



地上デジタル放送波を
そのまま光ファイバで中継する！

Radio over Fiber のしくみと実際

鳥羽 良和/土屋 治彦
Yoshikazu Toba/Haruhiko Tsuchiya

Radio over Fiber と地上デジタル放送

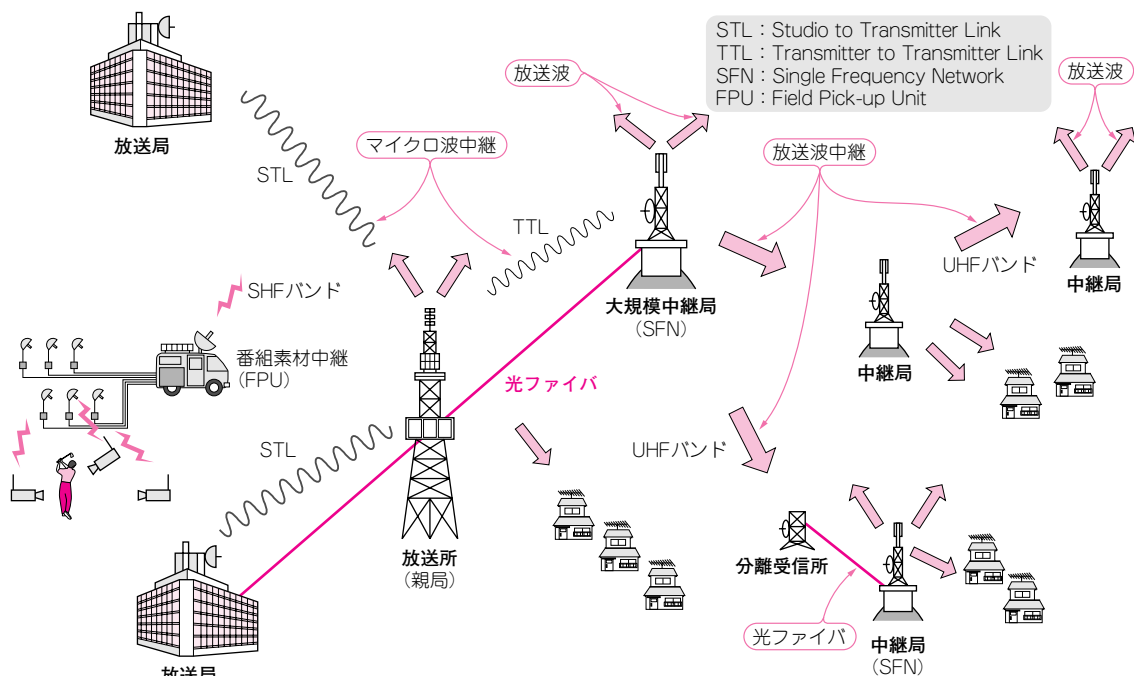
電波と光を融合したマイクロ波フォトニクス技術は、無線通信、計測、アレイ・アンテナ、電波天文、CATV等の幅広い応用範囲があり、国内外で研究開発、実用化が活発に行われています。(1)その中でRadio over Fiber(RoF)技術は、変調された電波を再生せずに、そのまま光に乗せ光ファイバ中に閉じ込めて長距離伝送する技術です。その応用システムの一つが、無線通信における電波不感地を解消して、無線アクセス・システムのユビキタス化を実現することを可能とするシステムです。

テレビ放送を全国に分配伝送するため、無線による手段として、図1に示すようなマイクロ波配信技術(STL: Studio Transmitter Link, TTL:

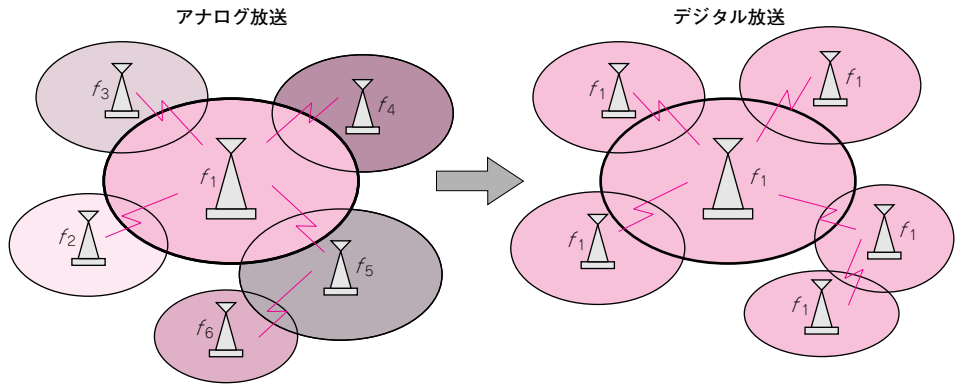
Transmitter Transmitter Link)および親局の放送波を受信しそのまま自局のサービス・エリアへ所定の出力で再送信を行う、放送波中継技術が使われています。(2)これは2003年12月から本放送が始まった地上デジタル放送でも同様です。

放送波中継は、中継用の新たな周波数が不要なため、周波数の有効利用が図れることとコストの面で有利と考えられています。しかしながら親局から中継局までの中継回線にマルチパスやフェージングなどの妨害がある場合、受信信号劣化を引き起こすといった問題があり、放送信号伝送のための経済的な冗長伝送路の確保が重要となっています。そこで、光通信インフラの整備が急激に進んでいることから、重要回線の確保のため、経路冗長回線として光ファイバ網を活用することが有効と考えられています。

光ファイバは無線中継と比べて耐災害性は低いもの



〈図1〉地上デジタル放送ネットワークの概観



〈図2〉
地上デジタル方式におけるSFN構想

の、電波フェージングなどの影響を受けないという特徴があり、この地上デジタル放送ネットワークにおいても上記問題を解決する一手段およびマイクロ波中継回線における周波数不足解消として注目されており、冗長系としての利用、放送波不感地帯に対する補完手段、更には番組素材中継(FPU：Field Pick-up Unit)としての検討および実用化が行われています。

本稿では、地上デジタル放送波に関する三つのRoF技術について説明します。

放送波中継用の無給電光伝送装置

■ 光ファイバの低伝送損失、広帯域の特徴を活かす

地上デジタル放送では、図2に示すように多くの中継局で周波数の有効利用のためSFN(Single Frequency Network)が採用される予定です。

放送波中継でSFNを行う場合、大きな課題の一つが、自局の回り込み対策です。親局からの受信波と中継局の送信波の周波数が同じであることから、中継局の送信波が自らの受信アンテナに回り込み、受信信号劣化を引き起こしてしまいます。このためには、送受信点を分離させてアイソレーションを確保する方法が有効と考えられています。しかし、同軸ケーブルを使って分離する場合、伝送損失を考慮すると受信点でIF信号に変換することが不可欠であり、再度元の信号に復元するためには、送信点から受信点に基準信号を送る必要があります。またこの方式は、チャンネル専用となり、多チャンネルを一括伝送する場合はさらに複雑となってしまいます。

そこで、光ファイバの低伝送損失、広帯域の特徴をいかす、パッシブ駆動可能なLN(LiNbO₃)外部変調器を使い、RF周波数帯の光伝送を可能にした無給電光伝送装置が開発・実用化されています。⁽³⁾⁽⁴⁾無給電光伝送装置は、RF帯電気信号を光信号に直接変換し

て伝送する装置であり、以下の特徴を備えています。

- ① 受信点への電源供給が不要
- ② 送受信間が電氣的に分離されているため、雷害に対する信頼性が向上
- ③ RF信号のまま直接変調して低損失で多チャンネルの一括伝送が可能

■ LN光変調器の基本構造と動作原理

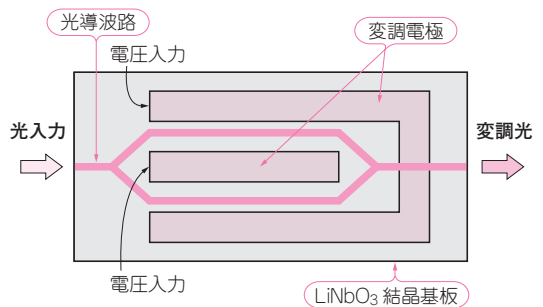
基本構造は図3に示すようにLiNbO₃(Xカット)結晶基板上にTi熱拡散により光導波路が形成され、その形状は入射した光をいったん分岐させてから再び合流する分岐干渉型光導波路となっています。分岐された2本の光導波路を挟んで変調電極が配置され、変調電極に電圧が加えられると、結晶がもつ電気光学効果により電圧に比例して光導波路の屈折率が変化し、合流するときの干渉によって光強度が変調されます。

図4はLN光変調器の入力電圧に対する光出力強度の関係です。変調電極の入力電圧Vに対するLN光変調器からの光出力強度P[W]は次式で示されます。

$$P = \left(\frac{P_0}{2} \right) \left\{ 1 + \sin \left(\frac{\pi V}{V_\pi} \right) \right\} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、P₀：LN光変調器の最大光出力強度[W]、V_π：半波長電圧[V]

また本装置の場合、LN光変調器は無バイアスで使



〈図3〉LN光変調器の基本構造