

電力自立ヘルスケアIoTに向けた 発電モニター一体型集積システム

名古屋大学 大学院工学研究科 電子工学専攻
准教授 新津葵一

2020年2月13日

新技術の概要

IoT技術において最も重要な課題の一つは、電源確保です。

本技術においては、発電対象とセンシング対象が一緒であり、電源確保とセンシングを一体にして実現可能な発電センシング一体型集積センサ技術において、電源量をモニタリングする技術を提供します。

新技術の概要

- 微小なセンサが組み込まれたコンタクトレンズの開発
- 涙に含まれる糖分から発電し、単独で血糖値を測定
- 無線によってスマホ等にデータを送信



従来技術とその問題点

従来技術においては、電源をモニタリングするために電源管理回路ならびにアナログ・デジタル変換回路を用いていたために

- ・回路が大規模になり、高コスト
- ・高消費電力

という課題があった。本技術においては電源電圧を非常にシンプルな原理でデジタル化することを可能にします。

従来技術とその問題点

糖尿病の現状

- 治癒することがない
- 合併症を引き起こし、医療費が高額
- 国内の有病者・予備軍は**約2,000万人**※

※出典：厚生労働省「平成28年国民健康・栄養調査」



予防医療の拡大が急務であり、そのためには**血糖値推移の把握**が必要

課題

血糖値推移を**“非侵襲（針なし）”**かつ**“高時間分解能”**でモニタリングできる技術が現存しない

従来技術とその問題点

従来製品

穿刺型血糖センサー

指穿刺型自己血糖測定器



血糖値

数時間おき

皮下組織間質液活用型
継続血糖モニタリングシステム



血糖値

5分おき



精度が良い



高侵襲(痛みあり)、時間分解能が不十分、高コスト、手間がかかる、不快感

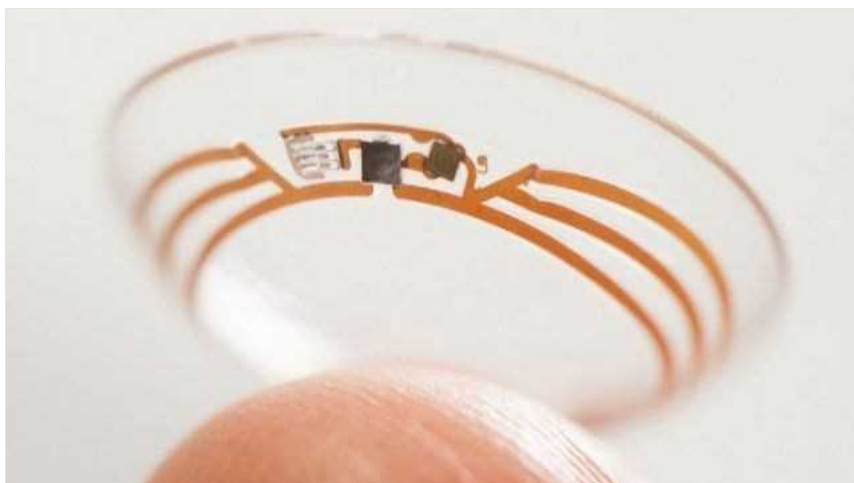
予防用途での普及は難しい

従来技術とその問題点

従来研究

スマートコンタクトレンズ*

血糖濃度と相関のある涙液糖濃度に着目したコンタクトレンズ方式



非侵襲(痛みなし)



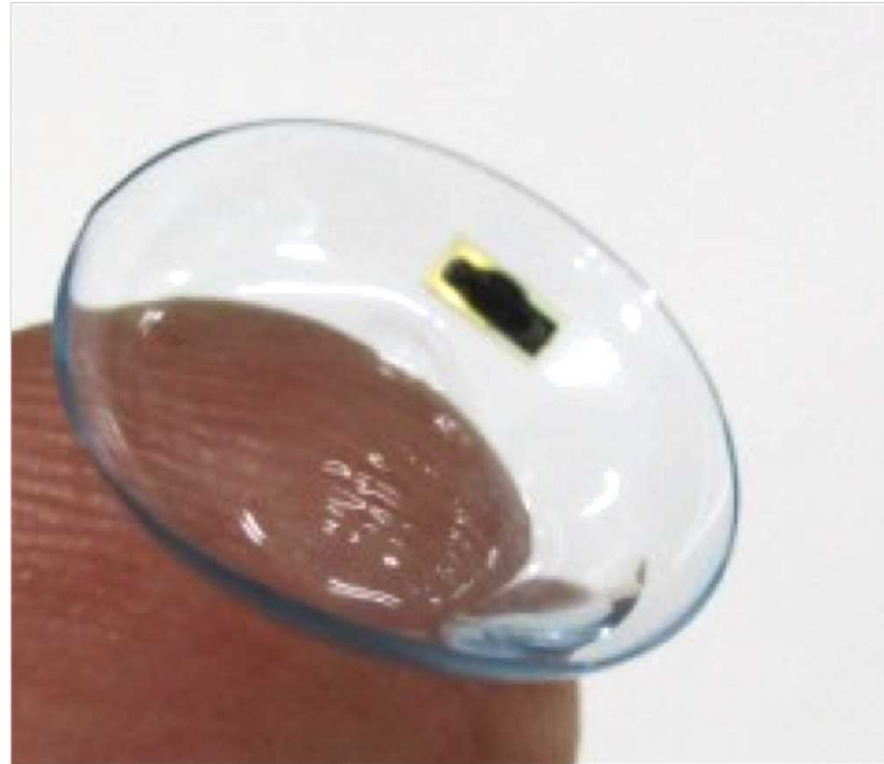
無線給電用メガネ型端末が必要、高コスト

やはり、予防用途での普及は難しい

新技術の特徴・従来技術との比較

- 小型な実装面積で電源のモニタリングが可能になります。
- 低コストでの電源のモニタリングが可能になります。
- 低電圧・低出力な電源のモニタリングが可能になります。

新技術の特徴・従来技術との比較



非侵襲・痛みなし、
センサ自体が電池を持っている
コンタクトレンズのみでの単独動作が可能

予防用途での普及が可能

新技術の特徴・従来技術との比較

メガネ端末がないので、運動時の測定も可能



酸素透過性レンズとの組み合わせで、夜間・就寝時の測定も可能



皮膚が敏感で穿刺型が苦手な方も快適



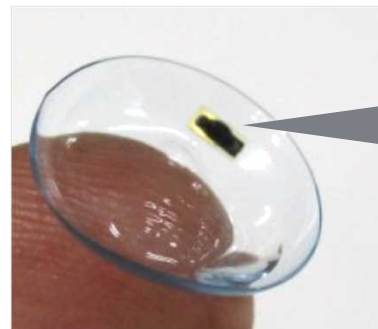
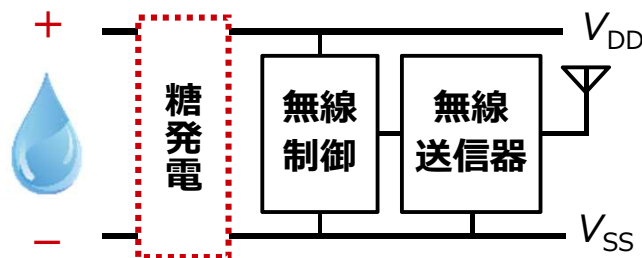
ダイエットにも活躍、生活習慣を見直し生産性UP



新技術の特徴・従来技術との比較

電力自立継続血糖値モニタリングシステム

- 涙に含まれる糖分(グルコース)で発電する発電・センシング一体型集積センサを搭載し、専用メガネ型端末なしで血糖値を把握
- 無線で測定データを送信

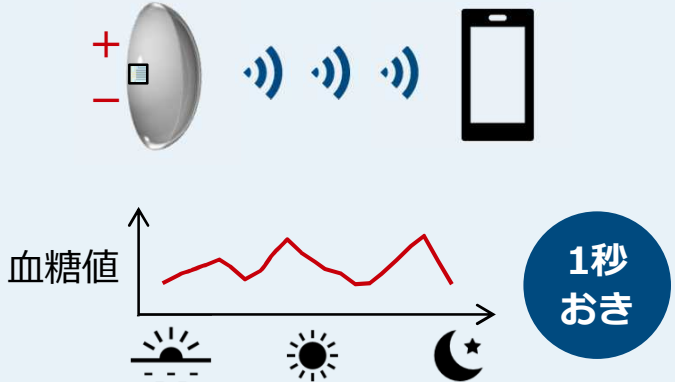


無線制御・送信器

糖発電素子

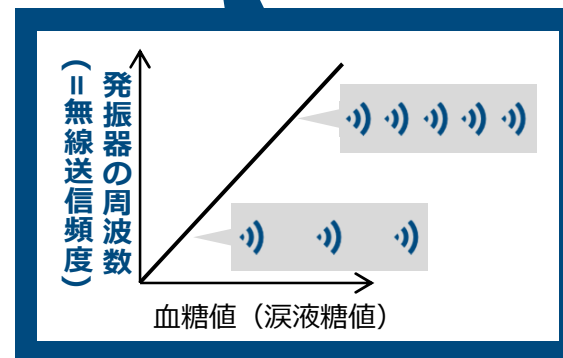
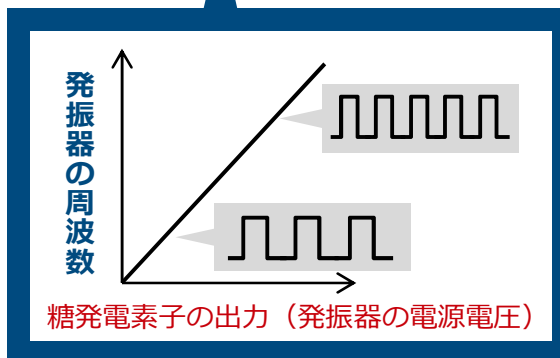
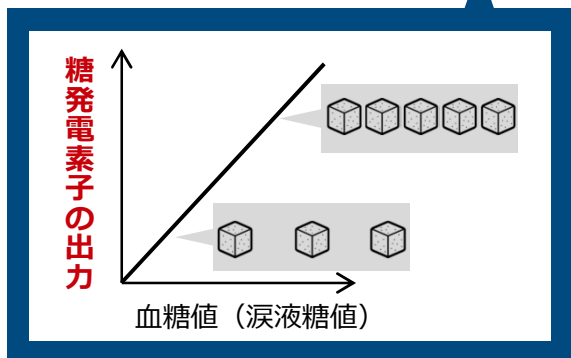
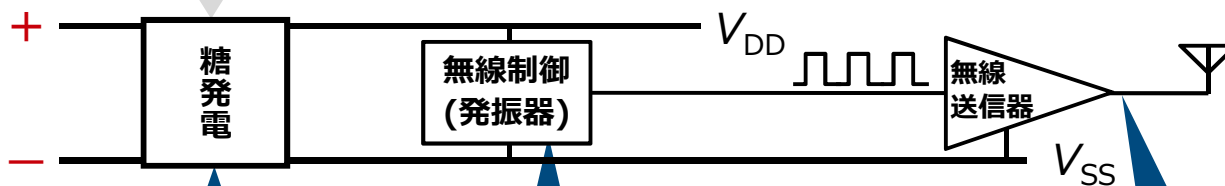
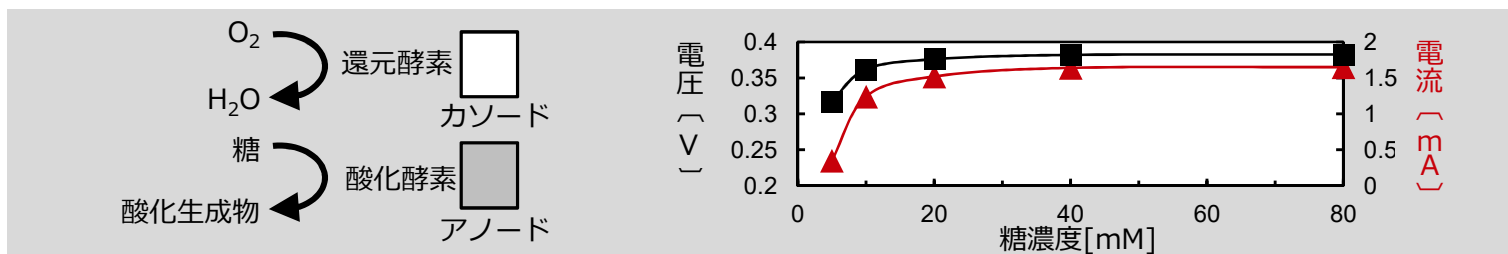
新技術の特徴・従来技術との比較

電力自立継続血糖値モニタリングシステムの特長

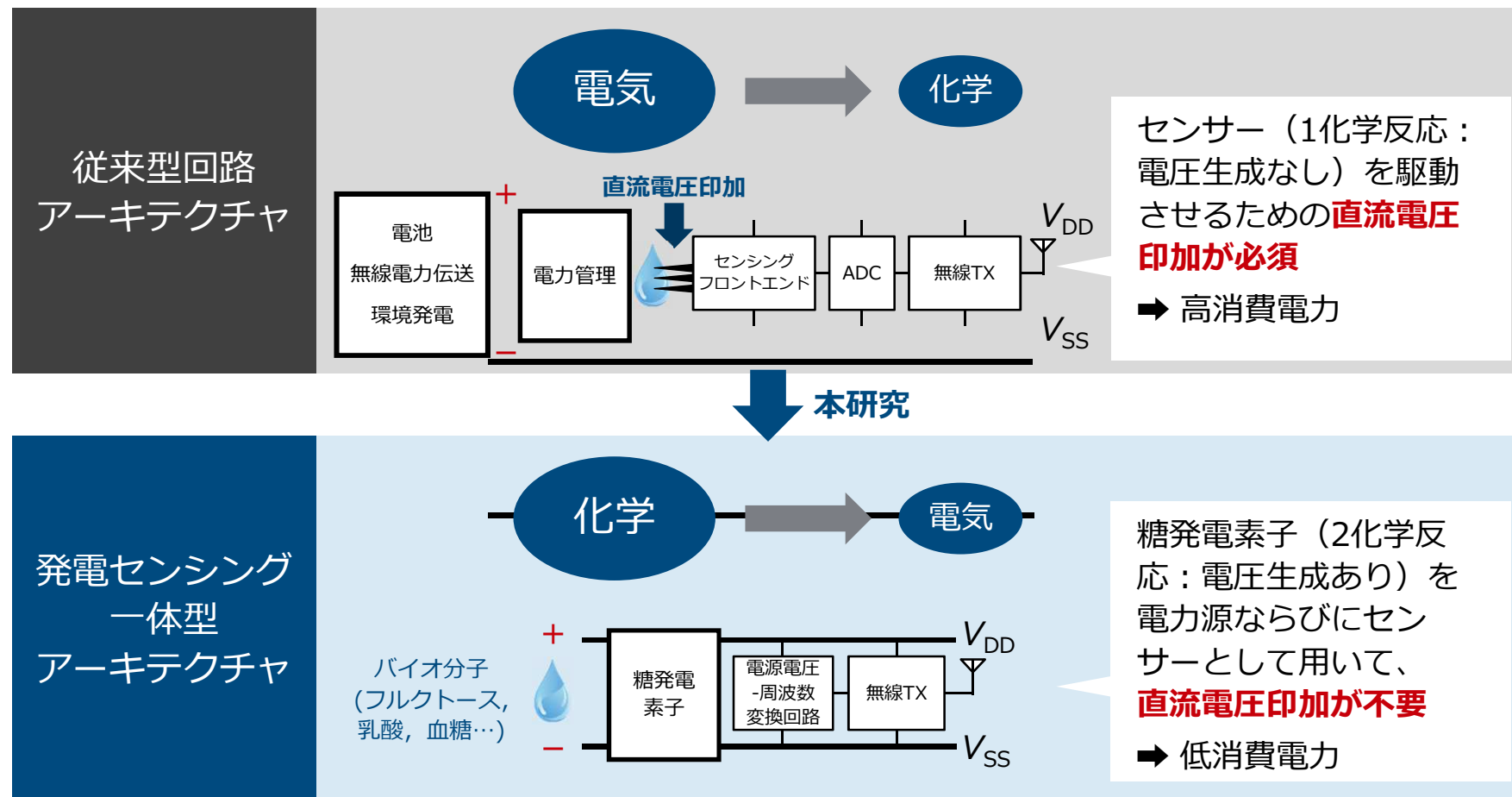
非侵襲	痛みなし
電力自立動作	外部電力不要、従来の消費電力の1/10,000の0.27nW
小型	縦2mm×横1mm×厚さ0.3mm
低コスト	数十円
1秒おきの 高時間分解能測定	<p>回路起動時間が不要</p> <p>人工知能技術の導入が可能(低血糖予知など)</p>  <p>The diagram illustrates the system's components and performance. At the top, a small grey sensor with '+' and '-' terminals is shown connected to a smartphone via three blue wireless signal icons. Below this, a line graph plots '血糖値' (blood sugar level) on the y-axis against time on the x-axis. The graph shows a fluctuating red line representing blood sugar levels over a 24-hour cycle, with icons for sunrise, sun, and moon. A blue circular callout on the right side of the graph contains the text '1秒おき' (1 second interval), indicating the high-frequency measurement capability.</p>

新技術の特徴・従来技術との比較

- 糖発電での**発電量 (=涙液糖値)** を**無線発信頻度**に変換 (低血糖なら低頻度、高血糖なら高頻度)
- 集積回路動作速度(無線制御内の発振器の出力頻度)の電力量に応じた変化を活用



新技術の特徴・従来技術との比較



糖発電素子を電力源&センシング源として用いて、消費電力を低減

想定される用途

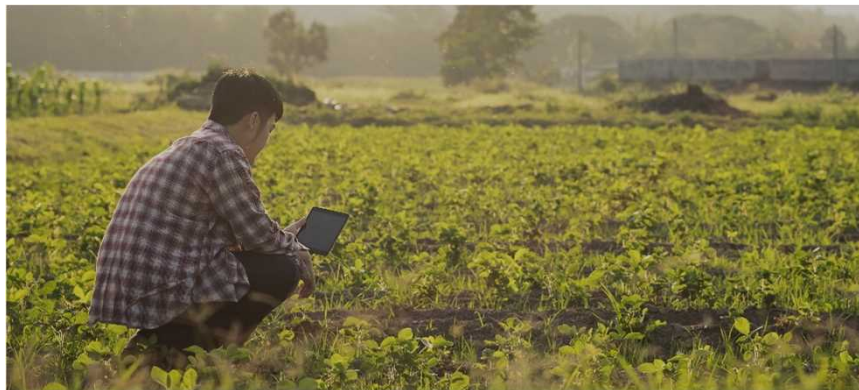
- バイオ燃料電池を用いた電力自立バイオモニタ
- 振動発電素子を用いた電力自立振動モニタ
- 温度差発電素子を用いた電力自立温度モニタ

想定される用途

電力自立・温度モニタリング
(&温度発電)



電力自立・照度モニタリング
(&光発電)



電力自立・行動モニタリング
(&圧電素子)



実用化に向けた課題(現状)

涙液糖濃度に応じて無線送信→スマートフォンで血糖値に換算して表示

**試作装置の
コンタクトレンズ
搭載写真**

試作装置
(半導体送信器回路と糖発電素子:
2mm×1mm ×0.3mm)

**半導体
送信器回路**
(0.385mm角)

糖発電素子
(0.6mm角)

無線送信
(涙液糖濃度に応じて送信頻度が変化)

[mg/dL]
↑
時間 →

**涙液糖濃度
(血糖濃度と相関あり)**

[V]
↑
時間 →

**糖発電素子の
出力電圧**

[kHz]
↑
時間 →

**パワー発振回路の
発振頻度**

[Σ]
↑
時間 →

無線送信頻度

無線送信

**血糖濃度推移
(涙液糖濃度と相関)**

実用化に向けた課題

- 現在、集積回路とバイオ燃料電池について無線発振が可能なところまで開発済み。しかし、実生体データの実証の点が未である。
- 今後、実生体データでの実証について実験データを取得し、実際のヘルスケア機器などに適用していく場合の条件設定を行っていく。
- 実用化に向けて、バイオセンシングの精度をISO基準まで向上できるように技術を確立する必要もあり。

企業への期待

- 未解決の実生体データでの実証については、生体実験の技術により克服できると考えている。
- また、ヘルスケアデバイスを開発中の企業、IoT分野への展開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】 : 測定器、収納装置および測定システム
- 【出願番号】 : PCT/JP2019/019265
- 【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

お問い合わせ先

【ライセンスについて】

国立研究開発法人科学技術振興機構

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

e-mail license@jst.go.jp

【技術内容について】

名古屋大学大学院工学研究科

准教授 新津 葵一

TEL 052-789-2794

e-mail niitsu@nuee.nagoya-u.ac.jp