

トリリオンセンサネットワーク時代を支える 電池不要の超低電力無線通信用CMOS集積回路

An Ultra-Low Power IC for Battery-Less Wireless communication

益一哉 研究室

概要

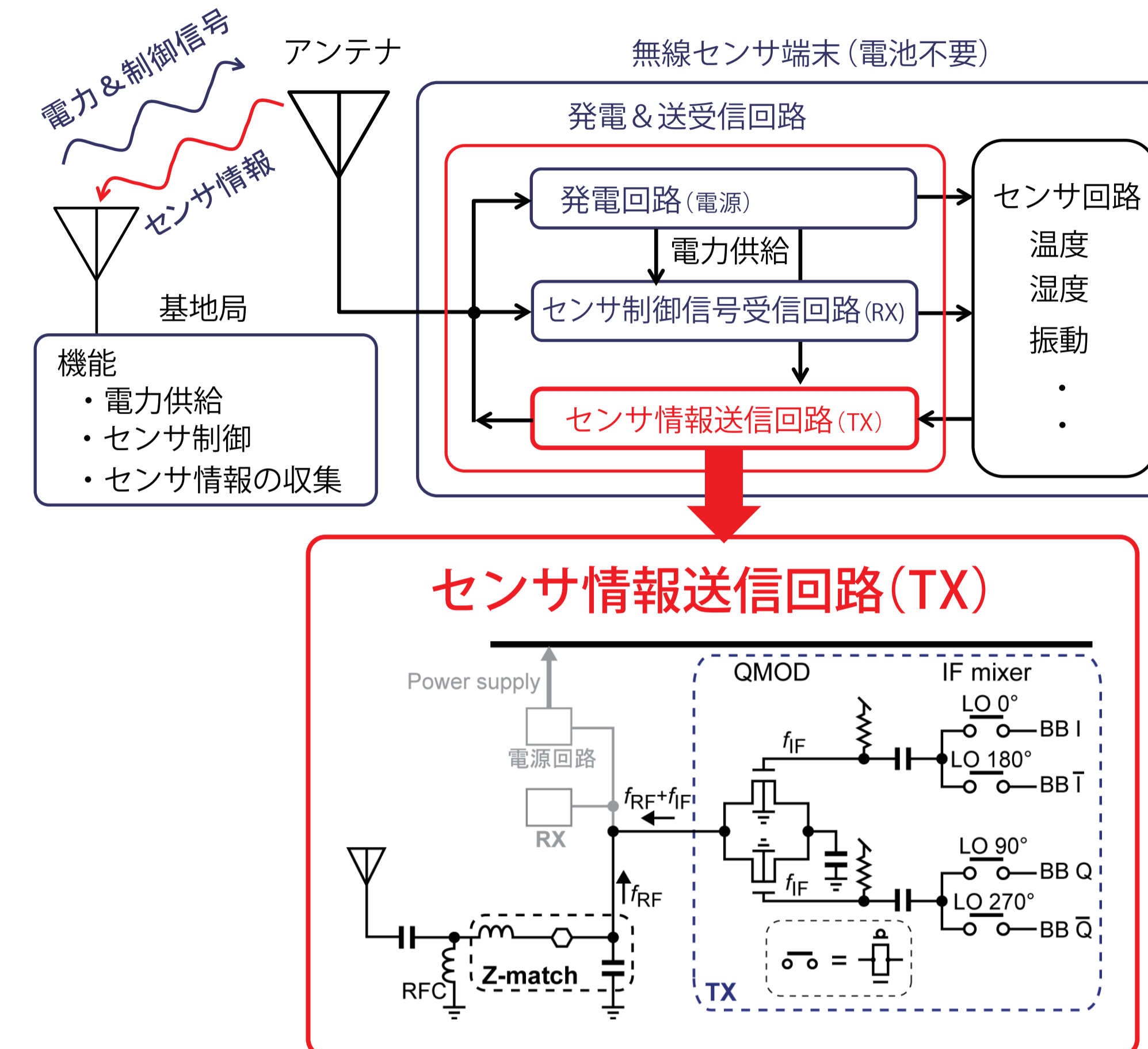
安心安全でより快適な社会の実現を目指し、環境や身体などの様々な情報を収集し活用するセンサシステムの研究開発が進められており、毎年1兆個(1トリリオン)を超えるセンサを活用する時代が到来すると予測されています。センサ情報を収集する無線センサ端末では、長期間の動作を可能にするため低消費電力での動作が不可欠になります。私たちの研究室では、無線通信回路の超低電力動作化技術の研究を推進し、基地局からの無線によるエネルギー給電により、電池不要の超低電力での通信を可能とし、より多くの情報を伝送できる無線センサ端末用CMOS集積回路(IC)/モジュールの実現に成功しました。

基地局からの無線エネルギー供給による無線通信

Wireless Communication Radio-Frequency Signal Energy Delivered from a Base Station

電池を不要とする無線センサ端末は、右図の回路のように成ります。この回路技術にMOSトランジスタの特性を最大限に活用し、基地局からの電波を効率よく反射させて情報を送る「直交バックスキャタリング回路技術」による送信回路(TX)を開発しました。この技術により、市販の無線機の10分の1未満である $113\mu\text{W}$ という極めて小さな消費電力で、16倍のデータの伝送(2値伝送 \Rightarrow 32QAM)を可能としました。

無線エネルギー供給による無線通信

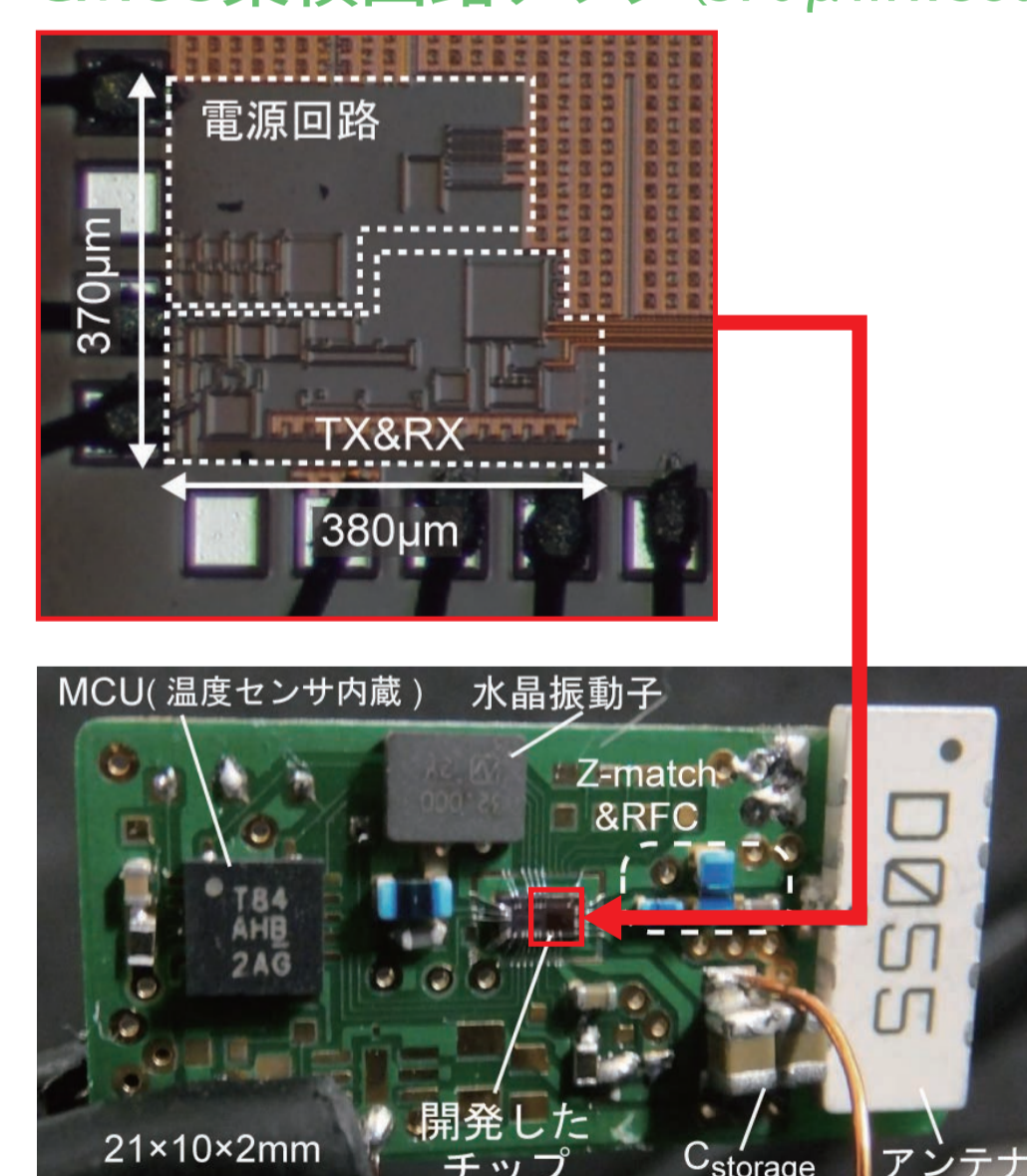


CMOS集積回路チップの消費電力は $116\mu\text{W}$

The CMOS IC Chip Operating with $116\mu\text{W}$

「直交バックスキャタリング技術」を用いた無線センサ端末回路(発電回路+RX+TX)を集積回路化し、CMOS集積回路チップを実現しました。さらに、この集積回路チップを用いて、温度をセンシングする無線センサ端末モジュールを試作し、その結果、基地局からの無線信号エネルギーで動作可能な $116\mu\text{W}$ の省電力で、5.8GHzの高周波帯を利用した温度情報を収集する無線通信実験に成功しました。

CMOS集積回路チップ($370\mu\text{m} \times 380\mu\text{m}$)



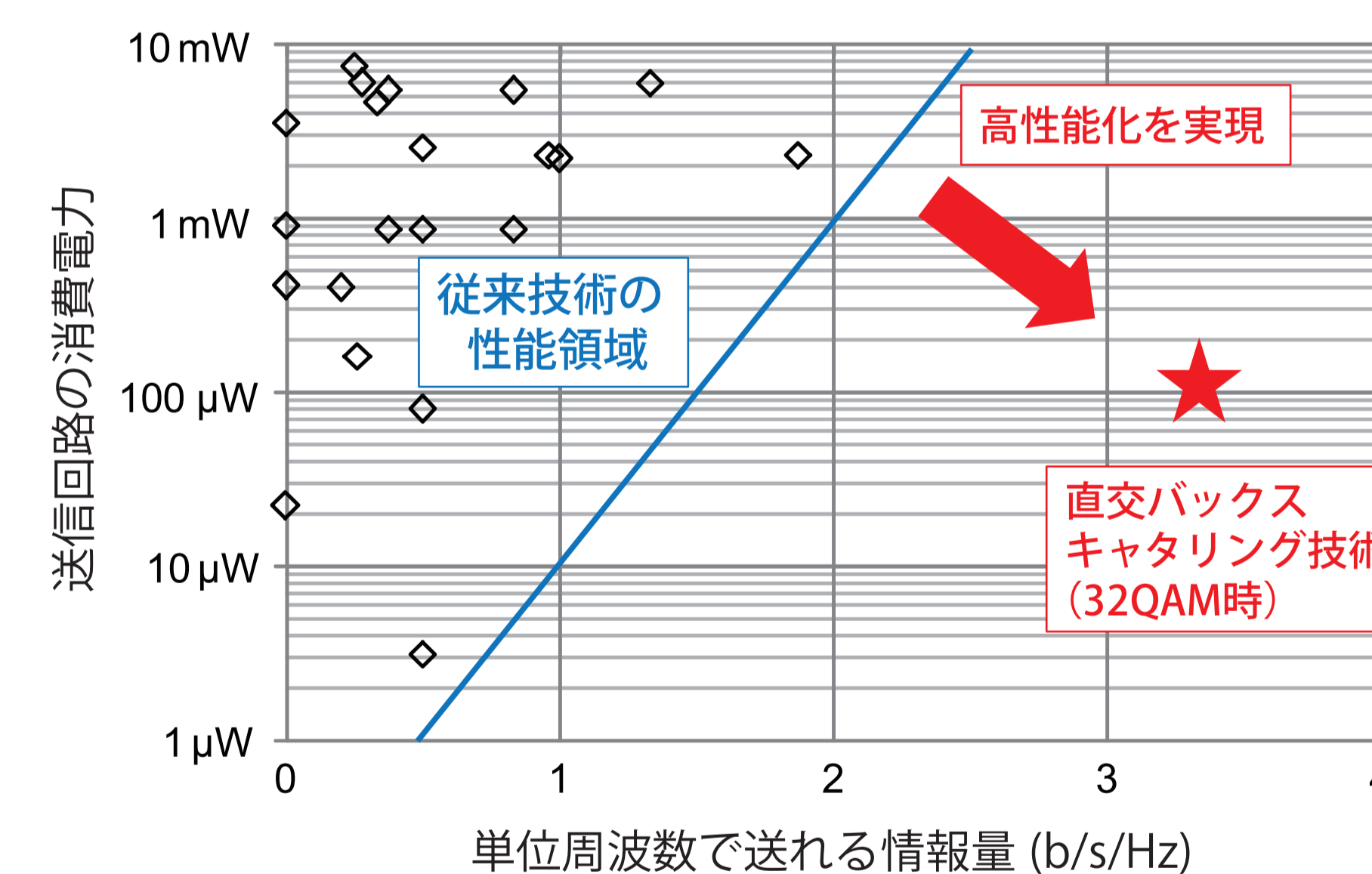
集積回路チップを用いて温度をセンシングする無線センサ端末モジュール

低消費電力で高スペクトラム効率動作が可能

Low-Power and High Spectrum Efficiency

右図の特性は考案した回路技術の中で最も特徴的な「直交バックスキャタリング回路技術」を用いた送信回路(TX)の消費電力と単位周波数で送ることができる情報量の関係を示したものです。これまでに発表された低電力送信器と比べ、低消費電力($113\mu\text{W}$)でありながら、6.6倍優れる情報伝送特性(3.3b/s/Hz)を達成し、低電力通信における新しい技術領域の開拓に成功しました。

送信回路(TX)の高性能化を達成



詳細技術情報: 国際会議資料 ISSCC 2015, Session 13.8, pp.246-148, 2015.

Abstract: Our laboratory has researched ultra-low-power integrated-circuit (IC) technology for wireless sensor nodes toward the trillion sensor era. Our IC can operate with extremely low energy delivered by the radio-frequency (RF) electromagnetic wave from a base station, which enables to exclude a battery from the wireless sensor node. The key technology is called “Quadrature Backscattering Technique”. This has been realized by exploiting the RF identification device (RFID) and RF mixer techniques effectively, and can provide both high energy-efficient operation and multilevel modulation concurrently. The

RF-transceiver sub-system including a transmitter (TX), a receiver (RX) and an RF energy harvester was fabricated by the Si CMOS technology with the minimum dimension of 65 nm that is about 1/1000 of the hair diameter. Our TX has achieved 32QAM with spectral efficiency of 3.3 b/s/Hz in 5.8 GHz band while consuming $113\mu\text{W}$ under 0.6V power supply in our measurements. This means that our TX has 6.6-times better spectral efficiency among state-of-the-art RF-powered TXs. The prototype RF-powered sensor-node succeeds in wireless temperature sensing.

Masu Lab.

