

## 研究課題別事後評価結果

### 1. 研究課題名：

Super Steep トランジスタ と Meta Material アンテナによる nW 級環境 RF 発電技術の創出

### 2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）

研究代表者

石橋 孝一郎（電気通信大学 大学院情報理工学研究科 教授）

主たる共同研究者

井田 次郎（金沢工業大学 工学部 電気電子工学科 教授）

### 3. 事後評価結果

○評点：

A ■期待通りの成果が得られている

○総合評価コメント：

電波エネルギー獲得範囲（強度、場所）の拡大を目指し、Super Steep トランジスタと Meta Material アンテナの融合により、電力変換効率が極端に低下する微弱電波強度領域で高い電波電力変換効率を得る技術を開発する。

#### ■ 研究の達成状況および研究成果

- (1) SOI (Silicon on Insulator) FET 構造により、Subthreshold Slope(SS) =  $33\mu\text{V}/\text{dec}$  の電圧スイング(従来素子の 1/1000 以下)でスイッチングする Super Steep FET を開発。
- (2) 上記 SOI FET (Super Steep FET) を用いて 30MHz の高周波まで 10mV の極微小信号の半波整流波形が出ることを実証した。
- (3) 金属や地面などの設置環境で電力収集特性が変化しない 2.4GHz 帯のメタマテリアルアンテナ(体積 7.9cc インピーダンス 10k $\Omega$ )を開発。整流回路技術と併せて RFTAG 送信機 の RF 信号 (920MHz) から最大効率 78%の RF 発電を実証した。

#### ■ 得られた研究成果のインパクトについて

SOTB(Silicon on Thin Buried Oxide) MOS による整流回路を用いた携帯 950MHz 帯の環境 RF 信号から平均 2.77 $\mu\text{W}$  の発電を得、pHEMT のトランジスタ整流回路を用いて 24%の発電効率(入力電力-30dBm)を確認したことで微弱電波発電の実現に向けて大きく前進した。

#### ■ 研究の進め方において高く評価できること

チーム内の連携・シナジー効果が出るよう、年 4 回の Face to Face チームミーティング（学生参加）と月例のネットワークミーティングを実施している。また、国内外の研究者や産業界等と積極的に連携を図り、産学ネットワークを形成している。  
システム応用を意識した研究を進めて、後半フェーズではウエイクアップデバイスの開発を目指している。

#### ■ その他特記すべき事項

- ・発電電力が極小な環境下での新しい通信技術として、空間中の電波を反射/吸収するバックスキヤッタ法を提案し、原理実験による基本動作を確認している。
- ・低電圧動作 super steep トランジスタは、超低消費電力素子として将来の IoT 用電子回路に利用される可能性がある。
- ・IEEE Electron Devices Technology and Manufacturing Conference (EDTM) 2018 で Selected paper に選ばれるなど、エレクトロニクス分野におけるハイインパクトの成果があったと認められる。