

[招待講演] 新 4K8K を伝送する新しい放送システム (VPOF システム)

平岡 佑一^{†‡} 大原 久典[‡] 遠松 大輔[‡]

[†] ARIB 宅内光配信方式検討アドホック 委員

[‡] マスプロ電工株式会社 〒470-0194 愛知県日進市浅田町上納 80

E-mail: [†] hiraoka4032@maspro.co.jp

あらまし 「新 4K8K 衛星放送」によって拡張された新たな中間周波数帯において、懸念されている電波干渉に対する抜本的な解決策として、配線の光化が考えられる。しかし、現在主流であるガラスを使用した SMF (Single Mode Fiber) では、安全性や施工の専門性、高い導入コストといった問題があり、戸建や小規模の集合住宅における普及にはまだ高いハードルがあると考えられている。そこで、弊社では、伝送距離は短い、高い安全性や簡単な施工の実現が可能である POF (Plastic Optical Fiber) を使用した伝送機器の開発を行い、戸建や小規模集合住宅における光化の訴求活動を行っている。今回 POF を用いた新しい放送伝送システムである「VPOF システム」について紹介する。

キーワード 新 4K8K 衛星放送、光配線、POF

VPOF System for New 4K8K Broadcasting

Yuichi HIRAOKA^{†‡} Hisanori OHARA[‡] Daisuke TOMATSU[‡]

[†] ARIB Home optical distribution system investigation ad hoc group member

[‡] Maspro Denkoh Corporation 80 Jono, Asada-cho, Nisshin-shi, Aichi, 470-0194 Japan

E-mail: [†] hiraoka4032@maspro.co.jp

Abstract In the new intermediate frequency band expanded by the “New 4K8K Broadcasting”, we are proceeding with the opticalization of wiring as a fundamental solution to the radio interference that is a concern. However, glass-SMF (Single Mode Fiber), which is currently the mainstream, has problems such as safety, construction expertise, and high introduction costs, and there are still high hurdles for dissemination in detached houses and small apartment buildings. Therefore, we have developed transmission equipment using POF (Plastic Optical Fiber) that has a short transmission distance but can achieve high safety and simple construction. This time, we will introduce “VPOF system”, a new broadcasting transmission system using POF.

Keyword New 4K8K Broadcasting, Optical wiring, POF

1. はじめに

2018 年 12 月 1 日より放送が開始された「新 4K8K 衛星放送」では、従来の右旋円偏波に加えて左旋円偏波を用いた放送サービスが行われている。衛星から出力される放送波は 12GHz 帯 (11.7~12.75GHz) という非常に高い周波数帯を使用しているため、衛星放送受信アンテナでの受信後に LNB (Low Noise Block Converter) を用いて、定められた中間周波数帯域に変換し、同軸ケーブルで伝送する方式が一般的となっている。

左旋円偏波で使用する中間周波数帯域としては、電波産業会 (ARIB) の標準規格 ARIB STD-B63[1]にて、2224.41~3223.25MHz と規定された。この帯域は、無

線 LAN や電子レンジ等で使用されている ISM (industry science and medical) 帯を含む、一部の無線サービスで使用している周波数帯と共用となるため、それぞれのサービス間の電波干渉が懸念点としてあげられていた。

これに対して、情報通信審議会放送システム委員会衛星放送用受信設備作業班において、技術的な審議を経て、漏えい電波の技術基準を規定する無線設備規則の一部改正[2]や、衛星放送用テレビ受信設備の施工ガイドライン[3]が公開される等の対策がとられている。

また同時に、電波干渉の抜本的な解決策として受信設備のオール光化が提言され、従来のガラス系 SMF (以下 SMF) を使用したシステムにおける検討に加えて、新しく RoF (Radio over Fiber) が可能となった

POF[4]を使用した伝送システムが提案され、プラスチック特有の柔軟性や加工性を活かした特性により、戸建および小規模集合住宅への光化に対する優位性が確認された[5]。

2. VPOF とは

POFとは、光ファイバーのコア部、およびクラッド部にプラスチックを使用したファイバーのことを指し、一般的にはMMF (Multi Mode Fiber) である。そのうち、コアの屈折率を連続的に分布させた屈折率分布型の物をGI (Graded Index) 型POFと呼び、コア部を伝搬する光の速度をモード毎に制御することで、MMFで問題となるファイバー内のモード分散による影響を低減させ、従来難しかったRoFを可能としている[4]。

図1にGI型POFの概略を図示する。

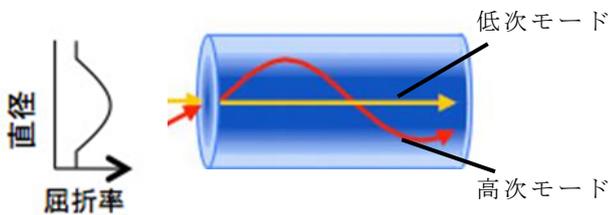


図1 GI型POFの原理

今回、映像伝送用で使用するPOFに対して、既にあるデータ伝送用のPOFとの識別と、ガラス系の映像伝送用光機器との識別を行う必要があるとの観点から、Videoの頭文字と合わせて「VPOF」と呼称し、一般市場への訴求活動を行っている。以後、映像伝送用のPOFをVPOFと記述する。

表1 SMFとVPOFにおける仕様比較

項目	SMF	VPOF
素材	石英ガラス	全フッ素樹脂
伝送モード	シングルモード	マルチモード
コア径	9.2±0.6μm	80±5μm
クラッド径	125±1μm	490±5μm
コア偏心	0.8μm以下	5μm以下
伝送損失	0.3 dB/km以下	70dB/km以下
最小曲げ半径	R=30, 15mm	R=5mm

表1に、一般的なSMFとVPOFの仕様比較を示す。VPOFの主な特徴を以下にまとめる。

- ・コア径が太いため、ファイバーの軸ずれに対する精度が要求されず、簡易的な接続が可能。
- ・プラスチック製でありクラッド径も太いため、折れに強く、素線を保護するための被膜が必要ないため

ファイバーの加工が簡易にできる。

- ・柔軟で繰り返しの曲げや衝撃にも強く、施工性に優れる。

- ・伝送損失が大きいため、比較的短い距離（100m程度）での伝送に適している。

実際の運用では、POF素線の周りにアラミド繊維を配置しPVCで被覆してケーブル化したものを使用する（図2）。

VPOFケーブルの施工現場における取り扱い方法の確認として、ケーブルが踏まれた状況を想定し、VPOFケーブルを直径60mmの金属平板で挟み、荷重をかけていった時の損失増加と、荷重を除去して10分後の損失の復元量を確認した。

図3に耐荷重の試験系統図を、図4に試験結果を示す。

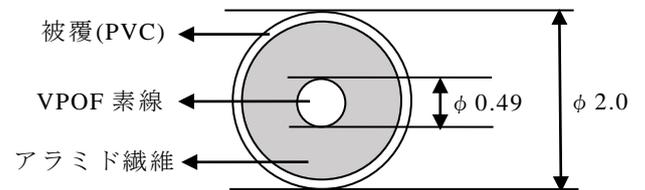


図2 VPOFケーブルの構成

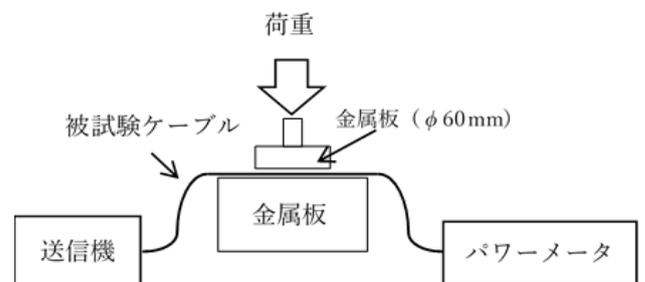


図3 VPOFケーブルの耐荷重試験系統図

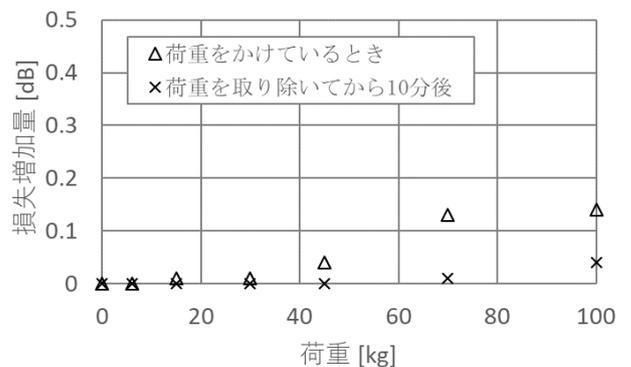


図4 VPOFケーブルの耐荷重試験結果

平面上において踏まれた場合にも、損失の増加は少なく、またプラスチックの復元力によって、圧力を除去すると損失が元に戻ることが確認された。

次に、配管への入線時などを想定した、引張強度について、引張荷重を10分間かけた後、および荷重を取り除いてから10分後の損失の増加量を確認した。

図5に引張強度の試験系統図を、図6に試験結果を示す。

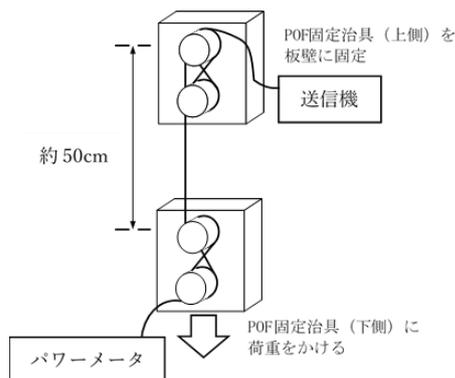


図5 VPOF ケーブル引張強度試験系統図

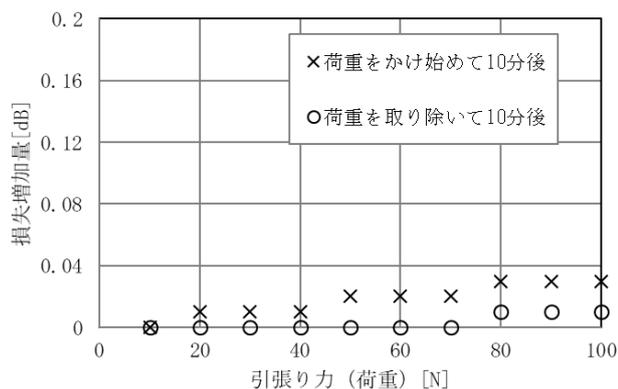


図6 VPOF ケーブル引張強度試験結果

強い張力がかかった状態ではわずかに損失は増加するが、張力を除去することで概ね当初の損失に復元することが確認された。

以上の結果より、施工現場での取扱いに対して強い耐性を持っていることが確認された。

3. VPOF システム

VPOF システムの新 4K8K 衛星放送用受信設備としての電氣的性能については、電波産業会 (ARIB) における技術的検討、および実証実験により確認され、2019 年 7 月に ARIB STD-B63[1]の改定により標準規格が制定された。文献[1]におけるシステム設計例として、戸建住宅モデルと、5 階建て 40 世帯の集合住宅モデルが記載されている。

表2にシステム設計にて想定されている主なシステムの仕様比較を示す。

表2 システム設計にて想定している仕様例比較

項目	SMF	VPOF
光波長	1550±5nm	850±20nm
光源	DFB	VCSEL
光出力レベル	4mW	2mW
相対強度雑音	-150dB/Hz	-138dB/Hz
最低受光レベル	-12dBm	-6dBm
IF 出力レベル	-39dBm 以上	
CN 比	28dB 以上	

VPOF システムで使用する光源としては、データ通信の安価な光源として一般的に普及している VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting LASER) を使用する。波長は 850nm 帯で、可視光域ではないが、わずかに赤く見えるのが特徴である。

相対強度雑音の仕様により、最低受光レベルが高くなっているため、伝送距離としては 100m 程度となっている。図7に SMF、VPOF、同軸ケーブルをそれぞれ 100m 伝送させたときの通過特性比較を示す。

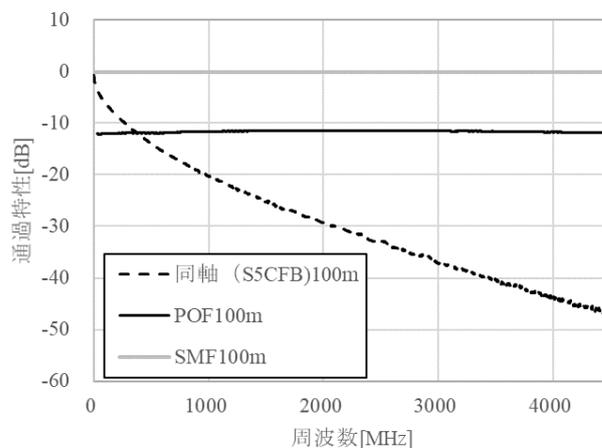


図7 100m 伝送時の通過特性比較

SMF に比べて通過損失は大きいですが、同軸のように周波数依存性がないため、システム設計が簡易化できるというメリットがある。

VPOF システムの有効な運用方法について、放送サービス高度化推進協会 (A-PAB) が、総務省より受託した「平成 30 年度 新 4K8K 衛星放送の視聴方法に関する動向調査」における、光配信方式の実用化検討の一環として検討がなされ、実際の集合住宅を借用しての実証実験が行われた[6]。

文献[6]によると、同軸ケーブルでの改修工事が困難

な既存設備に対して、VPOF の特徴を生かすことで簡単な導入ができるとされ、実験では既存の回線を活かしたまま、VPOF を追加配線する改修方法が実演され、有用性が確認されている。

図 8 に、実験システムの概略図を示す。

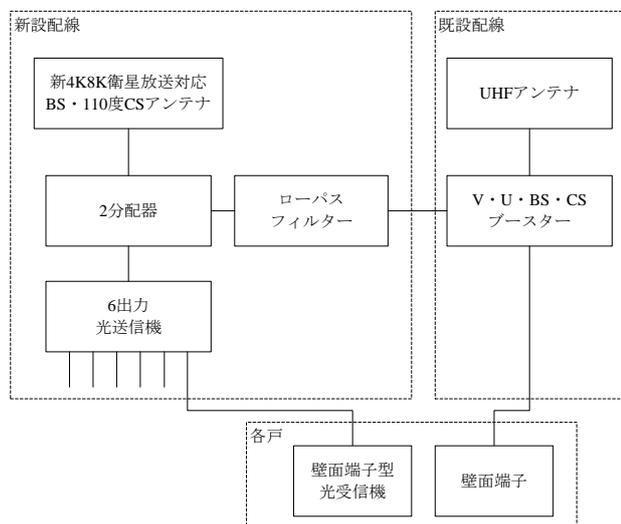


図 8 既存設備を活かした改修実験の概略図

このモデルでは、新 4K8K 衛星放送を導入したい世帯のみに VPOF を配線することを想定しており、集合住宅ごとの様々な状況にも対応可能としている。

4. VPOF システム機器の製品化

文献[6]における結果を受け、新 4K8K 衛星放送の改修工事向けをメインとした衛星放送帯伝送専用のモデル 4 機種（送信機 2 機種、受信機 2 機種）の製品化を行った。それぞれの機器の特徴を表 3 にまとめる。

表 3 製品化された VPOF システム機器の特徴

8 出力光送信機	1つの RF 入力で 8 端子の光出力を行う。 集合住宅における情報分電盤に設置されることを想定した設計となっている。
1 出力光送信機	光出力が 1 端子の小型の光送信機。 屋根裏や壁裏に設置しての部分的な光化を想定している。
卓上型光受信機	テレビ台等の卓上に置かれることを想定した光受信機。 AC アダプターによる給電の他、テレビからのコンバーター給電にて動作可能。
壁面端子型光受信機	壁面端子の形状をした光受信機。 テレビからのコンバーター給電により動作する。

また同時に、屋内用 VPOF ケーブル、簡易施工コネクターについても販売を開始した。

現在は VPOF の導入期としてとらえ、現場施工性の良さを生かした改修工事向けの展開を主軸とし、市場の動向を探りながら効果的なアプローチ方法の検討を行っている。

5. 今後の展開

新 4K8K 衛星放送を伝送するための性能や、戸建や小規模集合住宅への有用性が確認され、導入期としての製品ラインナップが出そろった。しかしながら、システムを効率よく運用するためのアクセサリ関係や新築向けに使用できる CATV・地デジ帯域まで対応した全伝送帯域対応の機器など、まだまだ普及に向けて足りていないものが多い。

これらの状況を踏まえて、次のステップとして、全伝送帯域対応の機器類、光分配器の投入を予定している。また、より端子数の多い受信設備にも対応できるよう、文献[1]で過渡期のシステム機器として規定された光分配送信機についての検討を進めている。

それらラインナップの拡充を適宜行いながら、中長期的には、光学系デバイスの改善による性能向上や、さらなる低廉化を行い、最終目標としてのオール光化を達成したい。

文 献

- [1] ARIB STD-B63 1.8 版, "高度広帯域衛星デジタル放送用受信装置" (Jul. 2019)
- [2] 無線設備規則 (第 24 条の 30) (Apr. 2018)
- [3] 総務省: "衛星放送用テレビ受信設備の施工ガイドライン", <http://www.soumu.go.jp/main_content/000555164.pdf>
- [4] Y. Koike and A. Inoue, "High-Speed Graded-Index Plastic Optical Fibers and Their Simple Interconnects for 4K/8K Video Transmission," Journal of Lightwave Technology, vol.34, no.6, pp. 1551-1555 (Mar. 2016)
- [5] 情報通信審議会放送システム委員会 (第 63 回) 資料, "光配信システムの検討状況" (Jun. 2018)
- [6] 坂本徹, "新時代における「新 4K8K 衛星放送」の光配信システム", 電波技術協会報 FORN, No.329, 7月号, pp.16-19