

# ミリ波レーダによる閉塞性睡眠時無呼吸の非接触検出技術

Noncontact detection of obstructive sleep apnea using a millimeter-wave radar

阪本 卓也<sup>1</sup>      杉田 昌太郎<sup>1</sup>      奥村 成皓<sup>2</sup>      瀧 宏文<sup>2</sup>      濱田 哲<sup>3</sup>  
Takuya Sakamoto      Shotaro Sugita      Shigeaki Okumura      Hirofumi Taki      Satoshi Hamada  
陳 和夫<sup>3</sup>      佐藤 亨<sup>4</sup>  
Kazuo Chin      Toru Sato

京都大学 大学院工学研究科<sup>1</sup>      株式会社マリ<sup>2</sup>      京都大学 大学院医学研究科<sup>3</sup>  
Graduate School of Engineering, Kyoto University      MaRI Co. Ltd.      Graduate School of Medicine, Kyoto University  
京都大学 国際高等教育院<sup>4</sup>  
Institute for Liberal Arts and Sciences, Kyoto University

## 1 まえがき

睡眠時無呼吸症候群の患者数は国内だけでも 300 万人以上と推計されており、その早期発見・治療は極めて重要である。現在、夜間の検査入院による睡眠ポリグラフ検査が普及しているが、もしレーダによる非接触計測による簡易検査が可能となれば、検査の負担を大幅に軽減させることができる。例えば、ミリ波レーダを用いた睡眠モニタリング [1] の報告例はあるが、睡眠時無呼吸症候群の患者のレーダ測定の例は多くない。本研究では、睡眠ポリグラフ検査と 24GHz 帯広帯域レーダの同時計測を実施し、閉塞性無呼吸の非接触検出について検討する。

## 2 ミリ波レーダと睡眠ポリグラフの同時計測

本研究では、呼吸器内科において夜間に睡眠ポリグラフ検査中の睡眠時無呼吸症候群の患者をミリ波レーダで計測した。使用したレーダは中心周波数 24.15 GHz、変調帯域幅 180.0 MHz の広帯域レーダであり、送受信素子は E/H 面ビーム幅 20 度の 4 × 4 パッチアンテナ、最大測定距離 25.0 m、サンプリング周波数 10.0 Hz である。図 1 に示すとおり、レーダを木製のラック上部からベッドを見下ろす角度で設置した。睡眠ポリグラフ検査では脳波・眼球運動・心電図・筋電図・呼吸・いびき・酸素飽和度などの多数の接触型センサによる生体信号の記録を行い、睡眠検査技師により無呼吸等のイベントが手動検出される。

## 3 波形変動度を用いた無呼吸イベントの検出

本稿で紹介する被験者の場合、閉塞性睡眠時無呼吸 (obstructive sleep apnea: OSA) のイベントが終了した後に覚醒の傾向が見られる。この覚醒中にはレーダで計測される変位波形に非周期的な成分が見られることに注目し、レーダ反射波から波形変動度を計算した。図 2 にレーダ反射波の実部および虚部を黒線および赤線で、レーダ波形変動度を青線で示す。図中の黒四角枠は、検査技師により手動検出された OSA イベントである。同図より、OSA イベント間の覚醒時にレーダ波形変動度が高くなる傾向が確認できる。本稿で紹介したのは一例の短時間データのみであるが、このようなレーダ波形変動度の性質を用いることで、OSA をレーダのみにより非接触検出できる可能性が初めて示された。今後、提案手法の性能の定量評価を行い、さらに複数の患者の計測

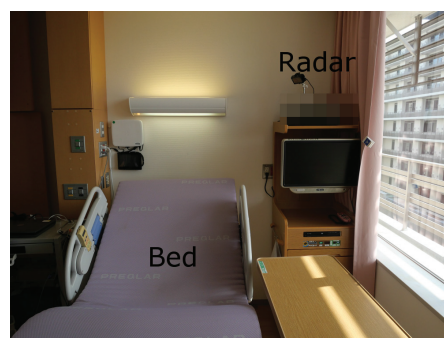


図 1 病院の病室内に設置されたレーダ。

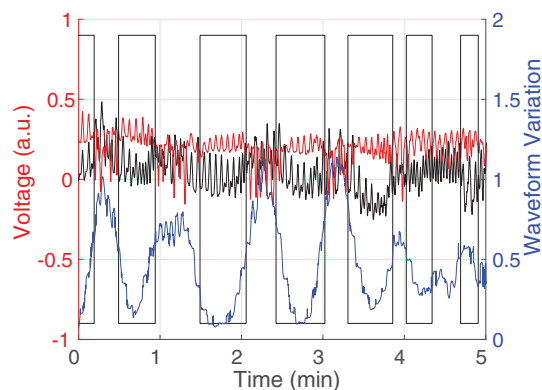


図 2 測定対象者からの反射波（実部：黒、虚部：赤）および OSA の時間（四角枠）および提案する波形変動度（青線）。

を実施し、その適用範囲を明らかにする予定である。

## 謝辞

本研究の一部は JST COI JPMJCE1307 の助成により実施された。

## 参考文献

- [1] T. Sakamoto and K. Yamashita, IEEE J. Electromagn., RF, Microw. Med. Biol., doi: 10.1109/JERM.2019.2948827, Oct. 2019.