

研究成果報告書

研究テーマ (和文)	生体近傍における MHz 帯電磁波の伝搬メカニズム解明と新たな通信方式への応用		
研究テーマ (英文)	MHz-radio Propagation around Human Body and Its Application to Novel Wireless Communication System		
研究期間	2020 年 ~ 2022 年	研究機関名 東京理科大学	
研究代表者	氏名	(漢字)	村松 大陸
		(カタカナ)	ムラマツ ダイロク
		(英文)	Dairoku Muramatsu
	所属機関・職名	東京理科大学 研究推進機構 総合研究院 プロジェクト研究員	
共同研究者 (1名をこえる場合は、別紙追加用紙へ)	氏名	(漢字)	
		(カタカナ)	
		(英文)	
	所属機関・職名		

概要 (600字~800字程度にまとめてください。)

ユーザが身につけた複数のウェアラブル機器を相互に接続する手段として、人体そのものを高周波信号の伝送路とする「人体通信」が提案されている。本研究では、電磁ファントムとウェアラブル測定器による実機実験、数値人体モデルによる電磁界解析、簡略物理モデルによる理論解析の三方向から、生体近傍における MHz 帯電磁波の伝搬メカニズムの解明を目指した。さらに、解明した伝搬メカニズムに基づき人体通信機器の設計指針を示すことを目標とした。特に、ウェアラブルアンテナは人体通信機器の最も重要な構成要素であり、その入力インピーダンス特性は、他の無線回路と同様に、伝送効率の向上や信号の反射を低減するために不可欠な設計パラメータである。本研究では特にウェアラブルアンテナの入力インピーダンス特性について、ユーザ間の個人差(皮膚の水分状態、年齢、性別、体型など)に注目し、大規模な被験者実験と電磁界解析を併用して検討した。その結果、最適なキャリア周波数を選択することにより、ユーザ個人差に対して耐性のある人体通信システムが実現できることを示した。さらに得られた結果に基づき、フレキシブル基板と生体適合メッキ処理した導体箔で構成されるウェアラブル電極を試作した。本アンテナの特性は今後詳細に検討予定である。さらに具体的な人体通信の利用形態として、ウェアラブル機器自体はバッテリーレスとし、必要に応じて大型の設置機器から情報とともに電力を供給するセミパッシブ方式を想定した検討も行った。特に床面 GND の寄与に着目し通信機器間の伝送特性や電界分布などの信号伝送メカニズムについて、被験者実験と数値電磁界解析の両面から評価した。その結果、従来は人体通信の信号伝送に寄与すると考えられていた床面 GND(あるいは大地 GND)の存在が、利用電磁環境によっては伝送特性を劣化させることを明らかにした。これらの検討を通して、生体近傍における MHz 帯電磁波の伝搬メカニズムが明らかになるとともに、人体通信を主とした生体近傍における無線通信システムの設計指針が示されたといえる。

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）						
雑誌	論文課題	Input Impedance Analysis of Wearable Antenna and Experimental Study with Real Human Subjects: Differences between Individual Users				
	著者名	Dairoku Muramatsu Ken Sasaki	雑誌名	Electronics		
	ページ	1152~1164	発行年	2 0 2 1	巻号	Vol. 10, No. 10
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	~	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	~	発行年		巻号	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	

英文抄録（100語～200語程度にまとめてください。）

Human body communication, in which the human body itself is used as a transmission path for high-frequency signals, has been proposed. In this study, we aimed to show the propagation mechanism of MHz-band electromagnetic waves in the vicinity of a body and design guidelines for human body communication devices by combining actual experiments, electromagnetic field analysis, and theoretical analysis. In particular, we investigated the input impedance characteristics of wearable antennas, focusing on individual differences among users. As a result, it was shown that a human body communication system that is tolerant to individual user differences can be realized by selecting the optimum carrier frequency. Furthermore, a prototype wearable electrode consisting of a flexible substrate and a biocompatible plated conductor foil was fabricated. As a specific form of human body communication, a semi-passive system including battery-less devices was also investigated. As a result, it was found that the presence of floor GND, which was conventionally thought to contribute to signal transmission for human body communication, degrades the transmission characteristics depending on the electromagnetic environment.