

5G 向けミリ波フェーズドアレイ無線機を開発 安価な集積回路を用いて高精度指向性制御を実現

東京工業大学の岡田健一教授と、日本電気株式会社は共同で、第 5 世代移動通信システム (5G) に向けたミリ波帯フェーズドアレイ無線機を開発した。5G では従来のマイクロ波帯の周波数にあわせて、ミリ波帯の周波数の利用が計画されている。ミリ波帯用の 5G 無線機ではアレイ状に配置したアンテナへ入出力する高周波信号の位相を制御することにより、アンテナの指向性パターンを制御する。従来は高精度な指向性の制御のために大規模な装置が必要であったが、指向性パターンを劣化させる要因になっている位相および振幅のばらつきを補償できるコンパクトな回路を新たに提案し、無線機とともに集積化することに成功した。

この回路の活用により位相 0.08 度と極めて高精度にアンテナ素子の信号を制御することができる。無線機は安価なシリコン CMOS (相補型金属酸化膜半導体) プロセスで製作した。この技術は、5G 向けの各種無線通信機器に搭載可能で、ミリ波帯の 5G 普及を加速させる成果といえる。

研究成果は 6 月 2 日から米国ボストンで開催される国際会議 RFIC (IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium <米国電気電子学会・無線周波数集積回路シンポジウム>2019) で発表され、最優秀論文賞を受賞した。

今回の研究ではあらかじめ前信号処理を加えることで、比較的低速度の AD 変換器とカウンターによる位相検出回路により、高精度な振幅・位相の検出を可能とした。これまで位相検出に必要な高精度アナログ量の検出を、CMOS 回路の極めて高い時間分解能に変換した上で、デジタル的に処理することが可能となったため、コンパクトな回路で高精度な補償機構内蔵の 5G 向けミリ波帯フェーズドアレイ無線機を実現できた。

このフェーズドアレイ無線機を最小配線半ピッチ 65 nm のシリコン CMOS プロセスで試作し、12 平方 mm の小面積に 4 系統のフェーズドアレイ無線機を搭載した (図 1)。現在、5G 向けに利用が開始されている 28 GHz 帯とあわせて、今後 39 GHz 帯の利用の増大が想定されている。開発した CMOS 無線送受信チップは、39 GHz の周波数帯で利用でき、その飽和出力電力[用語 6]は 15.5 dBm であった。

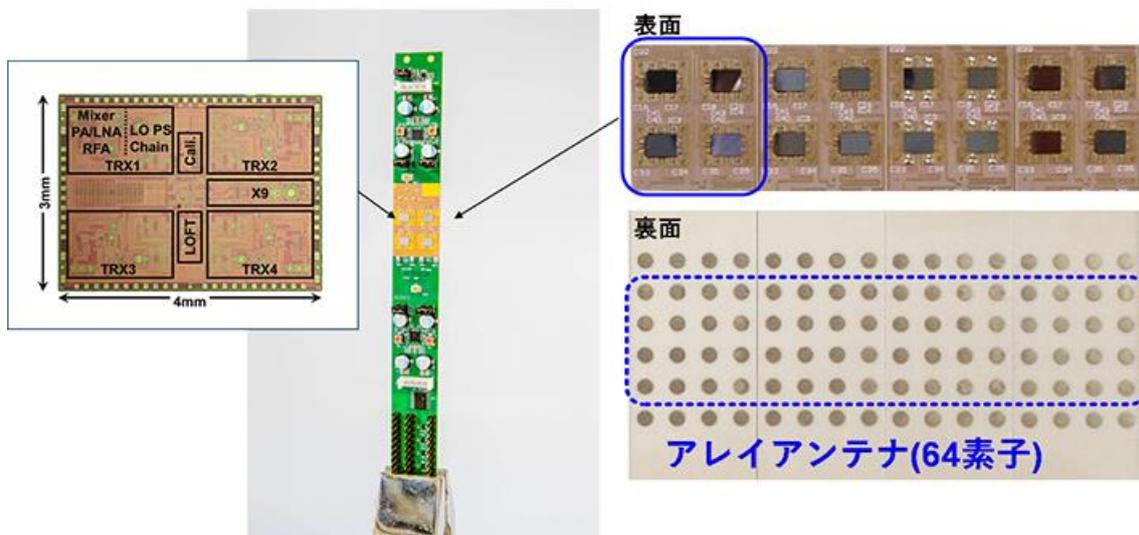


図 1. 5G 向け 39 GHz 帯フェーズドアレイ無線機

伝送実験のため、CMOS チップを搭載した評価基板（図 1）を作成した。電波暗室内で、1m の距離を隔てて 2 台のモジュールを対向させ、提案した補償回路を動作させてデータ伝送試験を実施した。その結果、補償回路の実力は位相で 0.08 度、振幅で 0.04 dB と極めて優れた特性を示し、各アンテナの位相振幅を制御することにより、電波の放射方向を 0.1 度の精度で調整可能であることを確認した。また、最大となる 0 度方向での EIRP は 53 dBm だった。

固定のビームフォーミング、400 MHz の 256QAM の 5G NR 信号で EVM=-30 dB を達成した。消費電力は 1 チップあたり送信時 1.5W、受信時 0.5W だった。

開発した無線機は、フェーズドアレイに用いられる CMOS チップの省面積化を実現し、5G 無線機の小型・低コスト化を牽引する。今後、5G 向け通信機器での利用をターゲットとして 2020 年頃の実用化を目指す。また、ビームフォーミングの鍵となる多数のアンテナ・トランシーバーの補償技術は、5G に限らず様々な無線通信に対して適用可能であり、通信機器の小型・低コスト化に有効な技術と考えられる。

（日文全文 <https://www.titech.ac.jp/news/2019/044423.html> ）