

プレスリリース
2025年3月27日

国立研究開発法人情報通信研究機構
アストロデザイン株式会社
株式会社フジクラ

非圧縮 8K 映像を扱う実システムに、 4 コア標準外径マルチコアファイバ伝送ユニットを世界で初めて実装

【ポイント】

- 4 コア標準外径マルチコアファイバ 8 本を有するマルチコアファイバケーブルを開発
- 非圧縮 8K 映像を扱う実システムにマルチコアファイバ伝送ユニットを導入
- 既存の各種情報配管や建物内部の僅かなスペースを用いた、超大容量情報伝送が可能に

国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT、理事長: 徳田 英幸) 未来 ICT 研究所、アストロデザイン株式会社 (アストロデザイン、代表取締役社長: 鈴木 茂昭) 及び株式会社フジクラ (フジクラ、取締役社長 CEO: 岡田 直樹) は、4 コア標準外径マルチコアファイバ 8 本を有するマルチコアファイバケーブルを開発し、非圧縮 8K 映像*1 を扱う実システムに、超大容量データ伝送ユニットとして実装することに、世界で初めて成功しました。

非圧縮 8K 映像システムでは、1 映像当たり毎秒 70 ギガビット程度のデータを伝送する必要があり、1 台の非圧縮 8K カメラごとに単芯のシングルモードファイバ 1 本が使われます。開発したマルチコアファイバケーブルは、直径 3 mm のケーブル内に、2 種類の標準外径 (125 μm) シングルモード 4 コア標準外径マルチコアファイバを合計 8 本有しており、非圧縮 8K 映像システムで従来使われていた、単芯のシングルモードファイバ 32 本分に相当します。

今回、マルチコアファイバケーブルを用いた伝送ユニットを導入することにより、僅かしか余裕のない情報配管や建物内のスペースを通し、クリーンルーム内に設置された複数の 8K カメラからの大容量映像データを、別の建物に有る 8K 映像合成装置までの 300 m を伝送し、安定したシステム動作を実現することに成功しました。

本成果により、従来は導入が難しかった、情報配管や配線スペースに余裕のない建物内や建物間をまたいで、非圧縮 8K 映像システム等の大容量データ伝送が必要となるシステムを導入することが可能になります。

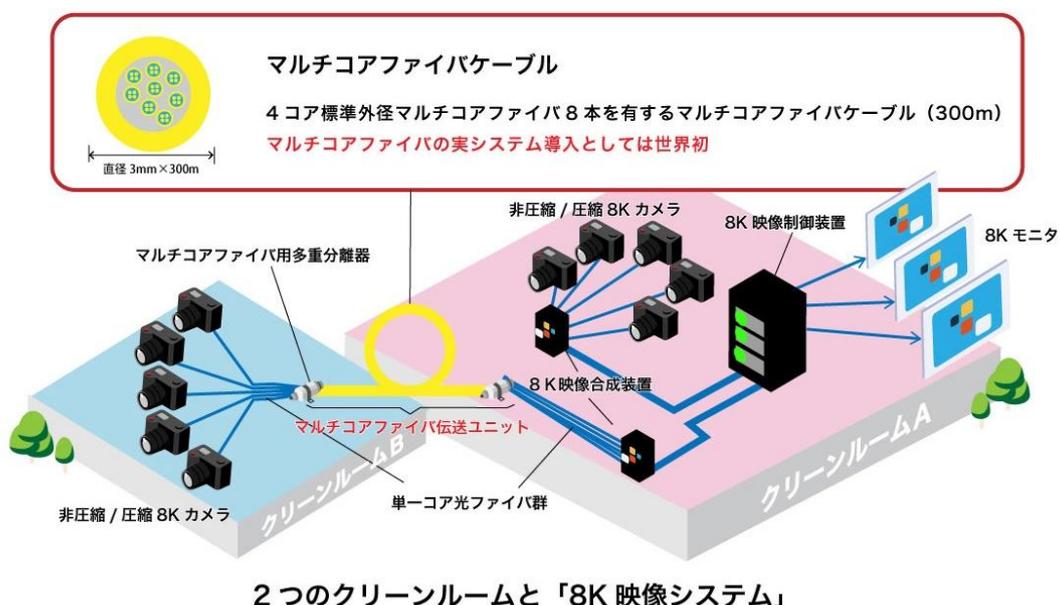


図 1: マルチコアファイバ伝送ユニットを導入した 8K 映像システム

【開発の背景】

近年 8K 映像がテレビ放送や映画などで使われるようになってきています。特にスポーツ観戦用の放送では、スタジアム等に何台ものカメラを並べて映像取得する従来の方式から、少数の 8K カメラで全体を撮影し、その中から必要な部分を、画像処理を介して取り出し用いる方法に変わりつつあります。これは、8K 映像の超高解像度性があるため、初めて可能になった方法です。このように 8K 映像は超高解像度性を有するため、遠隔医療や、航空機や競技用自動車のシミュレーター等、テレビ放送や映画以外の分野にも適用する試みが成されるようになってきました。

NICT では、研究 DX²の一環として、クリーンルームに 8K 映像システムの導入を進めてきました。8K 映像をクリーンルーム内の監視に導入することにより、カメラから遠く離れた場所の詳細な監視、広い領域の一括監視、肉眼を超える高精細映像での監視等が可能になり、問題発生時の正確な場所の迅速な特定や、問題の内容把握が容易に行えるようになります。

特に非圧縮 8K 映像は、超高解像度の映像を遅延無くリアルタイムで得ることが出来るため、実際に肉眼で見るとよりも高精細なデバイス作成プロセスの状態把握や、遠隔共同実験等への応用が期待されます。一方で、非圧縮 8K 映像は、1 映像当たり毎秒 70 ギガビット程度のデータを伝送する必要があるため、1 台の非圧縮 8K カメラごとに単芯のシングルモードファイバ 1 本が使われてきました。したがって、カメラの台数が増えると、多くの光ファイバケーブルが必要になります。現代の建物内部や建物間の情報配管には、既に大量のイーサネットケーブルや電力ケーブルが設置されていることがほとんどで、新たに何本もの光ファイバケーブルを追加して設置するだけの十分なスペースを確保できない場合が多く、8K 映像システム導入を難しくする原因となっていました。

【8K 映像システム】

今回クリーンルームに導入した 8K 映像システムは、非圧縮 8K カメラ、圧縮 8K カメラ、マルチコアファイバ伝送ユニット、8K 映像合成装置、8K 映像制御装置、8K モニタ等から構成されます(図 1 参照)。

非圧縮 8K カメラと 8K 映像合成装置は、マルチコアファイバ伝送ユニットを通して、双方向接続されます。撮影された非圧縮 8K の RAW データ³、LAN 信号⁴、その他の制御信号は、12 波長の CWDM 信号⁵(1,270、1,290、1,310、1,330、1,350、1,370、1,470、1,490、1,510、1,530、1,550、1,570 nm)として、アップリンク 6 波長、ダウンリンク 6 波長ずつ割り当てられ、双方向合計毎秒 69.3 ギガビットの光信号として、シングルモードファイバ 1 コア内を双方向多重伝送されます。この非圧縮 8K 映像は、8K 映像合成装置内で他の 8K 映像と合成されたのち、8K 映像制御装置を介して、8K モニタに出力されます。

圧縮 8K カメラでは、撮影した映像を圧縮し 1 台当たり毎秒 40 メガビットの圧縮 8K 映像⁶として出力します。今回の 8K 映像システムでは 32 台の圧縮 8K カメラが接続されており、3 セットの SFP-10GLR-31 モジュール⁷と 6 本のシングルモードファイバの計 6 コアを使用して、8K 映像合成装置と接続されます。8K 映像合成装置内では、他の 8K 映像と合成されたのち、8K 映像制御装置を介して、8K モニタ等に出力されます。

今回クリーンルームに導入した 8K 映像システムでは、合計 32 台の圧縮 8K カメラのうち 9 台は画像合成装置を経由し、8K モニタ上で複数の映像を同時に視聴することが可能です。残る 23 台は、VR グラスを用いることで、リアルタイムにクリーンルーム内を歩いているかのような視聴体験を実現します。

これらの映像はすべてリアルタイムで視聴可能であり、複数の超高解像度 8K 映像データを遅延なく高速伝送及び処理できる環境が必要となります。そのため、狭小スペースでの大容量データ伝送を可能にする伝送ユニットや、遅延無く大容量データを処理可能な処理システムは専用のハードウェアで構築しています。

【今回の成果】

(1) 4 コア標準外径マルチコアファイバ 8 本を有するマルチコアファイバケーブルを開発

マルチコアファイバは、1 本の光ファイバ内に従来は 1 つのみ配置されていた光信号伝送用のコアを複数配置することで、伝送容量の増大やケーブルの高密度化に貢献する先進的な技術です。今回使用されたマルチコアファイバは、従来のシングルモードファイバと同じガラス外径(125 μm)及び被覆外径(250 μm)の中に 4 つのコアを配置しています。

マルチコアファイバでは、近接したコアから漏れた信号が他のコアに侵入し、干渉して信号品質が劣化するという課題があります。今回開発した 4 コア標準外径マルチコアファイバは、コア同士の信号干渉を低減するため、コアの配置や光学特性を最適化して設計しました。この 4 コア標準外径マルチコアファイバは、NICT 高度通信・放送研究開発委託研究課題 20301「マルチコアファイバの実用化加速に向けた開発研究」(2018-2022)で培った設計・製造技術を応用することで実現しています。

図 2 は、このマルチコアファイバケーブルの概要図です。本ケーブルは、外径 3 mm の被覆内に 4 コア標準外径

マルチコアファイバを合計 8 本実装しており、従来の光ファイバ 32 本分に相当する情報伝送が可能です。また、試験目的として、信号干渉特性の異なる 2 種類のマルチコアファイバを実装しています。さらに、マルチコアファイバの両端には光コネクタが成端されており、マルチコアファイバ多重分離器を介して、画像システムや短距離システムへの導入も可能です。

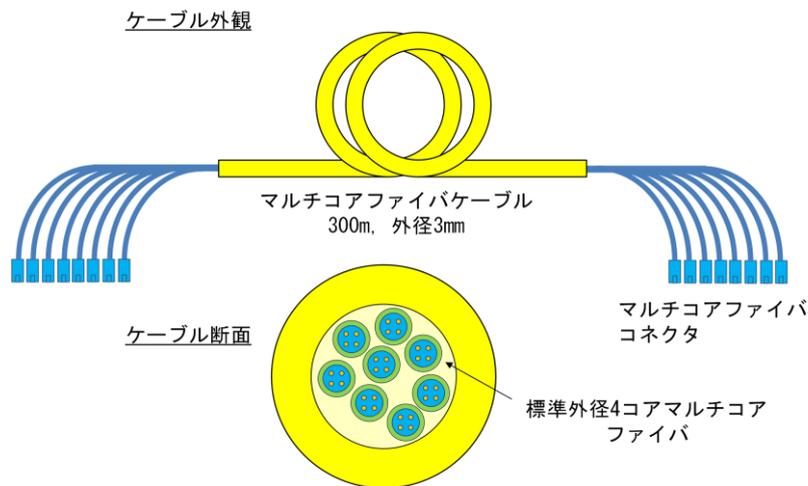


図 2: 4 コア標準外径マルチコアファイバ 8 本を有するマルチコアファイバケーブル

(2) 非圧縮 8K 映像を扱う実システムにマルチコアファイバ伝送ユニットを実装

今回、図 1 に示すように、マルチコアファイバケーブルを用いた伝送ユニットを開発し、8K 映像システムに導入することにより、僅かしか余裕のない情報配管や建物内のスペースを通し、クリーンルーム内に設置された複数の 8K カメラからの大容量映像データを、別の建物に有る 8K 映像制御装置まで 300 m 伝送し、システム動作させることが可能になりました。

マルチコアファイバケーブルを用いた伝送ユニットは、4 コア標準外径マルチコアファイバ 8 本を有するマルチコアファイバケーブルと、各 4 コア標準外径マルチコアファイバと通常の単芯光ファイバ 4 本とを結合する、マルチコアファイバ用多重分離器から構成されます。マルチコアファイバ用多重分離器は協力企業である株式会社オプトクエスト(代表取締役社長: 東 伸)によって開発されました。

多重分離器(図 3 参照)はごく小さなレンズを用いた微少空間結合光学系を利用してマルチコアファイバの各コアと 4 本のシングルモードファイバとの接続を非接触にて接続しています。本方式の利点はシングルモードファイバをマルチコアファイバの各コアに合わせて各々最適に調整することが可能であり、結合誤差を極めて小さくできるため低損失であることと、多様なマルチコアファイバのコア数やコアピッチでも対応できる構成であることです。さらに、光路中に光学部品接合用の接着剤等を使用しないことから信頼性が高く、耐パワー特性にも優れているという利点があります。そして、各部品の固定には高い信頼性が求められる光通信部品で実績のある YAG レーザ溶接固定を用いています。

また、マルチコアファイバケーブルとマルチコアファイバ用多重分離器はマルチコアファイバ用接続コネクタを用いることでマルチコアファイバ同士の接続性を容易にしています。

本マルチコアファイバ用多重分離器及びマルチコアファイバ同士の接続技術はNICT高度通信・放送研究開発委託研究課題150 イ02「革新的光通信インフラの研究開発 課題:マルチコアファイバ接続技術」(2011-2015)にて研究された成果が用いられています。

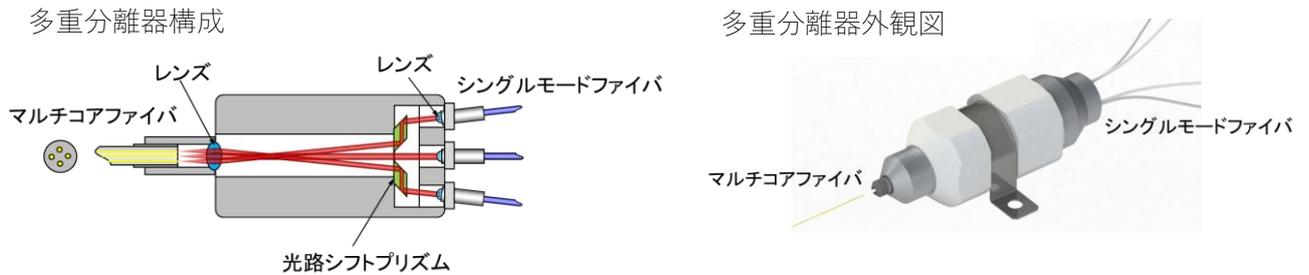


図 3: マルチコアファイバ用多重分離器

(3) 既存情報配管や建物内部の僅かなスペースを用いてマルチコアファイバケーブルを敷設し、超大容量情報伝送を伴う 8K 映像実システムを安定動作

超高画質の 8K カメラの台数が増えると、多くの光ファイバケーブルが、カメラと画像合成装置間等で必要になります。現代の建物内部や建物間の情報配管には、既に大量のイーサネットケーブルや電力ケーブルが設置されていることがほとんどで、新たに何本もの光ファイバケーブルを追加して設置するだけの十分なスペースを確保できない場合が多く、8K 映像システム導入を難しくする原因となっていました。

今回、実システムに導入可能な、マルチコアファイバケーブルを用いた伝送ユニットを開発し、8K カメラシステムへ導入しました。これにより、僅かしか余裕のない情報配管や建物内のスペースを通し、クリーンルーム内に設置された複数の 8K カメラからの大容量映像データを、別の建物に有る 8K 映像合成装置までの 300 m を伝送し、安定したシステム動作を実現することに成功しました。

図 4(a)において黄色は 1 本「外径 3 mm」のマルチコアファイバケーブル、白色は 8 本の 4 コア標準外径マルチコアファイバ(シングルモードファイバ 32 本分に相当)です。図 4(b)は建築物躯体に加工の制限がある、既存の狭小な配線経路の各種ケーブル間を避けて敷設された、マルチコアファイバケーブルです。図 4(c)はマルチコアファイバケーブルが敷設された中継ボックス内の様子です。ケーブル数を極端に削減できることから中継ボックス内においても、僅かなスペースを利用して敷設することが可能となり、メンテナンス性も大幅に向上させることができます。また、大量で相当な配線長を敷設する必要があった通信ケーブル(例えばイーサネットケーブル)等を飛躍的に集約でき、省電力、省スペース化を実現できる可能性があります(図 4(d)参照)。

本成果により、従来は導入が難しかった、情報配管や配線スペースに余裕のない建物内や建物間をまたいで、非圧縮 8K 映像システム等の大容量データ伝送が必要となるシステムを導入することが可能になります。

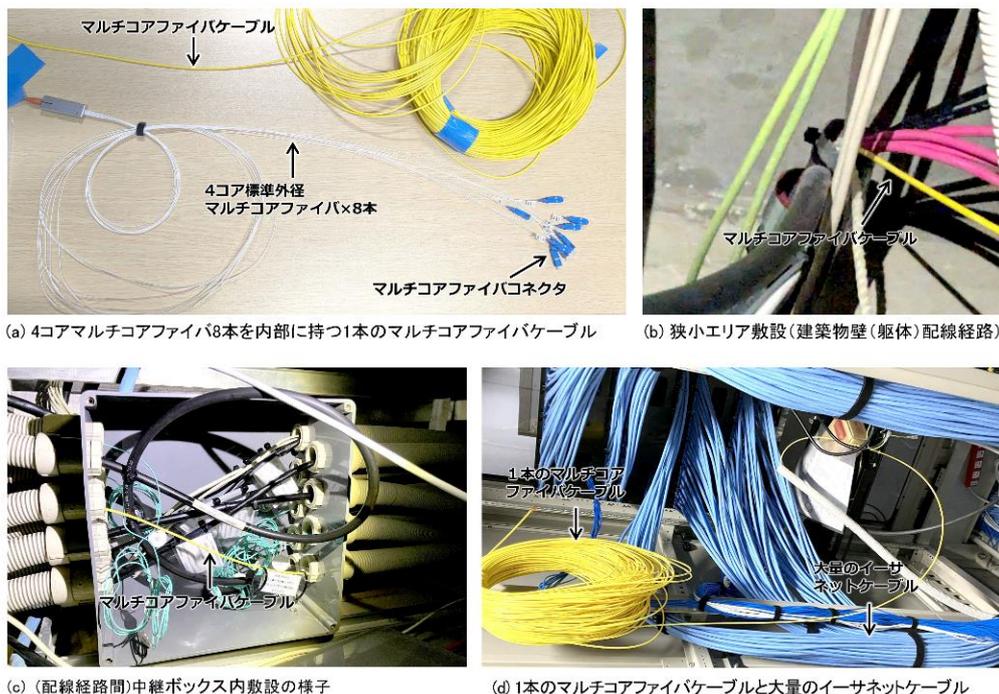


図 4: マルチコアファイバ実装状況

【今後の展望】

今回開発したマルチコアファイバ伝送ユニットを利用することで、従来は導入が難しかった、情報配管や配線スペースに余裕のない建物内や建物間をまたいで、非圧縮 8K 映像システム等の大容量データ伝送が必要となるシステムを導入することが可能になります。今後は、応用の範囲を更に拡大すべく、マルチコアファイバケーブルの更なる高密度化や、送受信装置の飛躍的な小型化等を可能にするために、更なる研究開発を行っていきます。

＜各機関の役割分担＞

- ・NICT: マルチコアファイバ伝送部を含む全体システムデザインと統括
- ・アストロデザイン: 8K 映像システム開発と実装
- ・フジクラ: 4 コア標準外径マルチコアファイバとマルチコアファイバケーブル開発

＜論文情報＞

フジクラ

掲載誌: 2023 Optical Fiber Communications Conference and Exhibition (OFC)

DOI: 10.1364/OFC.2023.M3B.5

論文名: Characteristics of Over 600-km-Long 4-core MCF Drawn from a Single Preform

著者名: Shota Kajikawa, Tsubasa Saito, Katsuhiro Takenaga, and Kentaro Ichii

＜ 本件に関する問合せ先 ＞

国立研究開発法人情報通信研究機構
未来 ICT 研究所
和田 尚也
E-mail: mirai-press@ml.nict.go.jp

アストロデザイン株式会社
国内営業部門
E-mail: asl-g1@astrodesign.co.jp

株式会社フジクラ
コーポレートコミュニケーション部
E-mail: wwwadmin@jp.fujikura.com

＜ 広報(取材受付) ＞

国立研究開発法人情報通信研究機構
広報部 報道室
E-mail: publicity@nict.go.jp

アストロデザイン株式会社
企画・マーケティング戦略部門
E-mail: astro-pr@astrodesign.co.jp

株式会社フジクラ
コーポレートコミュニケーション部
E-mail: wwwadmin@jp.fujikura.com

<用語解説>

*1 非圧縮 8K 映像

8K 映像は、水平 7,680×垂直 4,320 ピクセルの画像が毎秒 60 枚撮影される。今回のシステムでは、イメージセンサーからのデータをそのまま送出しており、データ量は 1 秒間に約 3.1Gbyte に相当する。このデータを圧縮しないことで、画質劣化のないきれいな映像を遅延なく伝送することができる。

*2 研究 DX

研究デジタル・トランスフォーメーション。研究環境のデジタル化により、研究情報のデータベース化やオープンサイエンスに関連する検討、研究活動の機械化・遠隔化・自動化などを進めること。

*3 RAW データ

RAW データとは、デジタルカメラやデジタルビデオカメラなどに搭載されている映像編集の記録形式のこと。RAW には「生の」「未加工」という意味がある。RAW データ形式では、カメラ内部で画像処理を行わず、データを非圧縮または低圧縮率で保存する。

*4 LAN 信号

LAN(Local Area Network)とは、同じ建物やキャンパス内など、比較的限られた範囲内でコンピューターやデバイスが相互に接続されたネットワークのこと。

*5 CWDM 信号

CWDM(Coarse Wavelength Division Multiplexing)とは、光通信における波長多重(WDM)方式の一つで、粗波長分割多重とも呼ばれる。1,271 nm から 1,611 nm を 20 nm 間隔で分割した 18 波長で構成されている。

*6 圧縮 8K 映像

8K 映像は、水平 7,680×垂直 4,320 ピクセルの画像で構成される。今回のシステムでは毎秒 30 枚撮影し、H.265 の圧縮方式を使用し、1 台当たり毎秒 40 メガビットまで圧縮し伝送している。

*7 SFP-10GLR-31 モジュール

SFP-10GLR-31 光モジュールは LC デュプレックス SMF ファイバ上で最大 10 km の転送距離に対応する。低消費電力、高速を特長とするこの 10G SFP+モジュールは、データセンター、エンタープライズワイヤリングクローゼット、サービスプロバイダートランスポートアプリケーション、無線及びベースバンドユニットなどで利用される。

今回開発した 8K 映像システム

① 8K マルチパーパスカメラ AB-4830/AC-4829

グローバルシャッターのカメラセンサーを搭載したファンレス・軽量(実測 340 g)・小型の 8K カメラシステムです。カメラヘッドの筐体サイズは 65(W)×65(H)×88.5(D)mm です。カメラヘッド(AB-4830)と CCU (AC-4829)で構成されており、撮影映像は CCU から 12G-SDI×4 本の 8K リアルタイム出力します。

https://www.astrodesign.co.jp/product/ac-4829_ab-4830

② マルチメディアスキャンコンバータ MC-2087

MC-2087 は 8K 信号入出力可能な映像合成/分割装置です。

入力映像信号のシームレススイッチング、I/F 変換、スキャンコンバート、映像合成、切り出し表示が可能です。

入出力インターフェースはスロット形式となっており、最新規格のコネクタに対応します。

8K 信号で入出力: 最大 16 系統、4K 信号で入出力: 最大 64 系統の信号処理が可能です。

<https://www.astrodesign.co.jp/product/mc-2087>

③ リアルタイム動画配信バーチャル見学システム

魚眼レンズを装着した 8K ストリーミングカメラを複数台使用し、広範囲を動画で撮影、その映像をネットワーク経由で伝送します。VR グラスを用いて、8K ストリーミングカメラから伝送される映像を任意に選択して視聴でき、クリーンルームや人の立ち入りが難しい場所を遠隔で見学・監視することができるシステムです。