

(報道発表資料)

2023.8.29

日本電信電話株式会社  
国立大学法人北海道国立大学機構北見工業大学

## 世界最高の給電能力を有した高速光通信の実証に成功

～10km 以上先の無電源地点に光ファイバを用いて電力供給～

日本電信電話株式会社(本社:東京都千代田区、代表取締役社長:島田 明、以下「NTT」と)、国立大学法人北海道国立大学機構北見工業大学(北海道北見市、学長:鈴木 聡一郎、以下「北見工大」)は、1本の通信用光ファイバを用いて、高速かつ良好な通信品質を維持したまま 10 km 以上先の無電源地点へ 1 W 以上の電力を供給することに世界で初めて成功しました。本成果により、非電化エリアを含むあらゆる光通信の未踏エリアに高速光通信が提供可能になるほか、災害時に電源供給が失われた場合にも応急対応として光ファイバを用いた通信を確立できると期待されます。

今回の成果は、スコットランドで開催される光通信技術に関する世界最大の国際会議(49<sup>th</sup> European Conference on Optical Communications (ECOC))に採択され、現地時間の 2023 年 10 月 4 日に発表いたします。

### 1. 研究背景

光通信技術と無線アクセス技術の進展・普及により、日常生活ではどこでも高速のデータ通信が利用できるようになりました。一方、電源供給が困難な地帯では、無線アクセスの基地局を確保することが難しく、光通信の送信器や受信器を駆動することが困難でした。また近年、大規模地震や台風などにより、広域かつ長時間にわたる停電が発生し、復旧までに時間を要する深刻な事態が頻発しています。災害発生時には、被災地域との連絡手段をいち早く確保することが重要となります。

このため、通信用と給電用の 2 種類の光信号を 1 本の光ファイバで伝搬し、無電源の遠隔地との光通信を実現する技術が検討されています。しかし、従来の技術では光ファイバの入力光強度限界<sup>\*1</sup>により 10 km 以上離れた場所に、光通信装置の駆動に必要な電力を供給することは不可能でした。NTT は IOWN<sup>\*2</sup> の大容量光伝送基盤を実現する要素技術の 1 つであるマルチコア光ファイバ(以下「MCF<sup>\*3</sup>」)の研究開発を進めており、今回、MCF を使った光給電伝送について検討しました。

### 2. 本研究の成果と詳細

本研究では現在一般的に使用されている通信用光ファイバと同じ直径の細さで 4 個の光の通り道(コア)を有する MCF を用い、世界最高の自己給電伝送能力を実現しました。

### ① マルチコア光ファイバ(MCF)

図1に MCF を用いた光給電伝送システムの概要を示します。今回使用した MCF は、既存の光ファイバと同じ細さで、かつ各コアが既存光ファイバと同等の伝送特性を有するため、通常の光通信（光給電を必要としない光通信）にも既存の伝送装置と組み合わせて使用することができます。また、各コアが独立して（コア間で光信号の混信を生ずることなく）使用できるため、任意のコアを給電用にも通信用にも、あるいはその双方に割り当てることができます。

本検討では光給電量を最大とするため、4 コアに波長 1550 nm の給電用の光源を入力しました。更に、4 コアのうちの 2 コアを用い、各コアに波長 1310 nm の上りおよび下り信号を割りあてて双方向の光通信を実現しています。また、2 コアの組合せを 2 セット設定することもでき、これにより 2 つの独立した通信システムを構成することが可能です。

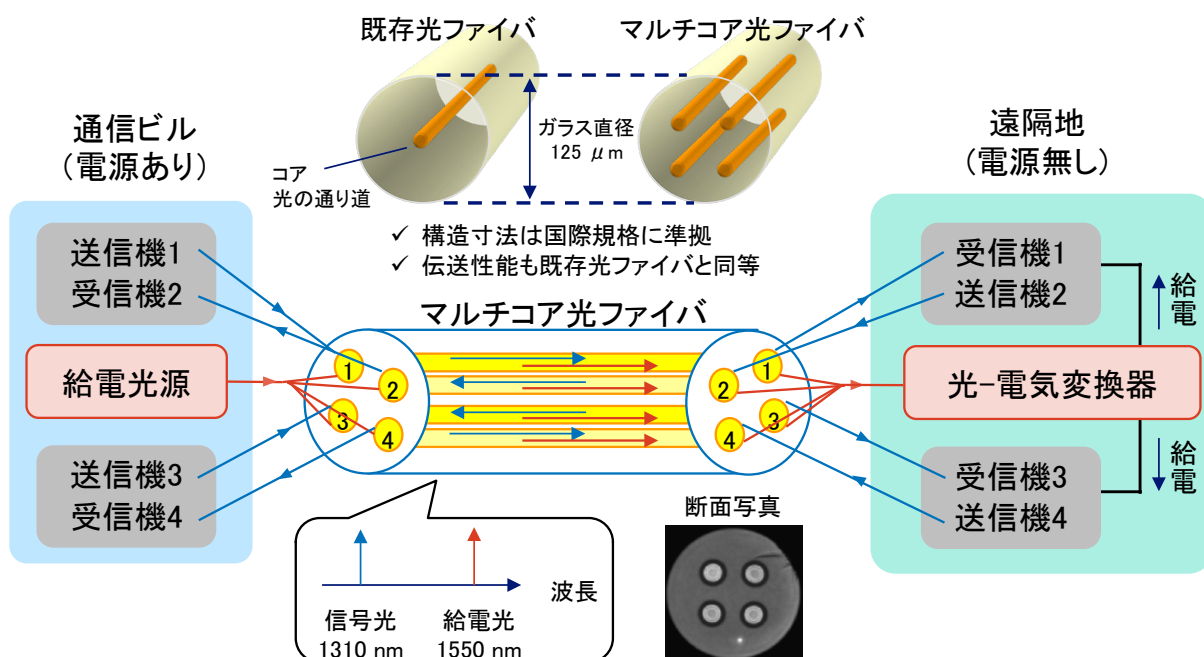


図1: マルチコア光ファイバを用いた光給電システムの概要

### ② 世界最高の自己給電伝送能力

光給電能力は伝送距離と供給電力の積で表すことができます。本検討では、MCF の適用で単位断面積当りの供給電力を最大化し、光給電効率の劣化要因となるシステム内の戻り光を抑制することで、MCF を 14 km 伝送後に約 1 W の電力を得ることができました。光給電能力は 14 W・km で、これは世界トップの性能指数です(図 2 左参照)。

さらに、本検討では自己給電による伝送速度 10 Gbit/秒の双方向光通信も実証しました。10 Gbit/秒の伝送速度は、現在、一般ユーザ用にサービス提供している光通信の最高速の伝送速度です。本検討では、2コアで上り下りの1システムの構成について検討を行い、14 km 伝送後で良好な伝送特性を確認しました。伝送速度と伝送距離の積を、自己光給電伝送における伝送性能の指標と考えると、本検討では 140 Gbit/秒・km の世界最高の伝送性能を実現することができました(図2右参照)。

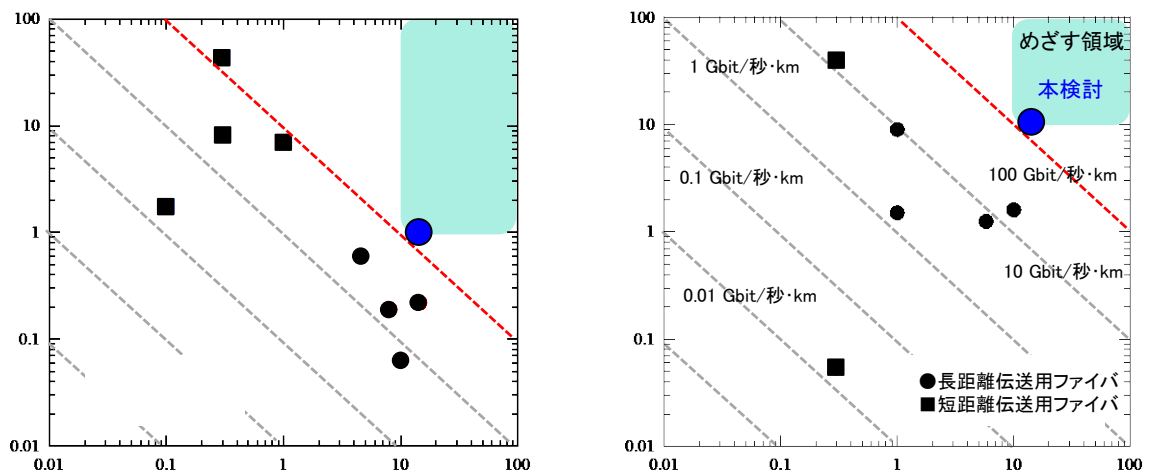


図 2: 光ファイバを用いた自己給電光伝送の実験例における、供給電力と伝送距離の関係(左)および伝送容量と伝送距離の関係(右)

### 3. 各社の役割

NTT: MCF の最適化および光給電システムの構築と伝送特性評価

北見工大: 作製した MCF の光給電能力の解明

### 4. 今後の展望

今回の実験結果は、現在の光ファイバと同等の特性を有するマルチコア光ファイバを用いることで、通常の長距離高速光通信にも、光給電型の双方向光通信にも対応できることを示したものです。これにより、災害時・緊急時には、電源回復が困難なエリアに通信ビルから給電光を送出することで通信装置を遠隔駆動しネットワークのレジリエンスが向上できます。また、将来的には平時においても河川・山間部などの非電化エリアや、強電磁界や腐食などによる電化困難エリアなど、あらゆる場所で光通信を提供可能とすることができ、多様な IoT 機器と連携したセンシングネットワークの実現にも貢献できると期待されます。光給電能力の更なる改善に向け、今後も産学連携による研究開発を推進していきます。

<参考・用語解説>

※1 光ファイバの入力光強度限界

光ファイバの出力光強度は入力側の光強度に比例して増減しますが、入力光がある光強度（閾値）を超えると、入力光が違う成分（波長）の光に変換される現象が生じ、出力側の光強度が増加せず飽和してしまいます。この閾値が光ファイバの入力光強度限界となり、入力光強度限界は、光ファイバの伝送距離が長くなるほど、また光ファイバ中の光信号を伝搬する領域（コア）が小さくなるほど低下してしまいます。このため、高速光伝送に適した小さなコアを有する通信用光ファイバでは、より遠方により高強度の光信号を送ることが困難でした。

※2 IOWN(Innovative Optical and Wireless Network)構想

<https://www.rd.ntt/iown/index.html>

※3 マルチコア光ファイバ(MCF)の研究開発例

<https://group.ntt.jp/newsrelease/2017/08/08/170808b.html>,

■本件に関する報道機関からのお問い合わせ先  
日本電信電話株式会社  
情報ネットワーク総合研究所 広報担当  
nttrd-pr@ml.ntt.com

国立大学法人北海道国立大学機構北見工業大学  
企画総務課広報戦略係  
soumu05@desk.kitami-it.ac.jp  
TEL: 0157-26-9116

29<sup>th</sup>, August, 2023

Nippon Telegraph and Telephone Corporation

Kitami Institute of Technology

**World's Highest Power over Fiber Transmission:  
Connect with non-electrified areas over 10 km away via optical fiber**

Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT, Chiyoda-ku, Tokyo; President and CEO: Akira Shimada) and Kitami Institute of Technology (Kitami, Hokkaido; President: Soichiro Suzuki) have succeeded for the first time in the world in supplying more than 1 W of electrical power to a point without power supply more than 10 km away using one single-mode optical fiber, while maintaining high communication speed and quality. This achievement is expected to enable the provision of high-speed optical communication to arbitral areas where optical communication is not provided, including areas without a power supply, and to establish emergency optical communication in the event of a disaster when the power supply is lost.

This remarkable research was accepted for presentation at the world's largest international conference on optical communication technology (the 49th European Conference on Optical Communications (ECOC), to be held in Glasgow, Scotland), where it will be delivered on October 4, 2023.

## [Research Background]

With the progress of optical communication and wireless access technologies, high-speed data communication is now available everywhere in our daily lives. On the other hand, in the non-electrified area, it has been difficult to establish a wireless base station and/or optical access point. In recent years, large-scale earthquakes and typhoons have frequently caused widespread and prolonged power outages, resulting in serious situations that require time for restoration. In the event of a disaster, it is important to quickly restore communication with the affected area.

For early restoration of communications in emergency situations, research is being conducted on technologies that can achieve optical communication with remote non-electrified areas by propagating optical signals for communication and power supply over optical fibers, namely, power over fiber (PoF) transmission. However, with conventional technology, it is impossible to supply electrical power to locations more than 10 km away due to the optical input power limit of optical fibers<sup>\*1</sup>. NTT has been conducting research and development of multi-core optical fiber (MCF<sup>\*2</sup>), one of the key technologies to realize the IOWN<sup>\*3</sup> high-capacity optical communication infrastructure, and investigated optical power feeding and transmission using MCF.

## [Features of Achievements]

### 1. Multi-core optical fiber (MCF)

Figure 1 shows a schematic diagram of our proposed PoF system using MCF. The MCF has the same glass diameter as that of current optical fibers and each core has transmission characteristics equivalent to those of current optical fibers, so it can be used in combination with existing transmission equipment for ordinary optical communications. In addition, since each core can be used independently (without optical signal interference between cores), any given core can be allocated for either power feeding or communication, or both.

In this study, we used four cores for the optical power feeding to maximize the output power. A power feeding wavelength was set at 1550 nm. Furthermore, we used two of the four cores and assigned an uplink and downlink signal of 1310 nm to each core to achieve bi-directional optical communication. Two sets of bi-directional optical links can also be configured.

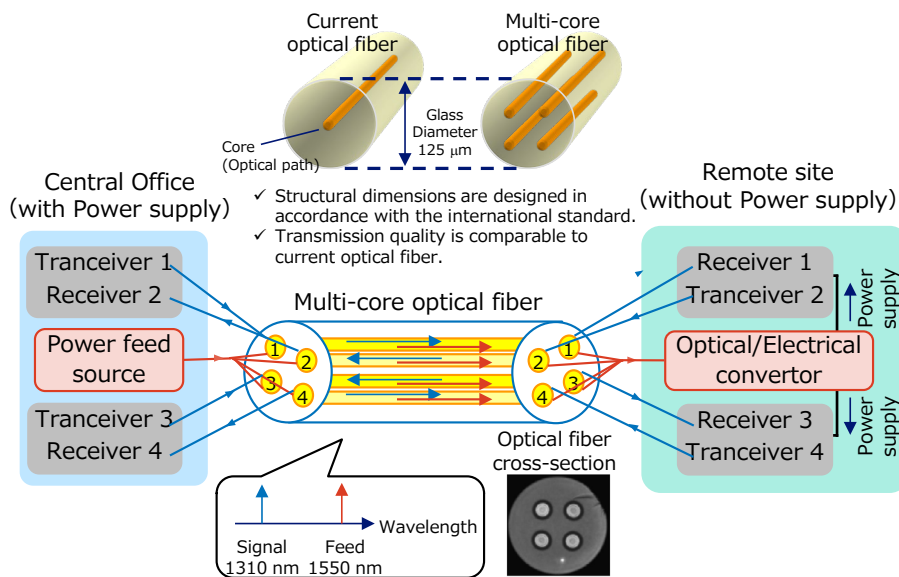


Figure 1 Schematic diagram of power feeding system utilizing multi-core optical fiber.

## 2. World's highest PoF transmission capability

Optical power feeding capability can be expressed as the electrical feeding power and transmission distance multiplicity factor. In this study, we achieved a highest  $1 \text{ W} \times 14.1 \text{ km}$  ( $14.1 \text{ W}\cdot\text{km}$ ) using the MCF and managing the undesired return light in the system, which reduces the output optical power (see Figure 2 left). In addition, we demonstrated a self-powered bi-directional optical communication system with a data rate of 10 Gbps. 10 Gbps is the fastest data rate that has been commonly used for a personal optical communication user. In this study, we investigated a two-core uplink/downlink system configuration and confirmed good transmission characteristics after a 14.1 km transmission. Considering the multiplicity factor of the data rate and transmission distance as an index of transmission performance in self-optical feeding transmission, the world's highest transmission performance of  $140 \text{ Gbit/s}\cdot\text{km}$  was achieved (see Figure 2 right).

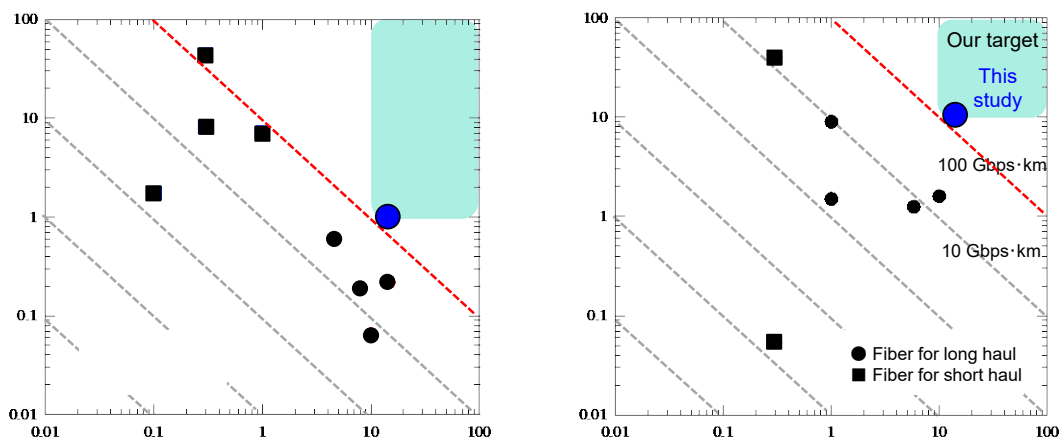


Figure 2 Relationship between electrical power and transmission distance (left) and transmission data rate and distance for the simultaneous transmission experiments of data and feed light (right) using a single optical fiber.

### [Future Prospects]

The present achievement has demonstrated that MCF, which has the same characteristics as currently used optical fiber, can be utilized for both usual optical communications and PoF-based optical communications. This improves the network resilience in times of disaster or emergency by sending power feeding light from a central office to areas where power supply is lost. In the future, it is expected that optical communications can be provided to non-electrified and hard-to-electrify area even during normal times. Our proposed technology also contributes to realize a sensing network by linking a variety of IoT devices. We will continue to promote research and development through industry-academia collaboration to further improve the optical power feeding performance.

### [Glossary]

#### \*1 Optical input power limit of optical fibers

The output optical power of an optical fiber is proportional to the input optical power, but when the input light exceeds a certain threshold intensity, the output optical power saturates due to the phenomenon of \*transmission distance of the optical fiber increases and as the core of the optical fiber becomes smaller. For this reason, it has been difficult to transmit optical signals of higher power over longer distances using

optical fibers with small cores, which are suitable for high-speed optical transmission.

\*2 Example of research and development of multi-core optical fiber (MCF)

<https://group.ntt/en/newsrelease/2017/08/08/170808b.html>

\*3 IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) concept

<https://www.rd.ntt/e/iown/index.html>

#### ■ Media Contact

NTT Information Network Laboratory Group

Planning Department, Public Relations Section

[nttrd-pr@ml.ntt.com](mailto:nttrd-pr@ml.ntt.com)

Kitami Institute of Technology

Planning and General Affairs Section

[soumu05@desk.kitami-it.ac.jp](mailto:soumu05@desk.kitami-it.ac.jp)