

PSGデータに埋もれている 有用な情報はないか？

－ デジタル計測と可視化手法の可能性 －

(有) のるぷろライトシステムズ
大木 昇



第36回睡眠学会 2011年10月15日
シンポジウム「睡眠の新たな情報抽出の可能性を探る」

睡眠解析に関わって20年

PSG計測の中にある情報が
十分に利用されていないのでは？

疑問？・・・

デジタル記録が普及

でも

解析手法は 紙記録時代と同じ？

言いたいこと！

**PSG計測データに含まれる情報を
とことん**

骨までしゃぶれ！

何故

**PSG計測データを
有効に活用できていないのか？**

PSGの目的

睡眠段階、~~無呼吸~~判定？

客観的・多角的に
睡眠状態を知る

中枢系、自律系、呼吸系、循環器系

PSGの視覚化手法

新しいPSG解析手法
今までの発表から紹介

論文にはな~~な~~っていない

3方向からチャレンジ

目的が異なるセンサから別情報を得る

ミクロな状態変化をみる（CD法）

異なる測定現象の関係性

3方向からチャレンジ

目的が異なるセンサから別情報を得る

ミクロな状態変化をみる（CD法）

異なる測定現象の関係性

目的が異なるセンサから別情報を得る

ECGから努力呼吸

肋間筋電図で努力呼吸計測する試みはある

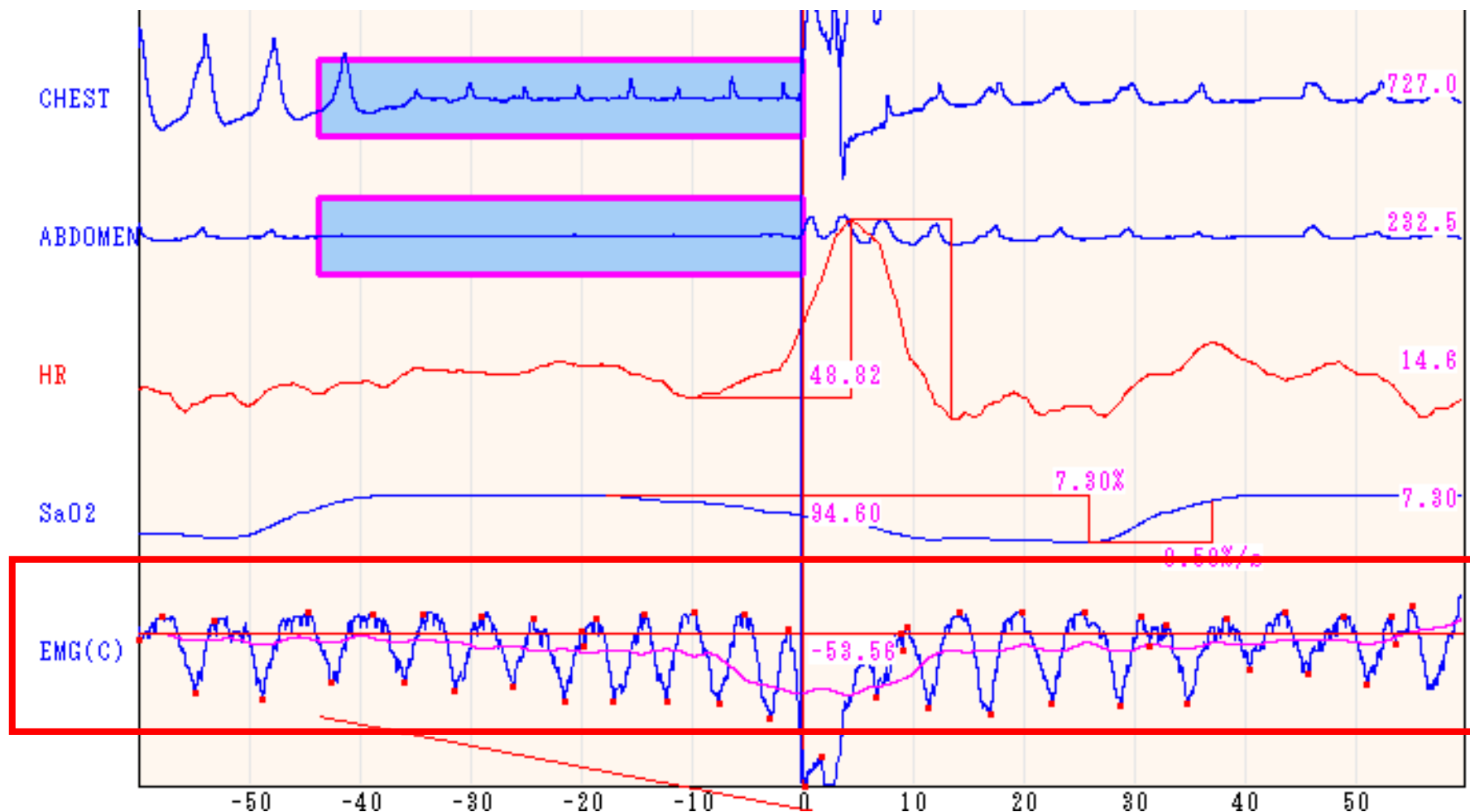
**ECG計測電極は、肋間筋の近くにある
努力呼吸の筋電成分は含まれるのでは？**

**性能の良いPSG機器で収録した心電図の
R波やT波をうまく取り除いてみよう**

（ここは、長年の解析ノウハウ）

目的が異なるセンサから別情報を得る

まずやってみた

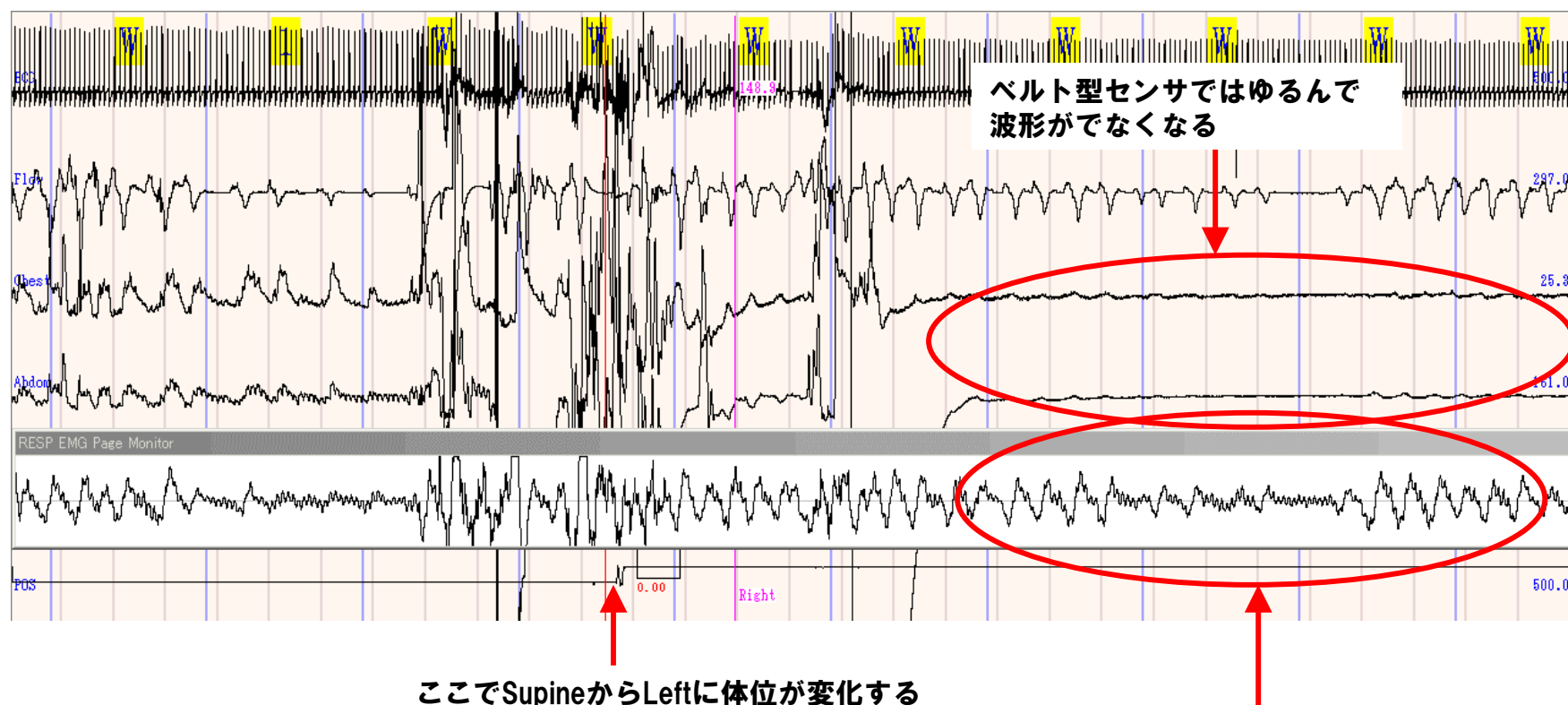


定性的に努力呼吸波形を確認できた

2006年睡眠学会ポスター発表

目的が異なるセンサから別情報を得る

けっこう使えるかも



定量的なパラメータ計測も現在は実現

2006年睡眠学会ポスター発表

動画から体動情報

PSGの動画は、RBDや体位など確認が主目的？

全く定量化が意識されていないので、動きの有無だけでも定量化することで体動情報が得られるでは？

長時間の動画なので簡単アルゴリズムで短時間で結果がでる方法を考えよう

単純なピクセル差分量だけを計算

目的が異なるセンサから別情報を得る

方法は単純

前後画像の 픽セル差分の総和を計算

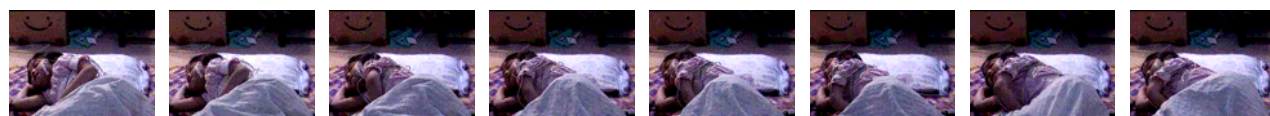


1秒後

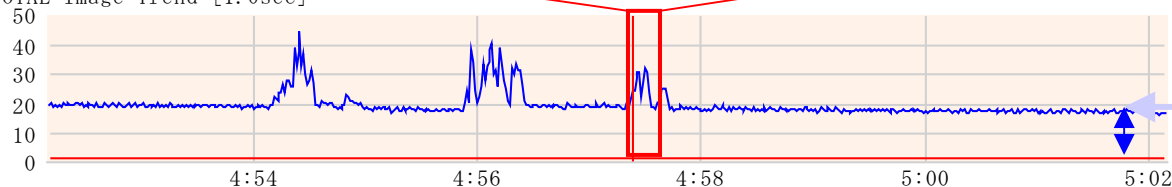


差分

画像の差を動作量として計算



TOTAL Image Trend [1.0sec]



ベースライン値は
画素のちらつき

2008年睡眠学会ポスター発表

目的が異なるセンサから別情報を得る

動いている区間はどこ？

6才 動画差分トレンド例 カラー画像

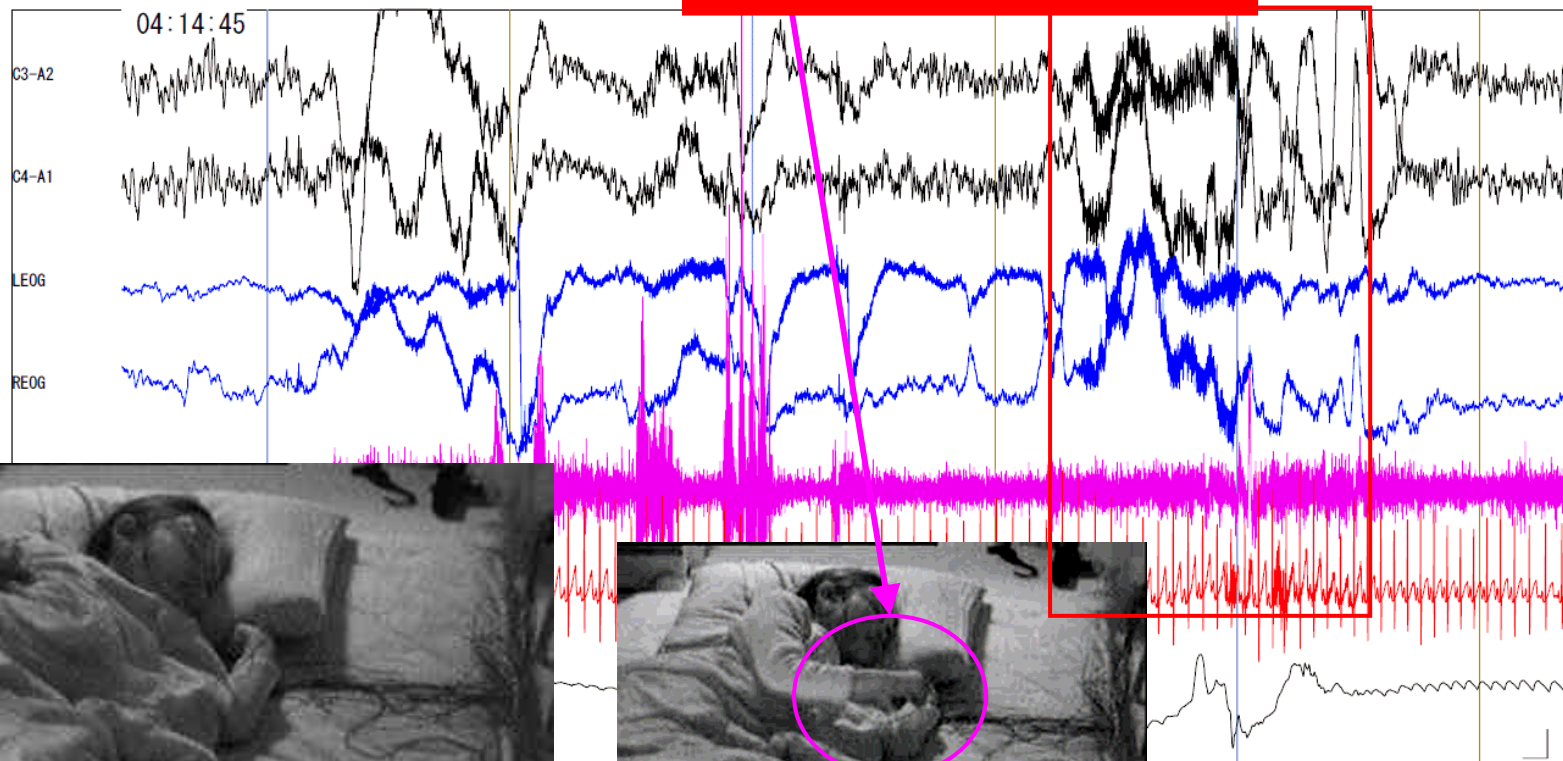
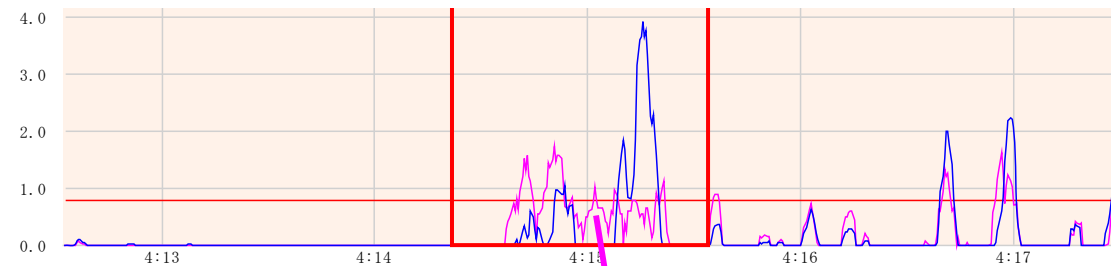


小児のGross Movementの解析応用

2008年睡眠学会ポスター発表

目的が異なるセンサから別情報を得る

応用 大きな体動 青色, 細体動 紫色



2009年こどもの眠り研究会発表

3方向からチャレンジ

目的が異なるセンサから別情報を得る

ミクロな状態変化をみる（CD法）

異なる測定現象の関係性

手法を探す

20秒～30秒エポック単位よりも短い変化を連続的に把握したい！

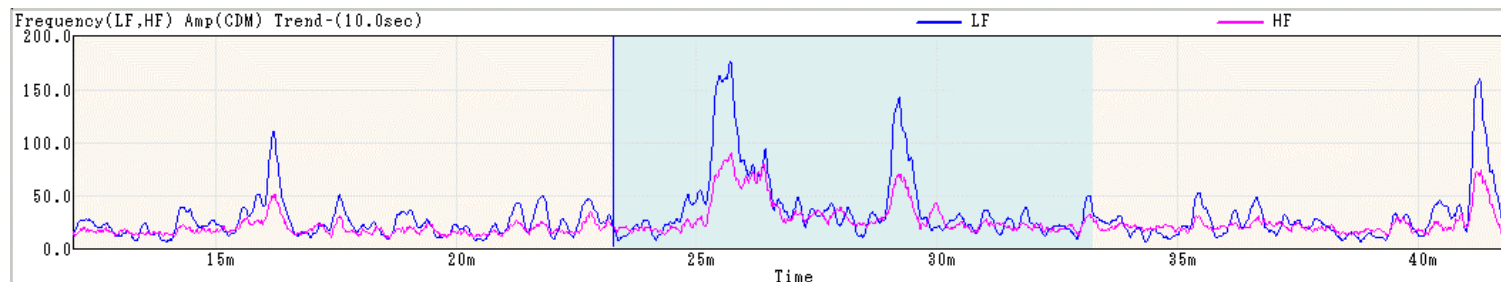
FFTやMEMなどの周波数解析は解析区間の定常性前提という制約で1秒以下の変化をきれいに表現できない。時間周波数解析（代表的なものにWavelet解析やMBFA解析）もどうも視覚的に一致しない。

やっと見つけた。

Complex Demodulation (CD) 法

Complex Demodulation法

- 40年以上前から使われていた古い技術
- 時間領域 (Time domain) の解析法 (時間周波数解析)
- 指定した帯域 (既知) の瞬時振幅を出せる
- 高周波から低周波 (1Hz以下) まで同じ手法で解析可能 (脳波・筋電図～心拍変動まで)
- データ解析区間の定常性を前提にしない
- 未知の周波数分布も工夫次第で表現可能

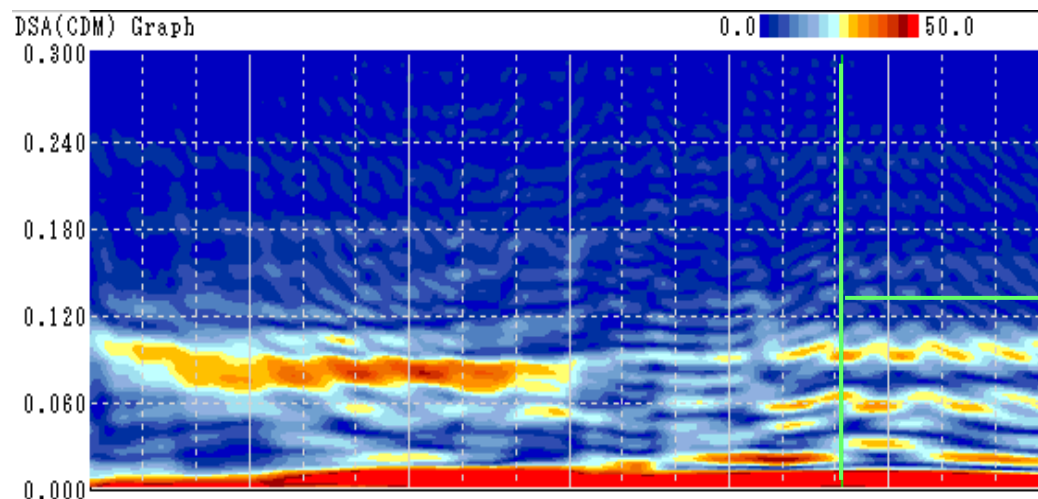


CD法の拡張

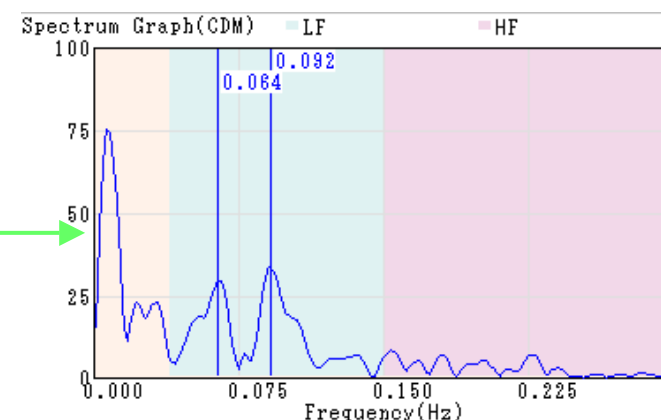
元々は帯域指定した瞬時振幅を求めるために1時点のスペクトラム分布を出せない。

拡張方法

求めたいスペクトラム分解能でずらした複数帯域で解析区間のCD法を計算して、帯域平均振幅を分布として表示する。
解析区間内の瞬時振幅を色表示してDSA表示も可能。



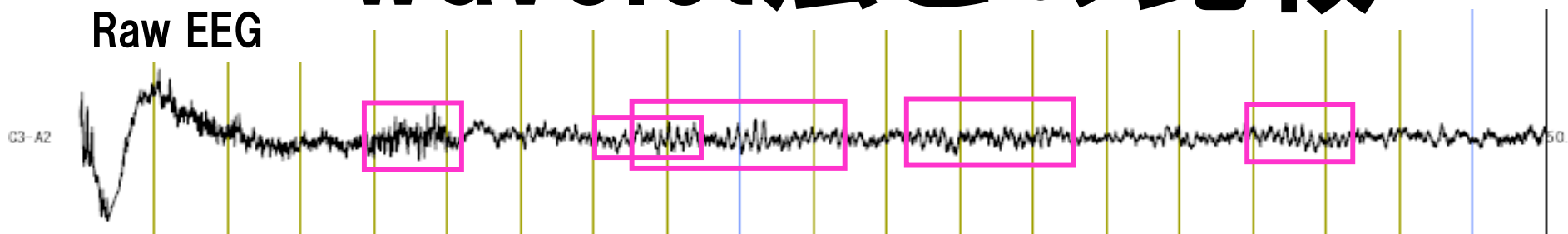
心拍変動例（3分間の変化）



ミクロな状態をみる

Wavelet法との比較

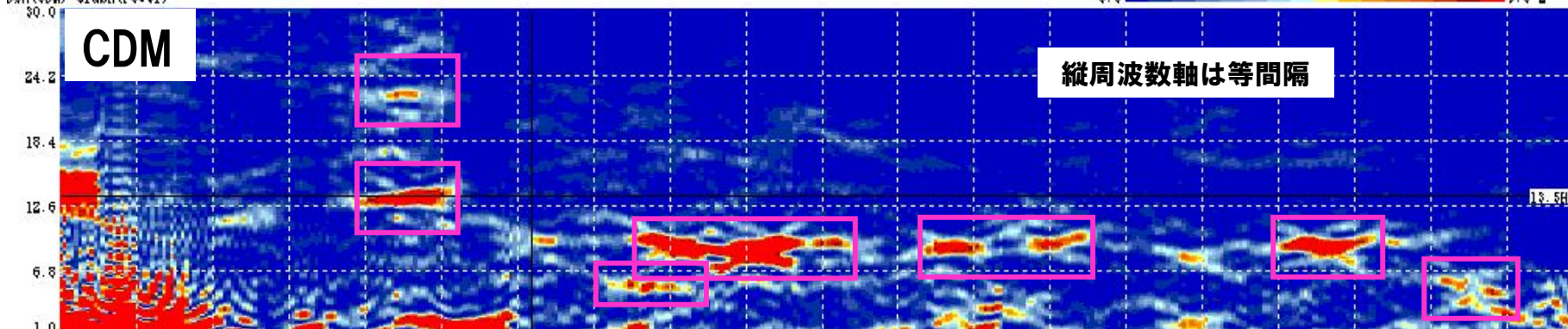
Raw EEG



DSA (CDM) Graph (Power)

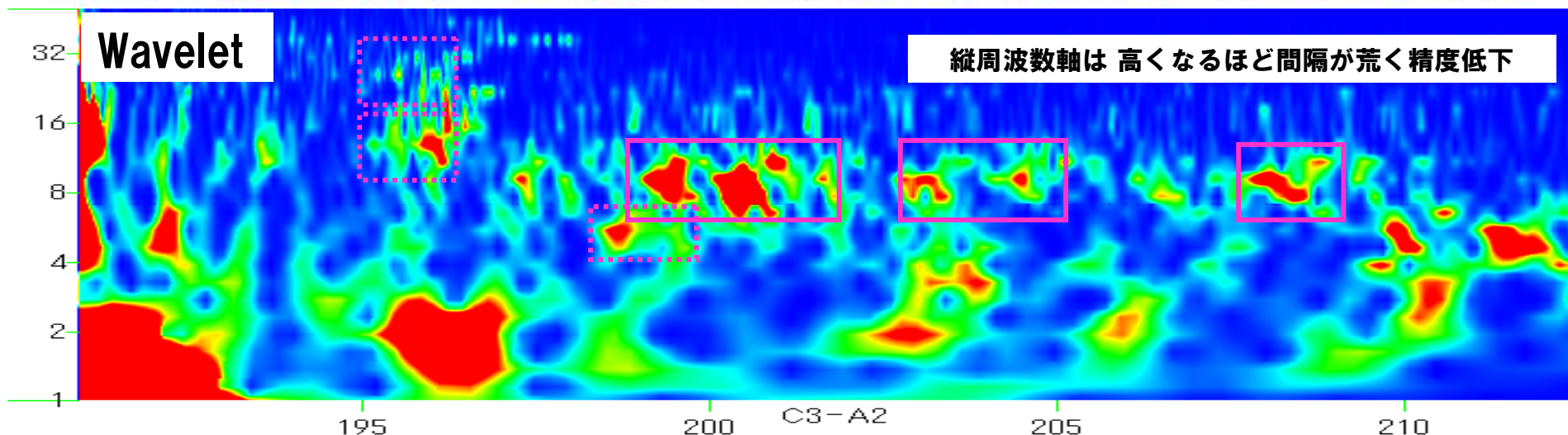
CDM

縦周波数軸は等間隔



Wavelet

縦周波数軸は 高くなるほど間隔が荒く精度低下



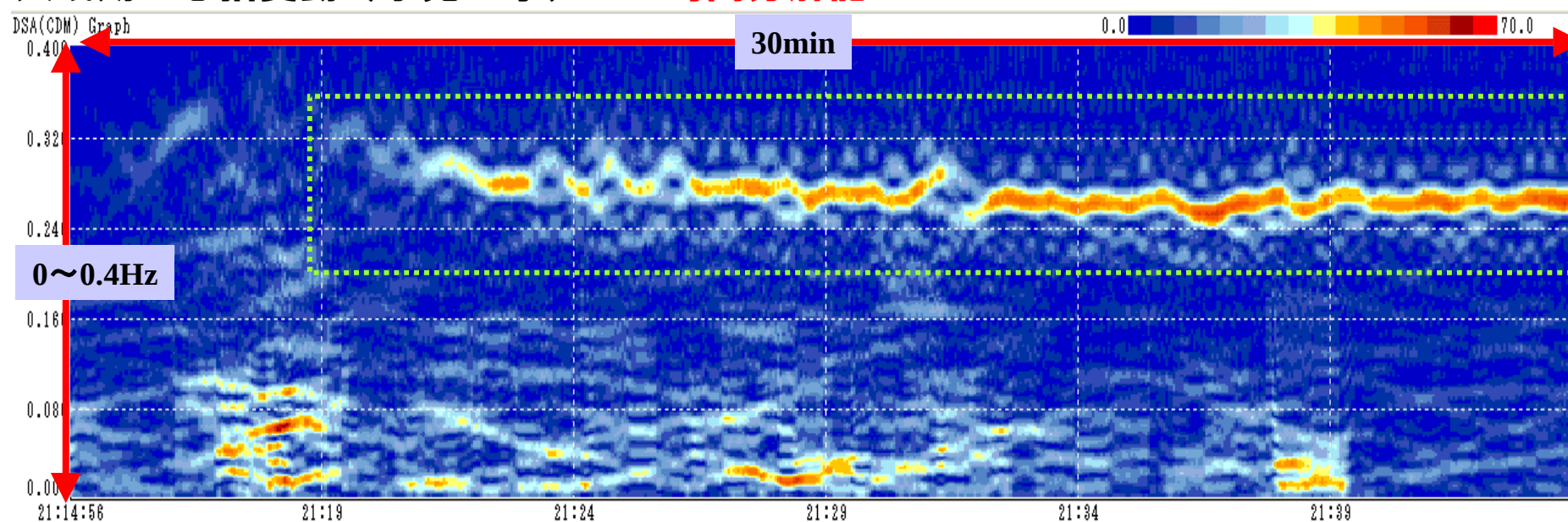
ミクロな状態をみる

入眠期の心拍変動

睡眠の心拍変動ではLF, HFという広い帯域幅の解析で
結果がはっきりしない

入眠期の心拍変動（小児7才）

時間分解能1sec



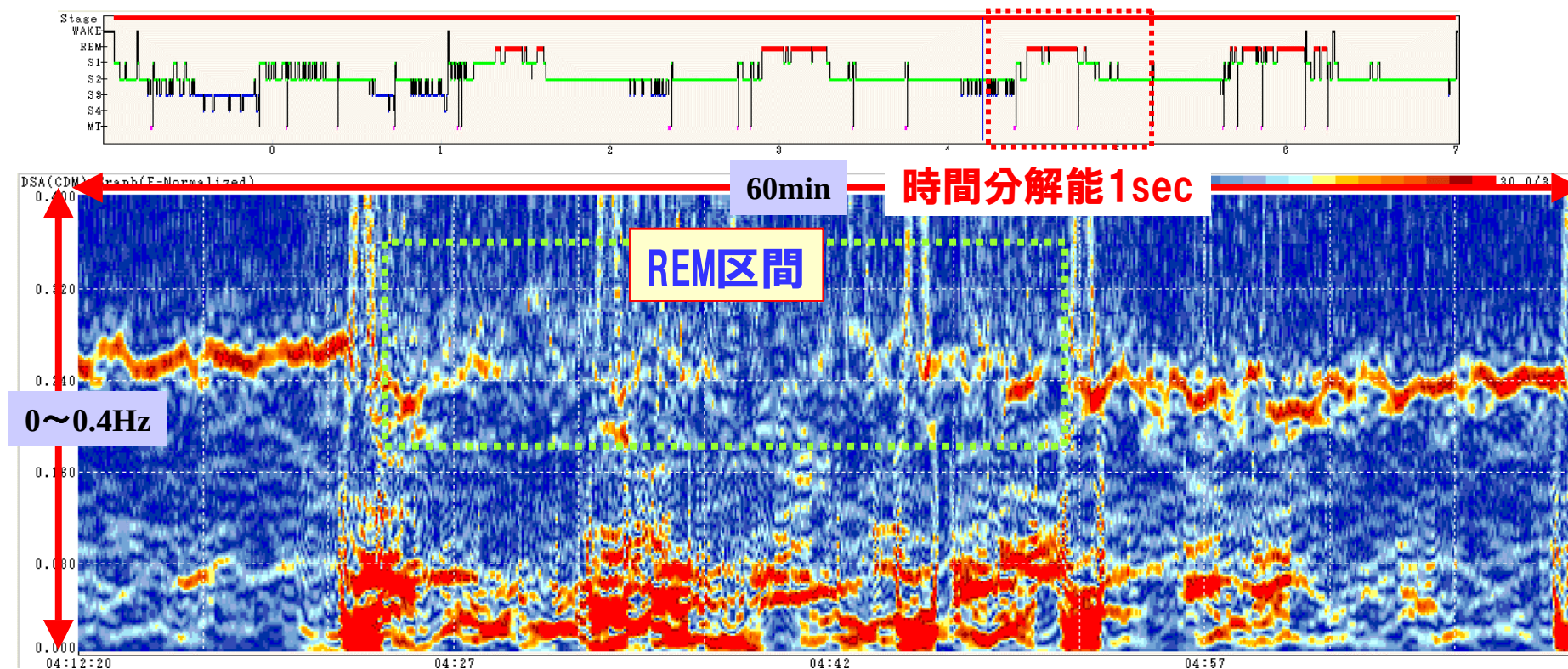
HF (=呼吸性不整脈) がきれいに出現
同時に周波数が低く（呼吸数低下）

ミクロな状態をみる

REM期の心拍変動

睡眠のREM期の心拍変動はどうなるのか？

成人REM期の心拍変動

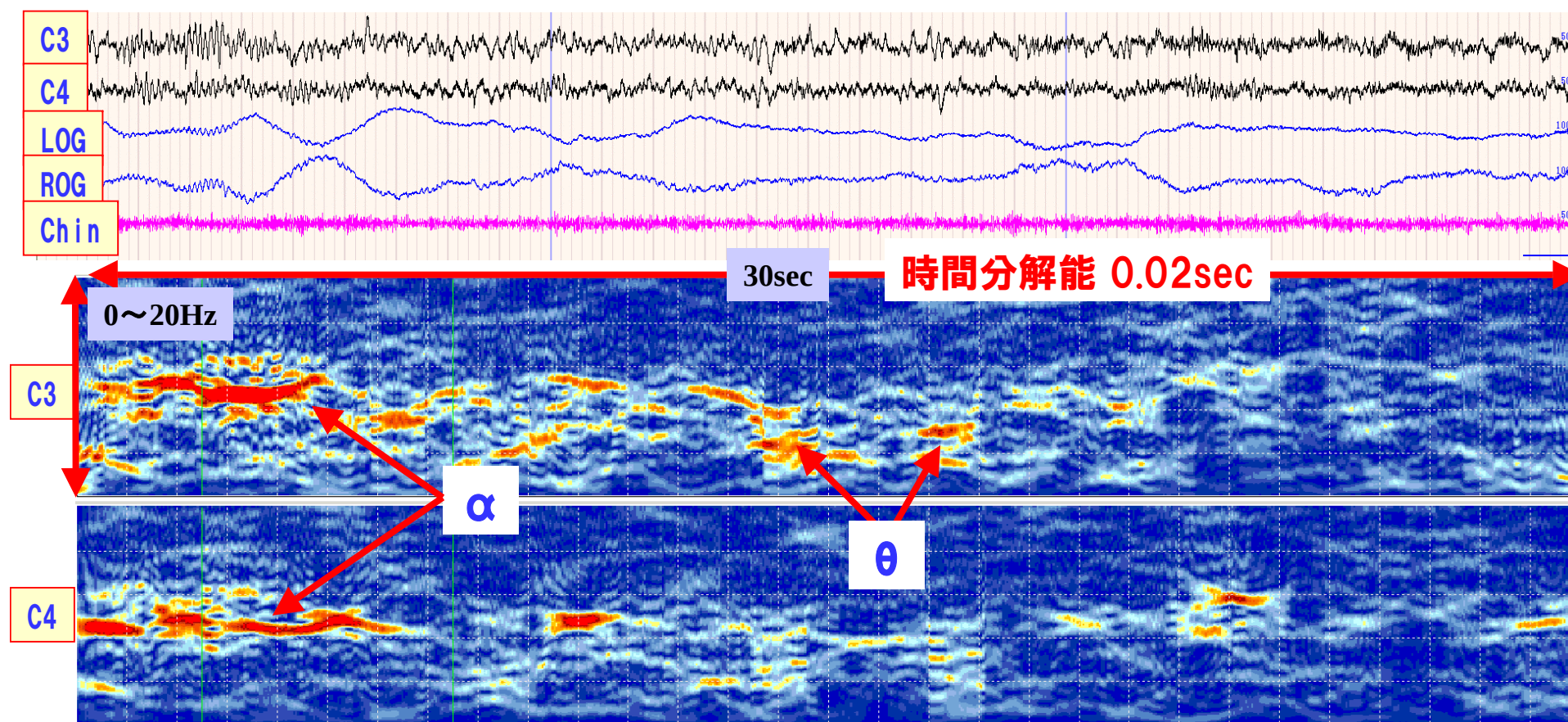


HFは完全消失ではなく、細かく途切れる

ミクロな状態をみる

脳波のCD法解析

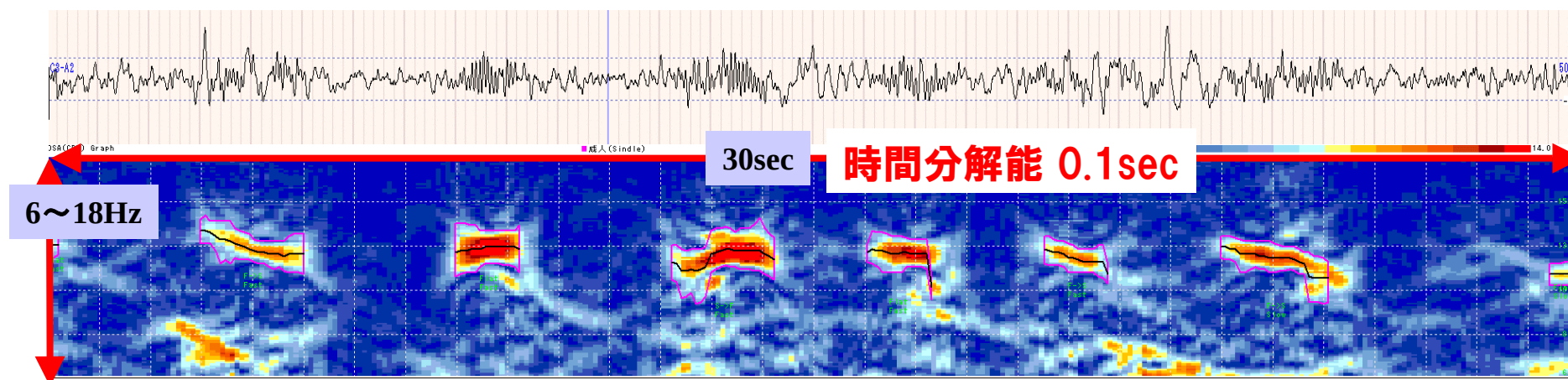
睡眠の入眠期の脳波変化をCD法で細かくみてみると！



ミクロな状態をみる

SpindleのCD法解析

睡眠中のスピンドルの検出に利用！



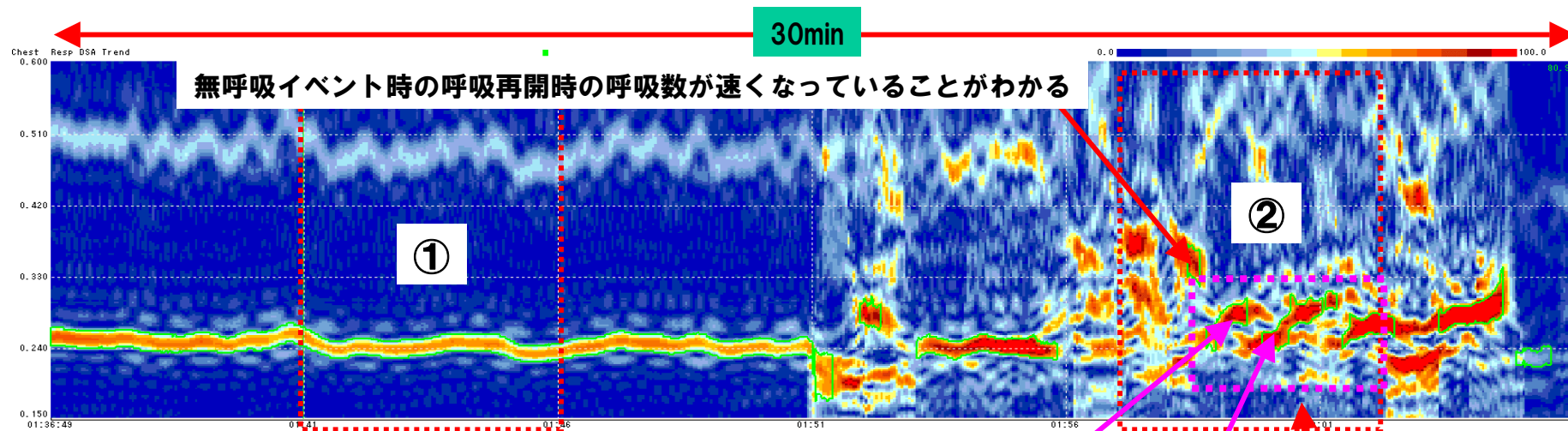
スピンドル内の周波数変化が把握できる

スピンドル検出し、その持続や周波数変化を定量化

ミクロな状態をみる

呼吸のCD法解析

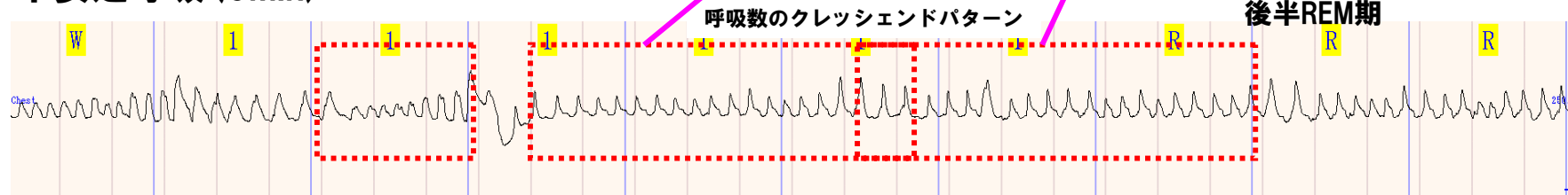
呼吸波形の細かい周波数変化（呼吸数変化）を調べてみたい！



① 安定呼吸 (5min)



② 不安定呼吸 (5min)



2011年 ISMSJポスター発表

3方向からチャレンジ

目的が異なるセンサから別情報を得る

ミクロな状態変化をみる（CD法）

異なる測定現象の関係性

PSGは複数現象を計測

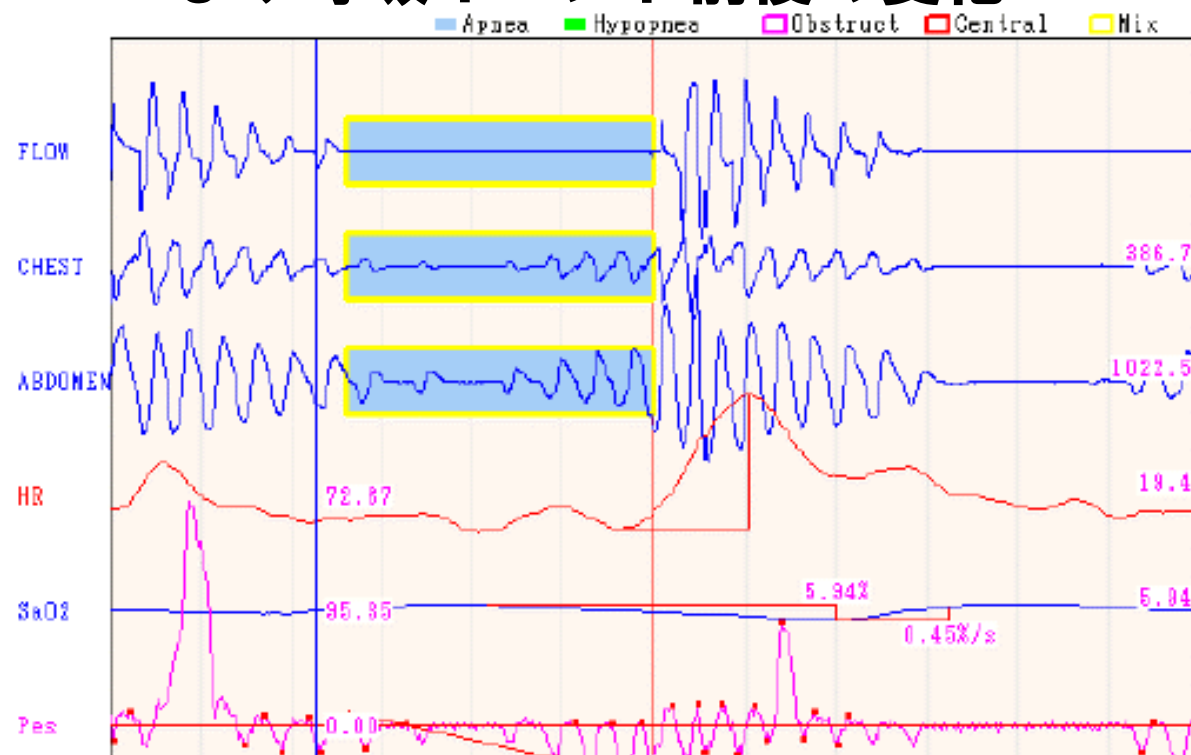
脳波, 筋電, 心電図, 呼吸, SpO2, CO2 etc.

**各現象が生体事象（イベント）に応じてどのように
変化するかを、同時系列に表示することで、関係性
を把握することができる**

中枢系と自律系、循環器系の関係性

呼吸イベントの変化

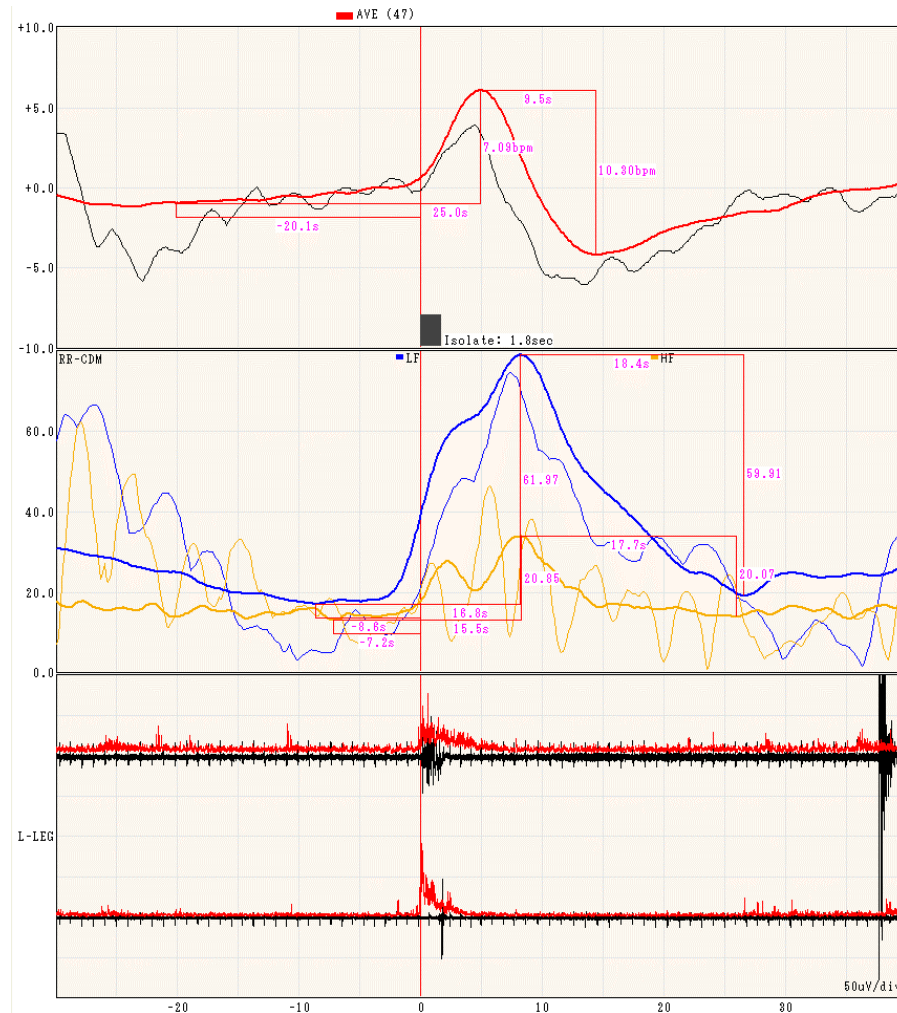
SASがはやっていたので、
まず呼吸イベント前後の変化



心拍パラメータ	-----	心拍上昇値、最大値潜時、区間傾き
酸素飽和度	-----	低下値、回復時間、回復度
食道内圧	-----	最低値、傾き、面積

PLMsイベントの変化 1

PLMsイベント前後の各種パラメータ変化（覚醒を伴うPLMs）



心拍数の加算平均

心拍変動の加算平均

青 LF成分 (0.04~0.15Hz)

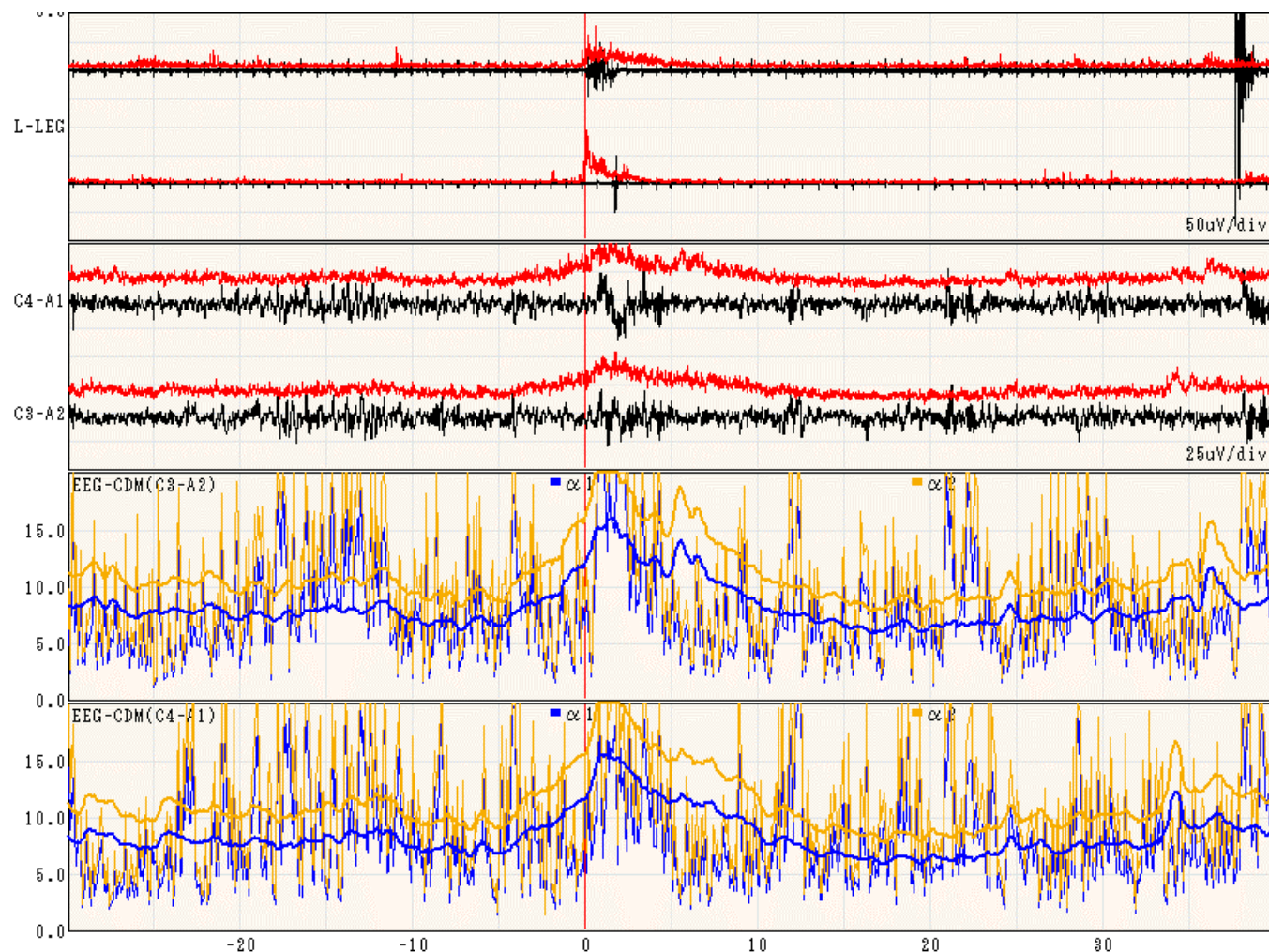
橙 HF成分 (0.15~0.40Hz)

L-Legの絶対値加算平均

R-Legの絶対値加算平均

PLMsイベントの変化 2

PLMsイベント前後の各種パラメータ変化（覚醒を伴うPLMs）



L-Legの絶対値加算平均

R-Legの絶対値加算平均

EEGの絶対値加算平均

帯域瞬時振幅加算平均

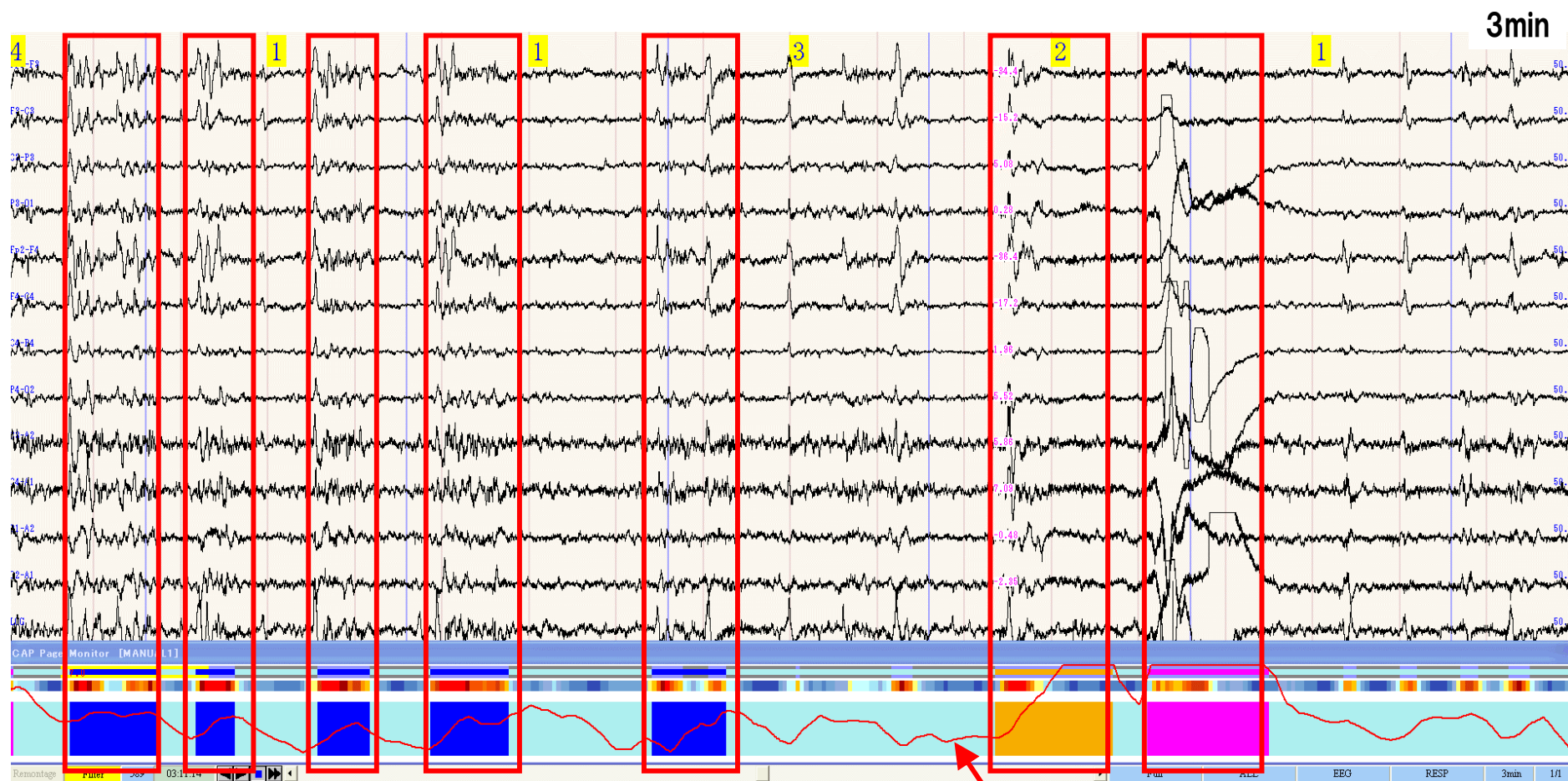
C3 青 $\alpha 1$ (7-9.5Hz)
橙 $\alpha 2$ (9.5-12Hz)

帯域瞬時振幅加算平均

C4 青 $\alpha 1$ (7-9.5Hz)
橙 $\alpha 2$ (9.5-12Hz)

CAPと心拍の関係 1

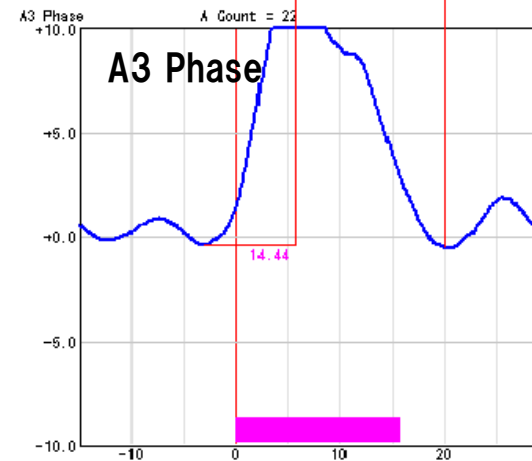
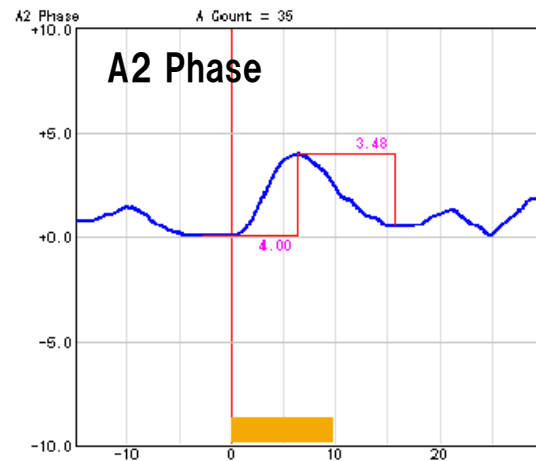
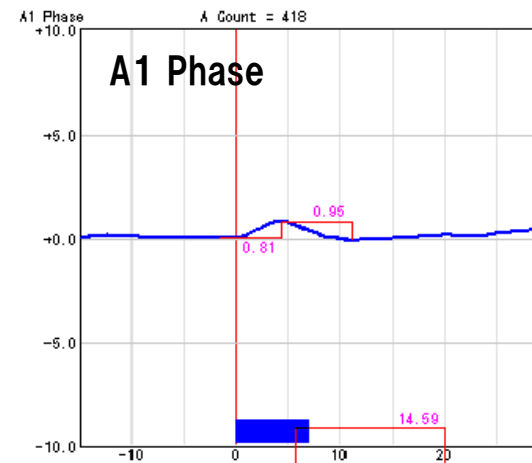
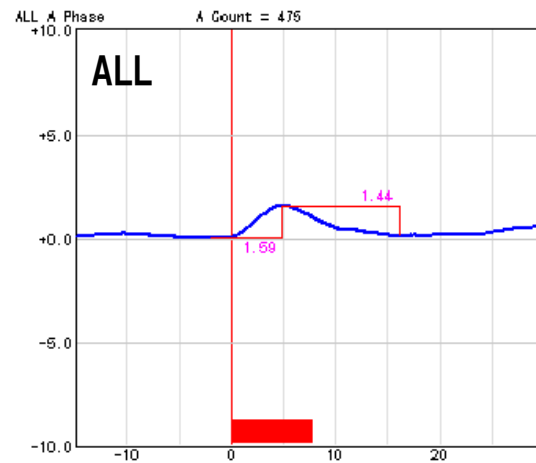
Cyclic Alternating Pattern (CAP)に伴う心拍変化を捉える



Phaseタイプごとに心拍数変化を集計すると・・・心拍数変化

CAPと心拍の関係 2

CAP Phaseごとに心拍数の変化が異なる
異なり方に違いがあるのか？

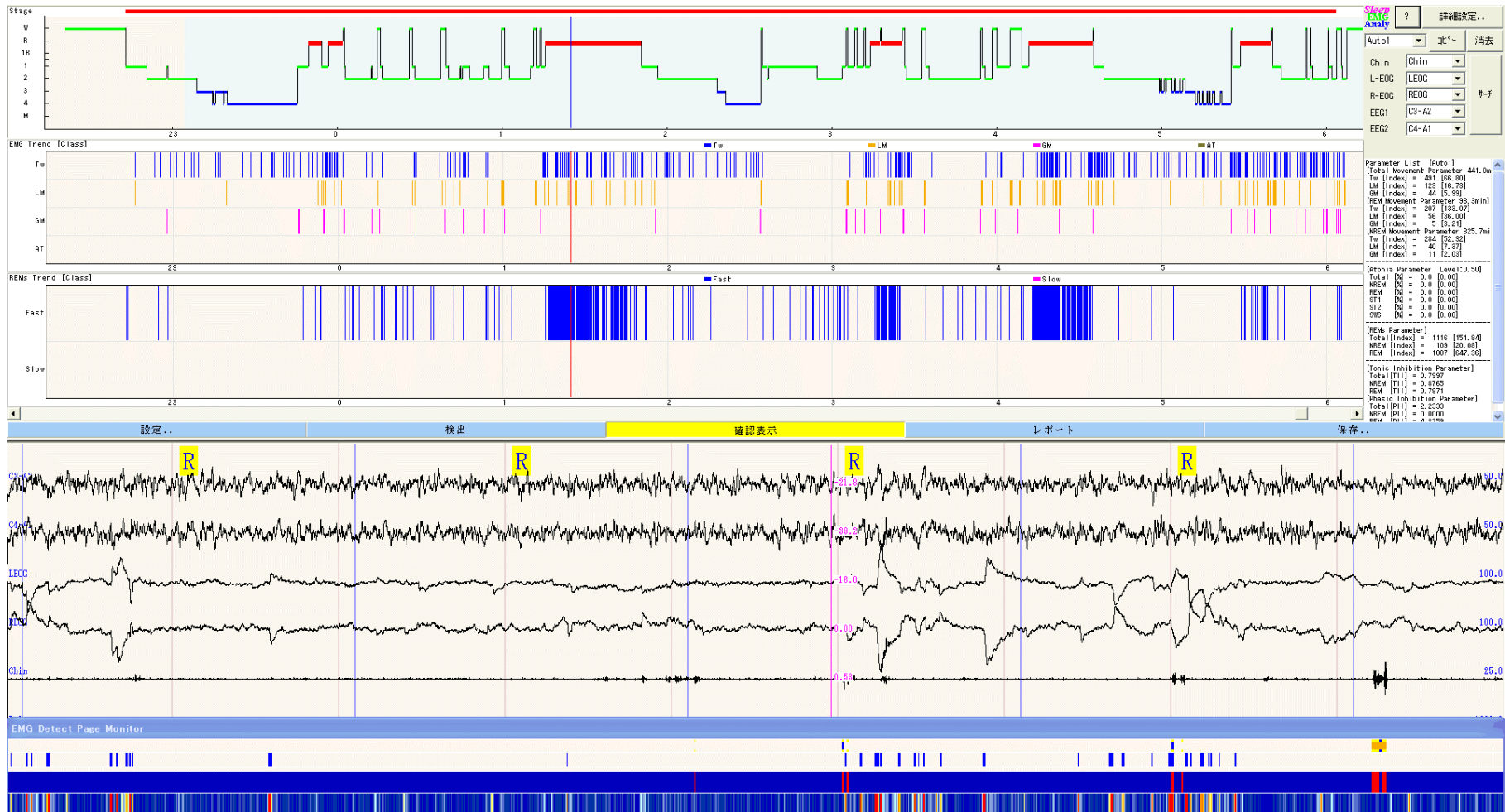


異なる測定現象の関係性

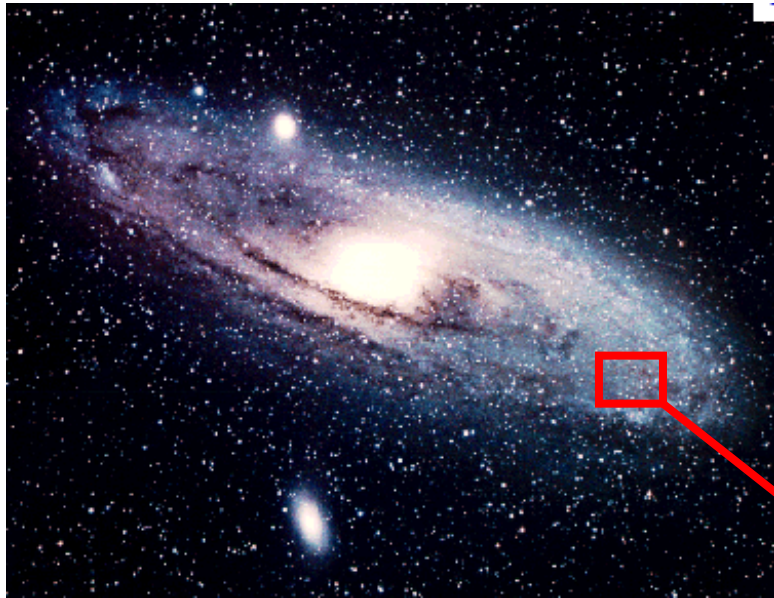
EMGとREMsの関係

Twitchを検出して、REMsとの関係を調べる

小児の発達との関係 (TII-Tonic Inhibition Index, PII-Phasic Inhibition Index 神山)



睡眠は生体の中の小宇宙



睡眠という小宇宙

探検・調査

北アメリカ星雲



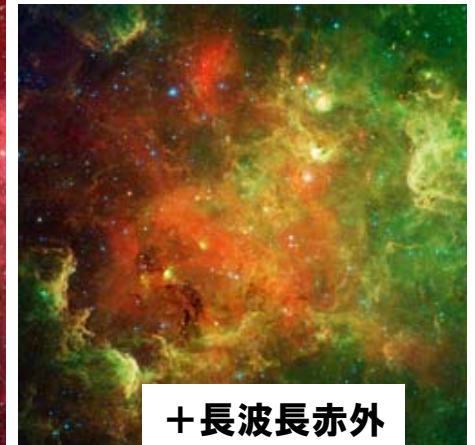
望遠鏡
ツール



可視光＋赤外線



赤外線



＋長波長赤外

私の使命

生体宇宙を探る
望遠鏡ツールを
開発して
普及させる

睡眠＝宇宙



第36回睡眠学会 2011年10月15日
シンポジウム「睡眠の新たな情報抽出の可能性を探る」