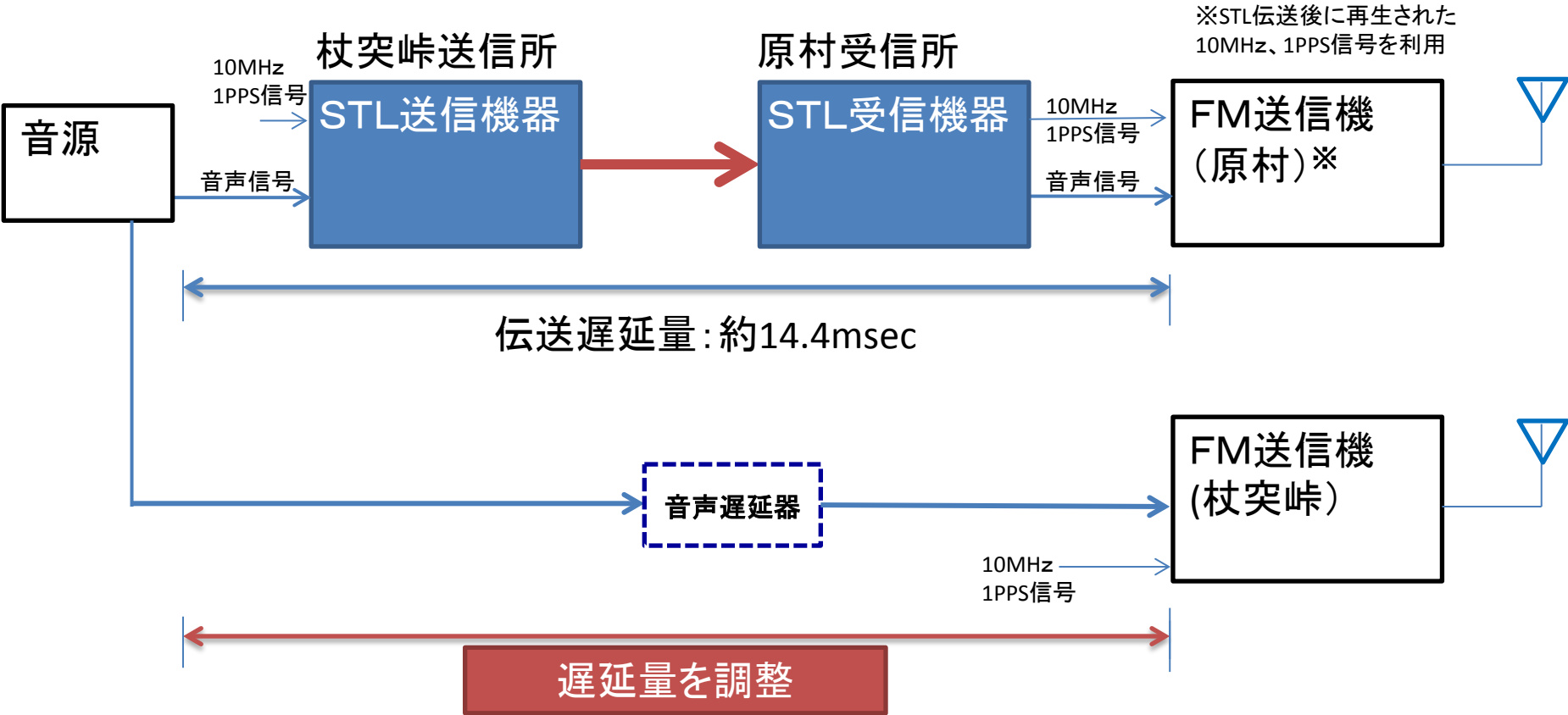
### 【STL実験試験局】



# 参考5. STL実験試験局を活用したFM実験試験局による試聴

## ■ ポイント

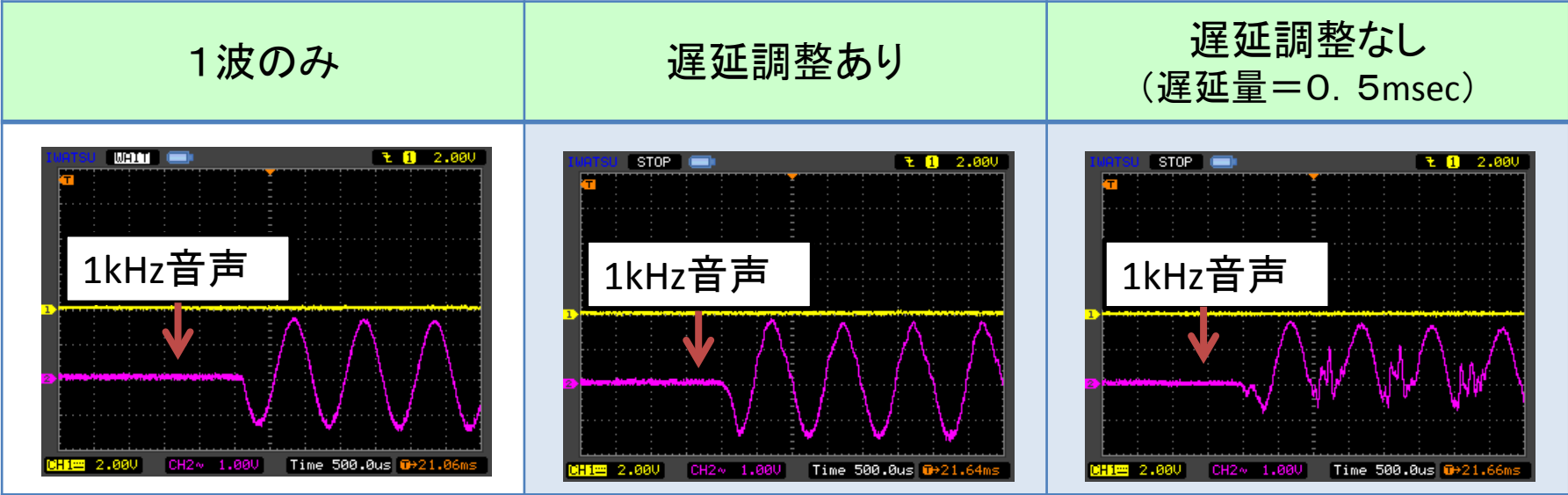
- 2つのFM送信機の周波数を合わせる ⇒ STL送受信機器で伝送する10MHz、1PPSを活用
- 2つのFM送信機間の遅延量を合わせる ⇒ STL送受信機器間での遅延(約14.4msec)を音声遅延器で調整



～ 2つのFM送信機間の遅延時間調整のイメージ ～

# 参考5. STL実験試験局を活用したFM実験試験局による試聴

- 今回のSTL実験試験局を活用して、原村受信所に音声信号及び補助信号(10MHz、1pps再生)を伝送
- 杖突峠送信所及び原村受信所に設置されたFM実験試験局から、同一周波数にて電波を発射
- 2つのFM実験試験局の送信電波が重なる箇所(D/U=0dB)付近にて、音声の試聴及び音声波形の確認を実施



FM受信機が出力する音声信号波形 (使用した音声信号は1kHzサイン波)