

# 0.4~6GHzマルチスタンダード無線通信実現に向けた広帯域電圧制御発振器の研究

東京工業大学 統合研究院 益研究室

大橋一磨 小林由佳 伊藤浩之 岡田健一 益一哉

## 背景

### 無線集積回路

Si CMOSの微細化  $f_T, f_{max}$ の高周波化

➡ On-chip RF 送受信機の実現

製造ばらつき増大

システムの多機能化 複数の通信方式、通信周波数に対応

➡ Multi-function 送受信機の要求向上

設計が複雑化

### 無線通信周波数帯域

- Mobile phone 800MHz, 1.5GHz, 1.9GHz, 2GHz (+ 700MHz, 900MHz, 1.7GHz for the new system)
- (+ 800MHz, 900MHz, 1.8GHz, 1.9GHz for GSM)
- WLAN 802.11b/g, Bluetooth 2.4GHz
- WLAN 802.11a/n 4.9GHz~5.875GHz
- GPS 1.2GHz/1.5GHz
- DTV 470 MHz~770 MHz

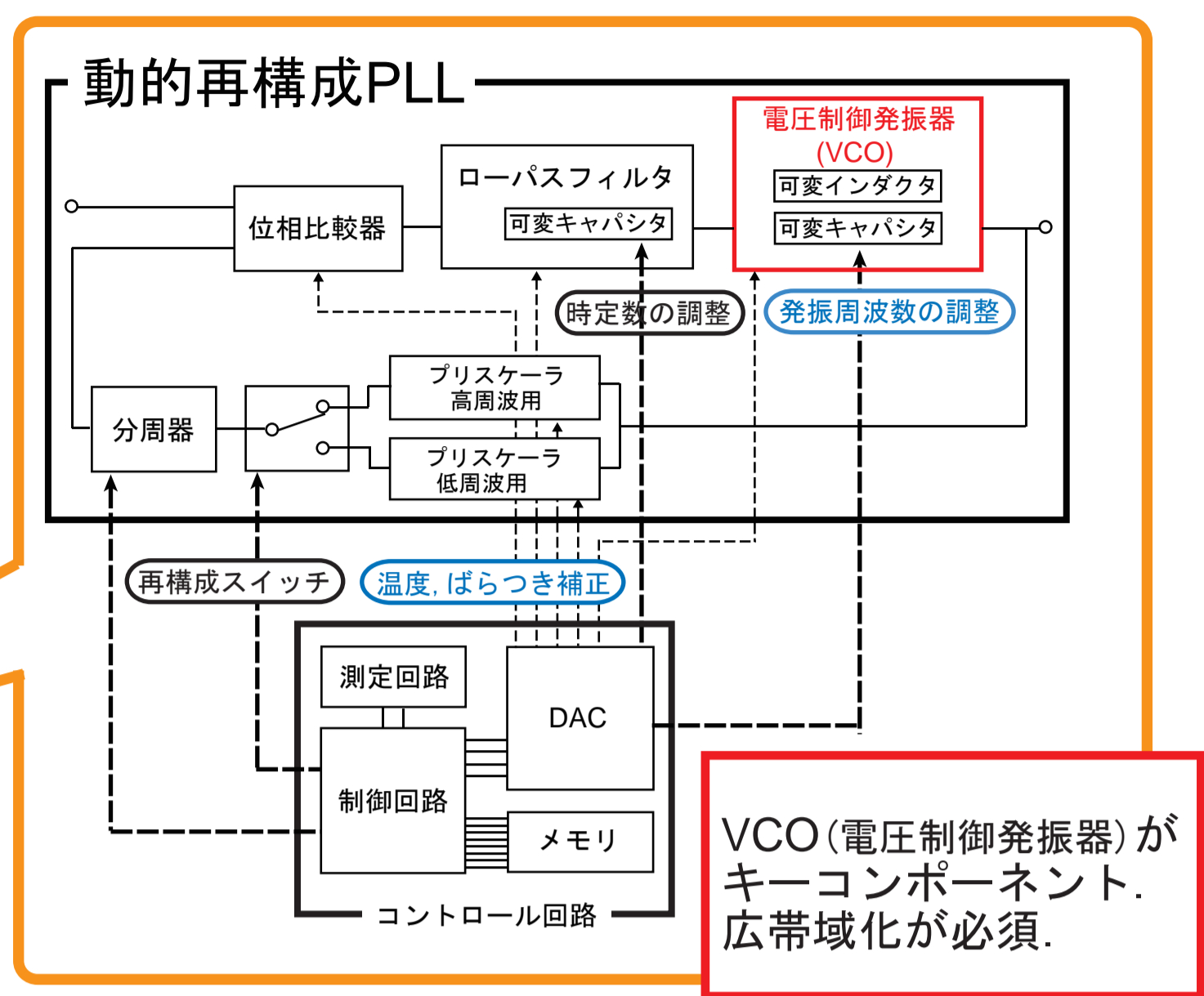
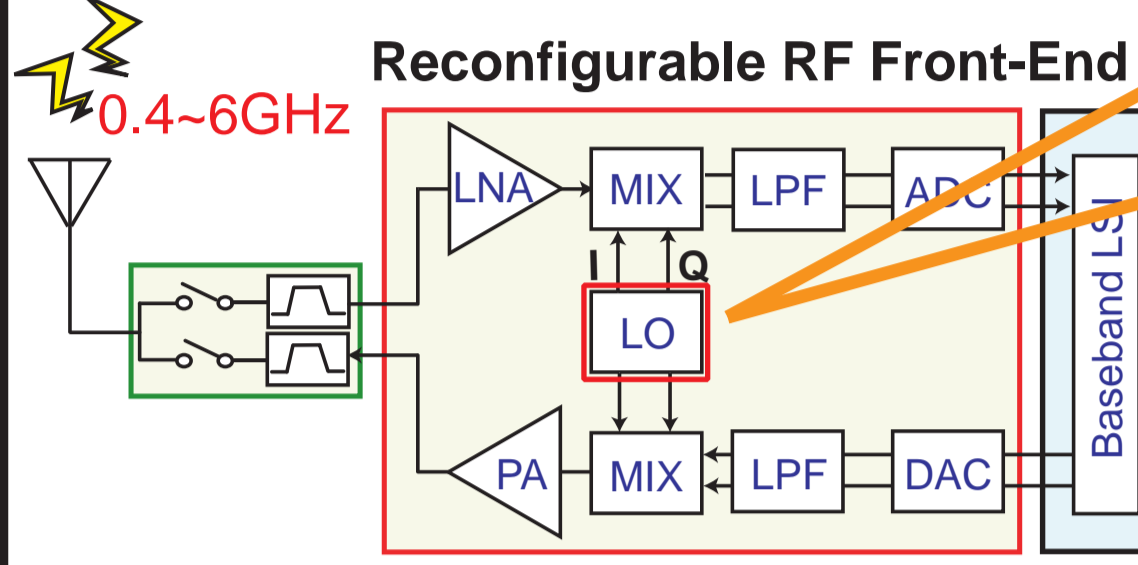
400MHz~6GHz

無線回路のマルチスタンダード化が必須

## 動的再構成可能RF回路

広帯域・広可変動作可能なRF回路部 (VCO, LNA, MIX等)のバイアス電圧や可変素子の特性等を制御回路により制御し、RF回路を動的に再構成する。

- 単一回路で様々な無線方式を実現
- 温度や製造ばらつきを性能補償



VCO (電圧制御発振器) がキーコンポーネント。広帯域化が必須。

## 提案する広帯域手法(VCO)

### 従来手法

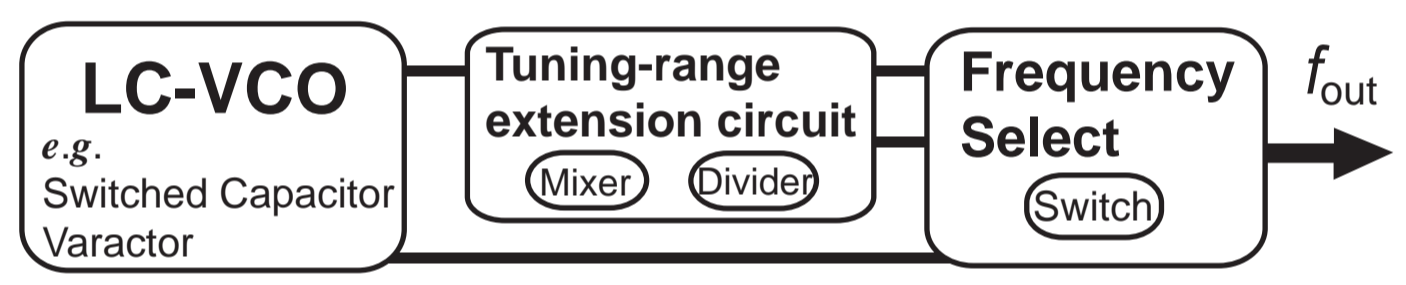
Single tank VCO

Ring-VCO	可変範囲: ○広	位相雑音: ×悪
LC-VCO	可変範囲: ×狭	位相雑音: ○良

LC-VCO: 2-3GHz程度が限界

### 周波数拡張回路 (提案手法)

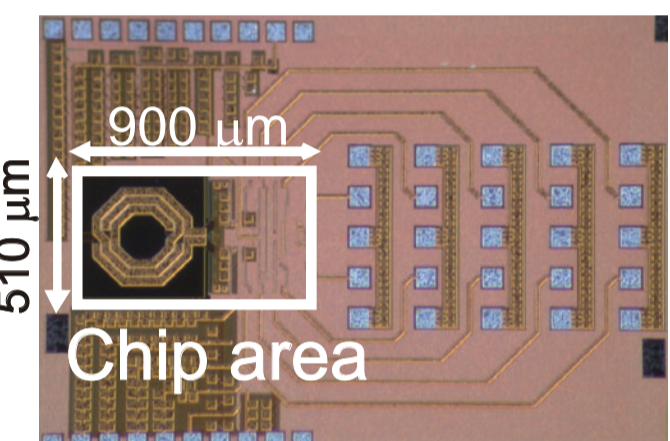
コア部のVCOの周波数を拡張回路 (ミキサ, 分周器, etc.)より広帯域化



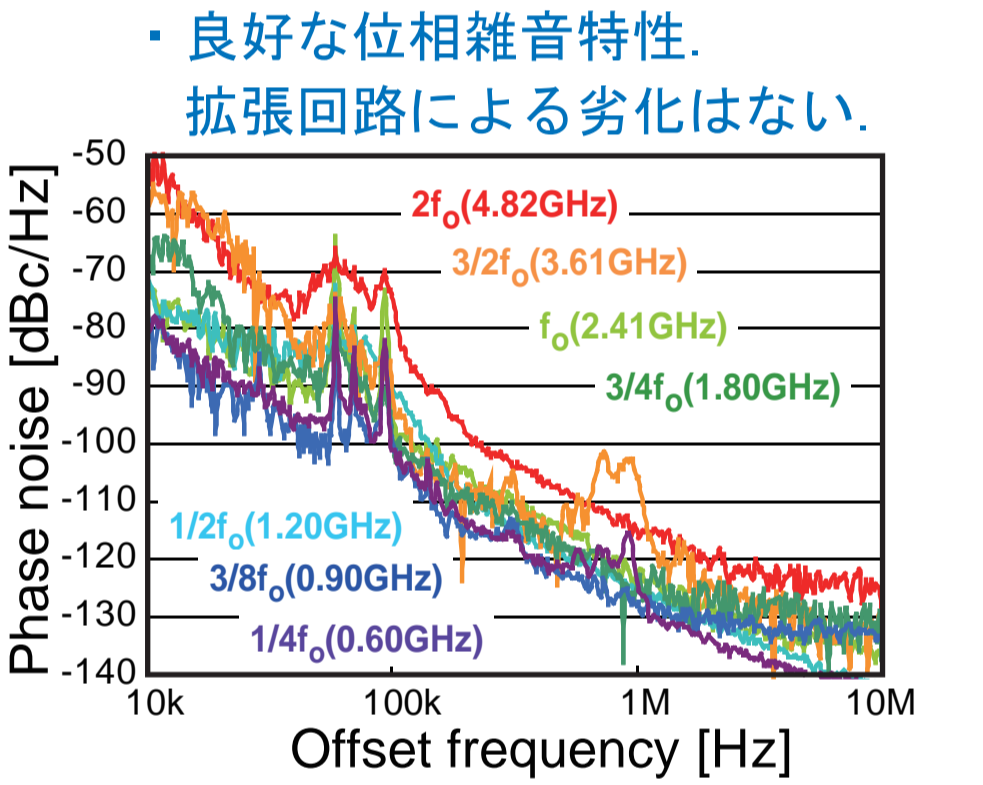
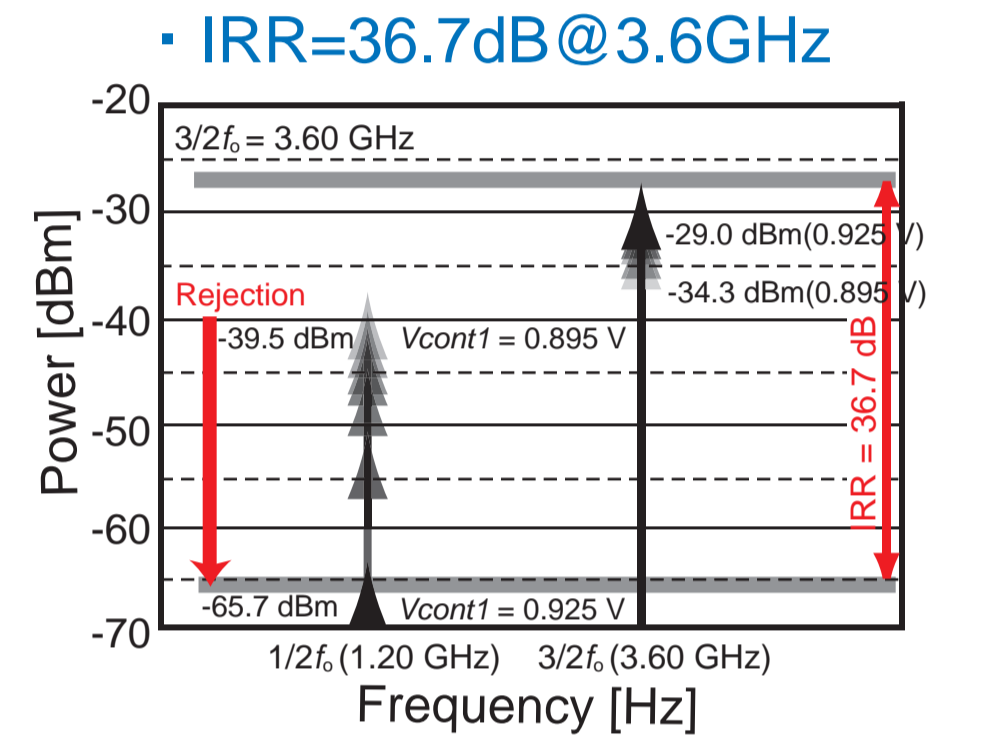
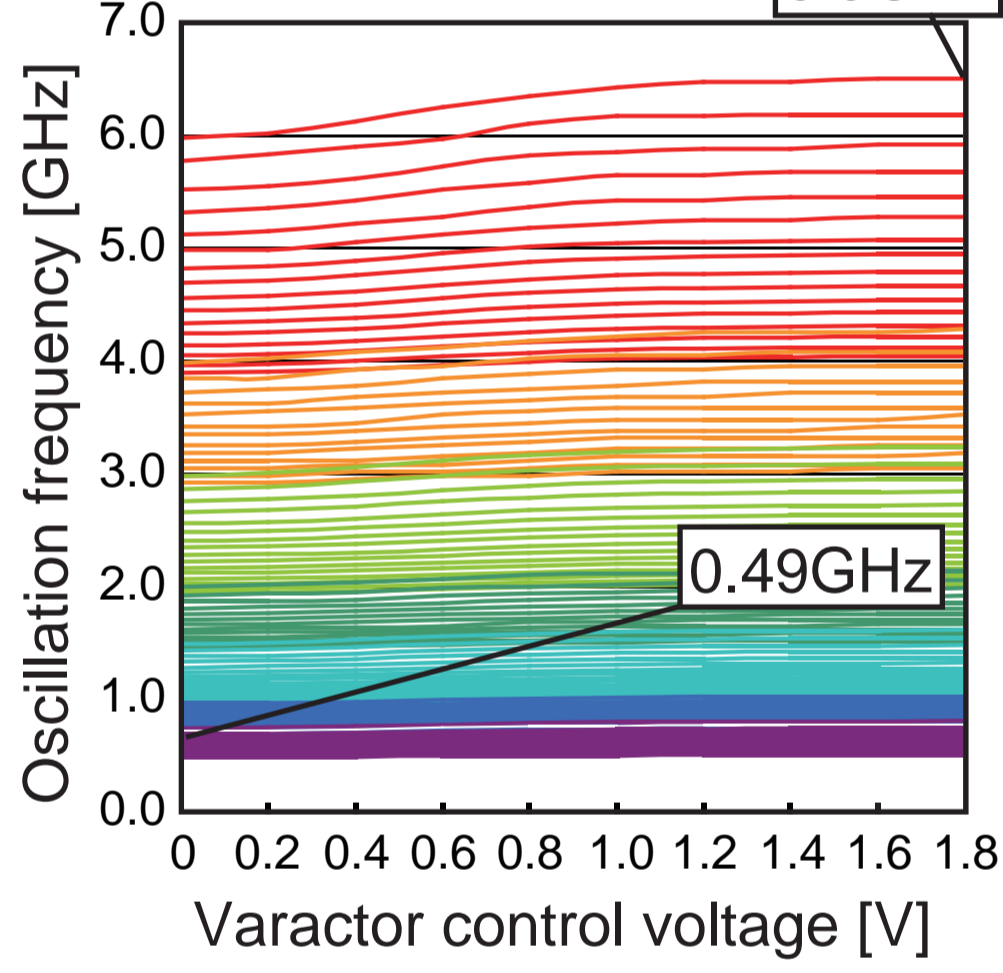
- 位相雑音はVCOで決定 ➡ 広帯域かつ低位相雑音なVCOが可能
- Single tankで構成 ➡ 小面積・低消費電力

## 測定結果

TSMC 0.18μm CMOS process



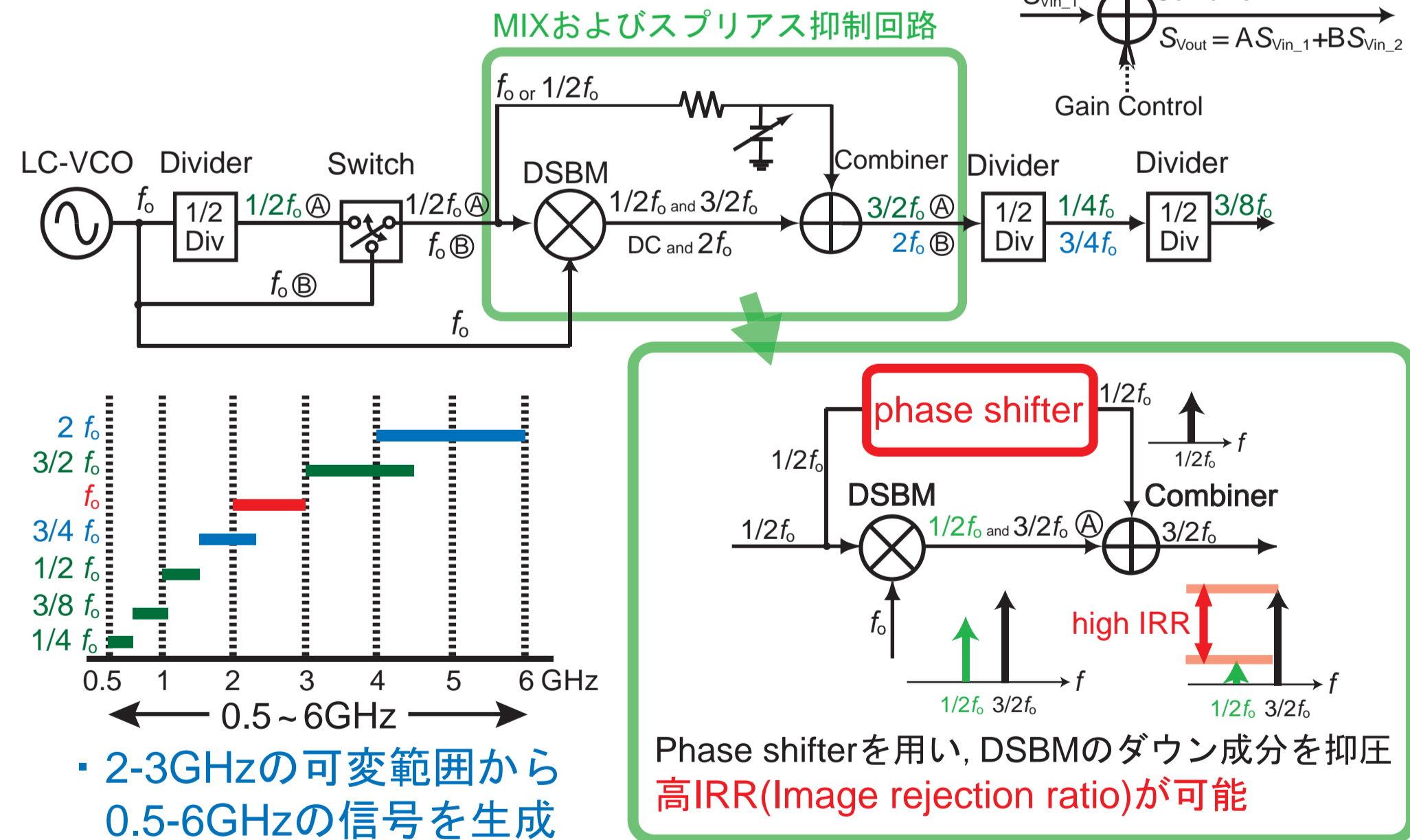
- 小面積
- 発振周波数0.49-6.5GHzの広帯域動作を確認



位相雑音 ( $f_0$ ): -123 dBc/Hz @ 1MHz  
FOM最大値: -180 dBc/Hz  
Tuning range: 172 %  
全消費電力: 4.56~14.4 mA

## 周波数拡張回路を用いた広帯域VCO

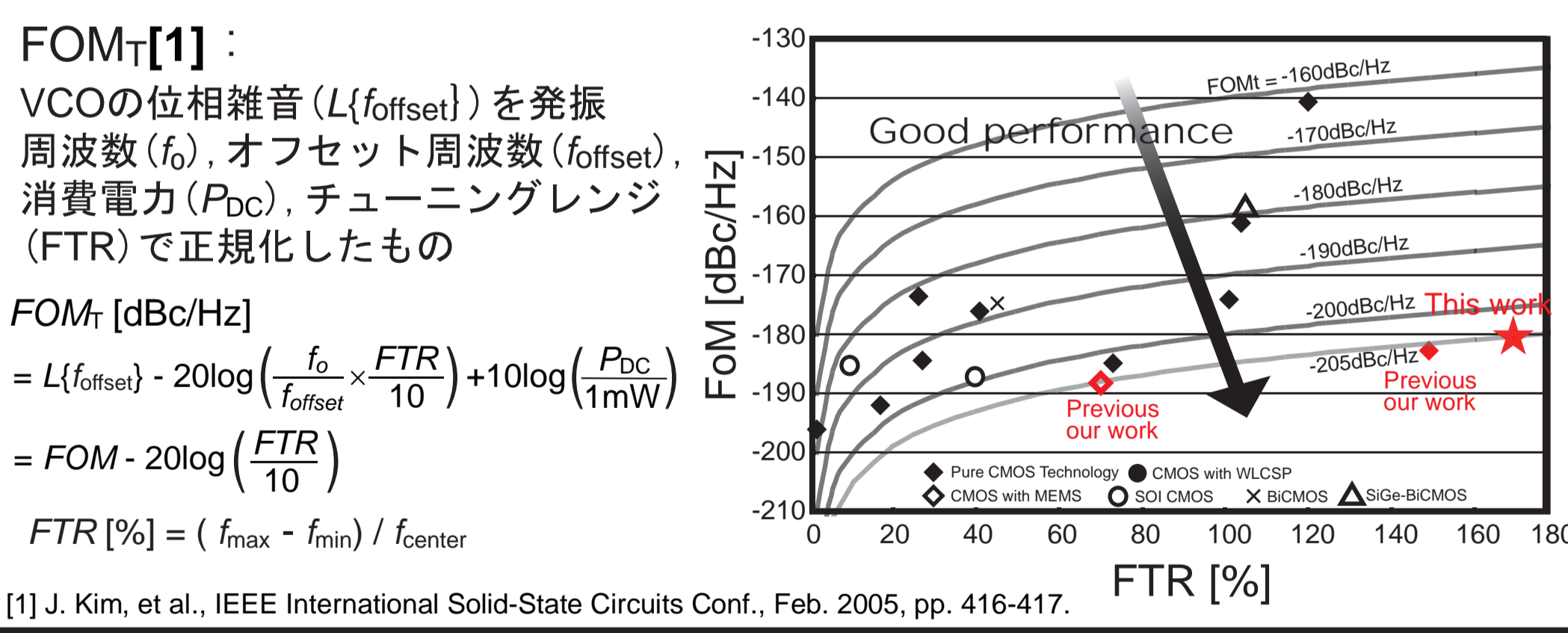
### 提案アーキテクチャ



2-3GHzの可変範囲から0.5-6GHzの信号を生成

Phase shifterを用い、DSBMのダウン成分を抑圧 高IRR(Image rejection ratio)が可能

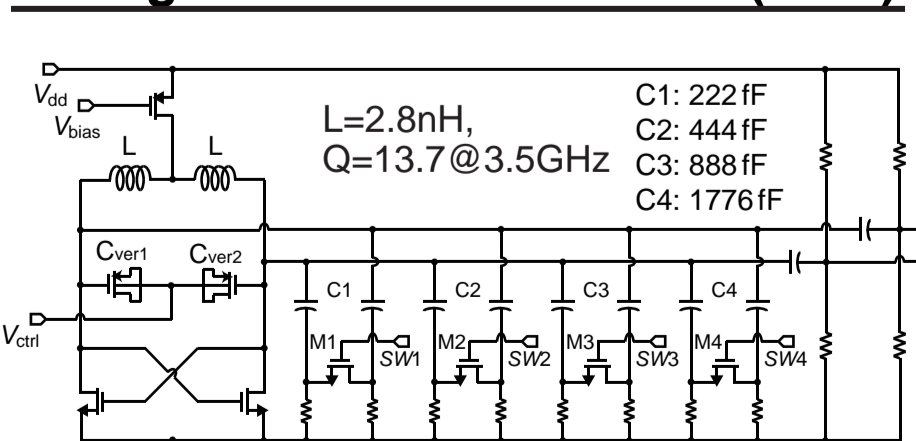
## 性能比較: Figure of merit (FOM<sub>T</sub>)



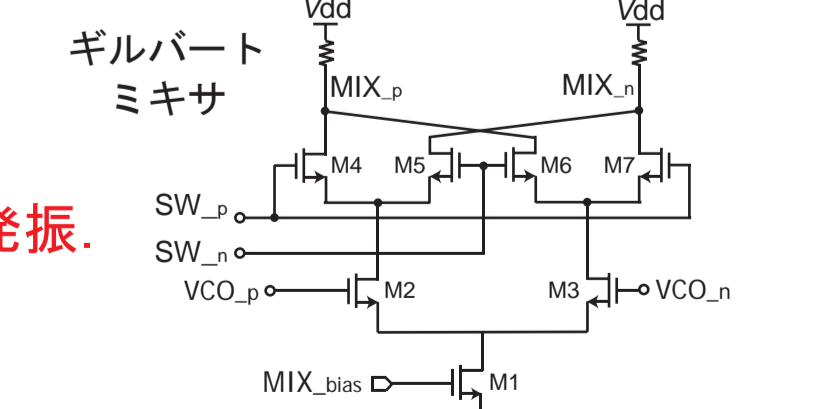
[1] J. Kim, et al., IEEE International Solid-State Circuits Conf., Feb. 2005, pp. 416-417.

## 要素回路

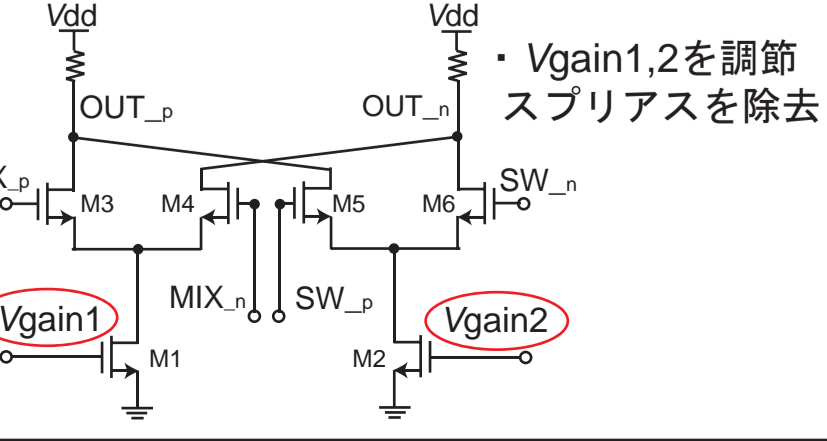
### Voltage controlled oscillator (VCO)



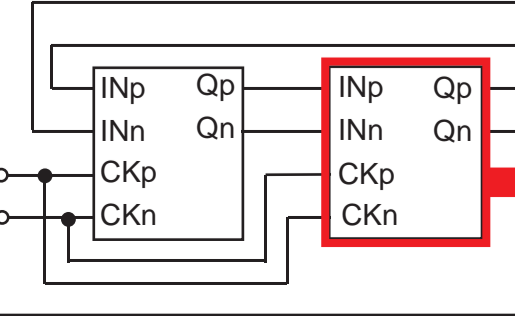
### Double side-band mixer (DSBM)



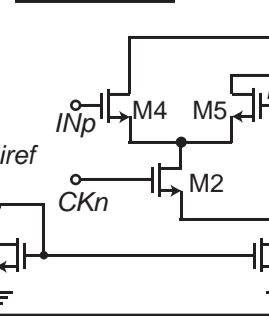
### Variable gain combiner



### Frequency Divider



### D-Latch

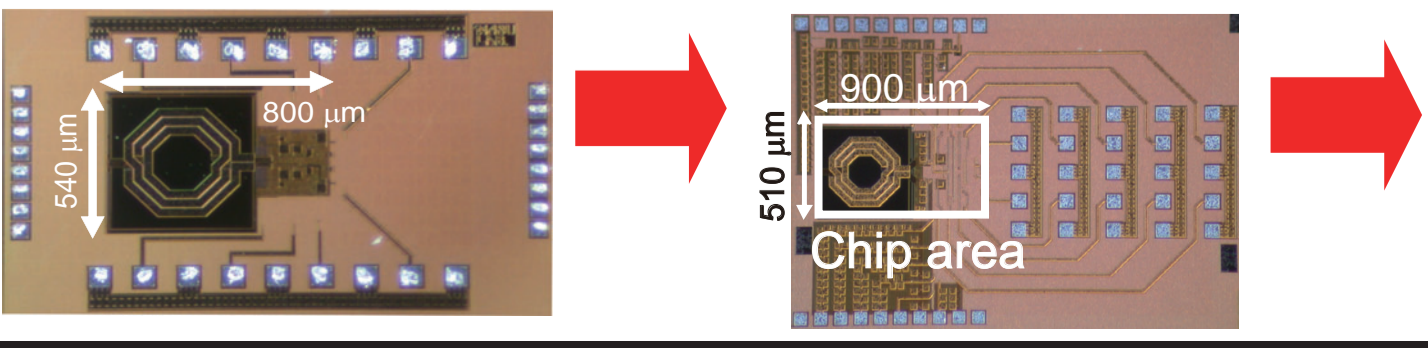


## まとめと今後の展開

- マルチスタンダード無線機実現に向け、周波数可変域拡張回路を用いた広帯域電圧制御発振器を提案。
- 0.49GHz~6.5GHzの周波数範囲で信号発生が可能。

- 最大の周波数可変範囲
- 最高のFOM<sub>T</sub>

Previous work (ASSCC'06) 0.98~6.6GHz VCO vs This work 0.49~6.5GHz VCO with 高IRR



広帯域 IQ VCO  
広帯域 PLL  
を目指す。