

【学位論文審査の要旨】

学位申請者が本研究を開始したきっかけは、1995年の阪神・淡路大震災にある。多くの方が倒壊した建物の下敷きとなって犠牲になったが、その後の調査で、倒壊した建物の下に数時間程度、生存していた可能性が指摘されている。当時の日本には災害救助犬が数頭しかおらず、しかも災害救助犬は匂いに馴れてしまうので、長時間働けないという問題があった。この問題を解決するために、学位申請者は生命信号検知システムの開発に着手した。このため、本論文の前半部分はマイクロ波ドップラーレーダ（MDR）を用いた超高感度の生命信号検知システムの開発について述べている。後半では、医療応用を目指し、敢えて感度を落とした生命信号検知システムの開発と睡眠時無呼吸症候群（SAS）検査への応用について述べている。SASは昼間の激しい眠気を伴うことが特徴で、社会問題となっており、大型観光バスなどの死傷事故や心臓血管系の重篤な病気の原因となっている。一方、SASの診断のために行われるPSG検査は、脳波電極、眼電図電極、顎筋電図電極、鼻に気流センサー、胸部と腹部に2本の呼吸バンド、さらに胸部に心電図電極を装着したまま、病院で一晩眠ることを求められる患者負担の重い検査である。このためPSG検査は一般に普及せず、SAS潜在患者が多い一因となっている。学位申請者の提案システムは、ベッドのマットレス下にMDRを設置するだけで、患者に一切の電極を装着する必要がなく、PSGを基準として100%の感度、特異度を達成しており、この技術が確立すると潜在的SAS患者の発見に寄与すると期待される。

第一章は緒論であり、研究の背景と論文全体の構成について述べている。

第二章では、MDRを用いた生命信号検知システムのシステム構成、その特徴と電波工学に基づく理論的裏付けについて述べている。特筆すべき点としては、以下の2点が挙げられる。

- ① 2次感染防止のためのアイソレーター内にいる被験者の呼吸・心拍の非接触計測
- ② 呼吸パターンをモニターすることによるストレス評価
- ③ 心拍間隔の時系列から心拍数変動指標（HRV）を求めることによる自律神経活性評価

第四章では、生命信号検知システムの臨床応用について記述している。臨床試験の対象は東名厚木病院に検査入院した27名のSAS入院検査受信者（ 49 ± 12 歳）である。2台のMDRをマットレス下に設置して、睡眠時の呼吸波形から無呼吸の有無の評価を行い、従来のPSG検査の結果と比較している。MDRの弱点として、高感度であるが故に体動などのノイズの影響を受けやすいこと、MDRの設置状況によって得られる呼吸信号の振幅が大きく変動することが挙げられる。学位論文申請者は、PSG検査の検査結果を詳細に検討し、MDR出力振幅閾値・最適化アルゴリズムを提案した。提案アルゴリズムを採用して1時間ごとの無呼吸・低呼吸回数を示す指標であるAHIを求め、 $AHI > 30$ [breathes/hour]の比較的重症なSAS患者の検出感度を求めた。感度、特異度ともに100%という検出精度が得られたので、MDRを用いた生命信号検知システムを応用することにより、重症SAS患者

においては PSG 検査と同レベルの検出精度が得られることを示し得た。学位申請者が主張するように、SAS 専用に設計された提案システムはモジュールタイプの低コスト MDR を使用しており、将来的には自宅のベッドに寝るだけで使用可能と思われる。現行の PSG 検査は、検査入院や多くのセンサーの装着など、身体的・精神的負担が多く、100,000 円の検査費用を要する。提案システムは、心筋梗塞や昼間・夜間の居眠り事故の原因ともなる潜在的 SAS の発見に貢献するものと期待される。

第五章は結論であり、実験室における予備的検討を踏まえ、臨床試験を行うことにより、本来、災害時における人命探査目的で開発した生命信号検知システムが、SAS の検査手段としても応用可能であることを述べている。

(最終試験又は試験の結果)

本学の学位規則に従い、最終試験を行った。公開の席上で論文発表を行い、4名の教員による質疑応答を行った。また、論文審査委員により本論文及び関連分野に関する試問を行った。これらの結果を総合的に審査した結果、専門科目についても十分な学力があるものと認め、合格と判定した。