

## フルコヒーレント光伝送方式を用いた光アクセスネットワークに関するスケーラビリティの検討

The scalability of optical access network using fully coherent transmission systems

吉本 直人 (Naoto Yoshimoto)

Tel & Fax: 0123-27-6051 E-mail: n-yoshi@photon.chitose.ac.jp

Wideband frequency conversion method based on photonic double mixing using multiple optical sub-carriers is proposed. The frequency conversion efficiency of this mixer strongly affects the scalability of the access network scalability. The requirement to obtain the same scalability as the current PON system was estimated from the network simulation.

本研究は、今後大容量化・多様化する光および無線アクセスネットワークにおいて、光周波数からミリ波・テラヘルツ波までの全てのスペクトルをシームレスに活用することによって、常時/災害時に係わらずネットワーク資源の柔軟な拡張・転用を可能とすることを目指している。キーとなる広帯域の周波数変換方式の一つとして、2つの光サブキャリアを用いた photonic double mixing を図1に示す。まず、初段の UTC-PD において、信号光とサブキャリア光を mixing することによって、ミリ波領域に周波数変換を行う。次に、この周波数変換された信号光を所望の周波数に変換するため、2本のサブキャリアの beat 信号によって生成された local 光によって、再度 mixing を行う。図2は、この周波数変換効率とフルコヒーレント方式をベースとした光アクセスシステムのスケーラビリティの関係を示した。光配線網は既設の光スプリッタが配置されているシングルモード光ファイバ網とした。Photo double mixing による変換効率が向上するほど、同一光スプリッタ配下に収容できるリモート基地局が増加する。インライン光増幅器の利得を 20dB とした場合、既設の PON システムと同等の ONU 数 (リモート基地局数) である 32 を実現するためには、目標とする周波数変換効率はおよそ -30dB である。

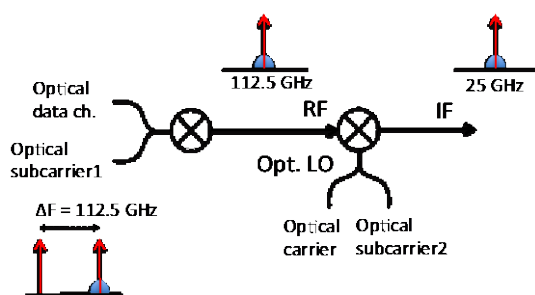


Fig.1 Photonic Frequency Double-mixing

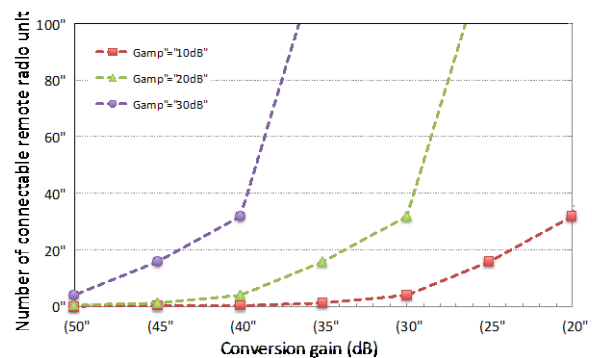


Fig.2 周波数変換器の変換効率と提案システムが収容できるリモート局の数

参考文献：

1. 吉本直人 “光・無線融合アクセスネットワークと光デバイスへの期待,” 電子情報通信学会誌, Vol. 99, No.11, pp.1096 - 1102 (2016)
2. N Yoshimoto et al., “Connected OFCity Challenge for Future Services in a Smart City”, OFC2017, Los Angeles, March 20, 2017.

## ハイブリッド帯域制御を用いた EPON による分散 4K ビデオカメラ モニタリングサービス

### Distributed 4K-Video Camera Monitoring service on Ethernet PON System using Hybrid Bandwidth Allocation

吉本 直人 (Naoto Yoshimoto)

Tel & Fax: 0123-27-6051 E-mail: n-yoshi@photon.chitose.ac.jp

Wideband frequency conversion method based on photonic double mixing using multiple optical sub-carriers is proposed. The frequency conversion efficiency of this mixer strongly affects the scalability of the access network scalability. The requirement to obtain the same scalability as the current PON system was estimated from the network simulation.

来るべき IoT 時代における安心で快適なコミュニティを実現するために、高解像度を有するビデオカメラをセンサとした映像情報をビッグデータとして活用するサービスが期待されている。本研究では、FTTH の普及によってすでに広く敷設されている Ethernet PON を用いることによって、初期の設備投資を抑制しつつ、既存の WiFi スポットサービス等既存のブロードバンドサービスとも共存が可能な 4K ビデオカメラモニタリングサービスを提案した (図 1)。本サービスの最大の特徴は、従来のアクセス系とは異なり「上り方向主体」なことであり、上り方向トラフィックの帯域制御がキーとなる。そこで、サービスの状況に応じて、固定帯域割当 (FBA) と動的帯域割当 (DBA) モードを選択する。キューの優先制御については、4K ビデオ映像のトラフィックを high とし、共存する Internet サービスを normal(best-effort)とした。ストリーミング形態のビデオトラフィックのフレームサイズは固定とした。トラフィック負荷は、バーストサイズを変えることで調整した。図 2 にシミュレーション結果を示す。ビデオカメラを 32 台收容し、かつ Internet サービスと共存する場合においては、FBA モードは遅延量が大きく増大するものの、DBA モードでは、Internet サービスを利用するユーザ数が増加しても、遅延量の増大を抑制する結果が得られた。

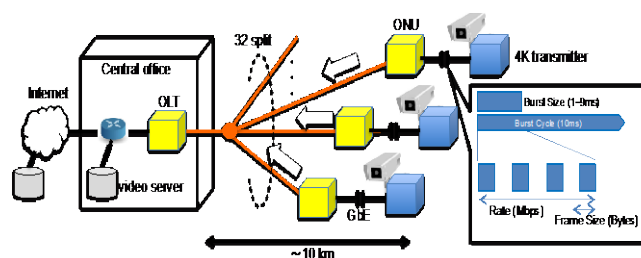


図1 Ethernet PON を用いた4kモニタリング

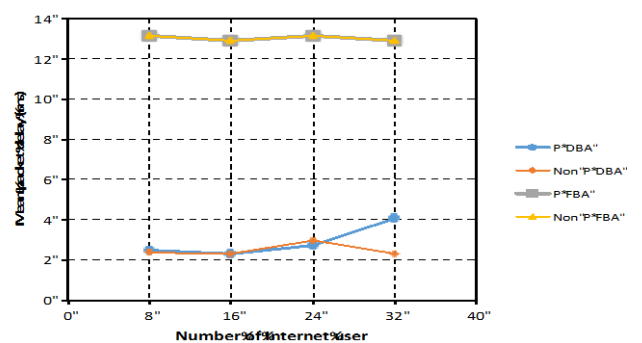


図2 4kビデオパケットの遅延量と、共存するインターネットサービスの利用ユーザ数との関係

参考文献：

1. Akihisa Shoji, Naoto Yoshimoto, "Distributed 4K-video camera monitoring service on Ethernet PON system using hybrid bandwidth allocation for secure community," OECC2016, WA2-10, Niigata, Japan, July 2016

## IoT 時代における農園向け広域・大容量センサーネットワーク

A study of broadband and wide-area sensor networks for agricultural land in IoT era

吉本 直人 (Naoto Yoshimoto)

Tel & Fax: 0123-27-6051 E-mail: n-yoshi@photon.chitose.ac.jp

Wideband frequency conversion method based on photonic double mixing using multiple optical sub-carriers is proposed. The frequency conversion efficiency of this mixer strongly affects the scalability of the access network scalability. The requirement to obtain the same scalability as the current PON system was estimated from the network simulation.

近年、各種センサによって収集したデータを解析することにより、農産物の生産性の向上を図ることや、農業従事者のノウハウやスキルのデータ化（みえる化）をするため、ICT技術の農業への積極的な活用が活発に検討されている。一般的に、センサによって収集される温湿度や濃度等のデータの情報は小さいが、最近では、画像や映像を用いることによって、発育状況の観察や農園の監視・鑑賞といったことが検討されており、取り扱われるデータの情報量が増大することが予想される。このように、農園内の様々なセンシング対象からデータを収集し、リアルタイムかつ経済的に通信事業者ネットワークに接続する農園内ネットワークの検討が必要である。図1に農園内ネットワーク構成の一例を示す。これは、農園内の様々なデータを収集するセンサーネットワークである。検討した通信方式として、近年新たなライセンスフリーバンドとして勧告された920MHz帯を用いたマルチホップ無線方式がある（IEEE802.15.4g 準拠）。920MHz帯は、2.4GHz帯に比べ電波到達性が高く、かつ430MHz帯より高速化が可能であるといったバランスの良い性能を有していることが特徴である。また、マルチホップ技術を用いることにより無線通信の品質の向上や通信環境が悪化した場合の最適経路の自動選択などシステムの信頼性の向上につながっている。したがって、農場のような屋外環境では、電波伝播環境の変化を考慮した信頼性の高いネットワーク構成が重要となる。また、伝播距離延伸化の一手法として、マルチホップ機能の検証実験を行った。図2にマルチホップ機能の評価結果を示す。中継機は、前述の沖電気社製の無線ユニットを中継モードに設定することで対応した。図2に示すとおり、中継器を2台まで用いたマルチホップ機能によって、伝播距離を600mまで延伸しても受信電波強度を十分確保できることが明らかとなった。

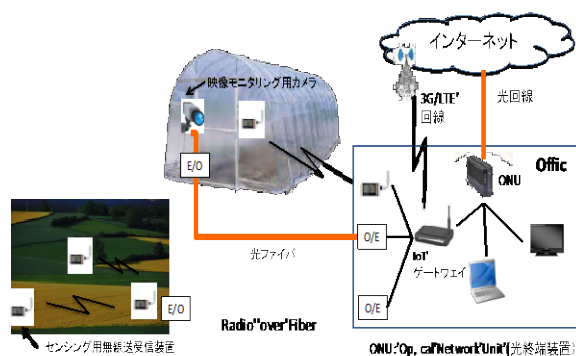


図1 農園内ネットワーク構成

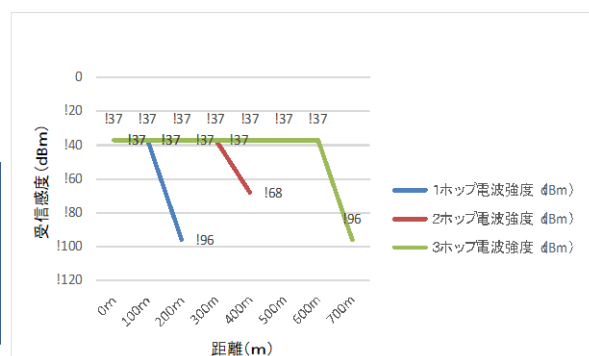


図2 マルチホップ機能を用いた場合の受信電波強度と伝搬距離との関係