



電力自立ヘルスケアIoTを実現する 発電センシング一体型集積センサ

2017年 2月

新津 葵一

名古屋大学大学院 工学研究科

はじめに

- ヘルスケアIoT
 - 健康支援に向けたモノのインターネット(Internet of Things = IoT)
- 発電センシング一体型
 - 発電量を電源とセンシング対象として活用する技術
- 測定対象
 - 発電できる電池が開発済みのもの:特に糖類

アウトライン

- 研究目的
- 提案する回路アーキテクチャ
- チップ試作と評価結果
- 電力自立動作
- まとめ

アウトライン

- 研究目的
- 提案する回路アーキテクチャ
- チップ試作と評価結果
- 電力自立動作
- まとめ

研究目的

目指すべき社会像

平均寿命と健康寿命の差(=不健康な期間)がなく、誰もが**健康なまま**長寿を全うできる社会

暮らしの安心実現に必要なサービス

健康寿命向上に資する生活習慣改善に向けた**データ実証型**の説得力のある医療サービス

必要な技術

データ実証の精度を担保するために、**生体ビッグデータが収集可能な**センサ技術

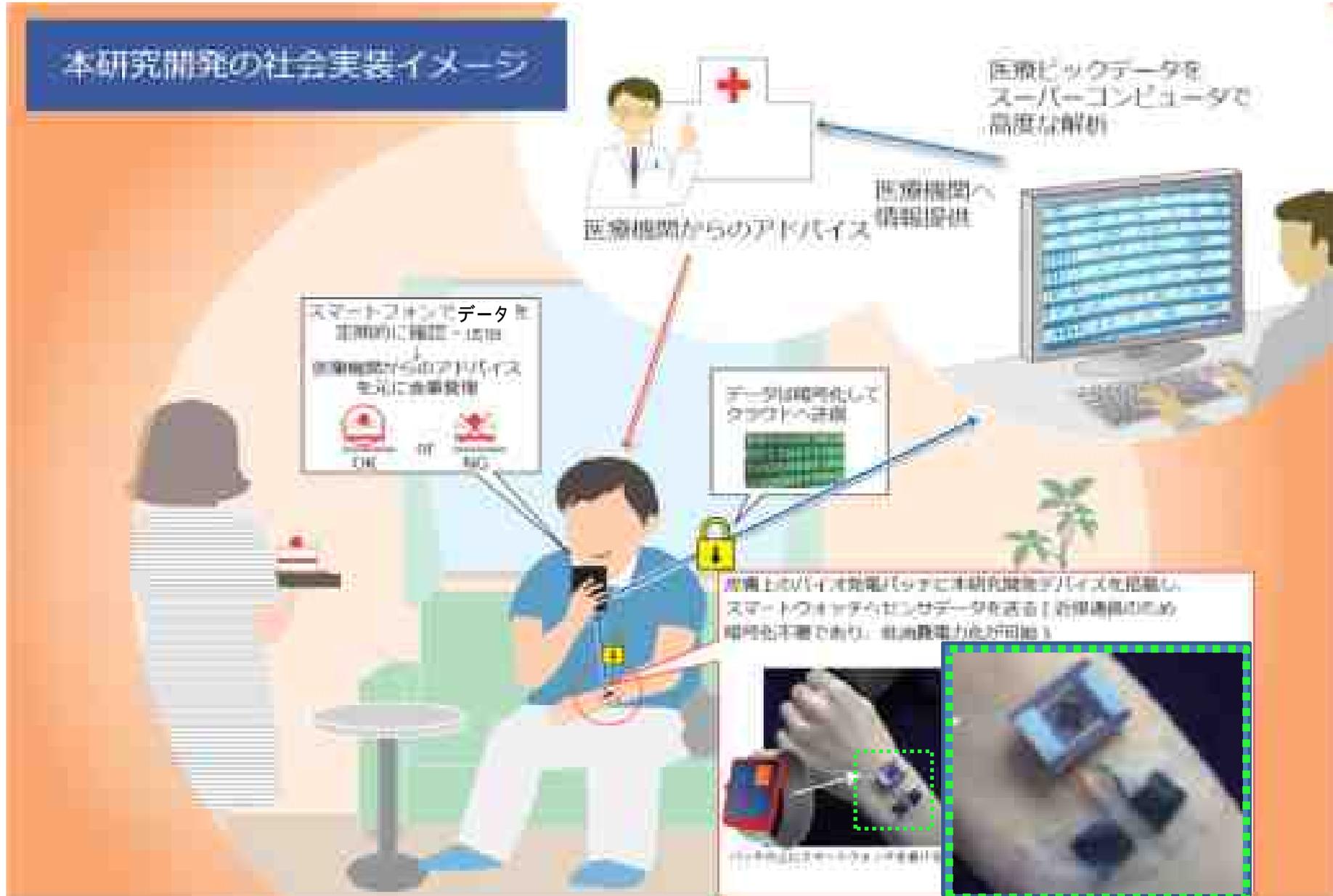
本研究

生活習慣の改善によって健康寿命向上への顕著な効果が見込まれる**生活習慣病**に対して、データ実証型医療による貢献を目指す



“発電・センシング一体型集積センサ”の実現

• 生体分子濃度のモニタリングによるデータ実証型生活習慣改善指導



バイオ燃料電池は共同研究先よりご提供いただいているものになります

研究目的

- 安定した電源を確保することは、現行のビッグデータ解析関連の装着型医療装置開発における重要な課題の一つだが...
 - 電池: 人体に接して使用するには危険性があり、適さない ☹️
 - 無線電力伝送: 電力受信するための大きなアンテナが必要 ☹️
 - 環境発電: 電力が安定せず、医療応用に向かない ☹️
高コストかつ多くの面積を占有する回路技術が必要 ☹️
- バイオ燃料電池の性能は著しく向上しているが...
 - 従来の無線送信回路を動作させるには、不十分な出力電圧(<0.4 V) (報告されている近距離無線通信集積回路の最低動作電源電圧は0.7V) ☹️

本研究

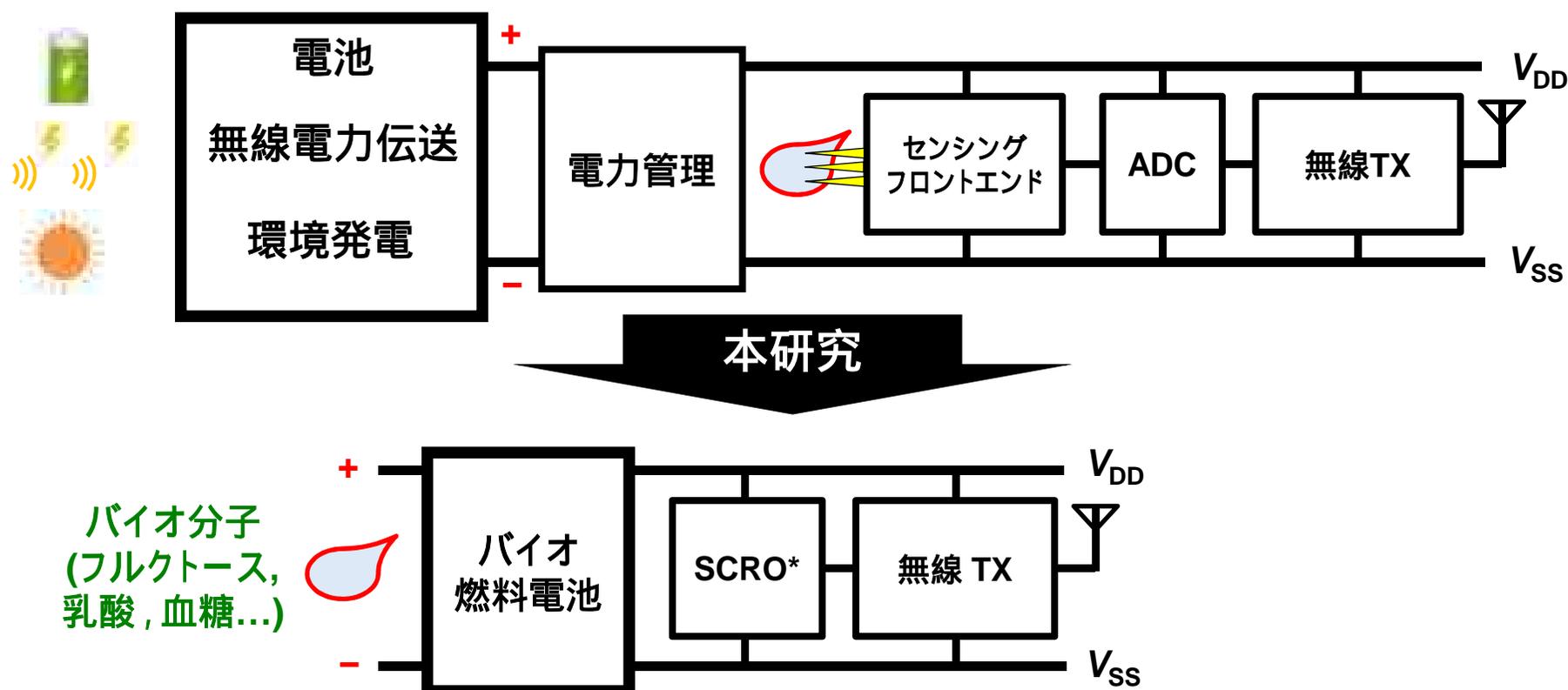
- 世界初の0.25 μm CMOSプロセスで実装した0.23V駆動全デジタル・リング発振回路付近距離無線送信回路とバイオ燃料電池を用いた電力自立かつ使い捨て可能な電力収穫・センシング一体型バイオセンサ集積回路
 - 全デジタル・リング発振回路を用いた発電センシング技術で回路面積を低減 😊
 - ゼロ閾値トランジスタを用いた電流駆動型誘導結合無線送信回路による低電源電圧での動作 😊
- 0.25 μm CMOSプロセスで試作した回路は、バイオ燃料電池を用いて電源電圧0.23Vにおける動作に成功

アウトライン

- 研究目的
- **提案する回路アーキテクチャ**
- チップ試作と評価結果
- 電力自立動作
- まとめ

回路構成

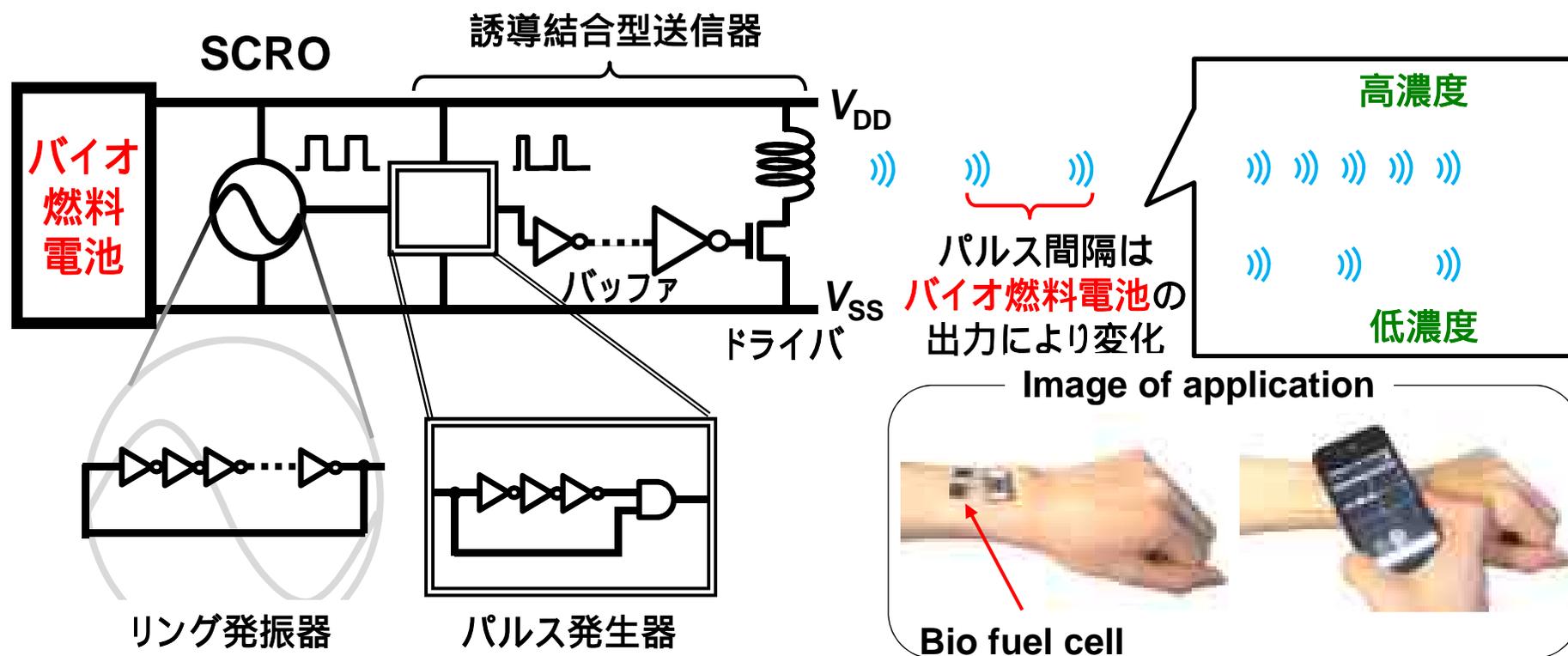
- バイオ燃料電池を**”電源”**ならびに**”センサ”**として活用 発電センシング一体型センサ
- 多くの面積を占有する電力管理回路、センシングフロントエンド回路、そして大きな電力を消費するアナログデジタル変換器(ADC)を取り除くことで、**回路面積(コスト)、消費電力、そして電源電圧を劇的に低減することに成功**
- バイオ燃料電池は出力電圧が低いため、**低電源電圧動作が必須**
- バイオ燃料電池は寿命が短い(1日程度)ため、**低コスト化が必須(衛生面からも必須)**



*SCRO: サプライ制御リング発振器

ブロック図

- 低電源電圧動作を実現するために、全てデジタル回路で構成
- PIM(pulse interval modulation パルス間隔変調)を採用
 - SCROを電源電圧→周波数コンバータとして活用
- 低電源電圧動作を実現するために、電流駆動・誘導結合通信を採用



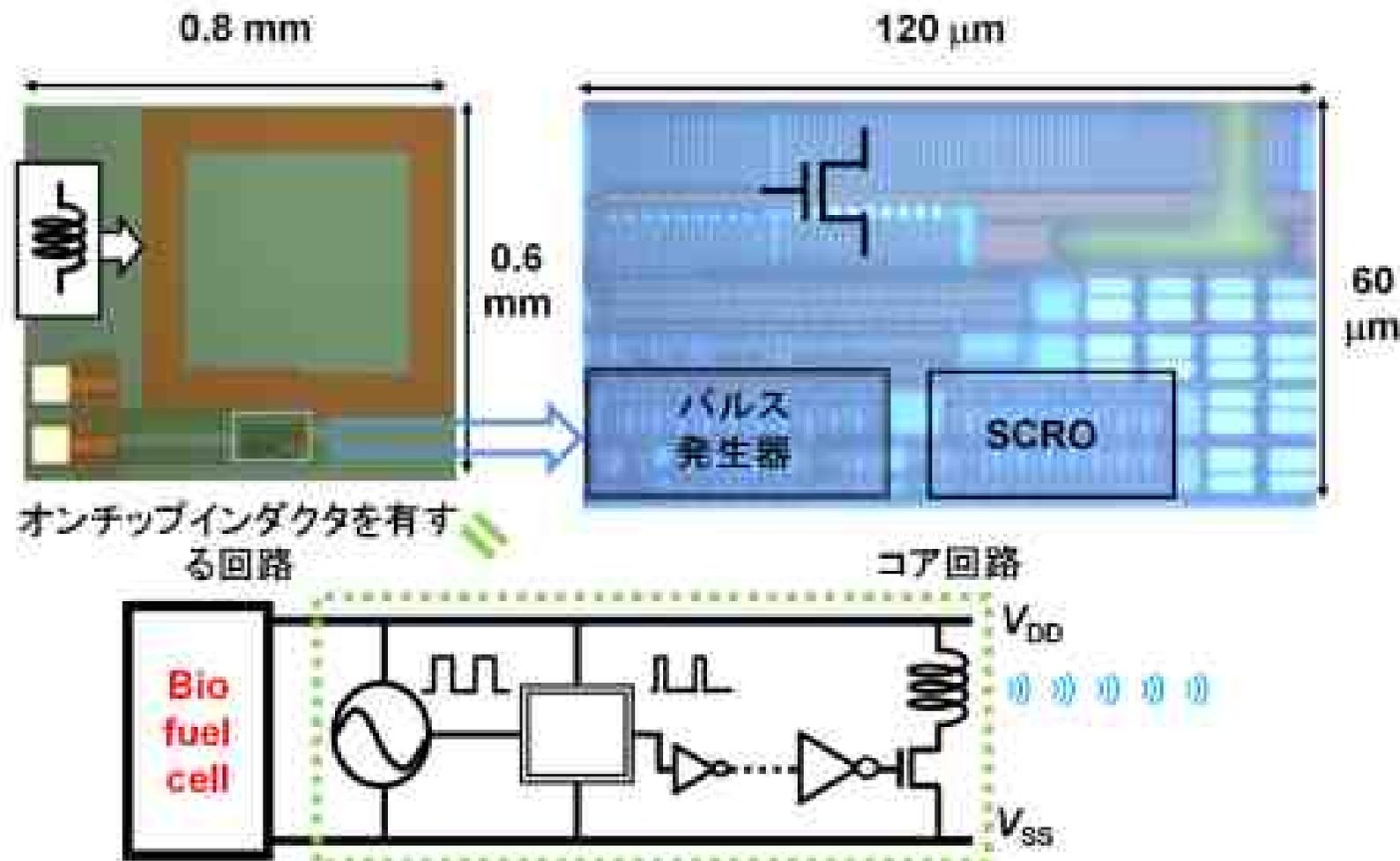
*SCRO: サプライ制御リング発振器

アウトライン

- 研究目的
- 提案する回路アーキテクチャ
- **チップ試作と評価結果**
- 電力自立動作
- まとめ

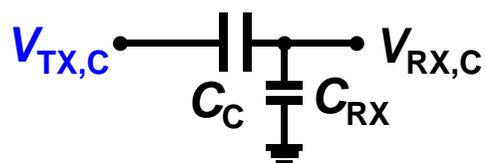
試作チップ写真

- 0.25um CMOS プロセスで集積回路を試作



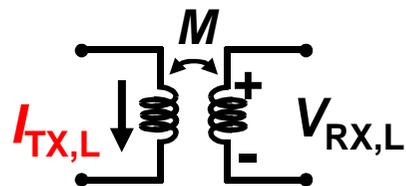
性能比較

- 最も安い製造プロセスで、最も低い電源電圧を達成



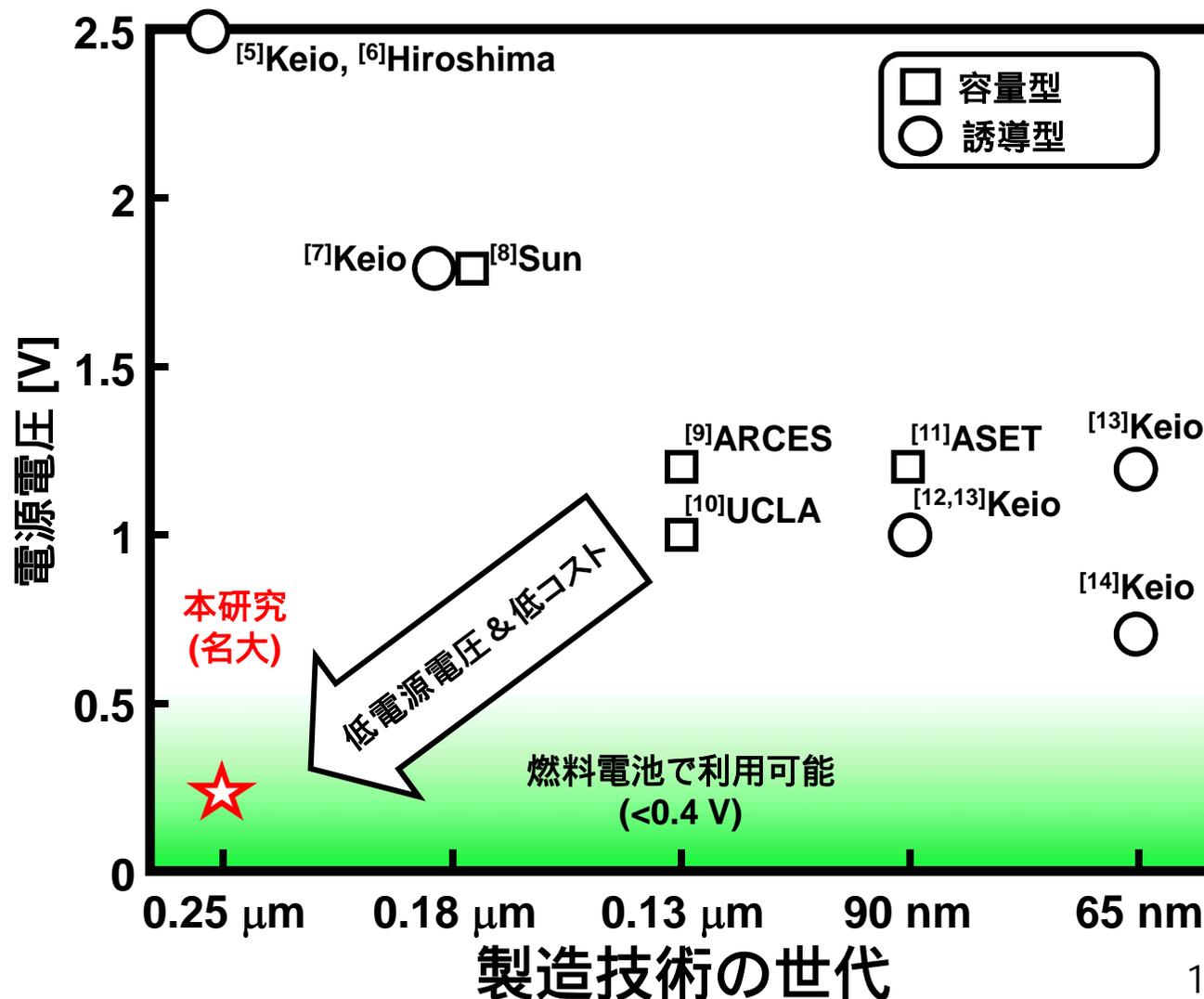
$$V_{RX,C} = \frac{C_C}{C_C + C_{RX}} V_{TX,C}$$

容量結合
(電圧駆動)



$$V_{RX,L} = M \frac{dI_{TX,L}}{dt}$$

誘導結合
(電流駆動)



アウトライン

- 研究目的
- 提案する回路アーキテクチャ
- チップ試作と評価結果
- **バイオ燃料電池を用いた電力自立動作**
- まとめ

アウトライン

- 研究目的
- 提案する回路アーキテクチャ
- チップ試作と評価結果
- 電力自立動作
- **まとめ**

まとめ

- 世界初の0.25 μm CMOSプロセスで実装した0.23V駆動全デジタル・リング発振回路付近距離無線送信回路とバイオ燃料電池を用いた電力自立かつ使い捨て可能な発電センシング一体型バイオセンサ集積回路の開発に成功
 - 全デジタル・リング発振回路を用いた発電センシング技術で回路面積を低減 😊
 - ゼロ閾値トランジスタを用いた電流駆動型誘導結合無線送信回路による低電源電圧での動作 😊
- 0.25 μm CMOSプロセスで試作した回路は、バイオ燃料電池を用いて電源電圧0.23Vにおける動作に成功
 - 送信信号のパルスレートは、生体分子濃度(バイオ濃度)の関数として変化
- 現状の製品との比較:
 - 現状は、使い捨てのヘルスケアセンサは製品化されておらず、新規となる

実用化への課題

- センサとしての精度・耐久性の検証をさらに進める必要があります

企業への期待

- センサの社会実装は、大学の一研究室では難しいです。
- 実用性の評価や治験の実施などにおいてご支援いただければ幸いです。

出願特許

- 発明の名称：送信回路、生体分子検出装置、検出データ収集方法、検出データ収集システム
- 出願番号：特願2016-004336
- 出願人：国立研究開発法人 科学技術振興機構
- 発明者：新津 葵一

本技術に関する問い合わせ先

- 技術に関する問い合わせ

新津葵一

名古屋大学大学院工学研究科

niitsu@nuee.nagoya-u.ac.jp