

## マイクロ波位相レーダー法による生体信号の測定

Detection of Vital Signal Using Microwave Phase Radar Technique

西山恵介\*

松隈正明\*\*

Leonid Bruskin\*

近木 祐一郎\*

間瀬淳\*

Keisuke Nishiyama\*

Masaaki Matsukuma\*\*

Leonid Bruskin\*

Yuichiro Kogi\*

Atsushi Mase\*

\*九州大学 産学連携センター, \*\*九州日立マクセル株式会社

\*Art, Science and Technology Center for Cooperative Research, Kyushu University, \*\*Kyushu Hitachi Maxell, Ltd

## 1. まえがき

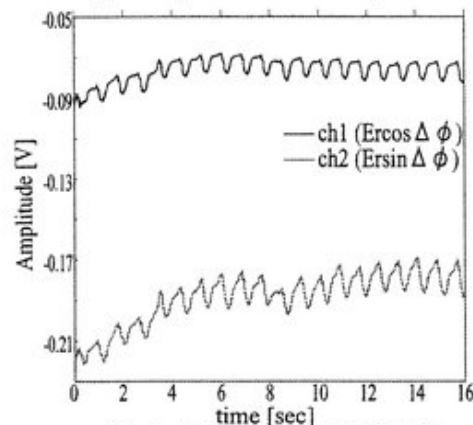
心臓動態を反映する生体信号として心電図が、疾病の診断や術中・術後などのモニタに広く利用されてきた。近年、疾病の早期発見や予防、治療効果の評価や確認、および健康維持及び管理の為に、各種生理量・行動量を日常的にモニタすることが重要視され始めており、心電図も生体信号の1つとして在宅にて計測される例も出てきている。しかし既存の心電計は測定部に特殊なゲルを塗布する必要がある、場合によっては長期的な装着が困難であるなど、患者にかかる負担が小さいとは言いがたい。今回提案するマイクロ波を用いた計測システムは、非接触でかつ衣服を着たまの測定ができるため患者にかかる負担は最小限に抑えることができる。特に、在宅下での上記モニタリングにおいては無意識かつ無拘束で計測できることが望ましく、本研究のように、非接触かつ遠隔で計測するシステムは大いに期待されるところである。

## 2. 測定系の概略

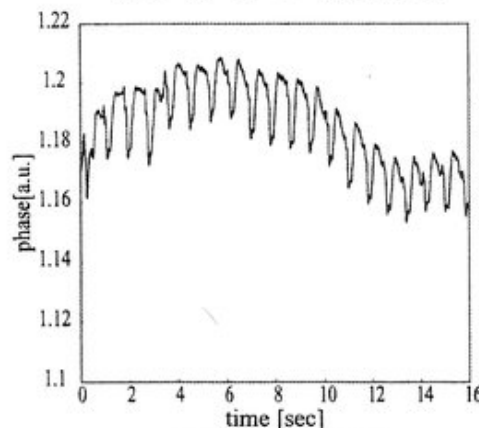
本研究で用いる測定システムは、被測定対象にプローブ光を入射するための発振器、伝送回路、および送信アンテナと反射波信号を受信するための受信アンテナ、検出器、信号処理装置、および表示装置で構成される。ホーンおよび集光系によりビーム整形された電磁波は、被測定対象である人体の心臓近傍に照射され、媒質の誘電率の不連続面で反射する。その後反射波はマイクロ波アンプで増幅、方向性結合器のもう一方の信号（局部発振波）とミックスされ、干渉法により反射面の変動による位相変化として検出される。通常はミキサー出力として  $E_{\cos\Delta\phi}$  に比例した信号が得られるため、直接位相変化  $\Delta\phi$  に比例するわけでない。しかしクオドラチャー検出を利用することにより  $E_{\cos\Delta\phi}$  および  $E_{\sin\Delta\phi}$  の両者が得られ、計算機処理により、 $\Delta\phi$  に直接比例する成分を算出することができる。位相変化 $\Delta\phi$ は反射面の移動量に対応し、微小位相変化を感度良く観測することができるため、心臓付近の皮膚あるいは筋肉の微細変化すなわち、心臓動態を評価することが可能となる。

## 3. 測定結果

以下図1にクオドラチャー検出器より得られた2つの信号と、その両者から算出された位相変化のグラフを示す。



(a) クオドラチャー検出器出力



(b) 位相の時間変化

図1. (a)クオドラチャー検出器出力 (b)位相の時間変化

上図より、2個のミキサーから出力された信号はそれぞれ周期的な信号であることが確認され、その周期は約1秒であることから、心臓付近の筋肉あるいは心臓周辺の皮膚の面からの反射波信号に対応すると考えられる。

## 4. まとめ

今回の測定で心臓近傍の筋肉及び周辺の皮膚での反射と思われる周期的な信号を得ることができた。本研究で用いた装置は位相変化を解析するもので、極めて高感度なシステムである。(入射波として周波数 15 GHz を使い、位相分解が 0.005 フリンジとすれば空間分解は 50  $\mu\text{m}$ )。また、 $\mu\text{W}$  レベルの微弱な入射電力で測定が可能であり生体信号を骨格の上から、かつ障害物を隔てて計測することが考えられる。