

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：82636

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K21461

研究課題名(和文)良質な医療の提供に向けた電磁環境の評価と通信機器と医療機器の両立性に関する研究

研究課題名(英文) Electromagnetic compatibility of medical devices and communication devices to achieve the best medicine

研究代表者

石田 開 (Kai, ISHIDA)

国立研究開発法人情報通信研究機構・電磁波研究所電磁環境研究室・研究員

研究者番号：40745105

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、良質な医療の提供を可能にするため、電磁環境面からの安全性および医療機器と情報通信機器、設備機器の電磁両立性の確保について、総合的に検討をおこなった。特に近年、電磁両立性の確保が望まれる、医用テレメータとLED照明については電磁妨害波の測定および実機による検証実験から、電磁干渉の可能性について検討をおこなった。また、高速電力線搬送通信(PLC)や無線LANの医療現場での安全な導入についても検討した。加えて、実際の医療機関での電波環境測定も実施し、機器の稼働や持込みなどによる影響の評価もおこなった。

研究成果の概要(英文)：This study aims to establish electromagnetic compatibility among medical device, communication device and equipment instrument for providing the best medicine. We investigated electromagnetic noise radiated by light-emitting diode (LED) lamps and their compatibility with wireless medical telemetry system. In addition, we investigated safe introduction of power line communications (PLC) device and wireless local area network (W-LAN) device in clinical settings. Moreover, we measured electromagnetic environment in a few hospitals.

研究分野：医療電磁環境

キーワード：電磁両立性 無線通信 医療機器 LED照明 高速電力線搬送通信 無線LAN 医用テレメータ

1. 研究開始当初の背景

現代の医療環境において、電波を用いる様々な医療機器や情報通信機器などが開発・導入されている。平成 26 年 8 月には電波環境協議会が、「医療機関における携帯電話等の使用に関する指針」を改定し、さらに平成 28 年 4 月には「医療機関において安心・安全に電波を利用する手引き」を公表したこともあり、医療機関における電波・無線通信の利用は益々加速する流れにある。

医療現場での無線通信の利用は、診療業務を支える重要なインフラ基盤であるとともに、医療安全や医療の効率化、医療従事者の労力削減にも貢献する。これらは、良質な医療の提供を可能にすることにも繋がると考えられる。近年では医療機器のイムニティ性能の向上や、最大出力の大きかった第 2 世代携帯電話のサービス終了などにより、所謂「携帯電話による医療機器への影響」は少なくなりつつある。しかし、電波を用いる機器は当然のことながら、電気を駆動源とする様々な機器（医療機器や情報通信機器、電子機器など）から発生する電磁雑音の問題も、未だ関心事項と言える。特に、新たな機器やシステムなどの導入時には、既存の機器との共存（電磁両立性の確保）が必要不可欠である。

情報通信機器や省エネルギー機器などは、日進月歩の技術で新たな規格や製品が登場し、それらは医療現場へと導入されている。しかし、それらを医療現場において使用する際の安全性の根拠となる詳細な検証は、必ずしも十分におこなわれているとは限らない。これは IEC（国際電気標準会議、International Electrotechnical Commission）や JIS（日本工業規格、Japanese Industrial Standards）、CISPR（国際無線障害特別委員会、Comité international spécial des perturbations radioélectriques）などの個別の規格において、製品個々のエミッションやイムニティについての規定はされているものの、実際の医療現場の環境を考慮した評価法は存在していないことも要因の一つであるためである。IoT（Internet of things）機器や無線通信の積極的な利用による、良質な医療の提供を可能にするためには、これらを根拠ある形で証明していくことが必要であると考えられる。

2. 研究の目的

医療機関において使用される、情報通信機器や設備機器と医療機器との電磁両立性の証明および確立を目標とし、これらを使用する環境や情報通信機器、設備機器などから発生する電磁雑音を測定し、評価をおこなうことを目的とする。

3. 研究の方法

本研究課題は目標達成に向けて、下記に記載するテーマを個別に計画し、それぞれについて実施した。また、これらの研究結果は、

5 項に記載した成果として国内外の学術誌や商業誌および学会・研究会などにおいて発表した。

(1) LED 照明による医用テレメータの電磁干渉の検討

近年、LED（Light-emitting diode）照明が医療機関においても導入されつつある。経済産業省が掲げるエネルギー基本計画においては、高効率照明器具として LED 照明の普及を促す流れにある。これを受け国内の照明器具メーカーは、蛍光灯や白熱電球などの従来型照明器具の生産を大幅に縮小や終了する流れにある。LED 照明の導入は、省エネルギーや長寿命などの観点から、医療経営の改善や業務の効率化にも寄与すると考えられる。一方、LED 照明は一般的に電力効率向上のため、内部にスイッチング電源（AC/DC および DC/DC コンバータ）を搭載する。しかし、スイッチングに起因した電磁雑音が副次的に発生し、それらは筐体や電源線を介して空間中に放射される。本研究では、この電磁雑音が医用テレメータの受信に与える影響について、干渉実験、電磁雑音の実測および統計的検討による評価をおこなった。

(2) 高速電力線搬送通信（PLC）の医療現場での導入の検討

PLC（Power line communication）は既存の電力線やテレビ用の同軸ケーブルを利用し、情報通信をおこなうことが可能であり、新規に LAN（Local area network）ケーブルの敷設が不要であることから、設備面での導入が容易である。また、都市部の医療機関のように周囲に多数のアクセスポイントが存在する場合、無線 LAN の導入は一般に困難であるが、PLC は有線通信であるため、このような施設においても、利便性が高い。一方で、PLC モデム本体や電源線から発生する伝導および放射雑音による医療機器への影響が懸念される。また、厚生労働省は平成 18 年 1 月に「広帯域電力搬送通信機器による医療機器への影響に関する型式指定申請者に対する指導について」を通知したこともあり、医療機関における PLC の使用は事実上禁止されている現状にある。本研究では、電磁雑音の実測および医療機器への影響を調査し、医療機関での導入の可否について検討をおこなった。

(3) 医療機関での無線 LAN の安全使用のための電波環境面での検討

近年、無線 LAN 対応製品の爆発的な普及により、医療現場での利用が促進される一方、これらの機器が医療機関に持ち込まれることによる、既存の院内ネットワークへの通信障害の影響が懸念される。本研究では、医療機関における無線 LAN 使用環境を模擬的に構築し、携帯型ゲーム機やモバイルルータなどの持ち込み機器から発生する電波による

干渉の影響について、実験的に検証をおこなった。また、実際の医療機関において無線 LAN の使用周波数帯 (2.4 GHz および 5 GHz 帯) の環境調査を実施した。

(4) 医療機関の電波環境の総合的な測定・調査

近年、地上波アナログ放送の終了に伴う、国内の周波数帯の再編や新たな通信機器・規格の登場、電波を用いた様々な機器の利用などの影響により、医療現場における電波環境はより複雑なものになりつつあると言える。医療機器や情報通信機器などの安全な使用のためには、これらを使用する環境そのものにも着目する必要がある。しかし、近年のこれらの事情を考慮した測定はほとんど実施されていない。本研究では、関東圏の郊外に位置する大学病院の新病院の開院前後、および築 50 年以上経過した都市部の中規模病院の閉院後に電波環境の調査をおこない、外来波や機器の稼働、移転に伴う電磁雑音の影響について検討をおこなった。

4. 研究成果

(1) LED 照明による医用テレメータの電磁干渉の検討

電球形、直管型および環型の LED 照明計 40 種を対象とし、電波暗室内において点灯により発生する放射電磁雑音の周波数分布と強度を測定した。その結果、幾つかの機種においては医用テレメータが使用する 420 MHz ~ 440 MHz 帯での雑音ピークが確認された。さらに、この周波数帯の電磁雑音の発生が比較的大きかった機種を、医用テレメータの受信アンテナ近傍にて点灯させた際、生体情報モニタに表示される心電図波形および呼吸波形に雑音が重畳することを確認した。この影響は条件次第で、LED 照明と受信アンテナが 150 cm 程度離れていても確認された。一方、LED 照明を消灯させると雑音重畳は消失し、元の波形が表示されたことから、干渉は可逆的と言える。

LED 照明から発生する放射雑音は、一般に広帯域のインパルス性であることが知られている。一方、A 型の医用テレメータの受信機 (生体情報モニタ) は 12.5 kHz と狭帯域の受信をおこなうため、帯域制限の効果により電磁雑音の周期性の確認が困難になることを確認した。また、振幅確率分布 (Amplitude probability distribution : APD) を用いて雑音の時間波形の統計的な評価をおこなった結果、多くの LED 照明は帯域制限がかかることにより、時間的な周期性を持たないガウス性雑音に近似可能であることが明らかになった。よって、平均電力やビット誤り率 (Bit error rate : BER) を用いた簡易的な評価が可能であると考えられた。今後は医療機関での配線を模擬した環境において、電磁雑音の分布と医用テレメータへの影響の度合いについて検討をおこなう予定である。

(2) 高速電力線搬送通信 (PLC) の医療現場での導入の検討

PLC の使用により印可される電磁雑音を評価するため、安定化電源を用いて供給された電源での駆動時に発生する電磁雑音を測定した。多くの PLC モデムでは、30 MHz 程度までの周波数分布を持つ放射および伝導雑音を発生していた。

伝導雑音では電源が渡り配線により供給された場合、30 MHz 程度までの雑音分布が確認された。この時に超音波診断装置の電源が同じラインから供給された際 (PLC モデムと直列に接続された場合)、操作者が探触子に触れると、画面に雑音が混入することを確認した。しかし、探触子を離すと雑音の混入は消失したため、可逆的な影響と言える。一方、PLC モデムと並列に電源供給がされた場合は、医療機器への影響は確認されなかった。

また放射雑音では、PLC モデム本体または電源線から 1 m 以上離隔した場合、電界強度は 1 V/m 以下となり、医療機器への影響は起こりにくいと考えられた。

PLC の使用による医療機器への影響は、渡り配線による伝導雑音が印可された場合、一部の医療機器への影響の可能性がある。従って、導入を検討する際には、事前に配線状況を確認することが必要である。

(3) 医療機関での無線 LAN の安全使用のための電波環境面での検討

2.4 GHz 帯を用いた携帯型ゲーム機同士の通信が、既存の無線 LAN ネットワークの周辺にておこなわれた際、無線 LAN ルータから最大 10 m 程度離れていた場合においても、通信の途絶を確認した。また、建物の構造によっては 30 m 程度離れていても、速度低下が起こり得ることを実験的に確認した。

ある医療機関の外来や病棟において、2.4 GHz 帯および 5 GHz 帯の無線 LAN の使用状況を調査した。ほとんどの測定箇所において、2.4 GHz 帯では医療機関が設置したものに加え、外来波や持ち込み端末などの非常に多くのアクセスポイントによる電波が高強度で密集していたため、周囲で持ち込み端末による通信がおこなわれた場合、電磁干渉の発生の可能性が考えられた。一方、5 GHz 帯では医療機関が設置したものの以外のアクセスポイントはほとんど確認されなかったことに加えて、携帯型ゲーム機では 5 GHz 帯の対応製品が少ないことなどから、現状では安全な利用が可能であることが考えられた。

(4) 医療機関の電波環境の総合的な測定・調査

関東圏郊外のある大学病院の新病院が竣工し開院する前に、放送や通信などの外来波の測定を実施した。さらに、開院の半年後に機器の稼働や持ち込み端末の使用による電波環境の変化について検討をおこなった。外来波の種類や強度にほとんど変化は無かった

が、携帯電話や病院が設置した無線 LAN や PHS (Personal handy-phone system) 医用テレメータなどの電波が、開院前後で増加することが確認された。

閉院した築 50 年を経過した病院では、移転に伴い老朽化した放送系の設備機器由来と考えられる電磁雑音の発生が確認された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 11 件)

1. 石田 開, 吉田智恵, 有江 授, 松月正樹, 花田英輔, 廣瀬 稔: LED 無影灯から発生する電磁ノイズの評価と磁場式ナビゲーションシステムへの影響検証. 医療機器学. 2018, vol.88, no.4. (査読有, 掲載決定)
2. 石田 開: 医療機関で発生する電磁雑音の対策と電磁環境の評価. 電磁環境工学情報 EMC. 2018, vol.31, no.4, pp.72-79. (査読無)
3. Kai Ishida, Sazu Arie, Kaoru Gotoh, Eisuke Hanada, Minoru Hirose, Yasushi Matsumoto: Electromagnetic compatibility of wireless medical telemetry systems and light emitting diode (LED) lamps. Przegląd Elektrotechniczny. 2018, vol.94, no.2, pp.25-28. DOI:10.15199/48.2018.02.07 (査読有)
4. Eisuke Hanada, Kai Ishida, Takato Kudou: Newly identified electromagnetic problems with medical telemeter systems. Przegląd Elektrotechniczny. 2018, vol.94, no.2, pp.21-24. DOI:10.15199/48.2018.02.06 (査読有)
5. 石田 開: LED 照明の放射雑音による医用テレメータの受信障害. クリニカルエンジニアリング. 2017, vol.28, no.10, pp.805-811. (査読無)
6. 石田 開, 渡辺大地, 新山大地, 廣瀬 稔: 医療機関における安全な無線 LAN 運用のための電磁環境面での検討. 病院設備. 2017, vol.59, no.4, pp.77-84. (査読有)
7. 石田 開, 鈴木啓太, 花田英輔, 廣瀬 稔: 医療機関での LED 照明の安全な導入に向けた電磁環境面での評価 -医用テレメータへの影響の検証-. 医療機器学. 2017, vol.87, no.3, pp.324-331. (査読有)
8. 石田 開: シリーズ: CHE の役割 第 6 回 電磁環境領域における CHE の活躍の期待. 病院設備. 2017, vol.59, no.2, pp.65-66. (査読無)
9. 花田英輔, 石田 開: PLC の利用に関する検討 医療環境における PLC の導入実験と EMC ~何を調べ、何を明らかにしたいのか~. 電磁環境工学情報 EMC. 2016, vol.29, no.3, pp.91-97. (査読無)
10. Kai Ishida, Tomomi Fujioka, Tetsuo Endo, Ren Hosokawa, Tetsushi Fujisaki, Ryoji Yoshino, Minoru Hirose: Evaluation of

Electromagnetic Fields in a Hospital for Safe Use of Electronic Medical Equipment. Journal of Medical Systems. 2016, vol.40, no.3, Article 46. <https://doi.org/10.1007/s10916-015-0411-3> (査読有)

11. 石田 開, 花田英輔, 加納 隆, 廣瀬 稔: 高速電力線搬送通信 (PLC) の医療への安全な導入手法確立に向けた基礎研究. 医療機器学. 2015, vol.85, no.3, pp.336-342. (査読有)

〔学会発表〕(計 43 件)

1. Kai Ishida, Tomoe Yoshida, Sazu Arie, Masaki Matsuzuki, Eisuke Hanada, Minoru Hirose: Study of Electromagnetic Noise Radiated from LED Shadowless Lighting and Its Effect on Surgical Navigation System. International Symposium and Exhibition on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe 2018), Amsterdam, The Netherland, 2018 年 8 月 27 日 ~ 30 日. (採択済)
2. Sazu Arie, Kai Ishida, Ifong Wu, Kaoru Gotoh, Yasushi Matsumoto, Minoru Hirose: Statistical Characteristics of Radiation Noise from LED Lamps and Its Effect on Wireless Medical Telemeters. International Symposium and Exhibition on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe 2018), Amsterdam, The Netherland, 2018 年 8 月 27 日 ~ 30 日. (採択済)
3. 石田 開: 電磁環境面から考える医用テレメータの安全な利用方法の検討. 第 57 回日本生体医工学会大会, SY2-4-1-5, 札幌コンベンションセンター(北海道札幌市), 2018 年 6 月 19 日 ~ 21 日. (招待講演)
4. 有江 授, 石田 開, 田桐春香, 廣瀬 稔: 電気メスのノイズによる新たな電磁干渉の検討. 第 57 回日本生体医工学会大会, P2-9-21, 札幌コンベンションセンター(北海道札幌市), 2018 年 6 月 19 日 ~ 21 日.
5. 石田 開, 有江 授, 藤井清孝, 廣瀬 稔: 医用テレメータの安全な使用に向けた 400 MHz 帯電波についての検討. 第 93 回日本医療機器学会大会, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市), 2018 年 6 月 1 日 ~ 2 日.
6. 石田 開, 吉田智恵, 有江 授, 松月正樹, 花田英輔, 廣瀬 稔: LED 無影灯が発生する電磁雑音による磁場式ナビゲーションシステムへの影響調査. 第 28 回日本臨床工学会, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市), 2018 年 5 月 26 日 ~ 27 日.
7. 有江 授, 石田 開, 吳 奕鋒, 後藤 薫, 廣瀬 稔: 振幅確率分布を用いた LED 照明と医用テレメータの干渉評価の検討. 第 28 回日本臨床工学会, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市), 2018 年 5 月 26 日 ~ 27 日.

8. Kai Ishida, Tomoe Yoshida, Sazu Arie, Masaki Matsuzuki, Eisuke Hanada, Minoru Hirose : Observation of Electromagnetic Noise from LED Shadowless Lights. 2018 Joint IEEE EMC & APEMC Symposium, TH-PM-II-TC-04-3, Singapore, 2018年5月14日~17日.
9. Sazu Arie, Kai Ishida, Minoru Hirose : Amplitude Characteristics of Frequency Band-limited LED Emission for Evaluation of Impact on Wireless Medical Telemeter. 2018 Joint IEEE EMC & APEMC Symposium, TU-PM-I-FOR-6, Singapore, 2018年5月14日~17日.
10. 有江 授, 石田 開, 廣瀬 稔 : LED 照明による医用テレメータの電磁干渉評価の検討. 2018年電子情報通信学会総合大会, B-20-8, 東京電機大学千住キャンパス(東京都足立区), 2018年3月20日~23日.
11. 石田 開, 有江 授, 呉 奕鋒, 後藤 薫, 松本 泰 : 医療現場の LED 照明敷設環境が医用テレメータの受信に与える影響. 2017年度第5回ヘルスケア・医療情報通信技術研究会, MIT2017-53, 機械振興会館(東京都港区), 2018年3月16日.
12. 石田 開, 有江 授, 花田英輔, 廣瀬 稔 : 手術室における新たな電磁干渉. 平成29年度第4回医療・福祉における電磁環境研究会, 株式会社ケアコム本社(東京都調布市), 2018年1月27日.
13. 有江 授, 石田 開, 呉 奕鋒, 後藤 薫, 廣瀬 稔 : LED 照明と医用テレメータの受信障害に関する振幅確率分布を用いた検討. 平成29年度第4回医療・福祉における電磁環境研究会, 株式会社ケアコム本社(東京都調布市), 2018年1月27日.
14. 石田 開, 田桐春香, 有江 授, 廣瀬 稔 : 電気メスの輻射ノイズによる映像信号への干渉の基礎的検討. 第46回日本医療福祉設備学会大会, 東京ビックサイト(東京都江東区), 2017年11月21日~22日.
15. 有江 授, 石田 開, 後藤 薫, 花田英輔, 廣瀬 稔 : LED 照明による医用テレメータの電磁干渉の評価方法. 第46回日本医療福祉設備学会大会, 東京ビックサイト(東京都江東区), 2017年11月21日~22日.
16. 有江 授, 石田 開, 呉 奕鋒, 後藤 薫, 廣瀬 稔 : LED 照明から発生する放射雑音の医用テレメータへの受信障害の評価方法に関する研究. 第2回神奈川県臨床工学会, かながわ労働プラザ(神奈川県横浜市), 2017年10月22日.(学生部門優秀発表賞受賞)
17. Kai Ishida, Kaoru Gotoh, Minoru Hirose, Sazu Arie, Eisuke Hanada E, Yasushi Matsumoto : Electromagnetic compatibility of Light Emitting Diode (LED) lamps and wireless medical telemeters. XXIV International Conference on Electromagnetic Disturbances (EMD 2017), 9A_2, Bialystok, Poland, 2017年9月20日~22日.
18. Eisuke Hanada, Kai Ishida, Takato Kudou : Electromagnetic interference with wireless communication in hospitals. XXIV International Conference on Electromagnetic Disturbances (EMD 2017), 9A_1, Bialystok, Poland, 2017年9月20日~22日.
19. Kai Ishida, Keita Suzuki, Eisuke Hanada, Minoru Hirose : EMC of Wireless Medical Telemeters and Noise Radiated from Light Emitting Diode Lamps. International Symposium and Exhibition on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe 2017), P3_Th_P3(10), Angers, France, 2017年9月4日~8日.
20. 石田 開 : LED 照明による医用テレメータの受信障害. 平成29年度第2回クリニカルエンジニアリング研究会(平成29年度第2回医療・福祉における電磁環境研究会), 東京大学医学部附属病院(東京都文京区), 2017年8月26日.(招待講演)
21. 石田 開, 鈴木啓太, 花田英輔, 廣瀬 稔 : LED 照明による電磁干渉についての基礎的検討. 第92回日本医療機器学会大会, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市), 2017年6月30日~7月1日.
22. 松月正樹, 山田昌子, 石田 開, 遠藤哲夫, 藤崎哲史, 谷 誠二, 行光彩加, 山崎将志, 杉谷侑亮, 津曲佑馬, 岩田英城 : 医療機関における携帯電話電波環境簡易評価法の提案. 第92回日本医療機器学会大会, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市), 2017年6月30日~7月1日.
23. 石田 開 : LED 照明の放射雑音による医用テレメータへの受信障害の検証. 平成29年度第1回クリニカルエンジニアリング研究会, 大阪ハイテクノロジー専門学校(大阪府大阪市), 2017年6月10日.(招待講演)
24. 石田 開, 有江 授, 後藤 薫, 廣瀬 稔 : 対象物の差異による電気メスから発生する放射雑音の変動の検討. 平成29年度第1回医療・福祉における電磁環境研究会, 東京大学医学部附属病院(東京都文京区), 2017年6月3日.
25. 石田 開, 西村加奈恵, 廣瀬 稔 : 電気メスの放射雑音の強度と周波数成分に関する検討. 第27回日本臨床工学会, リンクステーションホール青森(青森県青森市), 2017年5月20日.(BPA 優秀演題賞受賞)
26. Eisuke Hanada, Kai Ishida, Minoru Hirose, Takashi Kano : Electromagnetic Interference with medical devices by high-speed power line communication. Informatics for Health 2017, Manchester, U.K., 2017年4月24日~26日.
27. 石田 開, 鈴木啓太, 廣瀬 稔, 花田英輔 : LED 照明による医用テレメータ受信障害

- の検証. 2017 年電子情報通信学会総合大会, BS-6-6, 名城大学天白キャンパス(愛知県名古屋市) 2017 年 3 月 22 日~25 日。(招待講演)
28. 花田英輔, 工藤孝人, 石田 開: IoT 時代を迎えた医療現場の電磁環境. 2017 年電子情報通信学会総合大会, BS-6-1, 名城大学天白キャンパス(愛知県名古屋市), 2017 年 3 月 22 日~25 日。(招待講演)
 29. 石田 開, 石田 稔, 廣瀬 稔: 開院後半世紀を経過した医療機関での電波環境調査. 平成 28 年度第 4 回医療電磁環境研究会, 株式会社セントラルユニマッシュアップスタジオ(東京都文京区), 2017 年 2 月 11 日.
 30. 花田英輔, 石田 開, 廣瀬 稔: 高速電力線通信(PLC)と医療機器の両立に向けた提言. 平成 28 年度第 4 回医療電磁環境研究会, 株式会社セントラルユニマッシュアップスタジオ(東京都文京区), 2017 年 2 月 11 日.
 31. 鈴木啓太, 石田 開, 花田英輔, 廣瀬 稔: LED 照明からの放射雑音の測定と医用テレメータへの影響の検証. 平成 28 年度第 4 回医療電磁環境研究会, 株式会社セントラルユニマッシュアップスタジオ(東京都文京区), 2017 年 2 月 11 日.
 32. 石田 開, 廣瀬 稔: 良質な医療の提供に向けた電磁環境評価の必要性. 第 45 回日本医療福祉設備学会大会, 東京ビックサイト(東京都江東区), 2016 年 10 月 26 日~27 日.
 33. Kai Ishida, Eisuke Hanada, Minoru Hirose: Investigation of Interference with Medical Devices by Power Line Communication to Promote Its Safe Introduction to the Clinical Setting. International Symposium and Exhibition on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe 2016), P3(6), Wroclaw, Poland, 2016 年 9 月 5 日~9 日.
 34. 石田 開, 新山大地, 藤原康作, 塚尾 浩, 廣瀬 稔: 医療施設での無線 LAN の使用状況調査. 平成 28 年度第 2 回医療電磁環境研究会, 東京大学医学部附属病院(東京都文京区), 2016 年 8 月 6 日.
 35. 石田 開, 花田英輔, 廣瀬 稔: 高速電力線搬送通信(PLC)の安全な導入のための実環境を模した電磁環境測定. 第 91 回日本医療機器学会大会, 大阪国際会議場(大阪府大阪市), 2016 年 6 月 24 日~25 日.
 36. 石田 開, 廣瀬 稔: 臨床工学技士の医療電磁環境への取り組みの期待. 第 26 回日本臨床工学会, 国立京都国際会館(京都府京都市), 2016 年 5 月 14 日~15 日.
 37. 石田 開, 花田英輔, 廣瀬 稔: 高速電力線搬送通信(PLC)の医療現場での安全な利用のための基礎的検討(第 2 報). 平成 27 年度第 4 回医療電磁環境研究会, 東京大学医学部附属病院(東京都文京区), 2016 年 2 月 20 日.
 38. 石田 開, 花田英輔, 廣瀬 稔: 医療機関に侵入する電波と電磁ノイズ. 第 44 回日本医療福祉設備学会, 東京ビックサイト(東京都江東区), 2015 年 11 月 25 日~26 日。(招待講演)
 39. 石田 開, 花田英輔, 新 秀直, 加納 隆, 廣瀬 稔: 高速電力線搬送通信(PLC)の医療現場での導入に向けた課題の検討. 第 35 回医療情報学連合大会, 4-E-1-3, 沖縄コンベンションセンター(沖縄県宜野湾市), 2015 年 11 月 1 日~4 日.
 40. Kai Ishida, Ren Hosokawa, Tetsuo Endo, Tomomi Fujioka, Tetsushi Fujisaki, Ryoji Yoshino, Minoru Hirose: A Basic Study on the Measurement of Electromagnetic Fields in a New University Hospital Building Before and After the Hospital Opened. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering (WC2015), Toronto, Canada, 2015 年 6 月 7 日~12 日.
 41. 石田 開, 花田英輔, 加納 隆, 廣瀬 稔: 高速電力線搬送通信(PLC)使用による電源環境および医療機器への影響調査. 第 90 回日本医療機器学会大会, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市), 2015 年 5 月 29 日~30 日.
 42. 石田 開, 細川 連, 藤原康作, 廣瀬 稔: 医療機関の開院前後における電磁環境の調査. 第 25 回日本臨床工学会, 福岡国際会議場(福岡県福岡市), 2015 年 5 月 23 日~24 日.
 43. 石田 開, 細川 連, 遠藤哲夫, 藤岡友美, 藤崎哲史, 吉野涼二, 廣瀬 稔: 大学病院の新病院開院前後における電磁環境の測定. 第 54 回日本生体医工学会大会, OS29-2, 名古屋国際会議場(愛知県名古屋市), 2015 年 5 月 7 日~9 日。(招待講演)
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
- 石田 開 (ISHIDA, Kai)
- 国立研究開発法人情報通信研究機構・電磁波研究所電磁環境研究室・研究員
- 研究者番号: 40745105