

令和3年度研究開発成果概要書

採択番号 00801  
研究開発課題名 継続的進化を可能とする B5G IoT SoC 及び  
IoT ソリューション構築プラットフォームの研究開発

(1) 研究開発の目的

継続的な進化に対応可能な、カスタマイズ性の高い B5G IoT 端末向け SoC の研究開発を行い、端末と基地局を総合して機能改変を行う事が出来る開発環境として、B5G SDR-PF (B5G Software Defined Radio-Platform) を構築する。

ベースバンド処理 SoC、60GHz 帯ミリ波対応の CMOS RF チップのチップセットを国内設計で開発し、B5G IoT に必要なセキュリティの高度化と低消費電力化をマイクロコントローラ・ベースの SoC で実現する事で、国際競争力の高い B5G IoT 端末の実用化フェーズに繋げる。

(2) 研究開発期間

令和3年度から令和7年度(5年間)

(3) 受託者

シャープ株式会社<代表研究者>  
シャープセミコンダクターイノベーション株式会社  
国立大学法人東京大学  
国立大学法人東京工業大学  
日本無線株式会社

(4) 研究開発予算(契約額)

令和3年度から令和4年度までの総額 4,511 百万円(令和3年度 1,821 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 究極のカスタマイズ性を実現する B5G IoT 向け B5G SDR-PF の研究開発

研究開発項目 1-a)

B5G IoT SoC 向け B5G SDR-PF の構築 (東京大学)

研究開発項目 1-b)

B5G IoT SoC 向け B5G SDR-PF のソフトウェアアーキテクチャの研究開発  
(シャープセミコンダクターイノベーション株式会社)

研究開発項目 1-c)

DSP ソフトウェア無線の L1 層ソフトウェア研究開発 (日本無線株式会社)

研究開発項目 2 国産 B5G IoT SoC の研究開発

研究開発項目 2-a)

マイクロコントローラ・ベースの B5G IoT SoC の研究開発  
(シャープセミコンダクターイノベーション株式会社)

研究開発項目 3 B5G IoT SoC のセキュリティ向上の研究開発

研究開発項目 3-a)

B5G IoT SoC のローカル B5G 新機能  
(カスタムセキュリティ高度化と低消費電力化)の研究開発 (東京大学)

研究開発項目 3-b)

B5G IoT SoC のハードウェアセキュリティ高度化とカスタムセキュリティ実装の研究開発 (シャープセミコンダクターイノベーション株式会社)

研究開発項目 4 B5G IoT SoC 向け RF 技術の研究開発

研究開発項目 4-a)

ミリ波帯 IC/アンテナ/パッケージ一体設計技術の研究開発 (シャープ株式会社)

研究開発項目 4-b)

ミリ波帯省面積低消費電力フェーズドアレイ IC の研究開発 (東京工業大学)

(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	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	5	5
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1 究極のカスタマイズ性を実現する B5G IoT 向け B5G SDR-PF の研究開発

研究開発項目 1-a) B5G IoT SoC 向け B5G SDR-PF の構築 (東京大学)

ソフトウェア gNB/とソフトウェア UE (OAI UE) により構成される開発環境を構築した。また、GNU Radio-FPGA を用い、industrial I/O 等を通じてデータ処理を FPGA にオフロードする開発環境を構築した。

研究開発項目 1-b) B5G IoT SoC 向け B5G SDR-PF のソフトウェアアーキテクチャの

研究開発 (シャープセミコンダクターイノベーション株式会社)

B5G SDR-PF の端末側の L1/L2/L3 ソフトウェア開発において、機能限定のソフトウェアを用いて基地局との接続性確認を行い、プロトコル確認用開発環境を構築。また、カスタマイズ可能なプロトコルスタック構築のための実装必須機能を検討し、プロトコルスタック仕様 (初版) を作成した。

UE 開発環境として SDR ボード+PC でカスタマイズ可能な環境を実現するため、研究開発項目 2 の SoC を搭載した UE である SDR ボードについて、ターゲット仕様の策定を行った。

研究開発項目 1-c) DSP ソフトウェア無線の L1 層ソフトウェア研究開発

(日本無線株式会社)

B5G SDR-PF の端末側の L1 層について 5G の規格調査、実装必須機能を定義し、L1 層機能仕様書 (初版) を作成した。

L1 層ソフトウェアの各機能モジュールのアルゴリズム及び所望性能を検証するため、リファレンスモデルとなるシミュレーション環境を構築し、基本機能モジュールについて等価検証が可能か確認した。

基地局と端末の接続性を確認するため、汎用ハードウェアを用い L1 層のオープンソースコードソフトウェア (OAI) を活用した検証環境を構築した。OAI に未実装機能があるものの、基地局と端末の接続および基本動作を確認した。

## 研究開発項目2 国産 B5G IoT SoC の研究開発

### 研究開発項目2-a) マイクロコントローラ・ベースのB5G IoT SoC の研究開発 (シャープセミコンダクターイノベーション株式会社)

B5G SDR PF に向けたカスタマイズ可能な拡張性と、2030年商用化に向けたB5G IoT SoC に対応するため、2つの動作モードが実現できるSoC アーキテクチャの検討を行った。また、必要とされるCPU性能やメモリ容量の検討、DSP ベースバンド処理、RF インターフェースの基礎検討などを行い、SoC の基本設計を実施した。

## 研究開発項目3 B5G IoT SoC のセキュリティ向上の研究開発

### 研究開発項目3-a) B5G IoT SoC のローカルB5G 新機能 (カスタムセキュリティ高度化と低消費電力化) の研究開発 (東京大学)

理想的なスモールスケールフェージングの環境を仮定して基礎検討を進め、数値解析フレームワークを構築した。皮膚貼り付け型ナノメッシュアクティブ素子を開発した。生体信号の低ノイズ化 (高SNR) 及びモーションノイズの抑制に成功した。

### 研究開発項目3-b) B5G IoT SoC のハードウェアセキュリティ高度化とカスタムセキュリティ実装の研究開発 (シャープセミコンダクターイノベーション株式会社)

現在のIoT デバイスを取り巻くセキュリティ脅威、技術動向をBeyond 5G 時代に想定されるIoT デバイスのユースケース毎に調査・分析を行った。それらの結果に基づき、今回研究開発を行うB5G IoT SoC に実装すべきセキュリティ対策技術のターゲット仕様を策定した。

## 研究開発項目4 B5G IoT SoC 向けRF 技術の研究開発

### 研究開発項目4-a) ミリ波帯IC/アンテナ/パッケージ一体設計技術の研究開発 (シャープ株式会社)

Beyond 5G でIoT 端末に求められる省電力 (低損失) ミリ波帯アンテナモジュールの研究開発を行った。現在市販されている5G 端末に内蔵されたミリ波用アンテナモジュール複数種の構造解析を行うとともに、関連する特許についても分析を行った。それらをもとに試作モジュールの構造検討を行い、搭載する評価用RF-IC と合わせて設計を実施した。

### 研究開発項目4-b) ミリ波帯省面積低消費電力フェーズドアレイIC の研究開発 (東京工業大学)

Beyond 5G で必要となる高データレートかつ、省電力・低コストなミリ波帯フェーズドアレイ無線機の研究開発を行った。現在、利用の進んでいる28GHz 帯にあわせて、今後必要となる60GHz 帯(52~71GHz) で利用が可能なCMOS フェーズドアレイ無線機の省電力化と低コスト化のための技術開発を行った。ミリ波で用いられるアナログビームフォーミングでは、MIMO ストリーム数に比例して回路規模が増大するが、低コストで実現可能なMIMO フェーズドアレイ無線機技術の実現に向けて、これまでに実績のある28GHz 帯を想定した方式検討を行い、基本動作の解析を行った。

## (8) 今後の研究開発計画

2022年度は、中間目標の達成に向けて、B5G IoT SoC 試作に必要な回路設計及び回路検証までを完了させることを目標設定している。

ソフトウェア開発に関しては、チップ試作に向けたDSP ベースのL1 ソフトの開発とB5G SDR-PF 構築のためのソフトウェア開発を並行して推進し、OAI 等のオープンソースソフトウェアをベースに構築する検証環境にて動作検証を実施する。

また、RF 技術に関しては、B5G IoT SoC 向けのRF 回路の技術開発として、ミリ波帯に対応したIC 及びアンテナのパッケージ一体設計技術と、省面積低消費電力フェーズドアレイIC の研究開発を推進する。