概日リズム３変数

ryamada

2019年6月6日

６月５日に扱った、「概日リズム」周期的振動を作り出すモデル

$$\frac{dM}{dt} = \frac{k}{h^n + P^n} - \frac{aM}{a' + M}$$
$$\frac{dR}{dt} = \frac{sM}{s' + M} - \frac{dR}{d' + R} - \frac{uR}{u' + R} + \frac{vP}{v' + P}$$
$$\frac{dP}{dt} = \frac{uR}{u' + R} - \frac{vP}{v' + P}$$

離散的に近似する～差分方程式

dX, dtは無限小だけれど、そこそこに小さいのであれば、有限小の$\Delta X, \Delta t$にしても、ま、いいか、という式

$$\frac{\Delta M}{\Delta t} = \frac{k}{h^n + P^n} - \frac{aM}{a' + M}$$
$$\frac{\Delta R}{\Delta t} = \frac{sM}{s' + M} - \frac{dR}{d' + R} - \frac{uR}{u' + R} + \frac{vP}{v' + P}$$
$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{uR}{u' + R} - \frac{vP}{v' + P}$$

変化量を書き直す

$$\Delta M = \Delta t \times (\frac{k}{h^n + P^n} - \frac{aM}{a' + M})$$
$$\Delta R = \Delta t \times (\frac{sM}{s' + M} - \frac{dR}{d' + R} - \frac{uR}{u' + R} + \frac{vP}{v' + P})$$
$$\Delta P = \Delta t \times (\frac{uR}{u' + R} - \frac{vP}{v' + P})$$

シミュレーションする

- 有限小時間幅Δtを定める
- ステップ数 n を定める。$\Delta t \times n$がシミュレーションする時間になる
- 出てくる変数を２種類に分ける
  - 定数(Constants)
  - 時間で変化する変数(時間の関数) (Variables)
- Constantsを与える
- Variablesにステップ数に見合う長さの記録用ベクトルを作る
- Variablesに初期値を与える
- Δtごとに、Variables の変化量 ΔXを計算し、加算する
- 算出した値は保管する

Δt

```
dt <- 10^(-2)
N <- 10000
```

定数

```
k <- 1
h <- 1
n <- 1
a <- 1
a. <- 1
s <- 2
s. <- 2
d <- 1
d. <- 1
u <- 2
u. <- 2
v <- 1
v. <- 1
```

Variables 時間の変数

```
M <- rep(0,N)
P <- rep(0,N)
R <- rep(0,N)

M[1] <- 1
P[1] <- 1
R[1] <- 1
```

時間を進める

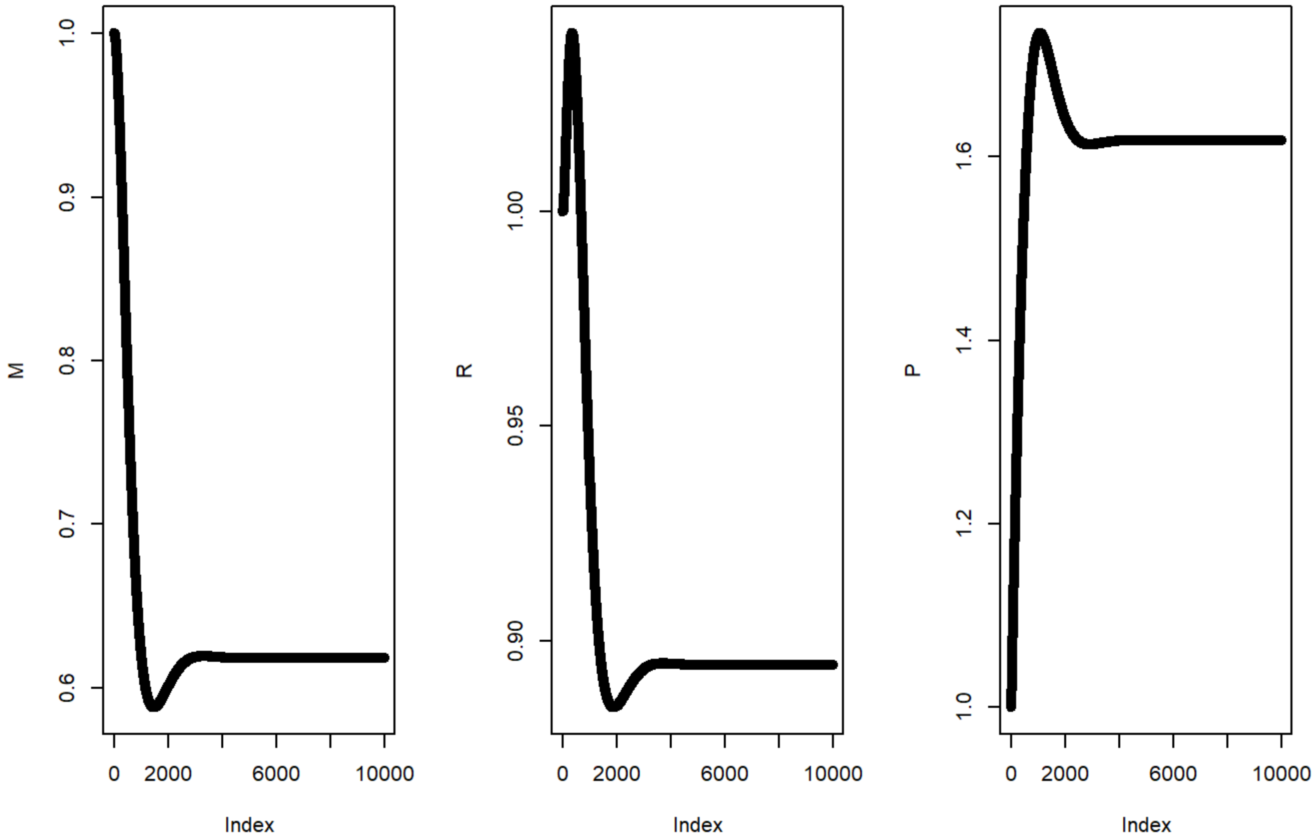
```
for(i in 2:N){
  # 今の時刻のVariablesの値
  M.now <- M[i-1]
  P.now <- P[i-1]
  R.now <- R[i-1]
  # 変化量を計算する
  dM <- dt * (k/(h^n + P.now^n) - (a*M.now)/(a.+M.now))
  dR <- dt * ((s*M.now)/(s. +M.now) - (d*R.now)/(d. + R.now) - (u*R.now)/(u. + R.now) + (v*P.now)/(v.
+P.now))
  dP <- dt * ((u*R.now)/(u. + R.now) - v*P.now/(v.+P.now))

  # dt後の値を格納する
  M[i] <- M.now + dM
  R[i] <- R.now + dR
  P[i] <- P.now + dP
}
```

様子を見てみる

時間軸に沿って変化具合を見る

```
par(mfcol=c(1,3)) # 画面を１行３列に分ける
plot(M)
plot(R)
plot(P)
```



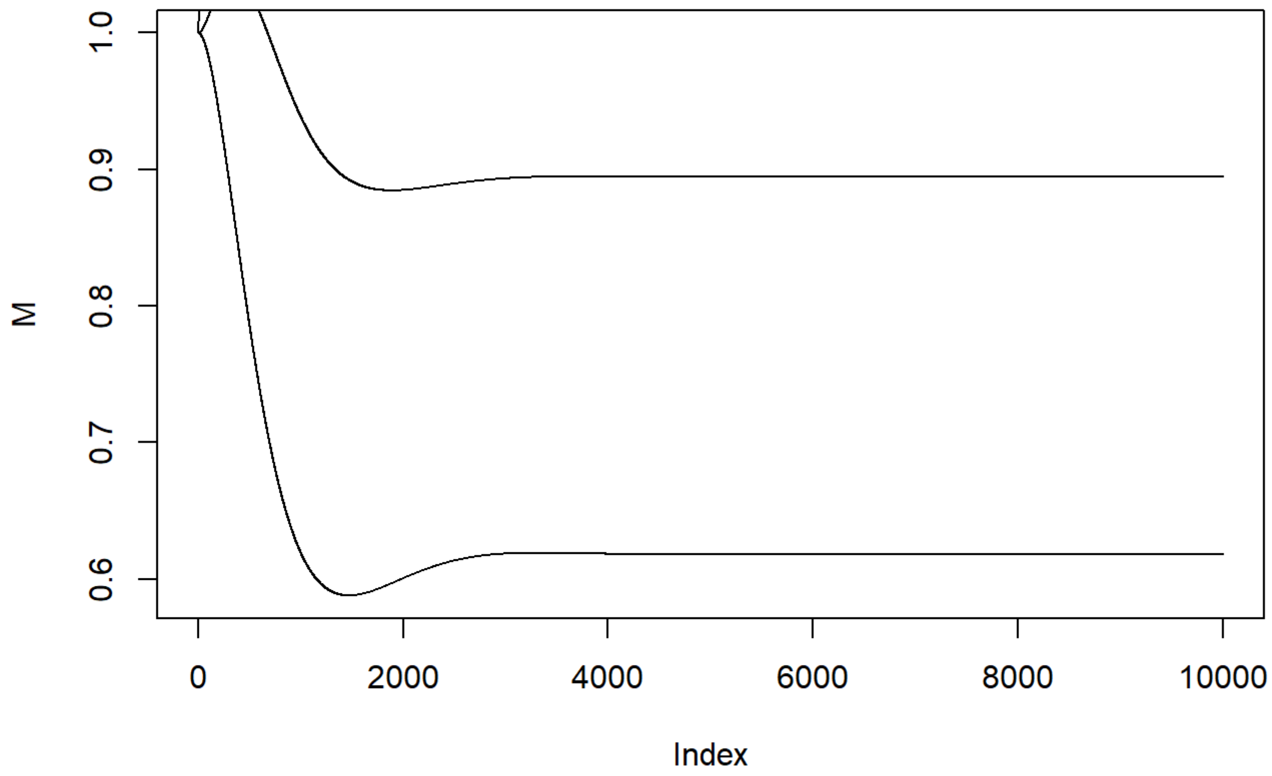
３変数併せてプロットする

```
par(mfcol = c(1,1))
plot(M,type="l")
points(R,type="l",ncol=2)
```

```
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): "ncol" はグラフィッ
## クスパラメータではありません
```

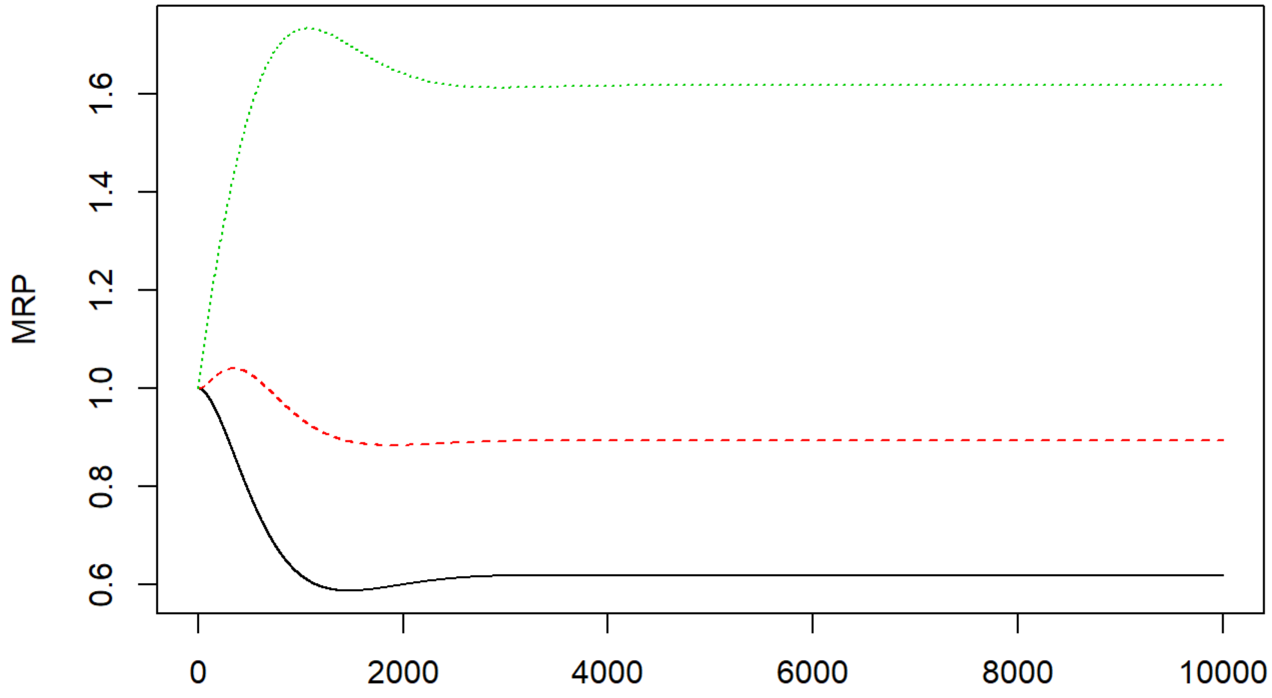
```
points(P,type="l",ncol=3)
```

```
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): "ncol" はグラフィッ
## クスパラメータではありません
```



別法

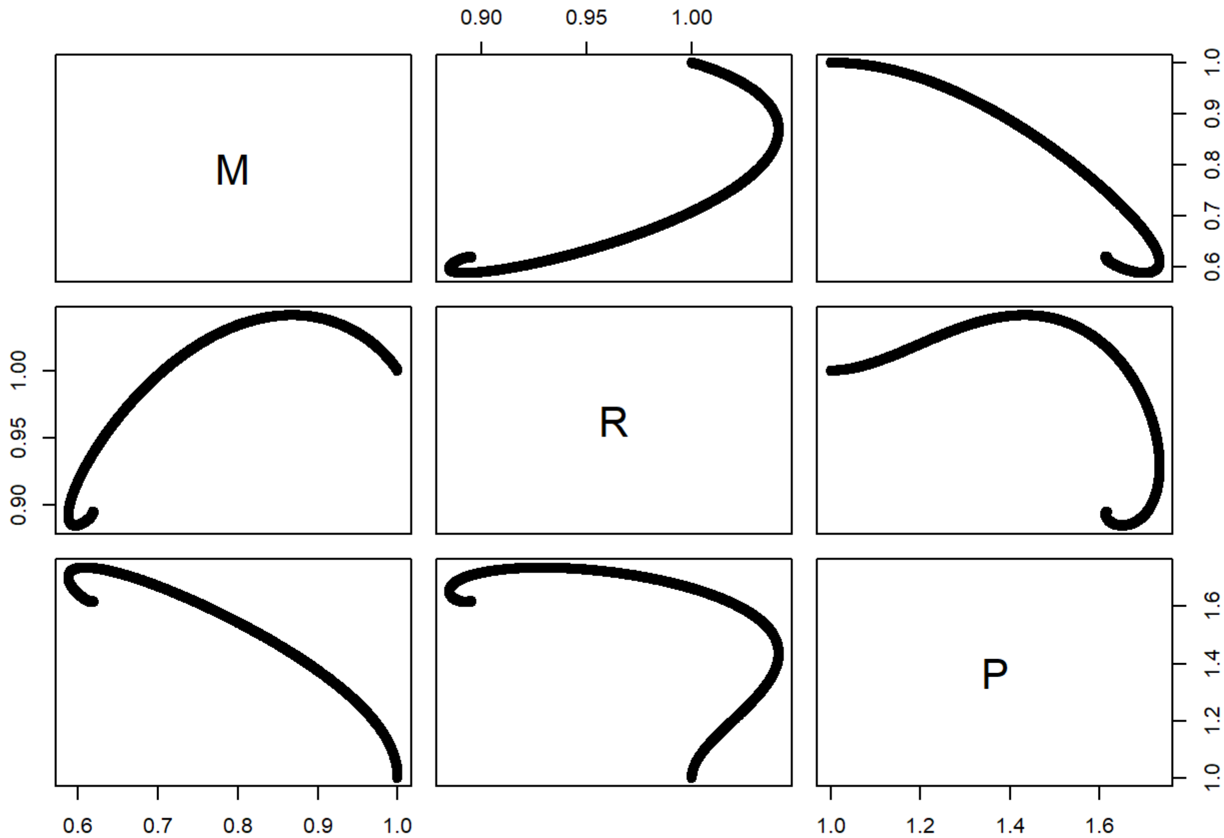
```
MRP <- cbind(M,R,P)
matplot(MRP,type="l")
```



状態空間で見てみる

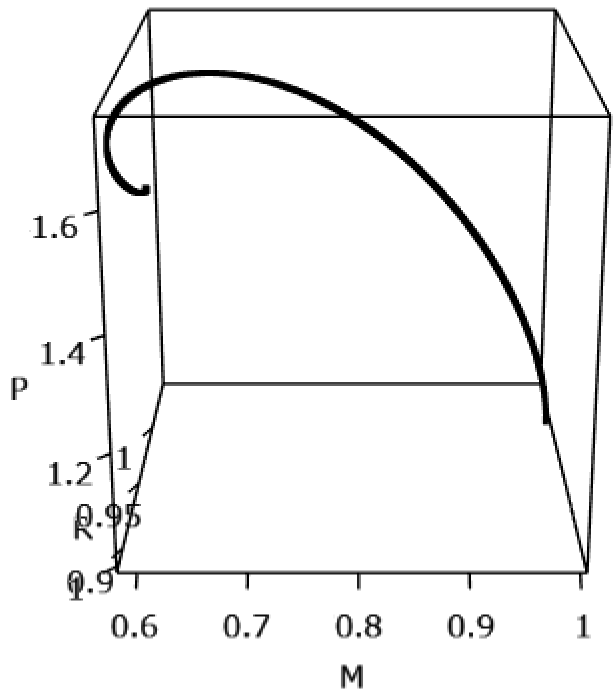
２変数ごとにみる

```
pairs(MRP)
```



３変数を３次元空間で見る

```
plot3d(MRP)
```


1.6
1.4
P
1.2
1
0.95
R
0.9
1
0.6
0.7
0.8
0.9
1
M