

平成 27 年度研究開発成果概要書

課 題 名 : 高い臨時設営性を持つ有無線両用通信技術に関する研究開発

採 択 番 号 : 159

副 題 : 光ファイバ伝送とW帯無線伝送を柔軟に切替可能な通信方式を実現する要素デバイス及びシステム化技術

(1) 研究開発の目的

光ファイバ伝送の高速性と無線伝送の機動性を融合した有無線通信システムの実現を目的とし、光ファイバ伝送とW帯(75~110GHz)無線伝送を柔軟に切り替える通信方式の確立のために、要素デバイス及びシステム化技術の研究開発を実施する。

(2) 研究開発期間

平成24年度から平成27年度(4年間)

(3) 実施機関

(株)KDDI 研究所<代表研究者>、国立大学法人大阪大学、(株)日立製作所、富士通(株)、住友大阪セメント株式会社、学校法人早稲田大学、(株)トリマティス

(4) 研究開発予算(契約額)

総額1234百万円(平成27年度280百万円)

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題ア: 高速多値変調フォーマットによる有無線適応変調システムの開発

1. 高速に切替可能な100Gbit/s有線伝送・10Gbit/s有無線伝送技術(株式会社KDDI 研究所)

2. MIMO 利用による複数無線チャネル統合制御技術(国立大学法人大阪大学)

課題イ: ファイバ無線技術によるミリ波帯無線送受信機の開発

1. 機動性と堅牢性を有する可搬型筐体の開発(株式会社日立製作所)

2. W帯送信・受信装置の開発(株式会社日立製作所)

3. 位置・方位情報モニタリング装置の開発(株式会社日立製作所)

4. W帯高出力送信増幅器の開発(富士通株式会社)

課題ウ: ファイバ無線信号生成技術の開発

1. W帯ファイバ無線信号発生用変調器の開発(住友大阪セメント株式会社)

2. Two Tone 無線信号生成用光変調器の高機能化(学校法人早稲田大学)

3. Two Tone 方式W帯ファイバ無線信号生成技術(株式会社トリマティス)

課題エ: 10Gbit/s 専用システムの開発

1. 10Gbit/s 専用システムの開発: 無線伝送(株式会社日立製作所)

2. 10Gbit/s 専用システムの開発: 有線伝送(株式会社KDDI 研究所)

(6) これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

		累計(件)	当該年度(件)
特許出願	国内出願	58	21
	外国出願	15	5
外部発表	研究論文	12	3
	その他研究発表	93	26

(27-1)

	プレスリリース・報道	1	1
	展示会	12	5
	標準化提案	19	2

(7) 具体的な実施内容と成果

課題ア：高速多値変調フォーマットによる有無線適応変調システムの開発

1. 高速に切替可能な 100Gbit/s 有線伝送・10Gbit/s 有無線伝送技術（株式会社 KDDI 研究所）
 - ・二重平行マッハツェンダ変調器（DP-MZM: Dual-Parallel Mach-Zehnder Modulator）の新たな駆動方式を考案し、光フィルタを用いることなく純度の高い光 Two-tone 信号を生成可能であることを実証した。
2. MIMO 利用による複数無線チャネル統合制御技術（国立大学法人大阪大学）
 - ・モード多重伝送技術とW帯アンテナ MIMO 技術を用いた、MIMO-RoF 伝送の無線信号出力安定化手法を提案、実験的に実証。
 - ・偏波多重 MIMO-RoF システムの通信路容量を解析的に明らかにし、解析結果を基に 6dB の要求 SN 比改善を達成する簡易な時空間符号化方式を提案。

課題イ：ファイバ無線技術によるミリ波帯無線送受信機の開発

1. 機動性と堅牢性を有する可搬型筐体の開発（株式会社日立製作所）
 - ・前年度までに実施した 3次元構造解析を基に、防水（IPX5）可能な筐体構造を実現し、以下のスペックの筐体を開発した。
 - 容 積： 1.35×10^7 (mm³)
 - 重 量：9.6Kg
 - 振動、衝撃（強度）：3~100Hz、1.0 (0.7) G
 - ・屋外動作用外部電源ユニットの開発を行い、内部回路実装後の筐体に接続し屋外動作用外部電源の評価を行った。
2. W 帯送信・受信装置の開発（株式会社日立製作所）
 - ・送信モジュールと受信モジュールをハーメチックパッケージに実装し、基本性能の評価を完了した。
 - ・課題工で、課題エー2との接続動作による伝送実験を 3/29 の終了評価会で動態展示を行うと共に測定器を信号源とした系で、800m の伝搬距離で 10Gb/s の伝送実験も実施した。
3. 位置・方位情報モニタリング装置の開発（株式会社日立製作所）
 - ・GPS（緯度、経度）地磁気センサー（水平、垂直）、気圧センサー（高度）をモニターする位置・方位情報モニタリング装置を課題イー1で開発した筐体に組み込み、基本性能を確認した。
4. W 帯高出力送信増幅器の開発（富士通株式会社）
 - ・GaN トランジスタの高出力化のため、高耐圧・高電流化技術を開発し、96 GHz で世界最高の出力電力密度 3 W/mm を達成した。
 - ・1W 増幅技術開発のため、増幅器 MMIC を設計試作し、94 GHz で出力 1.6 W を確認した。
 - ・増幅器モジュールを試作し、94 GHz~98 GHz で出力電力 500 mW 以上、線形利得 12 dB 以上と、目標性能を達成した。
 - ・高信頼度技術を開発し、増幅器モジュールの 1000 時間 RF 通電試験で安定動作を確認した。

課題ウ：ファイバ無線信号生成技術の開発

（課題ウー1、2および3の共同成果）

・課題ウー1、ウー2、ウー3の三者連携体制で、光 Two-tone 信号発生用変調器の課題を抽出し、改善開発を行った。光変調器の低電圧化および光入力耐性の改善を実施し、その変調器を用いたもちいた安定化光 Two-tone 信号発生装置では、信号品質(C/N比)の大幅な改善(20dB)が実現された。また、連携してアクティブY分岐型高消光比変調器の設計・試作を行い、さらに大幅な低電圧化(25GHzにおける半波長電圧 10V以上 V → 2.8 V) が達成された。

1. W 帯ファイバ無線信号発生用変調器の開発(住友大阪セメント株式会社)
 - ・変調器の低電圧化、ハイパワー光への耐性の改善に加えて、制御安定性の向上を実現した。
 - ・開発した技術を取り入れたミリ波光変調器の試作とサンプル供給を行った。
2. Two Tone 無線信号生成用光変調器の高機能化(学校法人早稲田大学)
 - ・アナログや多値信号の伝送に適する応答性を高直線化した変調器を新規に提案し、その原理確認を行った。
3. Two Tone 方式 W 帯ファイバ無線信号生成技術(株式会社トリマティス)
 - ・光変調器バイアス追尾機構や光フィルタの最適化を行い、75~110 GHz でスプリアス-35 dB 以下の光 Two-tone 信号を、自動で安定生成できる発生器を開発した。
 - ・AGC および ALC 特性の最適化を行い、レベル変動 0.5 dB 以下および応答速度 500 μ s 以下に安定性を高めた専用光増幅器を開発した。

課題エ：10Gbit/s 専用システムの開発

(課題エー1 および2の共同成果)

- ・光伝送と W 帯伝送をシームレスに接続した有無線両用伝送システムを用い、片方向 5Gbit/s の伝送レートでエラーフリー伝送を確認した。
 - ・2016/3/29 の終了評価会において動態展示を実施した。
1. 10Gbit/s 専用システムの開発：無線伝送(株式会社日立製作所)
 - ・課題エー2の光信号で送られてくる中間周波数の変調信号と LO 信号を光→電気信号変換後に二逓倍して変調信号をアップコンバートする送信機、および受信信号と光信号として送られてくる LO 信号を二逓倍してダウンコンバートした変調器信号を電気→光変換して中間周波数に戻す系を構築した。
 2. 10Gbit/s 専用システムの開発：有線伝送(株式会社 KDDI 研究所)
 - ・昨年度開発した 10GbE \leftrightarrow 有無線両用伝送用 $\pi/4$ シフト QPSK 信号変換装置に、伝送歪みを補償する機能を追加実装する開発を行った。
 - ・改修後の信号変換装置を用い、市販品の組み合わせによる W 帯伝送システムと結合して、片方向 5Gbit/s の伝送レートでエラーフリー伝送を確認した。