

ラグビー・ラインアウトスローの動きの規則性 5

酒井貴弘

2022 年 9 月 18 日

スポーツ選手のポーズ分析

データは酒井君のスローイングで、関節の角度の変化とそのスピードをフーリエ解析やウェーブレット解析によって視覚化して、スローイングについての規則性を見つけようという分析である。

R と R Studio を使うと、こんな感じでできる。

まず、固定したカメラでビデオ映像を撮影する。すばやい動きについては、fps(frame per second)が大きい方が正確な判断が可能となる。ここでは、30 frames per second のビデオ画像を使っている。通常の人間の目では、16 frames per second (16 Hertz)で連続的な動画として認識することができる。

ただし、csv ファイルに関節の読み取った位置情報を読み込む前に、1 人だけの継続的な動きをトラッキングするようにデータに認識した人物の番号をつけている。ここでは、第 1 番の人物の動きをトラッキングしていることになる。

```
## [1] 30
```

関節の角度の時間経過の計算

たとえば、ひじの位置を O, 肩を A, 手を B, 角 $\angle AOB = \theta$ とする。それぞれの点の位置ベクトルが座標で与えられているので、 $\vec{a} = \overrightarrow{OA}, \vec{b} = \overrightarrow{OB}$ が計算できて、

$$x = \cos \theta = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{\sqrt{|\vec{a}| |\vec{b}|}}$$

から、 $\theta = \cos^{-1} x$ (プログラムでは `acos(t)` の部分) でひじの角度が計算できる。

このプロセスの最後では、角度 θ を計算し、値を `theta` に保存している。その値は `theta(i,j)` であらわすが、ここで i は体の位置を計算したフレームの番号、 j は 1, ..., 18 までの関節の番号である。

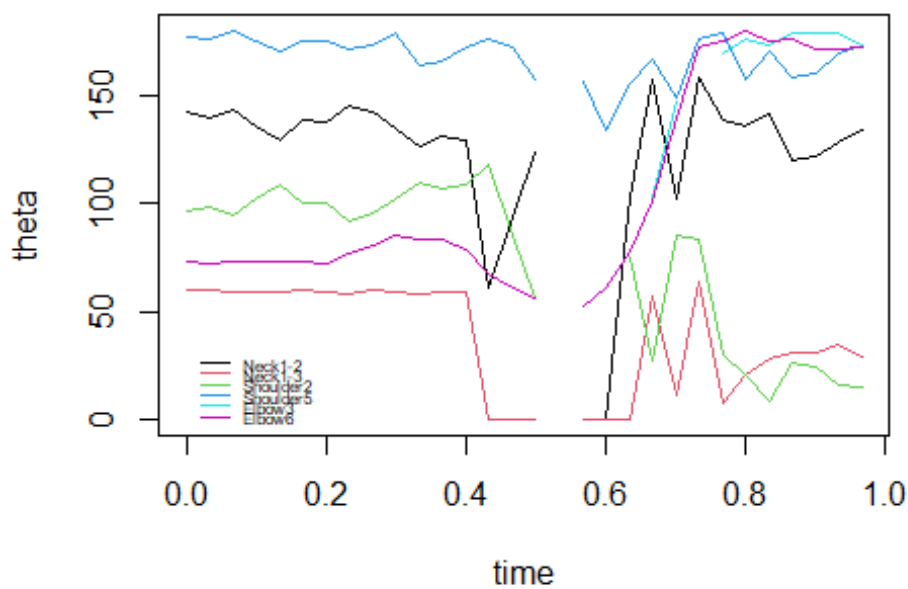
角度の図示

18 箇所の関節の角度を 6 つずつ表示する． `legend(...,cex=0.5)` の 0.5 は，凡例の文字の大きさを指定している

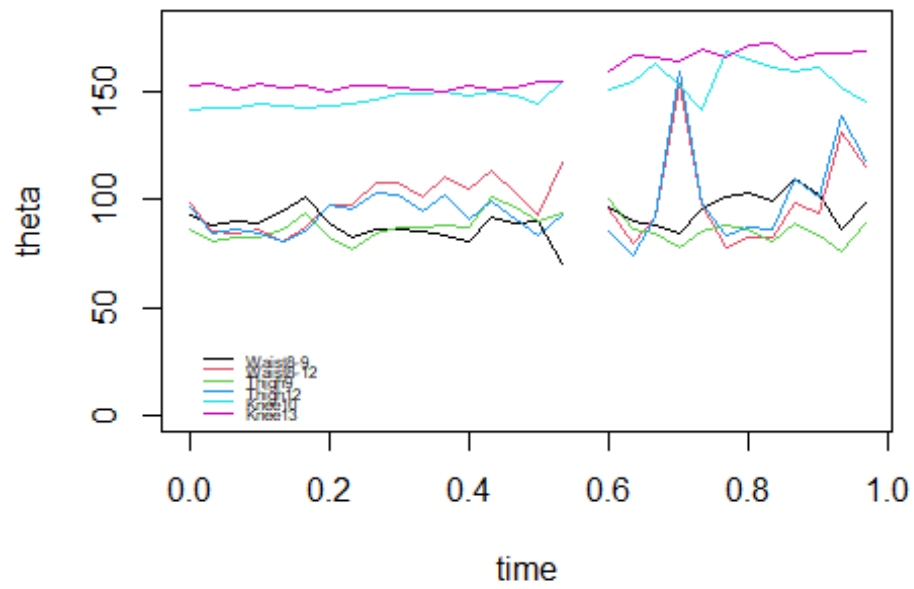
x 座標は `t_movie` で，フレームの枚数が図に `index` として表示されている．

`t_movie` は 0 から 1 までの値を等分している．時刻の経過は，全体を 1 とした尺度(`t_movie`)で表している．

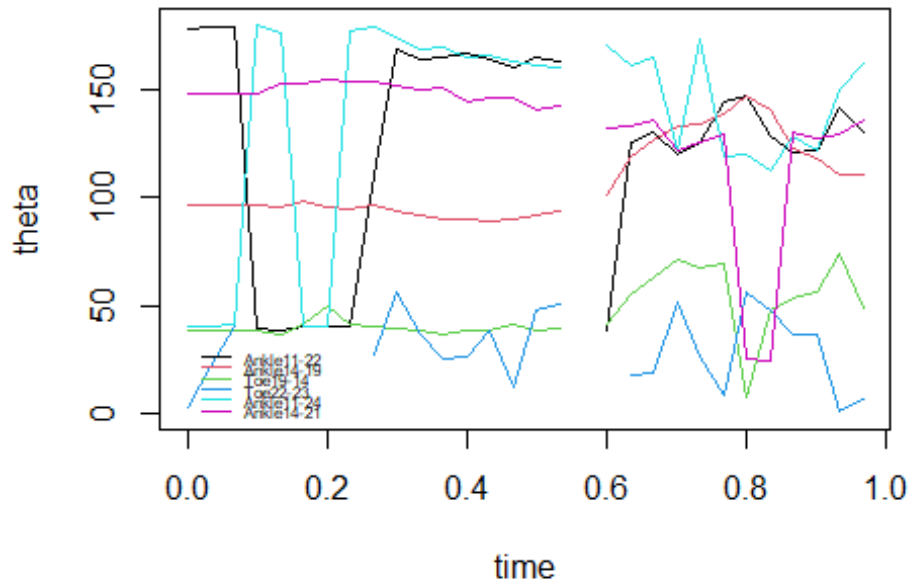
つぎの図は左右のクビ，肩，ひじにかけての角度の動きを折れ線グラフで表したものである．



つぎの図は左右の腰，大腿部， ひざにかけての角度の動きを折れ線グラフで表したものである．



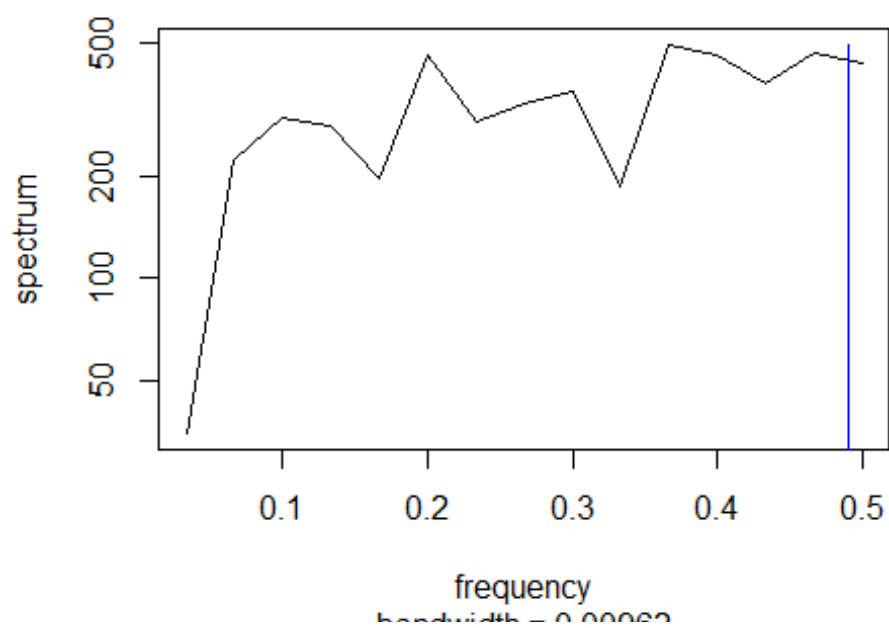
つぎの図は左右の足首，つま先，についての角度の動きを時間を折って折れ線グラフに表したものである．



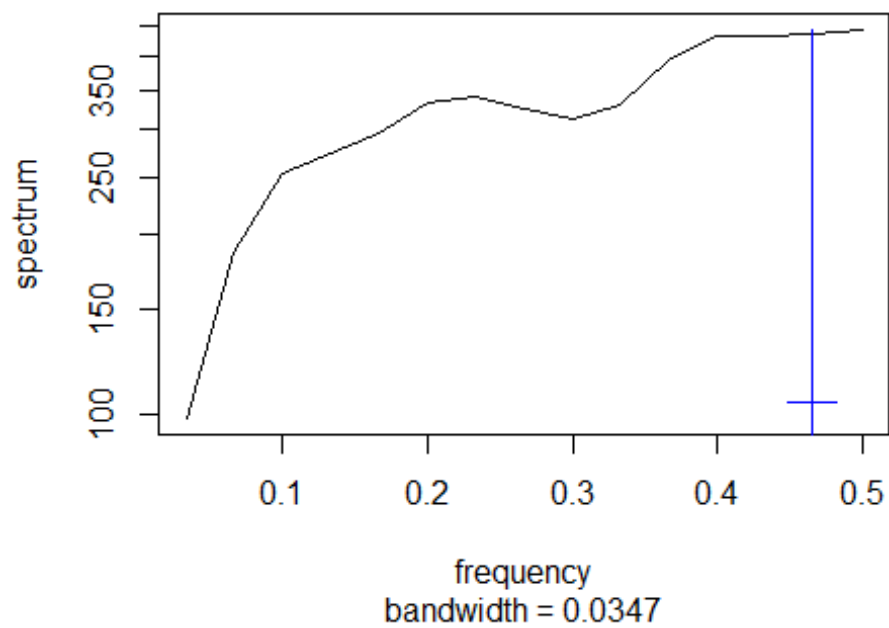
大腿部の関節の角度の動き

Fourier 解析による periodogram

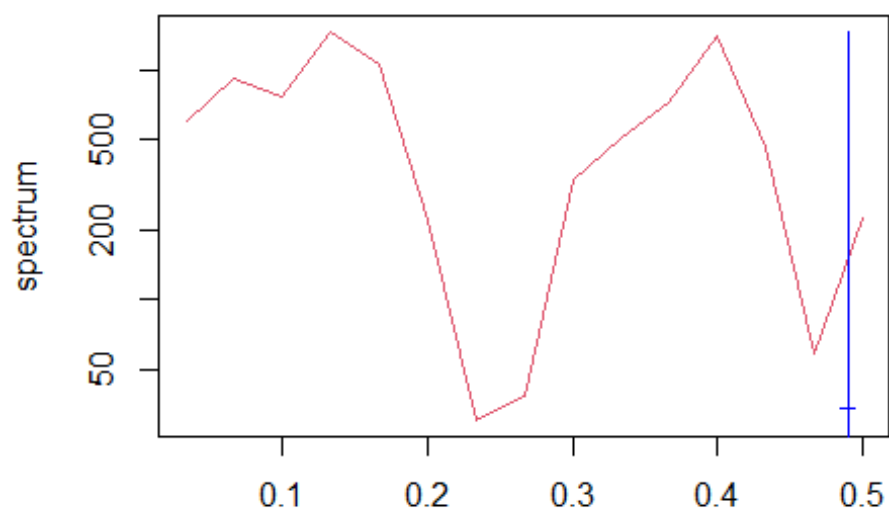
Series: Thigh9
Raw Periodogram



Series: Thigh9
Smoothed Periodogram

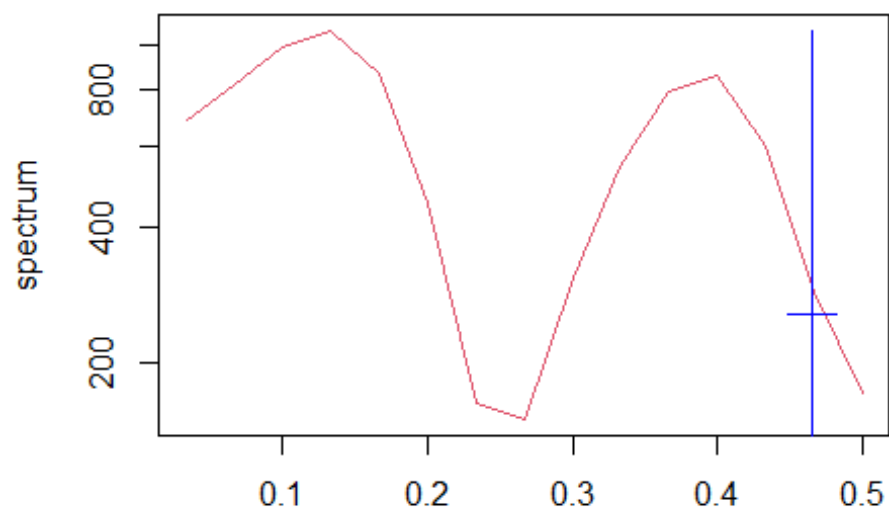


Series: Thigh12
Raw Periodogram



frequency
bandwidth = 0.00962

Series: Thigh12
Smoothed Periodogram



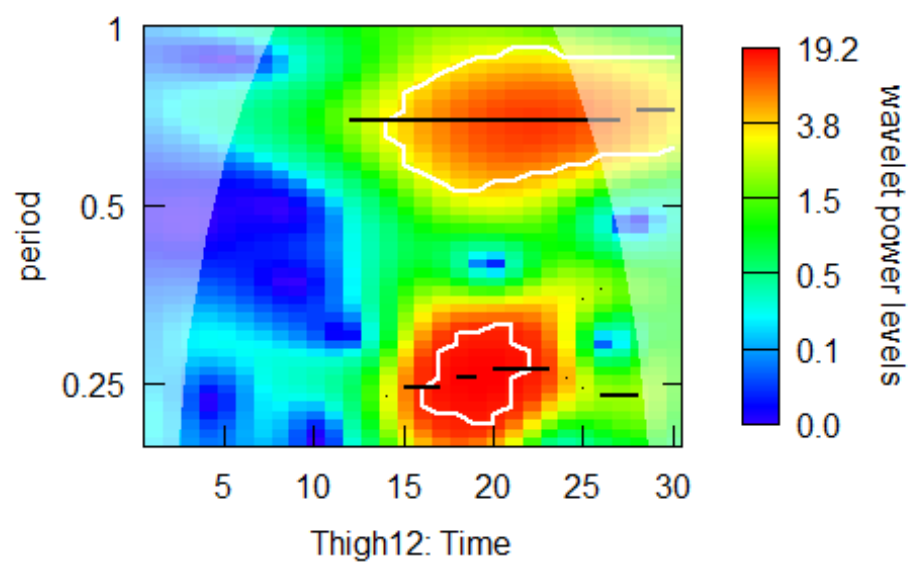
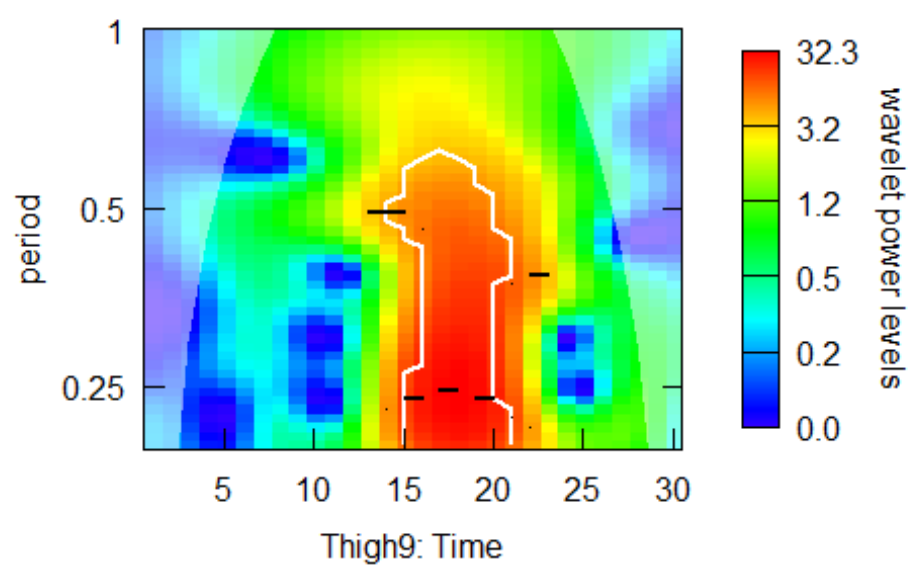
frequency
bandwidth = 0.0347

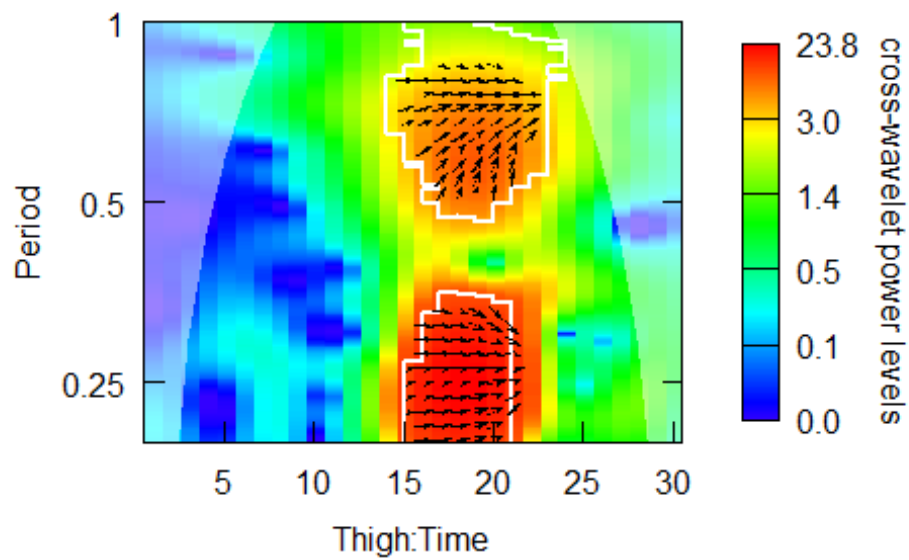
Wavelet 解析による periodogram と cross-periodogram

フーリエ解析のピリオドグラムでは、どの周波数(振動数, x 軸)に対して強いスペクトル密度が観察されるかが示されている。しかし、その周期性が動画のどの時点での動きから得られた値であるかがわからない。ウェーブレット解析では、それが、時間の経過とともに周期性の強度（スペクトル密度）が変化していくかを測定することができる。

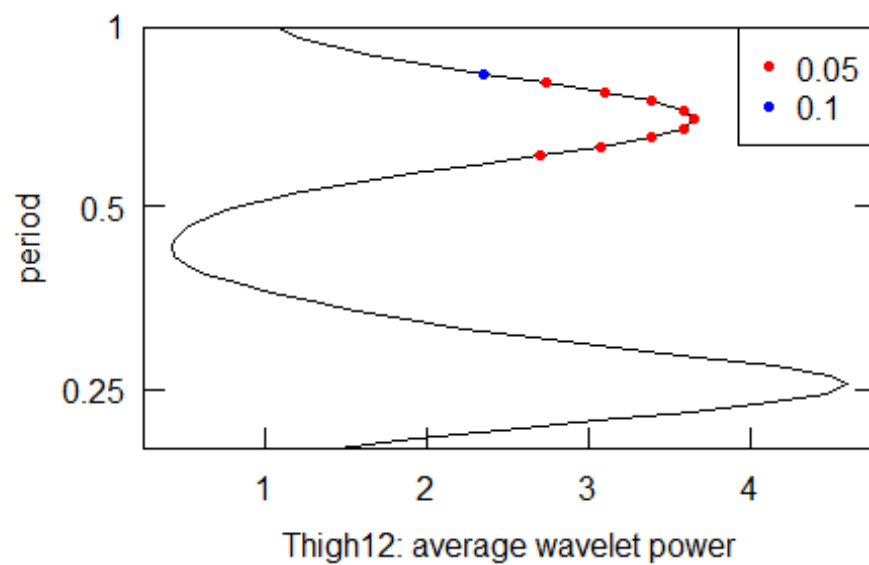
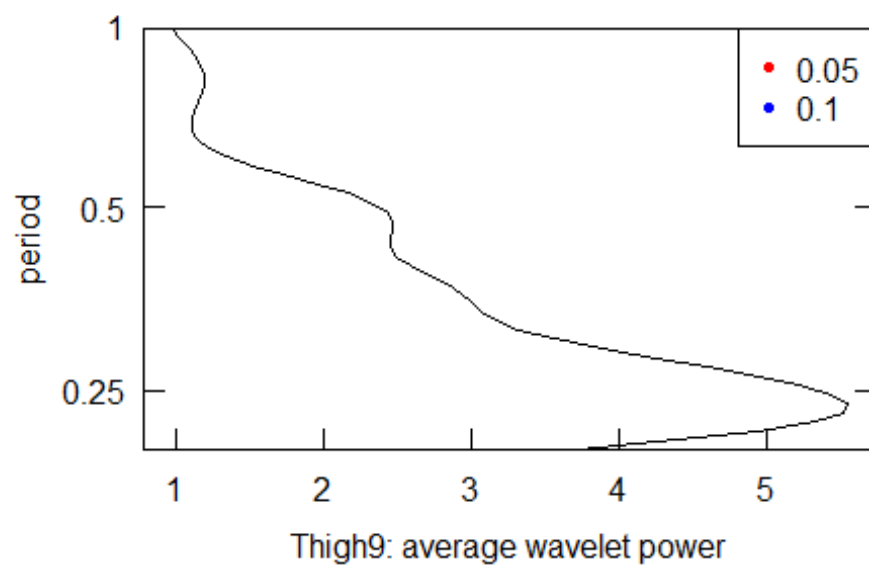
ウェーブレット解析の場合、スペクトル密度(強度)は色で表されている。赤が強いことを表している。 x 軸は時間の流れである。 y 軸は周波数(振動数)である。ピリオドグラムであるので、 y 軸は周期(period)を表している。値が小さい方が周期が短く、振動数が大きいいため、回転が速い(高周波)ということができる。

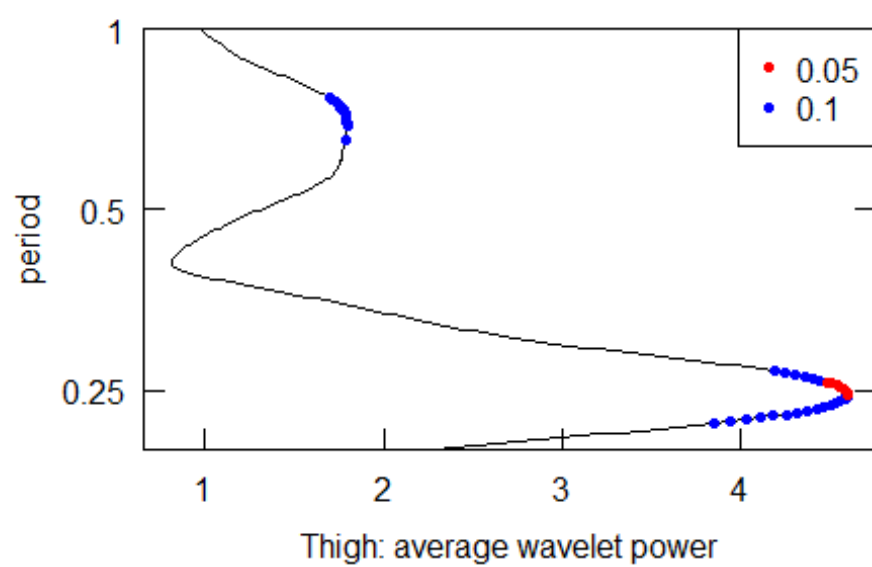
3 つめの図は左右の大腿部の角度が同調しているかどうかをクロス・ウェーブレット解析によって確かめてみる。図のなかで、強いスペクトル密度が観察されている赤い領域に、矢印が描かれているが、これは影響を与えている方向を示している。





最期の図は、計測されたスペクトル密度の値がゼロと違うかどうかの統計的有意性を調べている．赤い点が得られている周波数の点は強いスペクトル密度が得られているということが出来る．

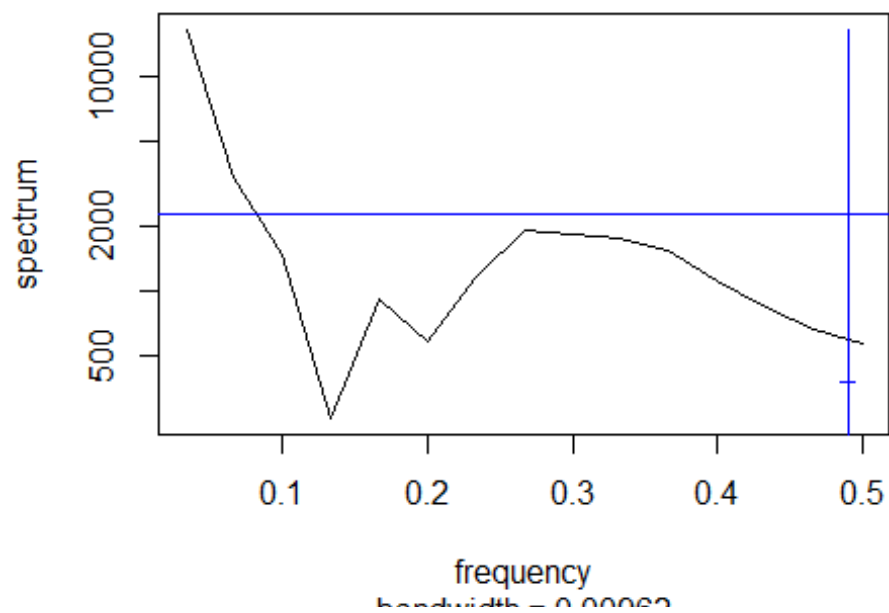




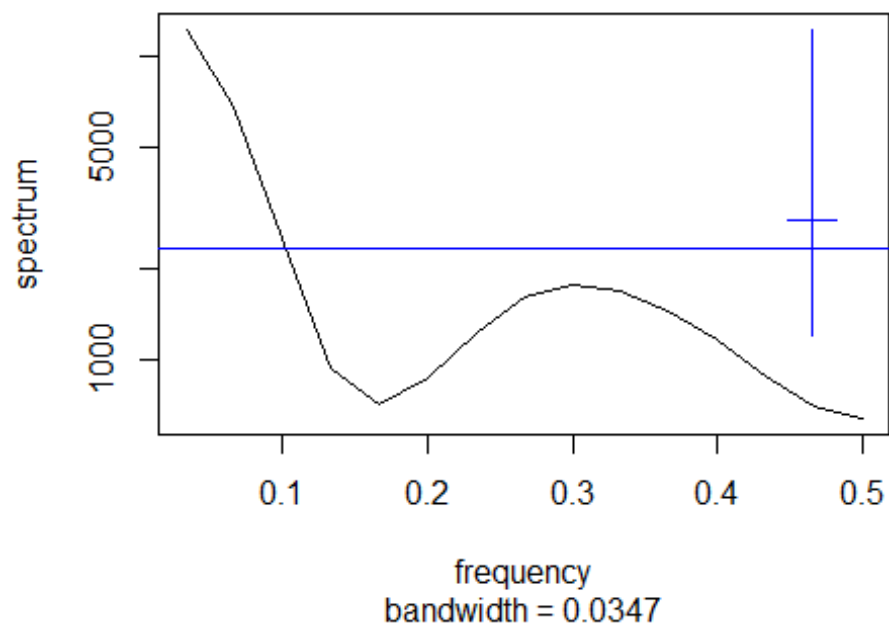
ひじの関節の角度の動き

Fourier 解析による periodogram

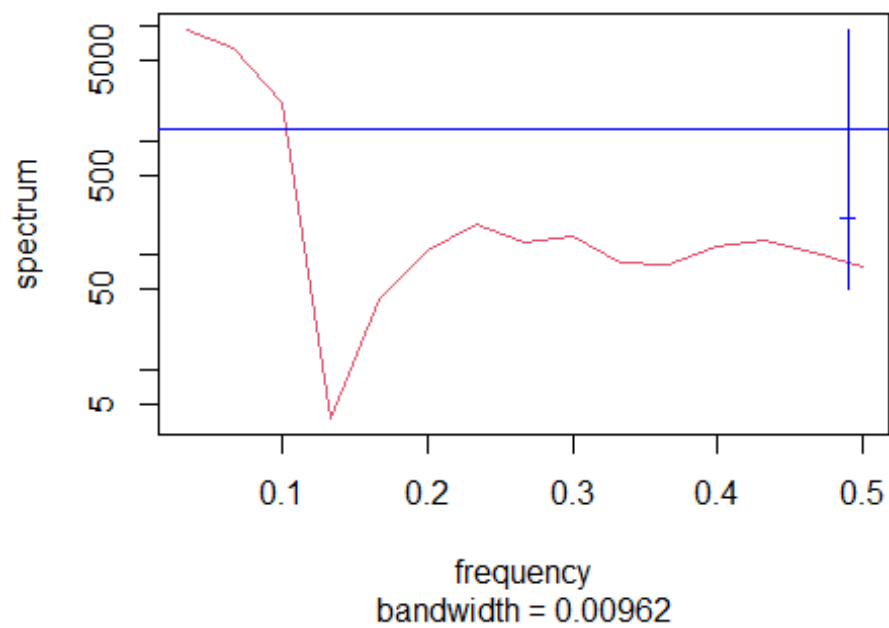
Series: Elbow3
Raw Periodogram



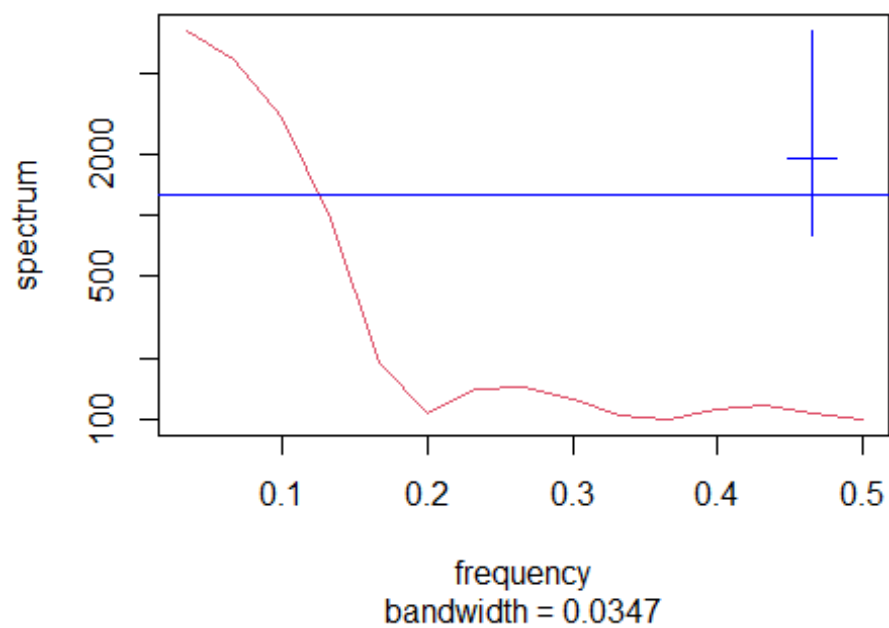
Series: Elbow3
Smoothed Periodogram



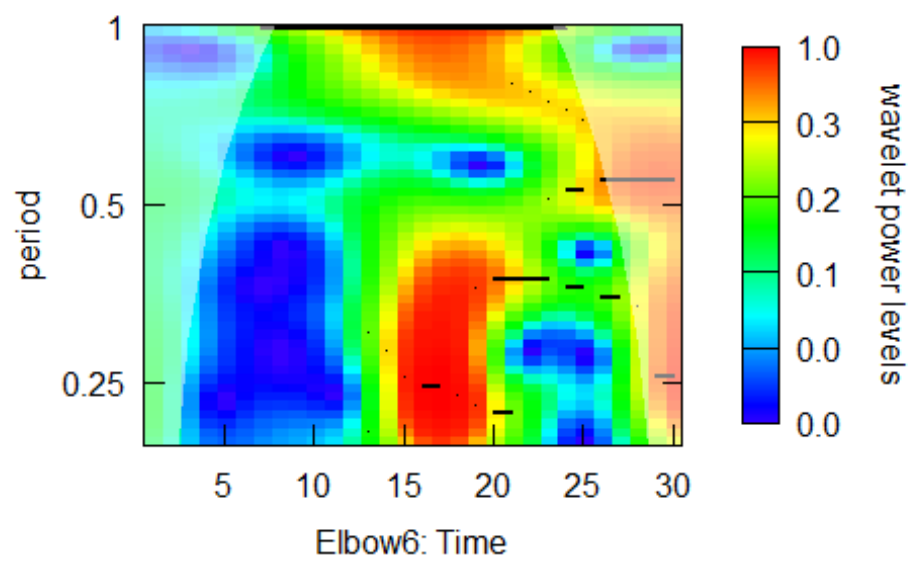
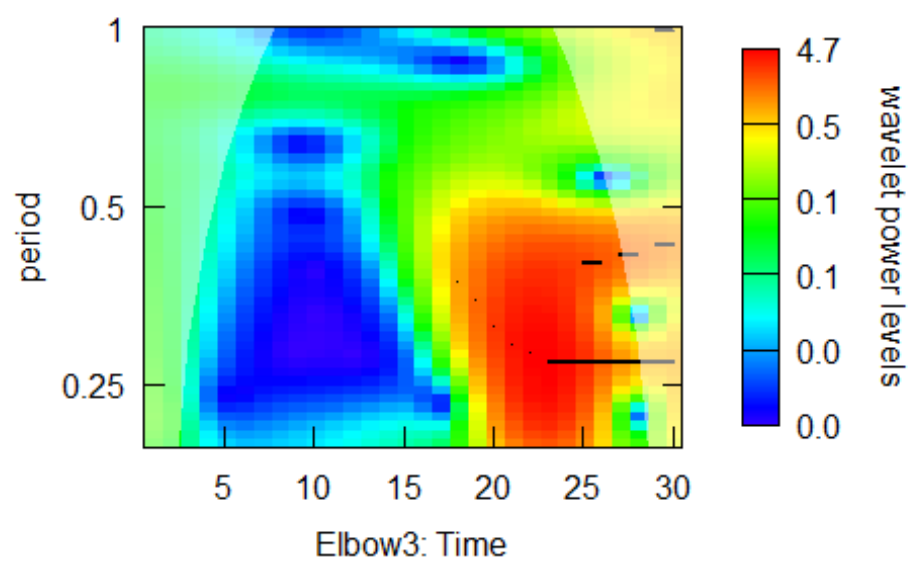
Series: Elbow6
Raw Periodogram

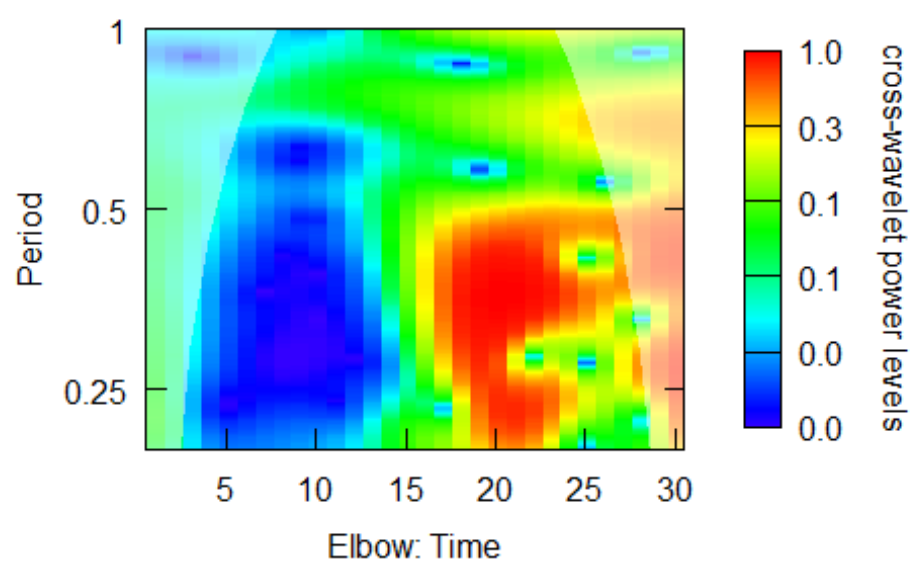


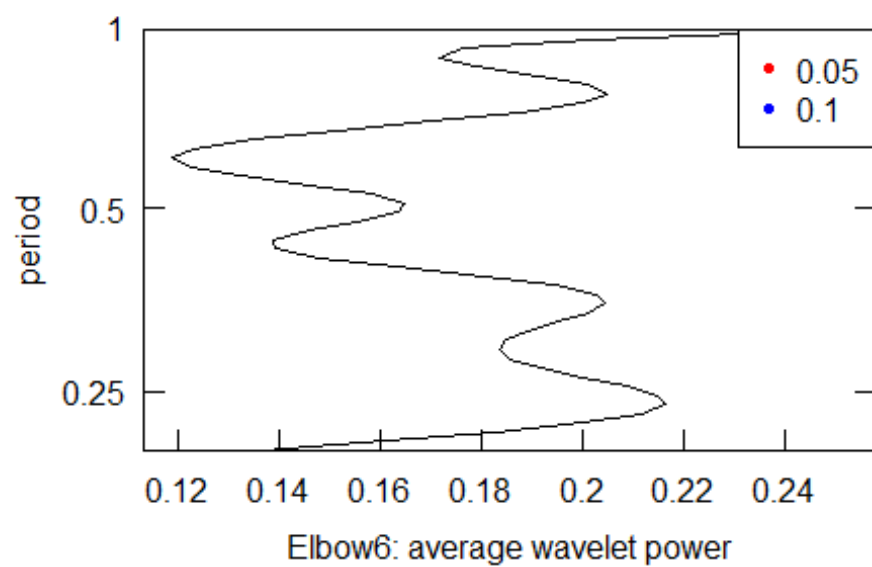
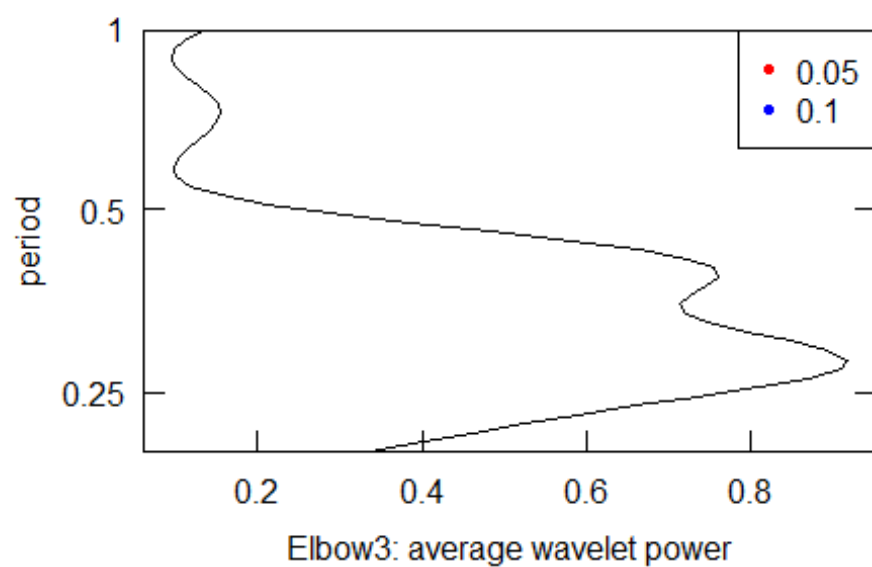
Series: Elbow6
Smoothed Periodogram

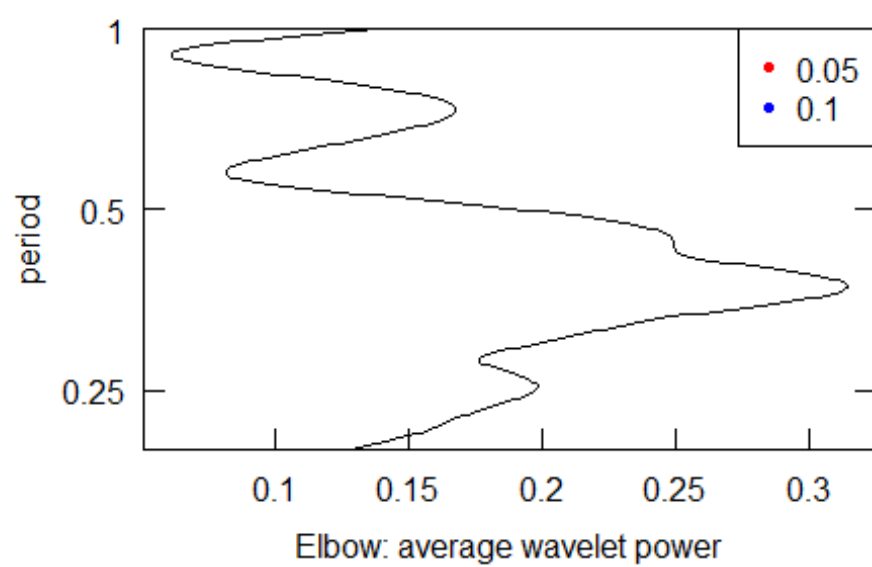


Wavelet 解析による periodogram と cross-periodogram





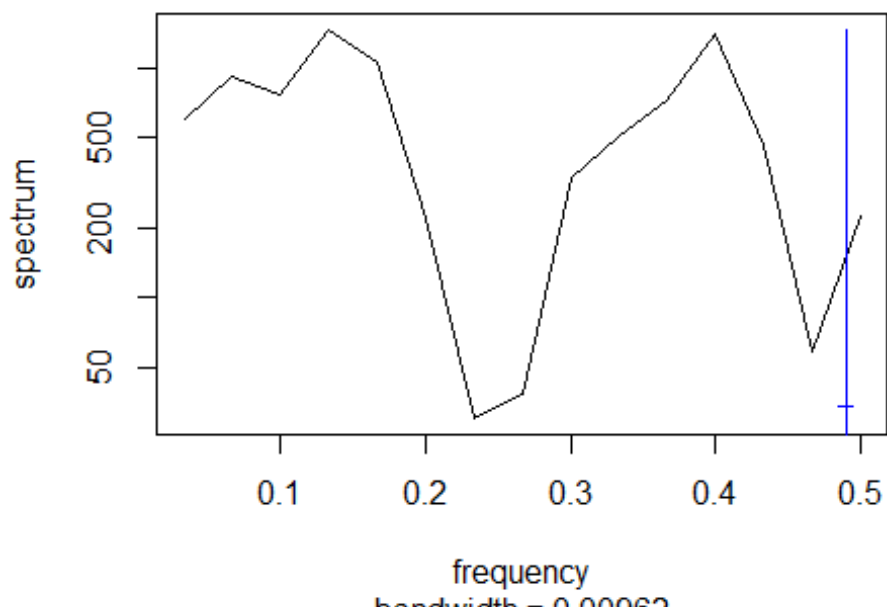




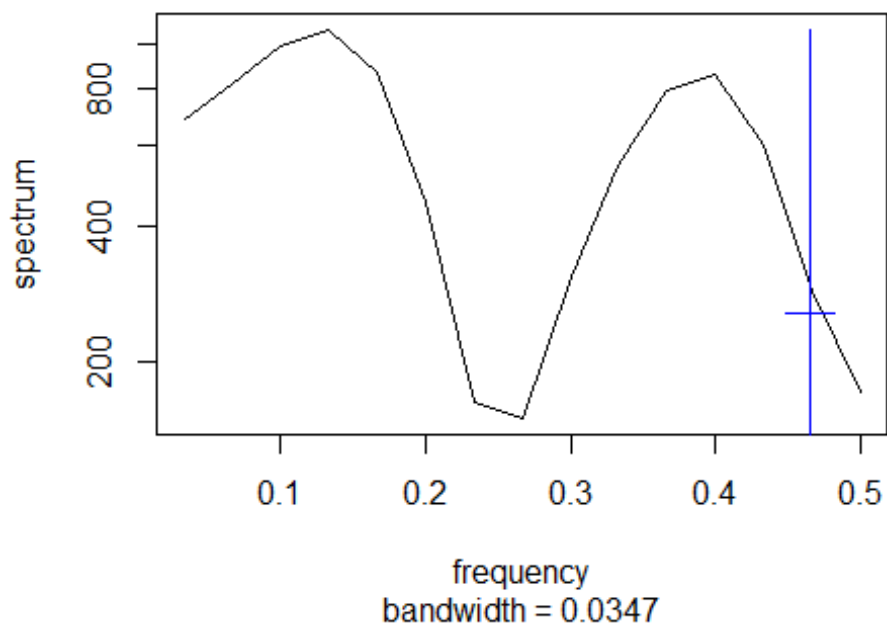
ひざの関節の角度の動き

Fourier 解析による periodogram

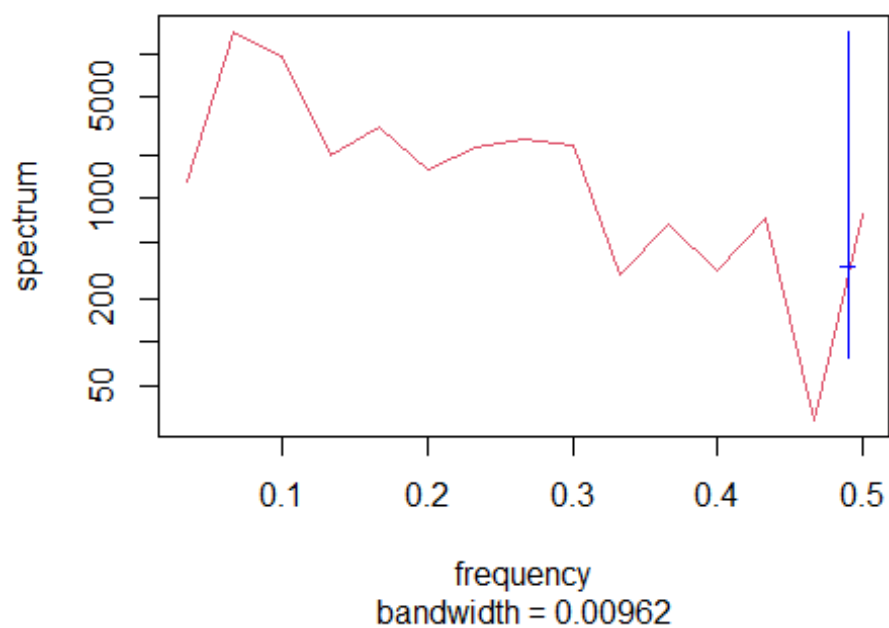
Series: Knee10
Raw Periodogram



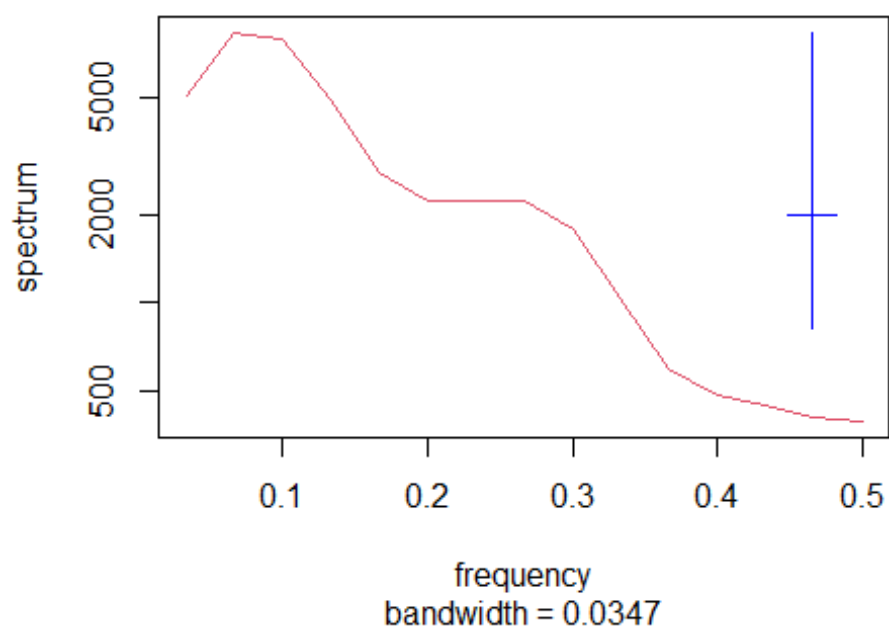
Series: Knee10
Smoothed Periodogram



Series: Knee13
Raw Periodogram



Series: Knee13
Smoothed Periodogram



Wavelet 解析による periodogram と cross-periodogram

