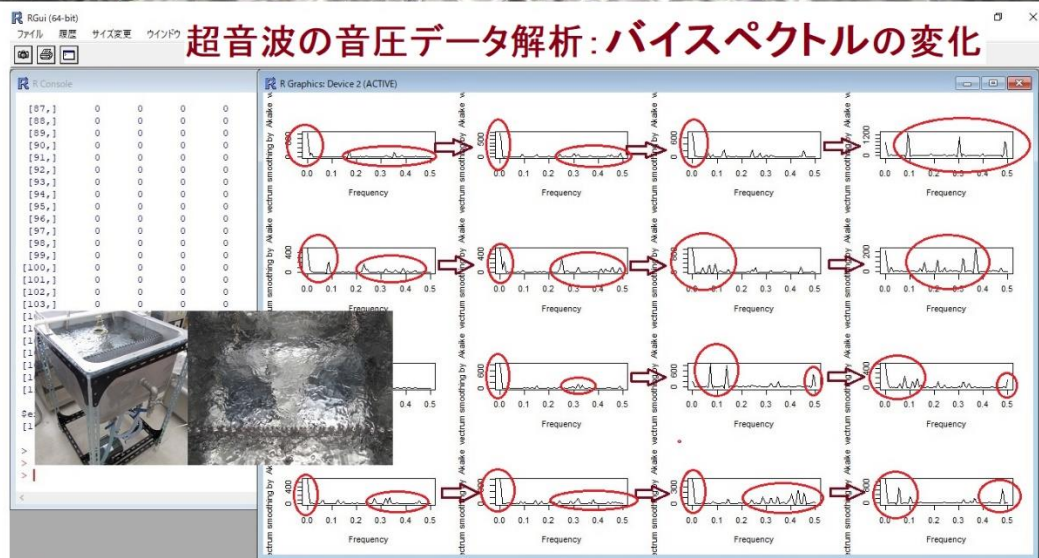
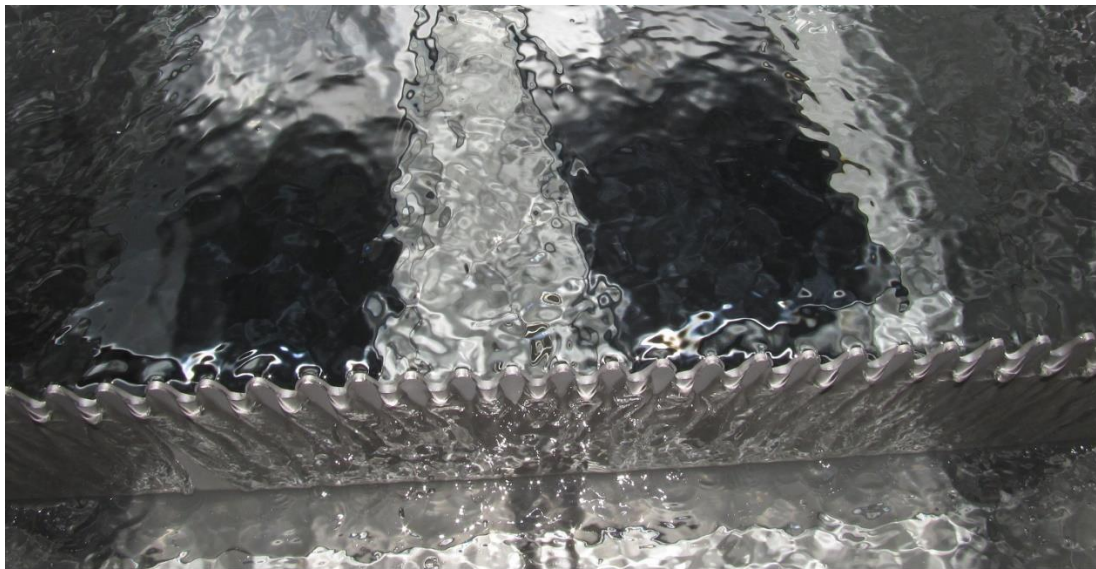


超音波テスター—SSP-2012

超音波伝搬状態測定解析システム 非線形解析 (バイスペクトル解析) 操作手順



1. 準備

解析用データの確認

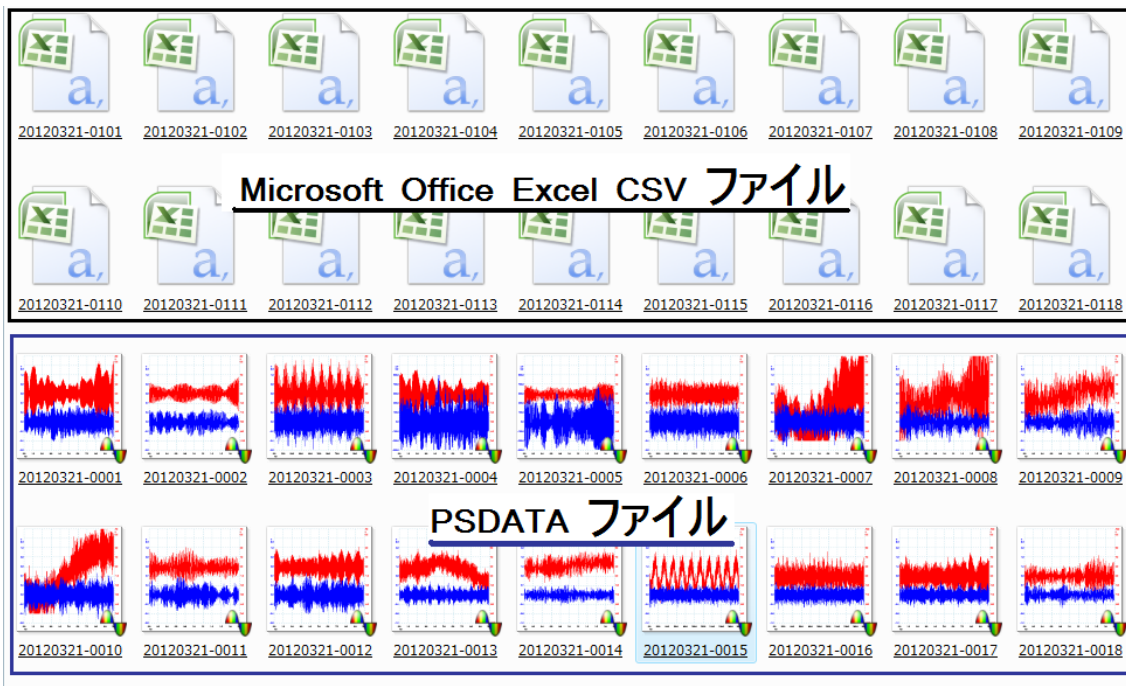
測定データ (PSDATA ファイル) から

解析用の

Microsoft Office Excel CSV ファイル

がホルダーにあることを確認してください

ファイルがない場合は、CSV ファイルに保存してください



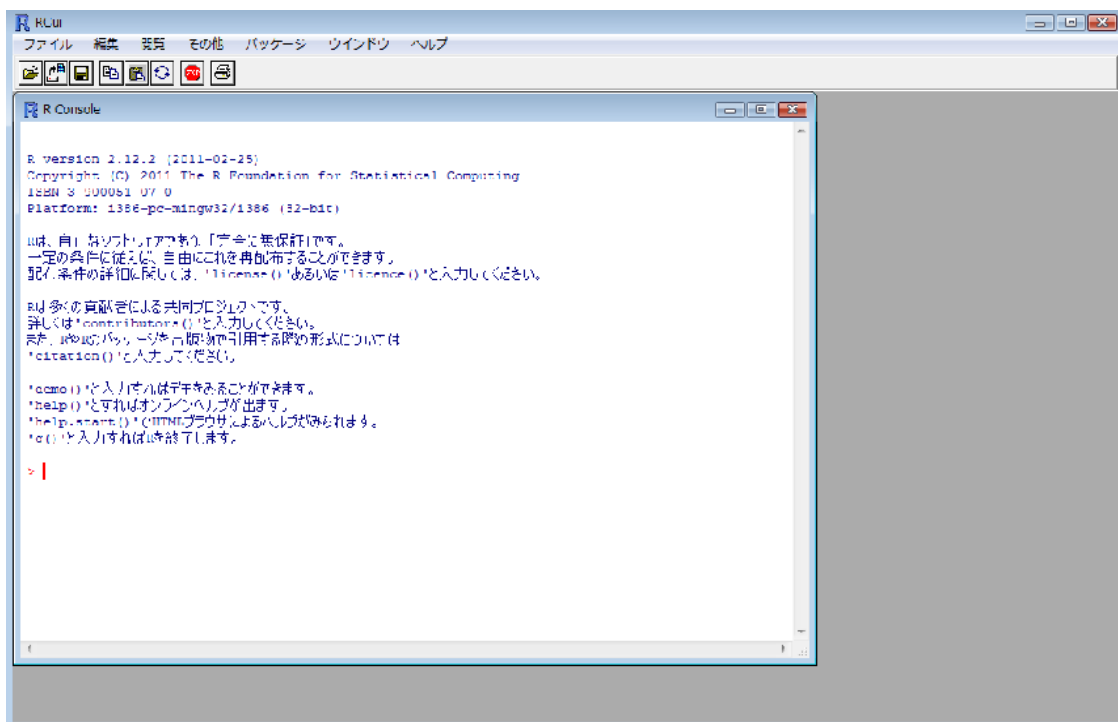
例

D:¥20120321S¥ 20120321-0101.csv

2. 解析ソフトの立ち上げ



ダブルクリックして立ち上げる



> | 左記のようなプロンプト表示が行われます

エラー表示が行われた場合には、

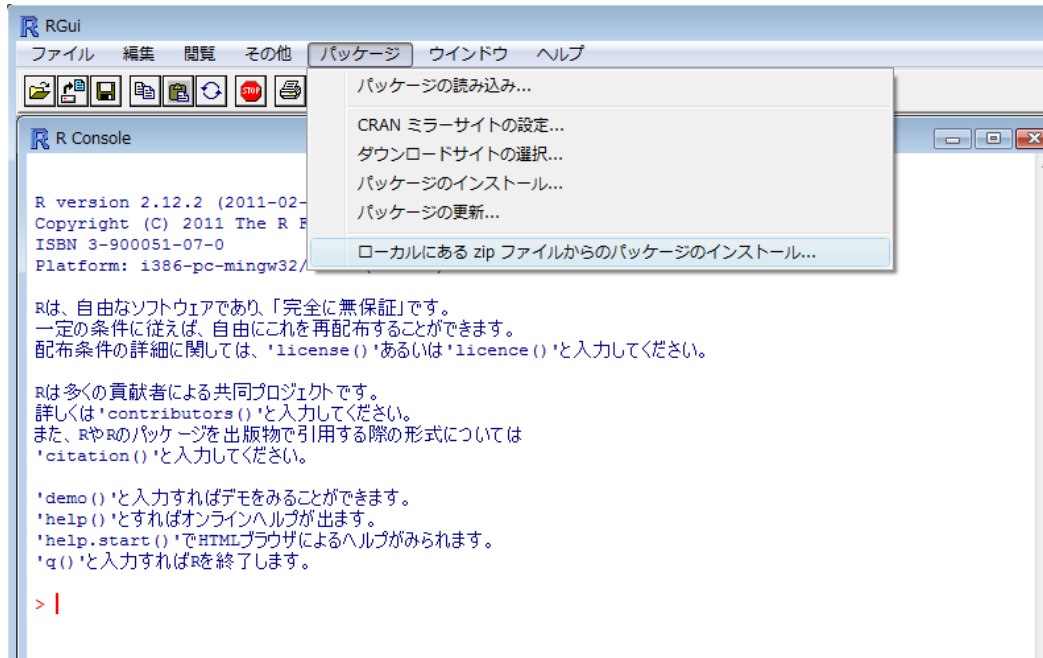
その他の作業ファイル・・・を終了してから

もう一度立ち上げてください

3. 解析ソフトの読み込み

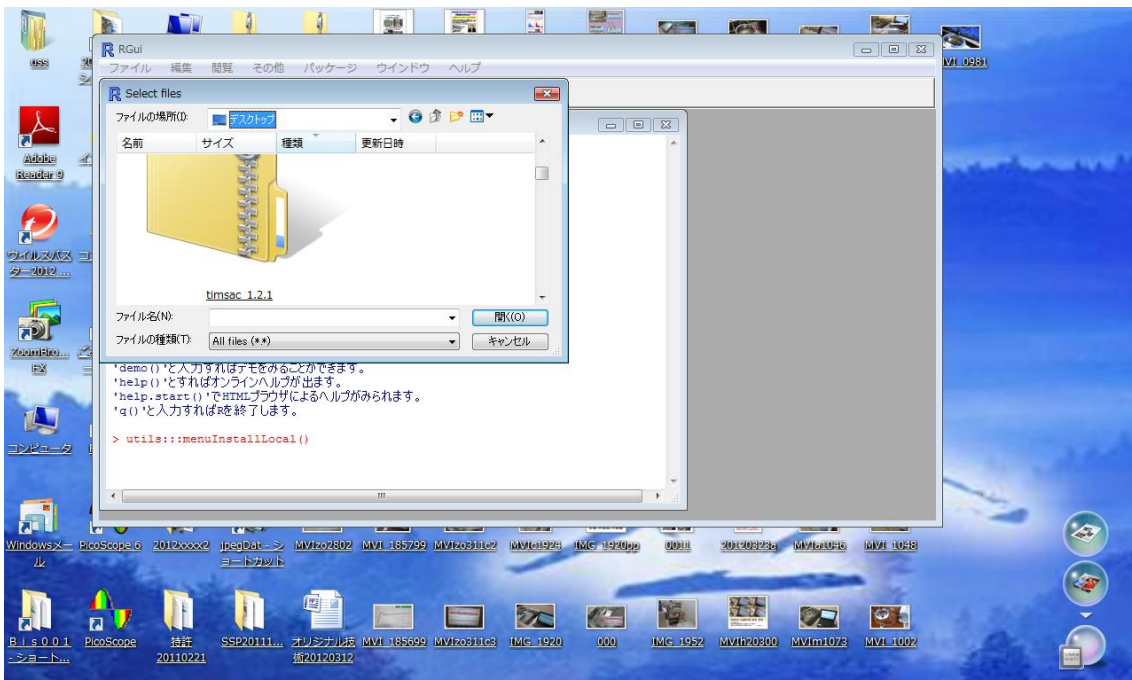
3-1 : パッケージ ->

ローカルにある zip ファイルからの

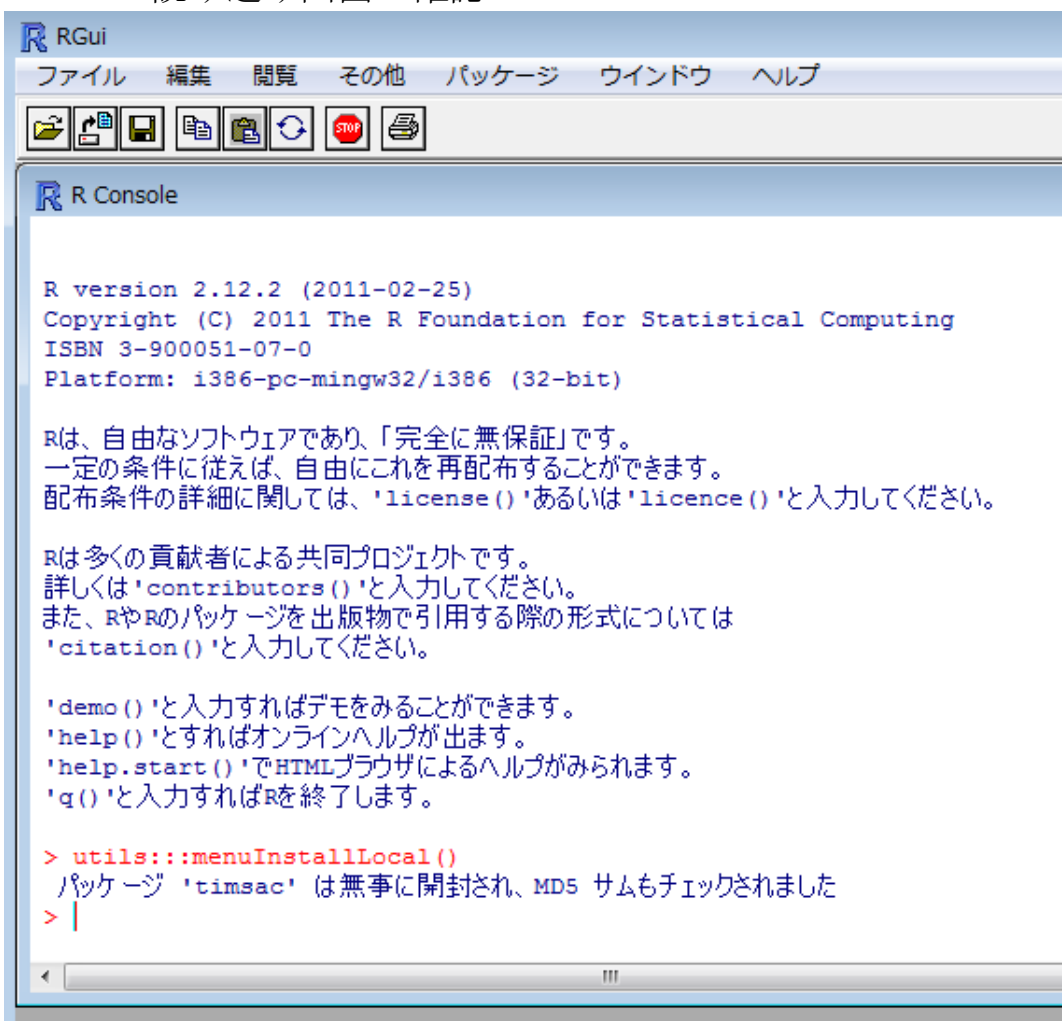


3-2 : デスクトップの zip ファイル

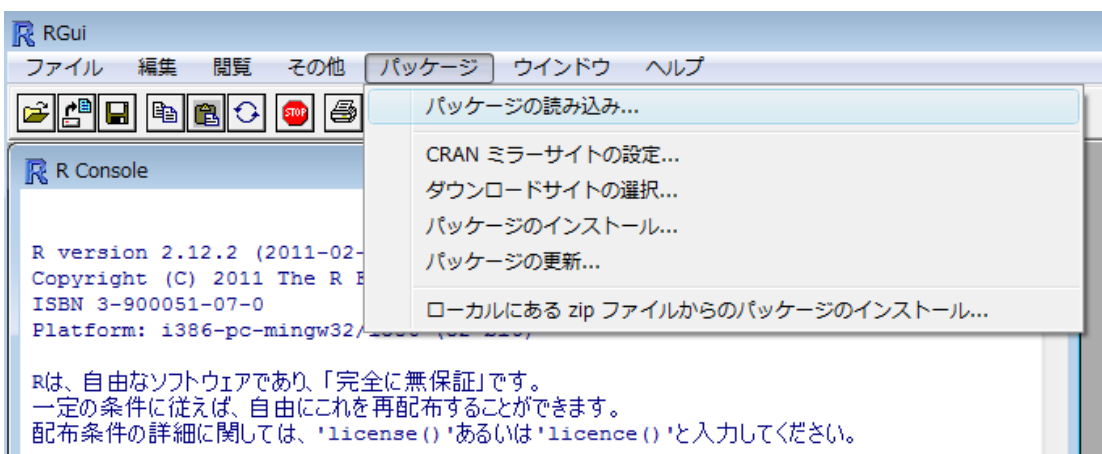
TIMSAC1.2.1 を選択する



3-3 : 読み込み画面の確認

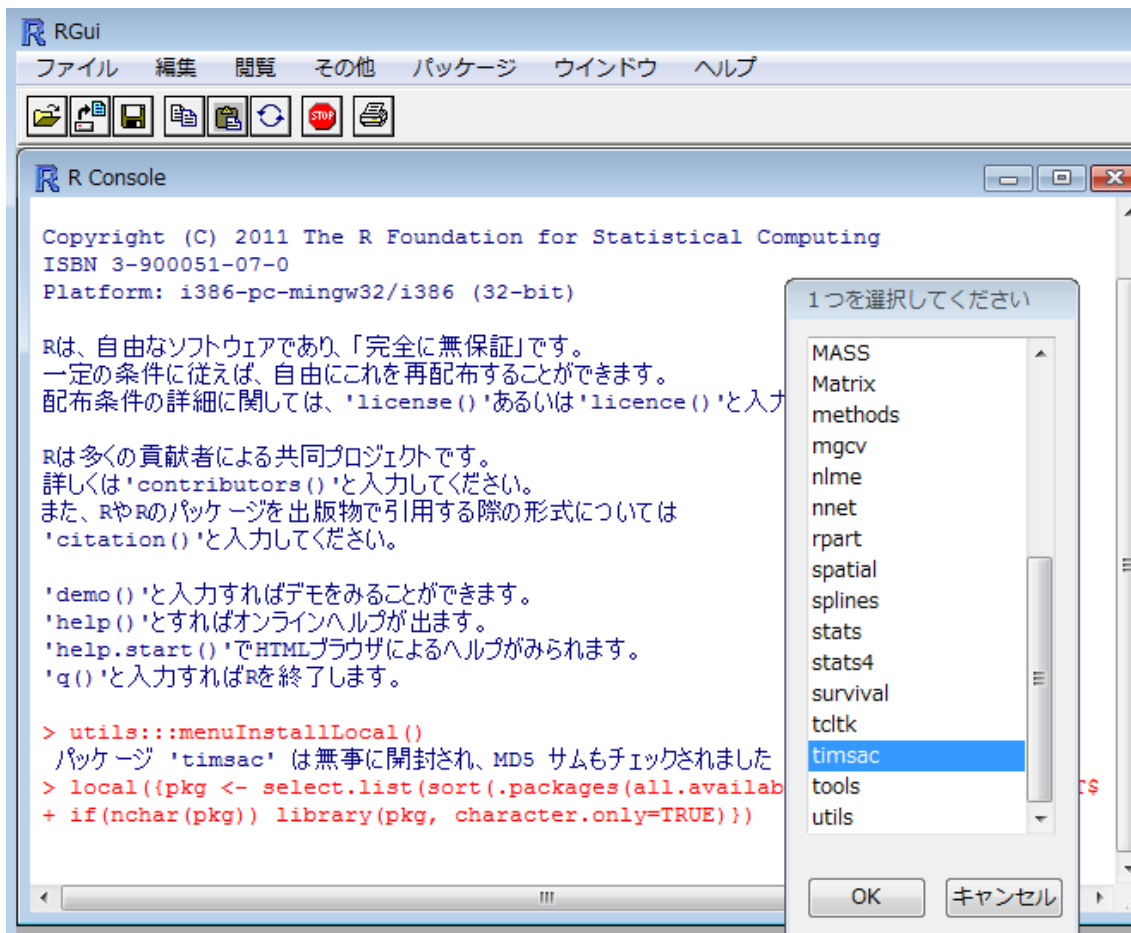


3-4 : パッケージの読み込み

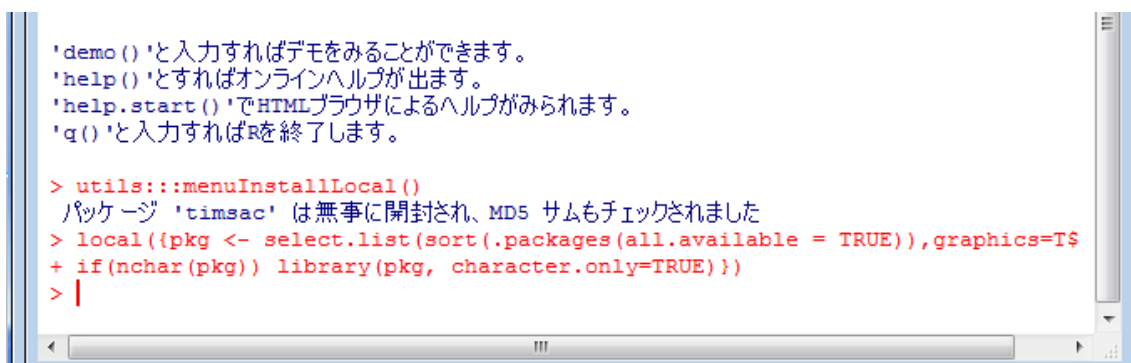


パッケージー>パッケージ読み込み・・・ 選択する

3-5: timsac の選択



3-6: 「OK」 選択により読み込み



以上で解析準備完了です

参考

バイスペクトル

バイスペクトルは以下のように

周波数 f_1 、 f_2 、 $f_1 + f_2$ のスペクトルの積で表すことができる。

$$B(f_1, f_2) = X(f_1)Y(f_2)Z(f_1 + f_2)$$

主要周波数が f_1 であるとき、

$f_1 + f_1 = f_2$ 、 $f_1 + f_2 = f_3$ で表される f_2 、 f_3 という周波数成分が存在すればバイスペクトルは値をもつ。

これは主要周波数 f_1 の整数倍の周波数成分を持つことと同等であるので、バイスペクトルを評価することにより、**高調波の存在を評価できる。**

詳しい説明は専門書・・・を読んで確認してください

エクセルファイルのデータ列

1	Time (ms)	Channel A (mV)	Channel B (mV)
2			
3			
4	0	-17.4566	-13.5807
5	0.00016	-26.4901	-18.0822
6	0.00032	-35.5235	-22.5837
7	0.00048	-44.557	-27.1004
8	0.00064	-53.5905	-31.6019
9	0.0008	-58.1072	-36.1034
10	0.00096	-67.1407	-36.1034
11	0.00112	-76.1742	-36.1034
12	0.00128	-80.6909	-31.6019
13	0.00144	-85.2077	-22.5837
14	0.0016	-89.7244	-18.0822
15	0.00176	-94.2412	-4.56252
16	0.00192	-94.2412	-0.06104
17	0.00208	-98.7579	8.941923
18	0.00224	-98.7579	13.4434
19	0.0024	-98.7579	17.94488
20	0.00256	-94.2412	17.94488
21	0.00272	-89.7244	17.94488
22	0.00288	-80.6909	13.4434
23	0.00304	-76.1742	4.440443
24	0.0032	-67.1407	4.440443

1 番目のデータ列：時間

2 番目のデータ列：Ach のデータ

3 番目のデータ列：Bch のデータ

解析コマンド

```
data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.csv",  
skip=6, sep=",", nrows=9000)
```

解説 `data11` に " C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.csv " のデータをセットする

```
png(file="C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.png")
```

解説 結果の出力先を " C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.png " とする

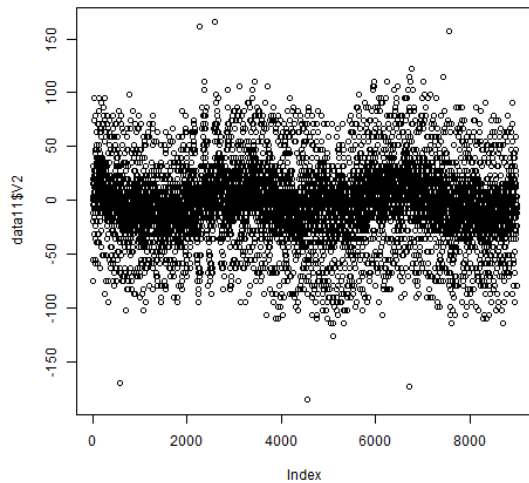
```
plot(data11$V2)
```

解説 `data11` の 2 番目のデータ列 (1 c h の測定データ) に対して

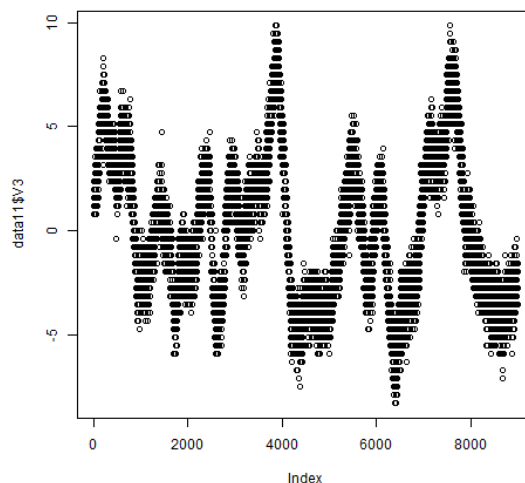
プロット (音圧測定データのグラフ作成) を行う

```
dev.off()
```

解説 終了



1 c h の測定データ



2 c h の測定データ

```
plot(data11$V3)
```

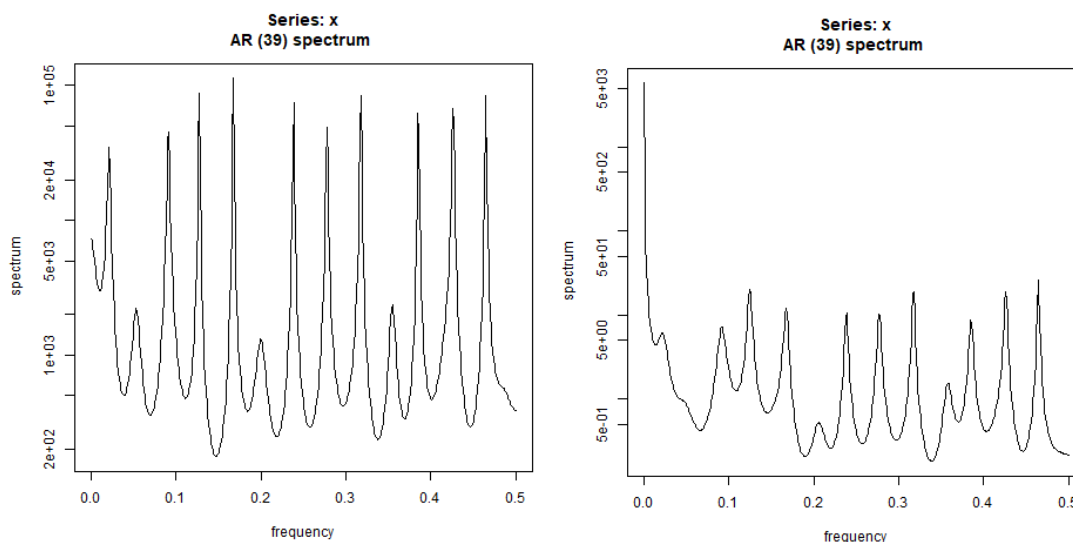
解説 `data11` の 3 番目のデータ列 (2 c h の測定データ) に対して

プロット (音圧測定データのグラフ作成) を行う


```
data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.csv",
skip=6, sep=",", nrows=9000)
png(file="C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030sp0001_01.png")
spectrum(data11$V2,method="ar")
```

解説 **spectrum**(data11\$V2,method="ar")
data11 の 2 番目のデータ列 (1 c h の測定データ) に対して
AR (自己回帰) モデルによる **スペクトル解析**を行う

```
dev.off()
```



```
data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.csv",
skip=6, sep=",", nrows=9000)
png(file="C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030bi0001_01.png")
bispec(data11$V2)
```

解説 **bispec**(data11\$V2)
data11 の 2 番目のデータ列 (1 c h の測定データ) に対して
バイスペクトル解析を行う

```
dev.off()
```



```
data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.csv",
skip=6, sep=",", nrow=9000)
png(file="C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030au0001_01.png")
autcor(data11$V2)
```

解説 **autcor**(data11\$V2)

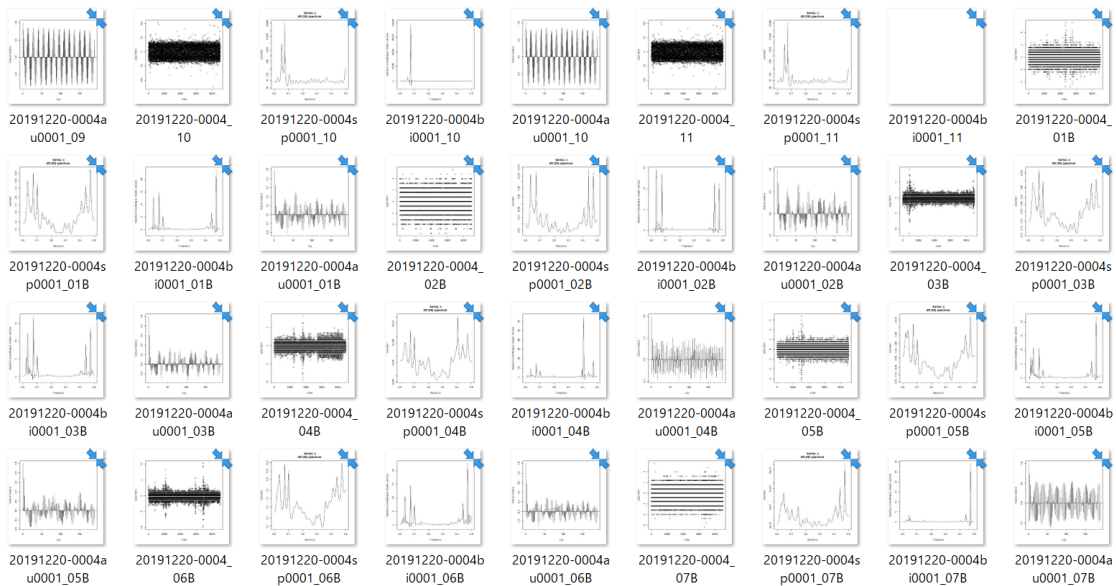
data11 の 2 番目のデータ列 (1 c h の測定データ) に対して
自己相関の解析を行う

dev.off()

参考

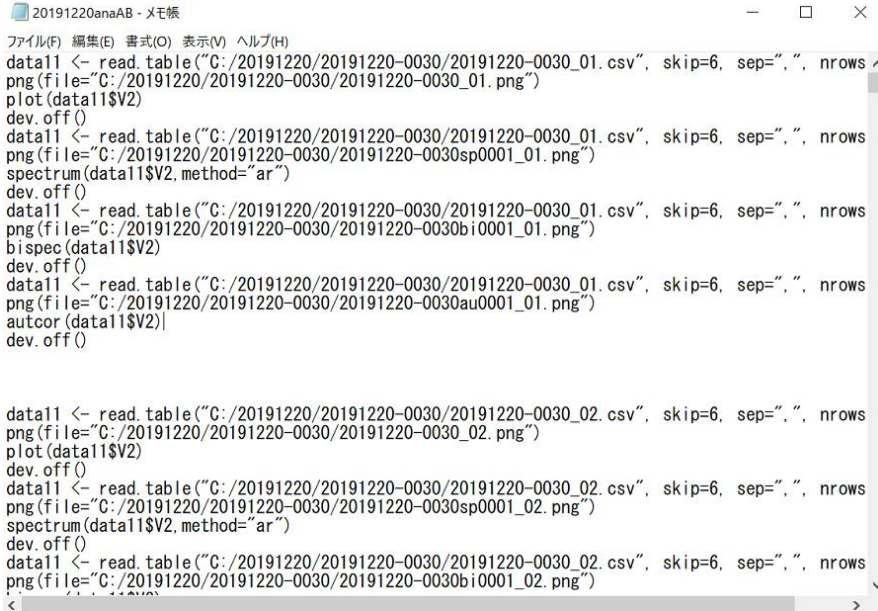
以下のようにテキストデータをコピーして、Rの画面にペーストするとすべての解析を連続的に行います

```
data11 <- read.table("C:/20191220-0030_01.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
png(file="C:/20191220-0030_01.png")
plot(data11$V2)
dev.off()
data11 <- read.table("C:/20191220-0030_01.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
png(file="C:/20191220-0030sp0001_01.png")
spectrum(data11$V2,method="ar")
dev.off()
data11 <- read.table("C:/20191220-0030_01.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
png(file="C:/20191220-0030bi0001_01.png")
bispec(data11$V2)
dev.off()
data11 <- read.table("C:/20191220-0030_01.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
png(file="C:/20191220-0030au0001_01.png")
autcor(data11$V2)
dev.off()
. . . .
```



実施例

コマンドをメモ帳で作成



```
20191220anaAB - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
png(file="C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.png")
plot(data11$V2)
dev.off()
data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
png(file="C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030sp0001_01.png")
spectrum(data11$V2, method="ar")
dev.off()
data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
png(file="C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030bi0001_01.png")
bispec(data11$V2)
dev.off()
data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
png(file="C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030au0001_01.png")
autcor(data11$V2)
dev.off()

data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_02.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
png(file="C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_02.png")
plot(data11$V2)
dev.off()
data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_02.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
png(file="C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030sp0001_02.png")
spectrum(data11$V2, method="ar")
dev.off()
data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_02.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
png(file="C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030bi0001_02.png")
bispec(data11$V2)
dev.off()
```

コピー・ペーストで解析実行



```
RGui (32-bit) - [R Console]
ファイル 編集 閲覧 その他 パッケージ ウィンドウ ヘルプ
[148] -4.677243e-02 -5.240014e-02 -5.330129e-02 -5.518410e-02 -5.972383e-02 -6.009225e-02 -5.568388e-02
[155] -5.456363e-02 -5.253170e-02 -4.921017e-02 -5.246927e-02 -5.681305e-02 -5.477044e-02 -4.986192e-02
[162] -4.758614e-02 -5.293389e-02 -5.644964e-02 -5.698189e-02 -5.475905e-02 -5.300658e-02 -5.756718e-02
[169] -6.020901e-02 -5.967150e-02 -5.862474e-02 -5.679120e-02 -5.140447e-02 -4.363712e-02 -3.915701e-02
[176] -3.542826e-02 -3.107127e-02 -3.063141e-02 -3.081023e-02 -2.593660e-02 -2.096295e-02 -2.126117e-02
[183] -2.839911e-02 -2.679821e-02 -2.070705e-02 -1.876966e-02 -1.679910e-02 -1.204914e-02 -2.239768e-03
[190] 7.928510e-03

$mean
[1] -79.29154

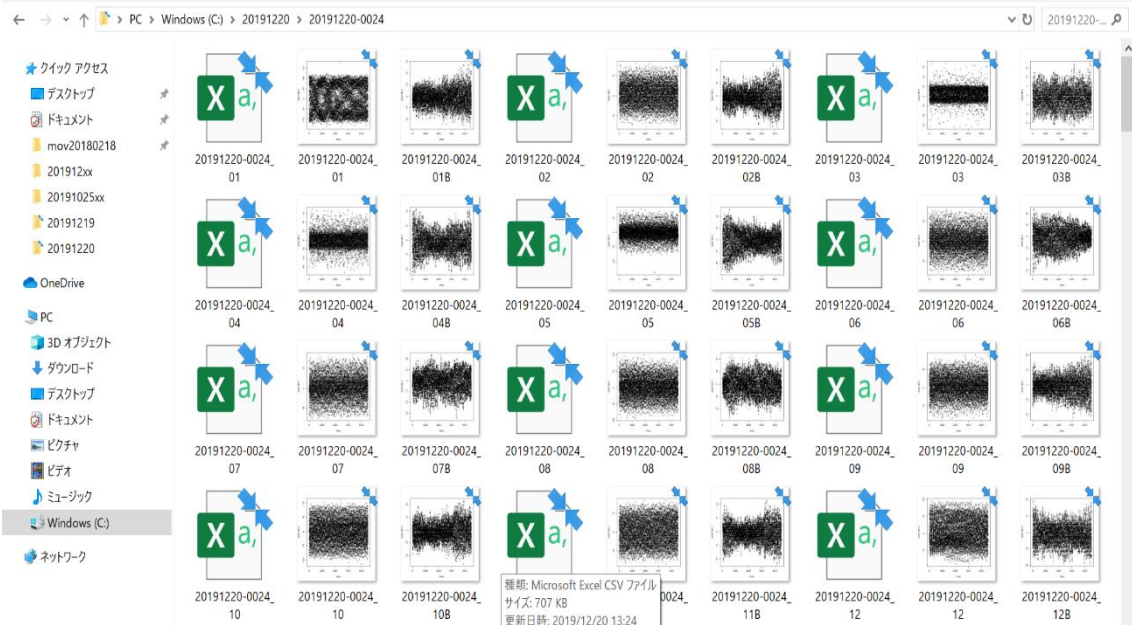
> dev.off()
null device
1

>
> data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
> png(file="C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.png")
> plot(data11$V2)
> dev.off()
null device
1

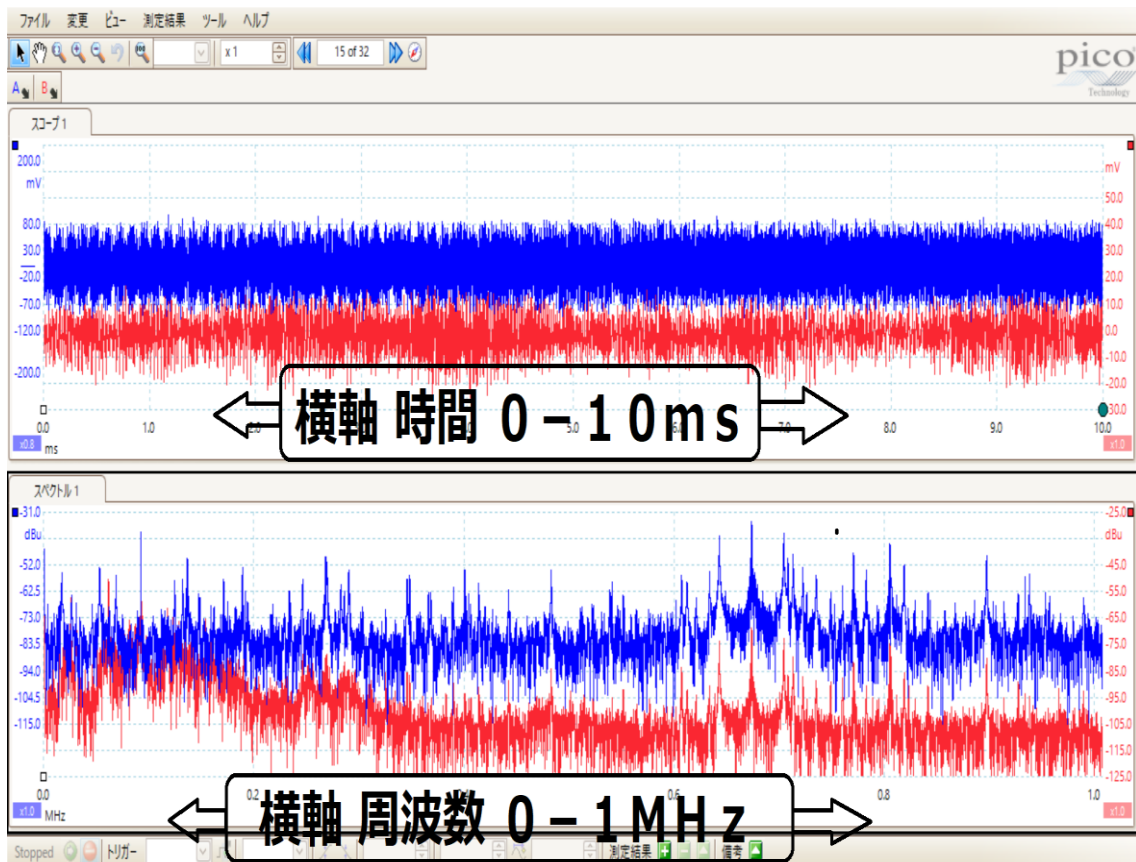
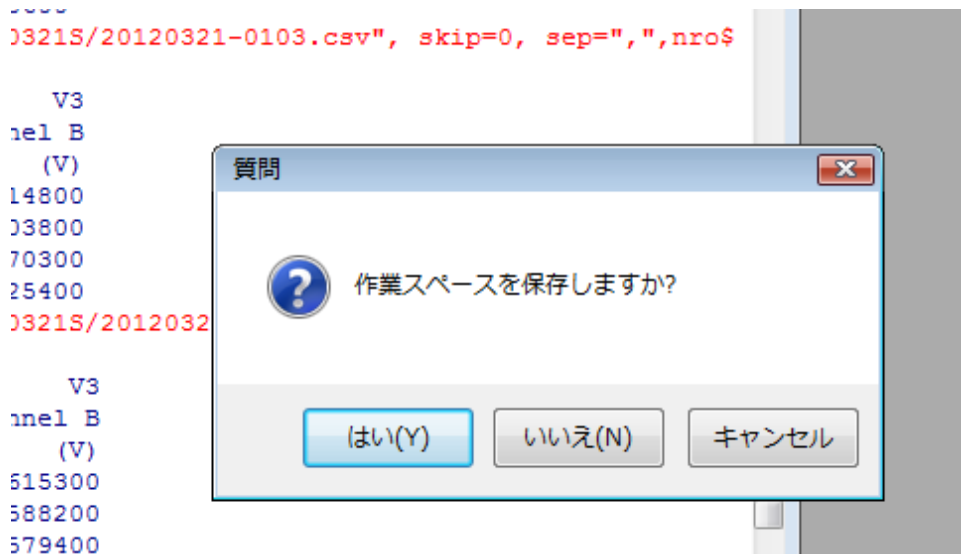
> data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
> png(file="C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030sp0001_01.png")
> spectrum(data11$V2, method="ar")
> dev.off()
null device
1

> data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030_01.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
> png(file="C:/20191220/20191220-0030/20191220-0030bi0001_01.png")
> bispec(data11$V2)
```

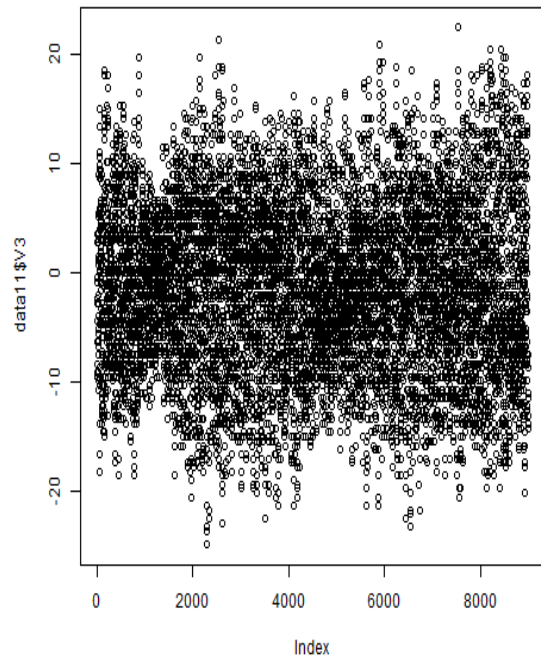
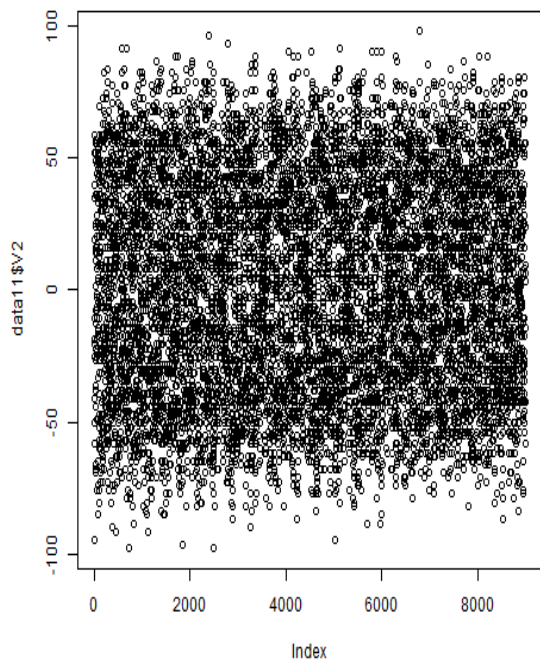
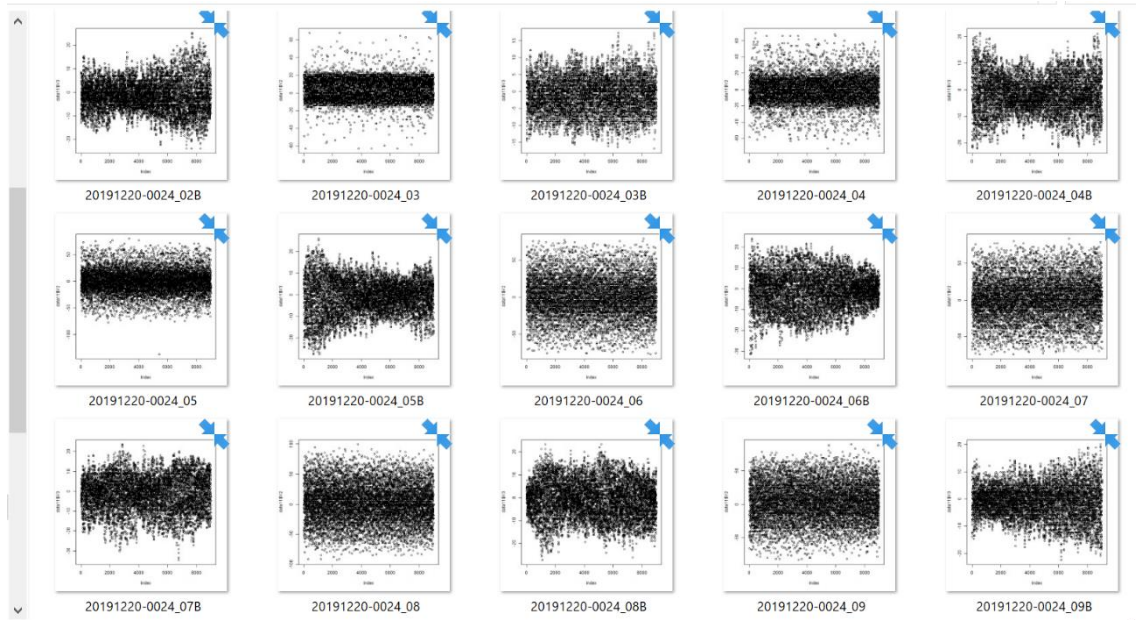
解析結果 (png ファイル) が作成・保存されます



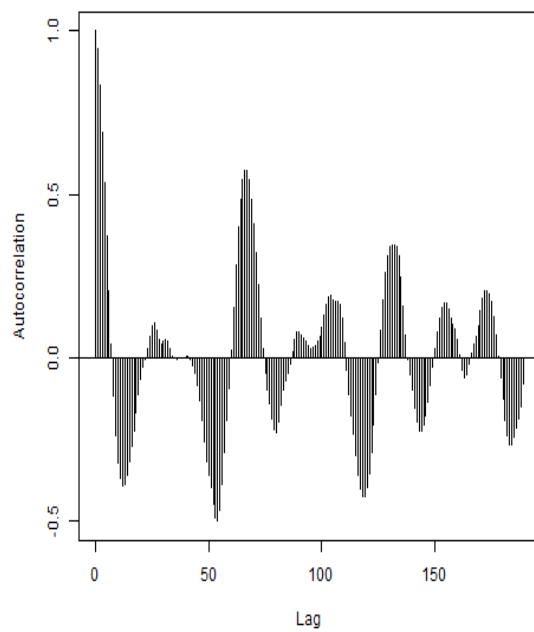
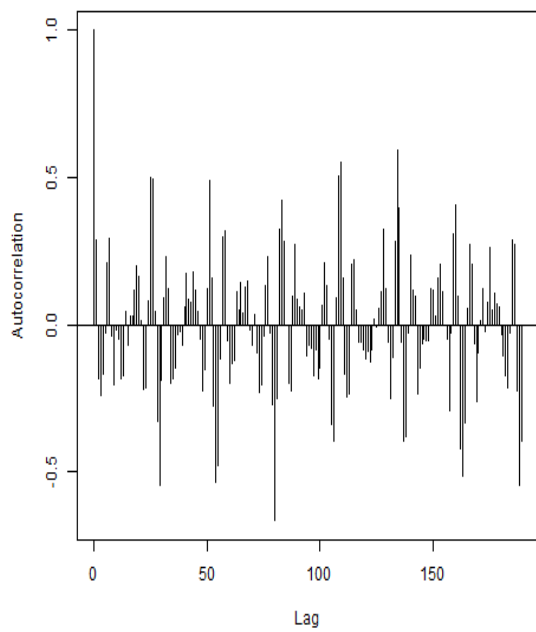
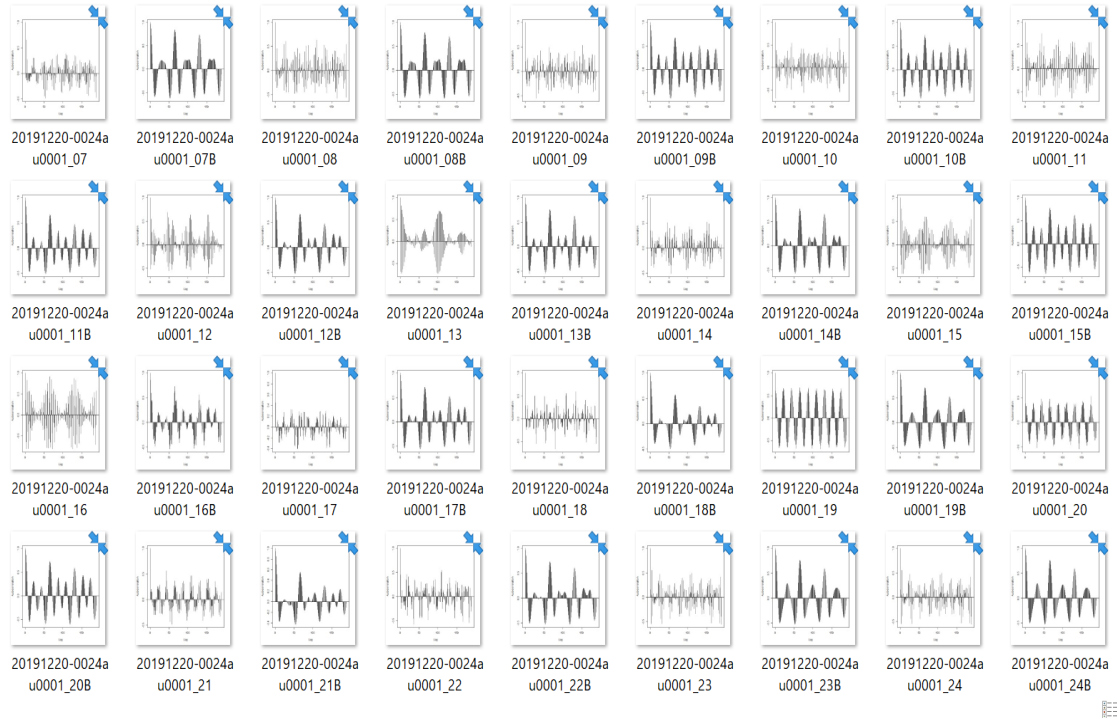
終了時 以下の表示が行われます、保存しなくてかまいません



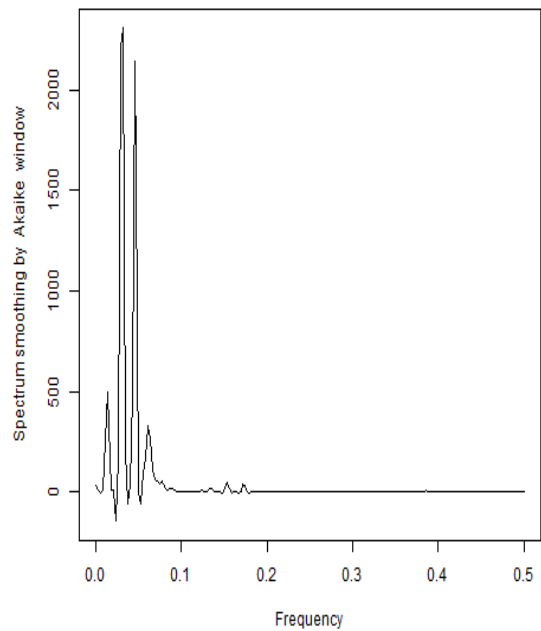
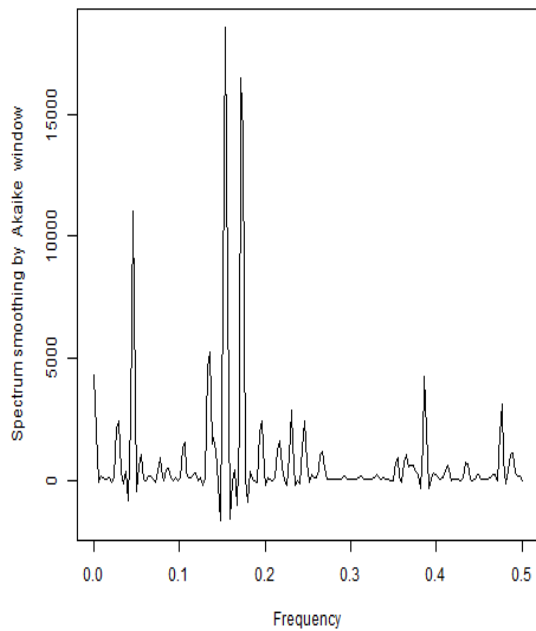
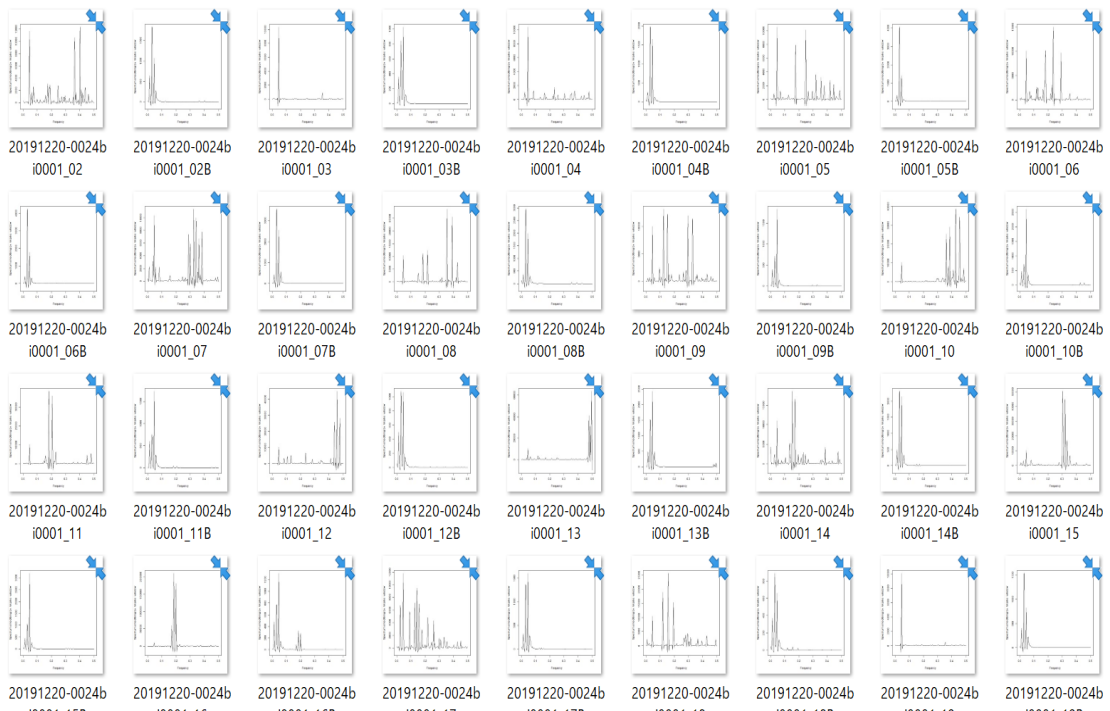
解析結果グラフ 1 : 音圧測定データのグラフ



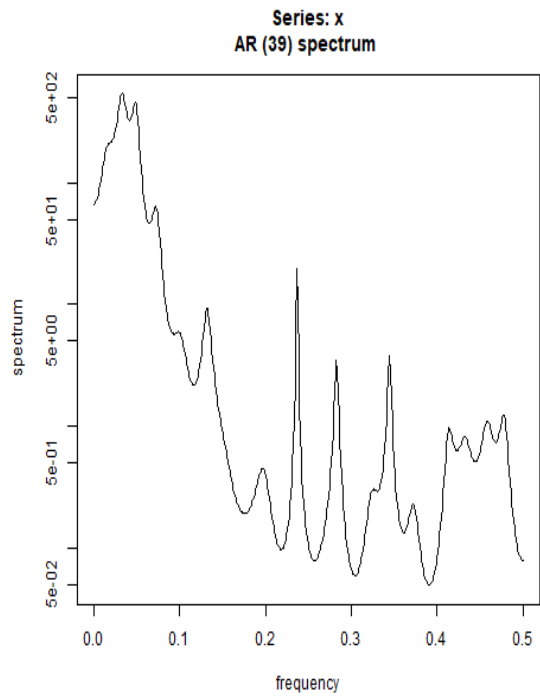
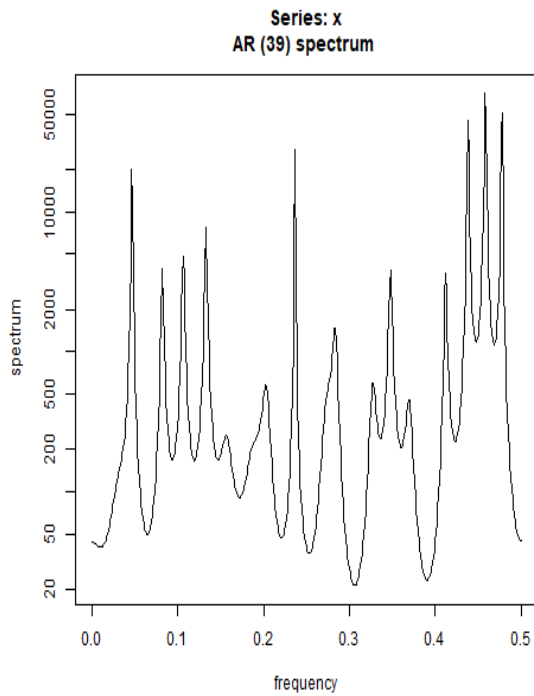
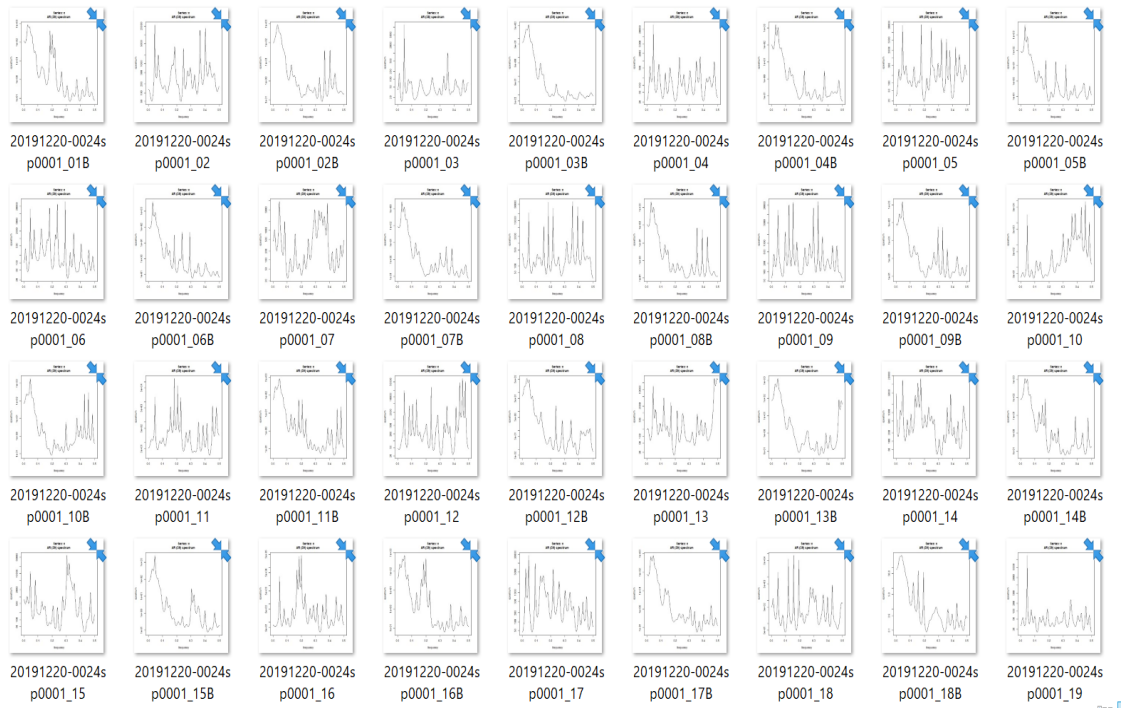
解析結果グラフ 2 : 自己相関



解析結果グラフ 3 : バイスペクトル



解析結果グラフ 4 : パワースペクトル



解析の詳細・解析結果の解釈・・・については
以下の参考書籍・・・の専門書を読んでください

参考書籍

1：統計数理

1) 叩いて超音波で見る—非線形効果を利用した計測
佐藤 拓宋 (著) 出版社: コロナ社 (1995/06)

2) 電気系の確率と統計

佐藤 拓宋 (著) 出版社: 森北出版 (1971/01)

3) 不規則信号論と動特性推定

宮川 洋 (著), 佐藤拓宋 (著), 茅 陽一 (著)
出版社: コロナ社 (1969)

4) 赤池情報量規準 AIC—モデリング・予測・知識発見

赤池 弘次 (著), 室田 一雄 (編さん), 土谷 隆 (編さん)
出版社: 共立出版 (2007/07)

5) ダイナミックシステムの統計的解析と制御

赤池 弘次 (著), 中川 東一郎 (著)
出版社: サイエンス社(1972)

参考資料

統計的な考え方を利用した超音波

<http://ultrasonic-labo.com/?p=12202>

超音波の洗浄・攪拌・加工に関する「論理モデル」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=3963>

物の動きを読む

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1074>

参考

<<超音波の音圧測定・解析>>

- 1) 多変量自己回帰モデルによる
フィードバック解析により
超音波伝搬状態の安定性・変化について解析評価します
- 2) インパルス応答特性・自己相関の解析により
対象物の表面状態・・・に関する解析評価を行います
- 3) パワー寄与率の解析により
超音波（周波数・出力）、形状、材質、測定条件・・・
データの最適化に関する解析評価を行います
- 4) その他（表面弾性波の伝搬）の
非線形（バースペクトル）解析により
対象物の振動モードに関する
ダイナミック特性の解析評価を行います

この解析方法は、
複雑な超音波振動のダイナミック特性を
時系列データの解析手法により、
超音波の測定データに適応させることで実現しています。

表面弾性波を利用した超音波制御技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14311>

表面弾性波の利用技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=7665>

精密測定プローブ
<http://ultrasonic-labo.com/?p=11267>

超音波と表面弾性波
(オリジナル超音波システムの開発技術)
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14264>

解析ソフトについて

TIMSAC for R package

統計数理研究所 November 1, 2006

TIMSAC(TIME Series Analysis and Control program package) は, 統計数理研究所で開発された時系列データの解析, 予測, 制御のための総合的プログラムパッケージです. . . .

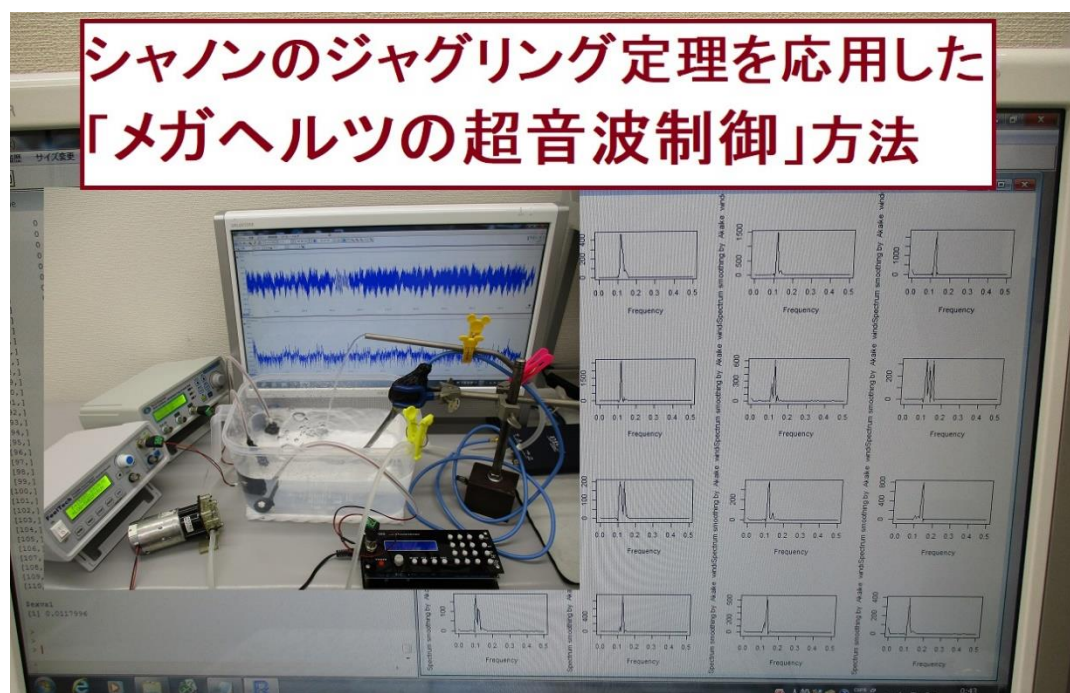
TIMSAC はFORTRANで書かれたプログラムですが, ユーザーが作成したFORTRAN, C, Java のプログラムにこのライブラリをリンクすることにより, より扱い易い環境が実現されました.

バイスペクトルの解析関数 `bispec()` : バイスペクトルの計算

自己相関の解析関数 `autcor()` : 直接法による自己共分散関数の計算

TIMSAC for R package

<http://jasp.ism.ac.jp/ism/timsac/>



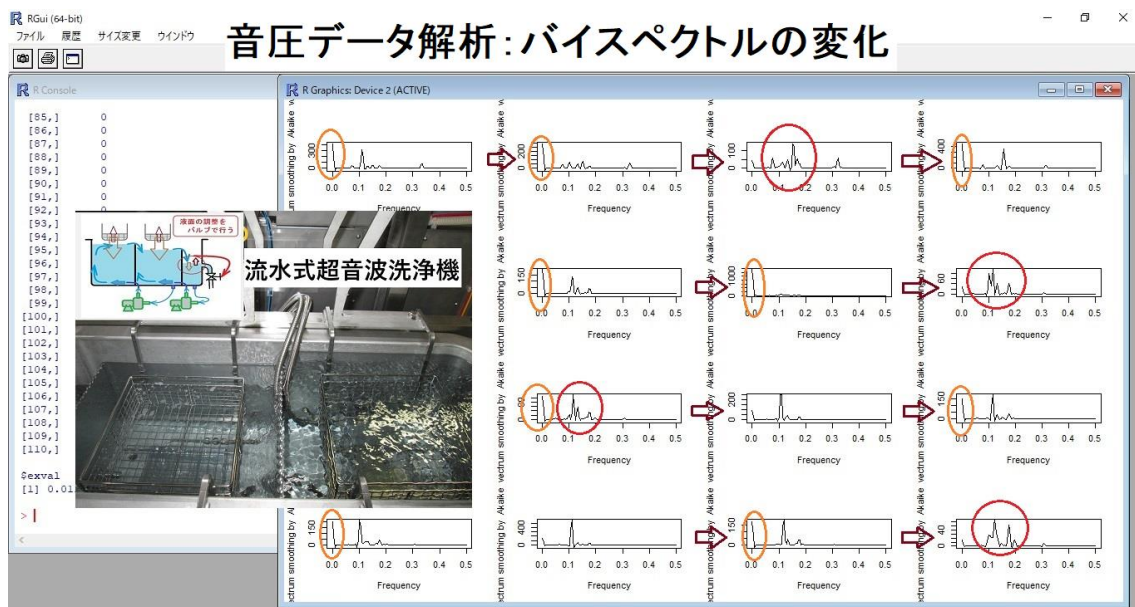
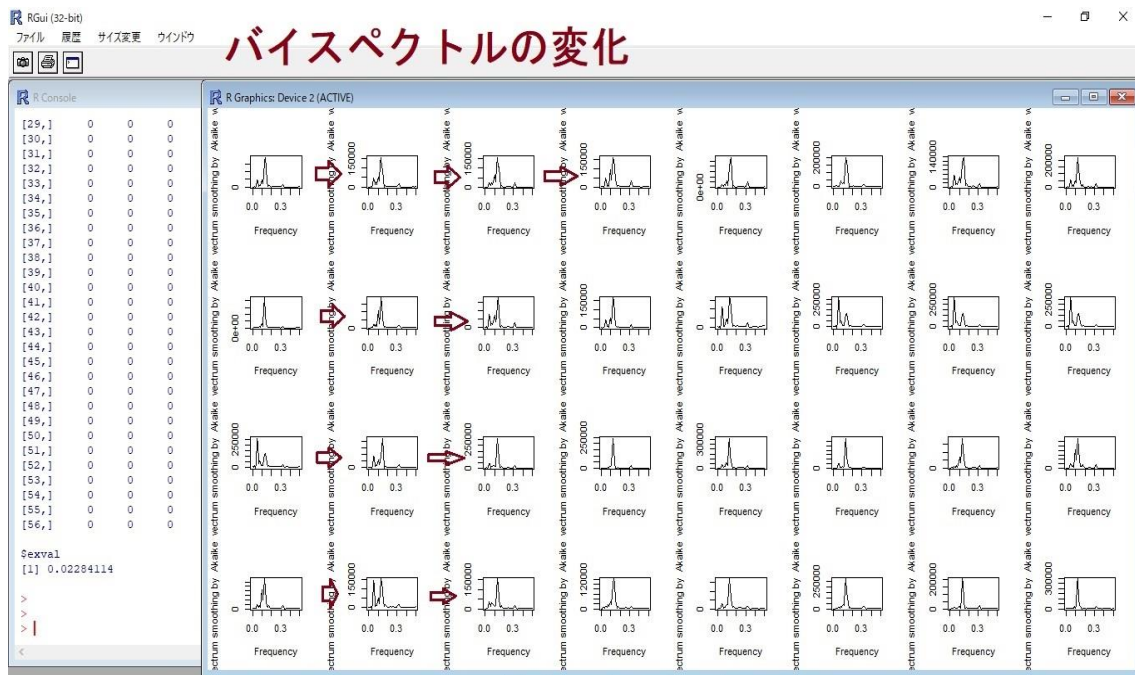
解析結果を画面表示で確認する方法

1) 解析時に以下のコマンドをセットする

`par(mfrow=c(4, 4))` ; 例 4行 8列 でグラフ表示

2) 解析コマンドリストから

`png(file="C:/20191220-0030sp0 . . . 01.png")`
を削除する



1) 超音波プローブ1

3MHz ~ 20MHz のスイープ発振制御

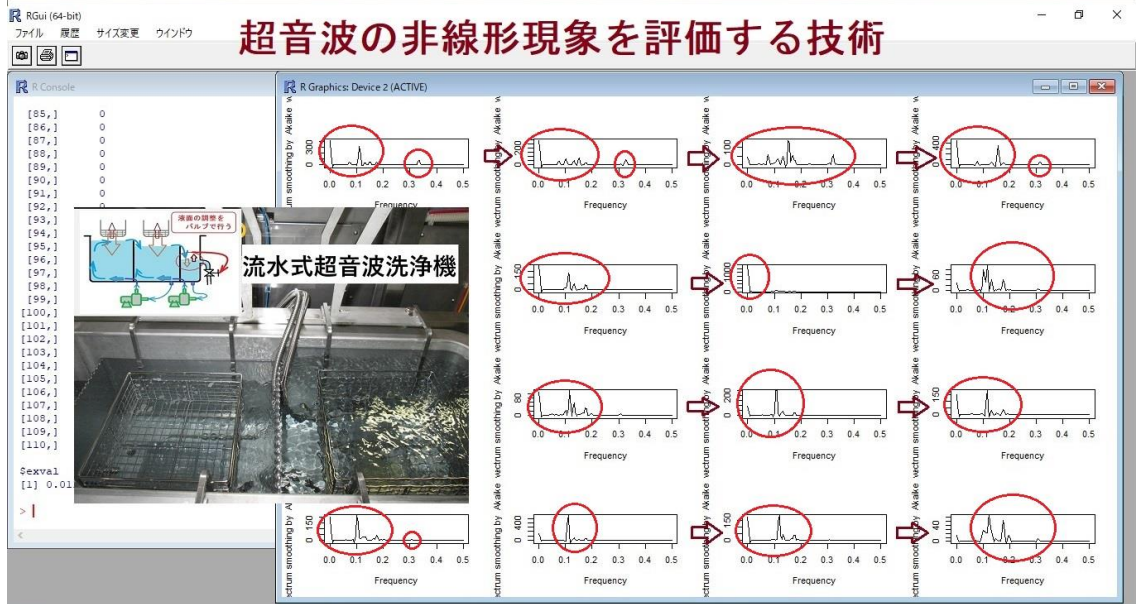
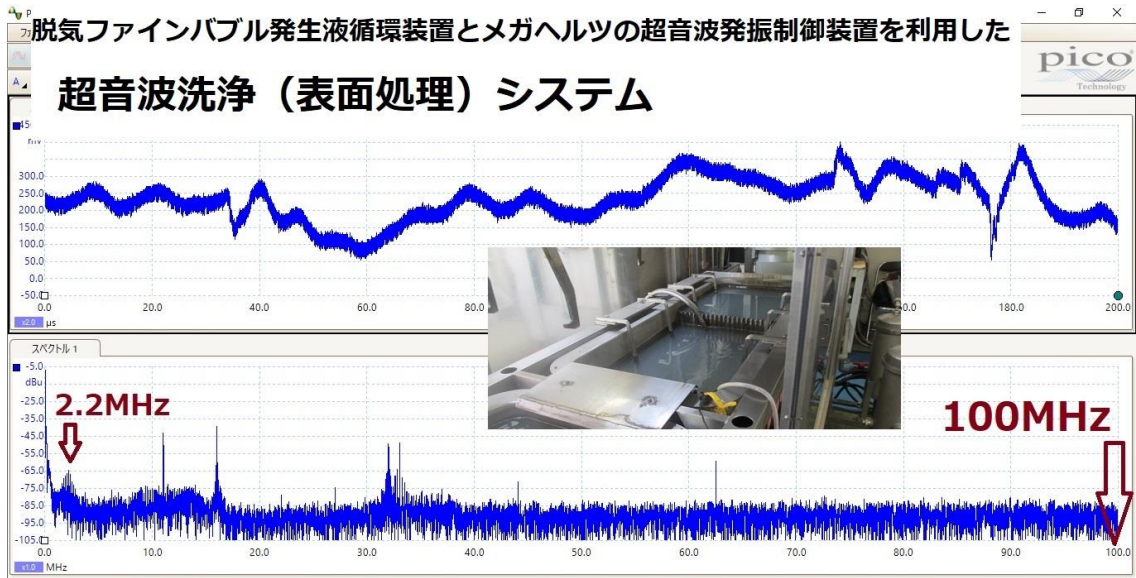
2) 超音波プローブ2

13MHz のパルス発振制御

3) 28kHz 300W (超音波振動子: ONOFF制御)

4) 38kHz 150W (超音波振動子: ONOFF制御)

——ダイナミック変動型の超音波伝搬制御を実現——



1) 超音波プローブ1

3MHz~20MHzのスweep発振制御

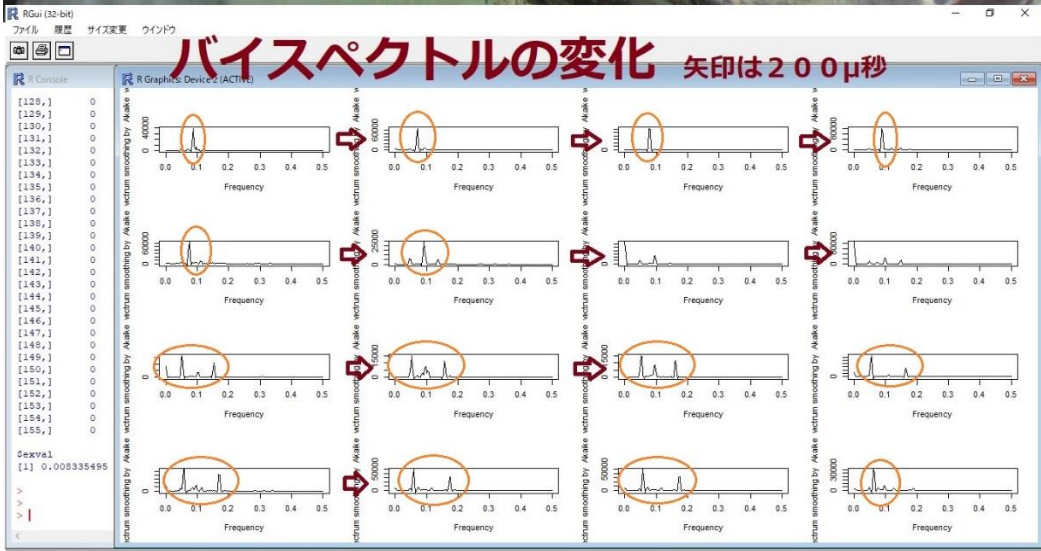
2) 超音波プローブ2

13MHzのパルス発振制御

3) 28kHz 600W(超音波振動子:ONOFF制御)

4) 35kHz 600W(超音波振動子:ONOFF制御)

——ダイナミック変動型の超音波伝搬制御を実現——



以上