

# Linux PC による WiFi AP を利用したアナログ RoF 検証環境の構築

## Construction of the Analog RoF Technology Testbed with Linux PC-based WiFi APs

岡本 聡<sup>\*1\*2</sup>      村上 隆太<sup>\*2</sup>      西村 浩志朗<sup>\*2</sup>      山中 直明<sup>\*2</sup>      松浦 基晴<sup>\*1</sup>  
Satoru Okamoto      Ryuta Murakami      Kojiro Nishimura      Naoaki Yamanaka      Motoharu Matsuura

<sup>\*1</sup> 電気通信大学 大学院 情報理工学研究科  
<sup>\*1</sup> University of Electro-Communications

<sup>\*2</sup> 慶應義塾大学 大学院 理工学研究科/理工学部  
<sup>\*2</sup> Keio University

### 1. まえがき

空孔コアファイバをモバイルフロントホール (MBH) に適用しアナログ Radio over Fiber (ARoF) 及び光給電を活用する B5G スマート MBH の実現を目指している[1,2]. 本稿では, 5 GHz 帯の WiFi 信号を用いて ARoF 技術を適用した MBH の技術検証を行う環境を構築できたことを報告する.

### 2. WiFi Access Point (AP) に対し ARoF の適用

#### 2.1 ARoF 機器構成

今回適用した ARoF 機器は, 周波数レンジ 0.5~6,000 MHz の電気信号を, 波長 1.5  $\mu\text{m}$  帯の光信号に重畳して送受信を行う片方向伝送システムであり, 5G の Sub 6 帯及び WiFi の 5 GHz 帯の RF 信号の伝送に対応できる. 本システムを, WiFi AP の本体とアンテナの間に挿入し, アナログ伝送させる (図 1). 送信光パワーは約 3.6 dBm, ロスバジェットは約 9 dB である. 図 1 に示すように, ARoF 伝送が片方向であるため, アンテナを送受信個別に用意する.

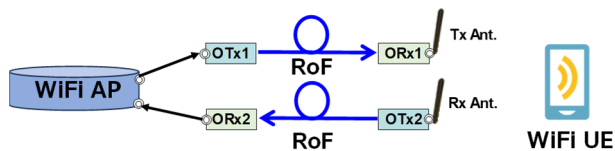


図 1. アナログ RoF 伝送を適用した WiFi AP システム

#### 2.2 WiFi AP との適合性検証

WiFi AP では, 周波数帯の拡大や MIMO の適用といった技術的な進化に加えて, 装置の小型化が進んだ結果, 外部アンテナを有する機器が減少している. そのため, 外部アンテナを有する PC を利用し, Linux 環境下での AP 化を行った. 表 1 に利用した PC の環境を示す. 今回, Skynew W3 と Jetson TX2 の二種類で検証を進めた. Skynew W3 はファームウェアで 5 GHz 帯の AP 機能がマスクされていたため, 2.4 GHz 帯での AP 稼働しかできなかったが, Jetson TX2 は, 2.4 GHz 帯, 5 GHz 帯両方での AP 化に成功した.

次に, ARoF システムを介しての AP 動作検証を行った. 両機種ともにアンテナが 2 本存在するが, その目的は 2x2MIMO に対応するためである. また, 図 2 に示すように,

表 1. WiFi AP 化を行った PC

機材	Skynew W3	Jetson TX2
OS	Ubuntu20.04.6LTS	JetPack4.6
WiFi chip	AX210	BCM4354
アンテナ数	2 (2x2 MIMO)	2 (2x2 MIMO)
AP 対応	802.11n (2.4 GHz)	802.11n (2.4/5 GHz)

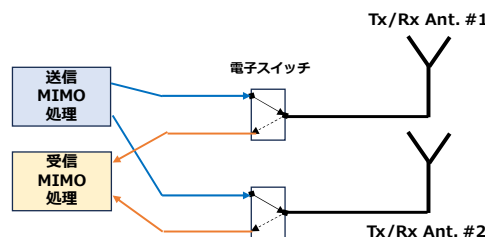


図 2. 2x2 MIMO アンテナシステム構成

各アンテナは電子スイッチで送受のタイミングを切替え, 同時に送受信する. さらに, 複数の信号を並列して取り扱う STBC (Space-Time Block Coding) が適用されている. そのため, Skynew W3 においては OS のドライバレベルで STBC がオンであるため ARoF 適用時には正常な動作ができず, Jetson TX2 においては OS が古いこともあり STBC 非適用であったため, 5 GHz 帯での ARoF の AP 適用に成功した.

### 3. ARoF 適用時の性能評価

Jetson TX2 を用いて, TCP スループット測定による性能評価を行った. 評価は, 端末としてスマートフォンを利用して, アンテナからの距離を一定 (1.1m) として AP と端末上で iperf3 プログラムを動かしている. 表 2 に評価結果を示す. アンテナ無しでも通信が可能であり, 漏洩による MIMO 通信の影響を排除するために, ARoF 時には 30 m の光ファイバで別室での測定を行った.

表 2. iperf3 TCP スループット計測 (30 秒間) 結果

状態	受信 RF レベル (dBm)	上り (Mbps)	下り (Mbps)
アンテナ無	-78	96.2	60.2
アンテナ有	-47	207.0	229.0
ARoF	-61	48.1	150.0

### 4. まとめ

B5G スマート MBH の評価を無線免許不要な WiFi を利用して実施するための環境構築が実現できた. 今後は, 5G Sub 6 及び WiFi 環境下での ARoF の検証実験を進めて行く.

#### 謝辞

本研究の成果は, NICT の委託研究 (JPJ012368C07101) により得られたものです. また, 本研究は, 慶應義塾未来光ネットワークオープン研究センターで実施しました.

#### 参考文献

- [1] 岡本聡, 他 “大電力伝送光ファイバ無線による Beyond 5G モバイルフロントホール,” 信学技報, PN2022-56, 2023年3月.
- [2] 岡本聡, 他 “スイッチド RoF によるスマートモバイルフロントホール構成,” 2023 信学ソ大, B-12-14, 2023年9月.