

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 Beyond 5G大容量無線通信を支える次世代エッジクラウドコンピューティング基盤の研究開発
- ◆副題 Beyond 5Gに向けた革新的高速大容量データ転送ハードウェア開発と高機能エッジクラウド情報処理基盤の研究開発
- ◆受託者 東京工業大学、東海国立大学機構、滋賀県立大学、富士通オプティカルコンポーネンツ(株)、古河電気工業(株)、古河ネットワークソリューション(株)、日本電気(株)、大阪大学、東北大学、楽天モバイル(株)
- ◆研究開発期間 令和2年度～令和6年度(5年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和2年度から令和4年度までの総額2,003百万円(令和3年度974百万円)

2. 研究開発の目標

日本の強みであるマルチコアファイバ技術を導入し、高速大容量データ転送を可能にする革新的ハードウェア技術を開発する。さらに、これら新たなハードウェア技術を基盤として、多種多様なサービスに対応可能な高機能エッジクラウド情報処理基盤の研究開発を行い、Beyond 5G 大容量無線通信、高信頼・極低遅延、超大量端末を最大限に発揮した将来のCyber-Physical System実現に貢献する。

3. 研究開発の成果

研究開発目標

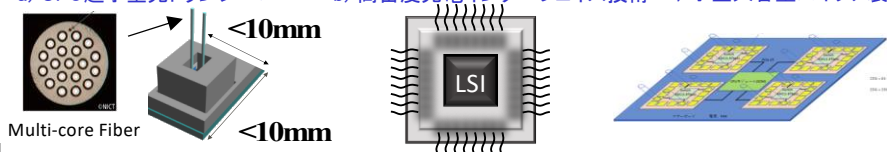
研究開発成果

研究開発項目1: 高速大容量データ転送を実現する革新的ハードウェア技術の研究開発

MCFをベースに、破壊的イノベーションの創出

CPO光トランシーバ、電気プラグインターフェイス、複数のCPO光トランシーバ搭載のCPOデータボードの実現

a) CPO超小型光トランシーバ b) 高密度光電インターフェイス技術 c) 小型大容量スイッチ装置



研究開発項目1-a: Co-Packaged Optics (CPO)超小型光トランシーバの研究開発

- ・1060nm帯VCSELのNRZ 40Gbps動作, チップ消費電力0.1pJ/bitの低消費電力化
- ・25 Gbps 送受信用EICの基本動作検証と、小型・低電力16 ch EICの検討

研究開発項目1-b: チップ間光接続を可能とする高密度光電インターフェイス技術

- ・10mm角以下かつ伝送容量400GbpsのCPO超小型光トランシーバ構成法の確立
- ・世界最小ピッチ0.3mmを用いた高密度光電インターフェイスの設計と試作
- ・FPGA搭載CPOデータボードプロトタイプ的设计、試作着手

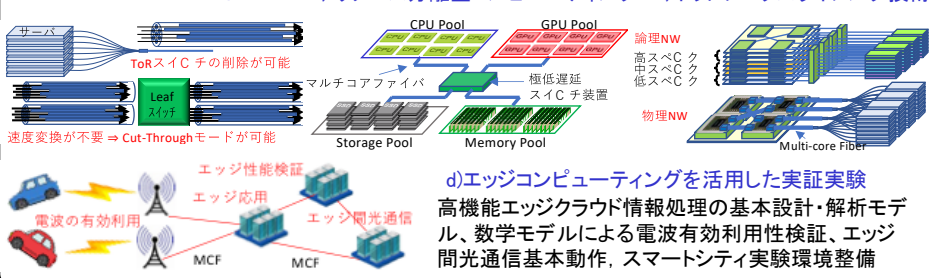
研究開発項目1-c: 小型大容量スイッチ装置の研究開発

- ・スイッチASICの調査、選定、評価ボードで遅延計測実施と、スイッチ装置基本設計

研究開発項目2: 多種多様なサービスに対応可能な高機能エッジクラウド情報処理基盤の研究開発

MCFをベースに、新たなエッジクラウド情報処理基盤の確立

a) 極低遅延スイッチング技術 b) リソース分離型コンピューティング c) ネットワークスライシング技術



研究開発項目2-a: MCFを用いた極低遅延スイッチング技術の研究開発

- ・中継遅延計測のためのFPGA機能を評価ボード上で試作、Fan-in/out試作、評価

研究開発項目2-b: リソース分離型コンピューティング技術の研究開発

- ・アーキテクチャを提案しそのうち主にデータ管理とハードウェア要素の試作を実施

研究開発項目2-c: MCFを用いたネットワークスライシング技術の研究開発

- ・スイッチ装置の仕様および実証検証に必要な構成の検討

研究開発項目2-d: エッジクラウドコンピューティングを活用した実証実験

- ・エッジクラウド情報処理基盤内NW構成と各スライスへのリソースの動的な割り当てに用いる制御方式を提案、資源割り当て手法を考慮したNW構成の検討方針策定
- ・数学モデルを用いた電波資源の有効利用性検証
- ・識別ラベル生成・スイッチ素子制御電気ポットの試作・2マイクロ秒以内の遅延実証及び波長合分波付シリコン細線光スイッチ集積素子の数ナノ秒以内の切替動作実現
- ・無線エリアの構築、RANの仮想化実証と、エッジアプリの試作
- ・エッジクラウドコンピューティングを連携させたB5G仮想化エッジクラウド環境の構築及び仮想化RAN基本性能評価を実施

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

| 国内出願 | 外国出願 | 研究論文 | その他研究発表 | 標準化提案・採択 | プレスリリース 報道 | 展示会 | 受賞・表彰 |
|----------|----------|----------|------------|----------|---------------|----------|----------|
| 8 (8) | 7 (7) | 2 (2) | 51 (51) | 0 (0) | 6 (6) | 0 (0) | 0 (0) |

※ 成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

- ・単一モードと高速化を両立にする1060nm帯VCSELを実現し、従来技術の50倍の伝送距離(5km@50Gbps)、世界最高性能の低消費電力動作を実証。
- ・MCFに対応した25 Gbps × 16 ch光送受信用EICを初めて設計・試作し、小型CPOトランシーバ実現に向け2.5 mm × 2.5 mm以下の小型化に成功。
- ・世界最小ピッチ0.3mmを用いたランドグリッドアレイを用いて高密度光電インターフェイスを設計し、その試作に成功。
- ・B5Gセルラネットワークの実証フィールドのためのエリア構築を行い、RANの仮想化実証とエッジアプリのプロトタイプの実証実験に成功。
- ・B5G仮想化エッジクラウド関連の報道発表(6件)を積極的に行った。
- ・Beyond 5Gの実現、次世代エッジクラウドコンピューティング基盤の創出に向け、知財戦略に基づき、15件の特許出願を行った。
- ・国際会議等の基調講演、招待講演19件を行い、研究開発成果の情報発信を積極的に行った。

5. 今後の研究開発計画

研究開発項目1: 高速大容量データ転送を実現する革新的ハードウェア技術の研究開発

高速大容量データ転送を実現する革新的ハードウェア技術の実現を目指し、デバイスレベルから装置までのハードウェアの研究開発を並列に実施し、研究成果を統合していき、最終的にCPOを用いた大容量スイッチ装置の実現性を検証する。具体的には、以下の研究開発を実施する。

- ・NRZ 25Gbps、PAM4 50Gbps以上の高速動作可能な裏面射出型16-ch VCSELアレイ試作・評価とCPO光トランシーバ実装に向けたサンプルの提供。
- ・25 Gbps × 16 ch光送受信用EICの開発において、送信用EICではデジタル制御を用いた超小型・超低電力回路技術を、受信用EICでは回路トポロジーによる広帯域化技術の開発を行う。また、さらなる高速化に向けた光送受信用EIC回路技術の検討を行う。
- ・16chマルチコアファイバと光接続した400Gbps(25Gbps NRZ × 16ch)のCPO超小型(10mm角以下)光トランシーバプロトタイプを試作、2kmMCF伝送検証。
- ・CPO光トランシーバをドータボードに実装するための25Gbps以上の差動電気信号を16チャンネル入出力可能な電気プラグブルインターフェイスの検証を行い、CPOトランシーバの特性評価を行う。また、CPO光トランシーバを冷却するための放熱構造の性能を評価する。
- ・極低遅延スイッチング技術の実証実験で用いるFPGA搭載CPOドータボード(10cm角程度)とスイッチASIC搭載ドータボードの2種を設計、作製する。
- ・スイッチASICの近傍にCPO光トランシーバを配置することで、従来のフロントパネルのI/Oの限界を超える大容量伝送を可能にする小型スイッチ装置の実現性を検証する。

研究開発項目2: 多種多様なサービスに対応可能な高機能エッジクラウド情報処理基盤の研究開発

エッジクラウドコンピューティング能力の飛躍的な向上を目的として、マルチコアファイバを用いたCPO光トランシーバとASICを実装した64 × 64以上の規模のスイッチ構成による極低遅延性のスイッチング技術の開発と原理実証、リソース分離型コンピューティング・プラットフォームと数10%以上のリソース有効活用を実証するためのアプリケーション開発と性能実証を行う。また4スライス以上のネットワークスライシングのスイッチング技術の開発と高速性実証、エッジクラウドコンピューティングのネットワーク構成・制御の有効性をシミュレーションにより実証、電波利用効率向上など電波有効利用への貢献を解析的及び数値的に実証するとともに、ネットワークの各階層の連動を実施して1ms以下の低遅延性の実現可能性と入出力数拡張の検証、さらに、B5Gヘテロジニアスセルラネットワークのエリア拡張、ARナビゲーションシステムの開発、実証フィールド実測データのデジタルツイン伝搬シミュレータへの統合、そしてB5Gスマートタウン統合実証実験の環境整備を行う。また、エッジクラウドコンピューティングを連携させたB5G仮想化エッジクラウドでの仮想化対象を、コア機能からアプリケーションまでに範囲を広げ、エッジにおける性能検証を行う。