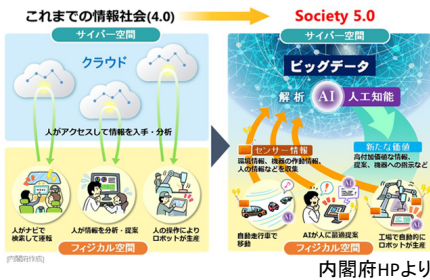


# 長波長帯を用いた自由空間光無線による条件不利地域への高速無線リンクの研究開発

## 研究背景

### Society5.0と情報通信インフラ整備



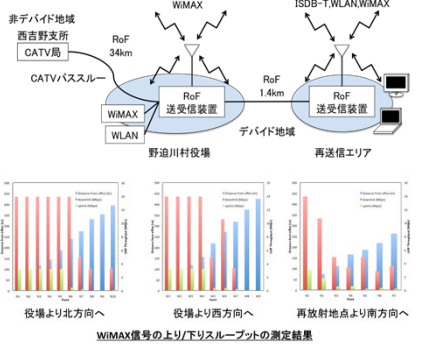
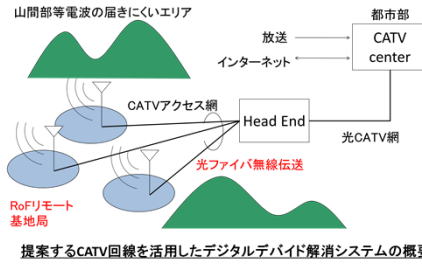
2030年の社会では、情報通信データサイエンスが高度に結びつき自動運転や1次産業、医療等にも通信技術がより活発に利用される。

従って山間部や離島においても通信基盤の整備、特に高速通信回線の整備がより重要となる。

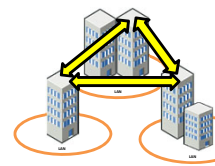
5Gなど最先端の通信インフラが優先的に整備される人口密集地と比べ、山間部や離島などの条件不利地域と呼ばれるエリアでは整備が立ち遅れる傾向にある。

これはデジタルデバイドと呼ばれ社会問題になっている。

### これまでの研究開発実施例(SCOPE)



### FSOによる条件不利地域解消

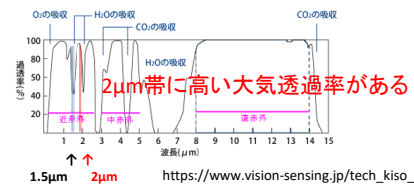


条件不利地域は、光ファイバ等の敷設が困難な場合も多い。

**自由空間光無線(FSO)の導入**  
従来の拠点間通信だけでなく、モバイルフロントホールへ。データセンター等のサーバールーム内通信への応用も。(米国ではラストマイル接続などで利用されている。)

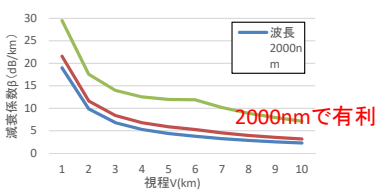
#### FSOの特長

- [利点]**
- ・傍受が困難でセキュリティ面で安全な光ワイヤレスシステム
  - ・ケーブル敷設に関わる大規模な土木工事を必要としない
  - ・任意の拠点間を接続できる
  - ・ライセンスフリー
- [欠点]**
- ・高コスト
  - ・気象条件に対する依存度が高い
  - ・障害物を介する伝搬不可
  - ・有線光ファイバに比べて低速度



## 研究内容 -長波長帯レーザーの通信応用とFSOによる条件不利地域の解消-

### 理論 -数値計算結果-



#### 大気の透過率

$$T(\lambda, L) = \exp[-\gamma_t(\lambda)L]$$

$$\gamma_t(\lambda) = \alpha_{mi}(\lambda) + \alpha_{ai}(\lambda) + \beta_{mi}(\lambda) + \beta_{ai}(\lambda)$$

$\alpha$ : 吸収係数  $\beta$ : 散乱係数

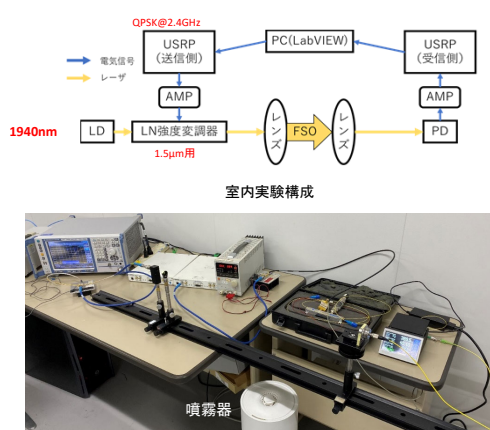
$a_i$ : エアロゾル  $m_i$ : 分子

$$\gamma_t(\lambda) \cong \beta_{ai}(\lambda)$$

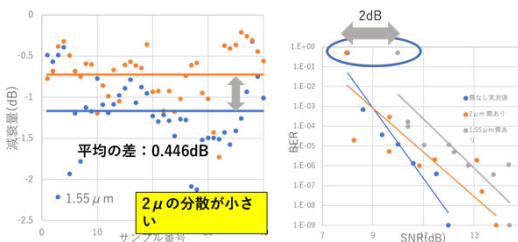
$$\beta_{ai} = \frac{3.912}{V} \left( \frac{\lambda}{550} \right)^{-\delta}$$

$$\delta: \text{粒子サイズパラメータ} \begin{cases} 1.6 & V > 50 \text{ km} \\ 1.3 & 6 \text{ km} < V < 50 \text{ km} \\ 0.585V^{1/3} & 0 \text{ km} < V < 6 \text{ km} \end{cases}$$

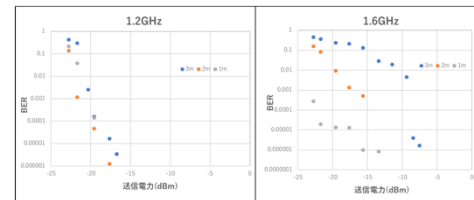
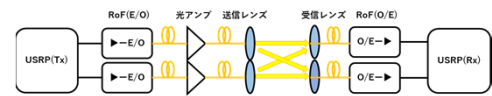
### 検証 -室内基礎実験結果-



実験構成と実験の様子



### 応用 -移動通信のMIMO信号のFSOによる伝送-



・FSOにおいてRoF信号のMIMO伝送が実現できていることが分かる

### まとめ・結論

- ・FSOを利用した条件不利地域の解消を提案した
- ・長波長帯を使用すると利点がある
- ・長波長帯による大気減衰の影響を数値計算、シミュレーションで評価
- ・室内での実験の結果、長波長帯は霧の影響を受けにくい可能性を示唆
- ・ラストマイル等で使用されるRoF-MIMO信号をFSOで伝送するRoFSO-MIMOについて提案
- ・基礎実験の結果、MIMO信号をFSOにて伝送することに成功した