



日本生体医工学会 専門別研究会

医療・福祉における電磁環境研究会

Research of Electromagnetic Environment in Medicine

令和2年度第2回研究会 「医療現場の無線利用」

- 日 時：令和2年8月1日(土)14:00～16:30
- 会 場：オンライン開催
- コーディネータ：花田 英輔(佐賀大学理工学部)
- 参加費：無料

◆プログラム (敬称略)◆

14:00～14:05 開会挨拶

(招待講演)

1. 14:05～14:40:院内携帯電話屋内基地局によるLTE携帯電話出力抑制

金沢大学附属病院 経営企画部 ○長瀬 啓介、山岡 紳介

(一般講演)

2. 14:40～15:05:複数周波数帯の携帯電話屋内基地局を設置した医療機関の電波強度測定

三重大学医学部附属病院 臨床工学部 松月 正樹

休憩(10分)

(特別講演)

3. 15:15～15:45: Wireless Technology in Medical Devices: Regulatory and Practical Aspects(抄録無し)

FDA(米国) Al-Kalaa Mohamad Omar

休憩(5分)

(特別講演)

4. 15:50～16:25:私と臨床工学 – ME機器安全使用のための医療電磁環境との関り –

滋慶医療科学大学院大学 廣瀬 稔

16:25～16:30 閉会挨拶

会長
花田 英輔
佐賀大学理工学部情報部門
〒840-8502 佐賀市本庄町1番地

研究会事務局
佐賀大学理工学部情報部門内
〒840-8502 佐賀市本庄町1番地
E-Mail: emc@med.shimane-u.ac.jp

院内携帯電話屋内基地局によるLTE携帯電話出力抑制

○長瀬 啓介、山岡 紳介

金沢大学 附属病院 経営企画部

1. はじめに

無線送信機など電波利用機器による医療機器の誤作動を防止するために、送信出力に応じた離隔距離を設定することが推奨されている[1]。携帯電話端末(UE)は、医療機関内の業務に用いられており、意図せず医療機器に近接する機会が多い無線送信機である。

UEの送信方式は、3GではDS-CDMA(拡散変調)はQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)および直交複素四位相偏移変調)である[2]のに対し、4GではDFT-s-OFDM(離散フーリエ変換拡散直交周波数分割多重変調)によるSC-FDMA(単一搬送波周波数分割多重アクセス方式)である[3]。

著者らは3G UEについて、送信電力を抑制しPHS[4]に代えて医療機関内において利用をしている。4G(LTE) UEでは送信電力制御方式が異なることから、IMCS(屋内基地局装置: Inbuilding Mobile Communication System)を用いた携帯電話システムの運用において、UE出力を抑制するような送信電力制御パラメータを試験的に設定している。

そこで、「IMCSで送信電力制御パラメータを設定した医療機関建物内で、実際にUEの送信電力が抑制されている」ことを確認し、医療情報学会春季大会で報告したところです。今般は、ご依頼をうけ、その発表をご紹介するものです。

2. 方法

1) 計測装置

チップセットの送信出力レベルをUEに記録するアプリケーションソフトウェアを導入し、PUSCH(Physical Uplink Shared CHannel)電力値を記録する。

チップセットの送信出力レベルはバースト内平均電力に相当する。UEとしては、チップセットの送信出力を記録するAPIを有するUEを用いた。(当該APIが非公開であるため、機種は非開示とする。)

2) 計測方法

計測装置を各部屋の中央部分高さ85cmで3分間停留させ、計測を行う。

3) 計測場所

生命に影響を及ぼす医療機器が近接する可能性が高い場所として手術部内の手術室14室で計測を実施した。手術部内のIMCSは端末の送信出力レベルを決定する送信電力制御パラメータPcMax[5]で10dBm以下の出力とするように設定している。

4) 統計処理方法

各点で停留時間中に記録された送信出力レベル中央値を求め、各点の送信出力レベルとする。

各点の送信出力レベルを10mW(10dBm)を超えるか否かで集計する。

また、各点でUEと通信を行っている基地局が、IMCSであるか屋外基地局であるかを調査した。

3. 結果

1) 送信出力レベル

計測した14点すべてで、送信出力レベル中央値は10dBm未満であった。(表1)。

表.1 送信出力レベル

	10dBm 未満	10dBm 以上
計測点	14 (100%)	0 (0%)

2) 対向基地局

UE と通信を行っていた基地局は、計測した14点すべてで、IMCSであった。(表2)

表2 対向基地局

	IMCS	屋外
計測点	14 (100%)	0 (0%)

3. 考察

1) 送信出力レベル

14の手術室すべてで、UEはIMCSと対向して通信しており、電力制御パラメータPcMaxにより与えられた上限出力である10dBm未満の送信出力レベルで動作していた。

PHSは医療機器に対する影響は極限定的であり医療機関内で利用されている[6]。この送信電力(平均電力)は10mW(10dBm)である。PHSはTDD(時分割多重)通信方式をとっており、送信している期間(バースト)内の平均電力は80mWである[4]。今回の調査では、UEの送信電力はバースト内平均電力で10mW未満であり、PHSより小さな出力に抑制されていた。

したがってIMCSに電力制御パラメータPcMaxを設定し、その配下で端末を通信に利用することにより4G携帯電話による医療機器に対する影響を防止できると考えられた。

2) 限界

本調査は、外部から遮蔽された手術室環境で行われており、PCMAXを設定したIMCS以外の基地局と通信が発生しない限定された空間における結果である。外部との通信が混在する環境において最適な制御方法についてはさらなる検討を要する。

4. まとめ

IMCSに電力制御パラメータPcMaxを設定し、その配下でUEを通信に利用す

ることにより4G(LTE)UEによる医療機器に対する影響を防止できると考えられた。

謝辞

UE出力の計測を実施いただいた(株)NTTドコモおよび(株)ドコモCS北陸の皆様へ感謝いたします。

参考文献

- [1] 日本工業標準調査会：JIS T 0601-1-2:2018 基礎安全及び基本性能に関する一般要求事項—副通則：電磁妨害—要求事項及び試験，日本規格協会，東京 2018.
- [2] 大石泰之，箕輪守彦，中村隆治：WCDMAの無線方式，雑誌FUJITSU，51(1)，pp.13-18，2000.
- [3] 原田篤，大藤義顕，大久保尚人：Super 3G(LTE)の方式概要および実験結果 NTT技術ジャーナル 20(11)，pp.15-21，2008.
- [4] 電波産業会：第2世代コードレス電話システム標準規格(2/2) 第6版，電波産業会，東京 2011.
- [5] 3rd Generation Partnership Project：6.2.5 Configured transmitted power in 3GPP TS 36.101 V10.9.0 Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception(Release 10). 37-3,3GPP, 2012.
- [6] 国立大学附属病院医療情報部門連絡会議 PHSの医療電子機器への影響調査班：Personal handy-phone systemの病院への安全な導入手順 医療情報学 17(2)，pp.153-162，1997.

複数周波数帯の携帯電話屋内基地局を設置した医療機関の電波強度測定

○松月正樹

三重大学医学部附属病院 臨床工学部

1. 目的

2016年4月に公表された「医療機関において安心・安全に電波を利用するための手引き」では、屋内基地局を設置し基地局電波強度を一定以上に向上することで、医療機器への携帯電話による影響を低減することが可能であるとされている[1]。

当院においても新病院開院後に屋内基地局(2GHz帯のみの単一周波数帯)が設置され運用していた(図1)。過去の当院報告では、開院前、開院後(設置前)、設置後に基地局電波強度を分布測定し、屋内基地局設置による電波環境の変移を評価した[2]。基地局電波強度は、開院後(設置前) < 開院前 < 設置後となり屋内基地局による改善を示した。

しかし、単一周波数帯設置の場合、使用端末台数増加や屋外通信による携帯電話送信出力増大の可能性も考えられた。

2018年3月に1.5GHz帯、1.7GHz帯の追加設置が行われたことに従い、今回、複数周波数帯の屋内基地局設置による基地局電波強度を測定し評価した。



図1. 屋内基地局

2. 方法

1) 使用機器

スペクトラムアナライザ(アンリツ社 MS2713E)とダイポールアンテナ(共立電子工業社 KBA-613)を使用した(図2,3)。アンテナの高さは床面高さ1.1mとした(図4,5)。



図2. スペクトラムアナライザ

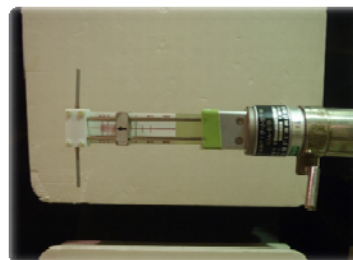


図3. ダイポールアンテナ

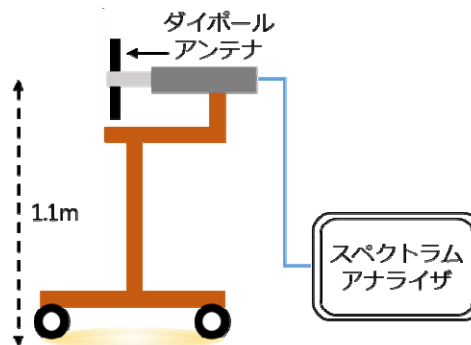


図4. 測定系統図



図5. 測定状況

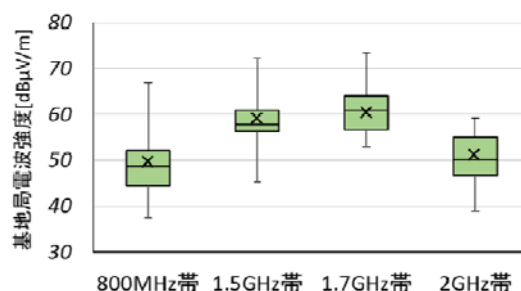


図6. 外来棟22か所の基地局電波強度

2) 基地局電波強度測定

スペクトラムアナライザとダイポールアンテナを使用し、携帯電話事業者Xの使用周波数帯域である800MHz帯、1.5GHz帯、1.7GHz帯、2GHz帯の基地局電波強度を外来棟22か所で分布測定した。ダイポールアンテナは、測定周波数帯ごとに交換した。測定値は10回平均した波形の最大値とし、40dB μ V/m以下を環境不良とした。なお、本測定法は「医療機関における電波利用推進部会平成27年度報告書」内の携帯電話端末からの電波測定による電波環境調査[3]を参考にした。

3. 結果

800MHz帯：49.4 \pm 6.73[dB μ V/m]、
 1.5GHz帯：58.3 \pm 5.86[dB μ V/m]、
 1.7GHz帯：60.9 \pm 5.08[dB μ V/m]、
 2GHz帯：50.4 \pm 6.06[dB μ V/m]であった(図6)。

40dB μ V/m以下である環境不良の場所は、800MHz帯1か所：37.4[dB μ V/m]、2GHz帯1か所：38.9[dB μ V/m]であった。

4. 考察

屋内基地局の設置は携帯電話出力が低い環境の整備につながる[4]。しかし、以前の2GHz帯による単一周波数帯の屋内基地局設置の場合、この周波数帯域に利用が集中し携帯電話送信出力が高くなる可能性があり注意が必要であった。今回、1.5GHz帯、1.7GHz帯を追加設置したことで、基地局電波強度が高い周波数帯を複数使用でき、使用周波数帯域の集中や屋外通信を低減させることができると思う。

一方、屋内基地局を設置した場合でも、全ての場所が電波環境良好ではないことが分布測定する本測定法で示した。各場所の電波環境状態が把握できる分布測定の結果は、携帯電話使用場所改定時の指標になると考える。

5. 結語

安定した基地局電波強度を得るためには、複数周波数帯の屋内基地局を設置する必要がある。

謝辞

本研究を行うにあたり、携帯電話基地局電波強度を測定する際に、遠藤哲夫様(大成建設株式会社)、藤崎哲史様(株式会社環境調査事務所)よりスペクトラムアナライザとダイポー

ルアンテナの借用および技術協力を頂きましたことを報告するとともに、あわせて御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 電波環境協議会. 医療機関において安心・安全に電波を利用するための手引き. 2016
- [2] 松月正樹. 携帯電話屋内基地局を設置し

た医療機関の電波強度測定. 平成29年度第1回医療・福祉における電磁環境研究会. 2017, pp.9-12

- [3] 電波環境協議会. 医療機関における電波利用推進部会平成27年度報告書. 2016, pp.104-105
- [4] 長瀬啓介. 携帯電話端末等の院内使用と医療機器への影響. 月刊ナーシング. 2019, Vol.39, No.3, pp.81-84

「私と臨床工学 — ME 機器安全使用のための医療電磁環境との関り —」

廣瀬 稔

滋慶医療科学大学院大学 医療管理学研究科

私は、2020年3月末日をもちまして、北里大学を大過なく定年退職をいたしました。今回、退任記念講演としての特別講演の機会をいただきました花田先生はじめ幹事の方々にお礼を申し上げます。

北里大学に在職中には、大学病院での臨床工学技士としての人生から医療衛生学部の教員としての人生へと大きな環境変化や立場の変化がありましたが、臨床、教育、研究、学部運営、さらに各種関連学会等の委員会などにも関わり、多くの方々から良い刺激を受けながら、充実した歳月を過ごすことができました。改めて多くの方々へ心より感謝いたします。

さて、今から振り返ってみると、私と臨床工学(医療機器)との関わりは、以下の主な理由から偶然の重なりではなく、すべてが必然的なものだったと強く感じています。

1. 医療機器への興味の原点と入門

二人の兄が工学系であったこと、真空管からトランジスタに置き換わった時代に育ったこと(電子工学に興味を持つ)、長期入院先の病院で心電計や脳波計などを見る機会が得られたことなどがあり、漠然でしたが、「将来は医療機器の製造に関わる仕事をしたい」と思っていました。また、アマチュア無線等にも興味を持っていました。

2. 医療現場への入職と医療機器管理体制の構築と学会等の活動

医療現場に入職後には集中治療室や手術室を中心に多くの医療機器と臨床業務に関わりを持つようになり、1981年には医療機器センター部(現、ME部)開設と同時に医療機器の一元管理と安全管理体制の構築を目指しました。また同時に関連学会や臨床工学

技士会等の活動を通して医療機器の安全使用に関する社会活動にも関わるようになりました。

3. 「臨床工学」との出会い

私が医療現場に就いた1975年には「臨床工学」や「臨床工学技士」という名称はありませんでした。それが1987年に公布された臨床工学技士法によって、「臨床工学」や「臨床工学技士」と出会ったということになります。この出会いも、医療機器に関わった臨床業務を行っていたからこそのことです。

4. 臨床工学技士の育成への関り

1994年に4年制大学として我が国で最初の臨床工学技士の養成コース北里大学に設置されました。これに伴い、医療現場から教育の場に異動し、私の臨床業務の経験(臨床工学)を活かせる場、かつ後進を育てる場に巡り会ったこととなります。

5. 臨床工学分野の研究

医療現場から通じて、医療機器や関連病院設備、使用環境や電磁環境、患者や医療従事者などのヒューマンファクタ、そして使用者に対する安全教育などの視点から、相互に関連した総合的なリスク評価や機器開発などによって最前線の医療現場の安全性・信頼性を確立することを目的とした研究活動をしてまいりました。研究成果の一部は、IEC(国際電気標準会議)規格に引用文献として取り上げられていると聞いています。これらの実績から、医療機器第三者認証基準案や家庭用医療機器JIS原案などの作成や審査にも関ることができました。

6. 医療電磁環境に関連した主な研究の紹介

今までに行った医療電磁環境に関連する主なテーマを下記にします。これらにつ

いても、多くの方々からの研究手法や機材等の研究協力を戴いており、ここに改めてお礼を申し上げます。

今回の講演では、下記のテーマから記憶に残るものをいくつか紹介する予定です。

- ・ 低出力心電図テレメータの臨床試験、臨床 ME、新しい診療, 8(9), pp.795-797, 1984
- ・ ユーザから見たテレメータ利用の現状と問題点, 臨床ME安全研究会, 1989, 東京
- ・ 植込み型ペースメーカーへの電磁波の影響, 第 39 回日本エム・イー学会大会, 2000, 東京
- ・ Electromagnetic interference of implantable cardiac pacemaker by an induction oven. J Clin Eng. 30, pp.208-213, 2005
- ・ 病院内での携帯電話使用の実態調査結果について. 第 34 回日本医療福祉設備学会, 2005, 東京
- ・ 高速電力線通信(PLC)による医療機器への影響に関する研究, 第 83 回日本医療機器学会大会, 2008, 東京
- ・ 電源電圧の質に関する検討、病院設備、51(2), pp.243-245, 2009
- ・ X-ray radiation causes electromagnetic interference in implantable cardiac pacemakers. Pacing and clinical electrophysiology, (33), pp.1174-1181, 2010

- ・ ソレノイドコイルを使用した家庭用電気マッサージ器による植込み型心臓ペースメーカーへの電磁干渉に関する研究、医療機器学、82(5), pp.399-404, 2012
- ・ 有限要素法を用いた電気メスの伝導電流による植込み型心臓ペースメーカーに対する電磁干渉評価法、医療機器学、84(3), pp.343-348, 2013
- ・ LED 照明から放射される電磁雑音による医用テレメータへの電磁干渉に関する評価方法の検討、医療機器学、89(3), pp.257-265, 2019 など

7. まとめ

元々、私は医療機器を造る側に進む予定でしたが、実際は医療機器を使う側になりました。しかし、この間は一貫して医療機器に関わることができ、かつ「生命科学と工学技術の間で、臨床医療に直接貢献をすることを目的とした学問技術分野」と定義をされる臨床工学に関わってきたことは、中学生時代に考えていたことを原点とすると、偶然ではなく、すべてが必然的？なものだったと考えています。

最後に、医療・福祉における電磁環境研究会やクリニカルエンジニアリング研究会(日本医療機器学会)等の歴代の幹事様に、これまでのご厚意とご支援に改めて感謝申し上げます。