

ナノワット非同期回路による 環境発電向け電源制御

九州大学 システム情報科学研究所 電気電子工学専攻
准教授 矢嶋 赳彬

2020年11月6日

エッジでは環境発電が必須



エッジではスタンドアローン動作が基本

発電電力で機能が律速される

スマート農業



スマートファクトリ



スマートスマートシティ



微小電力

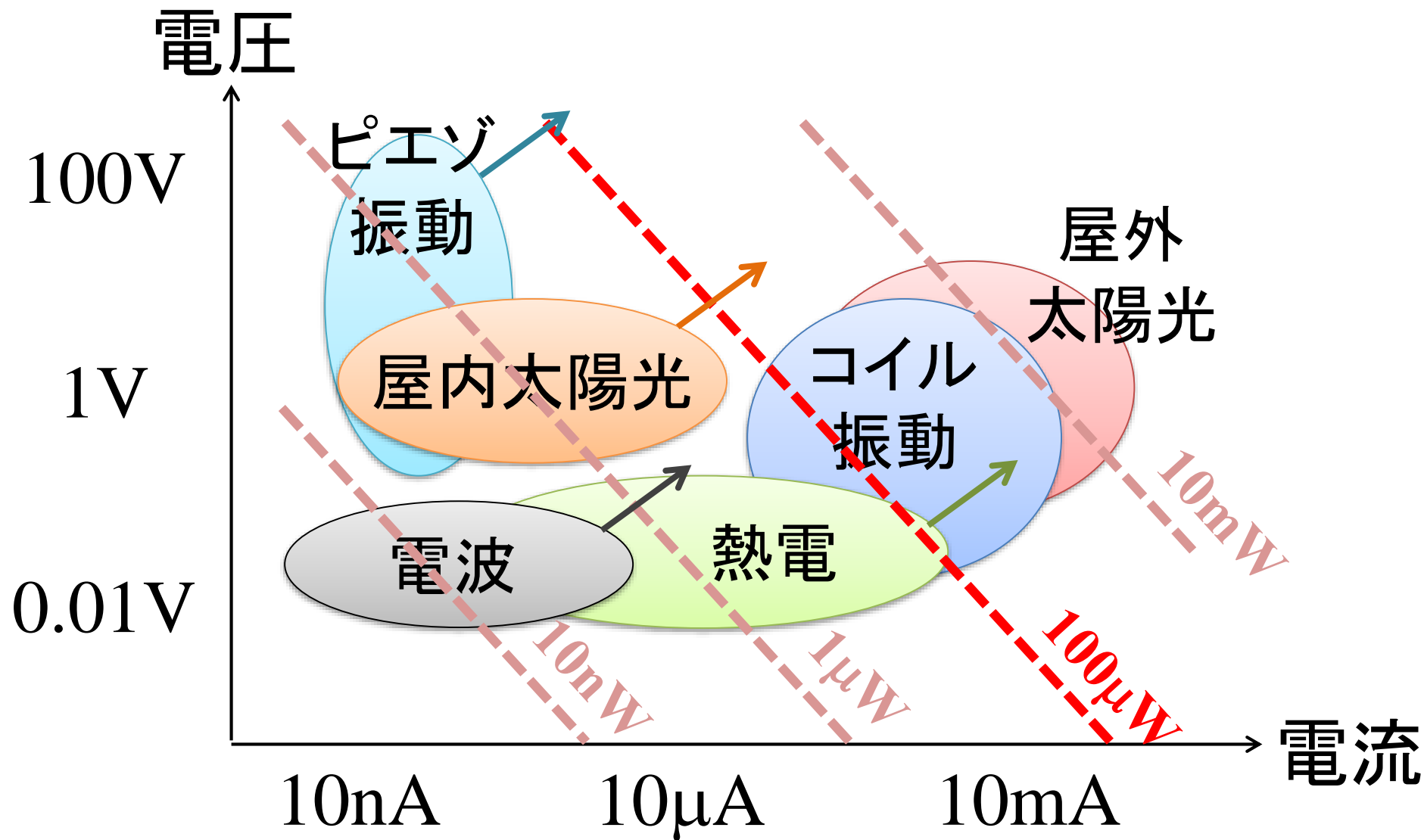
環境発電

センサ

情報処理

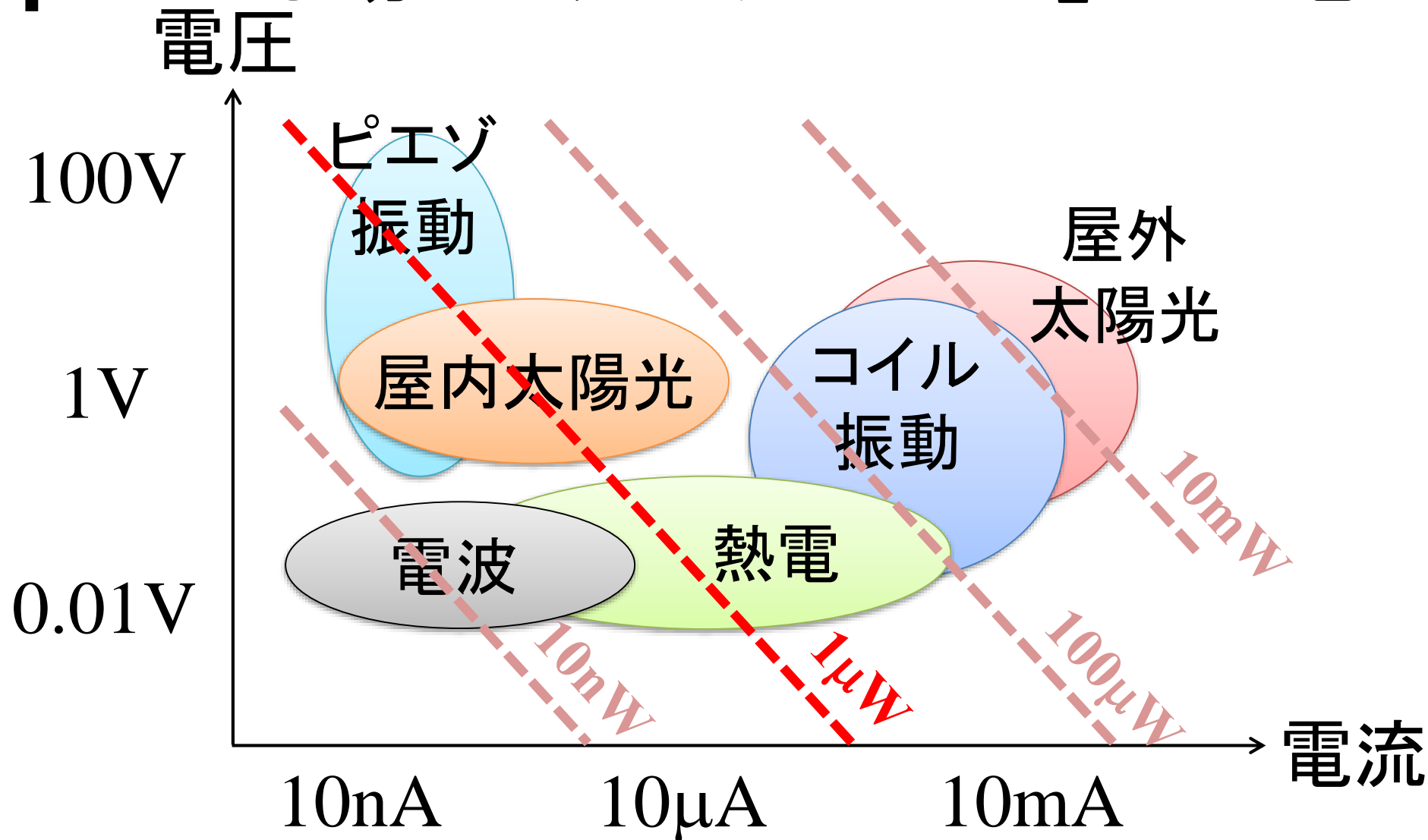
無線通信

環境発電の出力向上の取り組み



発電の高出力化(100 μ W以上)が進められているが
デバイスの設置方法等で簡単に出力が落ちてしまう⁴

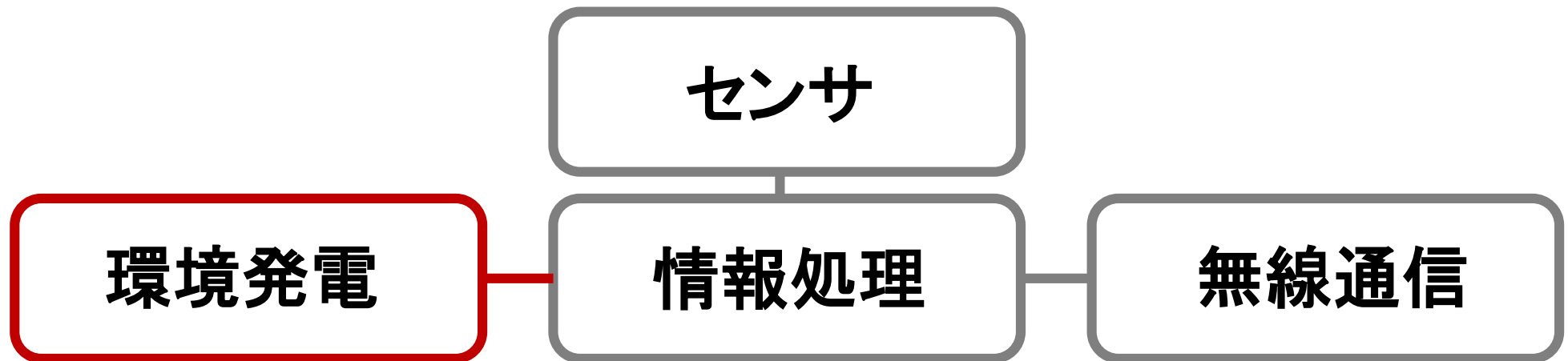
「1 μ Wでも動くエッジデバイス」が理想的



素人がどこにどのように設置しても
デバイスが動作するようにしたい

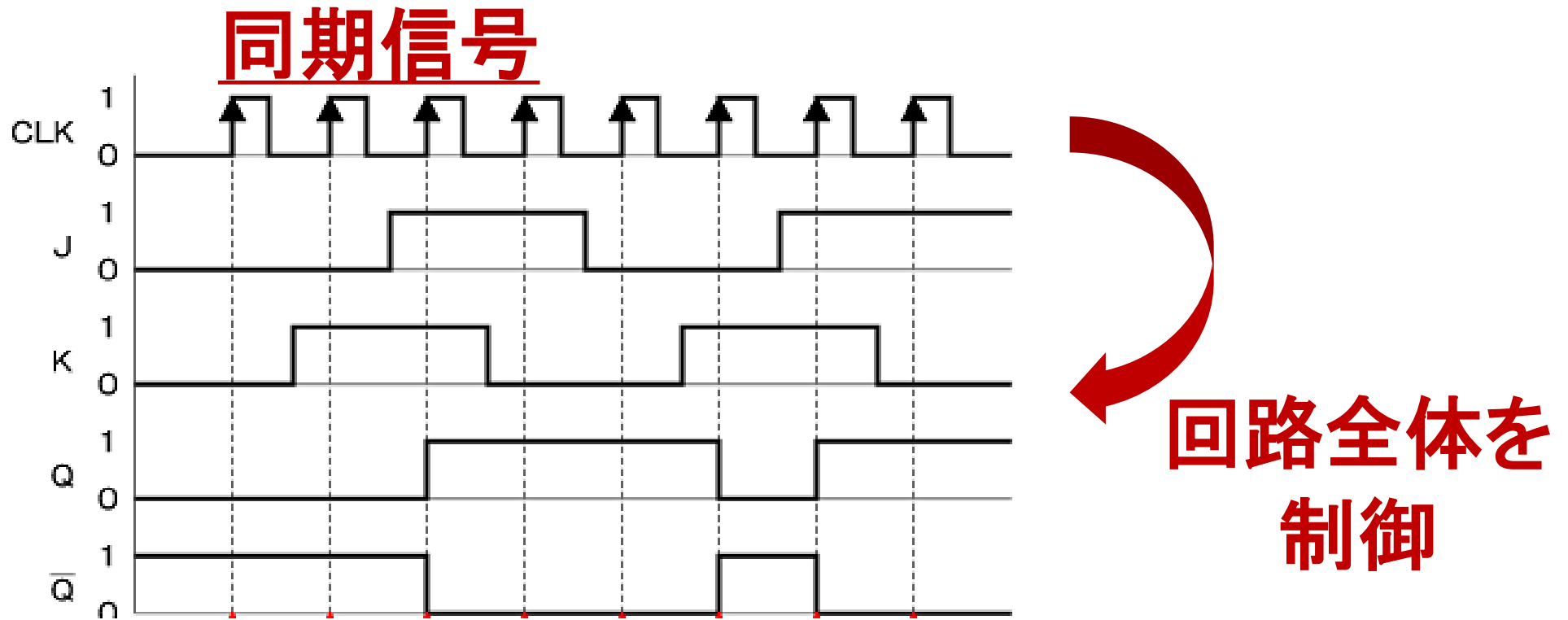
比較的lowスペックな電子制御を対象に 「余分な動作」を極限まで排除してみる

エッジデバイス



本発表では電源回路の電子制御に着目

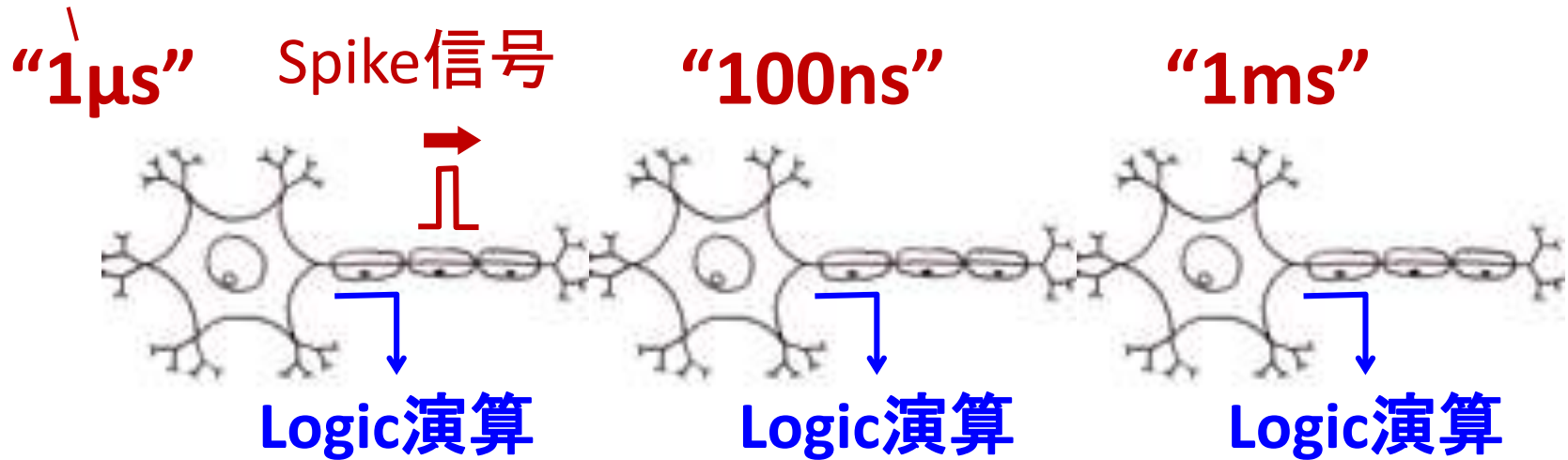
(従来) デジタル回路における「余分な動作」



高い周波数で回路全体を充放電している

(提案) 余分な動作を排除した“待てるデジタル回路”

制御に必要な時定数
(待ち時間)

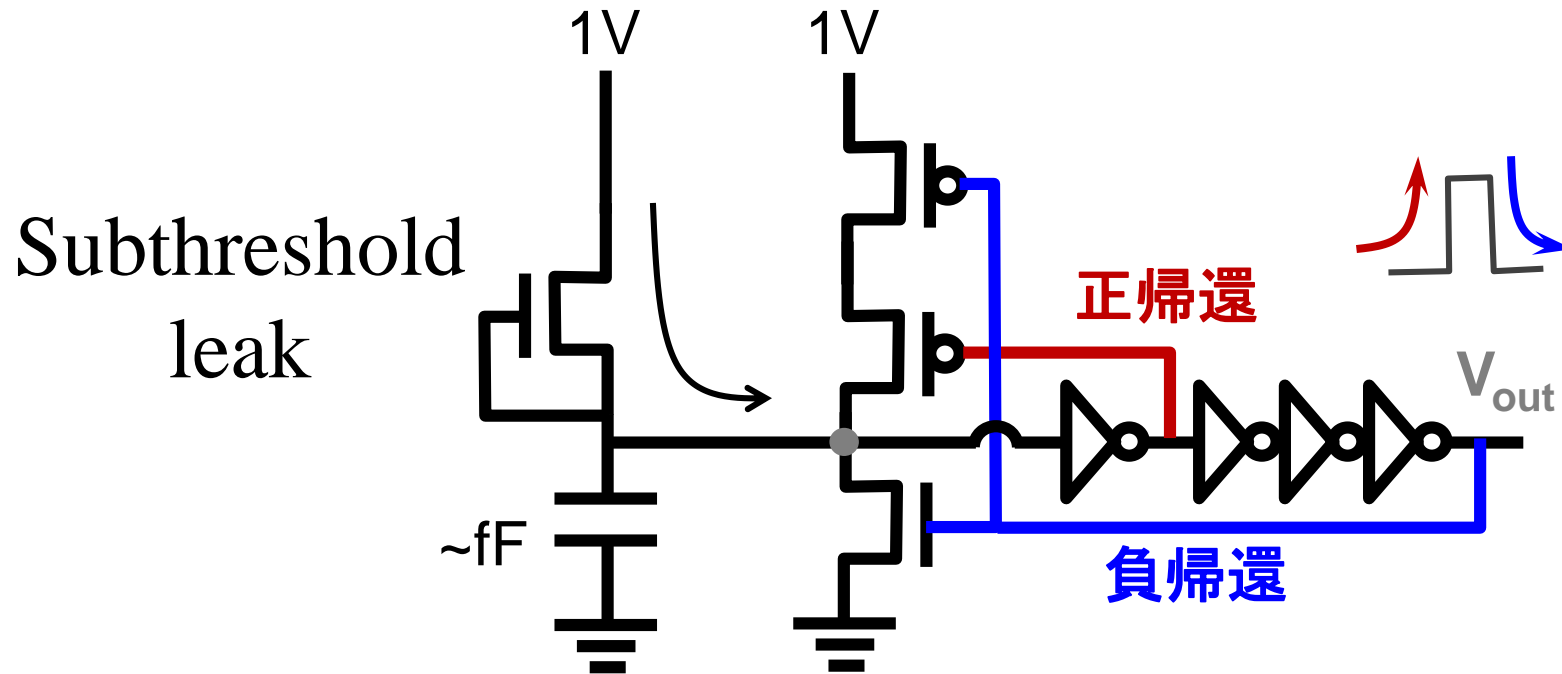


必要な時に必要な場所だけ動作
(生物のアナロジーで「ニューロン回路」と命名)

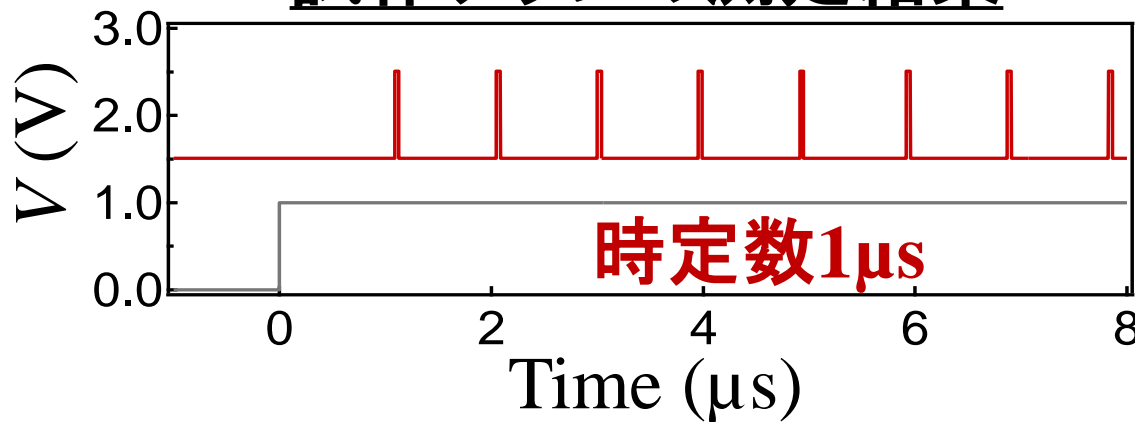
“待つ”を可能にするニューロン回路

時定数生成回路

スパイク生成回路



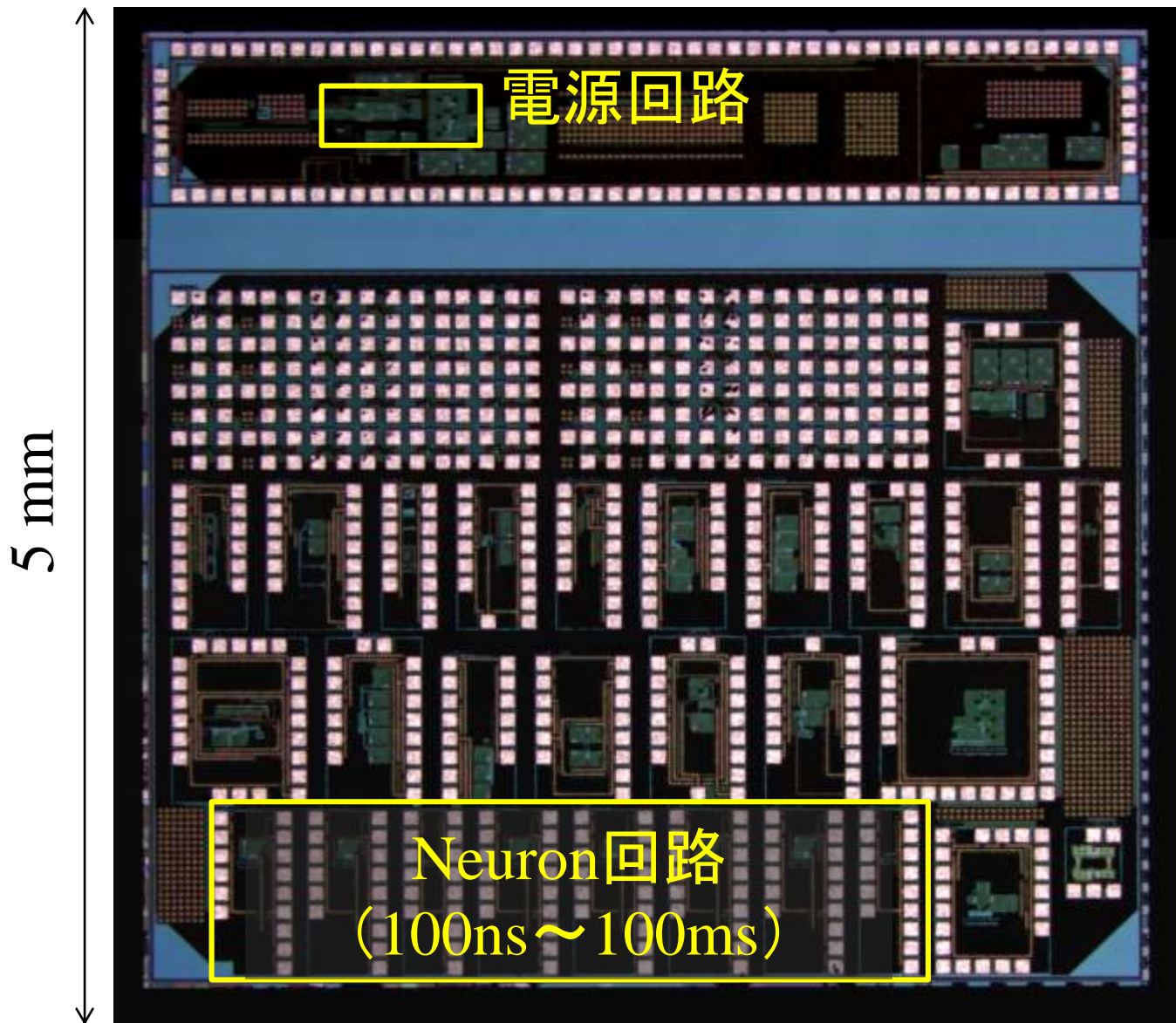
試作チップの測定結果



**100ns-100msの
任意の時定数を実現**

“待てるデジタル回路”の試作（評価中）

TSMC 180nm



振動発電の電源回路
(整流・Z整合・電圧変換
・充電管理・cold start等)

TEG回路
(評価用)

従来技術とその問題点

IoTエッジデバイスの電子制御の低消費電力化が進められているが、

- デジタル制御は同期動作の冗長性から極限まで低消費電力化しづらい
- アナログ制御は設計が煩雑で外付け素子も必要になる

等の限界がある。

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点を克服し、デジタルの簡便性とアナログの無駄のなさを両立した、超low-powerでの電子制御を実現した(約 $10\mu\text{W}$ ⇒約 100nW)
- 本技術により、電子制御の消費電力が劇的に下がるため、多様な環境エネルギーの利用が可能になり、設置環境を選ばなくなる(設置時のカリブレーション不要！)
- また環境発電デバイスを小型化でき、エッジデバイス全体も小型化するため、応用範囲が広がる

想定される用途

自己給電＋超low-power制御で
何が可能になるか？

- 自己給電で無線が飛ばせる
- 超小型である
- 体内に埋め込める
- ...

想定される用途



会議場や電車の座席など、
小型無線センサを大量に後付け設置

↑
超小型、自己給電だからこそ可能

想定される用途



街中や遺跡など、景観を乱し
たくない場所のセンシング



超小型、自己給電だからこそ可能

想定される用途

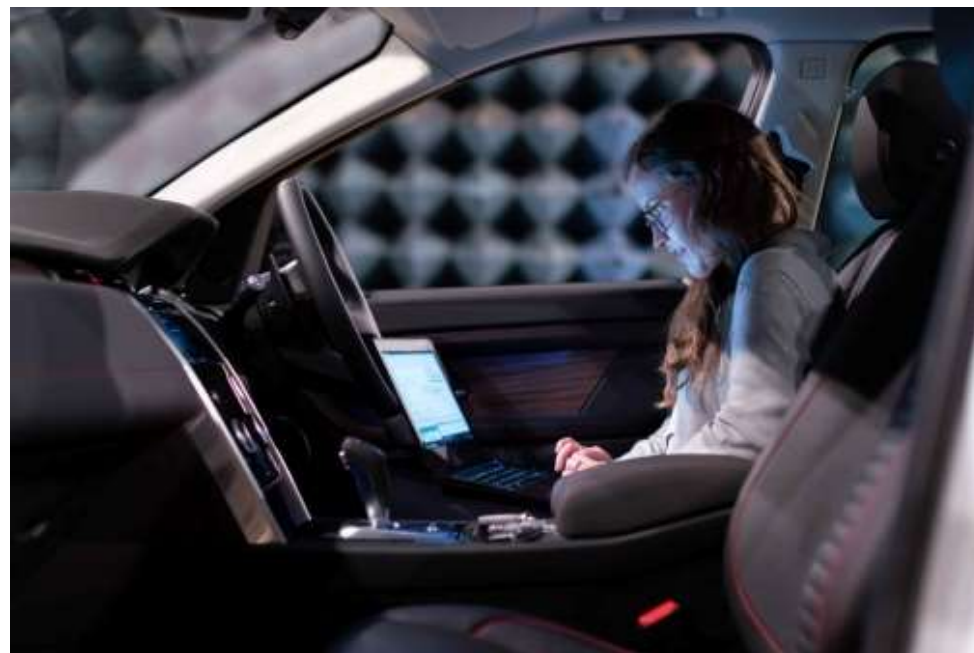


ヘルメットや自転車等、ウェアラブルに近い場所でのセンシング



超小型、自己給電だからこそ可能

想定される用途



車内に後付けできる
ガジェットデバイス



超小型、自己給電だからこそ可能

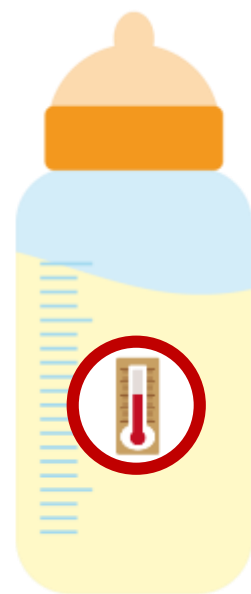
想定される用途



微弱な電波を電源とする
エレクトロニクス

超low-powerだからこそ可能

想定される用途



配線できない/しづらい場所
のセンシング

自己給電無線デバイスだからこそ可能

想定される用途

S. Smedt, Clinical ophthalmology (2015)



SilkLab, Tufts University



配線も電池使用も不可な体内での
微弱電力を利用したセンシング

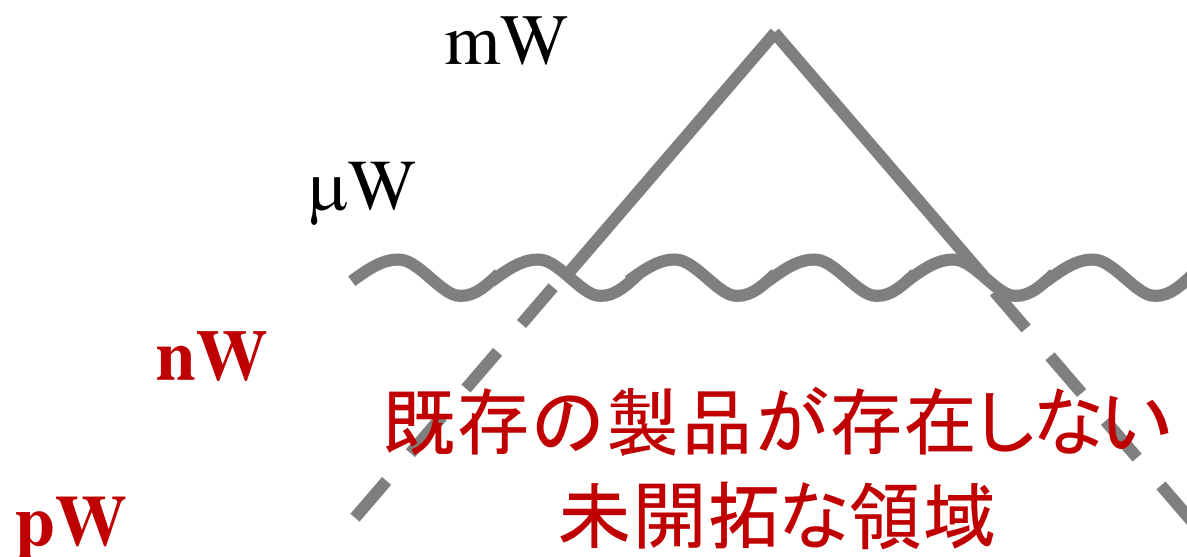
超小型、自己給電だからこそ可能

実用化に向けた課題

- 本回路技術を必要とする具体的なピンポイントな応用例を探している
- 必要な技術課題の洗い出しと、その解決手段の検討を行いたい

企業への期待

- 本技術を必要とする製品と、それを利用したサービスを、一緒に検討して頂ける企業との共同研究を希望



企業への期待

- IoT技術をベースに、何らかの「空間デザイン」を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : スパイク生成回路、情報処理回路および電力変換回路
- 出願番号 : 特願2019-036951
- 出願人 : 科学技術振興機構
- 発明者 : 矢嶋 赳彬

(関連特許)

特願2019-116310、2019-200205、2019-204806、
2020-094139、2020-111945

お問い合わせ先

科学技術振興機構

知的財産マネジメント推進部知財集約・活用グループ

TEL 03-5214-8486

FAX 03-5214-8417

e-mail license@jst.go.jp