

令和 3 年 6 月 8 日現在

機関番号：17102
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2018～2020
課題番号：18K04146
研究課題名（和文）バッテリーレス生体情報センサプラットフォームの開発

研究課題名（英文）Battery-less biosensing platform

研究代表者
金谷 晴一（Kanaya, Haruichi）

九州大学・システム情報科学研究所・教授

研究者番号：40271077
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：無給電インプラントプラットフォームを実現するために、微弱な電磁波を受電し、昇圧するための共振・整流回路（コッククロフト・ウォルトン回路）を開発した。無線周波数帯において、電圧振幅を増大することでその後続く整流回路の寄生素子による影響を軽減することに成功した。医療応用に向けた基本回路の実現に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義
生体深部に装着可能な無給電インプラントプラットフォームが実現できれば、電磁誘導を用いた短距離伝送の無線電力伝送に変わる新たな電力伝送方式となる。本成果により、ヘルスケアや医療の領域、そして畜産や農業の領域で、新たなバイオセンシングデバイスの開発と実用化が可能となり、その波及効果は多岐にわたると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In order to realize a battery-less implant platform, we have developed a resonance and rectifier circuit (Cockcroft-Walton circuit) for receiving and boosting weak electromagnetic waves. In the radio frequency band, we succeeded in reducing the influence of the parasitic elements of the rectifier circuit that follows by increasing the output voltage amplitude. We have succeeded in realizing a basic circuit for medical applications.

研究分野：電子回路

キーワード：無給電 インプラント ヘルスケア応用 エネルギーハーベスト

1. 研究開始当初の背景

ICT や IoT 技術の普及により、様々なモノがインターネットに繋がるようになってきている。これらは、モノづくりの現場や日々の生活の中だけではなく、ヘルスケア、医療、農業、畜産といった分野にも着実に普及しつつある。ウェアラブルデバイスやモバイルデバイスにおいては、これまで電磁誘導を用いた無線電力伝送が開発されているが、伝送距離が数 cm のため、血管や胃、及び腸など、生体深部の臓器の情報を得るためのセンサに電源供給を行う手段、及び生体深部からセンシングデータをワイヤレスで取り出す新たな手段の開発が急務の課題である。

本研究では、生体深部の環境として、動脈に留置したステントグラフトに装着し生体情報をセンシングすることを想定したセンシングプラットフォームを実現する。本研究課題を遂行することにより、電磁誘導を用いた無線電力伝送に変わる新たな電力伝送方式が実現できれば、ヘルスケアや医療の領域、そして畜産や農業の領域で、新たなバイオセンシングデバイスの開発と実用化が可能となり、その波及効果は多岐にわたって想定できる。一例として医療用途において、今回提案する生体深部で動作するセンサが有用と思われる心疾患、動脈瘤等疾患、腎不全は、死亡原因の約 1/3 であり、国内の年間医療費の約 4 兆円を削減できる可能性がある。

2. 研究の目的

生体内にインプラントされた極小電子機器に電力を安定的に供給する方法として、心臓ペースメーカーなど電池を内蔵したインプラントがあるが、電子装置は本体にバッテリーを付属しているため、サイズが大きくなると同時に電池の寿命によって侵襲的な入れ替え処置が必要であり、電池の成分による身体の障害を起こす可能性もある。電磁誘導によるインプラント駆動方式では皮膚の表面からおおよそ数 cm の距離でのみワイヤレス給電が可能であるが、生体深部への伝送は出来ない。

これまでの研究で、生体に安全な低出力の送電波を体内の深部にまで浸透させるためには、低周波治療器や電気メスをジェネレータとすることを見出した。つまり生体を回路の一部と考え、送電アンテナ（電極パッド）と受電アンテナ（電極パッド）の間に電子装置をインプラントした生体を挟み込む様に配置（サンドイッチ給電）すると、安全な電力量で生体深部まで電力を浸透させインプラント機器に電力供給することが可能となった（特願 2016-170299, PCT/JP2017/031440 (2016)、給電システム: 池田哲夫, 金谷晴一, 堤亮介)。この独創的技術を用いて、市販の低周波治療機器をジェネレータとし、いつでもどこでもセンシングを可能とするシステムを構築する。

3. 研究の方法

生体深部において安定的に電力を受電する技術を確立するため、給電のためのインピーダンス整合一体型共振・整流回路（コッククロフト・ウォルトン回路、CW 回路）を開発する。本回路の基本構成は我々が提案したものいである。（金谷ら：“Energy Harvesting Circuit on a One-Sided Directional Flexible Antenna”, IEEE Microwave and Wireless Components Letters, Vol. 23, Issue 3, pp. 164-166, 2013.）

体内への挿入を考慮し、回路全体の大きさを、内視鏡に装着可能なサイズである直径 2 mm 以下まで小型化する。設計した回路全体を生体適合性樹脂でコーティングする必要があるため、インピーダンス不整合を考慮する設計を行う。

設計には電磁界解析ツール (HFSS, ANSYS) 及び、回路設計ツール (ADS, Keysight) を用いて、S パラメータを介した電磁界と回路設計の協調設計を行う。

4. 研究成果

本研究の応用先として、まず消化器外科の腹腔鏡手術のための無給電 LED マーカを検討した。腹腔鏡手術では、腹腔鏡を含む手術器具を腹部から挿入するため、胃や腸などの臓器を外側から切除する。しかし、腹部から挿入した腹腔鏡では、臓器の内側の腫瘍を映すことができない。消化管の外側からでは腫瘍の輪郭が見えないため、腹腔鏡手術では術中に腫瘍の位置を特定する技術が必要となる。現在、位置特定は X 線を用いて行われている。術前の検査で、上部消化管内視鏡などの内視鏡を用いて、臓器の内側から腫瘍を囲むように金属製の内視鏡クリップを固定する。

図 1 は開いたクリップの写真である。術中は X 線を用いて金属であるクリップの位置を特定して、クリップの外側を切ることで腫瘍をクリップごと切除する。この方法は X 線を用いる



図 1. 内視鏡クリップの写真 (直径 2 mm)

ため、内蔵や人体に阻まれることなく確実に腫瘍の位置を特定できる。しかし、X線を用いた位置特定の方法は、腹腔鏡画像とX線画像が異なるため、X線装置も動かして撮影位置を合わせる必要がある。さらに、腹腔鏡画像とX線画像の2つを見比べながら手術を行う必要がある。手術を行うためには、X線装置の所有、X線装置の手術室への搬入、術者のX線防護エプロンの着用が必要になる。そこで、X線に代わる位置特定の方法として、本研究成果を応用した無給電LEDマーカを考案した。

病院内では、無線機器の使用は限られているので、給電用の電磁波として、電気メスを信号源とする。一般的な切断に用いられる電気メスは470 kHzの周波数が用いられる。ただし、電磁波を体内に照射するだけでは、体組織によりその電力は大きく減衰し、消化器官などの体深部では届かない。したがって電磁波を電源として利用するためには、電力を受け取るあらたな方法が必要となる。この受信方式として、サンドイッチ方式を提案する。電気メスによる手術では対極板が必要となるため、この方法は、医師が追加の作業をすることなく適用が可能となる。サンドイッチ方式では、接触部の抵抗が小さくなる対極板の形状にメス部を置き換えられると、切断を起こさず電力を大きくできる。信号部とグラウンド部をそれぞれのクリップに接続し、両端の電位差から電力を受けてLEDを発光させる。図2にサンドイッチ方式の受信システムの構成図を示す。

給電のための共振・整流回路（コッククロフト・ウォルトン回路）の概略図を図3に示す。出力側にマーカ用LED（NSPL500DS）を接続している。

図4は1段と3段のCW回路の電圧電流特性のシミュレーション結果である。入力電圧の交流信号に対して、CW回路の出力ポートでは、直流出力が得られている。またCW回路の段数を増やすことでDC出力電圧を増加させることができた。

図5は内視鏡サイズ（直径2mm、長さ18mm）に小型化したLEDマーカの写真である。また、図6は実験結果である。提案回路により豚の腹腔内（体深部）に留置した場合に良好なLED出力が確認された。

図7は提案回路の周波数特性を低周波治療器の周波数に再設計した回路により、鳥をもちいた実験結果である。実験の都合上体表面に提案回路を接続しているが、LEDの発光を確認した。

以上の結果より、科研費（JP18K04146）本研究成果の有効性が確認された。

本研究の遂行にあたり、福岡歯科大学 池田哲夫教授に多大なご協力をいただいた。ここに感謝の意を示す。

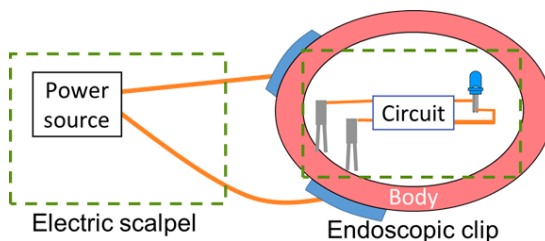


図2. サンドイッチ方式の概略図

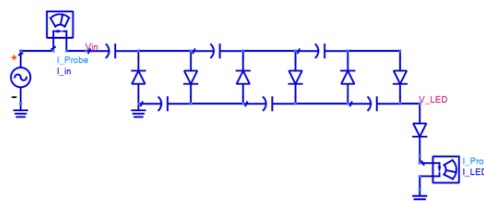


図3. LEDと3段のCW回路

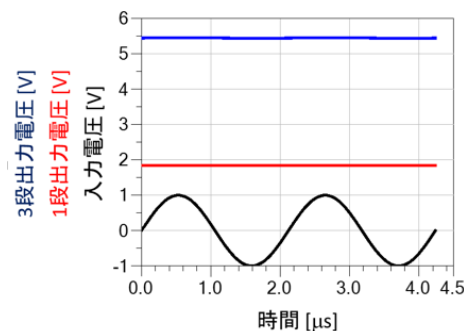


図4. CW回路の電圧シミュレーションの

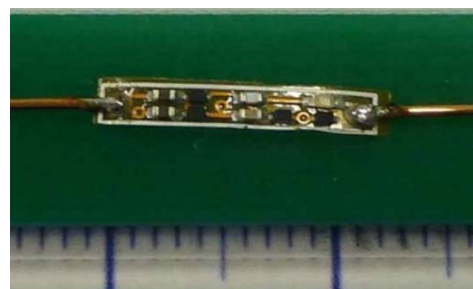


図5. 試作した小型LEDマーカの写真

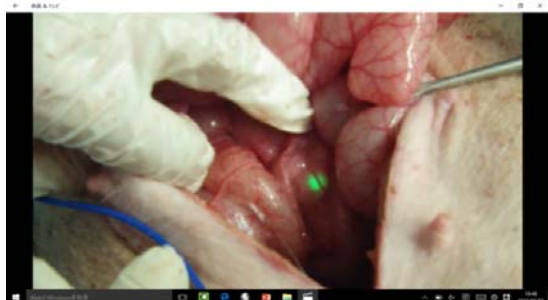


図6. 内視鏡LEDマーカの点灯の様子

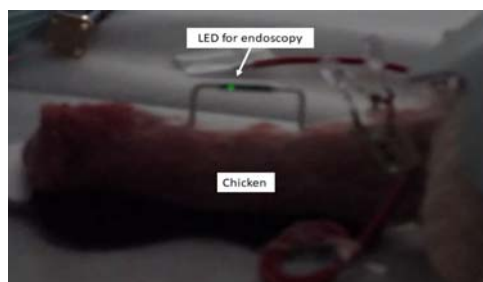


図7. 試作した低周波治療器用LEDマーカの点灯写真

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yang L.S., Yang L., Zhu Y.A., Yoshitomi Kuniaki, Kanaya Haruichi	4. 巻 101
2. 論文標題 Polarization reconfigurable slot antenna for 5.8GHz wireless applications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 AEU - International Journal of Electronics and Communications	6. 最初と最後の頁 27 ~ 32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aeue.2019.01.022	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 Ichihashi Masahiro, Kanaya Haruichi	4. 巻 58
2. 論文標題 A simple methodology for on-chip transmission line modeling and optimization for high-speed clock distribution	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SBBC06 ~ SBBC06
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab02e0	査読の有無 有
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 Mansour Mohamed M., Kanaya H.	4. 巻 29
2. 論文標題 High-Efficient Broadband CPW RF Rectifier for Wireless Energy Harvesting	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Microwave and Wireless Components Letters	6. 最初と最後の頁 288 ~ 290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LMWC.2019.2902461	査読の有無 有
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 坂野 豪紀 周 洋 金谷 晴一 加藤 和利	4. 巻 J102-C
2. 論文標題 フォトミキサアレーを用いた空間合成によるテラヘルツ波高出力化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌	6. 最初と最後の頁 70-76
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 有
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 Kojima Hiromu, Kido Daishi, Kanaya Haruichi, Ishii Hiroyuki, Maeda Tatsuro, Ogura Mutsuo, Asano Tanemasa	4. 巻 125
2. 論文標題 Analysis of square-law detector for high-sensitive detection of terahertz waves	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 174506 ~ 174506
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5083654	査読の有無 有
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 MANSOUR Mohamed M., KANAYA Haruichi	4. 巻 E102.C
2. 論文標題 Efficiency-Enhancement of 2.45-GHz Energy Harvesting Circuit Using Integrated CPW-MS Structure at Low RF Input Power	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Electronics	6. 最初と最後の頁 399 ~ 407
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transele.2018ECP5065	査読の有無 有
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 Mansour Mohamed M., Kanaya Haruichi	4. 巻 8
2. 論文標題 Novel L-Slot Matching Circuit Integrated with Circularly Polarized Rectenna for Wireless Energy Harvesting	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electronics	6. 最初と最後の頁 651 ~ 651
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/electronics8060651	査読の有無 有
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 Ichihashi Masahiro, Harada Shogo, Kanaya Haruichi	4. 巻 16
2. 論文標題 3.3-mA 2.8-GHz bufferless LC oscillator directly driving a 10-mm on-chip clock distribution line	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Electronics Express	6. 最初と最後の頁 0301 ~ 0301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/elex.16.20190301	査読の有無 有
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 Kanaya Haruichi	4. 巻 2019
2. 論文標題 Battery-less biosensing platform	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Impact	6. 最初と最後の頁 87 ~ 89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21820/23987073.2019.10.87	査読の有無 有
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 Haruichi Kanaya	4. 巻 1
2. 論文標題 A time for change: battery-less healthcare sensor platforms	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Innovation Platform, Quarterly Publication	6. 最初と最後の頁 328-329
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 有
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 Mohamed M. Mansour, Haruichi Kanaya	4. 巻 28
2. 論文標題 Compact and Broadband RF Rectifier With 1.5 Octave Bandwidth Based on a Simple Pair of L-Section Matching Network	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Microwave and Wireless Components Letters	6. 最初と最後の頁 335-337
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LMWC.2018.2808419	査読の有無 有
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 Mohamed M. Mansour, Osamu Takiguchi, Takayuki Inoi, Haruichi Kanaya	4. 巻 1
2. 論文標題 Experimental Investigation of Wireless Energy Harvesting with a Bluetooth Low Energy Sensing Unit	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. 2018 International Conference on Electronics Packaging and iMAPS All Asia Conference	6. 最初と最後の頁 189-193
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 有
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 Mohamed M.Mansour, Xavier Le Polozecy, and Haruichi Kanaya	4. 巻 1
2. 論文標題 Compact and Wide-band Efficiency Improved RF Differential Rectifier for Wireless Energy Harvesting	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. 2018 IEEE/MTT-S International Microwave Symposium	6. 最初と最後の頁 972-975
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 有
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 該当する

1. 著者名 Yuki Miyaji, Haruichi Kanaya, Tanemasa Asano	4. 巻 1
2. 論文標題 Design and Characterization of One-Sided Directional Slot Antenna for 1THz Waves	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 proc. 2018 IEEE AP-S Symposium on Antennas and Propagation and URSI CNC/USNC Joint Meeting	6. 最初と最後の頁 809-810
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 有
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 Chai-Eu Guan, Haruichi Kanaya	4. 巻 28
2. 論文標題 360 ° Phase Shifter Design Using Dual-Branch Switching Network	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Microwave and Wireless Components Letters	6. 最初と最後の頁 675-677
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LMWC.2018.2842691	査読の有無 有
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 Masahiro Ichihashi, Haruichi Kanaya	4. 巻 1
2. 論文標題 A Simple Methodology of On-Chip Transmission Line Modeling for High Speed Clock Distribution	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Extended Abstracts of the 2018 International Conference on Solid State Devices and Materials	6. 最初と最後の頁 927-928
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 有
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 Chai-Eu Guan, Kuniaki Yoshitomi, and Haruichi Kanaya	4. 巻 1
2. 論文標題 Design of A Phased Array Antenna for Indoor Positioning System	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. 2018 Asia-Pacific Microwave Conference	6. 最初と最後の頁 1-3
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 有
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 Masahiro Ichihashi, Haruichi Kanaya	4. 巻 60
2. 論文標題 A High-frequency, Low-Coupling 8-shaped Differential Inductor with Patterned Ground Shield	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Microwave and Optical Technology Letters	6. 最初と最後の頁 2704-2707
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mop.31469	査読の有無 有
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 Masahiro Ichihashi, Haruichi Kanaya	4. 巻 E101-A
2. 論文標題 A Low-Power and GHz-band LC-DCO Directly Drives 10mm On-chip Clock Distribution Line in 0.18um CMOS	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals	6. 最初と最後の頁 1907-1914
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 有
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 Atsuhiko Hamasawa, Haruichi Kanaya	4. 巻 1
2. 論文標題 Dual-band differential outputs CMOS Low Noise Amplifier	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of the 20th Electronics Packaging Technology Conference	6. 最初と最後の頁 USB_1-4
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 有
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 Takeshi Kuboki, Tomoki Sadakiyo, Wee Sang Park, and Haruichi Kanaya	4. 巻 30
2. 論文標題 Impedance-matched Planar-antenna-integrated High-efficiency Push-pull Power Amplifier with Center-tapped Transformer for 5 GHz Wireless Communication	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 2969-2978
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 有
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 該当する

1. 著者名 Mohamed Mansour, Xavier Le Polozec and Haruichi Kanaya	4. 巻 19
2. 論文標題 Enhanced Broadband RF Differential Rectifier Integrated with Archimedean Spiral Antenna for Wireless Energy Harvesting Applications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sensors10.3390/s19030655	6. 最初と最後の頁 655 (13 pages)
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 有
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 該当する

1. 著者名 Haruichi Kanaya, Kota Tsugami, Yang Zhou, Kazutoshi Kato	4. 巻 1
2. 論文標題 600GHz wideband planar array antenna on a chip	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. SPIE 10917 photonics west 2019	6. 最初と最後の頁 1-8
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 有
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10件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Mohamed M. Mansour, H. Kanaya
2. 発表標題 High-Efficient RF Energy Harvesting Textile Rectenna for Wireless Body Sensor Network Applications
3. 学会等名 2019 International Conference on Electronics Packaging (ICEP 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Kanaya, T. Asano
2. 発表標題 One-Sided Directional Slot Antenna on Chip for 1THz Application
3. 学会等名 2019 12th Global Symposium on Millimeter Waves (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mohamed Mansour, Haruichi Kanaya
2. 発表標題 Implementation of a High-Efficient and Simple CPW Rectenna at the 2.45 GHz ISM Radio Band
3. 学会等名 2019 IEEE Wireless Power Transfer Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金谷晴一
2. 発表標題 エネルギーハーベスティングによるバッテリーレスセンシングプラットフォーム
3. 学会等名 廃棄物地盤工学研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Haruichi Kanaya, Mohamed M. Mansour, Shuya Yamamoto, Osamu Takiguchi, Moeka Ikedo, Koji Hori, Tetsuji Etoh, Yuji Shiotsuka, Ryoichi Fujino, Hideyuki Takahashi
2. 発表標題 Battery-less Vital Sensor Platform for Cattle
3. 学会等名 International Conference on BioSensors, BioElectronics, BioMedical Devices, BioMEMS/NEMS & Applications (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Haruichi Kanaya
2. 発表標題 Wireless Energy Harvesting circuit for IOT
3. 学会等名 3rd International Conference on Electrical, Electronic, Communication and Control Engineering (ICEECC 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Haruichi Kanaya
2. 発表標題 Development of micro energy harvester using radio frequency
3. 学会等名 2018 International Symposium for Advanced Computing and Information Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 畠中 駿介、金谷 晴一
2. 発表標題 センサ用ワイヤレスエネルギーハーベスティング回路
3. 学会等名 第33回エレクトロニクス実装学会春季講演大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井出 卓宏、金谷 晴一
2. 発表標題 単方向指向性28GHz帯5G小型高利得平面アンテナの開発
3. 学会等名 第33回エレクトロニクス実装学会春季講演大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 甲斐 駿介、金谷 晴一
2. 発表標題 High-band UWB 単方向性円偏波平面アンテナの開発
3. 学会等名 第33回エレクトロニクス実装学会春季講演大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 センサデバイス及び家畜管理システム	発明者 滝口 収、高橋 秀之、 金谷 晴一	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020- 79282	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

RFIC and Microwave Communication Device Lab http://yossvr0.ed.kyushu-u.ac.jp/
--

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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------