

究極の無線通信端末を目指した Si ULSIの研究

菅原弘雄, 伊藤雄作, 川添大輔, 山内拓弥, 伊藤 猛, 岡田健一, 益 一哉
東京工業大学 統合研究院 益研究室

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
 - 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

要求 → マルチバンド化
高スループット化

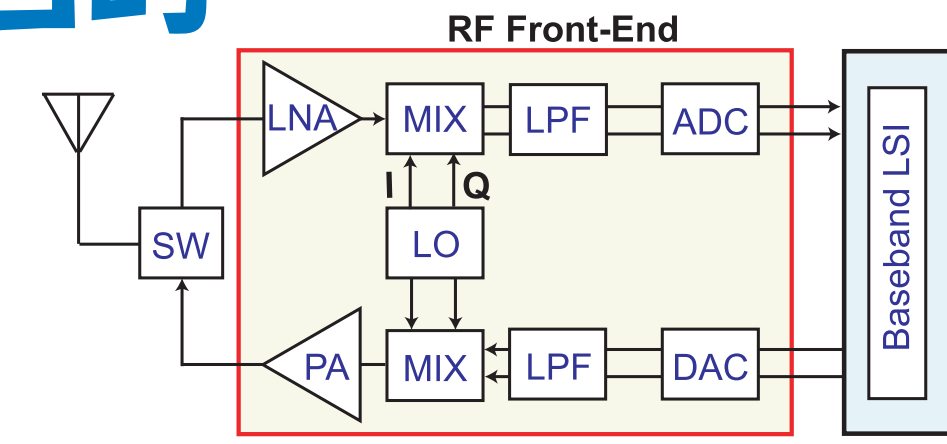
問題点

- 消費電力・チップ占有面積 → 増大
- バラツキ・設計コスト → 増大

無線通信周波数帯域

- Mobile phone 900MHz, 1.5GHz, 2GHz
(+ 800MHz, 1.7GHz, 1.9GHz for the new system)
(+ 800MHz, 900MHz, 1.8GHz, 1.9GHz for GSM)
 - WLAN 802.11b/g, Bluetooth 2.4GHz
 - WLAN 802.11a/n 5GHz
 - GPS 1.2GHz/1.5GHz
 - DTV 470 MHz~770 MHz
- 帯域400 MHz~6 GHz
無線回路のマルチバンド/
マルチスタンダード化が必須

目的



様々な無線通信規格及び
通信周波数に対応できる
RFフロントエンド

回路動作をチューナブルに再構成
することによって広帯域動作を実現

製造バラツキ及び設計誤差
の補償と動作環境による回
路性能誤差を補償

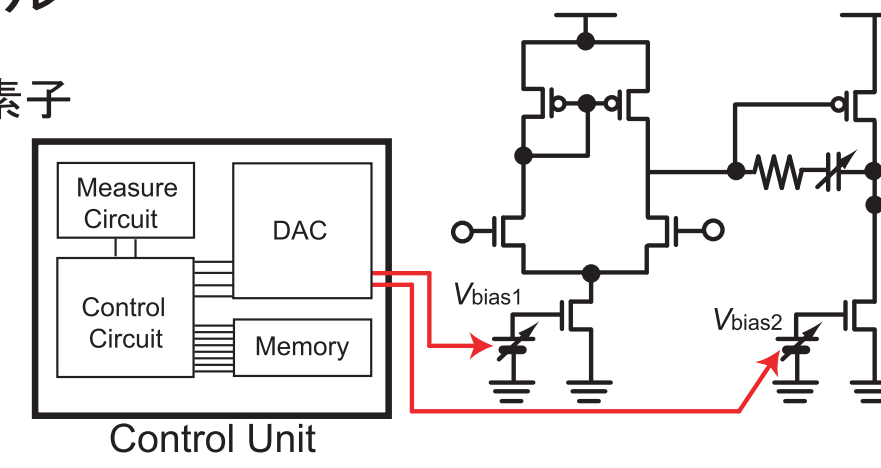
可変素子及びバイアスを制御する
ことによって静的・動的に再構成

再構成可能RF回路の実現

再構成可能RF回路

Self-correction

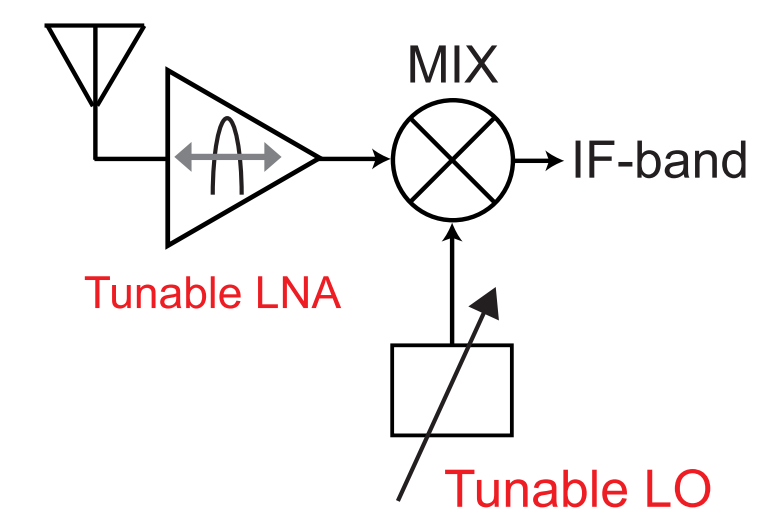
- コントロール
- バイアス
- 可変受動素子



- 設計マージン削減 → デザインコスト削減
- 回路設計が容易 → 歩留まり向上
- 製造後のばらつき補償

Multi-function

各回路ブロックをチューナブル化
⇒ 広帯域動作RF回路に最適
Tunable LOと狭帯域動作のLNAを広
帯域に動作周波数をチューニングする



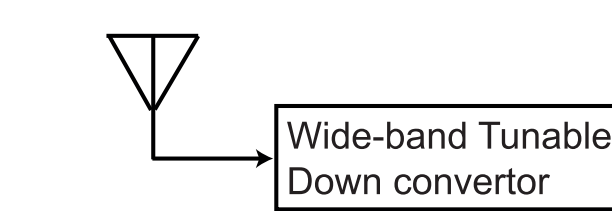
可変受動素子
スイッチを
使用して実現

応用とご利益

再構成可能RF回路

- 製造・設計コスト低減
- チューナブルに
新規規格(市場)に対応
- 産業的価値大

● 複数の広帯域
チューナブル回路を搭載



マルチバンドMIMO
広帯域でのMIMO通信を実現

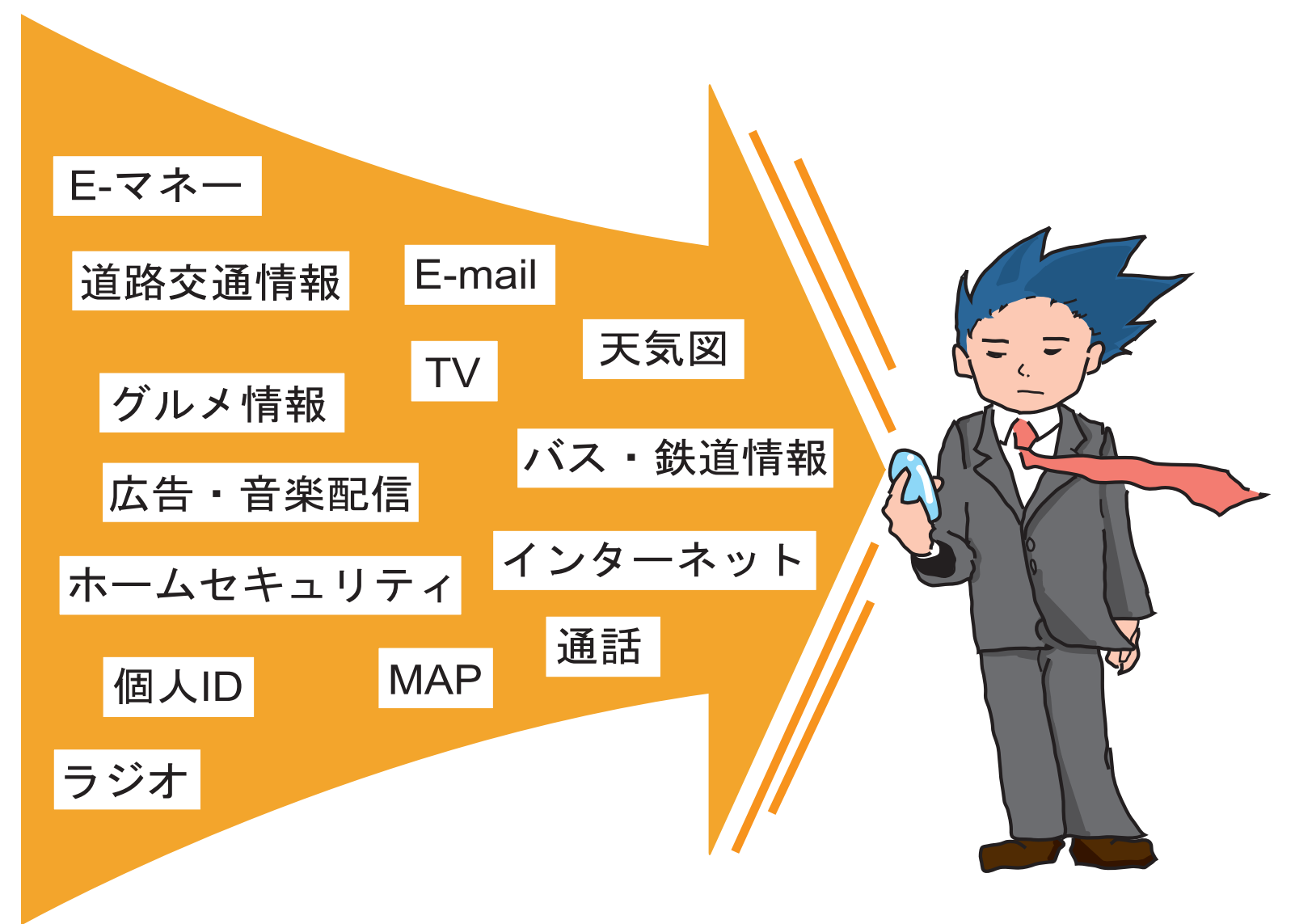
コグニティブ通信
未使用回路で信号センシング

多チャンネル化
送受信信号の高スループット化

高性能通信の実現

高スループット・多機能端末の実現

多くの情報をシームレスに取得可能



半導体LSIの可能性を極限まで抽出

電子情報が住居・車
以上の価値を持てる → E-life

国民的LSI

周辺技術

- アナログ回路
 - 電源回路設計
 - RF回路設計
- デジタル回路
 - ADC/DAC
 - SDR

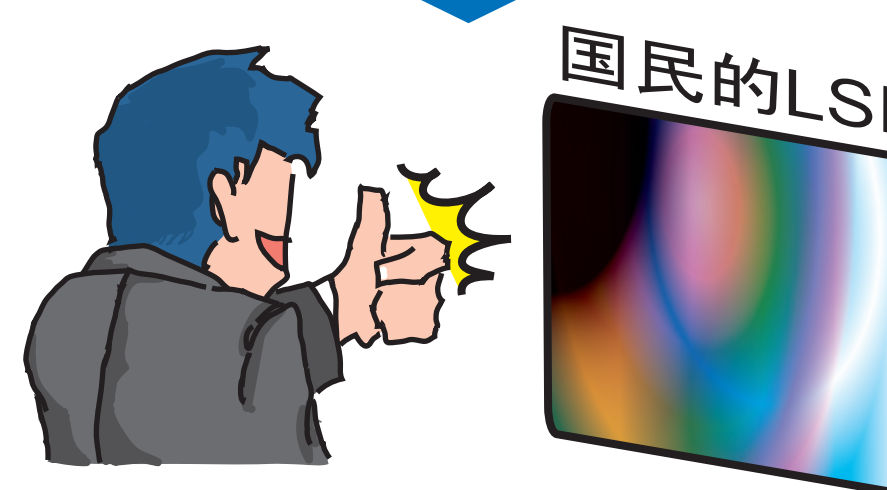
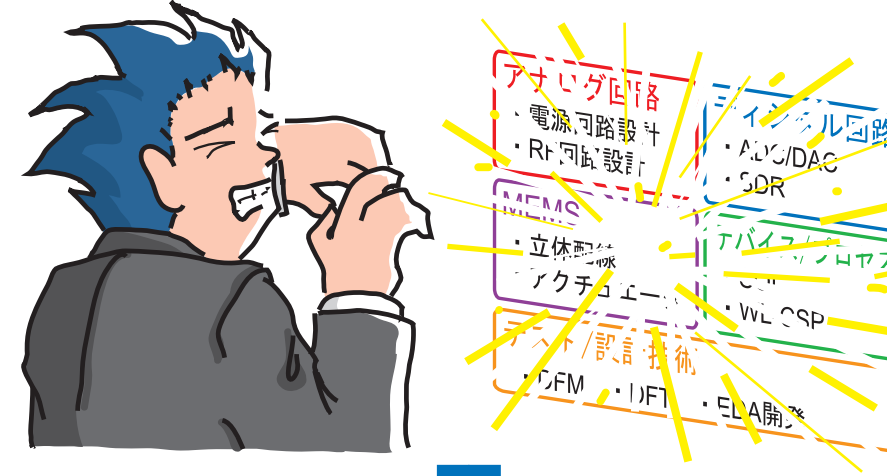
- MEMS
 - 立体配線
 - アクチュエータ
- デバイス/プロセス
 - 微細化
 - SOI
 - WL-CSP

テスト/設計技術

- DFM
- DFT
- EDA開発

独自に研究開発がされておりスムーズな
クロスオーバーは成されていない。

バランスの取れた融合

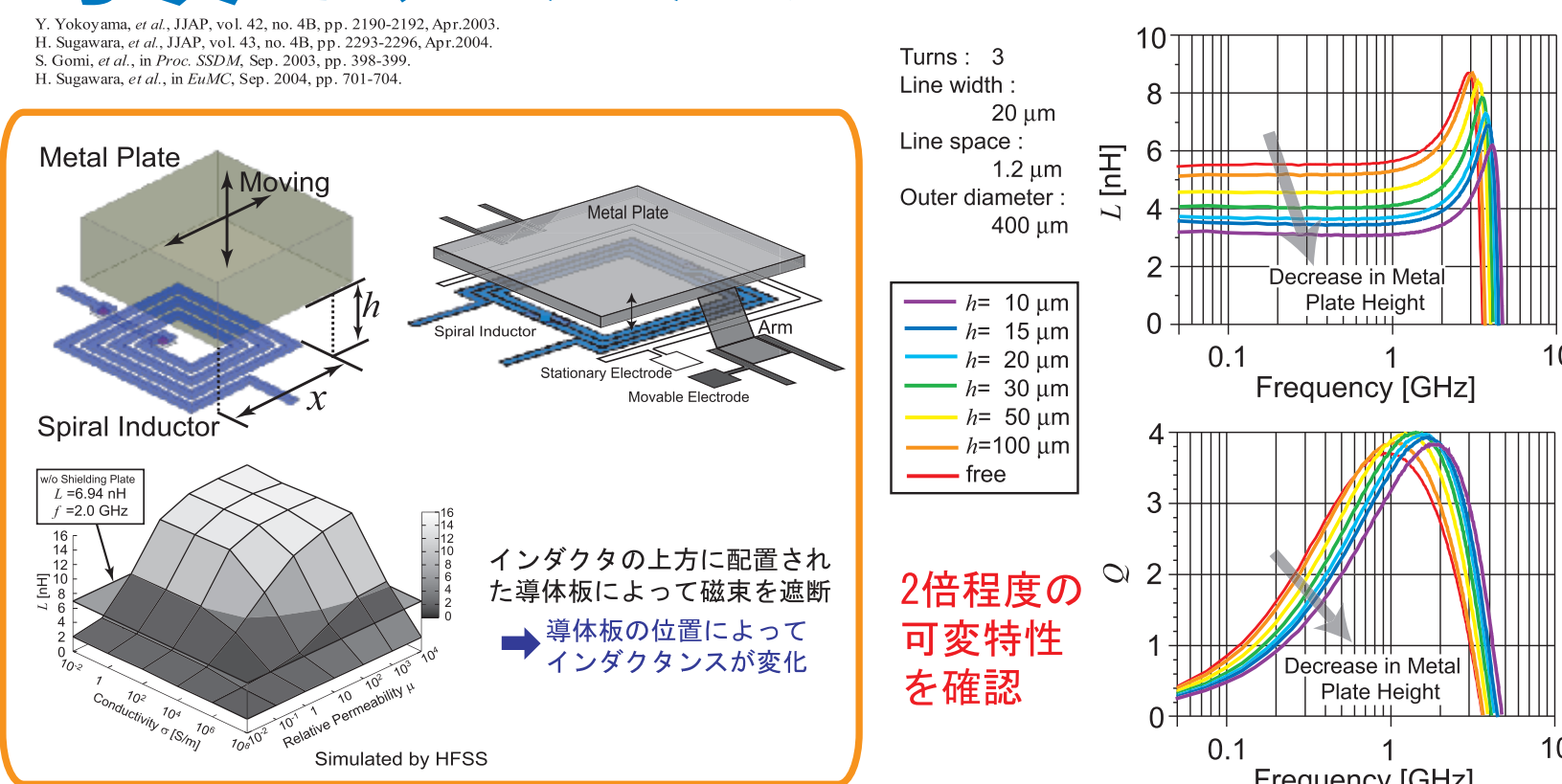


1つの技術のブレークスルー
を待たずに融合技術により
迅速にアプリ・市場に対応

研究の進捗状況

可変インダクタ

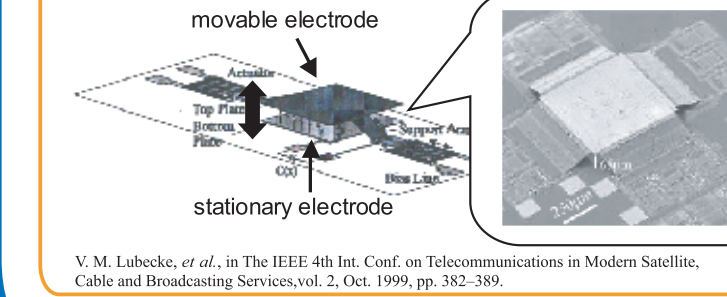
オンチップインダクタと導体板で構成
導体板の移動機構はMEMSの使用を想定



MEMS Actuator

ナノオーダーの微細な電子機械システムを作る技術
静電MEMSアクチュエータは電極間に電圧を
印加し、静電気力で電極を可動するスイッチ、
可変キャパシタ、可変インダクタに利用されている

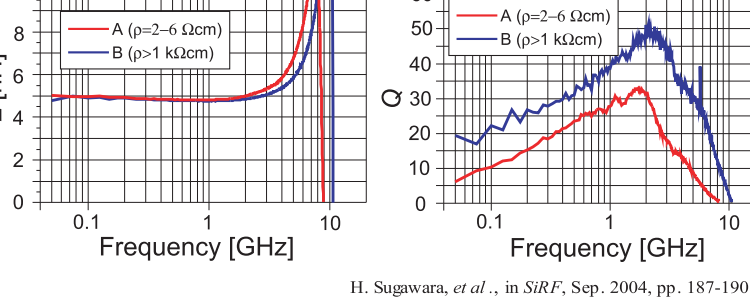
Parallel-Plate actuator



WL-CSP

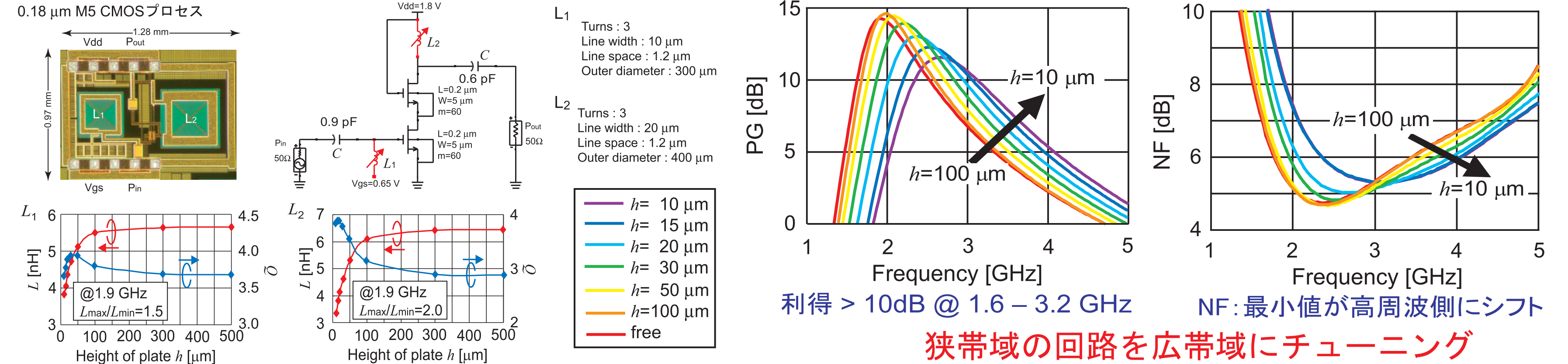
シリコンエハ上に直接
再配線回路とパンプを形成し
ウエハサイズと同型の
パッケージを形成する究極の
LSIの小型軽量化、高性能化
を実現する技術

再配線層を利用して高性能インダクタの作製が可能



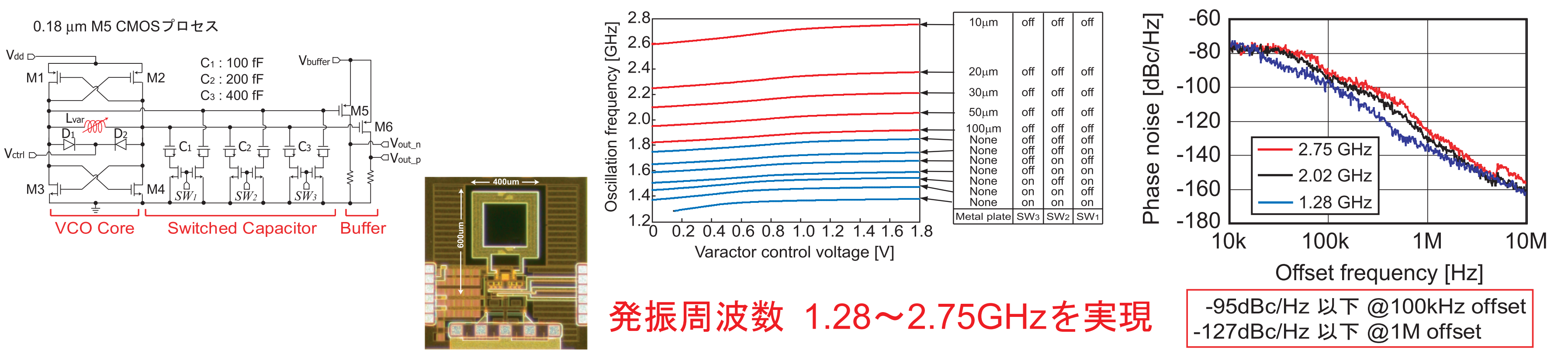
Tunable LNA

可変インダクタによって入出力整合を再構成



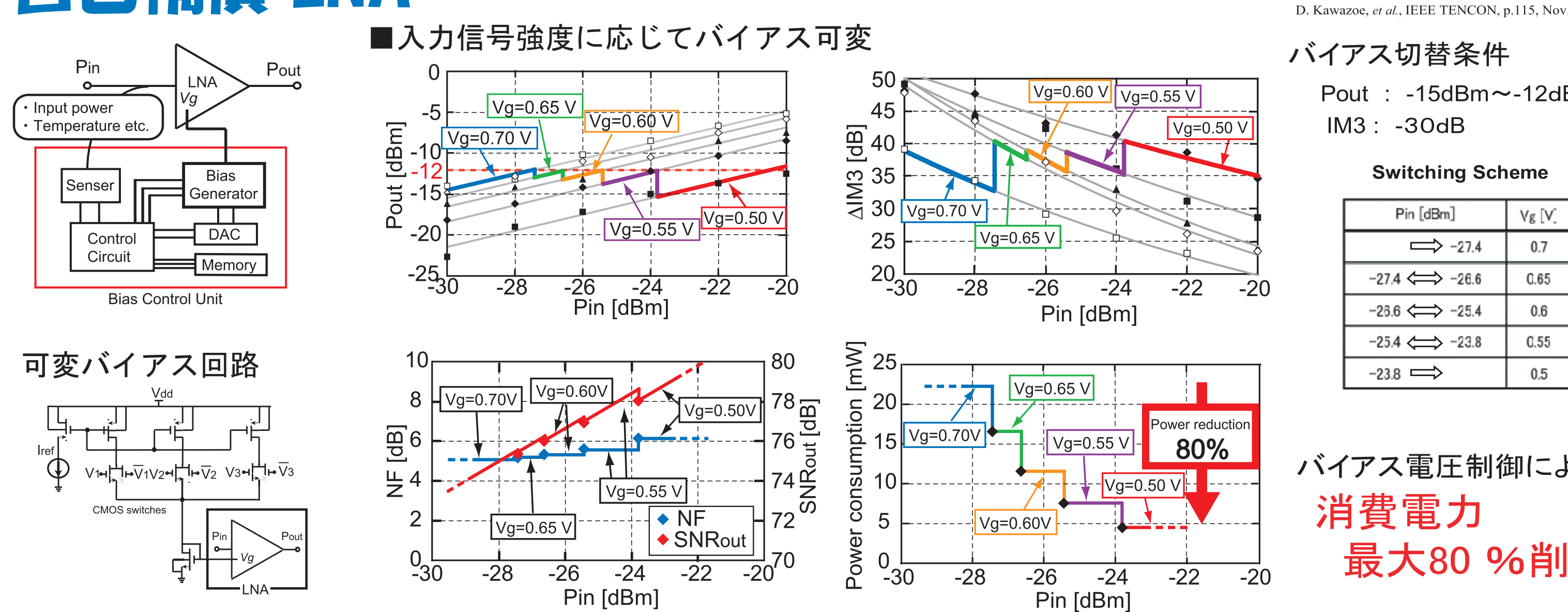
Wide-band VCO

バラクタに加え可変インダクタとSW cap.によって広帯域化



自己補償 LNA

バイアス・受動素子をコントロールして動作誤差を補償



国民的LSI設計環境の構築

・微細化プロセスのみに注力するのではなく、異種技術の融合

再構成可能RF回路の実現

- 多機能・高スループット化
- 製造・設計コスト低減
- ニーズへのフレキシブルな対応

E-life時代突入

・半導体及び電子情報の価値向上