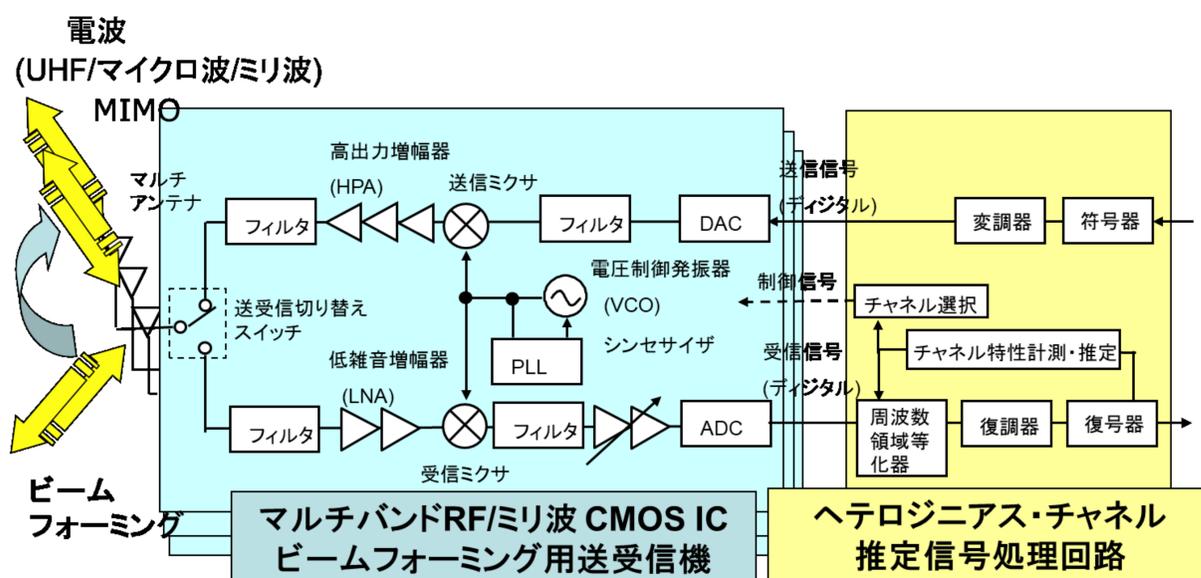


# 研究スタッフ

教授： 末松 憲治、 准教授： 亀田 卓  
助教： 本良 瑞樹

## 研究目的

無線通信機のハードウェア技術をベースに、高周波デバイス/回路、デジタル信号処理からネットワークシステムまで幅広い領域で先端ワイヤレス通信技術を探求する。



## 主な研究テーマ

### 1. ダイレクトデジタルRF送受信機の研究

- 無線機の高周波アナログ部においてもCMOS微細化のメリットを享受できるアーキテクチャとして、直接デジタル信号からRF信号を生成/サンプルするダイレクトデジタルRFを提案。
- 将来の無線通信で求められている準ミリ波/ミリ波帯マルチアンテナシステムで問題となる多数送受信機の実装問題（デバイス/装置の実現性、コスト、消費電力）の解決を目指す。

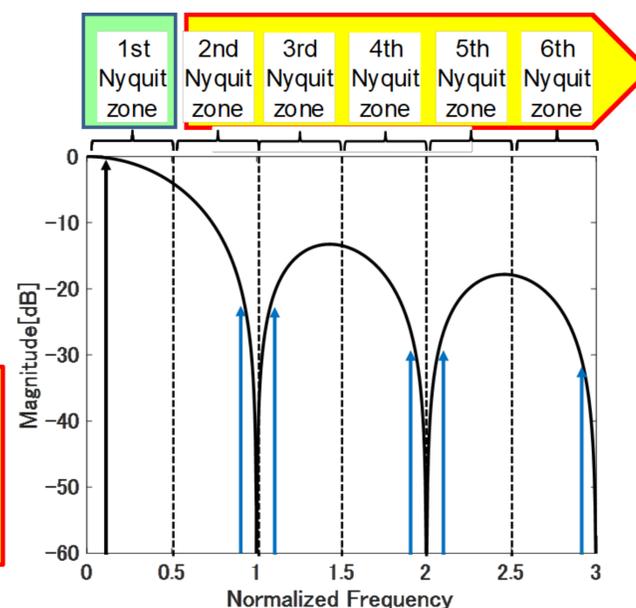
これまでのデジタルRF:  
ナイキストサンプリング ( $f < 1/2 f_s$ )

$f_s$ : サンプリングクロック周波数

2GHz程度の携帯電話や無線LANが限界。高速クロックを使うため、高周波動作・低消費電力の両立が困難

**(我々の提案)ダイレクトデジタルRF:**

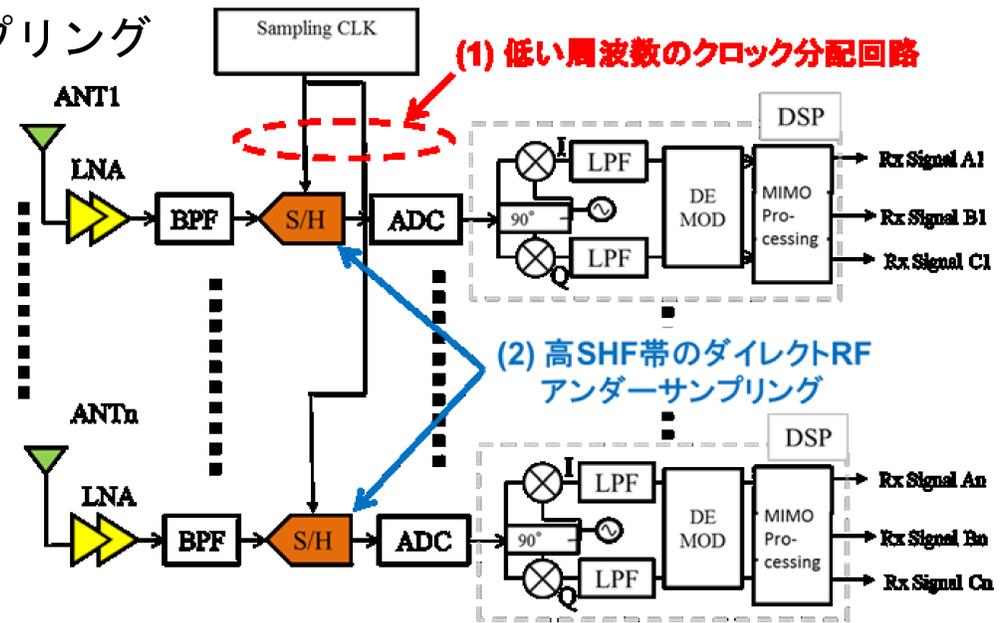
アンダーサンプリング(サブサンプリング)により、低い周波数クロックで直接マイクロ波帯のRF信号を生成/変換する ( $f \gg 1/2 f_s$ )  
→低速クロックを使うため高周波動作・低消費電力の両立が可能。



## 受信系：ダイレクトRFアンダーサンプリング受信機

・ 20~30次の高次アンダーサンプリング（サブサンプリング）により、28GHz帯のRF信号を1GHz程度のクロック信号で直接サンプリング。

・ 高い周波数の局発信号の給電が不要となり、多数アンテナ素子からなるデジタルビームフォーミングアンテナやMassive MIMOなどのマルチアンテナ受信機の小型化、低コスト化が可能となる。

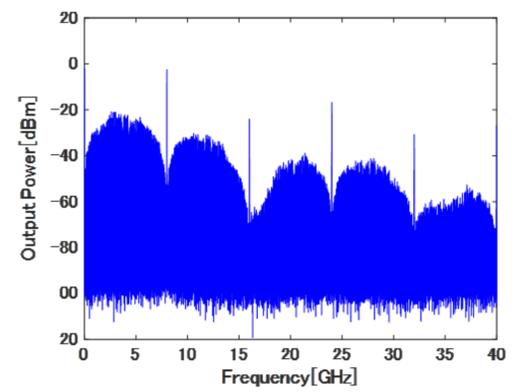
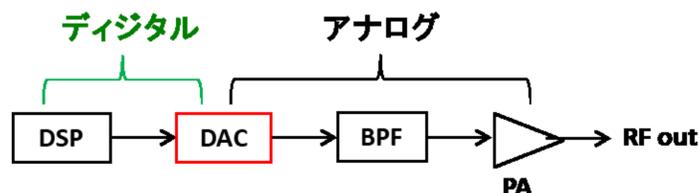


- (1) 高い周波数の局発振信号の分配回路が不要  
低い周波数 (1GHz程度) のクロックの分配でよい。  
安い高周波配線が使える、損失も少ない。増幅器も利得が高く、容易に入手可能。
- (2) 高SHF帯のRF信号を直接アンダーサンプリング  
サンプリングミキサ (S/H回路) の高ダイナミックレンジ化、高周波化が課題。

## 送信系：高次イメージ出力を用いる1-bit $\Delta\Sigma$ 変調器

・ RZパルスの採用により、1-bit オーバーサンプリング $\Delta\Sigma$ 変調器の6次~12次の高次イメージ出力を高め、 $f_s$ の3~6倍以上の周波数の直接生成を可能とした。

RZ: Return to Zero



## 2. 人体内無線通信の研究

電波を通しにくい人体内で通信可能な無線通信システム、通信デバイスの開発を行っている。

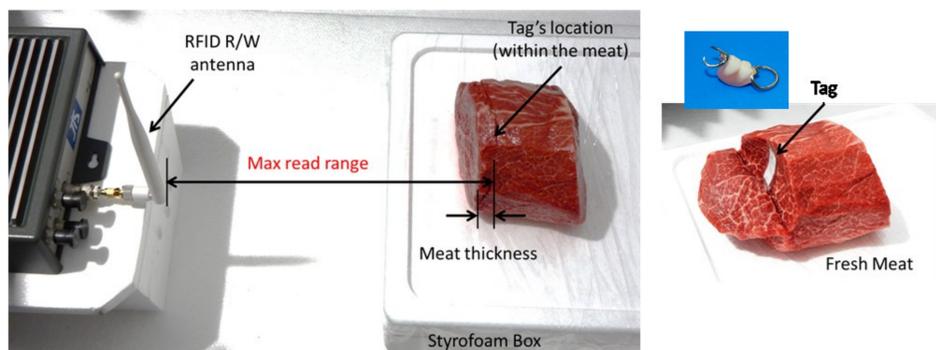
### cmサイズのワイヤレスセンサ

義歯通信 (RF-IDをベースにした義歯管理システム)

### mmサイズのワイヤレスセンサ

投薬管理システム

(将来的には、密集環境におけるミリ波IoT通信への展開)



## 産学連携を希望するテーマ例

### ・ダイレクトデジタルRFの研究

次世代移動体通信・衛星通信, 各種マイクロ波/ミリ波送受信機, デジタルビームフォーミングアンテナ, リアルタイムスペアナ

### ・人体内無線通信の研究

投薬管理システム, 義歯管理システム, ミリ波RF-ID, ミリ波IoT通信

謝辞

本研究の一部は、総務省「戦略的情報通信研究開発推進事業SCOPE」(155002005)、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション (COI) プログラム」、および、電気通信研究所共同プロジェクト研究 (H26/A24) により実施されました。