

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

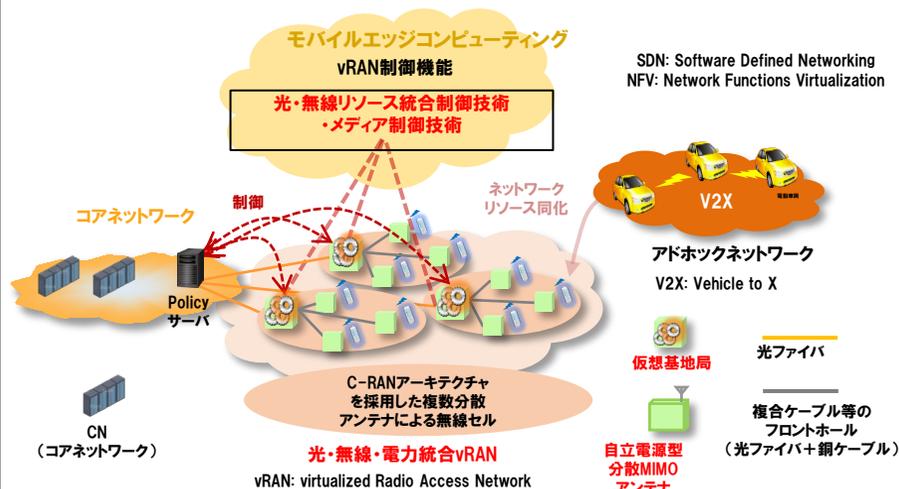
- ◆研究開発課題名: Beyond 5G のレジリエンスを実現するネットワーク制御技術の研究開発
- ◆受託者: 国立大学法人東北大学、国立大学法人広島大学、日本電業工作株式会社
- ◆研究開発期間: 令和3年度～令和5年度 (3年間)
- ◆研究開発予算 (契約額): 令和3年度から令和5年度までの総額260百万円 (令和5年度93百万円)

2. 研究開発の目標

自立電源を配備し、複数の分散MIMOアンテナと仮想基地局で構成されたvRAN(virtualized RAN)により、B5Gネットワークのグリーンとレジリエンスを実現するため、電力も含めてvRANにおけるセル構成の適応制御に関して、2022年度までに、方式等の検討、試作評価を実施し、2023年度までに本制御技術における各要素技術の評価を実施し、Beyond 5G のレジリエンスを実現する ネットワーク制御技術を確立する。

3. 研究開発の成果

研究開発項目1: 光・無線リソース統合制御技術・メディア制御技術



研究開発項目1-b) 適応型マルチタスクアンテナの研究開発

研究開発項目1-b)-1 多周波共用、偏波共用、高利得、オムニアンテナの開発

- 2.4GHz/5GHzにおけるアンテナのオムニ指向性、レドームの構造、アレー配置について、電磁界シミュレーションを用いて、利得の向上に向けた最適設計を行った。また、プロトタイプを試作し、伝搬実験により、設計法の妥当性を検証
- Sub6帯のデュアルバンド(4.05 GHz/5.75 GHz)において、高利得の水平偏波オムニアンテナの設計に成功し、電磁界シミュレーションにより、偏波共用の可能性を提示
- 研究開発項目1-b)-2と連携し、Sub6帯の本アンテナとミリ波MIMOマルチビームアンテナと一体化したプロトタイプを作製し、実験により、アンテナの放射特性を測定し、高利得のアンテナの動作とアンテナ間の相互結合の低減を確認

研究開発項目1-a) 光・無線リソース適応制御技術の確立

研究開発項目1-a)-1 セル再構成に適応した無線リソース制御技術

- オムニアンテナ(Sub6帯)を用いた分散型クラスタマルチユーザMIMO(MU-MIMO)の適用を前提として、災害時のクラスタ再構成によるシステムスループットの改善と公正性の担保の可能性を明確化
- ユーザ位置情報に基づくユーザクラスタ再構成技術を確立し、災害時の分散アンテナの破損率が30%以下において、システムスループットに相関があるユーザ当たりの通信容量の中央値(累積確率50%における通信容量)の低下率を平時に比べ10%以内に抑えることが可能であることを実証
- ユーザクラスタ再構成技術を適用することにより、平時に累積確率1%の公平性が確保できるユーザ当たりの通信容量において、災害時(分散アンテナ破損率50%)に公平性を担保できないユーザの発生率が10%以内に抑えることが可能であることを実証

研究開発項目1-a)-2 セル再構成に適応した光リソース制御技術

- デジタルコヒーレント方式とアナログコヒーレント(フルコヒーレント)方式の利害得失を比較し、周波数利用効率、遅延、消費電力の観点からフルコヒーレント方式の優位性を明確化(研究開発項目1-a)-1との連携)
- 28 GHz帯への適用を想定し、16 Gbit/s、256 QAM信号の光ファイバ10 km、無線20 m光・無線融合フルコヒーレント伝送を実証(研究開発項目1-b)-2との連携)
- 仮想基地局の機能配置制御技術、時分割多重制御技術による光リソース適応制御手法を確立

研究開発項目1-a)-3 セル再構成に適応した光・無線フロントホール切り替えを実現するメディア制御技術

- デジタルコヒーレント方式においては仮想基地局の機能配置制御技術を用いた光・無線フロントホール制御手法を確立
- 28 GHz帯マルチビームアンテナを用いた光・無線フルコヒーレント伝送実験により、発災時に設定するミリ波帯無線フロントホールの伝送性能を実証(研究開発項目1-b)-2との連携)

研究開発項目1-b) 適応型マルチタスクアンテナの研究開発

研究開発項目1-b)-2 ミリ波MIMOマルチビームアンテナの利得制御技術の開発

- 垂直・水平・45° 偏波3種類の直列給電ミリ波帯マイクロストリップアンテナを開発・試作。ミリ波帯MIMOマルチビームアンテナの実運用に適した指向性を有するアンテナを開発・試作
- マルチビーム測定用電力分配器を設計・試作し、最大8つのマルチビームを電力合成し、概ね9dBの受信電力向上を実証
- 研究開発項目1-b)-1と連携し、広帯域偏波共用高利得オムニアンテナのフルアレーを試作。ミリ波帯マイクロストリップアンテナと一体化した特性評価により、設計の妥当性を確認

研究開発項目1-c) 分散MIMOアンテナ自立電源制御

- フロントホールに電力線を並走させる複合フロントホールと、太陽光発電および蓄電池による分散MIMOアンテナ用自立電源システムを考案し、災害時の電力供給持続時間(3日以上)と平時の再エネ比率(50%以上)の目標を達成可能な動作条件をシミュレーションで明確化
- 自立電源システムを構築し、10月～12月にかけて実証実験を行い、再エネ率50%以上と電力供給持続時間3日以上を実証

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
9 (0)	7 (2)	9 (2)	45 (21)	0 (0)	0 (0)	5 (2)	6 (2)

- (1) 研究開発運営委員会を6回開催 ※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。
 通信事業者(NTT研究所、KDDI総合研究所、移動無線センター)、通信機器ベンダ(三菱電機、富士通)及び大学(電通大、農工大)から構成された研究開発運営委員会を6回開催し、本研究開発の研究成果、進捗、及び今後の進め方について、議論と見交換を実施した。本委員会での議論や本研究開発で得られた知見と成果をベースとして、2023年度革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業「要素技術・シーズ創出型プログラム」に、提案研究開発プロジェクト「環境適応型ユーザセントリックBeyond 5G RANの研究開発」として応募した。
- (2) 台湾工業技術研究院(ITRI: Industrial Technology Research Institute)とのワークショップを毎年開催
 東北大学と台湾ITRIとのMoUに基づき、ワークショップを毎年開催し、本研究開発成果についての意見交換と議論を行い、グリーンでレジリエントなB5G RANの研究成果のアピールを実施した。
- (3) 受賞・表彰
 ICETC2022 Best Student Presentation Award (2022/12/2)
 石田實記念財団研究奨励賞特別賞(2022/12/2)
 AWPT2022 Student Award (2022/12/6)
 IEEE Sendai Section Student Awards (The Encouragement Prize) (2022/12/12)を受賞
 2023年度電子情報通信学会学生・若手論文特集における優秀論文賞(2024/3/1)
 2023年度電子情報通信学会学術奨励賞(2024/3/5)

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

- (1) 計画
- 国際標準化を進める上では、NTT及びKDDI等の通信事業者、一般社団法人情報通信技術委員会、NICT等の国内関連機関との連携が重要である。出願特許等の研究開発成果の情報入力等を通じた連携を模索する。
 - 事業化のためには、共同提案者である企業の強みを生かした要素技術等の基本特許を核とする周辺技術が必要であり、参加企業が競争領域として、他社との差別化を目指した技術開発と特許取得を検討する。
 - 国際会議や論文誌に加え、情報発信のために開設したホームページを活用して、社会に広く研究開発成果を情報発信する。
 - 研究開発成果や開発技術のプロモーション活動を検討し、参加企業が具体的な商品開発に向けた検討を進める。
- (2) 展望
- スマートシティの先にあるSociety5.0では、グリーンでレジリエントな本B5Gネットワークが社会・経済に与えるインパクト・貢献は多大であると考えられることから、本研究開発終了後も継続してグリーンでレジリエントなB5Gネットワークの実現に向けて貢献してゆく。
 - 本研究開発では、大学院生を積極的にプロジェクトに参加させ、プロジェクトベースの研究開発を経験させることにより、産業界を担う人材育成を実施した。今後は、本研究開発の他に獲得している現在実施中の情報通信関連の研究開発プロジェクトにおいて、大学院生の積極的参加を促進し、人材育成を継続し、産業界の持続的発展への貢献を進める。
 - 研究開発の成果をベースとして、新たな研究開発プロジェクトへの提案を積極的に行い、B5Gの実現方式と要素技術に関する研究開発を進め、得られた研究開発成果を国際会議や論文誌等でアピールを行うと同時に、ITU-R/T、3GPP等での標準化への貢献を目指して、NTT及びKDDI等の通信事業者、一般社団法人情報通信技術委員会、NICT等の国内関連機関や関連する通信機器ベンダとの緊密な連携を模索する。