

# 無線伝送による脈波データの解析に関する研究

B-20

A study on analysis of pulse wave acquired by radio communication

高野 翔太<sup>†</sup> 高野 俊輔<sup>†</sup> 冬爪 成人<sup>†</sup> 石山 仁<sup>††</sup>

Shouta TAKANO<sup>†</sup> Shunsuke TAKANO<sup>†</sup> Narito FUYUTSUME<sup>†</sup> Hitoshi ISHIYAMA<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 東京電機大学 情報環境学部

<sup>††</sup> 東京電機大学 工学部

<sup>†</sup> School of Information Environment, Tokyo Denki University

<sup>††</sup> School of Engineering, Tokyo Denki University

## 1. はじめに

現在、無線センサネットワークの応用に関する研究が注目されている。そのひとつとして、生体情報の取得に関する研究も行われている。本研究では、センサネットワークデバイスを用いた生体情報処理システムの構築を行う。

具体的には、非侵襲的かつ容易に検出できる指尖容積脈波（指先に流れる動脈血流量の容積変化）を用いて、血管年齢およびストレス評価をユーザにわかりやすい形で表示する脈波情報処理のシステムを構築し、血管年齢とストレスの相関を検討する。

## 2. システムの概要

本研究において、脈波の検出には反射型フォトインタラプタを用いた指尖容積脈波検出装置を用意した。また、無線通信のセンサデバイスとしてサン・マイクロシステムズ社（現 オラクル社）の SunSPOT[1] を使用し、実験を行った。

SunSPOT と指尖容積脈波検出装置を合わせたものを子機、PC に接続している SunSPOT を基地局とする。本システムは複数の子機が1つの親機に向けて取得した脈波データを送信し続け、親機は送られてきたデータを元に、血管年齢とストレス評価を行う（図 1）。その後、その結果を PC のディスプレイにグラフや数値として表示する。

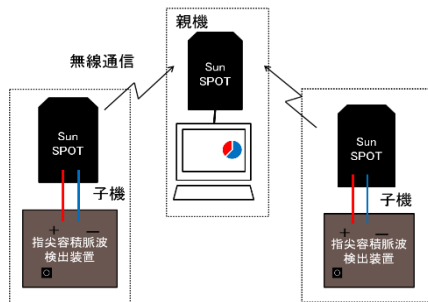


図 1 システムの概略図

## 3. ストレス評価と血管年齢

### 3.1 ストレス評価

ストレスを評価するためには、脈波をスペクトル解析し、HF (High Frequency) 成分と LF (Low Frequency) 成分を抽出して、その二つの対比を求める形で評価する。

HF 成分は、0.15[Hz]~0.4[Hz]帯の呼吸変動に対応する変動波であり、一方の LF 成分は 0.05[Hz]~0.15[Hz]帯の血圧変動に対応する変動波のことである。

呼吸変動を反映する HF 成分は、副交感神経が活性化、つまり緊張している場合にのみ心拍変動に現れる一方で、LF 成分は交感神経が活性化している場合も、副交感神経が活性化している場合でも心拍変動に現れる。この性質から、リラックスしている状態では相対的に HF 成分が大きくなり、反対にストレスがかかっている状態である場合は HF 成分に対して LF 成分が大きくなるといえる。従って LF 成分と HF 成分から対比を求め、ストレス指標とする[2]。

### 3.2 血管年齢

血管年齢を算出するには、脈波を二階微分して得られる加速度脈波 (second derivative of photoplethysmogram: SDPTG) から a 波、b 波、c 波、d 波、e 波という 5 つのピーク点を抽出し、取得した成分を用いて加速度脈波加齢指数 (SDPTG aging index: SDPTGAI) を算出する。

$$SDPTGAI = \frac{b-c-d-e}{a}$$

この加速度脈波から求められた SDPTGAI を用いて、以下の式から血管年齢を求めることが出来る[3]。

男性:  $43.47 \times SDPTGAI + 65.86$

女性:  $41.67 \times SDPTGAI + 61.75$

## 4. 実験

### 4.1 実験方法

本研究で構築した生体信号計測システムを用いて、被験者にクレベリンテストを実施し、テストの前後でどのような変化があるかを調査した。

### 4.2 実験結果

テスト前に比べ、被験者全員の LF 成分が増加した (表 1)。さらに、加速度脈波 (図 2) から得られる 5 点の内、d 波に大きな変化があり、それに伴い血管年齢が高くなる傾向がみられた (表 2)。

表 1 LF 成分の変化

LF成分	テスト前	テスト後
被験者A	16.7%	21.1%
被験者B	17.2%	51.2%
被験者C	34.2%	57.1%
被験者D	29.3%	40.9%
被験者E	25.6%	71.3%

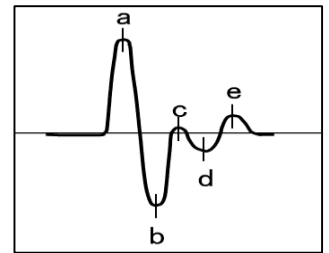


図 2 加速度脈波

表 2 血管年齢の変化

	被験者A	被験者B	被験者C	被験者D	被験者E
血管年齢の変化	36→34	30→50	20→36	23→32	24→41

今回は男性 5 人の被験者の結果で最も変化の大きかった d 波を中心に考えた。d 波は反射によって再上昇した脈波の下降脚の状態を反映している。血管の反射波は、血管内圧の上昇を主体とした血管壁の緊張、または動脈硬化を主体とした器質的血管壁硬化により強くなり、加齢に伴って値は低下する。

## 5. まとめ

実験結果から被験者 5 人のうち 4 人の血管年齢がテスト前より高くなる結果が得られた。更に d 波がテスト前の値と比べ、平均約 48.7%減少している傾向が見られ、LF 成分が増えることによって d 波が低下し、それに伴い血管年齢が増加したと考えられる。つまり、ストレスによって血管が硬化し反射波が強くなったと判断した。

このことから、人はストレスを感じている時、血管が硬化し血管年齢が高くなる傾向があると判断できる。

今後は、実験の方法を増やし、多くの被験者を募ってより精度の高いデータを取得したいと考えている。

### 参考文献

[1] SunSPOT

“<http://sunspotdev.org/docs/Yellow/javadoc/index.html>”

[2] Standards of heart rate

variability, European Heart Journal (1996) 17, 354-384

[3] 西田医院 “<http://www.nishidaaiin.com/ptg.htm>”