



# 生体信号の統計的信号 解析法に関する研究と医療分野への応用

Keywords: 生体信号解析、時間-周波数解析、自律神経系、胎児心電計測、生体モデリング

## ● 研究概要

情報理論や統計数学に基づく情報解析法に関する基礎研究から、実際の生体信号計測・解析・モデリングを行っている。また医学部と共同研究で臨床応用も実施している。



生命情報工学科  
生体信号解析研究室  
教授 吉田 久  
Prof. YOSHIDA Hisashi

yoshida@waka.kindai.ac.jp

URL: <http://www.bsp.net/>

## ● 研究テーマ

### ・信号解析に関する基礎研究 [論文1]

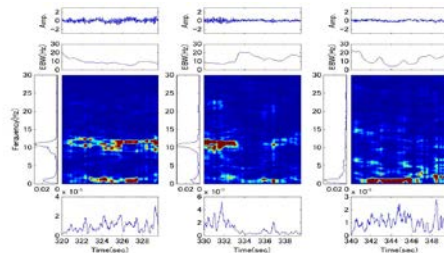
#### 1. 正值時間-周波数分布に関する研究

生体信号に限らず、非定常信号解析には単なる周波数解析ではなく、時間-周波数解析が有効である。本研究室では新たな時間-周波数解析法を開発し、実データへの応用を行っている。

#### 2. ノイズ環境下における独立成分分析法に関する研究

加法性雑音は独立成分分析によって分離、除去することが可能であるが、信号成分が非常に小さい場合や雑音成分が畳み込まれる場合などは分離・除去が難しい。これらの問題を解決する方法を開発し、妊婦見守りシステムへ適用している。

$$W^{(\alpha)} = \frac{1}{2} e^{H^{(\alpha)}}, \quad H^{(\alpha)} = \begin{cases} \frac{1}{1-\alpha} \log \left( \int p^\alpha(f) df \right) & (\alpha \geq 0, \alpha \neq 1) \\ - \int p(f) \log p(f) df & (\alpha \rightarrow 1) \end{cases}$$



### ・生体システム解析・モデリング [論文2]

#### 1. 循環器制御モデル推定による自律神経系の状態推定

自律神経系は我々高等生物にとって、生命維持のための欠かせない器官であるが、物理的あるいは心理的ストレスなどによって機能不全に陥る(例えば乗り物酔い、映像酔い、心的ストレスによる自律神経失調症など)。直接、自律神経系の活動状態を計測することは困難であるが、我々は自律神経系の制御を受けている循環器系の信号から循環器制御モデル推定を行うことで間接的に自律神経系の状態を推定する方法を開発している。

#### 2. 光トポグラフィーや脳波を用いた脳情報処理機能の解明

睡眠や覚醒に関する研究は数多く存在するが、「眠気に逆らい覚醒維持の努力をしている状態の脳・生理機能」に関する従来知見はほとんどない。我々はこれまでに、時間-周波数解析と情報理論的等価帯域幅の概念を用いて、通常の傾眠状態とは異なる特徴的な脱同期現象が脳波に現れることを明らかにしている。これらは単調作業の安全性や学習効率の向上に有意義な知見を与えている。

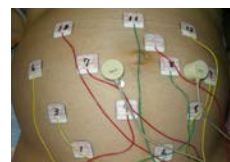
### ・医学分野への応用研究 [論文3、特許1-3]

#### 1. 妊婦見守りシステムの開発

現在、周産期医療の現場では妊婦の健康状態を判断し胎児情報を得るために、超音波エコー診断装置による妊婦健診が行われている。しかし、二週間間隔の検診では突然

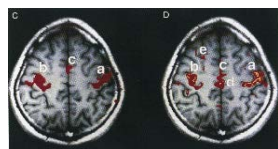
#### 2. 起こる妊娠異常を捉えるのは難しく、より定常的に妊婦及び胎児の健康状態をモニタリングすることが求められている。我々は母体腹壁に貼付した複数の電極から生体電位を計測し、これらから独立成分分析法(ICA:

Independent Component Analysis) を利用して、胎児心電を分離し、心拍数を計測する方法を確立した。



#### 2. てんかん皮質脳波、fMRI画像解析、ならびにパーキンソン病深部刺激法の解析 (近畿大学医学部、脳・神経外科)

近畿大学医学部脳神経外科と共同で、皮質脳波を使ったてんかん焦点や伝播経路の同定、またfMRI画像を利用したてんかん病態に関する研究も行っている。さらにパーキンソン病治療のための深部電極による電気刺激治療に関する研究も実施。



## ● 論文・特許等

### 【論文】

1. "Copulaに基づく時間-周波数表現とその応用", 京都大学数理解析研究所講義録, Vol. 1684, pp. 1-12, 2010
2. "A saliency based motion detection model of visual system considering visual adaptation propertie," Proceedings of the 37th Ann. Int. Conf. of the IEEE EMBS, pp. 6658 - 6661, 2015.
3. "A Method of Connectivity Analysis of Epileptiform Discharges During Epileptic Seizure," International Journal of Bioelectromagnetism, Vol.19, No.1, December 2017.

### 【特許】

1. US patent: US 2013/0310701 A1, FETAL CARDIAC POTENTIAL SIGNAL EXTRACTION PROGRAM, FETAL CARDIAC POTENTIAL SIGNAL DISCRIMINATING APPARATUS, AND PREGNANCY MONITORING SYSTEM USING THE SAME, 2013/11/21.
2. 特許第6043920号, 胎児心電位信号抽出プログラム、胎児心電位信号判別装置及びこれを用いた妊婦見守りシステム, 2016/11/25.
3. 特願2011-215863、「尿流量表示システム」、平成23年9月30日