

採 択 番 号 01301
研究開発課題名 Beyond 5G 超高速・超大容量無線通信システムのための
 ヘテロジニアス光電子融合技術の研究開発

(1) 研究開発の目的

光ファイバネットワークで使用される近赤外光データと、B5G で使用されるサブテラヘルツ～テラヘルツ無線データとのシームレスかつ低遅延・超低消費電力な相互変換機能を実現する、光-B5G 無線間キャリア変換/データコンバータ技術を研究開発する。

(2) 研究開発期間

令和 3 年度から令和 6 年度 (4 年間)

(3) 受託者

国立大学法人東北大学<代表研究者>
浜松ホトニクス株式会社
住友大阪セメント株式会社
学校法人早稲田大学

(4) 研究開発予算 (契約額)

令和 3 年度から令和 6 年度までの総額 1,080 百万円 (令和 6 年度 240 百万円)
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 光ファイバ B5G 無線通信変換用ダブルミキシングデバイス・システムの研究開発
1-a) 光ファイバ B5G 無線通信変換用ダブルミキシングデバイス・プロセス基盤技術の研究開発
 (国立大学法人東北大学)
1-b) 光ファイバ B5G 無線通信変換用ダブルミキシングデバイス・システム化技術の研究開発
 (国立大学法人東北大学)
1-c) 光ファイバ B5G 無線通信変換用ダブルミキシングデバイス・プロセス量産化技術の研究開発
 (浜松ホトニクス株式会社)
研究開発項目 2 B5G 無線-光ファイバ通信変換用光データ生成デバイス・システムの研究開発
2-a) B5G 用超高速低電圧駆動光変調器の研究開発 (住友大阪セメント株式会社)
2-b) B5G 用ヘテロジニアス光集積回路基盤技術の研究開発 (学校法人早稲田大学)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	12	1
	外国出願	36	12
外部発表等	研究論文	15	2
	その他研究発表	188	55
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	2	0
	展示会	1	0
	受賞・表彰	17	2

(7) 具体的な実施内容と最終成果

研究開発項目 1 光ファイバ B5G 無線通信変換用ダブルミキシングデバイス・システムの研究開発

研究開発項目 1-a) 光ファイバ B5G 無線通信変換用ダブルミキシングデバイス・プロセス基盤技術の研究開発 (国立大学法人東北大学): InP 系 UTC-PD 集積化 HEMT ダブルミキサにより光データから 120~300 GHz 無線帯さらには中間周波数帯への光電融合周波数下方変換において消費電力 10 mW 以下で変換利得 -30 dB 以上達成の見通しを得た。さらに、グラフェン FET ダブルミキサにより、当初目標である無線信号周波数 500 GHz を大幅に上回る 1 THz 帯での実証実験に成功した。

研究開発項目 1-b) 光ファイバ B5G 無線通信変換用ダブルミキシングデバイス・システム化技術の研究開発 (国立大学法人東北大学 (2022 年度まではパナソニックホールディングス株式会社が担当)): UTC-PD 上部集積 HEMT ダブルミキサモジュール・パッケージを開発し、120 GHz 帯光結合損失 3 dB 以下を試作モジュールで、220~325 GHz 帯光結合損失 3 dB 以下、LO 信号結合損失 3 dB 以下をシミュレーションでそれぞれ達成した。

研究開発項目 1-c) 光ファイバ B5G 無線通信変換用ダブルミキシングデバイス・プロセス量産化技術の研究開発 (浜松ホトニクス株式会社): InP 系 UTC-PD 上部集積 HEMT ダブルミキサの 150 nm ノード/3 インチウェハプロセスにおいて、当初目標を大幅に上回る 80%以上の歩留まりを達成するとともに 300 GHz 帯をカバーしうる 70 nm ノードの動作実証に成功した。デバイスの完全国産を目指した内製エピウェハのデバイス試作を実施し、外注エピウェハに匹敵する HEMT スwitching 特性を得た。

研究開発項目 2 B5G 無線-光ファイバ通信変換用光データ生成デバイス・システムの研究開発

研究開発項目 2-a) B5G 用超高速低電圧駆動光変調器の研究開発 (住友大阪セメント株式会社): B5G デジタルフルコヒーレントモバイルフロントホールのアップリンク用 LN 変調器の高性能化を図り、微細リッジ導波路形成技術等の開発により素子サイズを従来比 1/3 に小型化をし、当初目標を大幅に上回る 115 Gbaud (光帯域 80 GHz)、駆動電圧 1.9 V、ならびに 120°C-1000 時間以上の安定動作を達成した。さらに、ドライバアンプ集積化 4 レーン LN 変調器を試作し、16QAM 変調 (130 Gbaud) でエネルギー効率 1.9 pJ/bit の見通しを得た。

研究開発項目 2-b) B5G 用ヘテロジニアス光集積回路基盤技術の研究開発 (学校法人早稲田大学): SiPh スポットサイズコンバータの構造最適化によって SiPh、化合物、LN 3 種の材料系で最終目標数値 2.0 dB/facet 以下を、また、SiPh 内にシリコン導波路と SiN 導波路を集積化し 0.25 dB の低損失接合を、各々実証し、目標を上回る 4 種の材料系での 2.0 dB/facet 以下の接続損失を達成した。さらに、ヘテロジニアス波長可変レーザにより 150 nm 以上の超広帯域可変範囲を、p-ドープ QD レーザにより 120°C の CW 動作を、1/4DFB レーザにより 20 kHz の狭線幅特性を、各々達成した。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

研究開発項目 1 光ファイバ B5G 無線通信変換用ダブルミキシングデバイス・システムの研究開発

- ・現在、デジュール標準化団体 IEC の TC103 無線通信用送信装置専門委員会傘下の国内ワーキンググループ (WG6) の活動を端緒として、光ダブルミキシング技術の国際標準化提案を完了する。
(国立大学法人東北大学)
- ・上記標準化や市場動向/技術動向を鑑みながら、300 GHz 帯ダブルミキサデバイス・モジュール商用化、更には高性能ヘテロジニアス集積 THz トランシーバ・モジュールの実用化を図っていく。
(浜松ホトニクス株式会社) (国立大学法人東北大学) (パナソニックホールディングス株式会社 (2022 年度まで))

研究開発項目2 B5G 無線―光ファイバ通信変換用光データ生成デバイス・システムの研究開発

- B5G/LN 光変調器関連製品としては、まず 120 GHz 帯のマーケティング活動を推進し、社会実装に必要な技術の調査の上、商品化開発計画の立案を行う。さらに、300 GHz 帯対応 超高周波デバイス開発（B5G/6G/7G 対応）と展開を図る。（住友大阪セメント株式会社）
- SiPh 技術に関しては、OFC,ECOC 等の主要国際会議、高インパクトファクター学術論文誌への公表によって技術的優位性をアピールし、標準化におけるイニシアチブをとるとともに、取得した特許等知的財産権を武器として関連企業とのライセンス契約やベンチャー企業の設立を図り、開発した技術を商品・サービスとして社会実装化へ繋ぐ。（学校法人早稲田大学）