



2026 年 7 月 22 日

報道関係者各位

慶應義塾大学

Beyond 5G 時代の大容量メトロネットワーク実現に向けた最新技術を 公開デモンストレーション

—デジタルツインによる信号品質のリアルタイム予測・補正を公開—

慶應義塾大学未来光ネットワークオープン研究センターの山中直明特任教授の研究グループは、自ら General Chair を務める国際学術会議 International Conference on IP/IoT & Processing + Optical Network 2026 (iPOP2026)において、Beyond 5G 時代の大容量・低遅延ネットワークの実現を支える「マルチバンド超多波長メトロネットワーク*1」の研究成果をデモンストレーションとして公開します。

本デモンストレーションは、波長間の光エネルギー移動によって生じる信号品質の劣化（ラマンチルト*2）を、コンピュータ上に構築したデジタルツイン*3 によってリアルタイムに予測・自律補正することで、従来必要だったダミー光を用いることなく、大容量ネットワークの動的かつ安定した運用を実現します。これは、Beyond 5G 時代に求められる大容量・低遅延ネットワークの実用化に向けた重要な技術です。

本研究成果を世界中の研究者・技術者が集う国際学術会議で実証・公開します。ぜひご取材ください。

1. 国際会議iPOP2026におけるデモンストレーション実施概要

日時：2026 年 7 月 30 日（木）－ 7 月 31 日（金）

*デモンストレーションは、展示開催期間中（30 日 12:30～17:30、31 日 9:30～15:00）常時ご覧いただけます。

会場：慶應義塾大学矢上キャンパス 14 棟 創想館 B2 階マルチメディアルーム

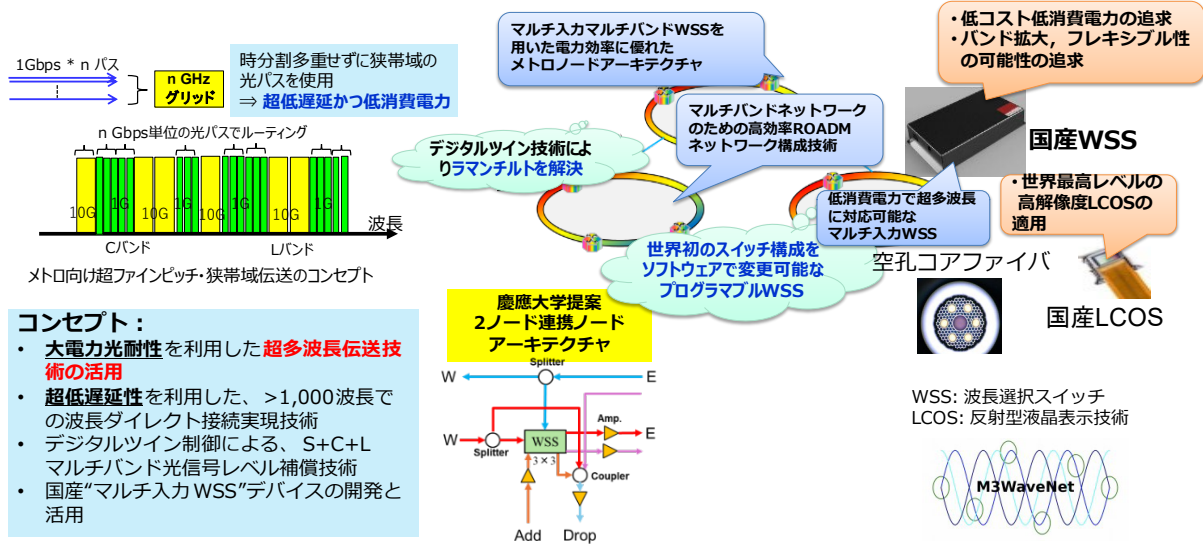
交通アクセス：東急東横線・東急目黒線・横浜市営地下鉄グリーンライン日吉駅 徒歩 15 分

<https://www.keio.ac.jp/ja/about/campus/yagami/>

iPOP2026 公式サイト（英語）：<https://www.pilab.jp/ipop2026/>

2. デモンストレーションについて

Beyond 5G の実現に向けて、都市圏内を結ぶメトロネットワークでは、オールフォトニクスネットワーク化とともに、現在の光ファイバ1本あたり数十チャネル*4から将来的に数千チャネルへと、通信容量を大幅に拡大することが求められています。これを可能にする技術として、複数の波長帯域（バンド）を組み合わせる超多数（目標 10,000 波長）の波長チャネルを利用するマルチバンド超多波長メトロネットワーク*1 が注目されています（図 1）。本ネットワークを活用することで、大容量・超低遅延の通信を実現することができます。



しかし、多数の波長を同時に伝送すると、波長チャネル間で光エネルギーが移り合う物理現象（誘導ラマン散乱）によって、受信側での信号強度のばらつき（ラマンチルト*2）が生じ、通信品質が劣化する原因となります（図 2）。このばらつきの大きさは光パス*5 の追加・削除のたびに変わります。従来は数十チャネルをダミー光*6を用いて予め埋めることで変化を無くした固定パターンの事前計算を行うことによって対処してきましたが、チャネル数が増えるに従いダミー光の挿入に伴う消費電力の増大が課題でした。また、オールフォトニクスネットワークにおいては、全ての光ファイバリンクをダミー光で埋めることが困難であり、動的にネットワークの利用状況が変化するメトロネットワークの運用には大きな課題が存在していました。

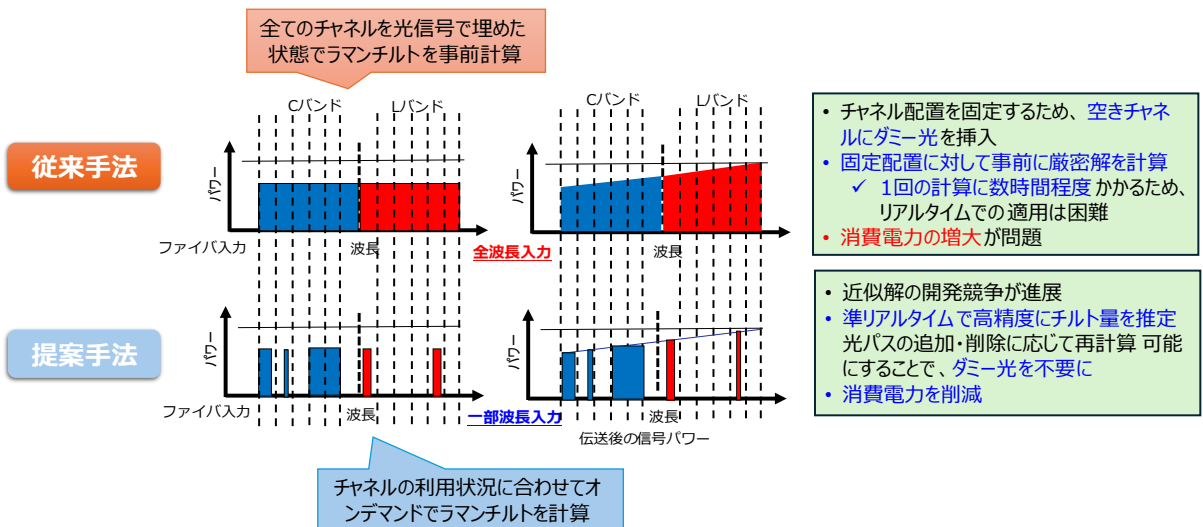


図 2：ラマンチルトによる光パスへの影響への対処手法

本デモンストレーションでは、図 3 に示すような構成によって、現実のネットワークをコンピュータ上にリアルタイムで再現するデジタルツイン^{*3}技術を活用し、ダミー光を用いることなく光パスの追加・削除が生じるたびにラマンチルトの影響を瞬時に推定します。その結果を波長選択スイッチ（WSS^{*7}）にフィードバックして自律的に補正することで、C+L バンドを用いた 200 チャンネル級のマルチバンド超多波長メトロネットワークの動的かつ安定した運用を、デジタルツイン機能を具備したネットワークエミュレータ^{*8}上でリアルタイムで実演します。

- ・ **デジタルツインメトロネットワークエミュレータ**
 - ・ **サイバー空間**で、ラマンチルトを推定して光パスへの影響を事前計算
 - ・ **物理空間**で、WSSを制御して、ラマンチルトの影響を補償
 - ・ **ノードでの測定データに基づいて サイバー空間のモデルを変更（研究開発中）**
- ・ **業界標準のモデルを拡張して利用し、慶應大学提案のノードアーキテクチャにも対応**

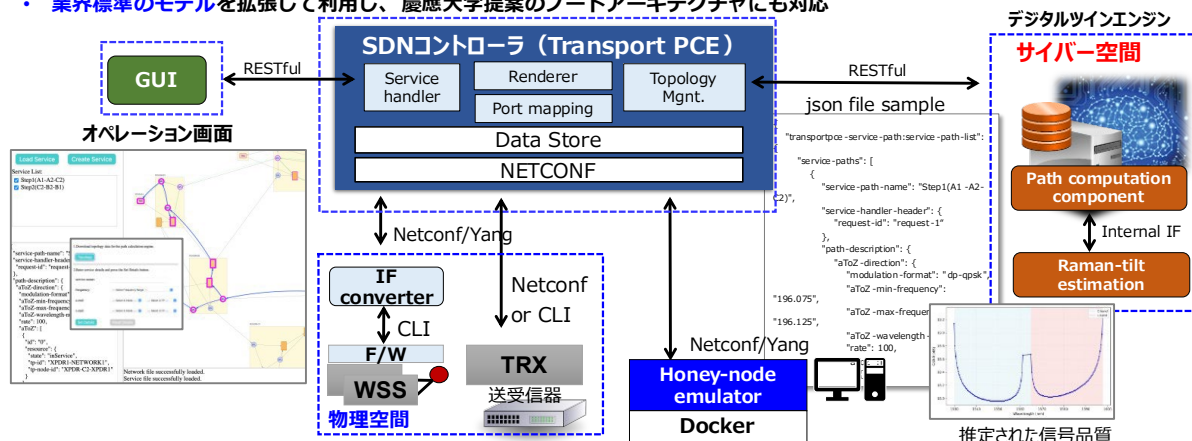


図 3：ネットワークエミュレータによるデモンストレーションの概要

本デモンストレーションは、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT（エヌアイシーティ一））の委託研究（JPJ012368C08501）の成果に基づくものであり、日本電気株式会社およびエビフォトンクス株式会社と共同で実施します。

【補足情報】

（*1）マルチバンド超多波長メトロネットワーク

光ファイバ通信で使用する波長帯域を従来の C バンドから複数のバンド（C+L バンド等）に拡張し（マルチバンド伝送）、現在の数十倍から 1,000 倍以上の超多数（将来目標 10,000 チャンネル）の波長チャンネルを用いて大容量通信・超低遅延を実現するメトロネットワーク技術。慶應義塾大学等が研究開発を進めているコンセプト。

メトロネットワークとは、都市圏内において、通信事業者の基幹設備（中継網）と各家庭・企業の接続設備（アクセス網）を結ぶ中間の通信ネットワークのこと。

（*2）ラマンチルト

複数の波長の光信号を同時に伝送する際、波長間で光エネルギーが遷移する現象（誘導ラマン散乱）によって、受信側で波長ごとの信号強度にばらつきが生じること。ばらつきについては中継ノードで受信時の偏差を補正することで伝送品質を一定程度改善することが可能であるが、ラマンチルトの影響を正確に推定する必要がある。光パスの構成が変わるたびにその影響が変化し、影響の計算には膨大な時間を要していたため、これまでリアルタイムでの推定・補正が技術的に困難とされてきた。

(*3) デジタルツイン

現実の物理ネットワークの状態や挙動を、計算機上の仮想空間にリアルタイムで再現する技術のこと。物理的な装置を使わずにネットワークの挙動の予測や制御の検証が可能となる。

(*4) チャネル

光ファイバ通信において、異なる波長の光それぞれが一つの通信回線（チャネル）に相当する。波長を多数使うことで、1本のファイバで大容量の通信が可能になる。

(*5) 光パス

光ネットワーク内で、送信元から受信先まで光信号が伝わる経路のこと。

(*6) ダミー光

実際のデータを運ばない空の光信号。従来のラマンチルト補正では、パス構成を固定した状態でダミー光を埋め込み、その条件下での補正量を事前に計算する方式が用いられてきた。

(*7) WSS (Wavelength Selective Switch : 波長選択スイッチ)

光ネットワークのノード（中継点）において、波長ごとに異なる方路へ信号を切り替える光スイッチ装置。信号強度のばらつき補正（イコライザー機能）にも活用される。

(*8) ネットワークエミュレータ

実際の光ネットワーク機器の動作をコンピュータ上でソフトウェアにより模擬するシステムのこと。実機を用意せずにネットワーク技術の検証・実演が可能。

* ご取材の際は、事前にメール（yamanaka@keio.jp）にてご一報下さいますようお願い申し上げます。

* 本資料は文部科学記者会、科学記者会、各紙科学部、テレビ局報道部等に送信しております。

本発表資料のお問い合わせ先

<研究内容について>

慶應義塾大学新川崎先端研究教育連携スクエア 特任教授 山中直明

Tel : 044-580-1567 e-mail : yamanaka@keio.jp

<本リリースの配信元>

慶應義塾広報室 担当：向坂（さぎさか）

Tel : 03-5427-1541 e-mail : m-pr@adst.keio.ac.jp