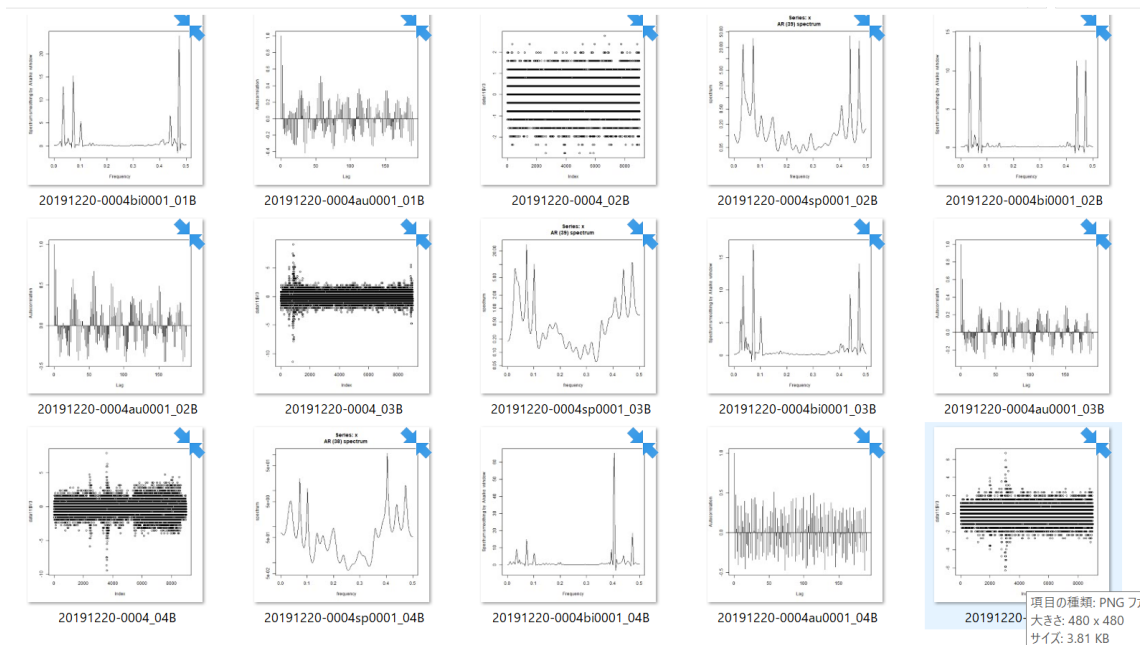


「R」を利用した、 超音波の音圧解析操作資料



超音波テスター（音圧測定・解析システム）

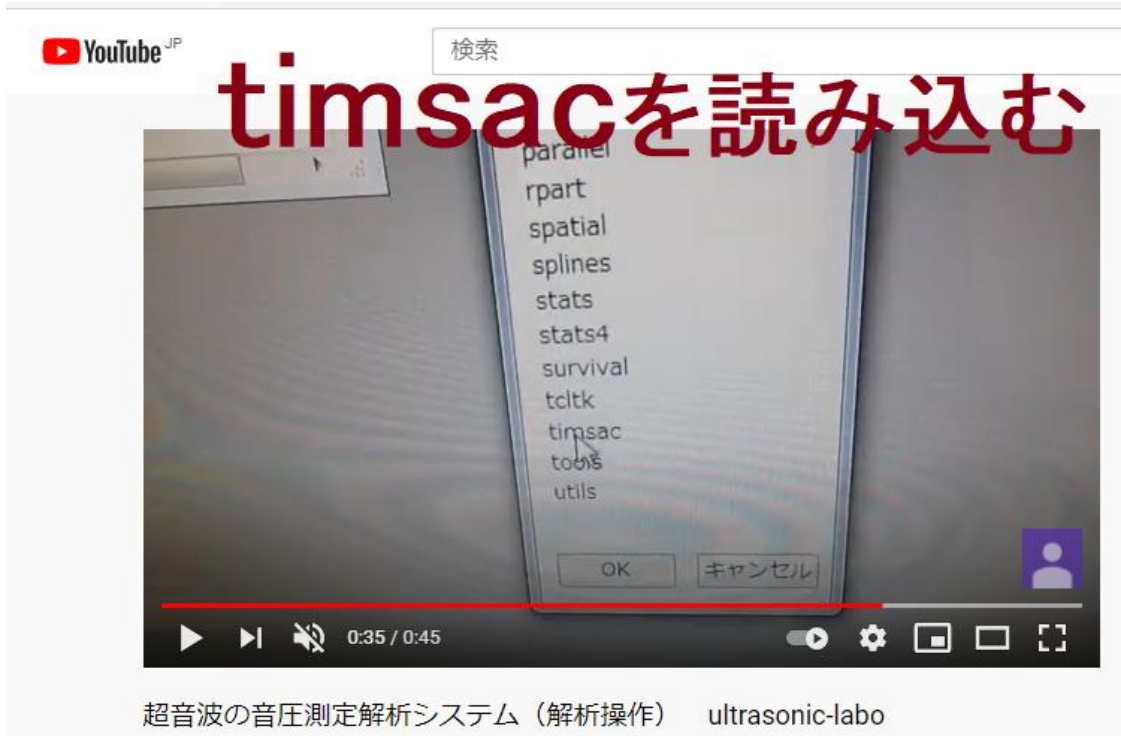
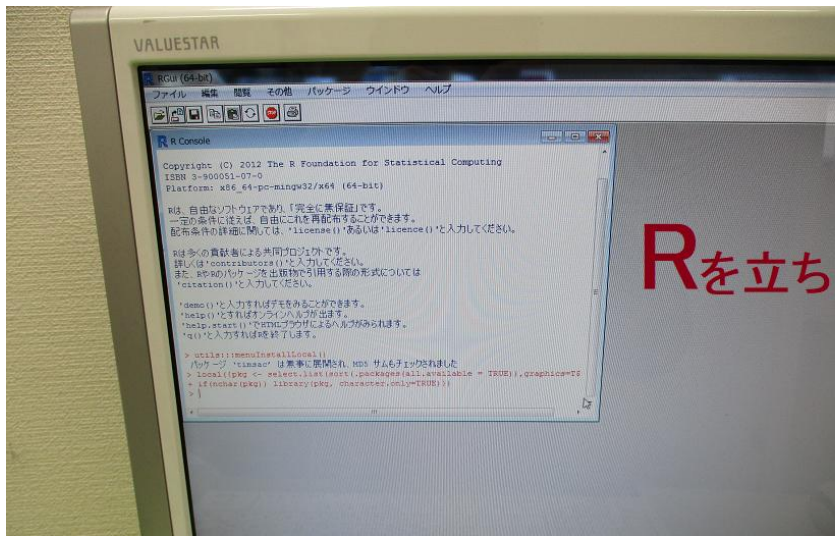


超音波システム研究所

音圧測定データ (***.csv) の解析操作

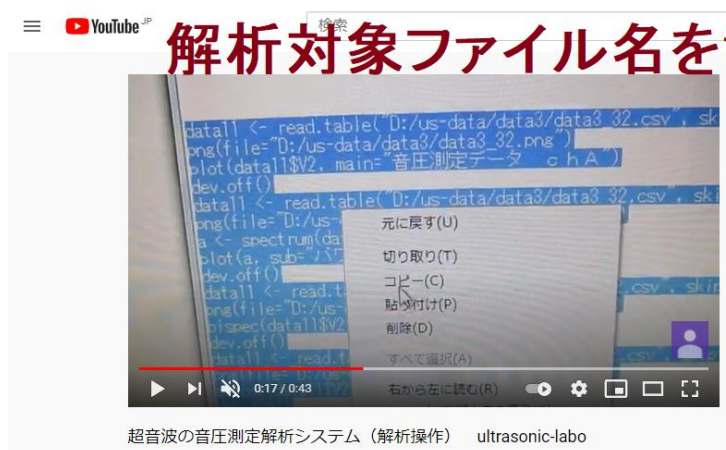
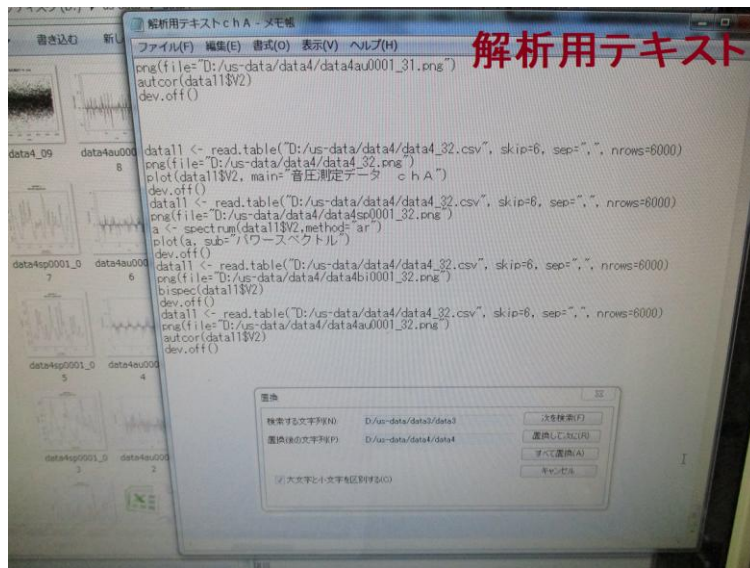


「R」をダブルクリックして立ち上げる



https://youtu.be/2RcXz_xtNu4

解析用テキストファイル（解析用テキスト c h A . t x t）を開く



<https://youtu.be/uo2PCRF2xIo> <https://youtu.be/GR7NLxUfU4A>



解析プログラム 1 (測定データ32個の平均・分散・最大・最小の変化)

```
par(mfrow=c(3,2))

data08 <- read.table("C:/sample/sample-0001_01.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
data11 <- na.omit(data08)#欠損(NA)を除く

m01 <- mean(data11$V2)#平均
v01 <- var(data11$V2)#分散
s01 <- min(data11$V2)#最小値
t01 <- max(data11$V2)#最大値

data08 <- read.table("C:/sample/sample-0001_02.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
data11 <- na.omit(data08)#欠損(NA)を除く

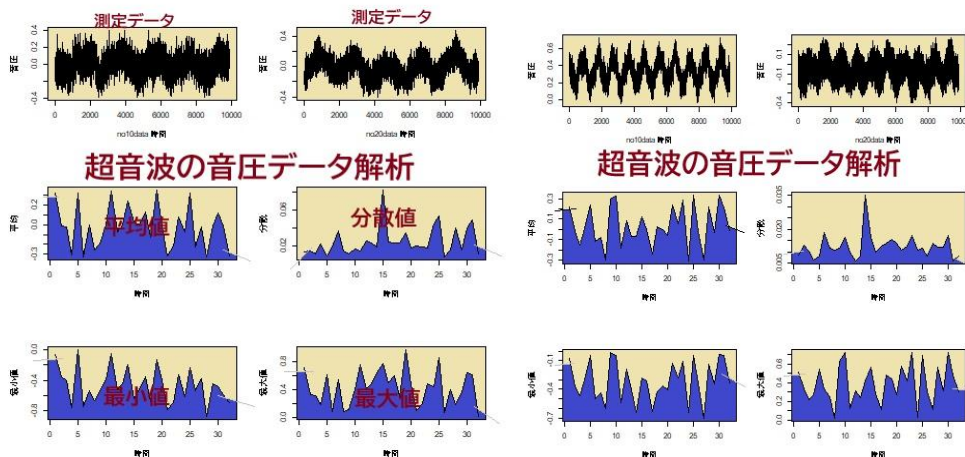
m02 <- mean(data11$V2)#平均
v02 <- var(data11$V2)#分散
s02 <- min(data11$V2)#最小値
t02 <- max(data11$V2)#最大値
. . . . .

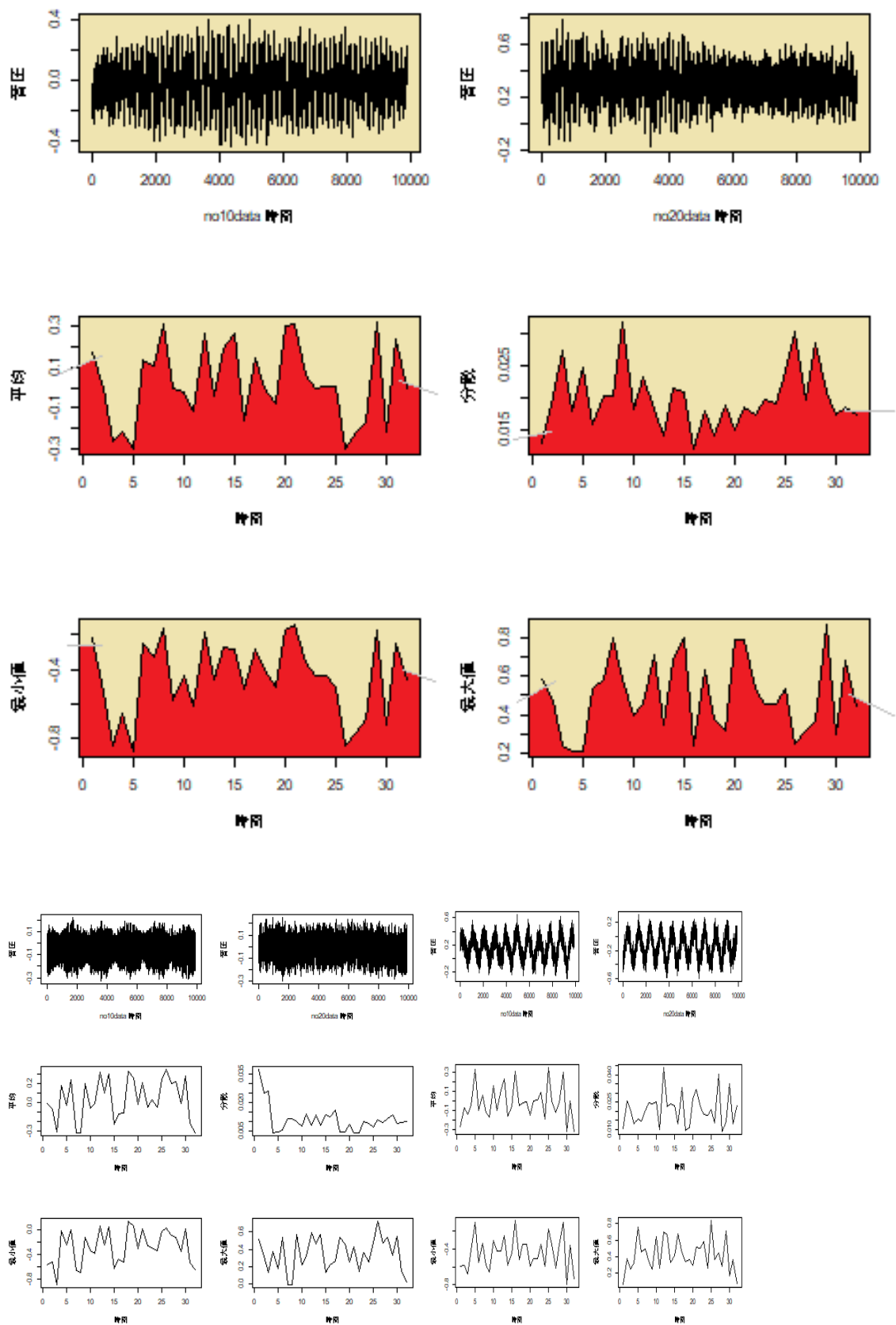
data08 <- read.table("C:/sample/sample-0001_32.csv", skip=6, sep=",", nrows=9000)
data11 <- na.omit(data08)#欠損(NA)を除く

m32 <- mean(data11$V2)#平均
v32 <- var(data11$V2)#分散
s32 <- min(data11$V2)#最小値
t32 <- max(data11$V2)#最大値

gdata1 <- c(m01,m02,m03,m04,m05,m06,m07,m08,m09,m10,m11,m12,m13,m14,m15,m16,m17,m1
8,m19,m20,m21,m22,m23,m24,m25,m26,m27,m28,m29,m30,m31,m32)
gdata2 <- c(v01,v02,v03,v04,v05,v06,v07,v08,v09,v10,v11,v12,v13,v14,v15,v16,v17,v1
8,v19,v20,v21,v22,v23,v24,v25,v26,v27,v28,v29,v30,v31,v32)
gdata3 <- c(s01,s02,s03,s04,s05,s06,s07,s08,s09,s10,s11,s12,s13,s14,s15,s16,s17,s1
8,s19,s20,s21,s22,s23,s24,s25,s26,s27,s28,s29,s30,s31,s32)
gdata4 <- c(t01,t02,t03,t04,t05,t06,t07,t08,t09,t10,t11,t12,t13,t14,t15,t16,t17,t1
8,t19,t20,t21,t22,t23,t24,t25,t26,t27,t28,t29,t30,t31,t32)

plot(gdata1,type="l", xlab="時間", ylab="平均")
plot(gdata2,type="l", xlab="時間", ylab="分散")
plot(gdata3,type="l", xlab="時間", ylab="最小値")
plot(gdata4,type="l", xlab="時間", ylab="最大値")
```





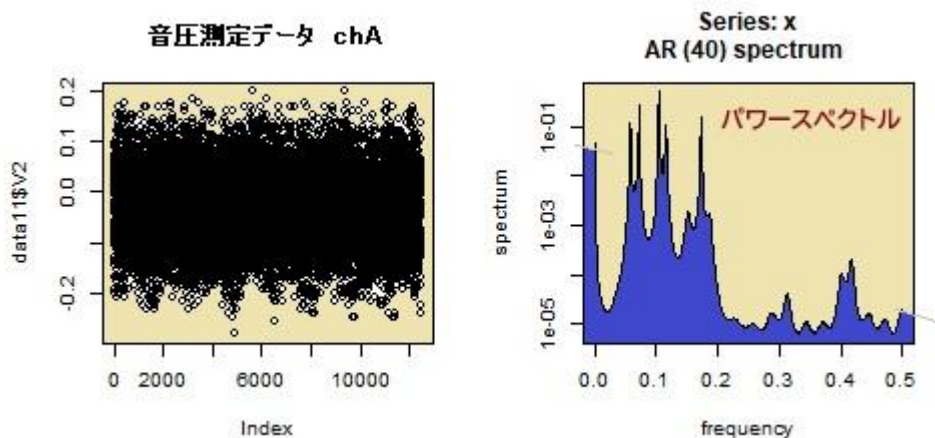
解析プログラム 2 (測定データのバイスペクトル・自己相関)

```
dev.off()
par(mfrow=c(2, 2))

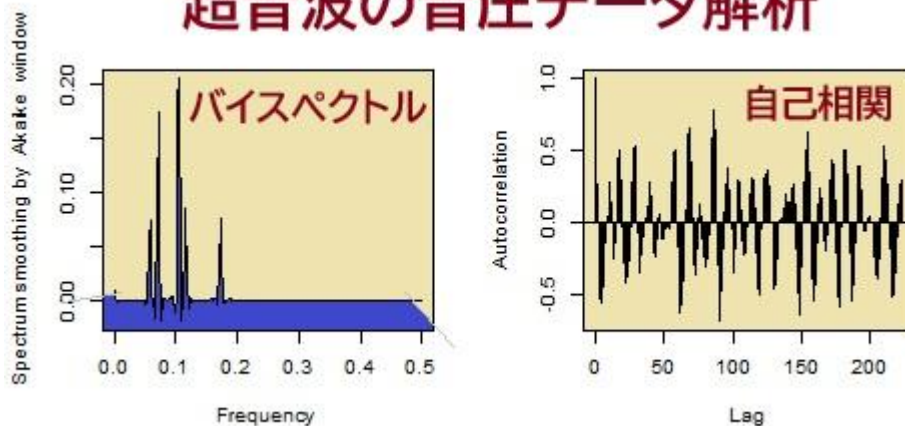
data11 <- read.table("C:/sample/sample-0001_01.csv", skip=6, sep=",", nrow=14000)

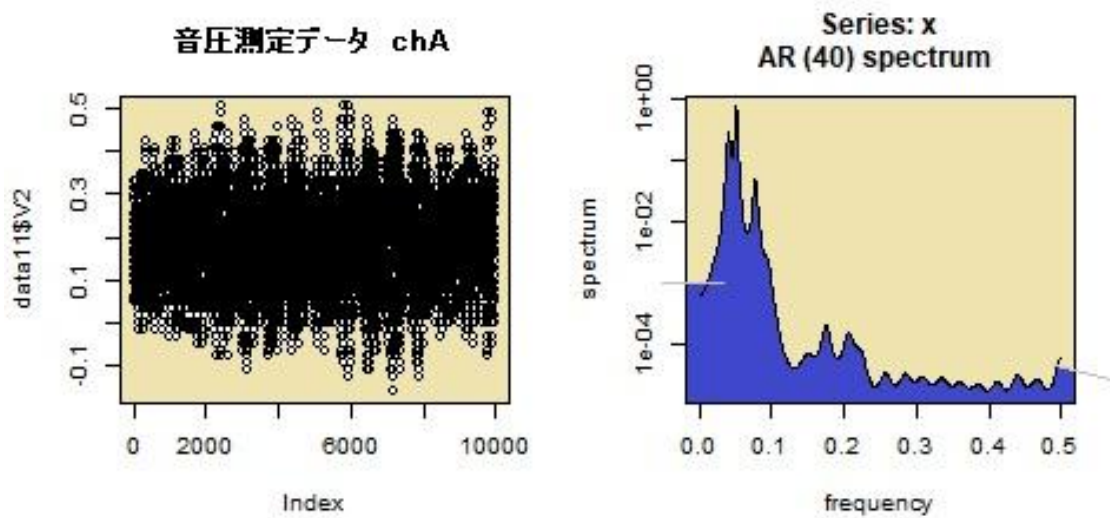
plot(data11$V2, main="音圧測定データ chA")#画面表示
a <- spectrum(data11$V2, method="ar")#パワースペクトル
bispec(data11$V2)#バイスペクトル
autcor(data11$V2)#自己相関

png(file="C:/sample/sample-0001_01s.png")#ファイル保存
par(mfrow=c(2, 2))
plot(data11$V2, main="音圧測定データ chA")
a <- spectrum(data11$V2, method="ar")
bispec(data11$V2)
autcor(data11$V2)
```

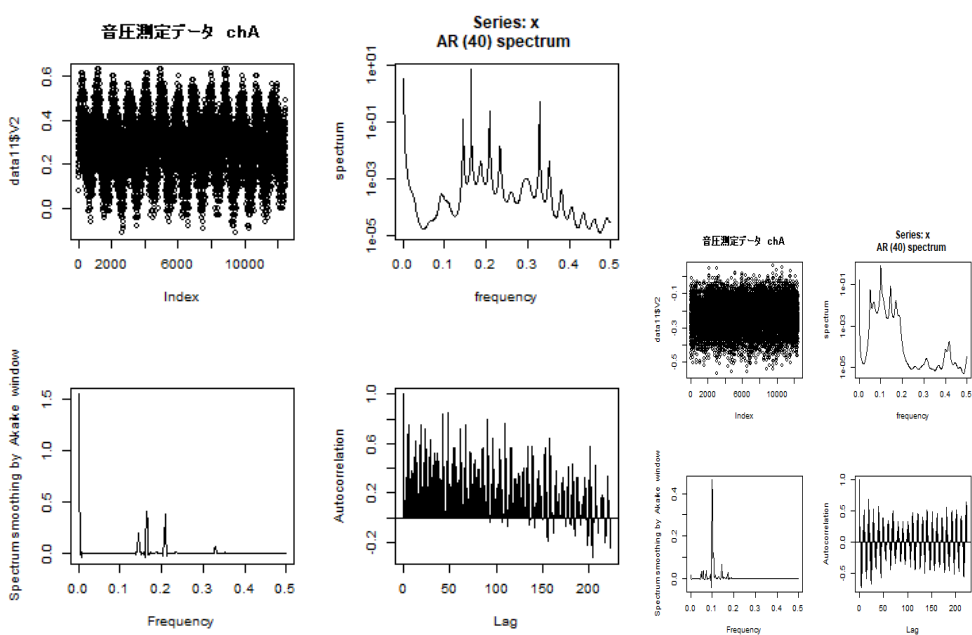
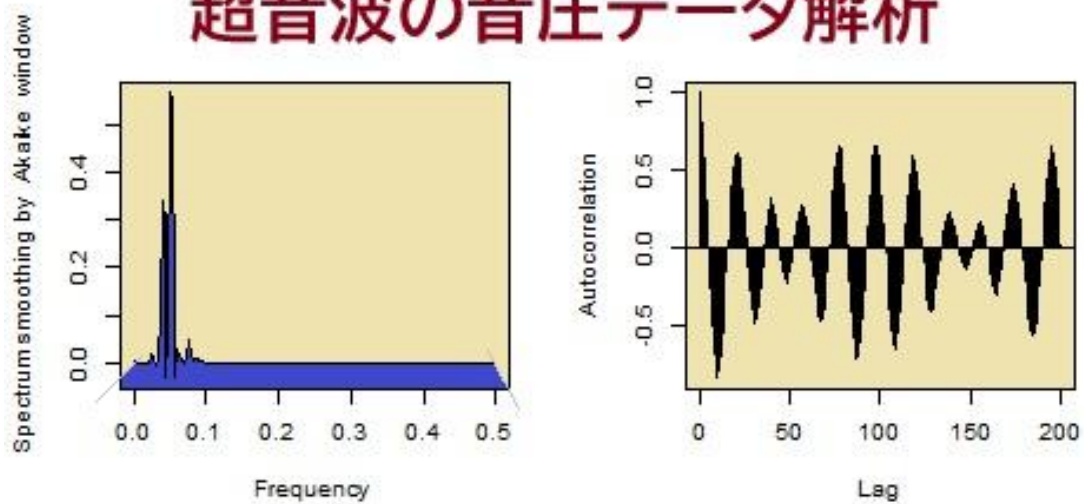


超音波の音圧データ解析





超音波の音圧データ解析



サンプリング時間の表示方法 (解析結果 周波数 0.5 の値)

入力

```
data11 <- read.table("C:/2011/201101.csv", skip=0, sep="," , nrow=10)
data11
```

応答 (パソコンの画面表示)

	V1	V2	V3	
1	Time	Channel A	Channel B	
2	(ms)	(V)	(V)	
3	0.00000000	0.33310950	-0.07290872	
4	0.00256000	0.07199316	0.03616443	グラフ 0.5 = 195 kHz
5	0.00512000	-0.16211430	-0.00927763	
6	0.00768000	0.06299020	-0.09109775	
7	0.01024000	0.05398724	0.13611260	
8	0.01280000	-0.16211430	0.15430160	
9	0.01536000	0.10800500	-0.22745450	
10	0.01792000	0.27008880	-0.23654900	

>

1 秒 / 0.00256000ms = 390.625 kHz 390 / 2 = 195 kHz

```
data11 <- read.table("C:/2011/2011103.csv", skip=0, sep="," , nrow=10)
data11
```

	V1	V2	V3	
1	Time	Channel A	Channel B	
2	(ms)	(V)	(V)	
3	0.00000000	-0.03604236	-0.11838130	
4	0.00064000	-0.04504532	-0.06381420	グラフ 0.5 = 781 kHz
5	0.00128000	-0.05404828	-0.02746666	
6	0.00192000	-0.07205420	0.02706992	
7	0.00256000	-0.05404828	0.09067049	
8	0.00320000	-0.03604236	0.10885950	
9	0.00384000	-0.01803644	0.09976501	
10	0.00448000	-0.03604236	0.07248146	

1 秒 / 0.00064000ms = 1562.5 kHz 1562 / 2 = 781 kHz

注：解析には下記ツールを利用します

注：OML(Open Market License)

<https://www.ism.ac.jp/ismlib/jpn/ismlib/license.html>

注：TIMSAC(TIME Series Analysis and Control program)

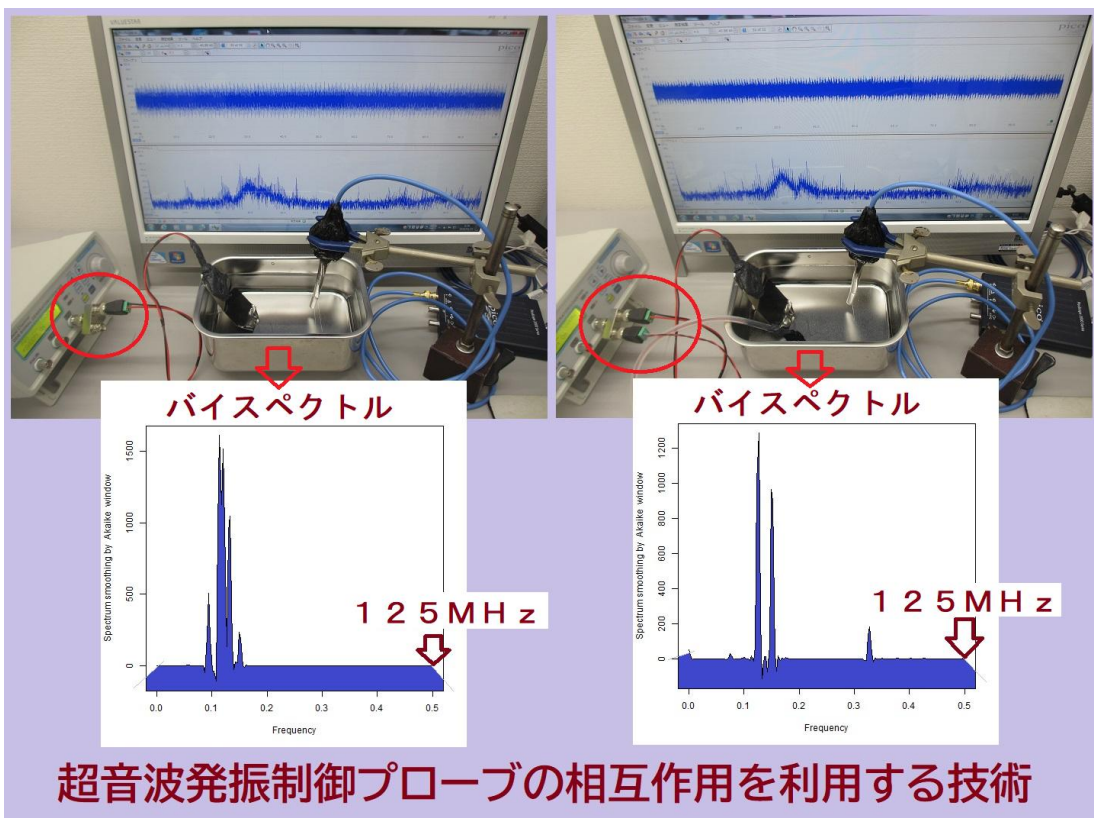
<https://jasp.ism.ac.jp/ism/timsac/>

注：「R」フリーな統計処理言語かつ環境

<https://cran.ism.ac.jp/>

<サンプリング時間の設定は自動調整されます>

サンプリング時間	解析グラフ 0.5 の周波数 (最大解析周波数)
1 秒 / 1s = 1Hz	1/2 = 0.5Hz
...	
1 秒 / 0.02 ms = 50 k Hz	50/2 = 25 k Hz
1 秒 / 0.01 ms = 100 k Hz	100/2 = 50 k Hz
1 秒 / 0.0050048 ms = 200 k Hz	200/2 = 100 k Hz
1 秒 / 0.0020032 ms = 500 k Hz	500/2 = 250 k Hz
1 秒 / 0.0010048 ms = 995 k Hz	995/2 = 497 k Hz
1 秒 / 0.0005056 ms = 1977 k Hz	1977/2 = 988 k Hz
1 秒 / 0.0002048 ms = 4882 k Hz	4882/2 = 2441 k Hz (2. 4MHz)
1 秒 / 0.0001024 ms = 9765 k Hz	9765/2 = 4882 k Hz (4. 8MHz)
1 秒 / 0.0000512 ms = 19531 k Hz	19531/2 = 9765 k Hz (9. 7MHz)
1 秒 / 0.0000256 ms = 39062 k Hz	39062/2 = 19531 k Hz (20MHz)
1 秒 / 0.0000128 ms = 78125 k Hz	78125/2 = 39062 k Hz (39MHz)
...	
1 秒 / 0.016 μs = 62.5MHz	62.5/2 = 31.25MHz
1 秒 / 0.008 μs = 125MHz	125/2 = 62.5MHz
1 秒 / 0.004 μs = 250MHz	250/2 = 125MHz
1 秒 / 0.002 μs = 500MHz	500/2 = 250MHz
...	



音圧レベルの表示

入力

```
data11 <- read.table("C:/20111/2011102.csv", skip=6, sep=",")
mean(data11$V2)
mean(data11$V3)
var(data11$V2)
var(data11$V3)
range(data11$V2)
range(data11$V3)
```

応答（パソコンの画面表示）

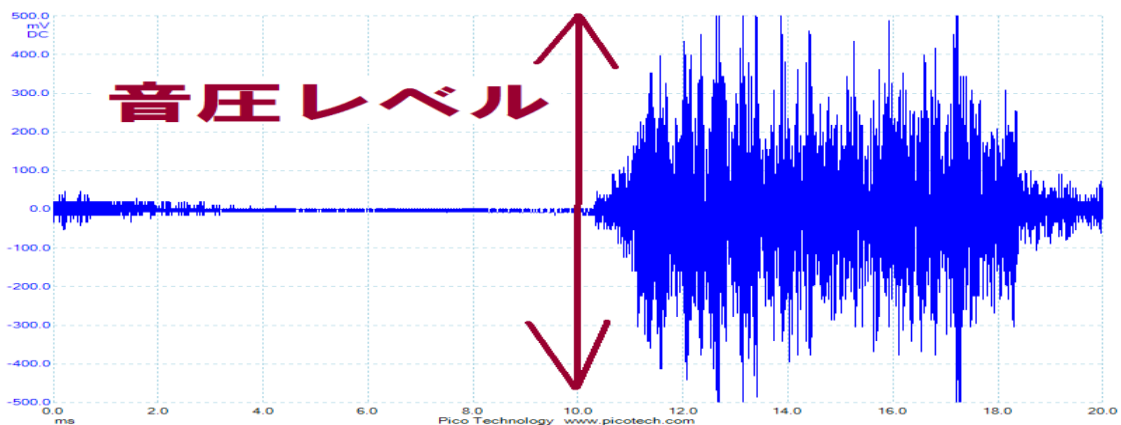
```
> data11 <- read.table("C:/20111022w/20111022-0412.csv", skip=6, sep=",")
> mean(data11$V2)      CH1 の平均値
[1] -0.001047526
> mean(data11$V3)      CH2 の平均値
[1] 3.430622e-05
> var(data11$V2)       CH1 の分散値
[1] 0.009286384
> var(data11$V3)       CH2 の分散値
[1] 0.001448241
> range(data11$V2)     CH1 の最小・最大値
[1] -0.4412366  0.4141362
> range(data11$V3)     CH2 の最小・最大値
[1] -0.1547288  0.1361126
>
```

注意

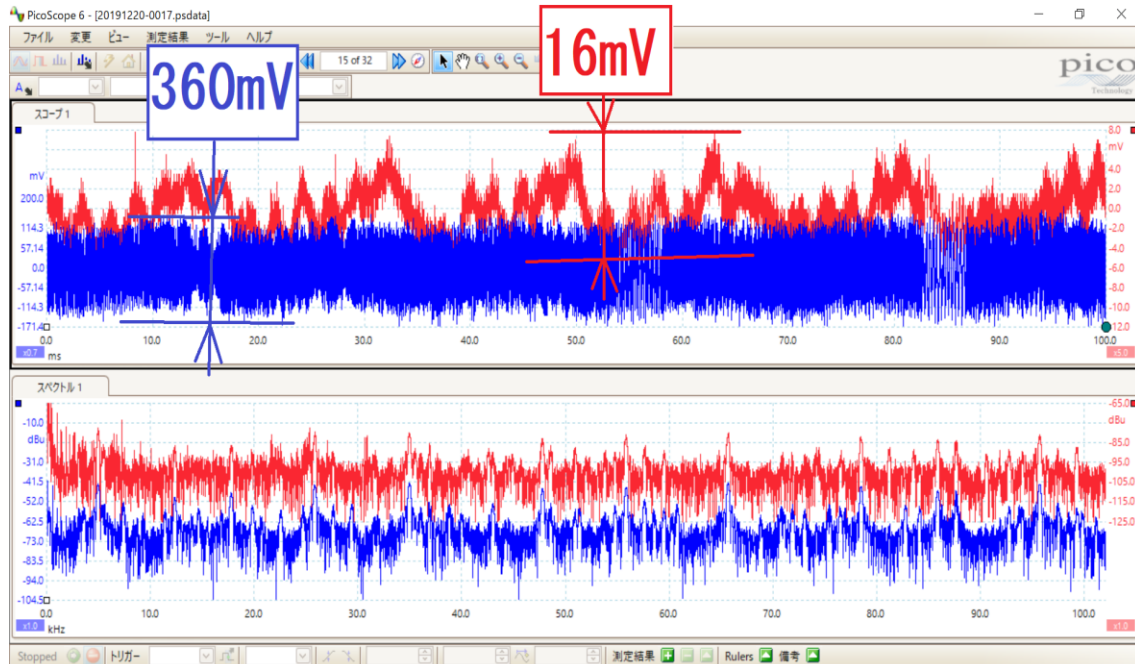
統計処理を行うために、測定値が自動的に、規格化（正規化）されています
バイスペクトルについて理解が深まるまでは

最大・最小値、分散値、平均値 を利用することを推奨します

絶対値としての音圧は、測定データのグラフから読み取ってください
その値に対する平均や分散を上記の処理で推定して利用します



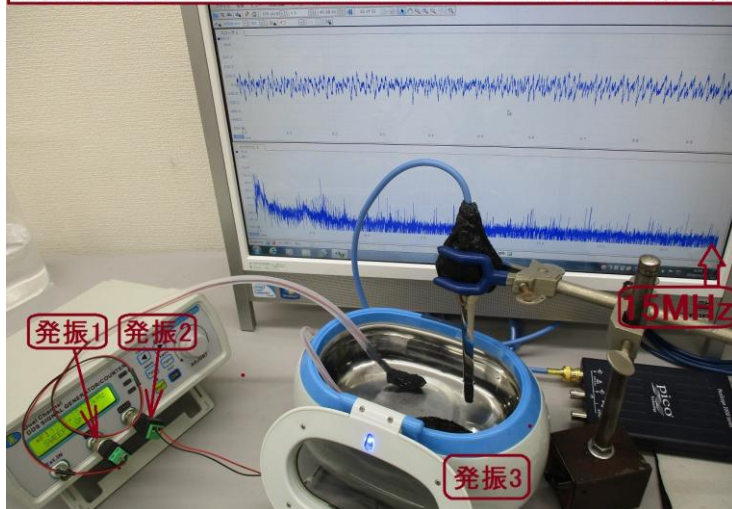
具体例



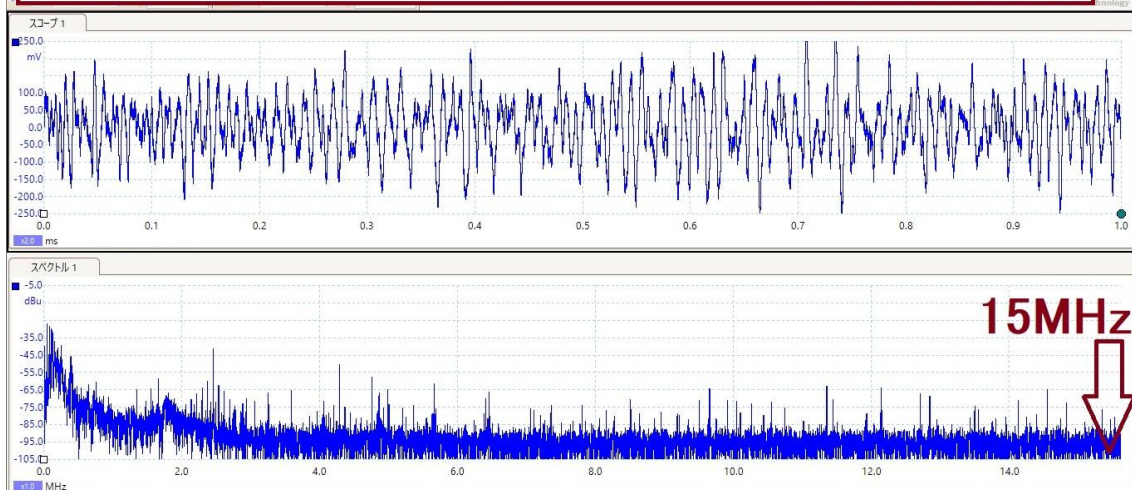
```
data11 <- read.table("C:/20191220/191220-0018/20191220-0018_15.csv", skip=6,
sep=",")
mean(data11$V2)
mean(data11$V3)
var(data11$V2)
var(data11$V3)
range(data11$V2)
range(data11$V3)
>
> data11 <- read.table("C:/20191220/20191220-0018/20191220-0018_15.csv",
> mean(data11$V2)
[1] -0.6003619
> mean(data11$V3)
[1] -0.3157933
> var(data11$V2)
[1] 5486.412
> var(data11$V3)
[1] 5.714348
> range(data11$V2)
[1] -181.1024 179.5276
> range(data11$V3)
[1] -7.874015 7.874015
>
```

グラフ青 音圧レベル 360mV
 グラフ赤 音圧レベル 16mV

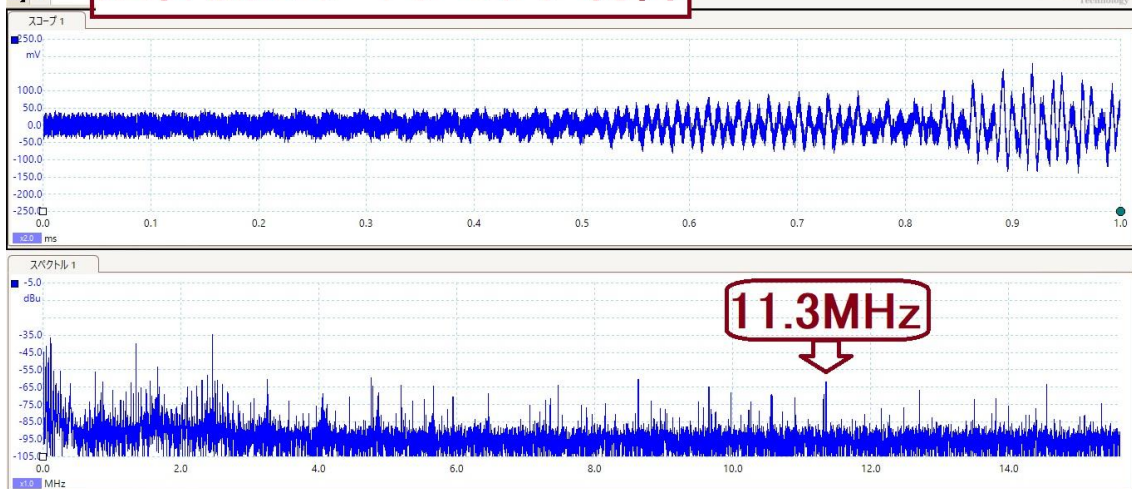
超音波洗浄器(42kHz 26W) + メガヘルツの超音波発振制御



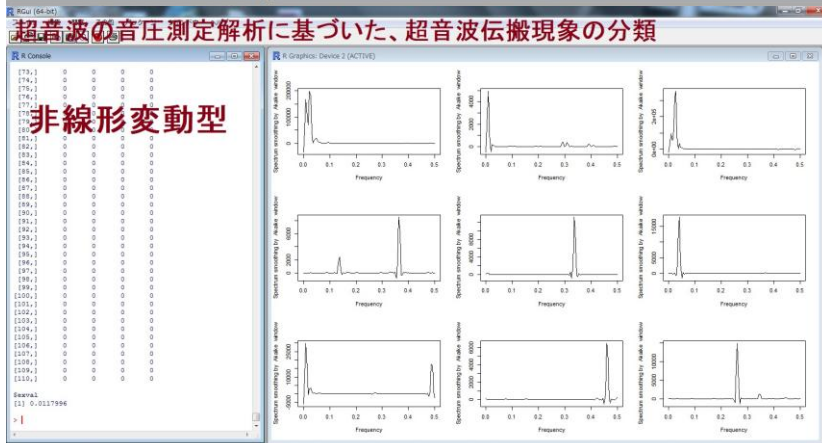
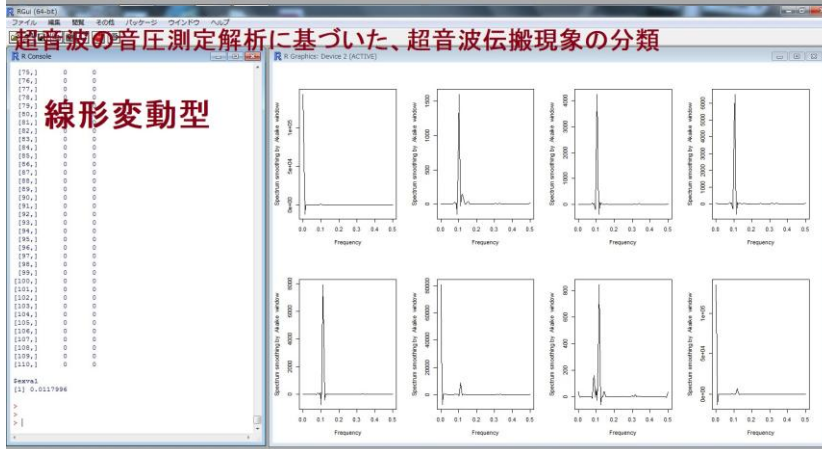
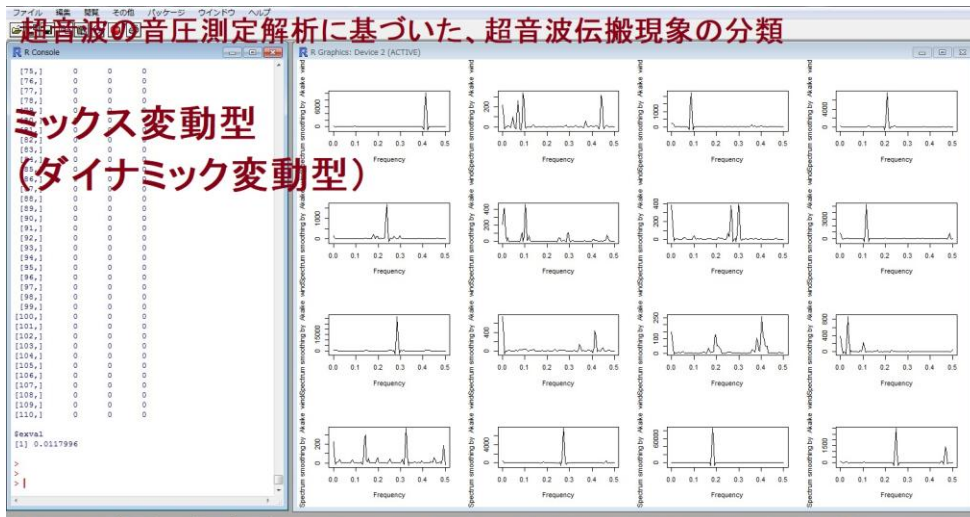
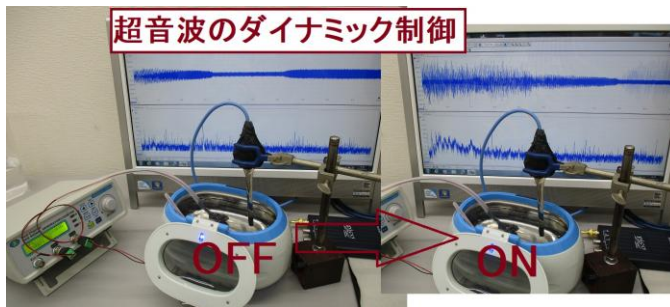
超音波洗浄器(42kHz 26W) + メガヘルツの超音波発振制御



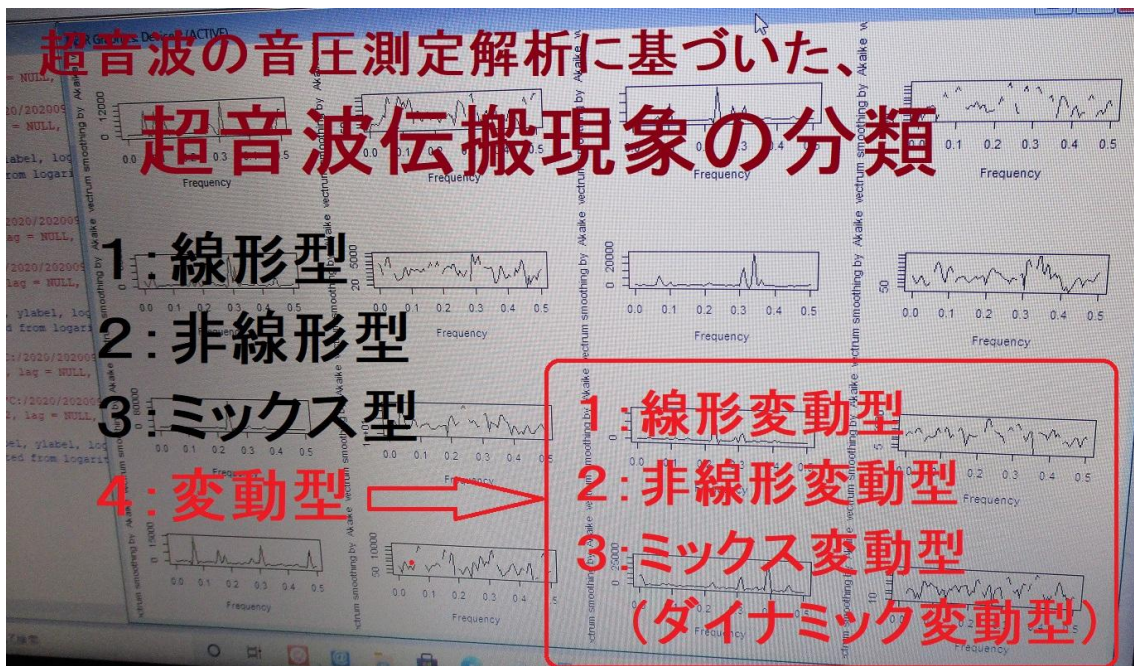
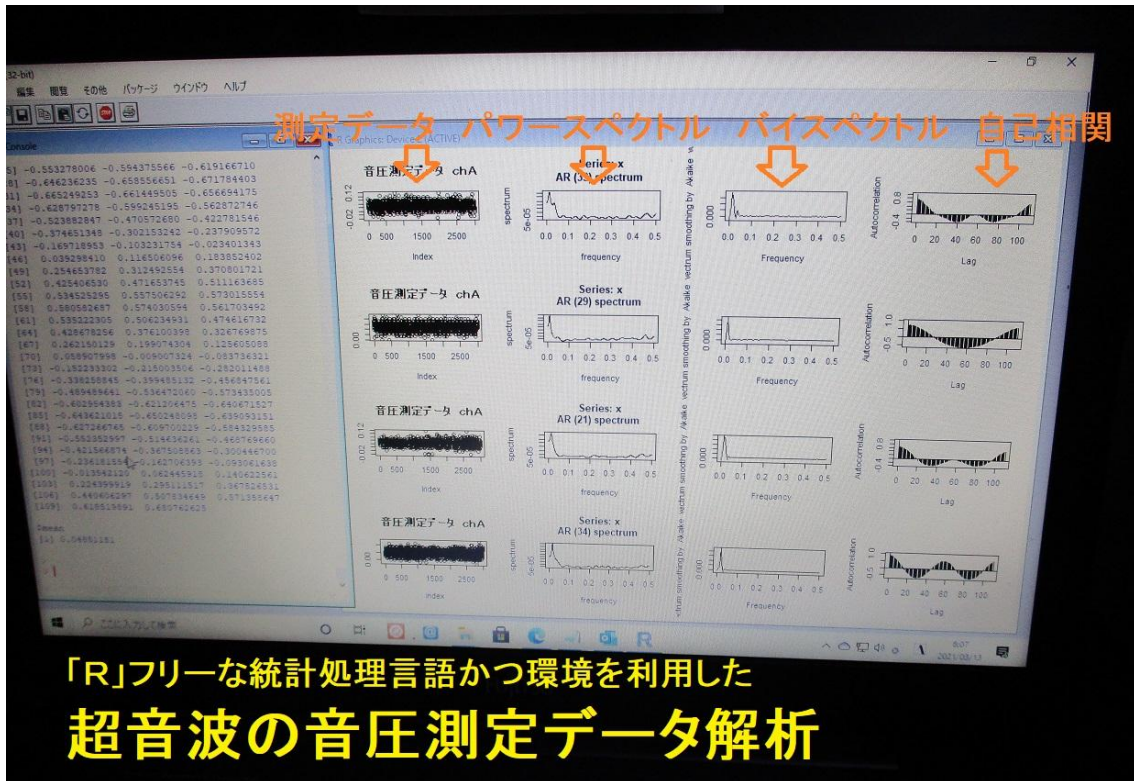
超音波のダイナミック制御



音圧・周波数の変化を目視確認する



音圧・周波数の変化を音圧データの解析で確認する



様々な条件で、繰り返し確認すると、
音圧データのグラフを見ることで解析結果は推測できます

以上