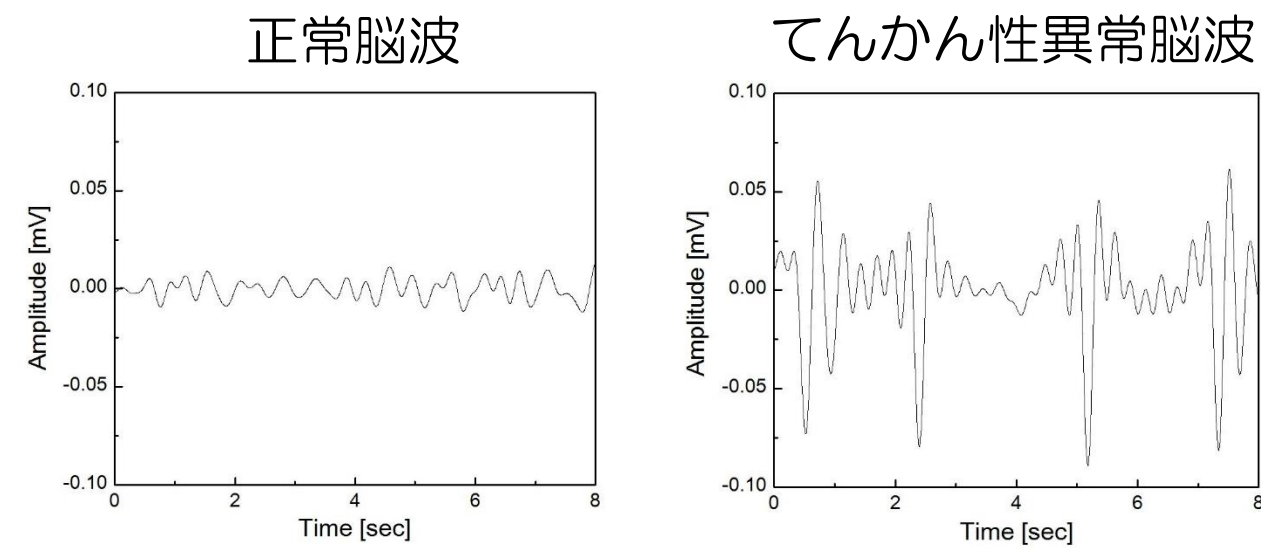
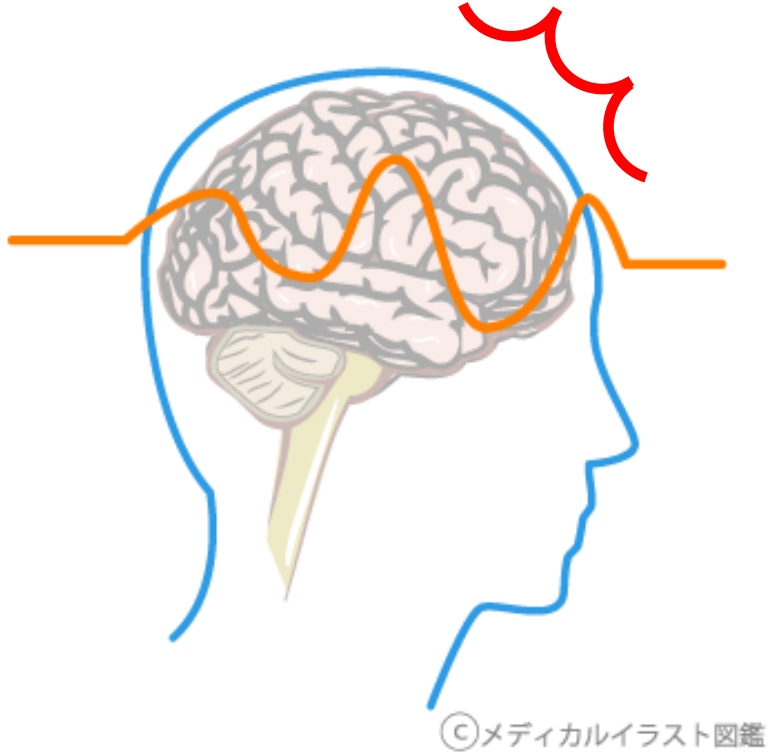


# Duffing振動子を用いたてんかん性異常脳波 α波帯域のパラメータ解析

## 1. てんかんとは?

脳内の神経細胞の異常な電氣的興奮に伴って  
痙攣や意識障害などが発作的に起こる慢性的な脳の病気

日本神経学会HP [http://www.neurology-jp.org/public/disease/tenkan\\_s.html](http://www.neurology-jp.org/public/disease/tenkan_s.html)



1秒に約1つスパイク波をもつ周期的な振動パターン

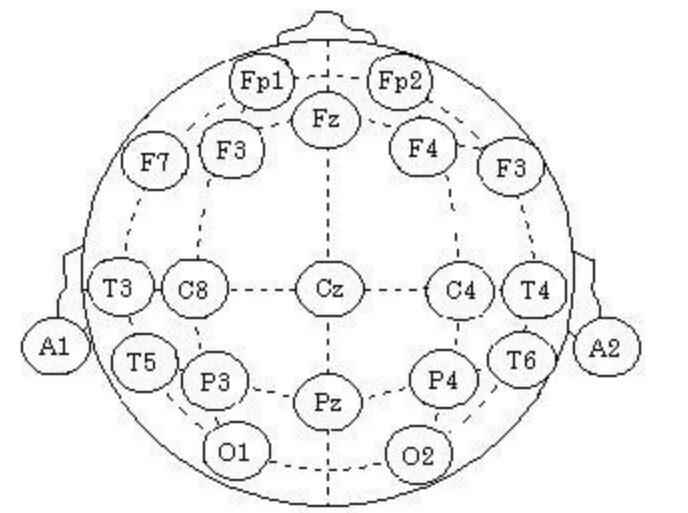
## 2. 診断方法

脳波検査を半日～数日かけて行い、  
電極を複数ヶ所取り付けて測定する  
その後、膨大な測定データから  
てんかん波の特徴から判読する

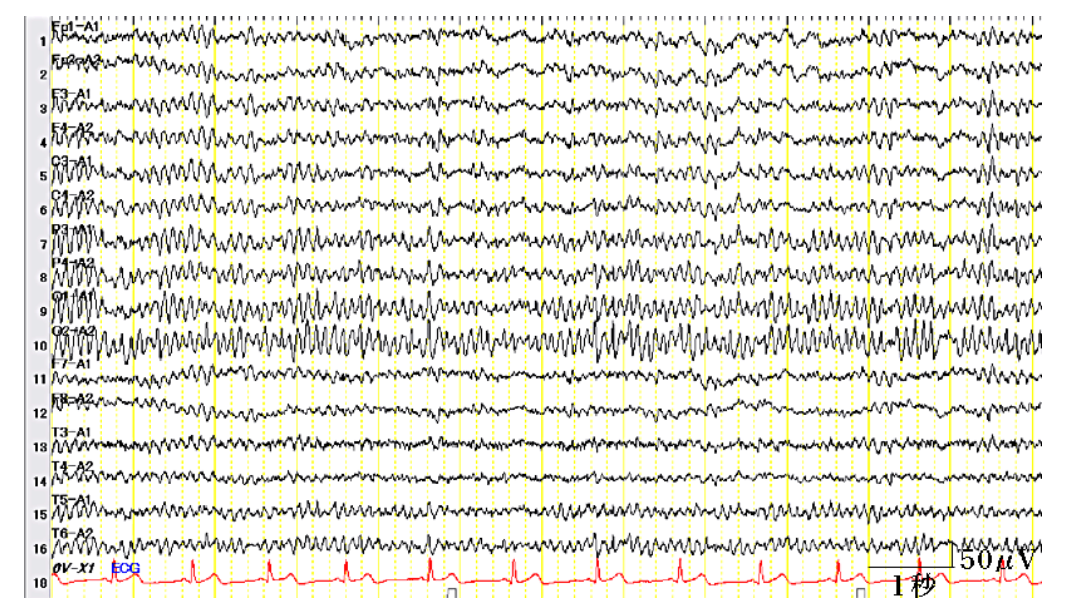
※時間と経験と知識が重要!

てんかんかどうか判読が難しい

判読者に依存しない定量的アプローチで判読はできないか



[http://www.hqj.jp/project/workab1998/c5/c5\\_i\\_10.htm](http://www.hqj.jp/project/workab1998/c5/c5_i_10.htm)



[http://naraamt.or.jp/Academic/kensyuukai/2005/kirei/nouha\\_tubo/nouha\\_tubo.html](http://naraamt.or.jp/Academic/kensyuukai/2005/kirei/nouha_tubo/nouha_tubo.html)

## 3. 脳波のモデリング

脳波のもつ決定論的カオス (ゆらぎ) に注目!!

てんかんが発生すると、カオス性が減少する

William H.Press et al, "NUMERICAL RECIPES"

決定論... 確率的要素を全く含まず、  
初期値から未来の値が一意に記述可能

カオス性... 不規則な挙動で、初期値に鋭敏に  
依存して予測不可能な行動をする現象

Duffing振動子：カオス現象を表すことができる

$$\ddot{x} + Ax + Bx + Cx^3 = P \cos \omega t$$

線形項      非線形項      外部入力項

パラメータの値によって脳波のカオス性を  
有する物理現象を説明可能なモデル

それぞれのParameterについて

A: 減衰係数(貯蔵性)      B: ばね定数(散逸性)

C: カオス性(非線形性)      P: 入力信号強度

### 脳波解析手法

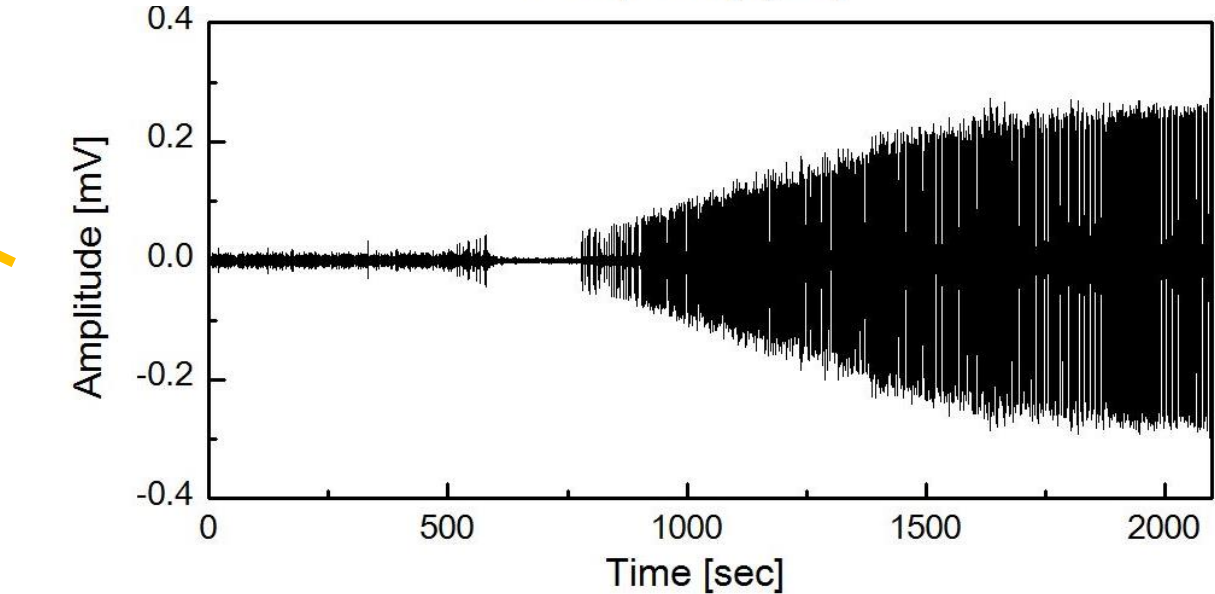
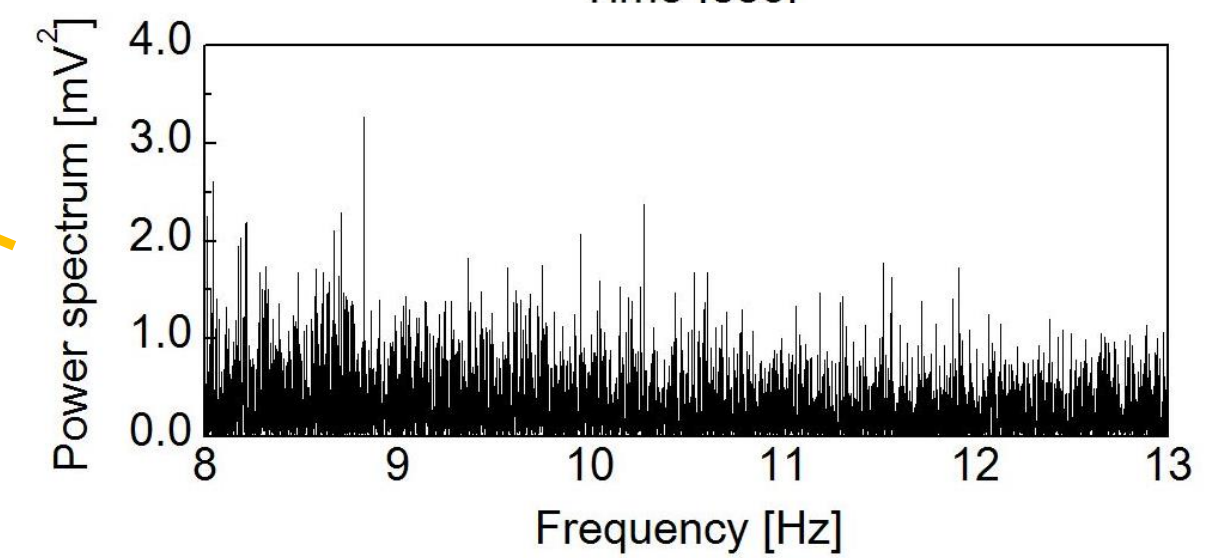
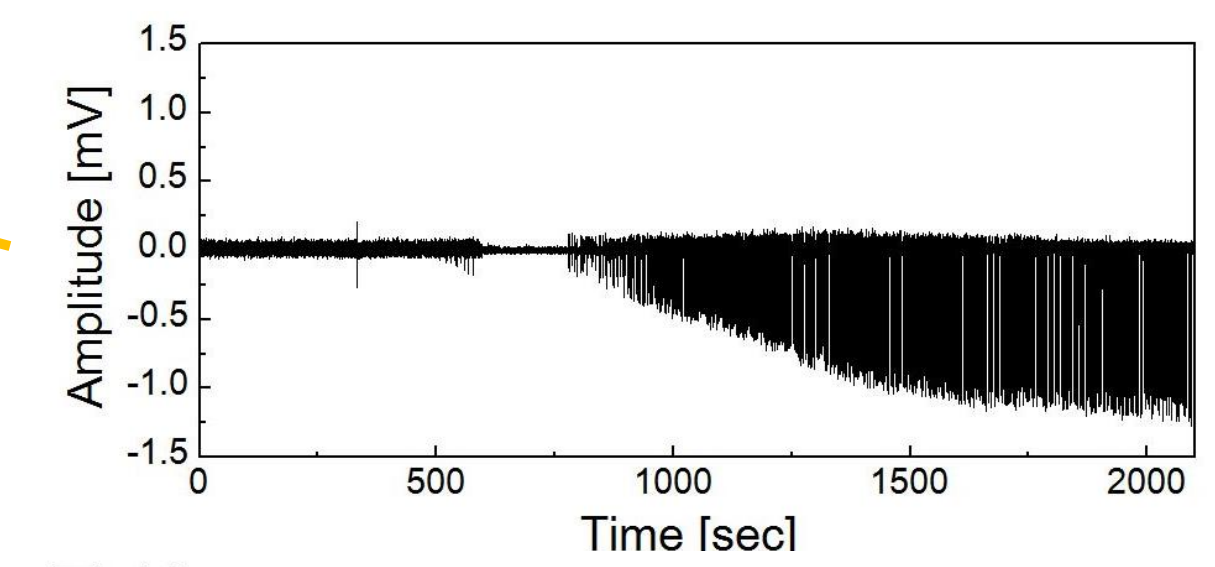
実験データ

高速フーリエ変換  
(Fast Fourier Transform: FFT)

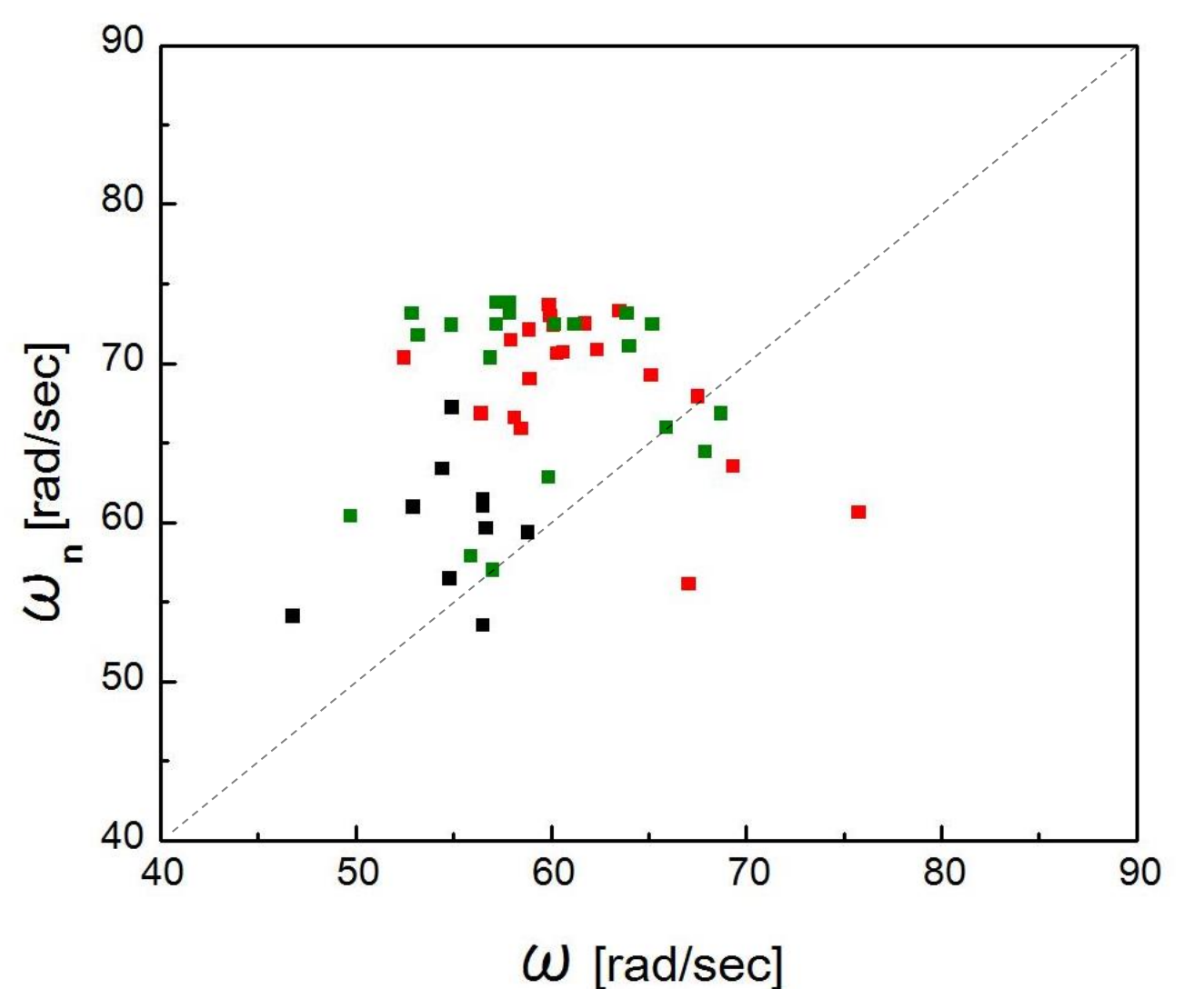
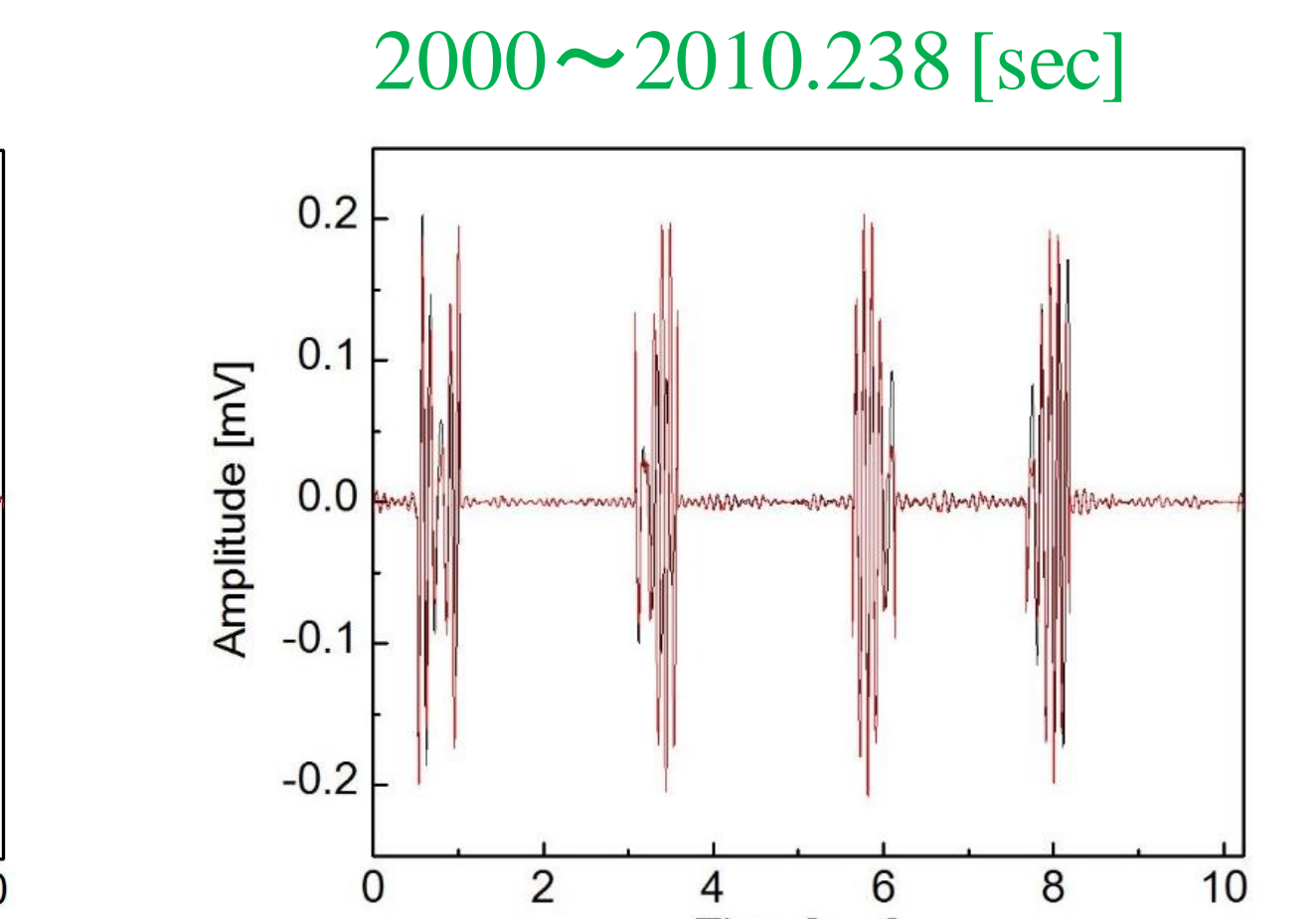
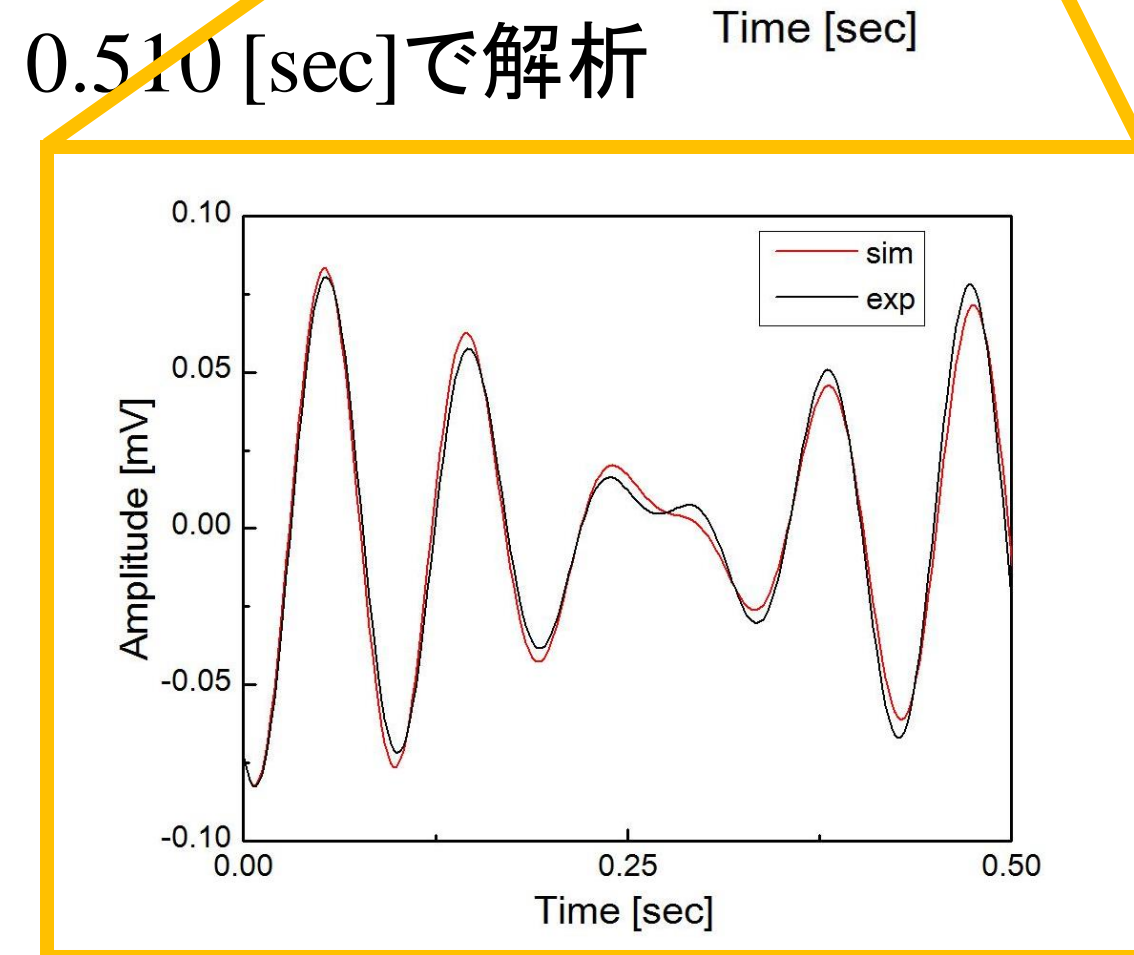
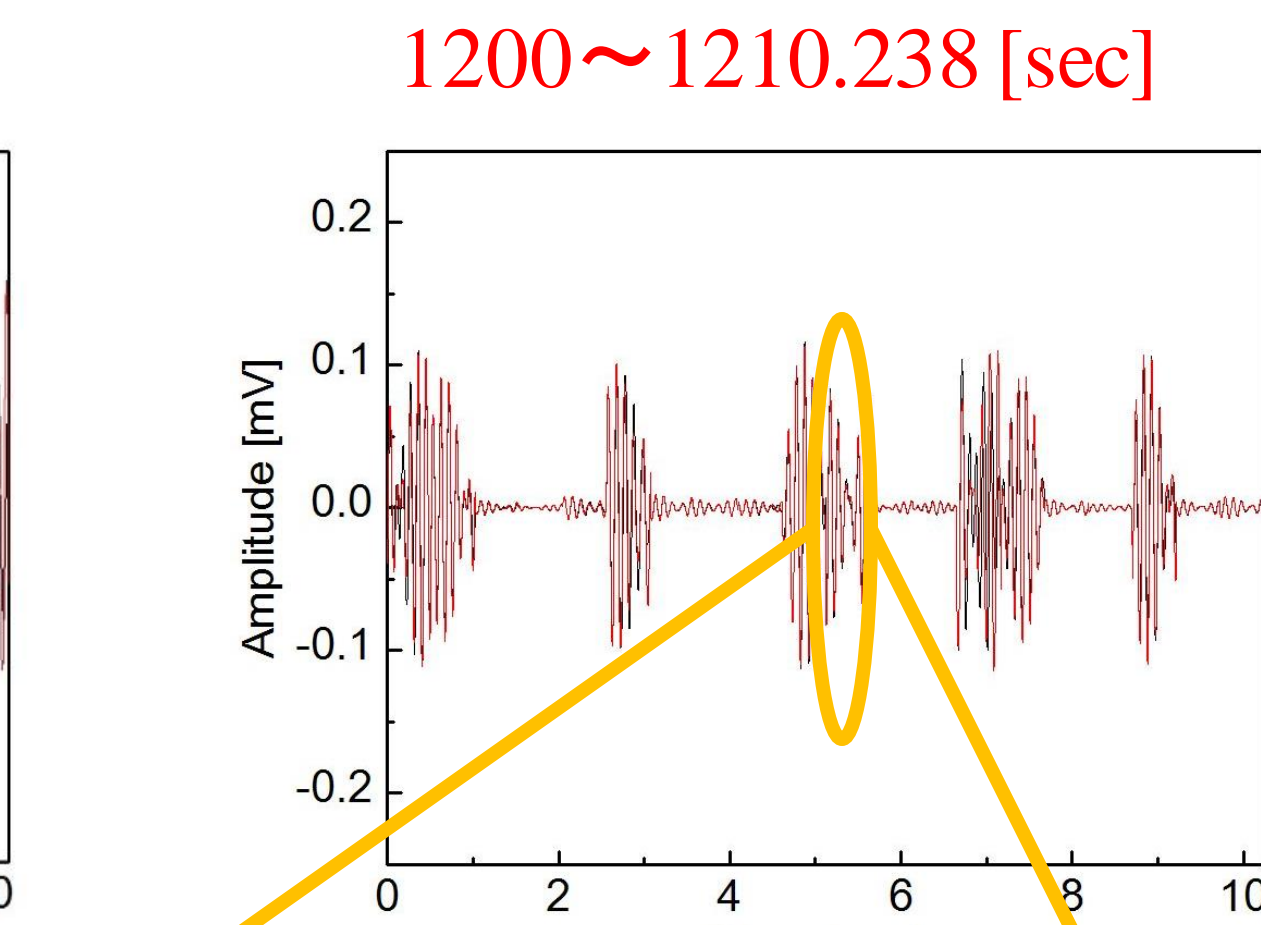
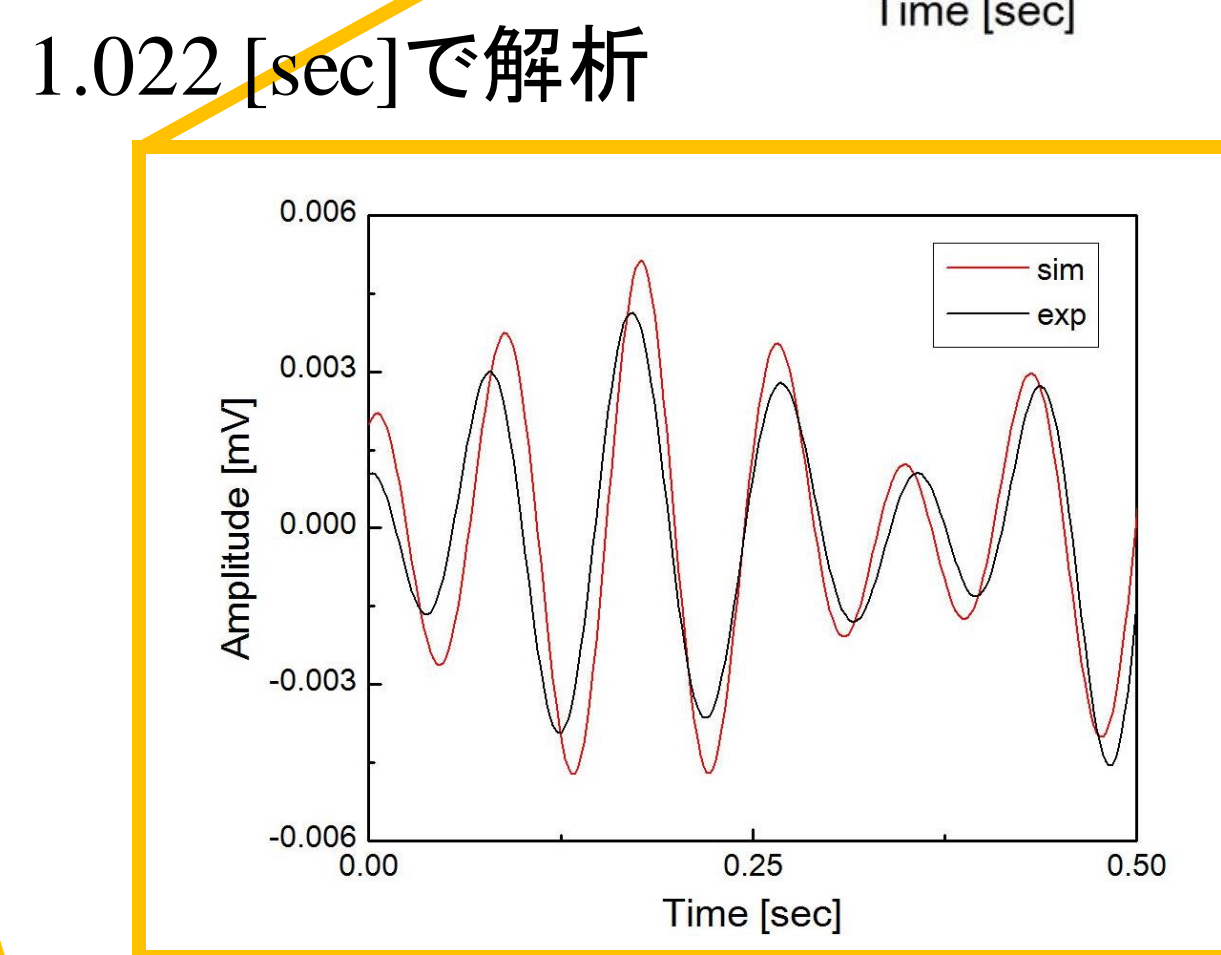
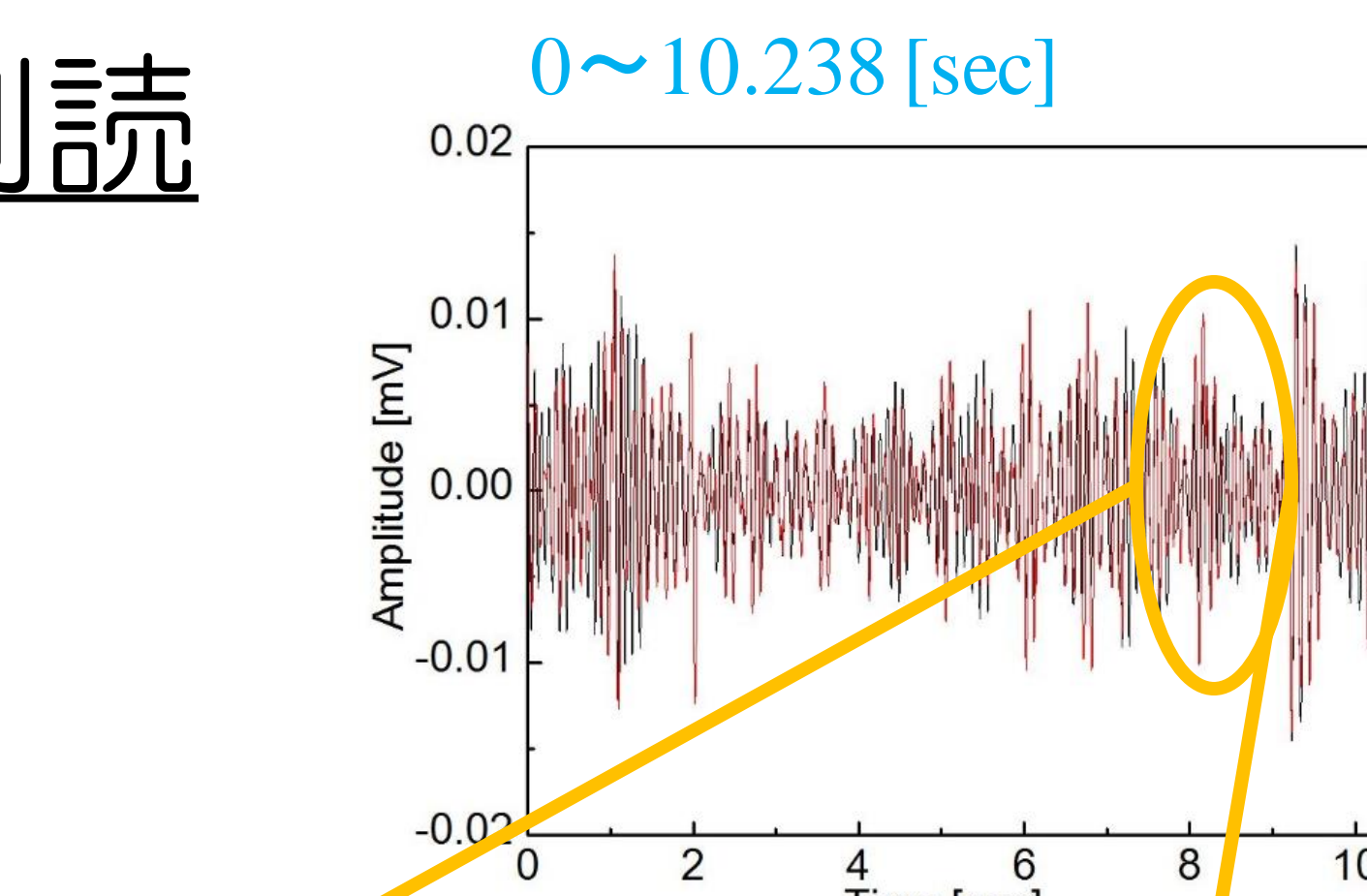
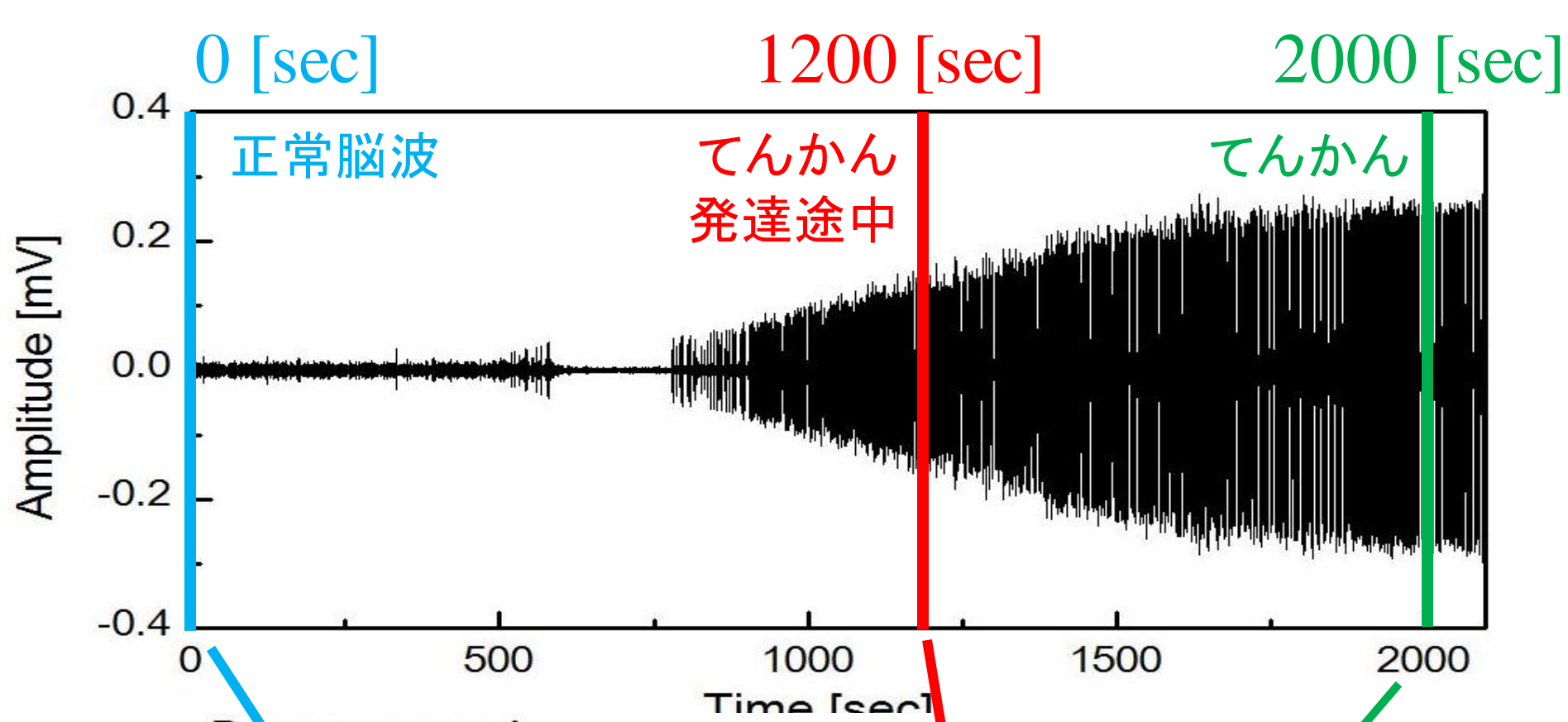
α波 (8~13 Hz) 帯域に制限

逆高速フーリエ変換  
(Inverse FFT: IFFT)

モデルパラメータ同定



## 4. 脳波によるてんかんの判読



てんかんが発生すると線形パラメータ  
の振動振幅が増幅

- 正常脳波とてんかん波の非線形パラメータの変動が大きい
- てんかん波が発達していくと徐々に値が減少

- 正常脳波はてんかん波より ω と ωn とともに値が低い
- てんかん波の方が散逸性がある

パラメータ値の変動と  
ω / ωn から判読可能

外部入力による角振動数 ω と  
モデルから算出される角振動数 ωn (= √B)