

発見し・はぐくみ・かたちにする 知の広場



# 在宅用睡眠時無呼吸症候群と 睡眠状態のモニタリングシステム

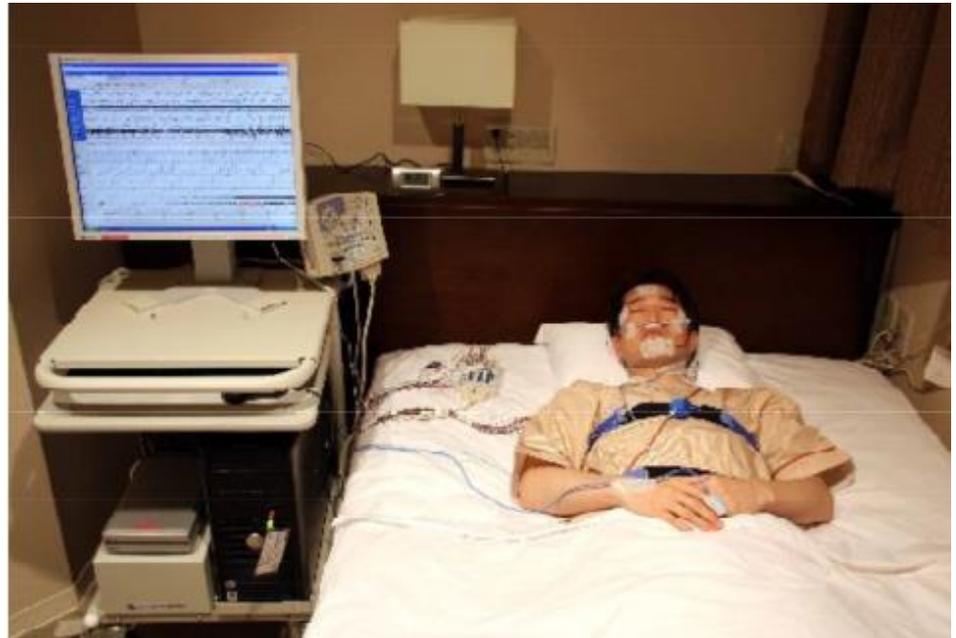
教授 江 鐘偉

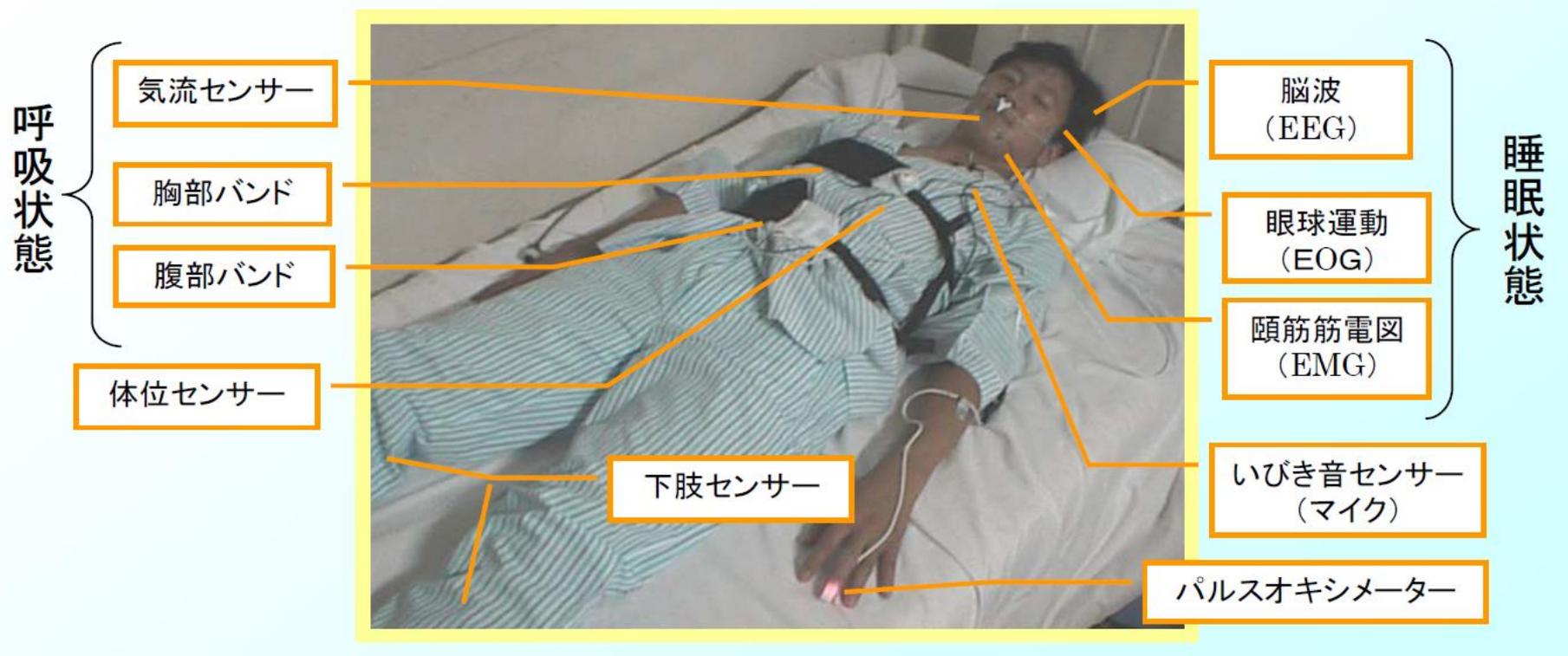
山口大学理工学研究科

平成27年1月21日

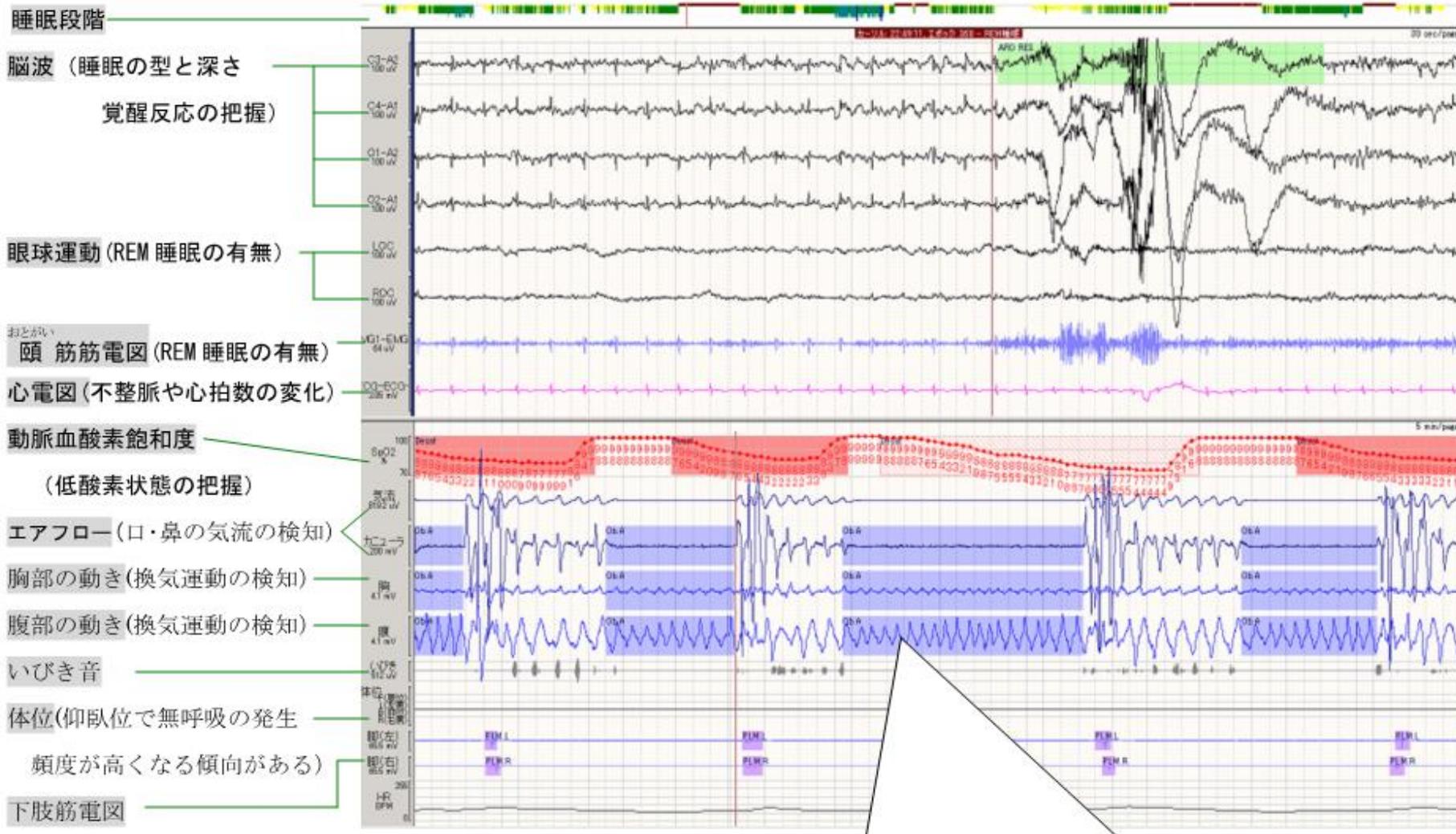
- 閉塞性睡眠時無呼吸は最も一般的なタイプで、胸部や腹部の呼吸運動は行われているにもかかわらず、上気道の閉塞のために鼻、口での呼吸がない。
- 中枢性睡眠時無呼吸は、まれなタイプで、呼吸を制御している脳の問題で発生する。二酸化炭素の濃度変化に対する脳幹の感受性が鈍くなっていることが原因。
- AHI(無呼吸低呼吸指数)  
軽症： $5 \leq \text{AHI} < 15$ ; 中等症  $15 \leq \text{AHI} < 30$ ; 重症  $30 \leq \text{AHI}$

- 睡眠時における脳波、呼吸、脚の運動、あごの運動、眼球運動(レム睡眠とノンレム睡眠)、心電図、酸素飽和度、胸壁の運動、腹壁の運動などを記録するもの。
- 夕方(17:30位)に来院して、食事・シャワー後、機器の装着をする(装着時間30~45分装着開始時19:30頃)。
- 翌朝6:00頃に外す。
- 入眠まではテレビ鑑賞や読書等、ベッド上で過ごす。もし寝つけない場合は睡眠薬が処方されることもある。
- 費用は約10万円





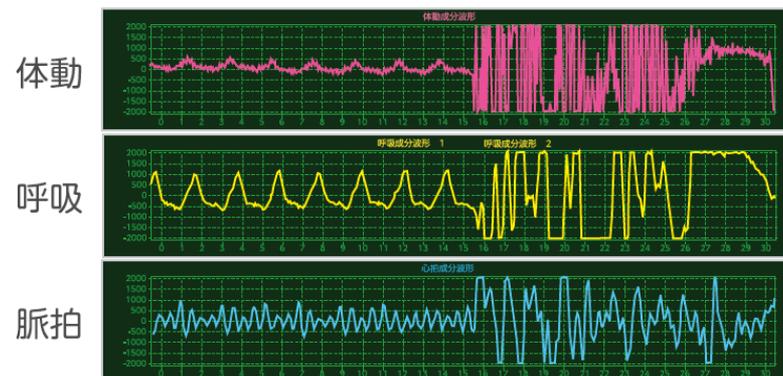
- ◆ 閉塞型は、上気道の閉塞の為に無呼吸や低呼吸が起こる状態で、無呼吸の原因の95%を占める。胸部や腹部は呼吸運動を行っているが気流は停止している。
- ◆ 中枢型は、胸部と腹部の呼吸運動、気流はすべて停止している。



- ◆ 鼻口気流(エアフローセンサ)、気管音、SpO2を記録するものは一般的。呼吸運動や体動、心電図など測定できる項目の多い装置もある。
- ◆ 睡眠時無呼吸症候群の疑いのある方にこの装置を貸し出し、翌日回収して解析した結果をもとにSASである可能性が高いと判断された場合、さらに詳しい終夜睡眠ポリグラフ(PSG)を行う。



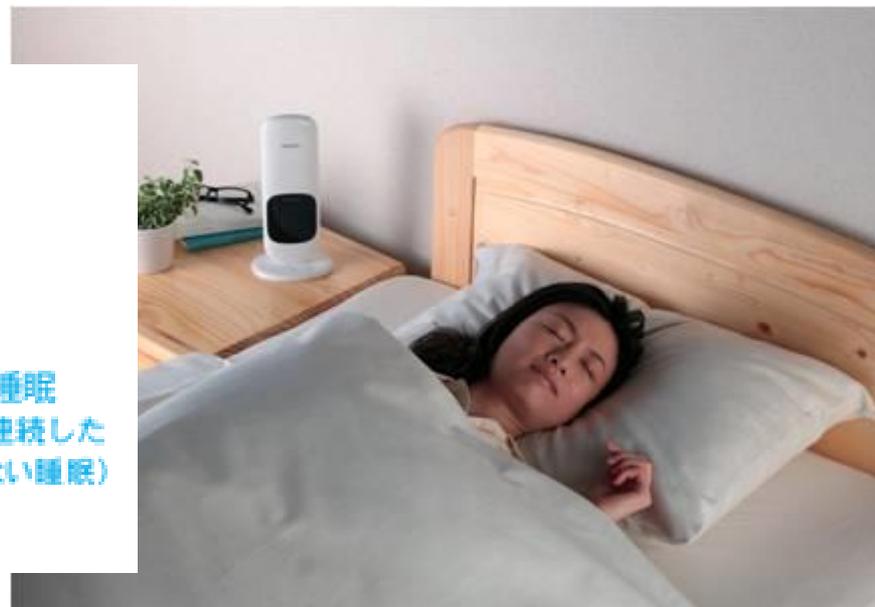
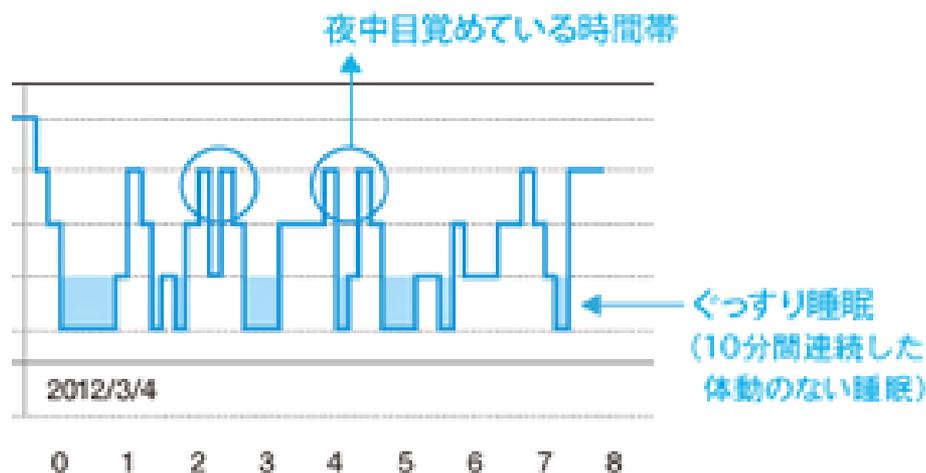
- ◆ 高精度体動センサーで体動、呼吸、脈拍による振動を検知する。
- ◆ 睡眠と覚醒の判別において終夜睡眠ポリグラフ検査と83%以上の一致率がある。



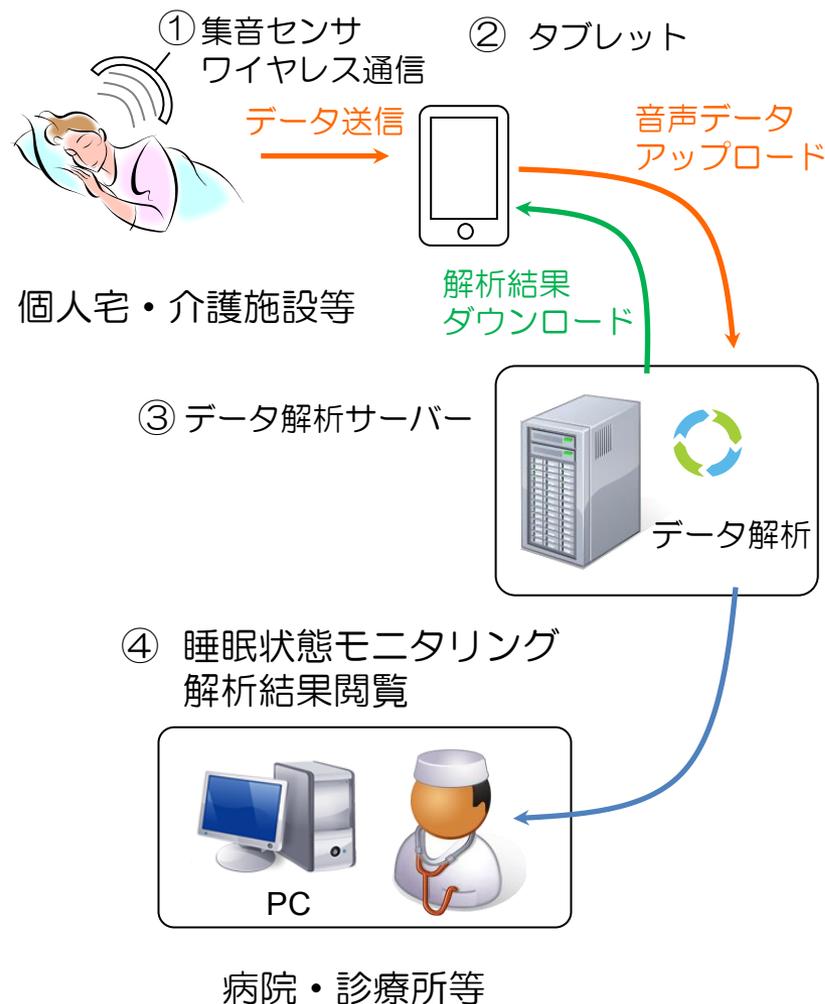
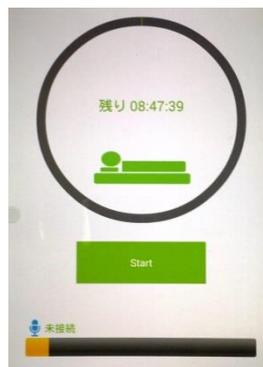
睡眠中のデータ波形の例

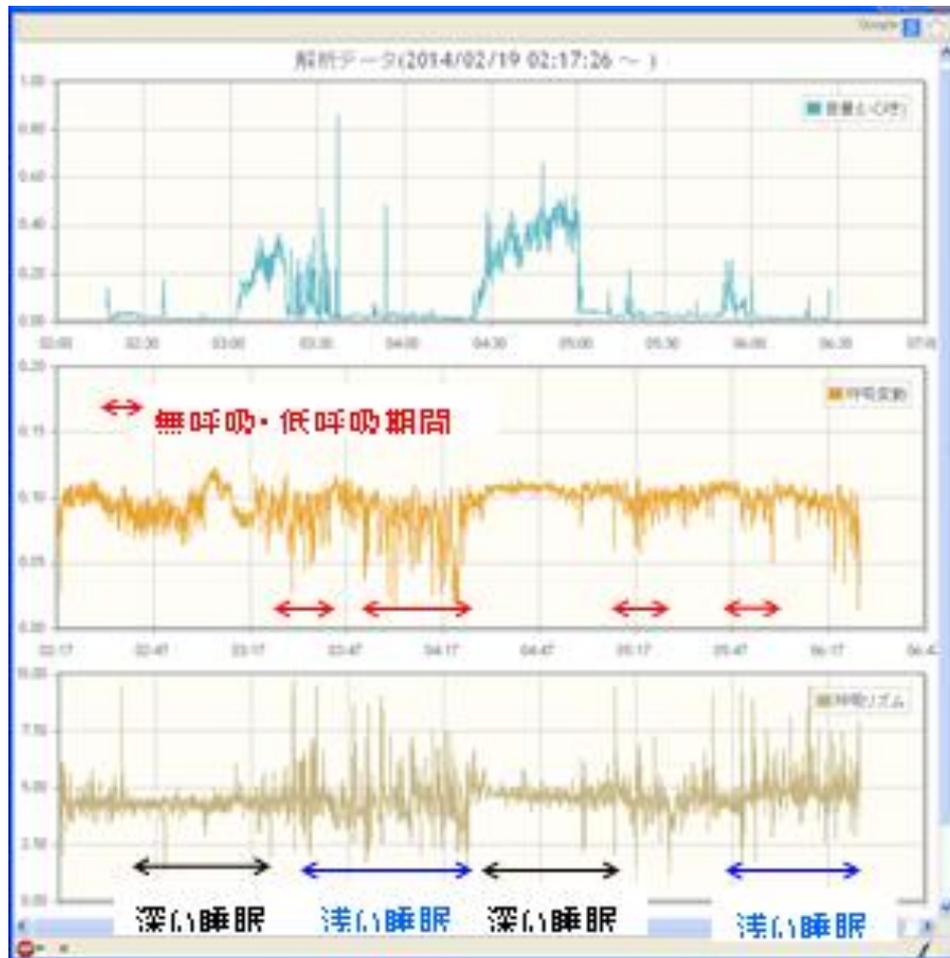
寝返りなどの時

- ◆ ベッドサイドに置くだけで、電波センサが寝返りや胸の動きをとらえて、眠っている(睡眠)/目覚めている(覚醒)状態を測定する。



- ◆ 睡眠中の寢息呼吸音を計測と解析することにより、無呼吸症候群と睡眠状態を評価するシステム
- ◆ 計測者が用意するもの
  - ◆ Bluetoothマイク
  - ◆ スマートフォン





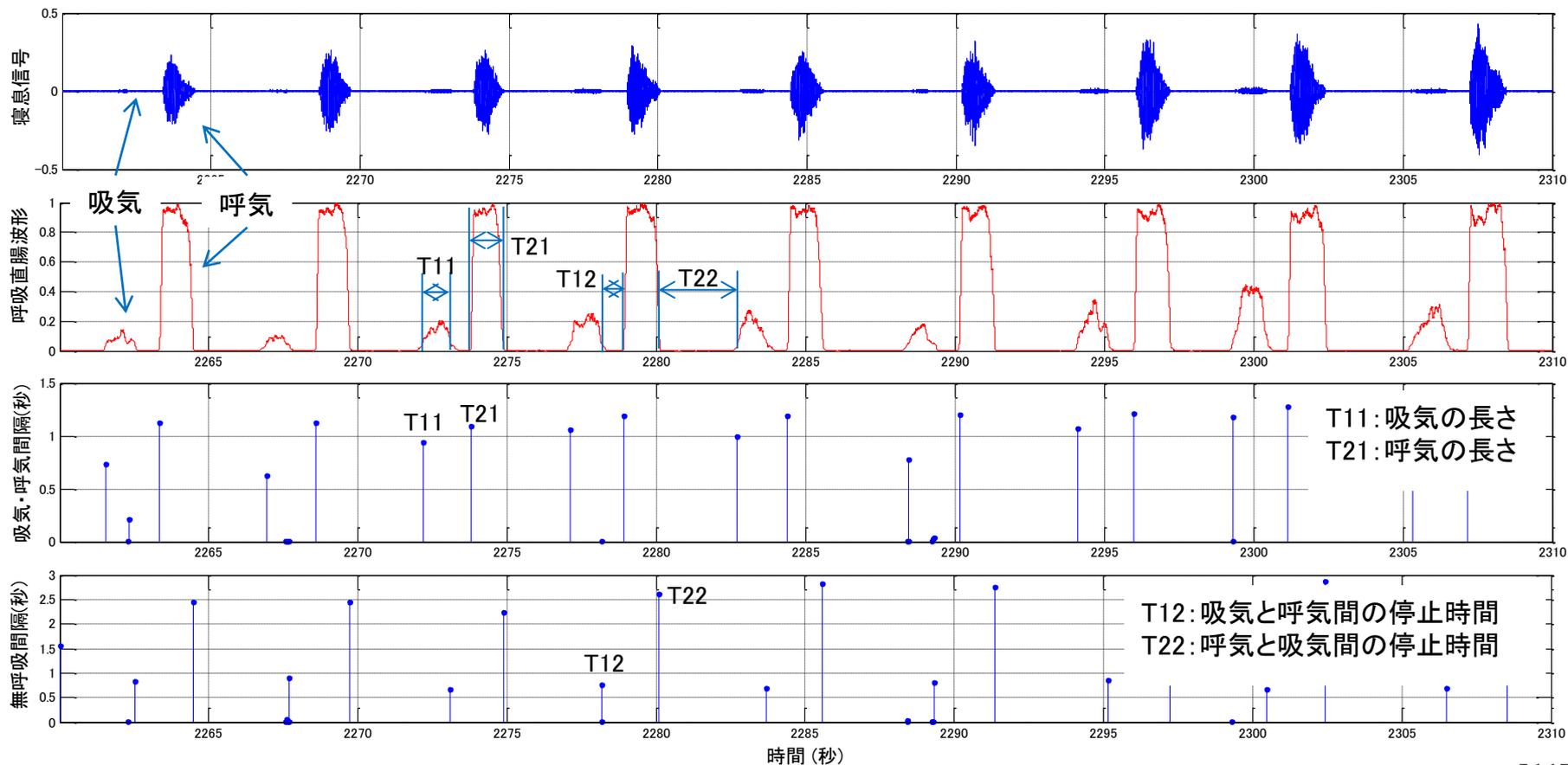
## ■ 計測推定可能情報

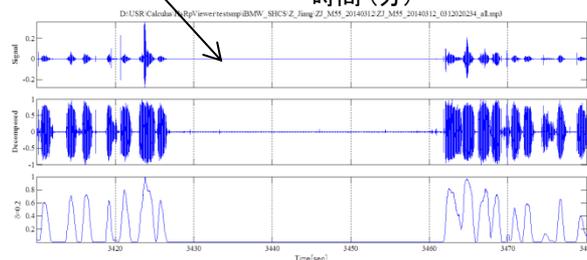
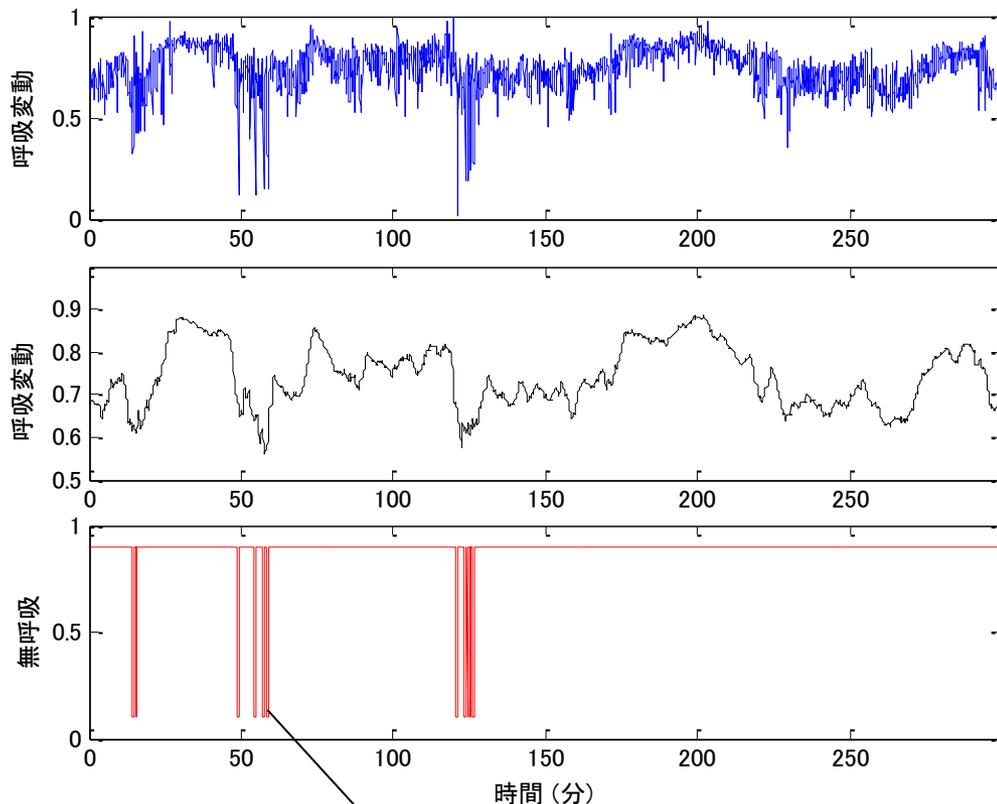
- ◆ いびき
- ◆ 無呼吸の回数
- ◆ 低呼吸の推定
- ◆ 睡眠の状態

## ■ 特徴

- ◆ 持ち歩き、出張先のホテルでも計測可能
- ◆ いつでもどこでも結果閲覧可能
- ◆ 睡眠の業務管理

- ◆ 寝息信号 → バンドパスフィルタリング処理 → 寝息呼吸信号強度の最適化 → 信号強度に基づき、吸気・呼気・無呼吸の間隔の算出





## ◆ 簡単な計算アルゴリズム

呼吸変動:  $\delta = \sum_{i=1}^k \delta_i$

無呼吸: 値が低い(ゼロに近い)

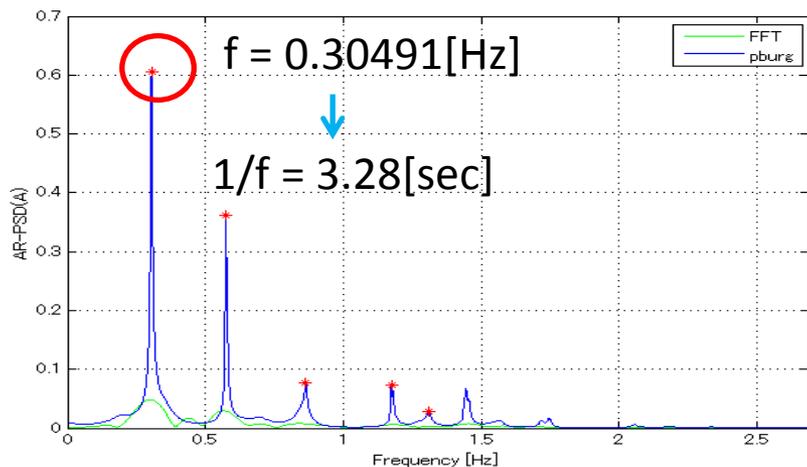
吸呼の変動とその移動平均値の差を求め、その差の変化が、与えられた閾値より小さい場合、無呼吸と判断する。

無呼吸の抽出

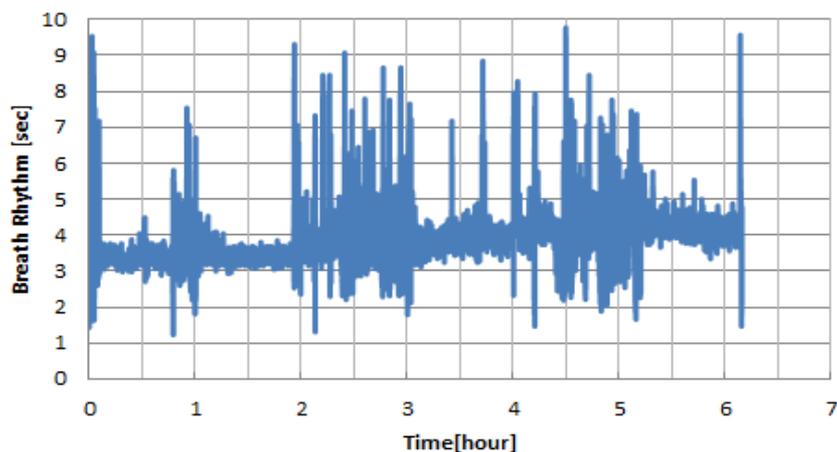
Low: 呼吸なし

High: 呼吸あり

## Frequency

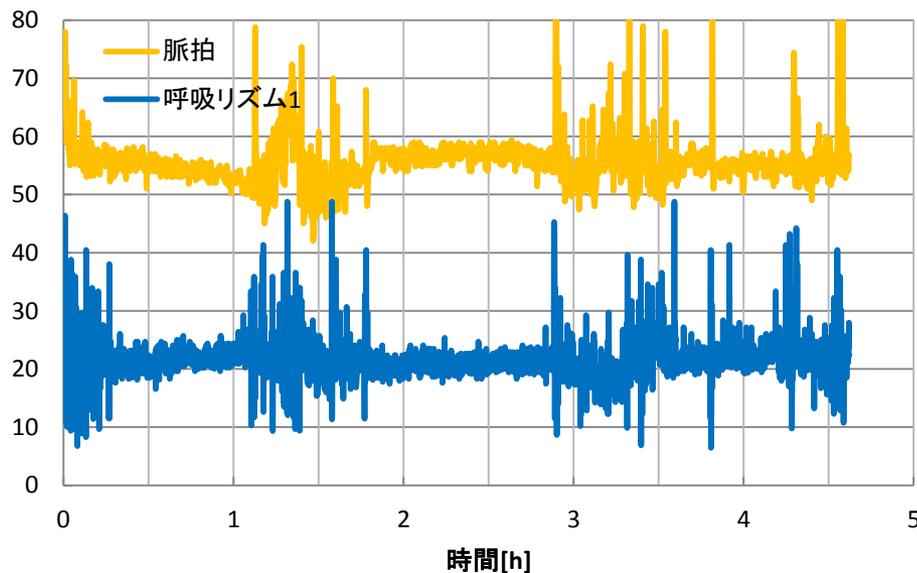


## Breath Rhythm



- 寢息呼吸音波形に対して呼吸周期を求め、その周期の変化率から睡眠状態を推定
- 脈拍変動との相関がある

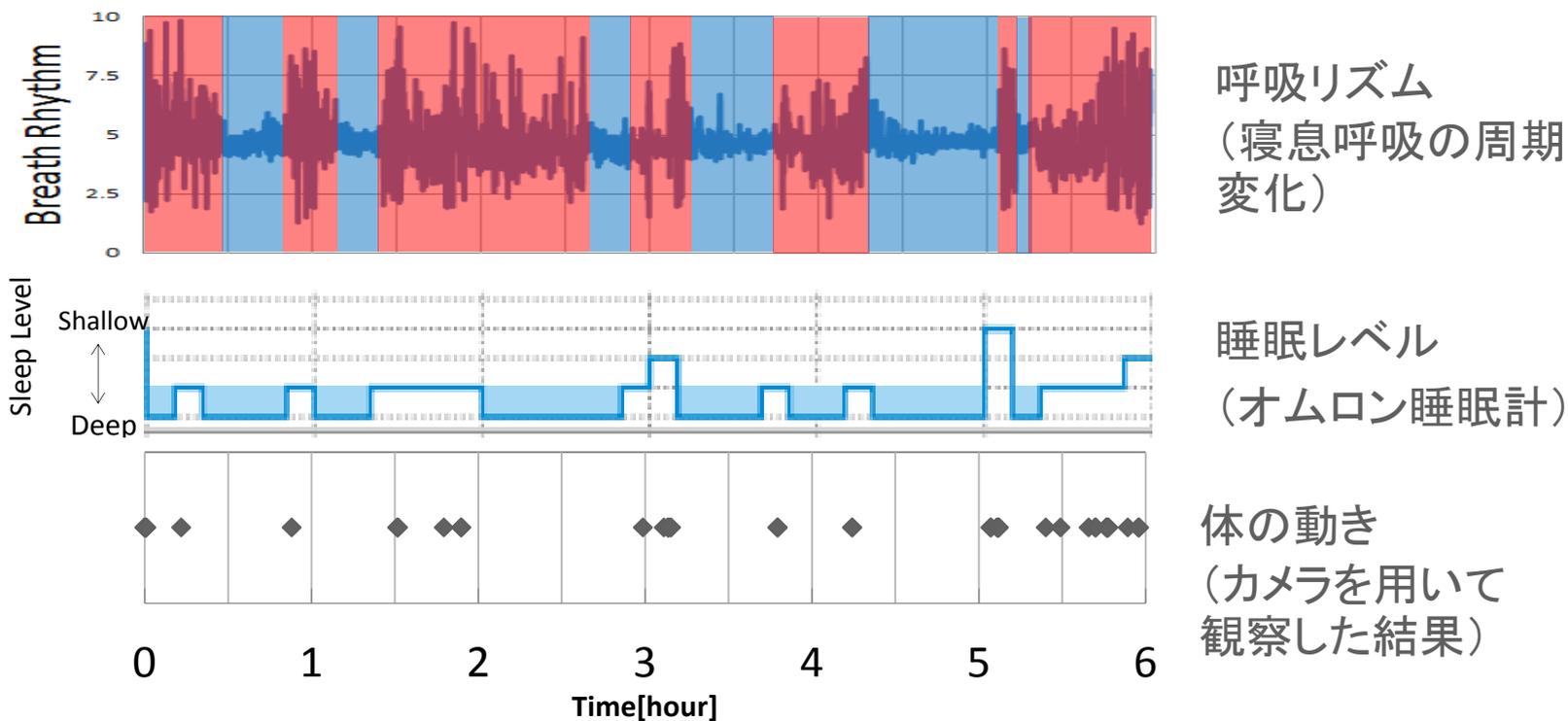
## 呼吸リズムと脈拍の比較



## オムロン睡眠計HSL-101を使用して実験検証を行った結果

浅い睡眠または覚醒: ⇔ 変動が大きい

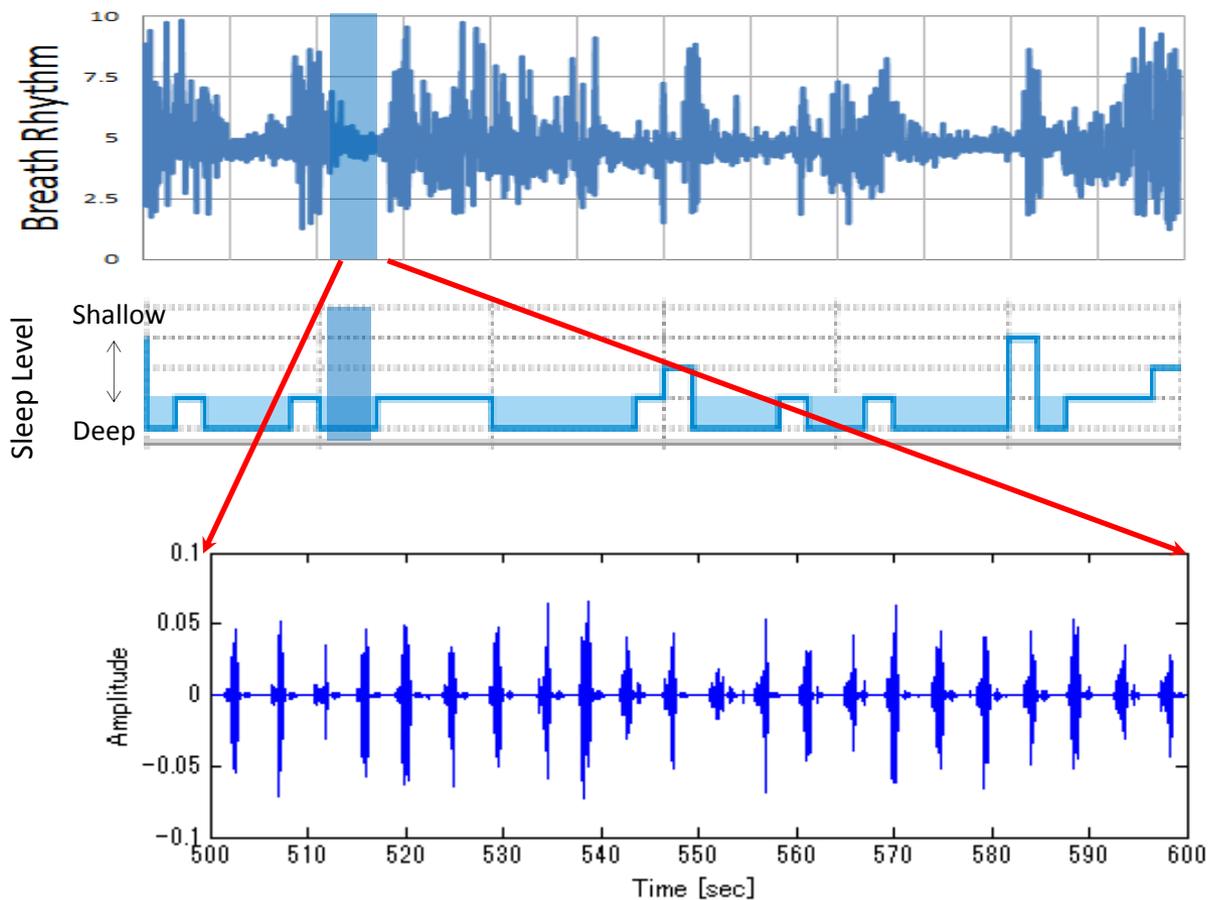
深い睡眠: ⇔ 変動が小さい.



呼吸リズム  
(寢息呼吸の周期変化)

睡眠レベル  
(オムロン睡眠計)

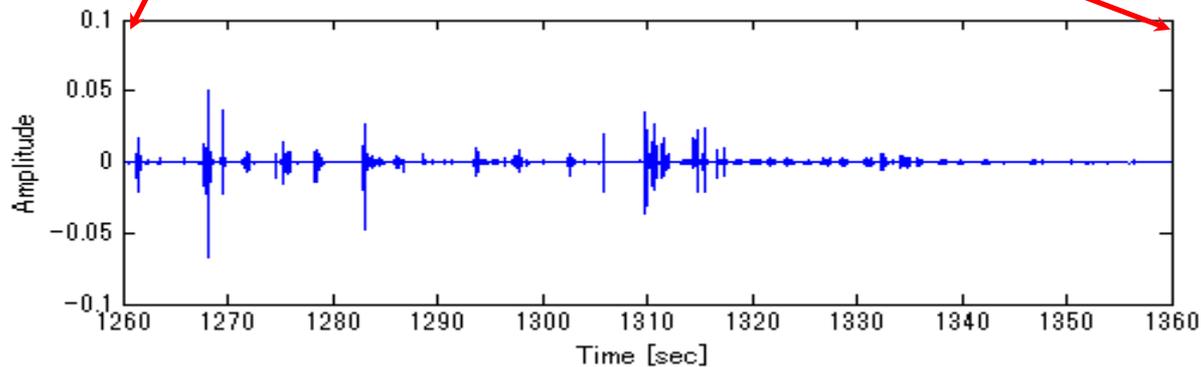
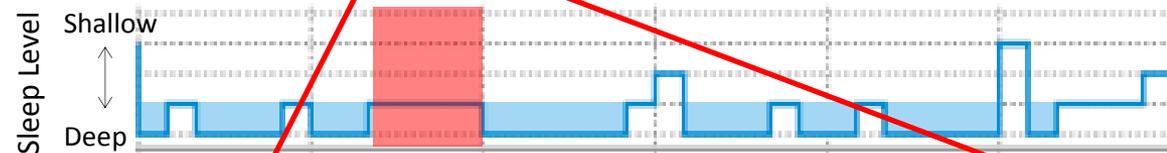
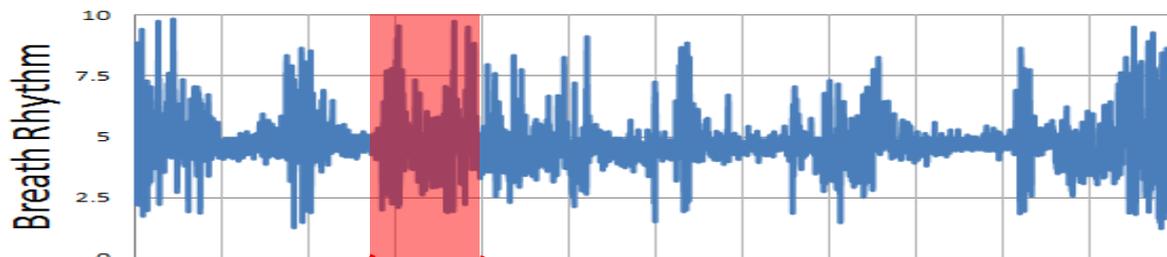
体の動き  
(カメラを用いて観察した結果)



呼吸リズム

睡眠レベル  
(オムロン)

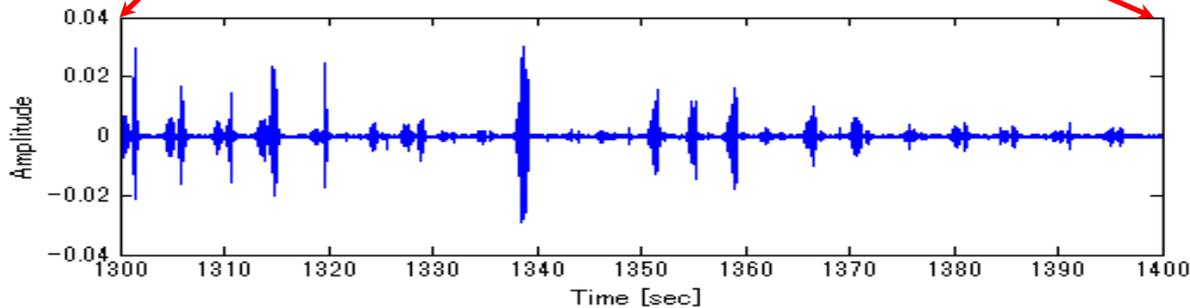
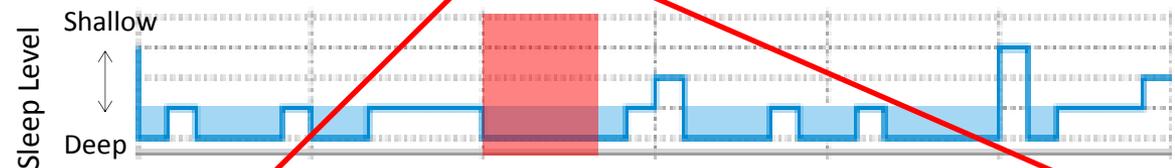
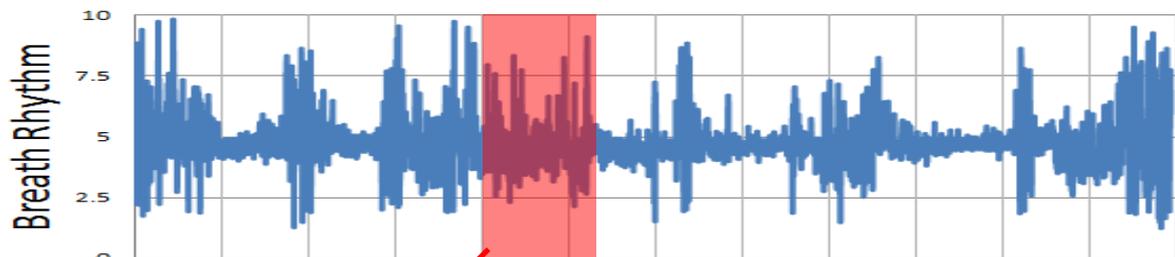
寢息呼吸信号



呼吸リズム

睡眠レベル  
(オムロン)

寢息呼吸信号



呼吸リズム

睡眠レベル  
(オムロン)

寢息呼吸信号

## 50代男性

Home 聴音ファイル

### 聴音ファイル一覧

測定開始日:  ユーザ:  規定:

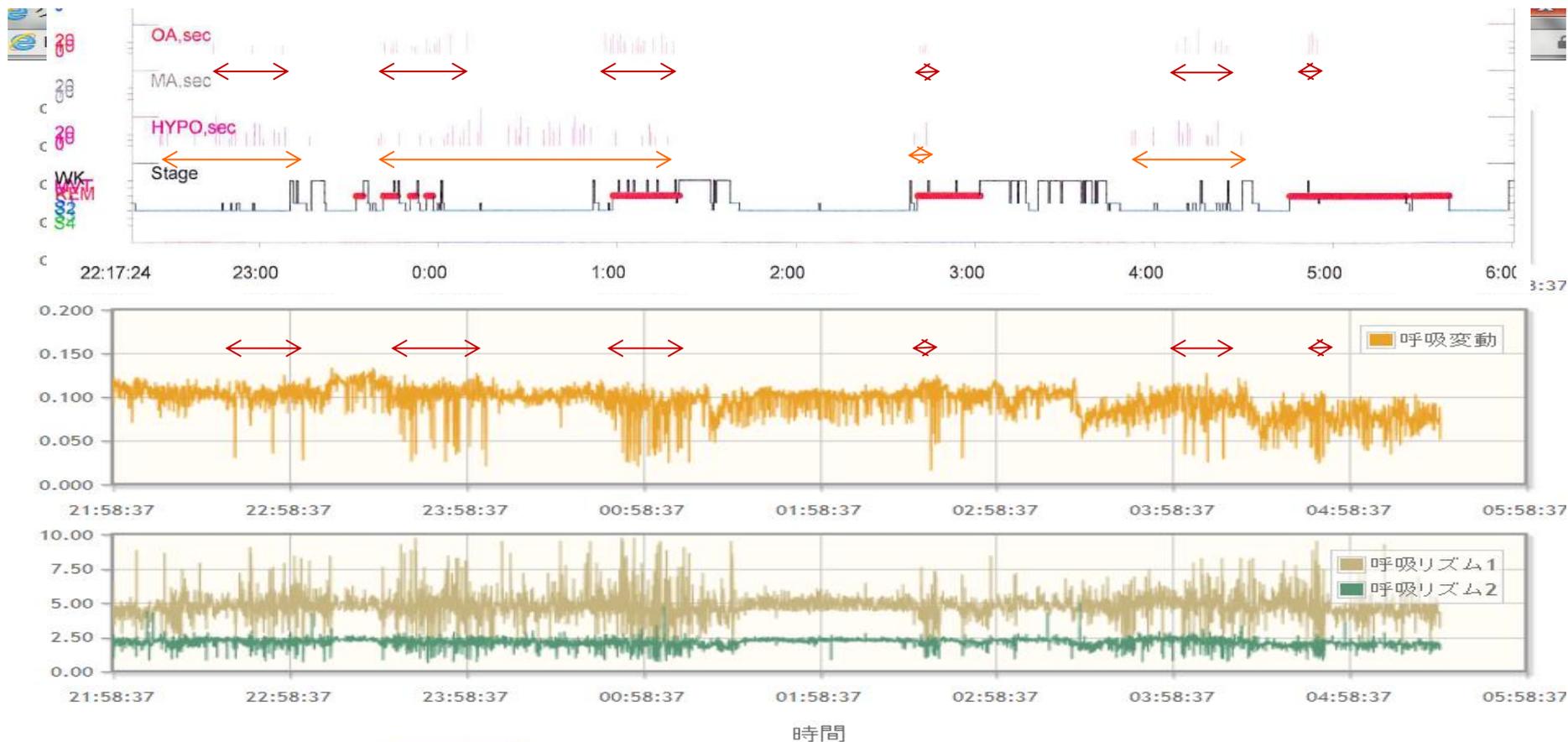
ID	ユーザ	規定	タイプ	測定開始日
3147	UserB	SHCS	MP3_C	2014/11/0
3144	UserB	SHCS	MP3_C	2014/11/0
3143	UserB	SHCS	MP3_C	2014/10/2
3141	UserB	SHCS	MP3_C	2014/11/0
3128	UserB	SHCS	MP3_C	2014/10/3
3126	UserB	SHCS	MP3_C	2014/10/3
3114	UserB	SHCS	MP3	2014/10/3
3097	Z_Jiang	SHCS	MP3_C	2014/03/0
3087	Keigo Hond	SHCS	MP3_C	2014/11/1
3077	UserA	SHCS	MP3_C	2014/10/2
3075	Keigo Hond	SHCS	MP3_C	2014/11/0
3064	T_Sakurai	SHCS	MP3_C	2014/11/0
3057	T_Sakurai	SHCS	MP3_C	2014/10/2
3056	T_Sakurai	SHCS	MP3_C	2014/10/2
3037	Mitsuki Fuy	SHCS	MP3	2014/10/3

削除 4 ページ中 1

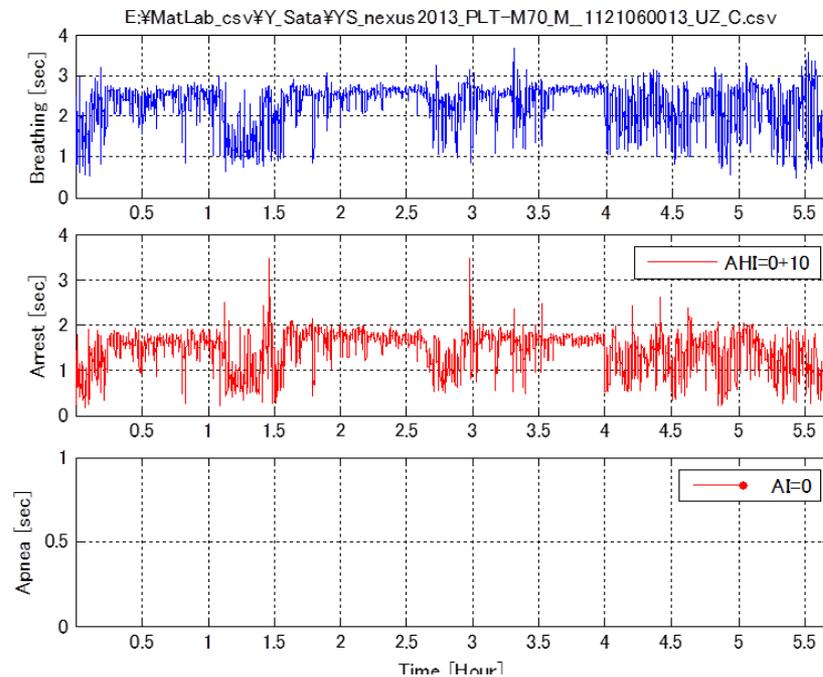
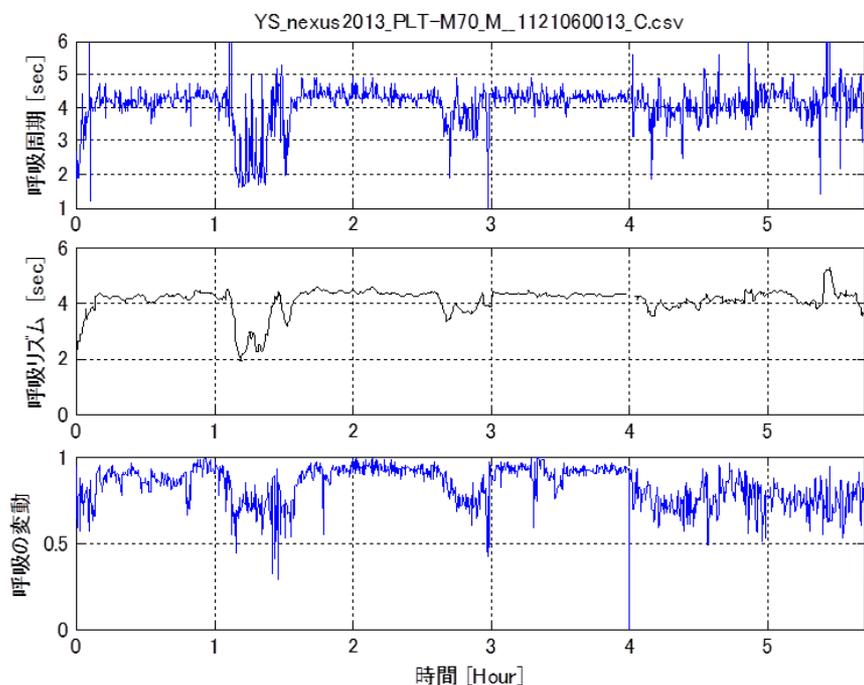


## ◆ 50代男性

↔ 無呼吸 ↔ 無呼吸

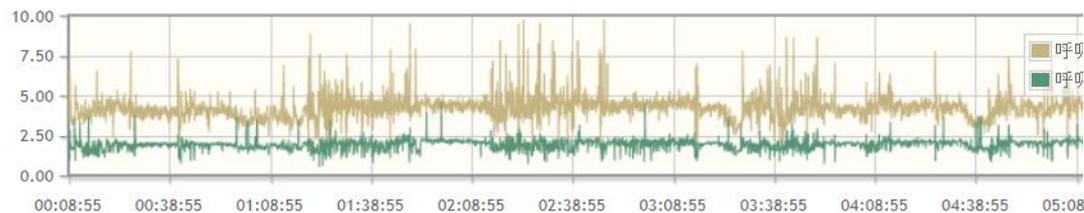
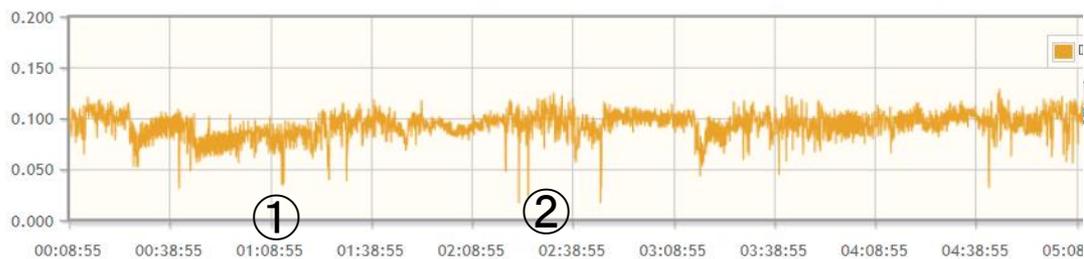
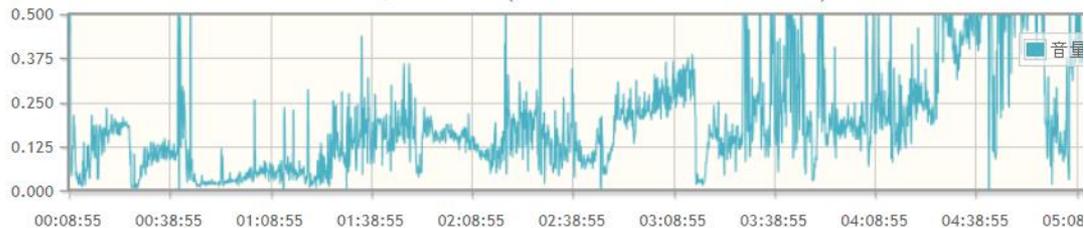


## ◆ 60代男性



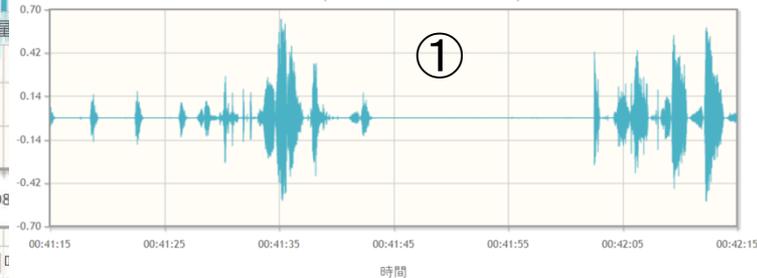
## ◆ 60代男性: 正常者だが、中枢型無呼吸の呼吸様子が見られる

解析データ(2014/10/25 00:08:55 ~ )



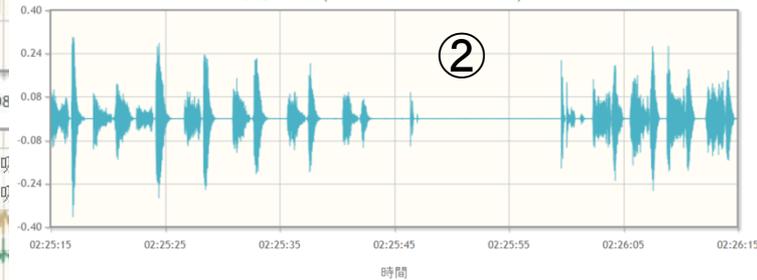
時間

波形データ(2014/10/25 00:41:15 ~ )



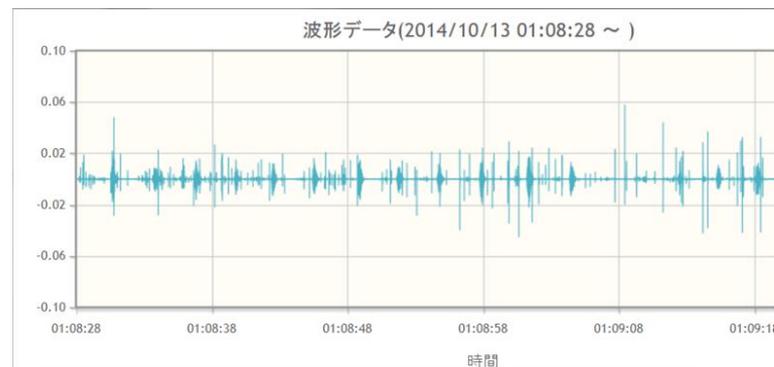
波形表示 - Internet Explorer  
https://www.ibmwradc.jp/ihcs/files/no/622/plot/scope?scope=2014%2F10%2F25%2002%3A25%3A45

波形データ(2014/10/25 02:25:15 ~ )

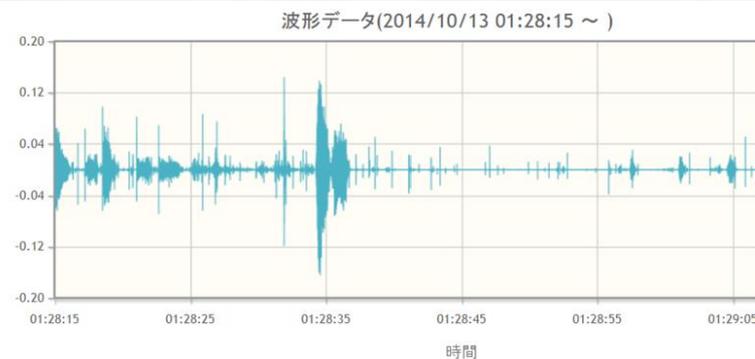


波形表示

- 環境ノイズの対策、体の動きが正確に抽出できる方法などに対して、ハードウェアの改良設計が必要。
- 一般ユーザが使いやすいアプリの開発と大人数ユーザに耐えられるデータ解析サーバの設計構築
- より多くの睡眠データを解析、統計し、より正確かつ定量的な結果表示方法の検討



波形表示 - Internet Explorer  
<https://www.ibmwradc.jp/shcs/files/no/546/plot?scope=2014%2F10%2F13%2001%3A28%3A45>



- 発明の名称: 寢息呼吸音解析装置及び方法
- 出願番号: 2014-123432
- 発明者: 江 鐘偉
- 出願人: 独立法人 山口大学
- 申請番号: S2014-0993-N0
  
- Email: [jiang@yamaguchi-u.ac.jp](mailto:jiang@yamaguchi-u.ac.jp)



**ご清聴、ありがとうございました。**