

光配信システムの検討状況について

株式会社NHKアイテック

1. 検討の経緯

(1) 概要

2018年から始まる新4K8K衛星放送においては、左旋円偏波も利用することから衛星放送を受信する中間周波数帯は2.2～3.2GHzとなり、その電波漏洩により同一周波数帯で既にサービスを実施している他の無線システムとの干渉が懸念されていた。

そのため、衛星放送用受信設備作業班を設置し、衛星放送用受信設備の漏洩電波について検討を行い、「2224.41MHz以上3223.25MHz未満の中間周波数を使用する受信設備に関する技術的条件」について放送システム委員会にて答申され、その後無線設備規則の一部改正が行われることになった。

また、衛星放送用受信設備作業班の検討において、「光配信方式は、同軸配信方式と比較して電波漏洩が非常に少ない。また宅内配信方式としてARIB STD-B63や総務省フォローアップの第二次中間報告等に掲載されている。」ことから、その普及促進を見据えた検討を進めるため、同作業班内に光配信アドホックグループを設置し検討を進めてきた。

(2) 光配信アドホックグループの検討経過

平成29年4月19日 第1回光配信アドホックグループ(発足会、現状と課題の抽出)

平成29年6月27日 第2回光配信アドホックグループ(光配信への取組、要求条件の整理)

平成29年9月15日 第3回光配信アドホックグループ(ロードマップ、光配信システムの検討)



中間周波数帯の電波漏洩を抜本的に解決するため光配信方式の検討に着手。

2. 光配信アドホックグループでの検討

- 光配信システムの現状
- 光配信方式の設計例 (ARIB STD-B63)
- 各メーカーの取り組み
- 光配信システムの優位性や課題の検討
- 光ファイバー等の最新動向
- 光配信システムの要求条件とシステムの検討
- 光配信システムの導入検討に向けた方向性の議論
- ロードマップの検討

3. 光配信システムの優位性や課題

(1) 光配信システムの優位性

No	項目
1	電波漏洩が極めて少ない
2	高周波伝送損失が少ない(長距離伝送可能)
3	同軸に比べケーブル外径が細い(省スペース化、改修工事等に優位)
4	ケーブル外からの電波干渉がない
5	雷等の電氣的な影響を受けない
6	周波数の拡張性にも対応可能(同軸伝送では難しい高い周波帯域でも対応可能)

(2) 光配信システムの課題

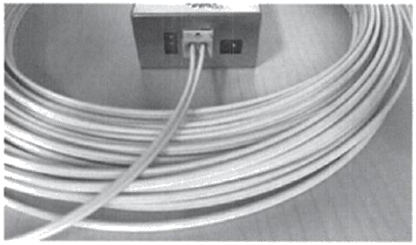
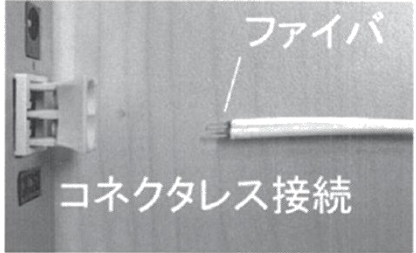
No	項目
1	システム価格が高額(多量に流通している波長(レーザー)の活用等の検討が必要)
2	施工が専門的(特殊な技術や工具を不要とする手法等の対応が必要)
3	RF回路(ブースター)の必要性(LNBダイレクト光出力等の検討が必要)
4	地上波との混合伝送の必要性(HFC方式の具体化検討等の検討が必要)
5	一般家庭への導入を前提とした安全性の担保が必要(物理的にレーザーが漏れない構造等の検討が必要)

4. 光ファイバー等の最新動向

(1) 光ファイバー及びレーザーの種類

種類	SMF (シングルモード光ファイバー)	MMF (マルチモード光ファイバー)		PCF (フォトニック結晶ファイバー)
	SI型	GI型	SI型	GI型
材質	石英ガラス	石英ガラス	プラスチック	
コア径/ファイバ径(μm)	9/125	50/125	980/1000	50/500
光源波長(nm)	1550(DFB)	850(VCSEL)	650(LED)	850(VCSEL)
帯域	◎	○	×	○
損失	◎	○	△	△
伝送距離	~数10km	~500m	~50m	~200m
施工性	×	×	◎	◎
安全性	×	×	◎	◎
曲げ耐性	×	×	◎	◎
導入コスト	×	△	◎	◎
用途	長距離幹線系	データセンタ	車載LAN	病院や大学等で一部採用

(2) POFの接続例



DIY接続等
(プラスチック光ファイバー)

※第2回会合

(3) レーザーの安全性

レーザーの安全性は、IEC60825-1「Safety of laser products」、JIS C6802「レーザ製品の安全基準」で規定され、MMF用光源(波長850nmのVCSEL)は、クラス1-クラス1Mに該当し、通常の操作、裸眼では安全としている。

5. 光配信システムの要求条件(案)

(1) 光配信システム全体の要求条件(案)

項目	要求条件(案)
インターオペラビリティ	・衛星基幹放送、地上放送、CATV等と互換性があること。
サービス	・同軸配信で対応しているサービスに対応可能であること。 ・今後の拡張性があること。
中間周波数の漏洩	・中間周波数を使用する場合は、最小限の漏洩とすること。

(2) 機器の要求条件(案)

項目	要求条件(案)
LNB	・右左旋ともにLNBからダイレクトに光出力を行うこと。
光送信機	・入力する信号のレベルの差を吸収すること。 ・レベル調整の過程で中間周波数に変換する場合は、最小限の漏洩とすること。
光増幅器/ 光分配器	・光を入力し、光で出力すること。 ・分配等の過程で中間周波数に変換する場合は、最小限の漏洩とすること。
光ファイバー	・途中で増幅させることなく各機器まで配信を可能とすること。 ・安価で、安全、施工が簡単なものとする。
光受信機	・将来的にテレビに内蔵されることを想定し、小型なものとする。 ・中間周波数に変換する場合は、最小限の漏洩とすること。

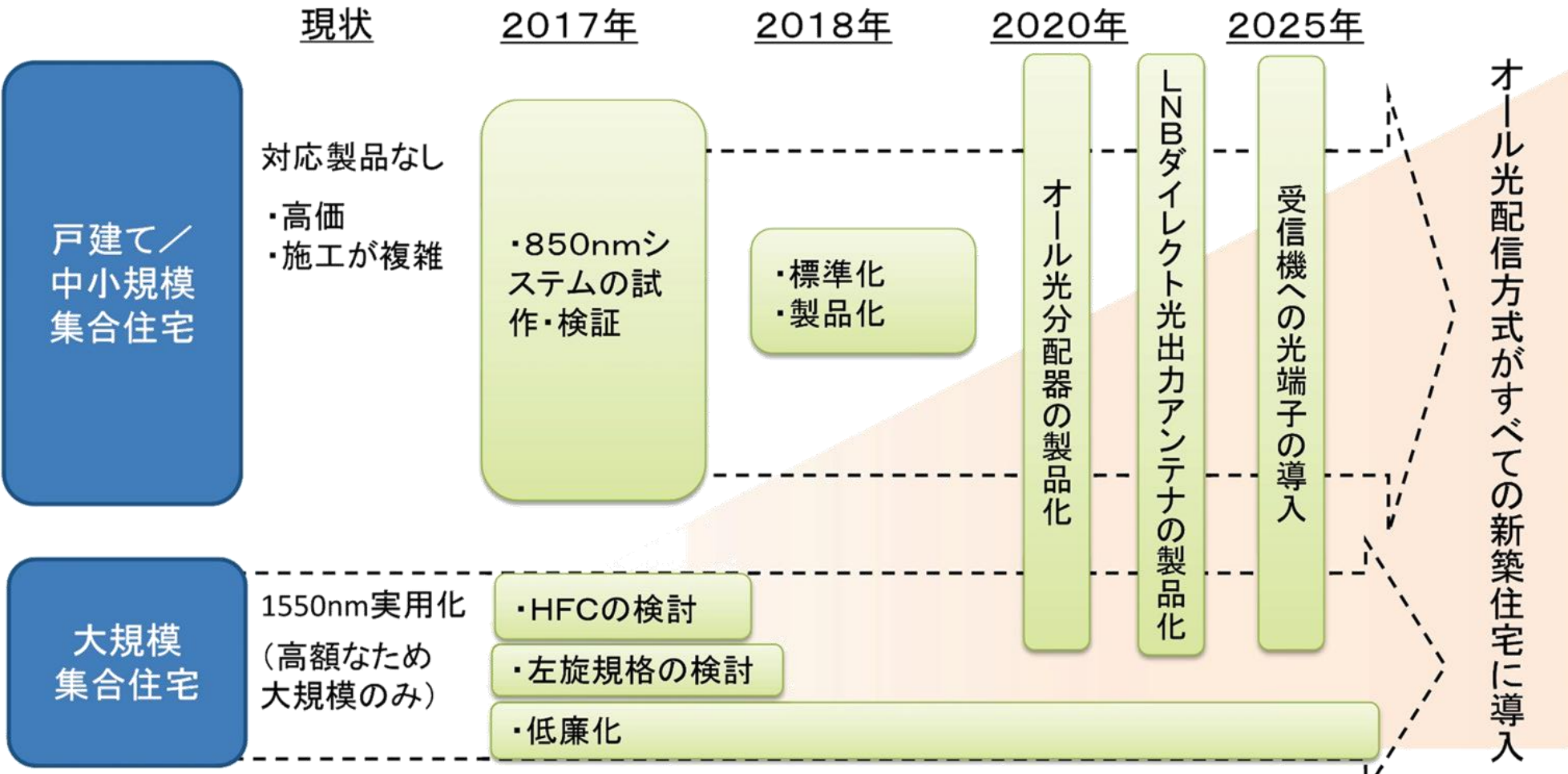
6. 光配信システムの導入検討に向けた方向性の議論

- 漏洩をなくす観点からオール光システムを最終目標とすべき。
- 現行の光配信システムは、大規模な集合住宅では既に実用化されており一定の効果があると認められることから、小規模な住宅への適用方策を中心に検討すべき。
- 従来の同軸配信方式で可能なサービスを可能な限り包含しつつ、なるべく簡易、安価で安全なシステムとすべき。
- 原則、中間周波数を使用しないこととするが、過渡期で特に価格面等から中間周波数を使用しなくてはならない場合は、機器からの漏洩は最小限とすべき。



既存同軸配線の改修や宅内配線を前提に、光配信システムの優位性を保ち要求条件(案)に適合する、施工性、曲げ耐性、安全性に優れた光波長850nmのPOF(Plastic Optical Fiber)システムに着目し、光配信機器の試作とシステムの評価試験を実施し、漏洩電波の少ない光配信システムの実用化の検証を行うこととした。

7. 光配信アドホックグループで検討した光配信のロードマップ(案)



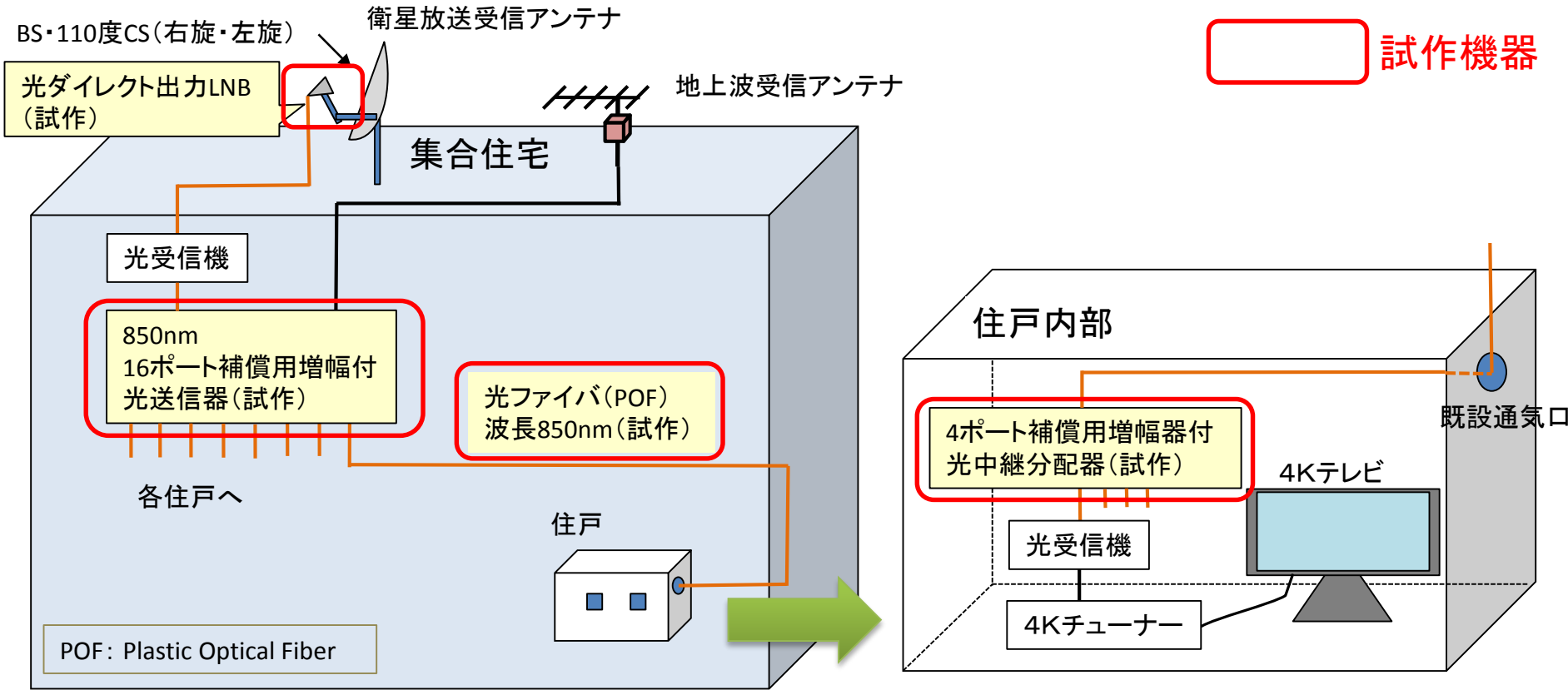
【光配信の普及に向けた基本的な考え方】

- ・中間周波数漏洩がゼロ、多チャンネル化の容易性を考慮し、将来的にはオール光配信システムを目指す。
- ・その過程において、漏洩レベルが低く他のサービスに干渉を及ぼさない屋内設備等については電気信号を使うことも想定し、システム開発と同時にその設置方法や漏洩レベルについて検討する。
- ・まずは現在製品がない戸建て・中小規模集合住宅を対象とした、850nmシステムの試作・検証に取り組む。

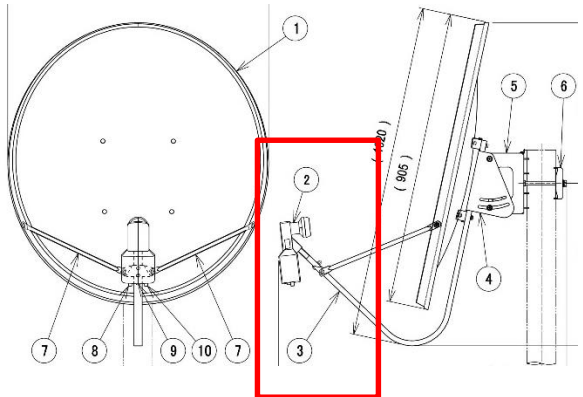
8-1. 光配信機器の試作概要

新4K8K衛星放送受信帯域に対応した、BSIF電波漏洩が少ない光配信システムをプラスチック光ファイバ(POF)を用いて試作検証した。

- 1. 光ダイレクト出力LNB試作機器の検証 (新規試作)
- 2. POF伝送による850nmの送受信機、中継分配器試作機器の検証 (新規試作)
- 3. 光配信方式のBSIF漏洩レベルの検証 (漏洩電波が少ないシステム化へ)
- 4. 光配信方式の伝送品質について検証 (伝送信号レベル、信号品質C/N等)



8-2. 光配信機器の試作(光ダイレクト出力LNBの試作)



試作仕様

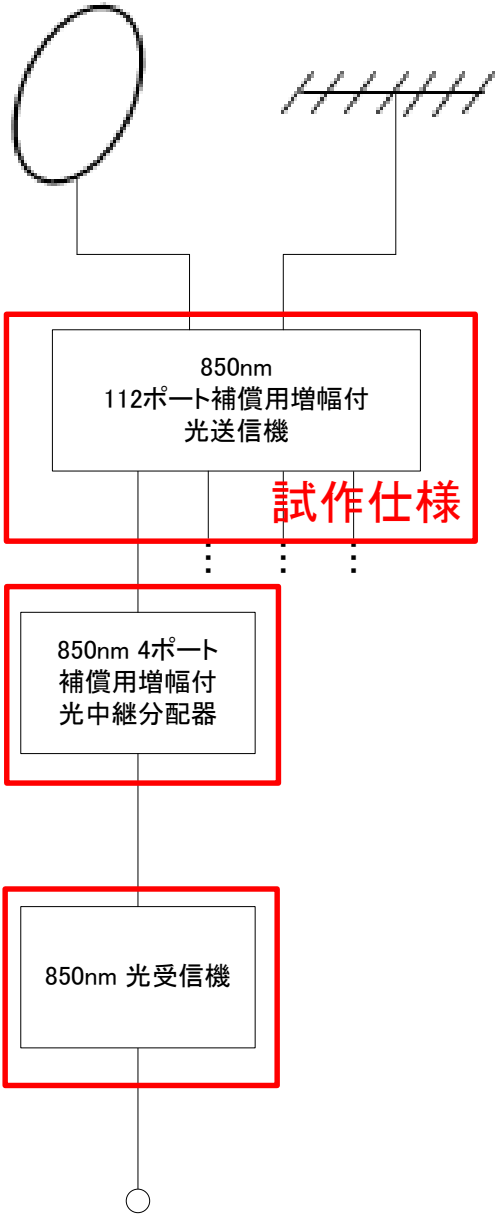
光ダイレクト出力LNBの試作仕様
 ・受信した右旋/左旋円偏波を中間周波数に変換し、光信号で出力

項目		試作仕様
アンテナ有効開口径	[mφ]	0.75
アンテナ形式		オフセット型
受信周波数	[GHz]	11.70~12.75
受信偏波		右旋/左旋円偏波
アンテナ利得	[dBi]	BS:37.8標準 110° CS:38.3標準
指向性	主偏波特性	ITU-R勧告BO. 1213に記載されたアンテナ特性に準拠
	交差偏波特性	ITU-R勧告BO. 1213に記載されたアンテナ特性に準拠
電気特性	コンバーター局部発振周波数 [GHz]	右旋:10.678 左旋:9.505
	局部発振周波数安定度 [MHz]	±1.5
	局部発振位相雑音 [dBc/Hz]	-52以下(1kHz オフセット) -70以下(5kHz オフセット) -80以下(10kHz オフセット)
	出力周波数 [MHz]	右旋:1032~2072 左旋:2224~3224
	電源コネクタ	F型端子(C15形)
	電源電圧 [V]	DC15
	消費電流 [mA]	290
光特性	標準光出力レベル [dBm]	+6
	光出力コネクタ	SC-SPC
	光波長 [nm]	1310帯
方向調整範囲	[°]	方位角 360
		仰角 28~62 (マスト中間取付時28~55)
適合マスト径	[mm]	φ48.6~φ89.1
質量	[kg]	7.5

8-3. 光配信機器の試作(850nm波長光送信機の試作)

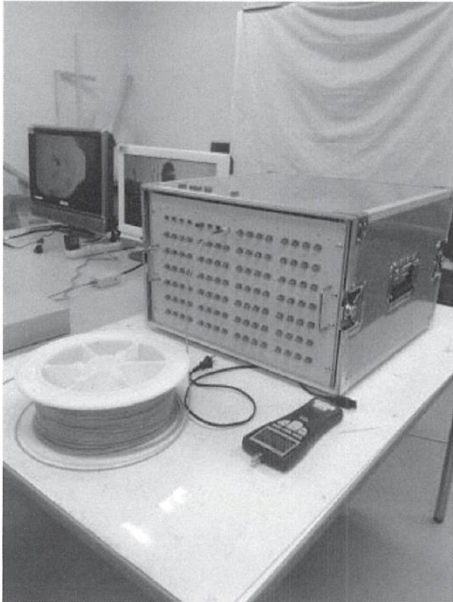
850nm波長を用いた光送信機の試作仕様

- ・衛星放送50波と地上波12波を同時伝送
- ・光送信機における要求条件となる試作仕様を検討

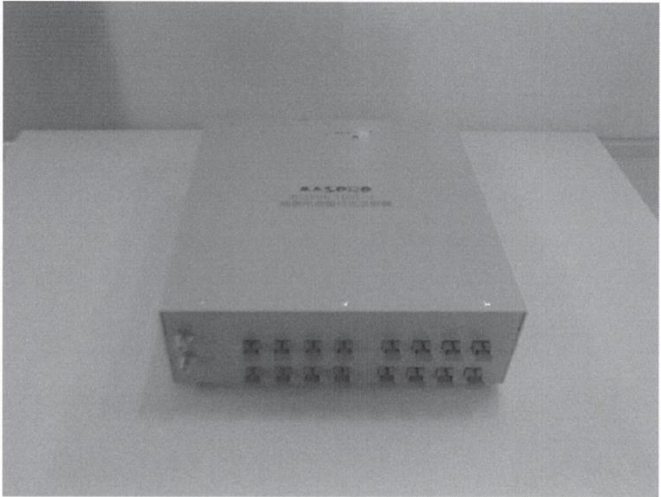


項目	試作仕様	
伝送信号	デジタル放送信号	
光波長	850±10nm (VCSEL)	
光出力レベル	3dBm±0.5dB (112ポート)	
入力周波数	470~770MHz	1000~3224MHz
伝送波数	地上12波	衛星50波
光変調度	2.8 % /ch	4.0 % /ch
RF入力レベル	77.0dB μ V	80.0dB μ V
CNR	※ 30dB以上(+1dBm時) 帯域幅:5.7MHz	—
CIN	※ —	-28以下 (+1dBm時) 帯域幅: 28.86MHz@右旋 33.7561MHz@左旋
VSWR	2.5以下	
漏洩電界強度	30dB μ V/m以下	
適合光ファイバー	GI型マルチモードプラスチック光ファイバー	
光コネクタ	SC-SPC型	
RFコネクタ	F型 (75 Ω)	
電源	AC100V 50・60Hz	
コンバータ給電	DC15V 6W	
消費電力	80 W	
外観寸法	311(H)×483(W)×474(D)mm (本体) 355(H)×555(W)×640(D)mm (トランクケース)	

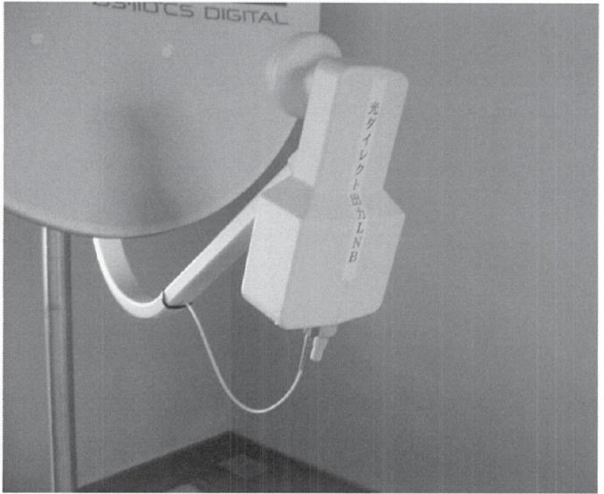
8-4. 光配信機器の試作(写真)



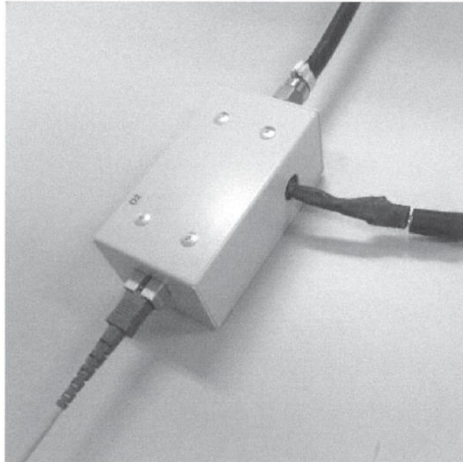
112ポート補償用増幅付
光送信機(前面)



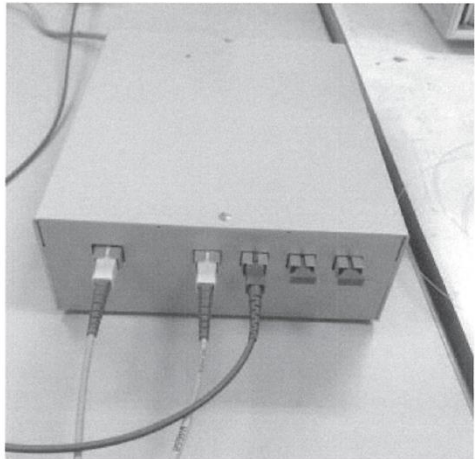
16ポート補償用増幅付
光送信機(背面)



光ダイレクト出力LNB



光受信機



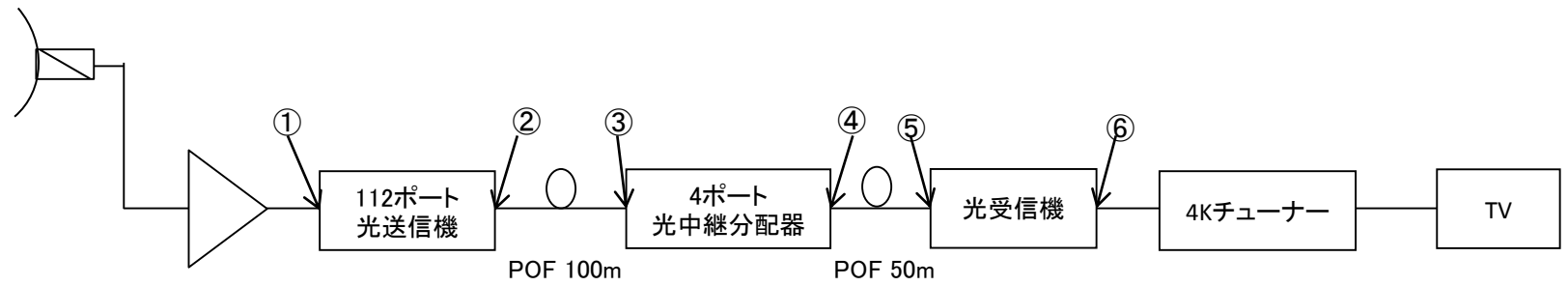
4出力光中継機

8-5. 光配信機器の伝送性能の試験と結果

(1) 試験項目

- ① 光配信システムの伝送品質について検証 (伝送信号レベル、信号品質C/N等)
- ② 光配信システムの動作確認、映像確認
- ③ 光配信システムのBSIF漏洩レベルの検証 (漏洩電波が無いシステム化へ)

(2) 試験系統図



(3) 伝送信号レベルと簡易C/N測定結果

測定点	BS-1		ND23	
	レベル	C/N	レベル	C/N
①	77.2dBμV	22.2dB	80.3dBμV	22.2dB
②	+3dBm		←	
③	-4dBm		←	
④	+3dBm		←	
⑤	-0dBm		←	
⑥	68.7dBμV	21.4dB	67.0dBμV	22.2dB

<品質評価>

- ・光伝送信号レベル -3dB以上
- ・所要C/Nは電気信号で12.6dB以上 (ARIB STD-B63より)

➡ POFを用いた試作機器による光伝送については、良好に伝送できることを確認した。

8-6. 光配信機器の漏洩電波の測定方法

(1) 測定対象の機器

光ダイレクト出力LNB送信部、850nm112ポート補償用増幅付光送信機、850nm4出力型光中継分配器(補償用増幅付)、850nm光受信機

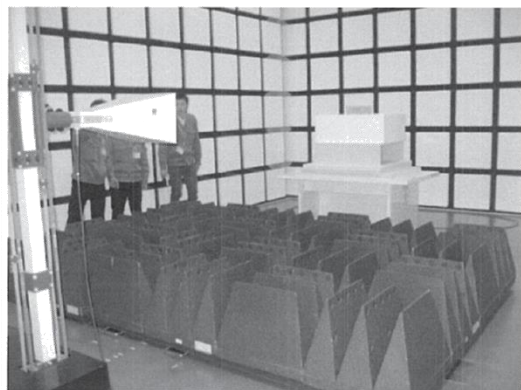
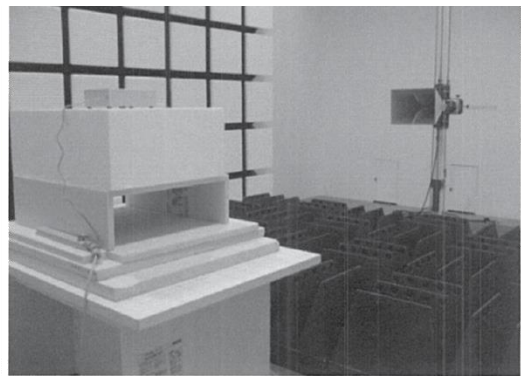
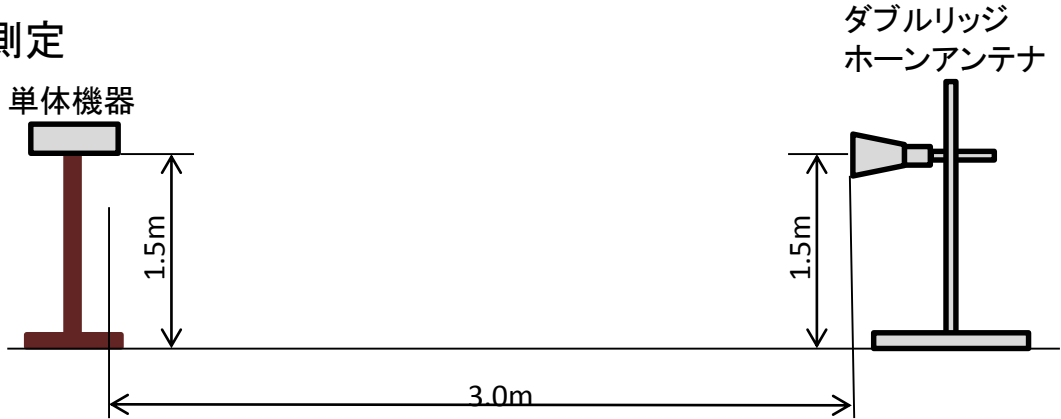
(2) 測定方法

- ・測定環境 電波暗室内1.5m高の回転台上に被測定機器を設置
- ・測定方法 3軸回転(15度刻みで各軸24方向)により平均漏洩電力を測定
- ・信号源 変調方式: CW
- ・測定周波数 右旋及び左旋の全中心周波数(1049.48~3206MHz、全50波)
- ・周波数ステップ 38.36MHz(BS)、40MHz(CS)
- ・測定距離 3m
- ・測定器 スペクトルアナライザ(RBW:300kHz)
- ・受信アンテナ ダブルリッジホーンアンテナ

(3) 漏洩電波の基準レベル

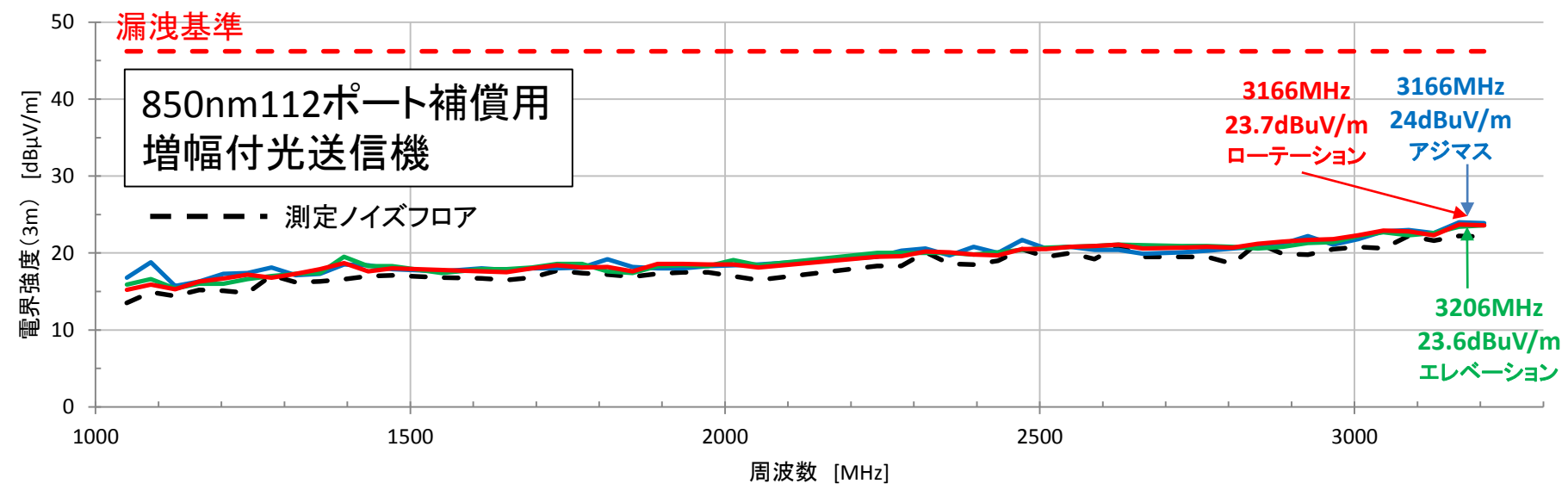
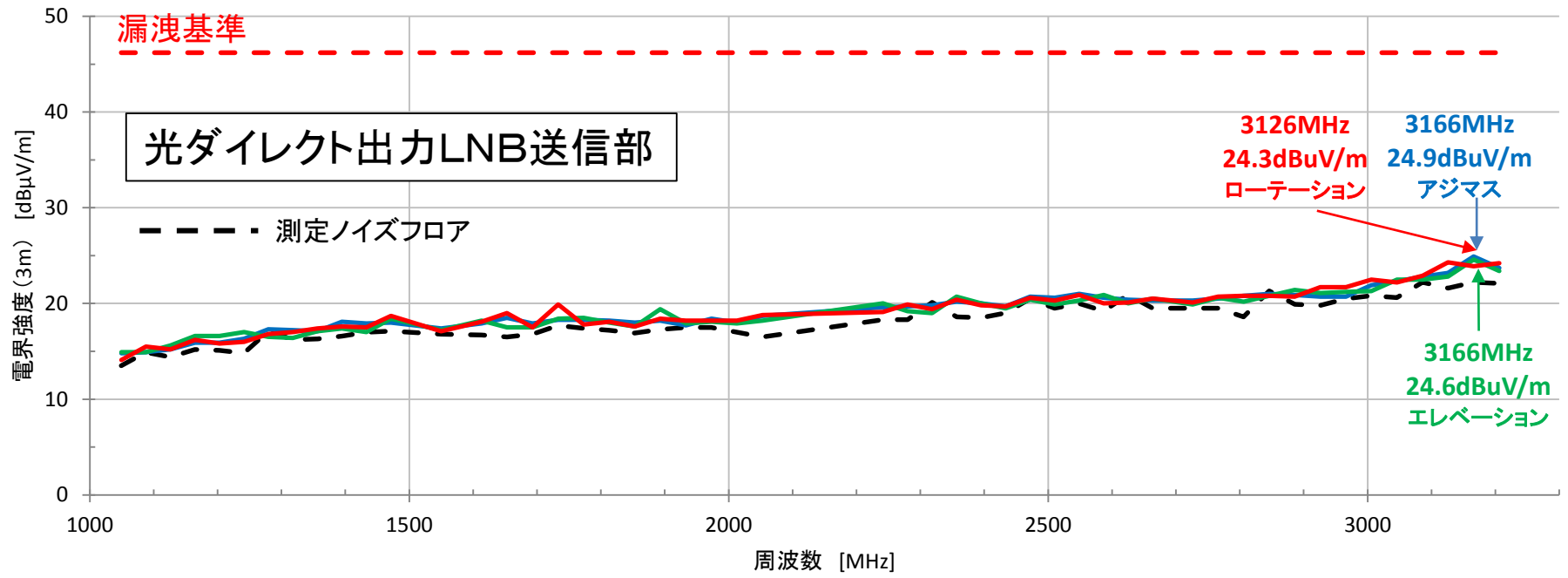
-49.1dBm(3mでの電界強度46.2dB μ V/m)/33.7561MHz

(4) 電波暗室測定

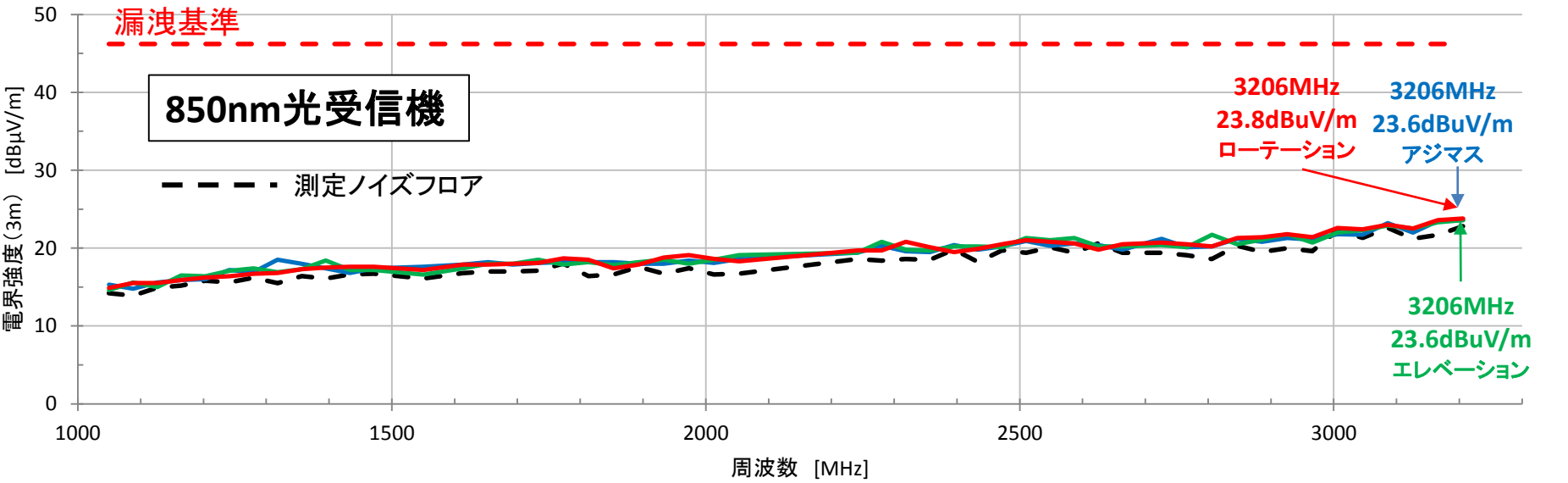
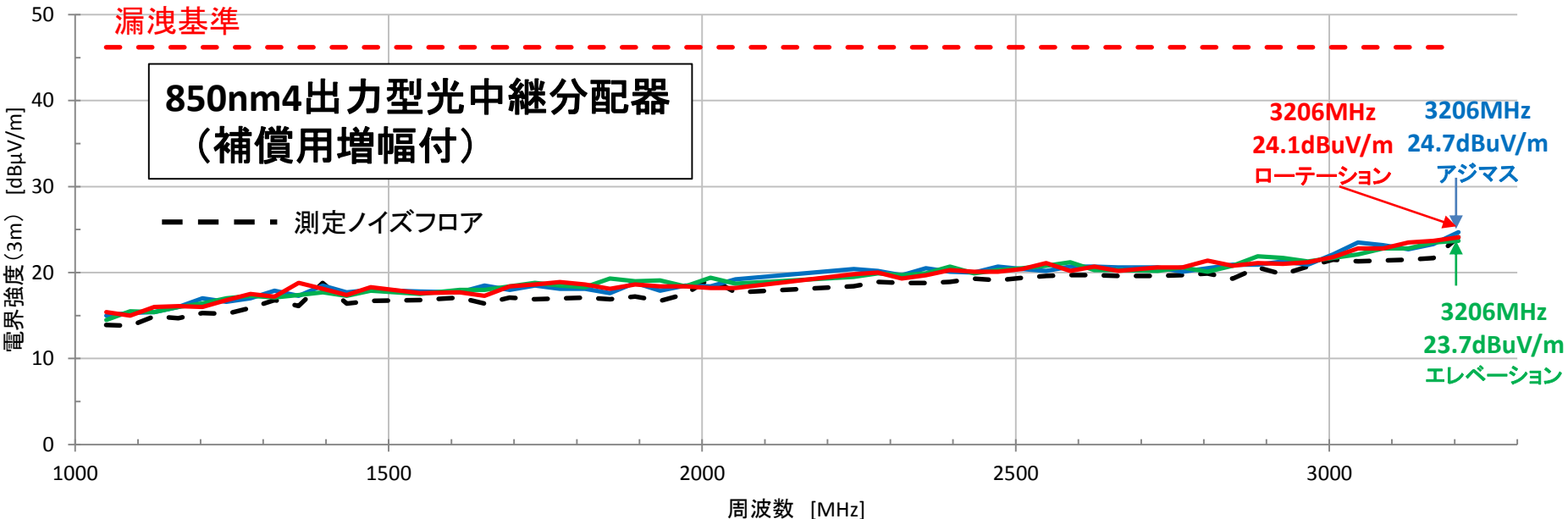


➡ 漏洩電波の測定結果については、次頁以降参照。

8-7. 光配信機器の漏洩電波の測定結果(1)



8-8. 光配信機器の漏洩電波の測定結果(2)



8-9. 光配信機器の検証結果(まとめ)

- 小規模な集合住宅を想定した伝送性能試験では、信号損失、信号劣化ともに少ない良好な特性であることを確認した。
- 試作した光機器の漏洩電波の最大値は、光ダイレクト出力LNBの3,166MHzのアジマス軸で離隔距離3mにおいて24.9dB μ V/mであった。
- 試作した光機器どれもが、離隔距離3mの漏洩基準46.2dB μ V/mに対して、実力値は30dB以上の余裕があることを確認した。
- いずれの測定値も測定システムのノイズフロアレベルとほとんど変わらない結果であった。



POF(850nm)を用いた光配信システムは、伝送特性が低損失であり、電波漏洩も少なく優れたシステムであることを確認した。

9-1. フィールド試験の概要

実際の住宅環境において、POFを用いた光配信システムを設置し伝送性能の評価と合わせて、施工性の検証を実施した。

(1) 横引き工法の検証

ワンルームマンションと同様な共用廊下の並びに居室がある条件において、POFケーブルを横引き配線するモデルの検証を東京都国分寺市の研修宿泊施設にて行った。

(2) 縦引き工法の検証

共用廊下のない上下階構造に居室がある条件において、POFケーブルを縦引き配線するモデルの検証を神奈川県川崎市の集合住宅にて検証を行った。

この縦引き配線では、玄関ドアからPOFケーブルを引き込む方法とベランダのエアコン配管口を利用して引き込む方法の2通りについて検証した。

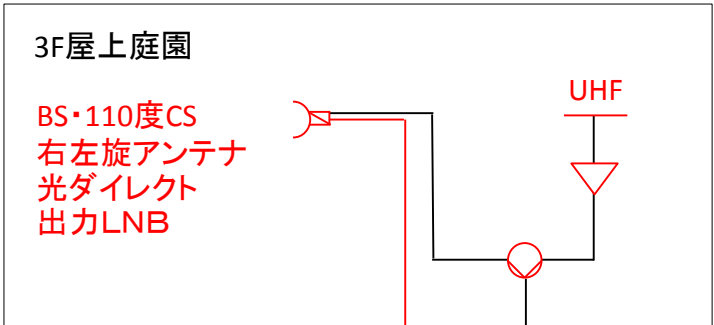
(3) 地上デジタル放送との同時伝送の検証

実際に使用される場合の伝送方法では、BS・110度CSの右旋/左旋偏波と地上デジタル放送を光配信システムで同時配信することを想定して、映像伝送の確認検証を行った。

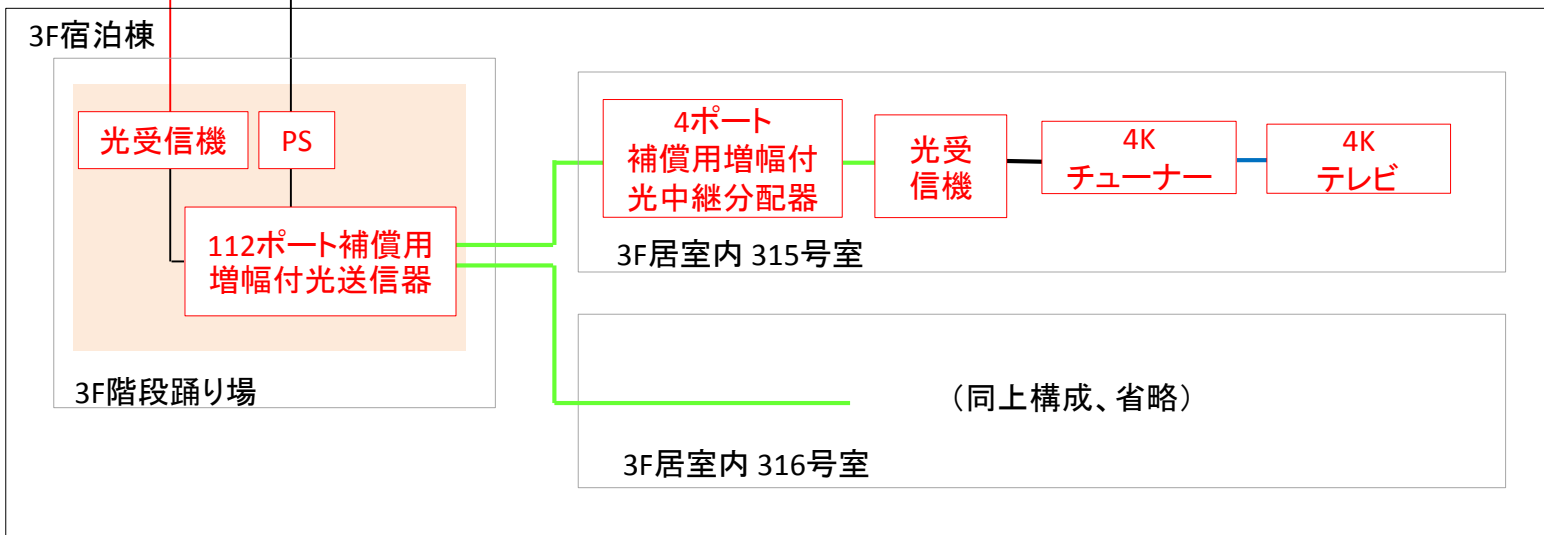
(4) 他の電波からの影響に関する検証

光配信システムにおいて、電子レンジなど他の電波の影響によるテレビ受信障害の干渉の有無を確認検証した。

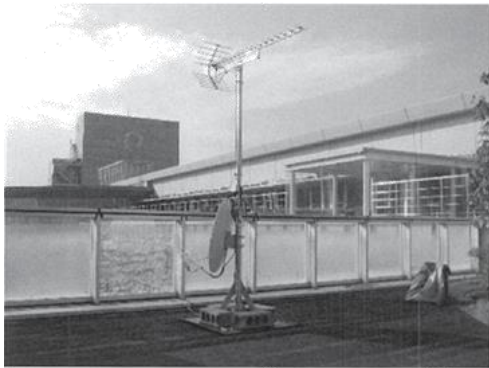
9-2. フィールド試験(東京都国分寺市にて横引き工法の検証)



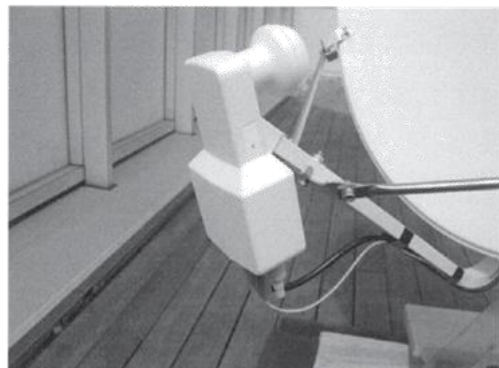
- 同軸ケーブル
- 1310nm 1芯、両端SC/UPC、SMファイバ、50m
- 850nm 1芯、両端SC/PC、MMファイバ、100m × 2(光送信機-光中継機間)、50m × 2(光中継機-光受信機間)
- HDMI HDCP2.2



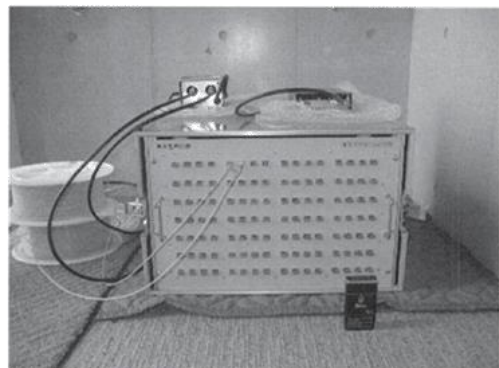
9-3. フィールド試験の様子(東京都国分寺市にて横引き工法の検証)



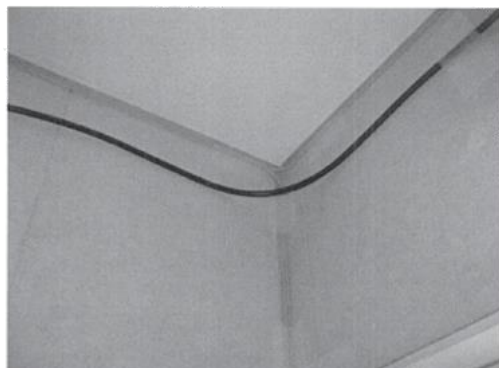
BS・110度CS受信アンテナ



光ダイレクト出力LNB



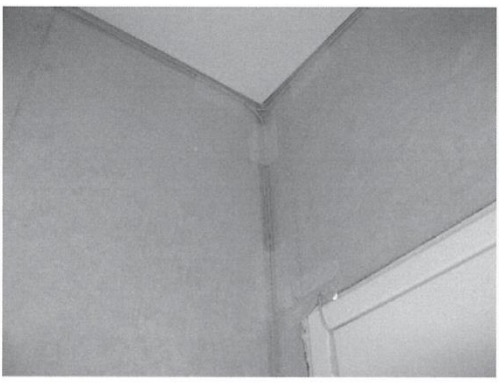
850nm112ポート補償用増幅付
光送信機



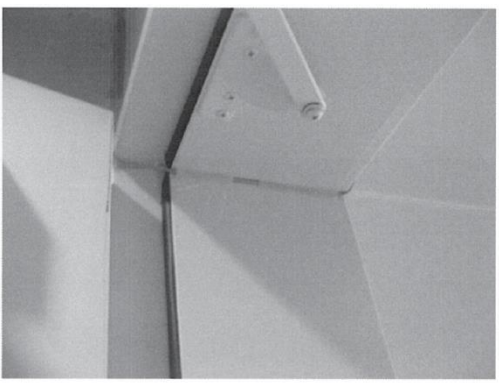
POFと同軸ケーブルの比較



POF横引き配線



POF玄関扉引き込み
(小さな隙間で配線可能)



POF玄関扉引き込み
(小さな隙間で配線可能)



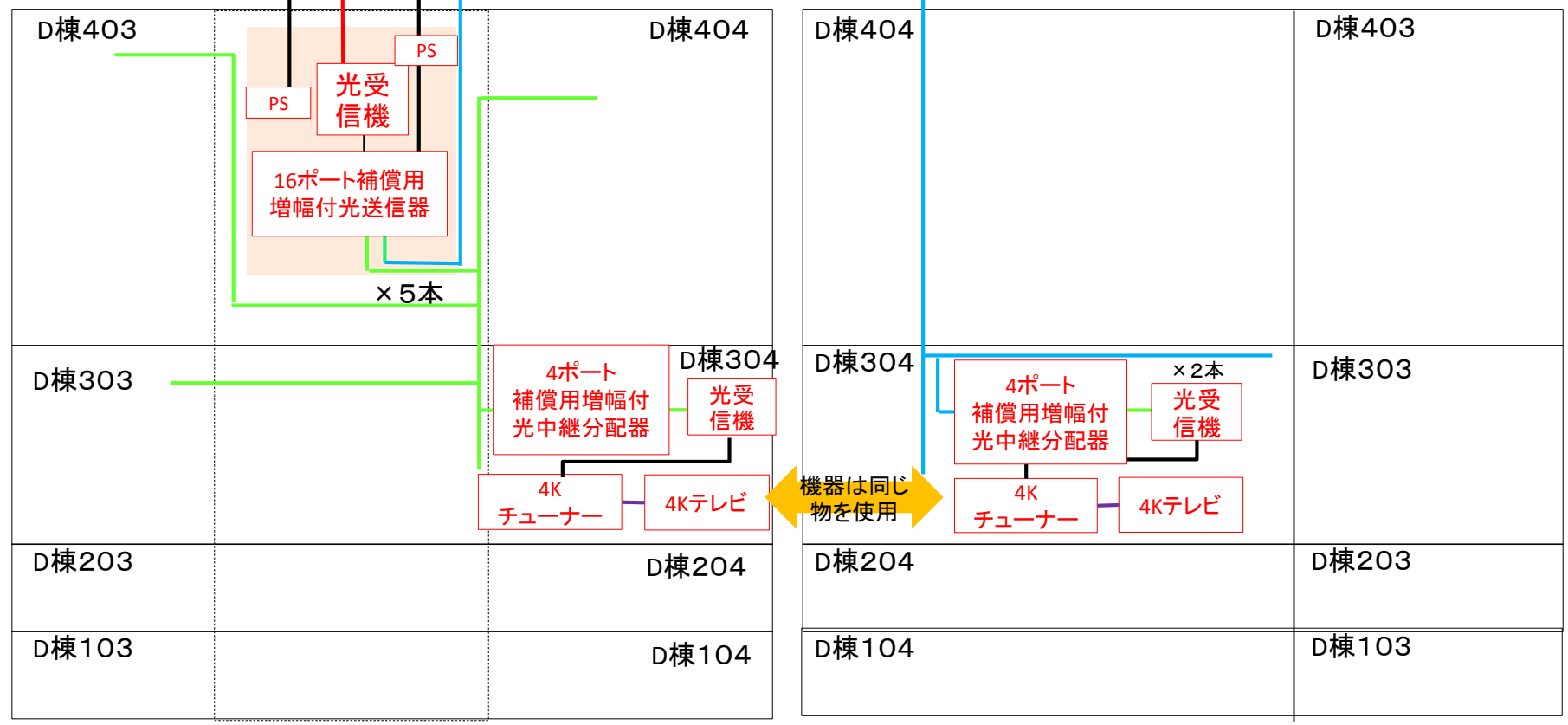
850nm光受信機と
4Kチューナー、4KTV

9-4. フィールド試験(神奈川県川崎市にて縦引き工法の検証)

BS・110度CS
右左旋アンテナ
光ダイレクト
出力LNB

UHF

- 同軸ケーブル
- 1310nm 1芯、両端SC/UPC、SMファイバ、50m
- 850nm 1芯、両端SC/PC、MMファイバ(内引き)
50m × 2(伝送用)、50m × 4本(ダミー)
- 850nm 1芯、両端SC/PC、MMファイバ(外引き)
100m × 1(伝送用)、100m × 3(ダミー)
- HDMI HDCP2.2



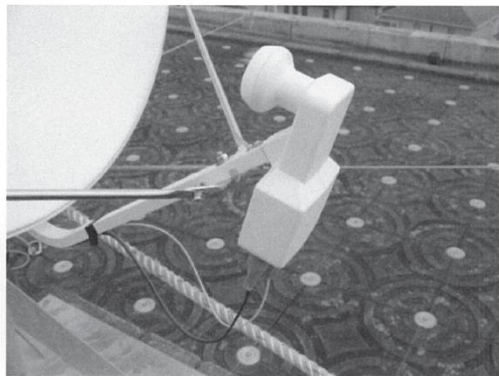
玄関側(階段側)

ベランダ側

9-5. フィールド試験の様子(神奈川県川崎市にて縦引き工法の検証)



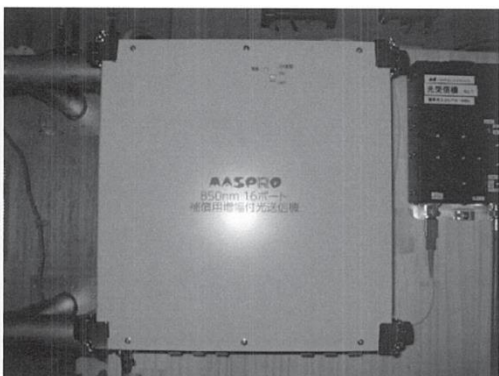
BS・110度CS受信アンテナ



光ダイレクト出力LNB



POF屋外配線(屋上面)



850nm16ポート補償用増幅付
光送信機



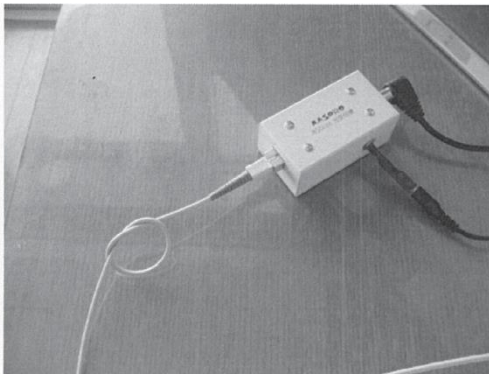
POF玄関扉引き込み
(小さな隙間で配線可能)



POF玄関扉引き込み
(小さな隙間で配線可能)



POFベランダエアコン
配管口引き込み
(小さな隙間で配線可能)



850nm光受信機
(POFケーブルを結んでも伝
送信号に影響を与えない)

9-6. フィールド試験における伝送性能の検証

(1) フィールド試験における伝送性能の検証項目

- フィールドにおける光配信システムの漏洩電波の測定
- フィールドにおける光配信システムの伝送性能の測定

(2) フィールドにおける光配信システムの漏洩電波の測定

- 光配信機器のフィールドにおける漏洩電波を測定し検証する。
- 検証機器
 - ・衛星放送アンテナ(光ダイレクト出力LNB)
 - ・補償用増幅付光送信機
 - ・光受信機
- 測定方法
 - ・CW信号発生器及びポータブル測定器を用いて漏洩電波の測定
 - ・フィールドにおける地上系の他の無線システムとの分離
 - ・3m法及び漏洩電波が確認できない場合は1m法で距離換算
- 測定結果
 - ・3m法、1m法でフィールド測定した結果、測定器のノイズレベルと変わらない値となり、電波暗室の測定結果のとおり電波漏洩は極めて少なかった。
 - ・フィールド測定では、極めて少ない漏洩電波を測定する場合は、ノイズや他の無線システムの影響を受けてしまうことがあることを確認した。



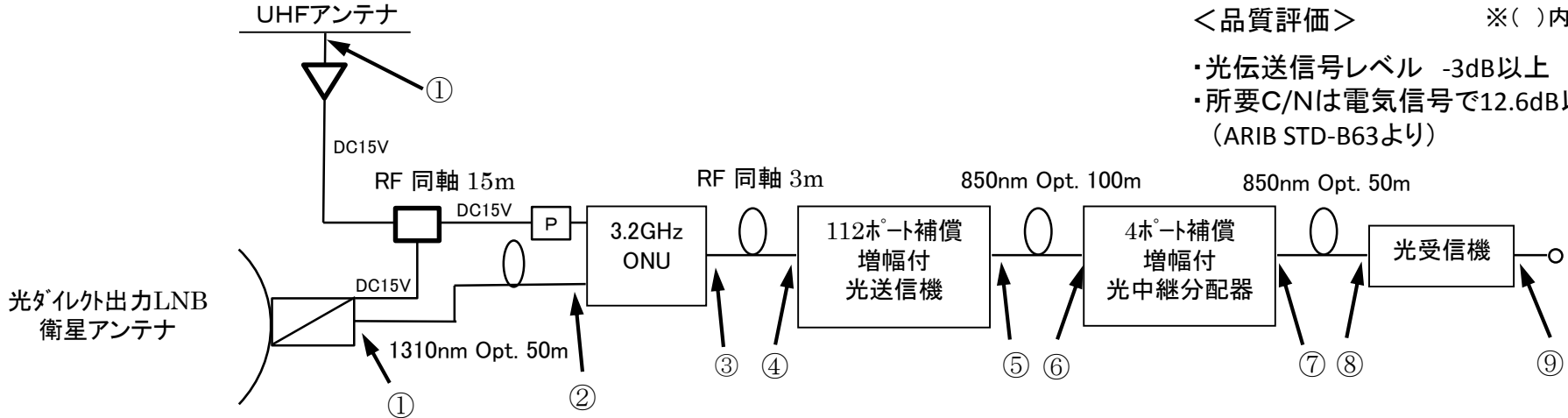
フィールドの測定様子



フィールド測定器

9-7. フィールド試験における伝送性能の結果 (東京都国分寺市にて横引き工法の検証)

項目			地上波(東京)							衛星(右旋)			衛星(左旋)	
			16	21	22	23	24	25	26	27	BS1	BS23	ND24	ND23
光ダイレクト出力 LNB衛星放送 受信アンテナ	①	出力	49.4dBμ (34.0)	62.6dBμ (34.0)	60.8dBμ (34.0)	59.0dBμ (34.0)	60.5dBμ (34.0)	60.5dBμ (34.0)	60.8dBμ (34.0)	60.5dBμ (34.0)	70.5dBμ (23.5)	70.8dBμ (23.6)	71.0dBμ (24.5)	68.0dBμ (24.3)
		+5.85 d Bm												
3.2GHz	②	入力	-4.02 d Bm											
ONU	③	出力	66.6dBμ (34.0)	79.8dBμ (34.0)	78.0dBμ (34.0)	76.2dBμ (34.0)	77.7dBμ (34.0)	77.3dBμ (34.0)	78.0dBμ (34.0)	77.7dBμ (34.0)	80.2dBμ (23.6)	83.4dBμ (23.3)	82.4dBμ (24.5)	84.0dBμ (27.0)
		+3.29 d Bm												
112ポート補償 増幅付 光送信機	④	入力	66.6dBμ (34.0)	79.8dBμ (34.0)	78.0dBμ (34.0)	76.2dBμ (34.0)	77.7dBμ (34.0)	77.3dBμ (34.0)	78.0dBμ (34.0)	77.7dBμ (34.0)	80.2dBμ (23.6)	83.4dBμ (23.3)	82.4dBμ (24.5)	84.0dBμ (27.0)
		⑤	出力	+3.29 d Bm										
4ポート 補償増幅付	⑥	入力	-1.56 d Bm											
光中継分配器		⑦	出力	+3.39 d Bm										
光受信器	⑧	入力	+1.43 d Bm											
		⑨	出力	67.0dBμ (22.8)	76.6dBμ (30.4)	74.1dBμ (30.3)	72.0dBμ (30.2)	73.3dBμ (30.3)	73.1dBμ (30.7)	74.7dBμ (31.2)	74.2dBμ (28.1)	77.3dBμ (23.1)	77.6dBμ (23.0)	75.9dBμ (23.8)



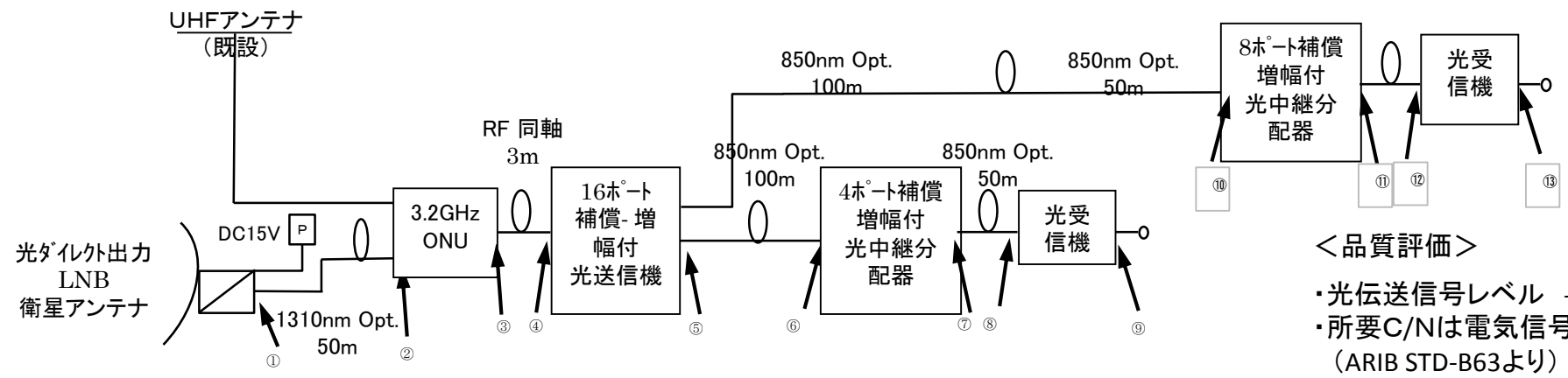
<品質評価> ※ ()内はCN値を表記

- ・光伝送信号レベル -3dB以上
- ・所要C/Nは電気信号で12.6dB以上 (ARIB STD-B63より)

9-8. フィールド試験における伝送性能の結果 (神奈川県川崎市にて縦引き工法の検証)

項目			地上波(東京)							衛星(右旋)			衛星(左旋)	
			16	21	22	23	24	25	26	27	BS1	BS23	ND24	ND23
光ダイレクト出力 LNB衛星放送 受信アンテナ	①	出力	-	-	-	-	-	-	-	-	70.6dB μ (23.7)	71.1dB μ (23.5)	70.7dB μ (24.7)	68.2dB μ (24.5)
	②	入力	+5.96dBm											
3.2GHz	②	入力	-4.04dBm											
ONU	③	出力	-	78.2dB μ (34.0)	77.9dB μ (34.0)	79.1dB μ (34.0)	79.9dB μ (34.0)	81.2dB μ (34.0)	82.2dB μ (34.0)	79.7dB μ (34.0)	81.1dB μ (23.6)	82.6dB μ (23.3)	82.6dB μ (24.4)	81.6dB μ (23.0)
16ポート補償 増幅付 光送信機	④	入力	-	78.2dB μ (34.0)	77.9dB μ (34.0)	79.1dB μ (34.0)	79.9dB μ (34.0)	81.2dB μ (34.0)	82.2dB μ (34.0)	79.7dB μ (34.0)	81.1dB μ (23.6)	82.6dB μ (23.3)	82.6dB μ (24.4)	81.6dB μ (23.0)
	⑤	出力	+3.31dBm											
4ポート 補償増幅器付 光中継分配器	⑥	入力	-1.52dBm											
光中継分配器	⑦	出力	+3.25dBm											
	⑧	入力	+1.39dBm											
光受信器	⑨	出力	-	75.4dB μ (29.3)	74.0dB μ (28.1)	74.9dB μ (28.2)	75.8dB μ (29.2)	78.0dB μ (30.1)	79.8dB μ (28.3)	76.8dB μ (28.2)	77.2dB μ (22.8)	77.5dB μ (23.0)	76.8dB μ (23.6)	75.9dB μ (21.3)
	⑩	入力	-1.54dBm											
8ポート 補償増幅器付 光中継分配器	⑪	出力	+3.42dBm											
光受信器	⑫	入力	+1.45dBm											
	⑬	出力	-	71.1dB μ (30.1)	70.2dB μ (28.7)	70.5dB μ (30.1)	71.4dB μ (30.4)	73.6dB μ (29.6)	75.8dB μ (30.7)	71.5dB μ (30.1)	76.1dB μ (22.9)	75.5dB μ (21.8)	76.2dB μ (22.5)	71.8dB μ (21.5)

※ () 内はCN値を表記



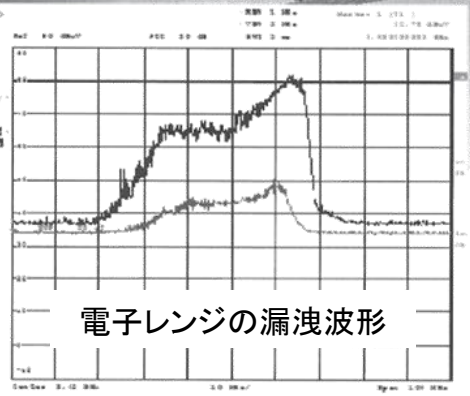
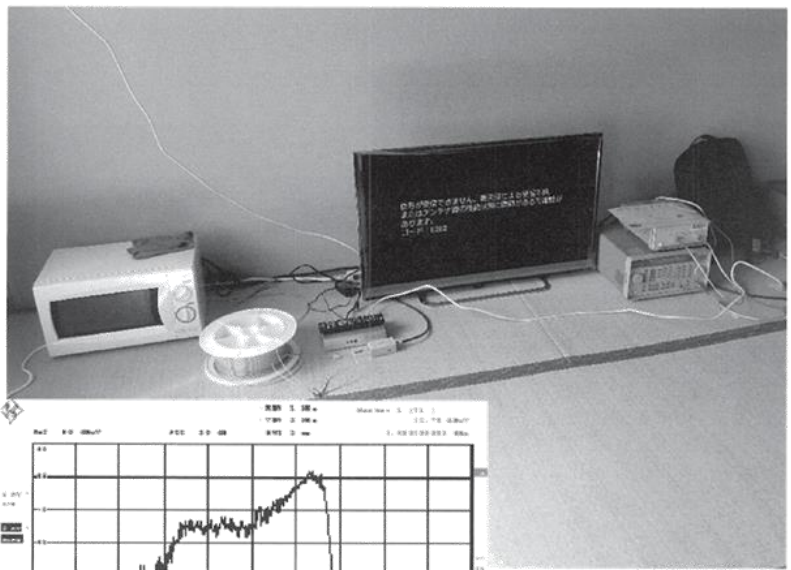
<品質評価>
 ・光伝送信号レベル -3dB以上
 ・所要C/Nは電気信号で12.6dB以上 (ARIB STD-B63より)

9-9. フィールド試験における施工面等の検証

(1) 他の電波からの影響

POFケーブルを用いた光配信システムは、電子レンジを動作させ際の電波の影響を受けることなく、テレビ受信が良好に行えることを確認した。

同軸ケーブル配線では、直付け型テレビ端子を使用した場合、テレビ受信に影響を受けることを確認した(下写真)

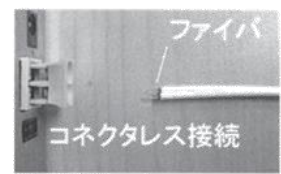


(2) 施工性

POFケーブルのコネクター加工については、専門性を必要とすることなく誰でも容易に施工が可能である工法が検討されている。



融着接続等
(石英系光ファイバー)



DIY接続等
(プラスチック光ファイバー)

石英系光ファイバーでは、融着による接続やメカニカルスプライスによる施工が行われている。プラスチック光ファイバーでは、種々の接続方式が検討されている(切って差すだけのDIY(Do-it-yourself)接続も検討されている。

9-10. フィールド試験における検証結果(まとめ)

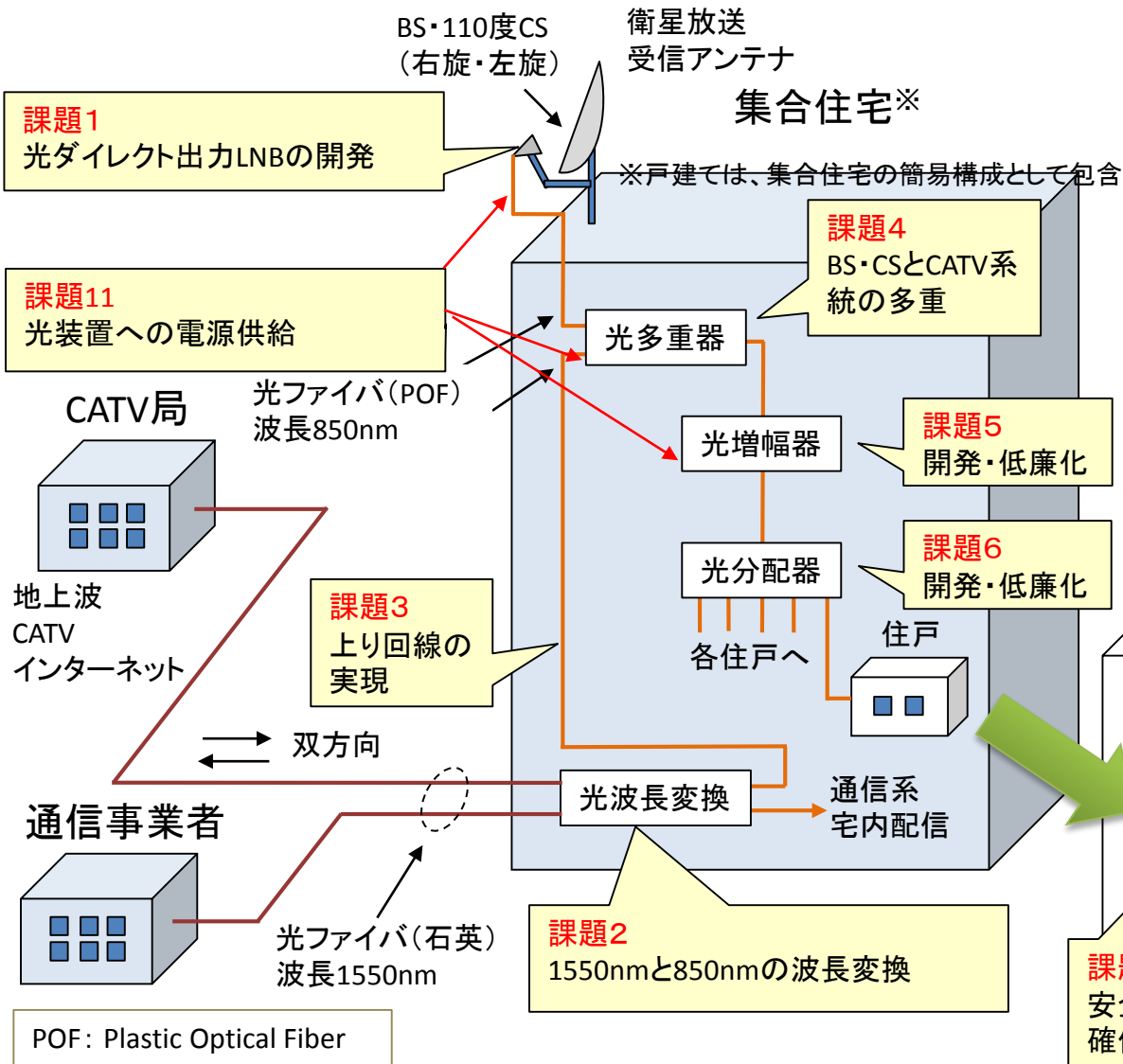
- 実際の住宅環境において地上デジタル放送と同時に伝送性能試験を行ったが、室内試験と同様に信号損失、信号劣化ともに少ない良好な特性であることを確認した。
- フィールドにおける漏洩電波の測定は、1m距離においても測定器と同様のノイズレベルとなり、電波暗室の測定結果のとおり電波漏洩は極めて少なかった。
- フィールドの測定では、極めて少ない漏洩電波を測定する場合は、ノイズや他の無線システムの影響を受けてしまうことを確認した。
- 実際の住宅環境において、横引き工法、縦引き工法の2通りにて検証を行ったが、どちらの配線工法においても従来の同軸ケーブル配線に比べ、細いケーブルで軽量であることや小さな隙間から室内に引き込むことが可能であるうえに、曲げ耐性を気にしなくても信号伝送が可能であることから配線工事が容易であり、工事工数の短縮が期待できる。
- 他の電波からの影響に関する検証においては、電子レンジなど他の電波の影響を受けることなくテレビ受信が良好に行えることを確認した。
- 光ケーブルのコネクター端末加工においても、従来の石英ケーブルに比べ、専門性も必要なく誰でも容易に施工が可能な工法が検討されている。



POFを用いた光配信システムは、伝送特性に優れているほか施工が容易であることを確認できた。また、他の電波からの干渉を受けることなく良好に受信できることを確認した。

10-1. POFを用いたBS・CS宅内配信方式の技術課題

光配信システムの構成例



主な技術的課題

1. 光ダイレクト出力LNBの開発
2. 1550nmと850nmの波長変換
3. CATV上り回線(双方向)の実現
4. BS・CSとCATV系統の多重
5. 光増幅器の開発・低廉化
6. 光分配器の開発・低廉化
7. 光出力端子における安全性の確保
8. 光ケーブル切断時の安全性の確保
9. 光ダイレクト入力受信機の開発
10. 多波IF変調信号の伝送特性評価
11. 光装置への電源供給(LNB、光送信機etc)

10-2. POFを用いたBS・CS宅内配信方式の技術課題の現状整理

No	主な技術的課題	現状
1	光ダイレクト出力LNBの開発	・今回は試作機1,310nmで検証済み。850nmへの変更は可能。
2	1550nmと850nmの波長変換	・電気変換を用いる方式で検証済み。この場合は、高シールド化が必要。 ・直接光波長変換は技術的に課題がある。
3	CATV上り回線(双方向)の実現	・未検証。 ・インターフェースや複数芯伝送など引き続き検討が必要。
4	BS・CSとCATV系統の多重	・1~3.2GHzBSIF帯50波と地上UHF12波との同一伝送を検証済み。 ・CATVの多チャンネル伝送については未検証。
5	光増幅器の開発・低廉化	・電気変換を用いる方式で検証済み。この場合は、高シールド化が必要。 ・直接増幅については引き続き検討が必要。
6	光分配器の開発・低廉化	・電気変換を用いる方式で検証済み。この場合は、高シールド化が必要。 ・直接分配については引き続き検討が必要。
7	光出力端子における安全性の確保	・POF850nmで安全性を検証済み。
8	光ケーブル切断時の安全性の確保	・POF850nmで安全性を検証済み。
9	光ダイレクト入力受信機の開発	・未検証。(技術的課題は少ないと考えられる。) ・伝送方式の技術基準が決まれば導入に期待。
10	多波IF変調信号の伝送特性評価	・試作機で地上12波、衛星50波で検証済み。 ・CATVの多チャンネル伝送や異なる変調方式の伝送特性については未評価。
11	光装置への電源供給(LNB、光送信機 etc)	・現段階では電源別配線で検証。 ・将来的には電源複合ケーブルなど検討が必要。

10-3. POFを用いたBS・CS宅内配信方式のまとめ

今回検討したPOFを用いた光配信システムは、機器の試作と伝送性能の評価及び実際の集合住宅にて配線工事を行い伝送試験と施工性の検証を行うとともに実用化に向けた検討を行ったところ、次のことを確認した。

- 電波漏洩が少なく、高い周波数帯域においても低損失で良好に信号伝送が可能である。
- POFケーブルは、ケーブル外径が小さく、小さな隙間でも室内引き込みが可能であることから玄関ドアの隙間からの引き込みが可能で、さらに曲げ耐性があり、実運用には支障が無いことを確認した。
- POFケーブルは、軽量であることやコネクタ末端加工においても、従来の石英ケーブルに比べ、専門性を必要とせず容易に加工が可能であるなど施工性にも優れており、従来の同軸ケーブルの工事と比較すると工事工数の圧縮が可能で工事コストの低廉化も期待できる。
- 光ケーブルの安全性については、850nm波長を使用していることから、人間の目への影響もなく、通常操作は裸眼でも安全とされている。



光アドホックグループで検討した要求条件(案)等については、一部を除きクリアーできていることから宅内光配信方式の1つとして、検討しているロードマップ(案)の実現に向けて検討を進めていく。

10-4. 今後の課題として

- (1) POFを用いた配信システムの完全光化対応については、CATV上り回線(双方向)対応等技術的課題もあり、引き続き検討が必要となる項目がある。
- (2) 宅内配信方式として標準化を進める。
- (3) CATVの標準規格とは切り分けての標準化作業が必要。
- (4) 1550nmの低廉化などについて、確認する必要がある。
- (5) 今回検討した光配信システムは、完全オール光化のものではないため、RF部での増幅部分がある場合の高シールド化が必要になるため、その取り扱いについても検討が必要。