

超高速通信と大電力伝送を可能にする 光ファイバ給電技術

2022年5月10日

電気通信大学 情報理工学研究科
情報・ネットワーク工学専攻
教授 松浦 基晴

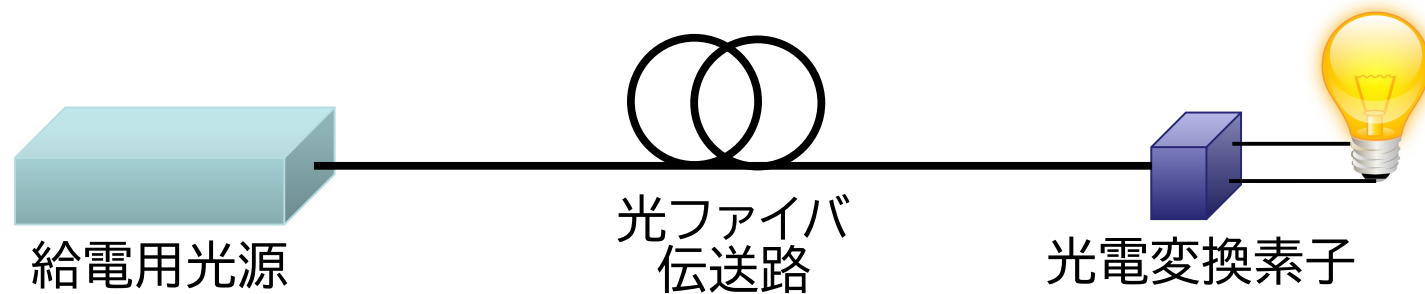
本発表の概要

- 今後ありとあらゆる場所に高速通信回線(光ファイバ)が必要となってくる.
- 光ファイバで電力伝送も行えれば, 遠隔の通信機器を駆動することも可能.
- 従来の電力線には無い特長を生かした給電技術



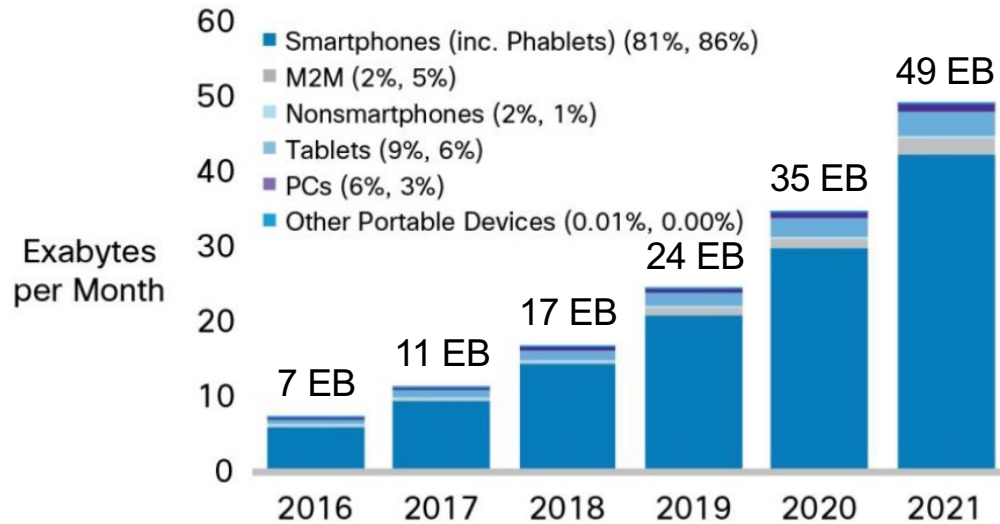
これまでにない給電能力とファイバ通信の高速伝送の強みを兼ね備えた光ファイバ給電技術を紹介

光ファイバ給電とは



- 電気を通さない電力線(電波干渉無し, 落雷の逆電流を阻止)
 - メタルケーブルと比較して, 軽量・省資源・耐腐食性に有利
 - 将来の光ネットワークに適用可能な高速データ通信が可能
- ➡ 1本の電力線(光ファイバ)で通信と電力の同時伝送

モバイル通信の現状



モバイル通信トラフィック → 年率50%の増加



現在 50万局以上の
モバイル無線基地局が存在

➤ マクロセル(広域エリア)

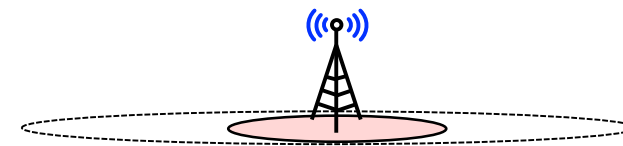
大型基地局



- ・ 通信周波数帯の枯渇
- ・ 次世代変調技術の不在

➤ スモールセル(小エリア)

小型基地局

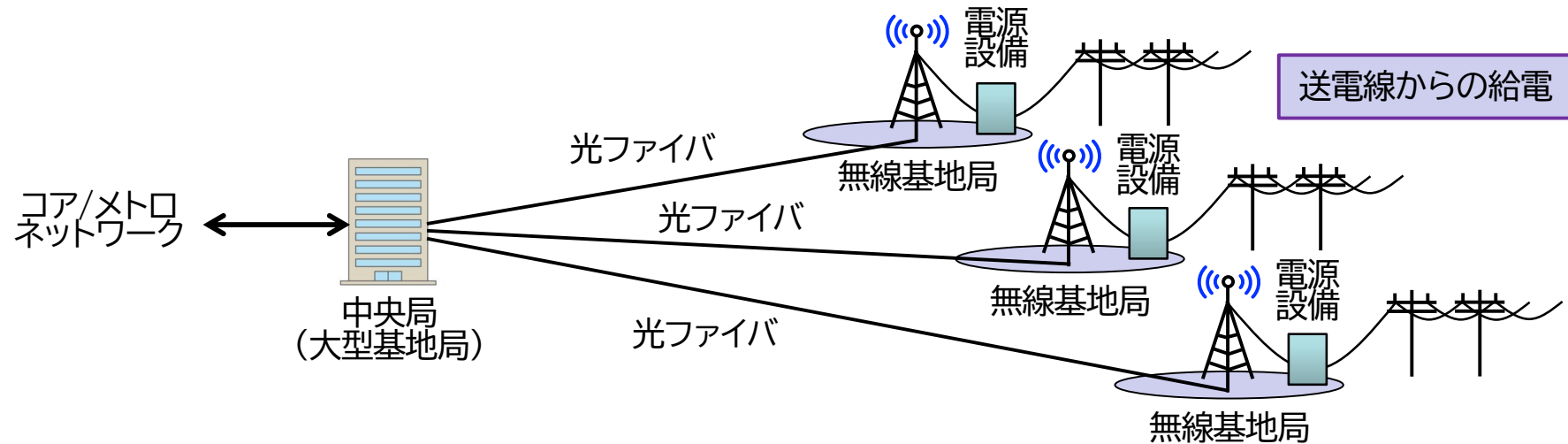


- ・ 無線信号の高速化・広帯域化
- ・ 小セル化・基地局数の増大

無線信号の
高周波数化



モバイル通信ネットワーク



➤ 光ファイバ無線(RoF)伝送

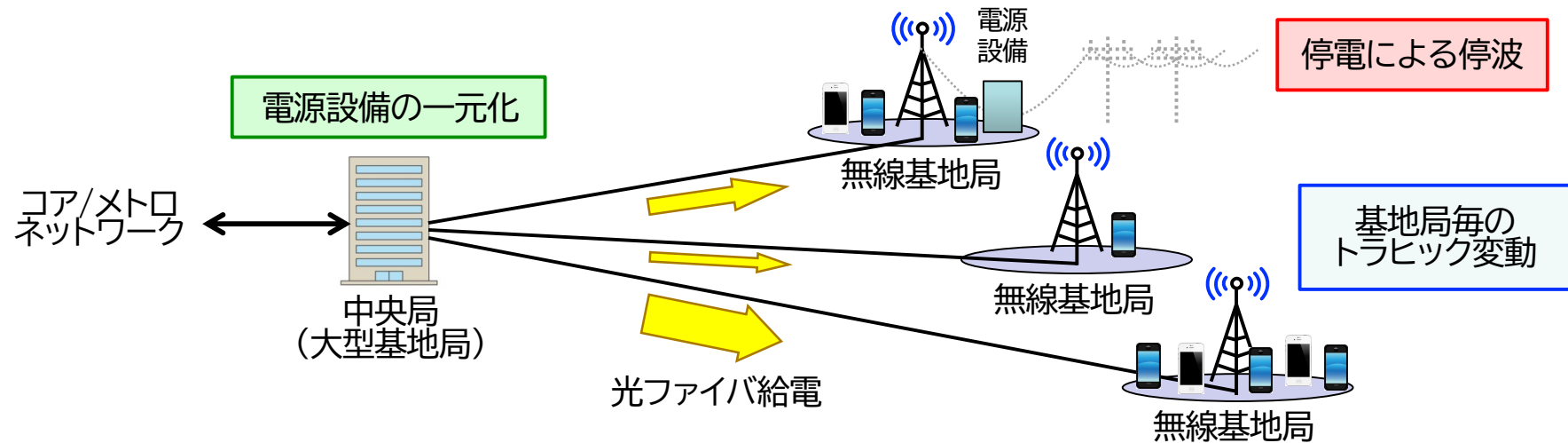
- 広帯域・低損失での無線信号伝送

➤ 無線基地局の敷設・管理

- 通信回線工事に加え, 電源設備工事が必要
- 電源設備の管理は電力会社や施設管理者に委ねる

➡ 膨大な数の無線基地局を簡易に敷設・運用する必要性

無線基地局向け光ファイバ給電

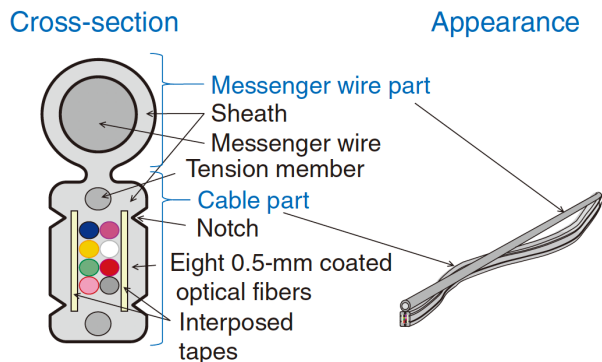


- 非常用バックアップ電源
 - 災害に強い無線ネットワークの実現(8割が停電)
- 常用電源設備の一元化
 - 基地局敷設は通信回線工事のみ(電源工事や設備導入が不要)
 - ネットワーク全体の電源設備を全て中央局で一元管理
- 基地局のトラフィックに対応した電力制御
 - 高効率な電力供給でネットワーク全体の省電力化

必要とされる光ファイバ給電技術

- 既存光ファイバ・ケーブル敷設技術との親和性
 - ・ 加入者系光ケーブルへの高い収容性
 - ・ 光ファイバは汎用性の高い外径0.25 mmの素線に対応
 - ・ 1本の光ファイバで信号と電力の同時伝送
- 基地局を他の外部電源無しで単独駆動(10 W以上)

各種無線基地局の仕様例

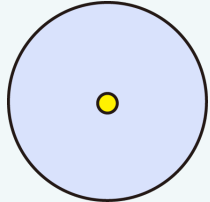
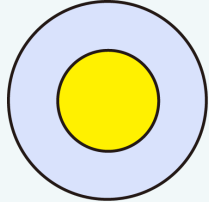
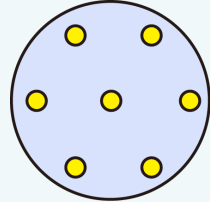
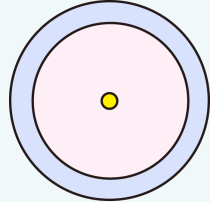


加入者系架空光ケーブルの例
M. Kana et al., NTT Tech. Rev., 5, 1 (2007).

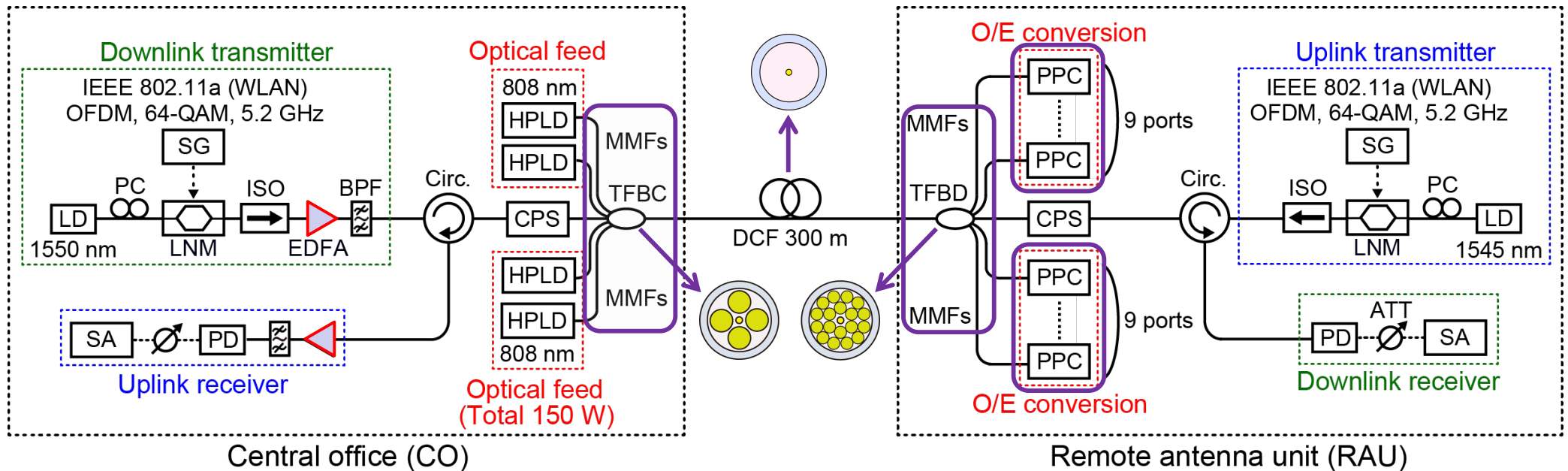
	大型基地局	小型基地局		
		マクロ	ピコ	フェムト
送信出力	>10 W	5-10W	1-5 W	0.01-0.1W
セル半径	1-25 km	1-3 km	0.2-1 km	<200 m
同時接続端末数	>256	64-256	16-64	4-16
消費電力	964.9 W	94.0 W	9.0 W	6.2 W

*消費電力は日本エリクソン(株)が提示している値を参照

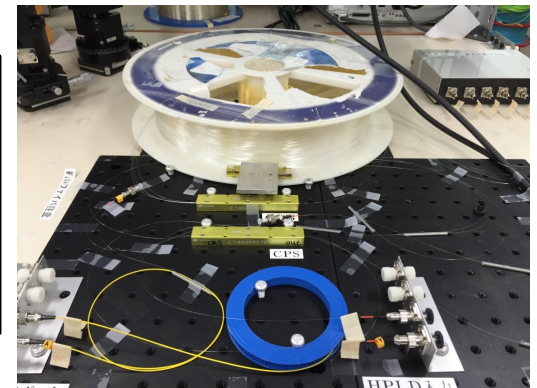
従来技術とその問題点

	単一モード光ファイバ(SMF)	マルチモード光ファイバ(MMF)	マルチコア光ファイバ(MCF)	ダブルクラッド光ファイバ(DCF)
ファイバ断面				
信号伝送・ パワー伝送	同一コア (同時伝送:難)	同一コア (同時伝送:難)	異なるコア (同時伝送:易)	異なるコア (同時伝送:易)
伝送帯域	広帯域	帯域制限あり	広帯域	広帯域
給電能力	低い (<数十 mW)	SMFより高い	コア数に依存	高い
信号・給電光 合分波	容易	容易	比較的容易	やや複雑

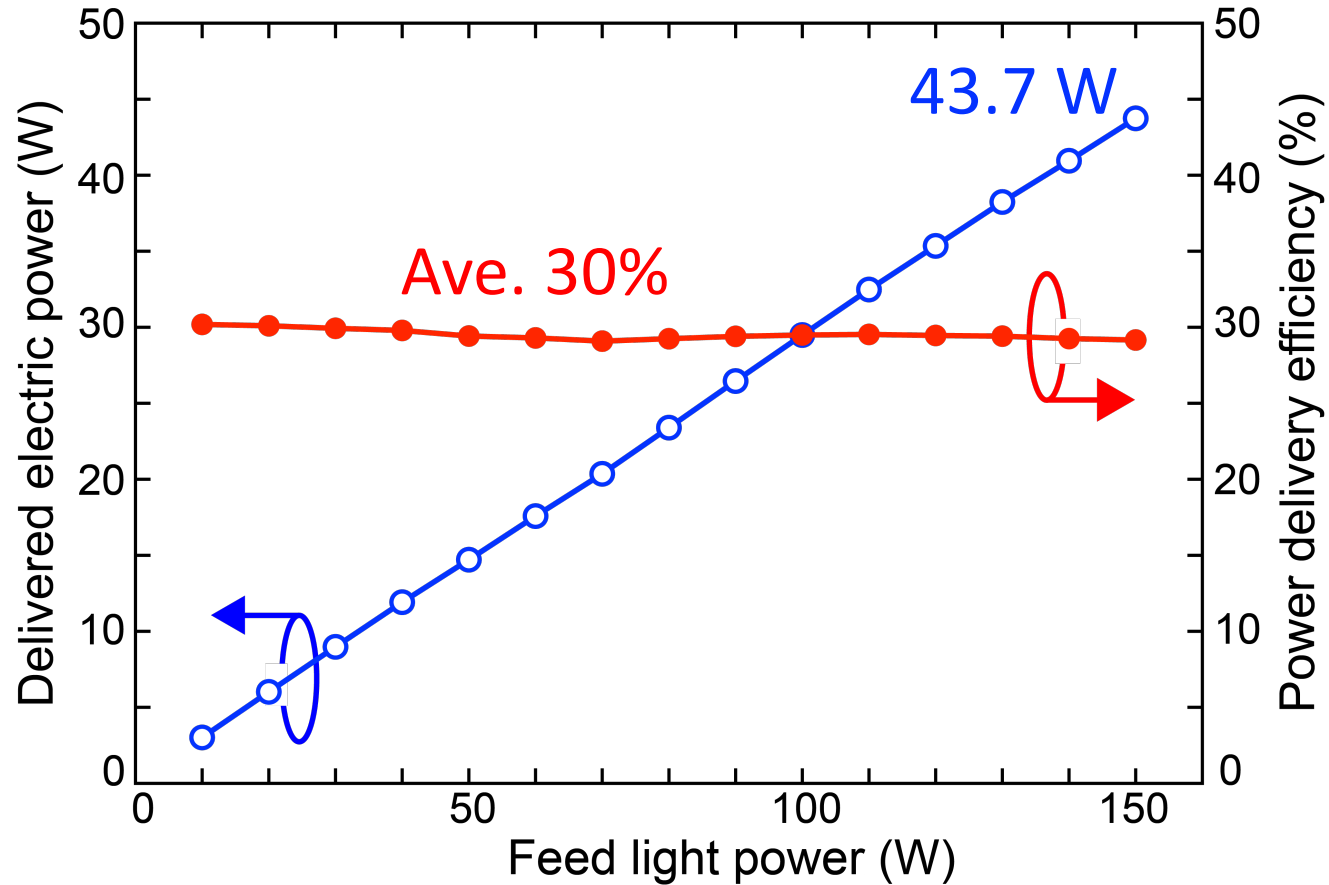
実証実験(構成)



SG: 信号発生器, LNM: 光変調器, HPLD: 高出力半導体レーザ,
CPS: クラッドパワーstrippa, TFBC: テーパファイババンドル合波器,
TFBD: テーパファイババンドル分波器, PPC: 光電変換素子,
SA: 信号アナライザ

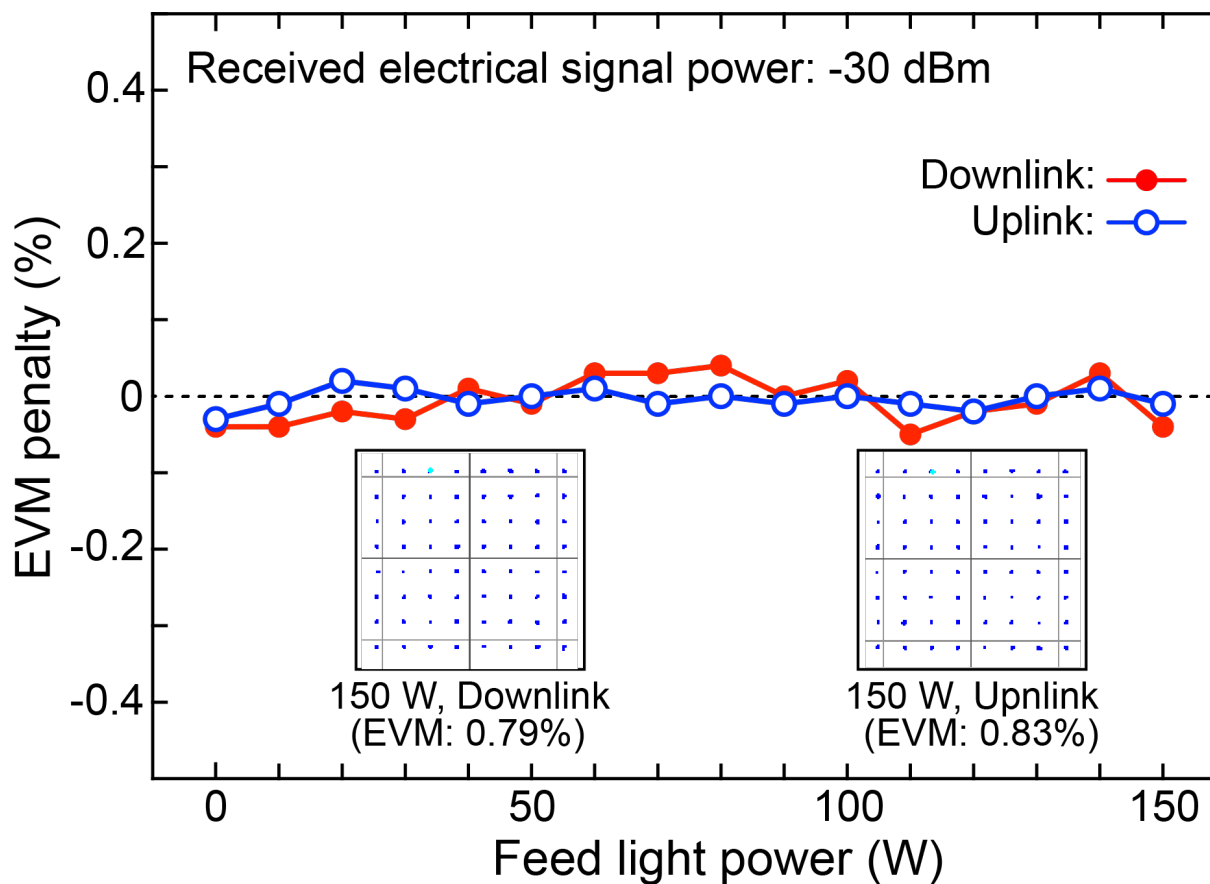


実証実験(給電性能)



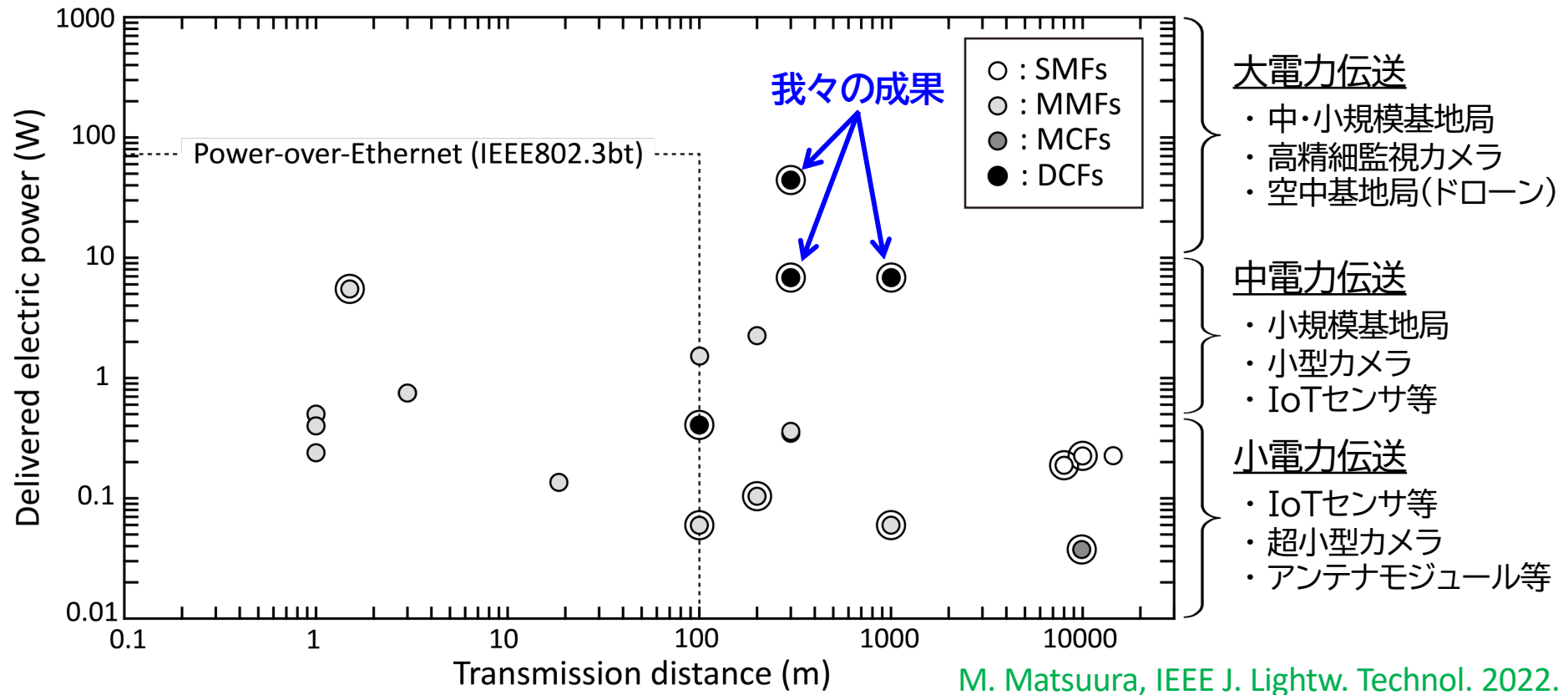
- ・従来技術の数百倍に相当する43.7 W電気電力給電を達成

実証実験(信号伝送特性)



- ・信号品質にも影響なく、電力との同時伝送を実現

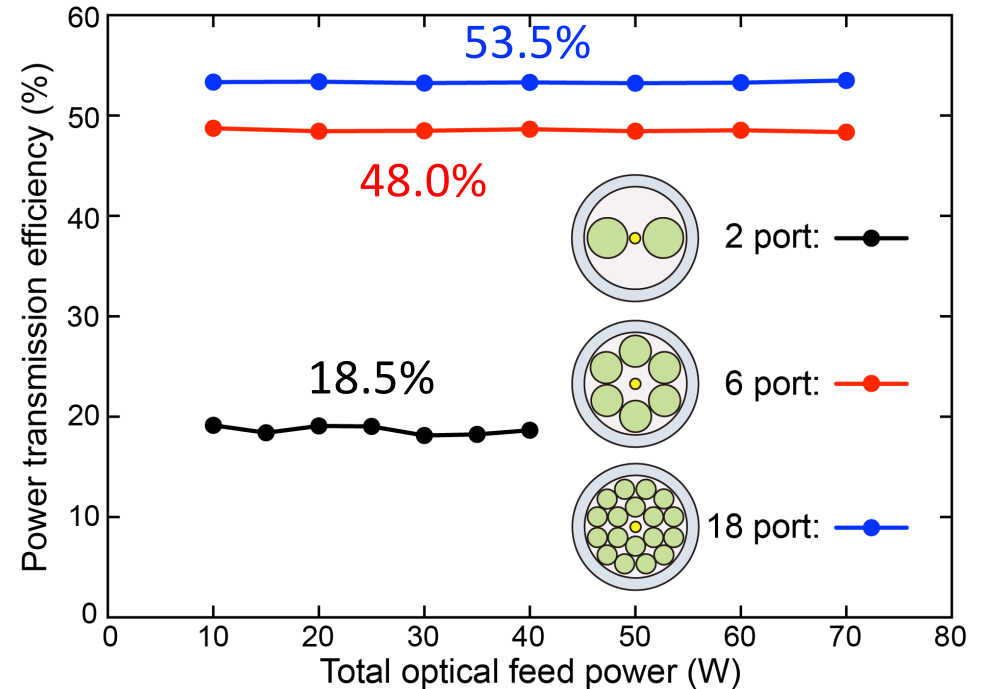
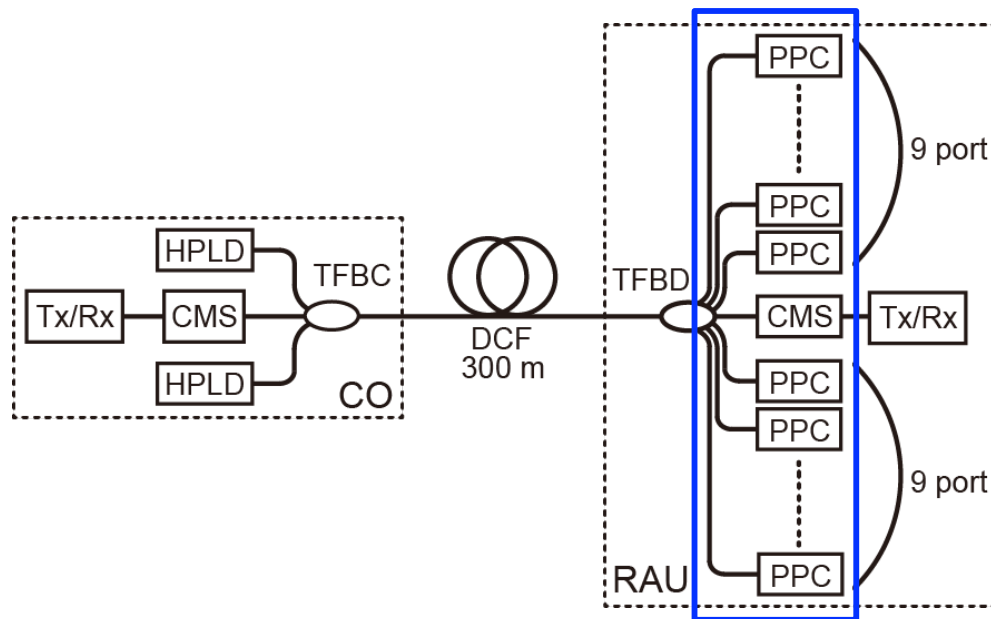
光ファイバ給電性能比較



○は信号光・給電光を別のファイバで伝送
◎は信号光・給電光を同一のファイバで伝送

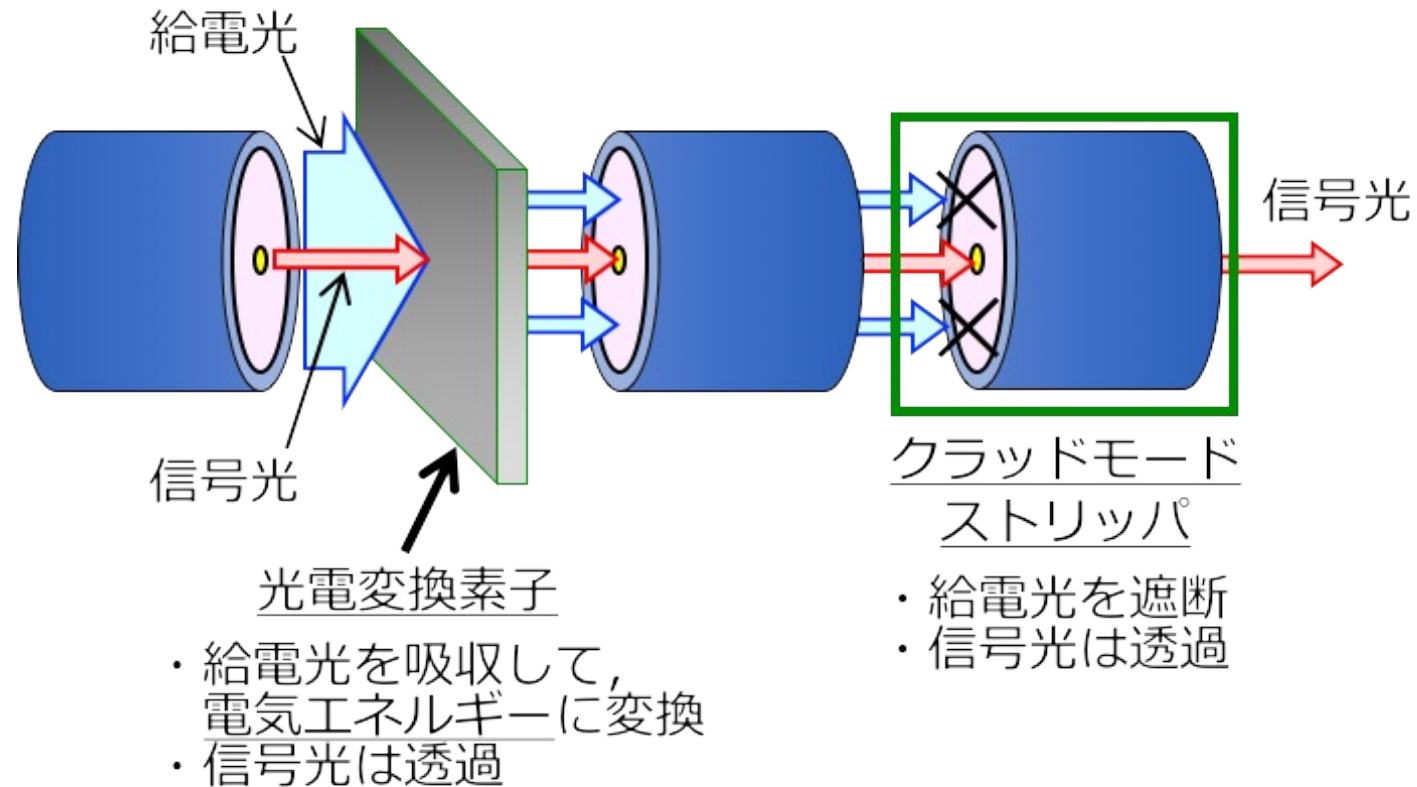
- ・世界トップレベル国際会議(OFC)で3度の査読最高得点を獲得
- ・ECOC, CLEOなど世界トップレベル国際会議での招待講演

改善案(特許関連)



- ・分波回路に18ポートの光出力と光電変換素子が必要
- ・高効率化には有効だが、構成が複雑になる
- ・簡易な構成かつ高効率(低損失)な電力伝送を行う回路が必要

提案する光分波回路構成



- ・ 分波回路構成の大幅な簡易化が可能
- ・ 分波回路での損失を低減し、高効率な電力伝送を実現

想定される用途

- 5G/6G基地局向け通信・電力伝送
 - ローカル5G, IoT基地局など
- 監視カメラシステム
 - 電源設備不要, 高精細映像信号の同時伝送
- 光ファイバ給電の特長を活かした給電システム
 - 水中給電(ケーブルが錆びない, 漏電しない)
 - 防爆環境(火花が生じない)
 - 雷害対策(落雷の逆電流防止)

実用化に向けた課題

- 高出力レーザーの安全性
 - 漏れ光対策: 反射光検知による自動遮断機能
- システムの小型化
 - レーザドライバ, ヒートシンク
 - 光電変換素子
- 給電性能の向上
 - 給電効率の向上
 - 長時間安定性の検証

企業への期待

- モバイル/IoT基地局分野への展開を考えている企業には本技術の導入が有効
- 太陽電池や空間光学系の技術を持つ企業との共同研究を希望
- 光ファイバ給電の特長を活かした給電システムの応用展開に意欲

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称: 光ファイバ給電・信号伝送システム
- 出願番号 : 特願2018-023803
- 出願人 : 電気通信大学
- 発明者 : 松浦基晴, 上山大輔

お問い合わせ先

国立大学法人電気通信大学
産学官連携センター
産学官連携ワンストップサービス

TEL: 042-443-5871

FAX: 042-443-5725

E-mail: onestop@sangaku.uec.ac.jp