

令和 2 年 6 月 6 日現在

機関番号：33917

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H04685

研究課題名(和文)無線センサパッチとリーダウェアによるハイサンプリング生体計測システム

研究課題名(英文)High-sampling biomedical sensing system using wireless sensor patches and reader wear

研究代表者

野田 聡人(Noda, Akihito)

南山大学・理工学部・准教授

研究者番号：60713386

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 17,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、人体表面の多点かつ高サンプリングレートの生体計測を日常的に装着可能なウェアラブル計測システムで実現することを目的とし、人体表面に貼り付ける複数のセンサパッチと、それらに給電しデータを読み出すためのリーダウェアとの組み合わせによる手法の確立を目指した。実績として、生体に直接貼付可能な柔軟で伸縮性のあるセンサパッチを実現し、導電布上に分散させたフレキシブルアンテナを介して13.56MHz帯NFCによって当該センサからのデータの読み出しを達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

当初想定以上の広範な研究開発を通じ、他大学・企業との共同研究、特許取得、国内外での受賞などにつながった。

MEMSやソフトマテリアルを応用した、生体に直接貼付可能な超軽量・超柔軟なセンサパッチについては国内外において現在も活発な研究開発が行われている。このようなセンサデバイスを研究室内において単体で動作検証する際には、デバイスの動作に必要な電源の供給のためおよびデータの読み出しのための電線を必要なだけ接続することができる。しかし実用的には、無配線・非接触での動作が望ましい。本研究開発の成果は、このような最先端のセンサデバイスの研究開発成果を実用に供するための要素技術としての利用価値が期待できる。

研究成果の概要(英文)：The goal of this study is to achieve multi-point and high sampling rate biomedical sensing on the human body surface with a wearable system for daily use. The system is assumed to consist of multiple sensor patches on the body surface and reader wear to power the patches and read out the data. A flexible and stretchable sensor patch has been developed. By using multiple flexible antennas distributed on a conductive textile, the sensor data was successfully read out by a 13.56 MHz NFC reader.

研究分野：電磁波工学

キーワード：ウェアラブルシステム

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

筋電、心電、脈波等の生体信号を人体表面の多点で高サンプリングレートで計測することは精巧な筋電義手、生体モニタとヘルスケアへの活用、ヒューマンコンピュータインタフェースとしての利用など広範な応用の可能性を有し、このような計測システムの研究例は数多く報告されている。

本研究で実現を目指したのは、皮膚に密着するワイヤレス・バッテリーレスのセンサから 1000 サンプル毎秒 (sps) 程度の高サンプリングレートで信号を読み出せるウェアラブル生体計測システムである。この実現のために、給電と通信というレイヤーから新たな方式を開発する必要があった。本研究では図 1 に示すように柔軟な無線センサパッチを皮膚に直接貼り付け、それらに給電しデータを読み出すリーダウェア (reader wear) を着用する構成を着想し、この開発に取り組んだ。

センサパッチは直径数 cm 程度で、送受信コイルと専用の数 mm 角のセンサチップを 1 枚のパッチ状に実装することを想定した。ポイントは全体が柔軟で質量が 1 g 以下のオーダーということである。硬い部分は米粒程度のセンサチップ部分のみで皮膚の変形によく追従し、質量が小さいことで加速度の大きい衝撃が加わってもセンサがズレたり剥離したりしにくい。

薄く柔軟で伸縮性もある素材によって、皮膚に直接貼り付けられるセンサ回路を実現する研究例は複数報告されている。これはセンサパッチそのものの形態としては本研究の目的に照らして理想的であるが、高サンプリングレートで常時データを伝送しながら動作させるための通信と電力供給は未解決の課題であり、その解決を目指したのが本研究である。

このようなセンサパッチの長所を損なわないためには通信と給電の無線化が必須である。有線方式ではケーブルがユーザの動きを妨げる。またケーブルに引きずられてセンサの位置ズレ・剥離が生じ得るためセンサパッチ自体の固定を強化 (粘着性を高める、サポーターやバンドを追加) する必要が生じ、装着時の不快感・動きにくさの原因となる。

一方、通信を無線化した場合、電力供給が課題となる。本研究ではリーダウェアから至近距離での無線給電を行うことで、電力供給の課題を解決することを着想した。リーダウェアの着用を前提とする構成によって、至近距離での非接触のデータおよび電力伝送が実現できればよく、非接触 IC カードのように、センサパッチ側はバッテリーレスでデータの送信が可能となり、センサを無配線化することでユーザの動作を妨げない自然な状況での計測が可能となる。

生体信号計測の応用研究、およびセンサデバイスレベルでの研究は高度化している。そのような柔軟で軽量のセンサの利点を十分に活かすためには新たな無線給電・通信技術の構築が必要であるという点に着目し、無線給電と通信を専門としてきた研究代表者はここに貢献できると考えた。本研究の目標が達成されることで、従来計測できなかった高密度・高サンプリングレートの生体計測と、従来のシステムでは難しかった日常的・継続的な計測が可能となると予想される。特にセンサパッチ自身の質量によるダイナミクスが計測結果に与える影響やユーザの動作・心理状態に与える影響を大きく低減することにより、従来計測できなかった・あるいは計測したつもりで誤っていた事実が明らかになる可能性もあり、生体信号情報の活用の新たな展開が期待できると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、人体表面の多点かつ高サンプリングレートの生体計測を日常的に装着可能なウェアラブル計測システムで実現することを目的とした。例えば 1000sps 程度での筋電や体表脈波の計測、加速度・ジャイロセンサによる動作解析などが考えられ、これらはヘルスケアやヒューマンコンピュータインタフェースへの応用が期待できる。この目的のために本研究で着目した技術的課題は多点・高サンプリングレートのデータをいかにして伝送するかという点である。体表面に貼りつけられるワイヤレスのパッシブセンサパッチと、エアギャップや下着を透過して給電・通信するリーダウェアとの組み合わせでこの課題を解決することを目指した。

また、本研究は特定の計測アプリケーションに特化したものではない汎用的な基盤技術の研究開発が目的であるため、当初想定 of アプリケーションに限定せず、当該技術を転用可能な他のアプリケーション等についても研究開発を行った。

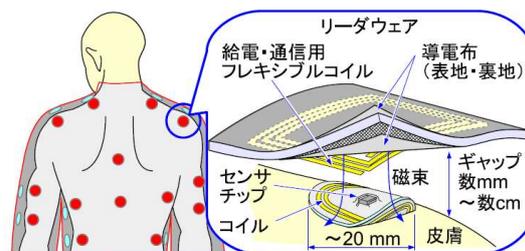


図 1: 柔軟な導電布素材で作られたリーダウェアと皮膚に直接貼り付けるセンサパッチ。

3. 研究の方法

(1) 導電布を伝送路とする通信・給電システムの原理的な研究を行った。衣服の表と裏をそれぞれ導電布によって導電性の面とし、この2面間に電圧を印加して、布上の任意の位置にピンバッジのように突起して固定された電子回路モジュールがその電圧を受信することを基本原理としている。モジュールの動作に必要な直流電力の供給と通信用の高周波信号とが、この単一の伝送路に重畳して印加される。本研究においては、導電布で構成されたリーダウェア上に分布したフレキシブルアンテナが、導電布上に分布した回路モジュールとなる。直流と高周波信号とが重畳されて伝送され、受信側で回路規模を増大させずに適切に分離し通信するための回路方式や変調方式を実装するため、理論的考察と実験を通してその根底にある物理的な制約を明らかにすることを旨とした。

(2) 柔軟で伸縮可能なセンサパッチについて、特に、無線での通信と給電を可能にするための構成法について研究を行った。センサパッチからリーダウェアに分布したフレキシブルアンテナまでの伝送、フレキシブルアンテナからウェア上のデータ収集装置までの伝送、またそこから外部ネットワークへの伝送が必要であることを考慮し、これらすべてについて「残課題」を出さないよう、現時点で現実的に実装可能な手段によって実現する方法を検討した。

4. 研究成果

(1) 導電布を伝送路とする通信・給電システムの原理として、衣服の表と裏の2面を導電面とし、この2面(2線)で電源供給と信号伝送を完結させる方法を提案した。

① クロック同期式シリアル信号の周波数分割多重伝送

本研究開始までに開発していた、複数のキャリアをオンオフ変調して複数ビットのデジタル信号を同時伝送する手法を応用し、2本のキャリアを用いてクロックとデータを同時伝送することでクロック同期式のシリアル信号を直流電源に重畳して伝送する手法を着想し実現した。具体的には、基板上・基板間でマイクロコントローラと周辺ICとのデータ送受信に標準的に用いられるI²C (Inter-Integrated Circuit)を採用した。これは2線式とも呼ばれる方式で、通常はクロックとデータの2本の信号線に複数のデバイスが接続される。本研究では、この2線の信号と電源をすべて物理的には同一の伝送路上で伝送することが必要であった。クロックとデータにはそれぞれ異なる周波数のキャリアを割り当てて振幅遷移変調(ASK)し、電源は直流で伝送する構成とした。

特に、送受信のデバイスそれぞれにキャリア発振器を搭載することなく、外部から伝送路に供給されているキャリアの振幅を、伝送路に接続された各デバイスのキャリア周波数におけるインピーダンスの変化によって変調するパッシブ変調方式を開発した(図2)。これによって各デバイスの実装面積削減と消費電力削減をはかることができた。

本方式の課題として、伝送速度を向上させることが困難であることを見出した。伝送する信号

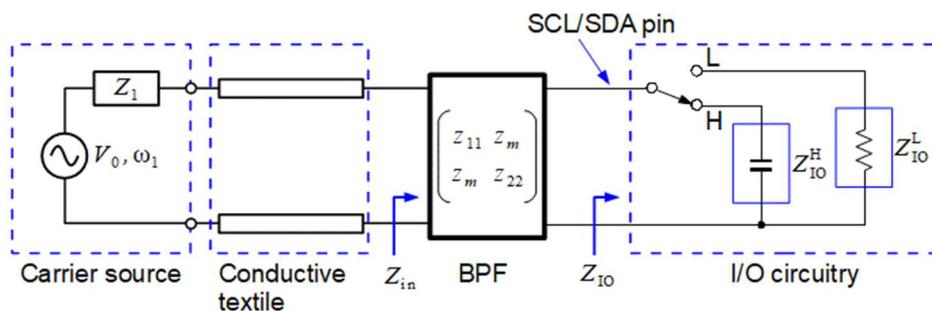


図2: 外部供給のキャリアをインピーダンス変化で変調するパッシブ変調回路。変調対象のキャリア周波数に対してはインピーダンスが大きく変化し、変調対象でないキャリアの周波数に対しては常に高インピーダンスとなるバンドパスフィルタ(BPF)を設計することでクロック同期式シリアル信号の伝送を実現した。

の周波数を高くしていくと、導電布伝送路上には定在波が生じる。導電布を伝送路とする信号伝送では、伝送路端部をすべて抵抗終端して信号反射を抑制することが困難であるためである。定在波によって、デバイスの取り付け位置および信号周波数に依存してその受信強度が変化する。この条件下でも伝送誤りを抑制するためには、より大規模な回路を必要とする。この問題を回避するためには、伝送路サイズに対して充分長い波長となるように、伝送する信号の周波数を制限することになる。すなわち、キャリア周波数の上限がこれによって決まる。するとキャリアを変調するベースバンドの信号はさらに低い周波数に限定されるから、この理由によってシリアル信号のクロック周波数の上限が限定される。

② 調歩式非同期シリアル信号のキャリアレス（ベースバンド）伝送

上記の通り、キャリアを変調する方式では通信速度の向上が困難であるため、キャリアを用いないベースバンド伝送を行うことを着想した。ベースバンド伝送ではクロックとデータの2信号を干渉なく同時伝送することは不可能であるため、クロックを別送しない調歩式非同期のシリアル伝送を行う。マイクロコントローラに標準的に搭載されている UART (universal asynchronous receiver-transmitter) インタフェースを使用し、この信号をキャパシタを介した AC 結合により微分波形として伝送し、受信側ではヒステリシスコンパレータによって微分波形から元のパルスを復元する (図 3)。本方式では、1Mbaud 程度の高速伝送を可能としている。

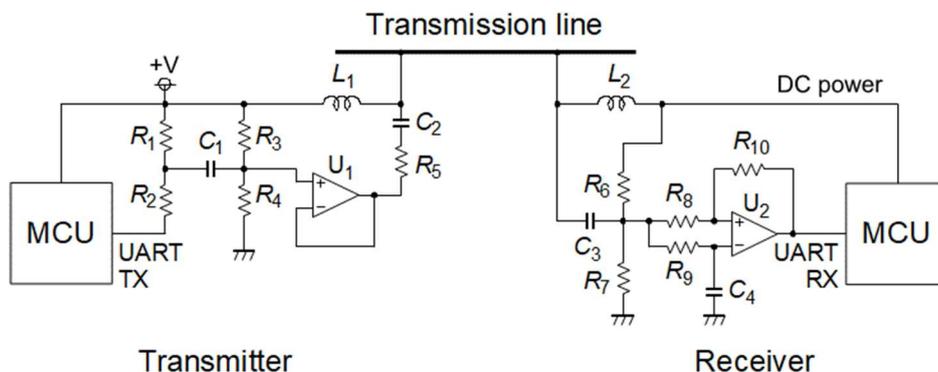


図 3: 調歩式非同期シリアル信号の伝送回路. 直流電源と同時伝送するため、UART のロジック波形を、AC 結合を介して微分波形として伝送する。受信側ではヒステリシスコンパレータによって微分波形から元のロジックレベルを復元する。

(2) 柔軟で伸縮可能なセンサパッチについて、特に、無線での通信と給電を可能にするための構成法について研究を行った。

① センサパッチからリーダウェアに分布したフレキシブルアンテナまでの伝送

センサパッチからフレキシブルアンテナへの伝送方式は、センサパッチの回路を当初想定のように「主要回路1チップと伸縮性を有するアンテナ」で実現するための要となる要素技術であり、既存技術・製品の利用と専用回路の新規開発も含め慎重に検討を行った。その結果、すでに市販されている 13.56MHz 帯 NFC 通信用の LSI で温度センサを内蔵し、また外部センサを接続することも可能であるという製品を見つけ出し、これを利用することとした。そのためセンサパッチ用の伸縮性のフレキシブルアンテナは、13.56MHz 帯で動作するものを設計した (図 4 左)。

したがってリーダウェア側に分布させるフレキシブルアンテナは、13.56MHz 帯 NFC の信号の伝送に適するように設計を行った。②に後述するように、このフレキシブルアンテナは NFC リーダからの信号をセンサパッチにパススルーすることが目的であり、リーダウェア内を伝搬してきた NFC 信号をフレキシブルコイルに通電するか遮断するかを制御を行う回路を搭載している (図 4 右)。

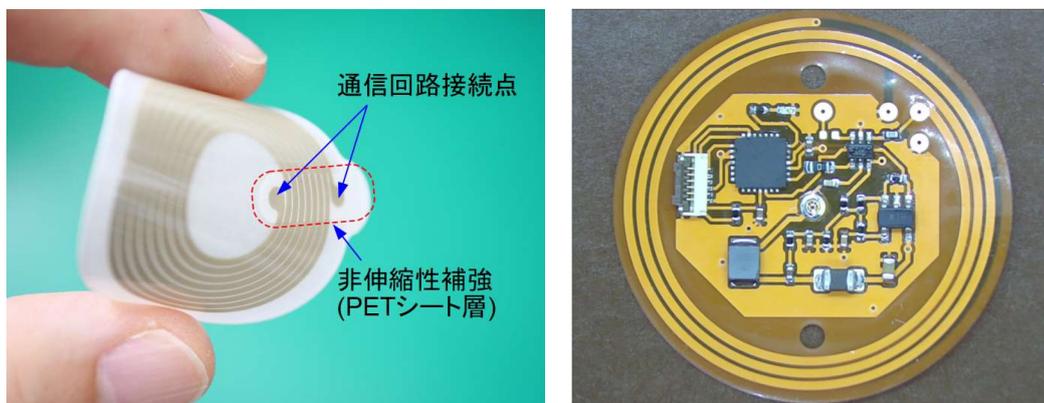


図 4: (左) 13.56MHz 耐 NFC 用に設計した伸縮性フレキシブルコイルアンテナ。皮膚に直接貼り付ける伸縮性フィルムは導体パターンのない部分で厚さ約 50 μ m であり、単体では取扱いが困難であるため両面に剥離フィルムが積層された状態で撮影している。(右) リーダウェアに分布させるフレキシブルアンテナモジュール。リーダウェア内を伝搬してきた 13.56MHz 帯 NFC の信号を、フレキシブル基板外周に設けたコイルアンテナに通電するか遮断するかを制御するための回路を搭載している。その制御のための通信は(1)に述べた導電布上でのシリアル通信を利用する。

② フレキシブルアンテナからウェア上のデータ収集装置までの伝送

センサパッチとの通信に 13.56MHz 帯 NFC を利用するとして、リーダウェア上のデータ収集装置までの伝送方法として二つの方法が考えられる。一つはリーダウェア上に小さな NFC リーダモジュールを分布させ、リーダモジュールで読み取ったデータをウェア上でシリアル伝送する方法であり、もう一つはリーダウェア上に単一の NFC リーダを搭載してその信号をリーダウェア上に分布した多数のフレキシブルアンテナにマルチプレクシングする方法である。本研究では、後者の方法を採用することとした。NFC リーダモジュール一式を多数分布させるより、通電・切断の制御機能を搭載したアンテナだけを分布させるほうが回路規模と消費電力の観点で有利であることが理由である。

この構成をとることで、リーダウェアの導電布上で伝送される信号は結局、13.56MHz 帯 NFC 信号、アンテナ制御用シリアル通信信号、直流電源の 3 種類となる。これらを適切に分離し干渉を抑制しながら伝送する回路を設計し実装した。図 4 右に示したフレキシブルアンテナモジュールは、これら 3 種の信号すべてを授受するものである。

③ 外部ネットワークへの伝送

高サンプリングレートで得られたデータは、外部ネットワークへと伝達することではじめて大容量ストレージへの蓄積や高い計算機能力を利用した高度な演算処理などに利用可能となる。ただし、リーダウェア上のデータ収集装置に一旦データを集めることの意義としては、生データをそのまま外部にパススルーするのではなく、この収集装置において最低限のデータ処理を行うことで外部に伝送するデータ量を削減可能である点が重要である。このような用法を想定した実装として、リーダウェアからの外部へのデータ伝送のスルーレートや遅延について特別な要求はないものと想定し、通常の無線 LAN を使用することとした。

データ収集装置となるマイコンボードに無線 LAN 機能を搭載し、これをゲートウェイとして布上の各センサデータを外部ネットワークから参照可能なシステムを試作した(図 5)。

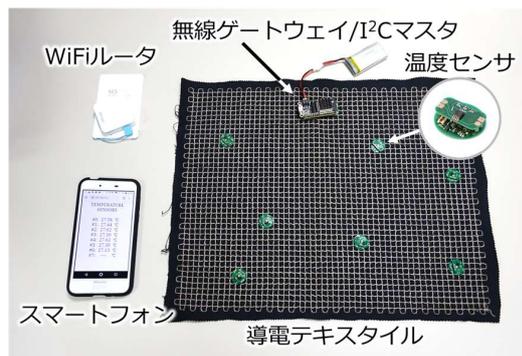


図 5: 導電布上で収集したデータを無線 LAN 経由で外部に伝送する試作システム。スマートフォン上で布上の各センサの値をリアルタイムに読み取ることができる。各センサは布上での信号伝送の機能しか持たないが、各センサに対して事実上ワイヤレスアクセスが可能となる。

(3) 成果の位置づけ

上述した各研究成果は国内外の学会での口頭発表、論文誌への掲載のみならず、複数件の学術的な受賞や新聞報道および特許登録などに至っており、学術的にも産業応用の可能性としても高い水準にあると言える。また本研究での成果を足掛かりとした、ウェアラブルシステムに関する新たな研究提案が JST さきがけの研究課題として採択されるなど、新たな研究テーマの開拓にもつながっている。

結果的に申請時の想定とは異なった部分として、申請時点ではフレキシブルなセンサパッチおよびリーダウェア上での通信機能の実現には専用 LSI の開発が必須であろうと考えていたが、実際には専用 LSI を開発することなく、ほぼ当初想定レベルのシステムの実現に至った。NFC 用の既製品 LSI が入手できたことおよび NFC 信号をパススルーする方式がうまく動作したことが奏功した。

想定に対し未達となったのは、実際に高サンプリングレートのセンシングシステムを実装してデータを取得するという点である。本研究課題の中で、基本原理と各要素技術の開発が大きなウェイトを占め、それらを統合したシステム実装が手薄となった点は否定できない。

一方、上述の通り、新たな研究テーマの開拓につながるような当初想定範囲を超えた研究成果も得ており、上記システム構築が未達である点を差し引いても十分な研究成果・業績を生み出したものと自己評価している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Noda Akihito, Shinoda Hiroyuki	4. 巻 13
2. 論文標題 Inter-IC for Wearables (I2We): Power and Data Transfer over Double-sided Conductive Textile	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems	6. 最初と最後の頁 80 ~ 90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TBCAS.2018.2881219	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 野田 聡人	4. 巻 53
2. 論文標題 導電テキスタイルで実現するスマートウェア	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 加工技術	6. 最初と最後の頁 26 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野田 聡人	4. 巻 72
2. 論文標題 導電繊維と高周波回路で実現するウェアラブルネットワーク	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 繊維機械学会誌『せんい』	6. 最初と最後の頁 763 ~ 768
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計25件（うち招待講演 3件/うち国際学会 14件）

1. 発表者名 Noda Akihito
2. 発表標題 Demonstration of Wireless Access to Batteryless and Antennaless Sensors Distributed on Clothes
3. 学会等名 2019 16th IEEE Annual Consumer Communications and Networking Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Noda Akihito
2. 発表標題 Two-dimensional communication for wearable Networks
3. 学会等名 2018 International Symposium on Multimedia and Communication Technology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野田 聡人
2. 発表標題 衣服上に分散したバッテリーレス・アンテナレスのデバイスの無線ネットワークへの接続
3. 学会等名 第19回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野田 聡人
2. 発表標題 導電繊維と高周波回路で実現するウェアラブルネットワーク
3. 学会等名 日本繊維機械学会 第25回秋季秋季セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 芹澤 洸希, 増田 祐一, 鈴木 颯, 野田 聡人, 藤原 正浩, 牧野 泰才, 篠田 裕之
2. 発表標題 全身触覚ウェアを用いた人に触られる体験の実現
3. 学会等名 第23回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野田 聡人, 増田 祐一, 篠田 裕之
2. 発表標題 ウェアラブルセンサ・アクチュエータシステムのための導電布を介した通信と給電
3. 学会等名 第36回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ya Zhu, 野田 聡人, 牧野 泰才, 篠田 裕之
2. 発表標題 2次元通信布を用いた前腕部の多点筋電信号計測
3. 学会等名 第35回センシングフォーラム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuichi Masuda, Akihito Noda, Hiroyuki Shinoda
2. 発表標題 Body sensor networks powered by a NFC-coupled smartphone in the pocket
3. 学会等名 40th International Engineering in Medicine and Biology Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野田 聡人, 篠田 裕之
2. 発表標題 生体計測のための導電布を用いたウェアラブルセンサネットワーク
3. 学会等名 2018年電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akihito Noda and Hiroyuki Shinoda
2. 発表標題 Frequency-division-multiplexed signal and power transfer for wearable devices networked via conductive embroideries on a cloth
3. 学会等名 2017 IEEE MTT-S International Microwave Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ya Zhu, Akihito Noda, Yasutoshi Makino and Hiroyuki Shinoda
2. 発表標題 Myoelectric pattern measurement on a forearm via conductive fabric
3. 学会等名 SICE Annual Conference 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuichi Masuda, Akihito Noda and Hiroyuki Shinoda
2. 発表標題 Power aggregation from multiple energy harvesting devices via a conductive embroidered cloth
3. 学会等名 2017 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuichi Masuda, Akihito Noda and Hiroyuki Shinoda
2. 発表標題 Whole body human power-based energy harvesting using a conductive embroidered cloth and a power aggregation circuit
3. 学会等名 15th IEEE Conference on Body Sensor Networks (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akihito Noda and Hiroyuki Shinoda
2. 発表標題 I2C-enabled batteryless sensors on double-layered conductive fabric
3. 学会等名 15th IEEE Conference on Body Sensor Networks (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akihito Noda
2. 発表標題 Loosely-fitting tactile jacket with vibrator clusters
3. 学会等名 IEEE Haptics Symposium 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増田祐一, 野田聡人, 篠田裕之
2. 発表標題 ウェアラブル二次元通信を用いた電力集約
3. 学会等名 第34回センシングフォーラム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 増田祐一, 野田聡人, 篠田裕之
2. 発表標題 ウェアラブル二次元通信シートとNFC対応ホスト端末を用いたBatteryless Body Sensor Networks
3. 学会等名 電子情報通信学会短距離無線通信研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野田 聡人
2. 発表標題 導電性衣服を用いたウェアラブルネットワークの高速化
3. 学会等名 電子情報通信学会短距離無線通信研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihito Noda
2. 発表標題 Wirelessly Accessible Batteryless Sensors Distributed on Conductive Textile
3. 学会等名 16th IEEE Asia Pacific Wireless Communications Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihito Noda
2. 発表標題 Wearable NFC Reader and Sensor Tag for Health Monitoring
3. 学会等名 2019 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田 聡人
2. 発表標題 身体表面に分散した電子回路への接触・非接触混在型通信・給電衣服
3. 学会等名 電子情報通信学会短距離無線通信研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihito Noda
2. 発表標題 Wearable Network Using Conductive Textile for On-Body Distributed Micro-Nano Sensors and Actuators
3. 学会等名 30th 2019 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田 聡人
2. 発表標題 身体表面に分散したセンサタグ用NFCリーダウェア
3. 学会等名 第20回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計2件

産業財産権の名称 通信システム	発明者 野田 聡人	権利者 学校法人南山学園
産業財産権の種類、番号 特許、6377290	取得年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 ウェアラブル生体センシングシステム	発明者 野田 聡人	権利者 学校法人南山学園
産業財産権の種類、番号 特許、6653819	取得年 2020年	国内・外国の別 国内

〔その他〕

教員・研究室 野田 聡人：ウェアラブルネットワークの研究 http://www.st.nanzan-u.ac.jp/faculty/anoda/wearable.html

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----