

## NG-PON2 システムへのフルコヒーレント光伝送方式のオーバーレイモデルの提案

### Proposal of Fully coherent optical transmission system overlay on NG-PON2

吉本 直人 (Naoto Yoshimoto)

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

An overlay model the fully coherent optical transmission system with a frequency bank and a wideband frequency convertor overlay on standardized NG-PON2 system is proposed. Various wireless services can be provided and co-existed with the conventional optical broadband services based on the same access fiber infrastructure. To obtain the scalability of this overlay network as large as NG-PON2, the quality of wireless signal and the frequency conversion gain are important.

本研究は、大容量化・多様化する無線アクセスサービスを既設の光ファイバインフラと光アクセスシステムを有効に活用することによって、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。ここでキーとなるのは、広帯域の周波数変換器によって、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「フルコヒーレント伝送方式」である。今回、標準化が完了した最新の光アクセスシステムである NG-PON2 (Next-generation Passive Optical Network-2) に、フルコヒーレント伝送方式をオーバーレイするモデルを提案する (図 1)。NG-PON2 システムの伝送距離としての拡張性は、仕様として 40km が規定されている。フルコヒーレント伝送方式を NG-PON2 にオーバーレイする場合、無線アクセス区間の伝送品質の要求条件を定めておく必要がある。特に、既存の光ブロードバンドアクセスサービスを同一光スプリッタ配下で提供する場合は注意が必要である。図 2 に、無線信号の品質 (EVM) と光区間の伝送可能距離の関係を様々な変調方式に対してシミュレーションした結果を示す。標準的な 32 分岐相当の PON の伝送距離 (10km) では問題ないものの、伝送可能距離を 40km に長延化するためには、EVM の低減ならびに変調多値度を低く抑える必要性がある。これより、本提案モデルでは、無線区間の電波環境のみならず光区間の伝送距離に応じて適応変調等の伝送品質を考慮したしくみが必要であることを明らかにした。

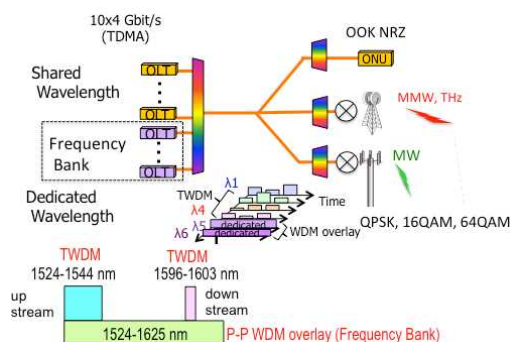


Fig.1 Full-coherent Access over NG-PON2

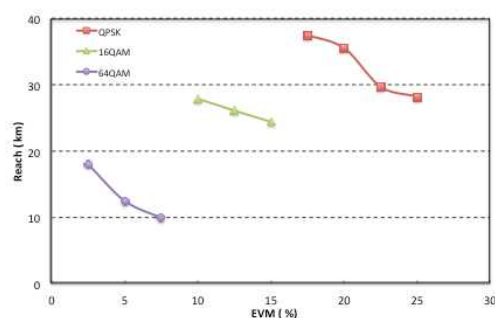


Fig.2 Reachable distance of NG-PON2 as a function of EVM

参考文献 :

1. N Yoshimoto et al., "Fully-virtualized access network using coherent technology towards beyond-5G era", OFC2018, San Diego, CA, March, 2018

## 4k ビデオと LiFi を用いた病院向け光無線ネットワーク

### High-Definition Video Monitoring and Light Fidelity (Li-Fi) Services in Hospital utilizing Optical Wireless Access based on Passive Optical Network

吉本 直人 (Naoto Yoshimoto)

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

We propose the concept of "Hospital Multi-purpose Lighting Communication Network Service" that can gather all data in the hospital without radio waves. We firstly define the model of this network service and propose the network configuration for providing this service in the hospital on the practical FTTH infrastructure. And then we verify the feasibility and scalability of the service on the commercially available FTTH infrastructure. Finally, we discuss the possibility to deploy the Li-Fi communication.

一般的に病院内では無線電波が医療機器に影響を及ぼす可能性があるため、その使用が制限されている。そこで、ケーブルを用いない（無線）光情報伝送技術として、4k 映像モニタリングと Li-Fi に着目し、多目的光ネットワークサービスを提案した。本サービスは、高解像度を有する 4k ビデオカメラを用いた手術室等での映像情報を、ネットワークを介して相互活用する他、Li-Fi を用いた病棟等での各種生体情報を、ビッグデータ解析などに活用することなどを想定している。本提案では、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、既存のブロードバンドサービスとも共存が可能となっている（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、上り方向トラヒックの帯域制御がキーとなる。ネットワークシミュレーションを用い、サービス共存化でのトラヒックについて調べた。その結果、動的帯域割当技術と優先制御を適切に選択することによって、4 台の 4K ビデオ映像と共存化においても、104 台個々の Li-Fi のスループットは 3 Mbps 程度確保できること可能であることを示した。

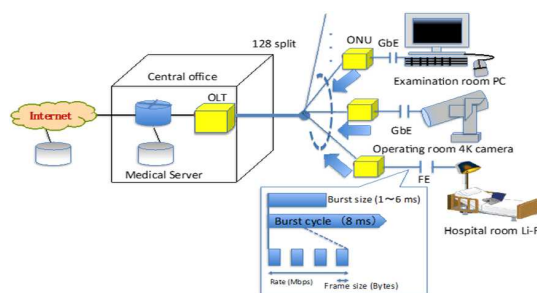


Figure 1. Hospital network configuration based on 1G-EPON connected by video monitoring and Li-Fi

参考文献：

1. Yoshihiro Yamaji, Yoshiaki Yamabayashi, and Naoto Yoshimoto, "High-Definition Video Monitoring and Light Fidelity (Li-Fi) Services in Hospital on Broadband Passive Optical Network," 18th Chitose International Forum (CIF18), Proc., p-4, pp. 1-8, (2017)

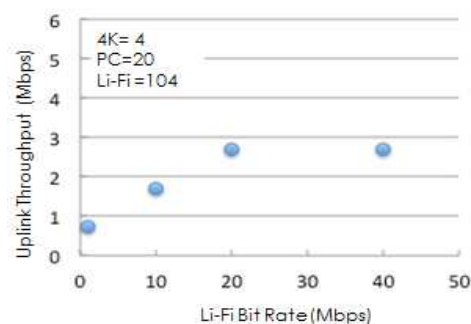


Figure 2. Li-Fi uplink throughput with co-existed 4K video monitoring as a function of bit-rate performance of Li-Fi device

## 既設光アクセスネットワーク設備を活用した $1.55\ \mu\text{m}$ LiDAR による自動運転補助サービスの検討

Study on automatic driving assistance service with  $1.55\ \mu\text{m}$  LiDAR utilizing existing optical access network

吉本 直人 (Naoto Yoshimoto)

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

We propose a broadband and wide-area sensing network by using the multiple-hop wireless system in the unlicensed 920 MHz band for large-scale agricultural farms. We experimentally confirmed the reach extension up to 600 m using the multiple-hop function of two repeaters in the outdoor circumstance.

近年、車載センサを用いた運転支援システムの開発が精力的に行われているが、車載センサは走行速度が遅い場合では作動しない、または車載センサが搭載されていない自動車は運転支援サービスを全く受けられないなどの課題がある。そこで、交差点内の交通事故を減少させるための新たな安全運転支援サービスを提案する。このサービスの提供に向けた歩行者等の位置検出技術としてLiDAR技術（光無線技術）を用いる。LiDARの送受信部は交差点にある信号機上に設置することを想定している。ここで、すでにネットワーク化が進んでいる信号機網に既設の光アクセスネットワークシステムで広く展開しているPONシステムを適用することによって、光アクセスネットワーク技術を活用した、新たな安全運転のための道路交通インフラを実現することができる(図1)。LiDARの波長にはアイセーフのため、通信の下り波長の一つである $1.55\ \mu\text{m}$ 帯を利用する。これにより、既存のPONシステムの映像配信用の光源や光波長フィルタ、光増幅器など既存技術を活用することができ、経済化も実現し易いメリットがある。本研究では、 $1.55\ \mu\text{m}$ 帯LiDARシステムの技術的可能性について検討した。波長 $1556.53\text{nm}$ 、出力 $1.36\text{dBm}$ のDFBレーザをパルス幅 $40\text{msec}$ 、duty比2%のパルス駆動回路で動作させ、光ファイバを $5\text{km}$ 伝送した後、光ファイバ増幅器で $7.3\text{dBm}$ まで増幅して、コリメータビームとして射出した。ミラーにより、ビーム方向をスキャンする構成となっている。受光はInGaAsのPIN-PDを用いた。検知物体の素材と角度について測定した結果を図2に示す。その結果から、拡散反射しやすい検知物体（白紙）は入射角が大きくても測定可能であった。また、人間の肌の場合、4倍の光出力であれば白紙と同等の結果が得られると推察され、歩行者位置検出といった運転支援サービスに対する本提案方式の実現可能性を示した。

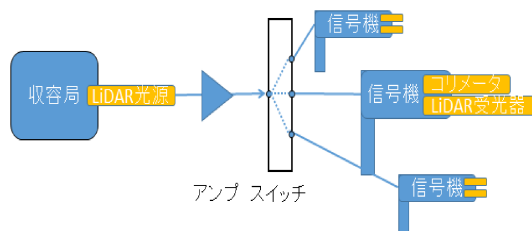


図1 光ファイバアクセスネットワークを利用したLiDARシステム構成

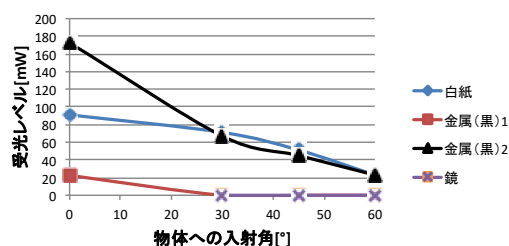


図2 検知物体への入射角と受光レベル