統計数理 第34巻 第2号 (1986)

ベイズ型季節調整プログラムBAYSEA

統計数理研究所　石　黒　真木夫

(1986年10月　受付)

1. はじめに

BAYSEA (BAYesian SEasonal Adjustment program) は Akaike (1980) によるベイズモデルに基づく季節調整のアイディアを計算機プログラムとして実現したものであり，最初 Akaike and Ishiguro (1980) によって発表され，続いて1985年に改良版が TIMSAC-84 (Akaike et al.) に納められた.

1980年版と1985年版の違いは本質的なものではなく，計算法の改良によって処理速度を上げたことと，推定値の誤差幅を出力するようにしたのが主な改良点である.

この論文の目的は，BAYSEA の原理を解説し，実例によってその使用法を説明することである.

以下，次の節でベイズ型季節調整を解説し，第3節と第4節にプログラムの概要の説明と使用例を与える．最後に付録として種々の制御変数の概略の説明，データ入力方法，プログラム使用に当たってのヒントなどを参照しやすい形にまとめた.

2. ベイズ型季節調整

季節調整の目的は与えられた時系列 $\{y_i\}$ を「トレンド成分」$\{T_i\}$,「季節変動成分」$\{S_i\}$ および「不規則成分」$\{I_i\}$ の和の形,

$$y_i = T_i + S_i + I_i \ (i=1, 2, \cdots, N)$$

あるいは積の形,

$$y_i = T_i \times S_i \times I_i$$

に分解することである．このための道具として広く使われているプログラムにアメリカ合衆国センサス局で開発された X-11 が有名である.

X-11 は移動平均法に基づくプログラムである．移動平均法自体は簡便であるが，これを複雑に組み合わせた X-11 の構造は難解で，様々な相貌を示す広範囲のデータに対応するためのプログラムの変更が困難であった.

Akaike (1980) は，トレンド成分と季節変動成分の階差,

$$\begin{aligned}
&\Delta T_i = T_i - T_{i-1}\\
&\Delta_{12} S_i = S_i - S_{i-12}\\
&\Delta^0 T_i = T_i,\ \Delta_{12}^0 S_i = S_i\\
&\Delta^k T_i = \Delta(\Delta^{k-1} T_i),\ \Delta_{12}^k S_i = \Delta_{12}(\Delta_{12}^{k-1} S_i)
\end{aligned}$$

の間に

$$\Delta^k T_i = 0$$
$$\Delta_{12}^l S_i = 0$$
$$I_i = 0$$

および

$$\sum_{j=0}^{11} S_{i-j} = 0$$

が「近似的」に成立するように分解できれば季節調整の目的が達せられることに着目して，加法型への分解の問題を，

$$\sum_{i=1}^{N} (y_i - T_i - S_i)^2 + u^2 \sum_{i=1}^{N} (\Delta^k T_i)^2 + v^2 \sum_{i=1}^{N} (\Delta_{12}^l S_i)^2 + w^2 \sum_{i=1}^{N} (\sum_{j=0}^{11} S_{i-j})^2 \tag{2.1}$$

の最小化に帰着させた．ここで T_0，T_{-1}，… は定数 T_*（$=T_1$，T_2，…，T_{12} の平均値），S_0，S_{-1}，… は0である．

(2.1) 式において各項の重みづけをする u^2，v^2 および w^2 の設定が重要である．

(a) u^2 を大きくすることによって滑らかなレンドが得られる．

(b) v^2 を大きくすることによって安定した季節変動パタンが得られる．

(c) w^2 を大きくすることによって季節変動分の移動平均を0に近く保つことが出来る．

ここで I_i の分散を σ^2 として，(2.1) 式を $-2\sigma^2$ で割ってから指数変換すると，

$$\exp\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}\sum_{i=1}^{N}(y_i - T_i - S_i)^2\right\} \times \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}\sum_{i=1}^{N}\left[u^2(\Delta^k T_i)^2 + v^2(\Delta_{12}^l S_i)^2 + w^2(\sum_{j=0}^{11} S_{i-j})^2\right]\right\}$$

となる．ここで第1項は，正規化の定数を付け加えることによって，パラメータ T_i と S_i が与えられたときの y_i の分布を表現する密度関数

$$f(y \mid \theta, \sigma^2) = \prod_{i=1}^{N} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \times \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}(y_i - T_i - S_i)^2\right\} \tag{2.2}$$

と見なすことが出来る．ここで，

$$y = (y_1, y_2, \cdots, y_N)$$
$$\theta = (T_1, T_2, \cdots, T_N, S_1, S_2, \cdots, S_N)'$$

である．

第2項にも正規化の定数を付け加えると，こちらは，パラメータ T_i と S_i の分布を表現する密度関数

$$\pi(\theta \mid k, l, u^2, v^2, w^2, \sigma^2) = C \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}\sum_{i=1}^{N}\left[u^2(\Delta^k T_i)^2 + v^2(\Delta_{12}^l S_i)^2 + w^2(\sum_{j=0}^{11} S_{i-j})^2\right]\right\} \tag{2.3}$$

になっている．

(2.1)～(2.3) 式をベイズ理論の枠組みの中に置いてみると，(2.1) 式の最小化によって $\{T_i\}$・$\{S_i\}$ の推定値を求めることは，y の密度分布 (2.2) のパラメータ $\{T_i\}$ と $\{S_i\}$ に事前分布 (2.3)

を仮定して推定していることにほかならない．(2.1) 式の最小化は「事後分布」のモードを求めることに対応している．

この解釈のもとで u^2, v^2 及び w^2 の決定は事前分布の形を決めるパラメータの決定の問題になる．これらは，パラメータ $\{T_i\}\cdot\{S_i\}$ の分布のパラメータであるので，以後超パラメータと呼ぶことにする．

Akaike (1980) は通常のパラメトリックモデルを評価するための情報量基準 AIC を一般化した．

$$\mathrm{ABIC}=-2\ln\int f(y\mid\theta,\ \sigma^2)\pi(\theta\mid k,\ l,\ u^2,\ v^2,\ w^2,\ \sigma^2)d\theta$$

の最小化によって超パラメータを決める方法を提案した．ABIC はベイズモデルのあてはまりの悪さを示す量であり，この値が小さいほど良いベイズモデルということになる．

3. FORTRAN プログラム BAYSEA

3.1 BAYSEA をコントロールする変数

ベイズ型季節調整法を FORTRAN プログラムとして表現したのが BAYSEA である．BAYSEA においては，前節の記号で u, v および w で表される超パラメータが DD, RIGID 及び ZERSUM と名付けられた 3 つの変数によって制御される．これらの制御変数と超パラメータの関係は，

$$u=\mathrm{DD}/\mathrm{RIGID}$$
$$v=\mathrm{DD}$$
$$w=\frac{\mathrm{DD}\times\mathrm{ZERSUM}\times\mathrm{RIGID}}{\sqrt{\mathrm{PERIOD}}}$$

で与えられる．ここで，

PERIOD＝データの周期（月次データなら 12，四半期データなら 4）

である．この変換はプログラムの制御を容易にするためのものである．

RIGID によってトレンド成分と季節変動成分の間の振り分けが，DD によって不規則変動成分とそれ以外の成分の間の振り分けがコントロールされる．ZERSUM はほとんどいじる必要がない．

RIGID を与えると，これに対応する最適な DD をプログラムが探索するようになっているので実質的にユーザーが関与して決めなくてはならないのは 3 つの制御変数のうちでただ一つ RIGID だけである．ここまで含めて自動化することも可能であるが，結果を見ながら会話的に処理を進める方が効率的なデータ処理が出来るので，ここはユーザーの手に残されている．

このプログラムを使って数百ケ月分のデータを一度に処理することが出来るが，データを短い区間に区切って解析するのを標準的な方法にしてある．これは，時期によって最適な DD の値が異なる場合が多いからである．このための制御変数が SPAN と SHIFT であり，SPAN がデータの全長より短く設定されると

$$\mathrm{SPAN}\times\mathrm{PERIOD}$$

の長さの区間のデータを処理しては，

$$\mathrm{SHIFT}\times\mathrm{PERIOD}$$

だけデータをずらして同じことを繰り返すようになっている．ただしデータの最初の部分だけは区間を長くして，

$$(\mathrm{SPAN}\times 2-1)\times \mathrm{PERIOD}$$

とする．たとえば，12年分の月次データを処理するに当たって，SPANとSHIFTのそれぞれのデフォルト値でもある4と1に設定すると，

```
( 1)TH SPAN : HEAD= 1    TAIL= 84
( 2)TH SPAN : HEAD=49    TAIL= 96
( 3)TH SPAN : HEAD=61    TAIL=108
( 4)TH SPAN : HEAD=73    TAIL=120
( 5)TH SPAN : HEAD=85    TAIL=132
( 6)TH SPAN : HEAD=97    TAIL=144
```

となる．区間が互いに重なりあっているのに注意されたい．この場合，たとえば7年目（73カ月目から84カ月目にかけて）のデータは4回処理されてトレンドと季節成分の推定値が4通り得られることになる．この様な場合最終的な推定値として保存されるのは最後の推定値である．

なお，最初の区間の推定値を求めるにあたっては前節で触れたように $T_0, T_{-1}, T_{-2}, \cdots=T_*$, $S_0, S_{-1}, \cdots=0$ と置くが，2番目以降の区間を処理するにあたっては，前の区間の推定値を用いるようになっている．

この様に，データをいくつかの区間に分けて処理する場合には，各区間毎のABIC値が得られるので，それらを「平均」した平均ABIC

$$\mathrm{AVABIC}=\frac{\sum \mathrm{ABIC}_i}{\sum N_i}\times N$$

で全体としての結果を評価することにする．ここで N_i と ABIC_i はそれぞれ i 番目の区間の長さとその区間におけるABICの値，$\sum$ は区間に亙る和を表す．N はデータ全体の長さである．

ほかにもプログラムを制御するためのパラメータがあるが，それらの意味及び具体的な記述法に関しては付録にゆずって，ここでは以上の外に

ORDER＝前節の k，トレンドの階差の次数
SORDER＝前節の l，季節変動成分の階差の次数

もユーザーが指定できることだけ注意しておく．

3.2 オプション

A. 乗算型の分解

制御変数 LOGT＝1 と設定することによってデータを乗算型に分解することができる．BAYSEAによる乗算型の分解は原系列の対数をとって加算型に分解した結果を指数変換してもとめるのでトレンドは移動幾何平均の性格を備えている．移動（算術）平均として求められるX-11のトレンドと性格が違う点に注意する必要がある．算術平均と幾何平均の間に一般的に成り立つ不等関係から予想されるように，BAYSEAによって推定されるトレンドはX-11によるものにくらべて低目にでる（季節変動の顕著な系列ほど大きく離れる）．当然のことながらBAYSEAで得られるトレンドは原系列のレベル（という言葉を移動平均と解釈すれば）とは一致しない．この点に注意をはらって大局的な動向を摑むための指標として利用されたい．

B. 曜日調整

制御変数 YEAR の指定により，月次データを

$$y_i = T_i + S_i + I_i + TD_i \tag{3.1}$$

の形に分解することによって曜日調整ができる．ここで d_{ij}=第 i 月に含まれる j 曜日の数，$\{w_j\}$ を推定すべき各曜日からの寄与の係数，として

$$TD_i = \sum_{j=1}^{7} (d_{ij} - 4.348) w_j$$

である．4.348 はある曜日が 1 ヶ月のうちに現われる回数の平均値である．

4. 数値例：百貨店売上高のデータの解析

図 1 に 1953 年 1 月にはじまる 319 ヶ月間の日本における百貨店売上高のデータを示す．まずすべてのパラメータをデフォルト値のままにして解析すると

AVABIC=2950.84

となる．319 ヶ月分のデータを (SPAN, SHIFT)=(4, 1) の設定で解析したのでスパンの数は 21 箇になるが，その全てのスパンで

```
**** D IS HITTING THE LOWER BOUND   0.10000D+01
     ……TRY HIGHER VALUES OF ORDER AND/OR SORDER        (*)
```

のメッセージが出て，パラメータの設定が悪いことを示す．季節変動成分のグラフの最初と最後の部分を見ると，図 2 に示すようにデータの初めと終わりでは，季節変動パターンの巾が全く異なっていることから明らかなように，SORDER=1 では，季節変動成分の変化を追いきれなかったのである．

原データを見ると，このデータは年を追ってトレンドが上昇するとともに季節変動が大きくなる，典型的に乗法型の分解が適したデータである．しかし，加法型のままで

```
&PARAM
SORDER=2,
&END
```

として見ると

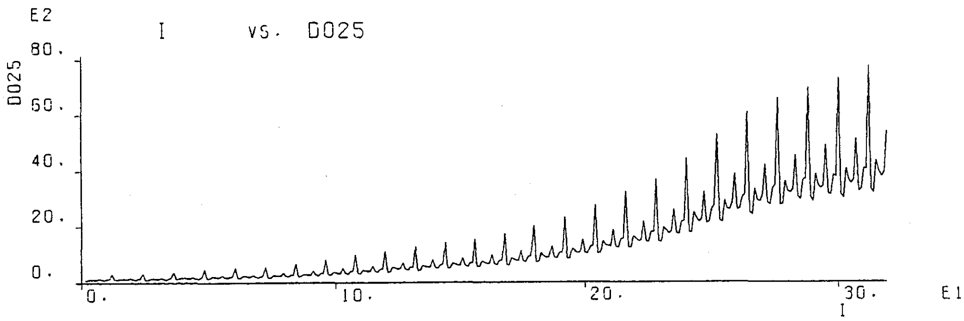

図 1. 百貨店売上高（1953 年 1 月～）

```
                        0.0
  1 !         !         *         !         !         !         !
  2 !         !         *         !         !         !         !
  3 !         !         *         !         !         !         !
  4 !         !         *         !         !         !         !
  5 !         !         *         !         !         !         !
  6 !         !         *         !         !         !         !
  7 !         !         *         !         !         !         !
  8 !         !         *         !         !         !         !
  9 !         !        Z*         !         !         !         !
 10 !         !         *         !         !         !         !
 11 !         !         *         !         !         !         !
 12 !---------!---------!-*-------!---------!---------!---------!
 13 !         !         *         !         !         !         !

300 !---------!---------!---------!-XXXXXXXXXXXXXXXXXXXZ*-------!
301 !         Z*XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX        !         !         !
302 !         *ZXXX     !         !         !         !         !
303 !         !      XXXX*Z       !         !         !         !
304 !         !      Z*Z!         !         !         !         !
305 !         !     Z*Z !         !         !         !         !
306 !         !      Z*ZXXXX      !         !         !         !
307 !         !         !  XXXXXXX*Z        !         !         !
308 !         ! Z*XXXXXXX         !         !         !         !
309 !         !Z*ZX     !         !         !         !         !
310 !         !      XZ*!         !         !         !         !
311 !         !      Z*XXXXXXXXXXXXXXXX     !         !         !
312 !---------!---------!---------!--XXXXXXXXXXXXXXXXXXXZ*------!
313 !         Z*XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX        !         !         !
314 !        Z*ZXXX     !         !         !         !         !
315 !         !      XXXX*Z       !         !         !         !
316 !         !      Z*Z!         !         !         !         !
317 !         !     Z*Z !         !         !         !         !
318 !         !      Z*ZXXXXX     !         !         !         !
319 !         !         !    XXXXXZ*Z       !         !         !
```

図2. 百貨店売上高の季節変動

AVABIC＝2372.46

と，ABICの値は下がったが，13箇所で(∗)が出る．次に

&PARAM
LOGT＝1,
&END

として乗法型で，分解してみると

AVABIC＝2578.11

となって(∗)のメッセージは1箇所もでないが，ABICの値はかえって大きい．ただし，図3に示すように季節変動成分の最初と最後がほぼ同じパタンとなって，乗法型の方が安定した季節成分が抽出されることが明らかである．

不規則成分の推定値のスペクトルを見ると，図4に明らかなようにまだ季節周期が残っている．ここで左端の数が m の位置は周波数 $m/120$（サイクル/月）の位置を示す．

そこで今度はSORDER＝2とLOGT＝1の組み合わせを試みるために，

&PARAM
SORDER＝2,
LOGT＝1,
&END

とすると，(∗)のメッセージは1箇所もでないがABICの値は

AVABIC＝2528.39

```
                1.0
  1     Z*Z      !        !        !        !        !        !
  2     !*ZXXX   !        !        !        !        !        !
  3     !      XXXZ*Z     !        !        !        !        !
  4     !       X*Z       !        !        !        !        !
  5     !    Z*Z !        !        !        !        !        !
  6     !   Z*ZXXX        !        !        !        !        !
  7     !        !XXXXZ*Z !        !        !        !        !
  8     ! XX*ZXXXX        !        !        !        !        !
  9    *ZXXXX    !        !        !        !        !        !
 10     !    XXXXZ*X      !        !        !        !        !
 11     !        !  Z*ZXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  !        !        !
 12 ----!--------!--------!--------!-XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXZ!*Z----
 13     Z*XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX        !        !        !

300 ----!--------!--------!--------!--XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXZ*--
301     !*XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX      !        !        !
302     !*XXXXX  !        !        !        !        !        !
303     !      XXXXX*     !        !        !        !        !
304     !       X*X       !        !        !        !        !
305     !    *X  !        !        !        !        !        !
306     !    *XXXXX       !        !        !        !        !
307     !        ! XXXXX* !        !        !        !        !
308     !  X*XXXXX        !        !        !        !        !
309    *XXXX     !        !        !        !        !        !
310     !    XXXX*X       !        !        !        !        !
311     !        ! X*XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX !        !        !
312 ----!--------!--------!--------!--XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXZ*--
313     !*XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX      !        !        !
314     !*XXXXX  !        !        !        !        !        !
315     !      XXXXX*     !        !        !        !        !
316     !       X*X       !        !        !        !        !
317     !    *X  !        !        !        !        !        !
318     !    *XXXXX       !        !        !        !        !
319     !        ! XXXXX* !        !        !        !        !
```

図 3.　百貨店売上高の季節変動（乗法型分解の場合）

であり，少ししか下がらない．スペクトルを見ると，相変わらず周期成分が残っている．そこで更に

&PARAM
SORDER＝2,
LOGT＝1, RIGID＝0.25,
&END

と RIGID の値を下げて見ると，

AVABIC＝1927.48

と，ABIC の値が圧倒的に良くなり，(＊) も 1 箇所もでない．

図 5 に示すように，スペクトルもいい形をしている．季節変動の周期の所で少しレベルが下がるぐらいが丁度いいのである．

ここで 0.348（サイクル/月）つまり 42/120（サイクル/月）の位置にピークがあるのは曜日調整の必要性を暗示しているので，

&PARAM
SORDER＝2,
LOGT＝1, RIGID＝0.25, YEAR＝1953,
&END

として結果を見ると，

AVABIC＝1896.63

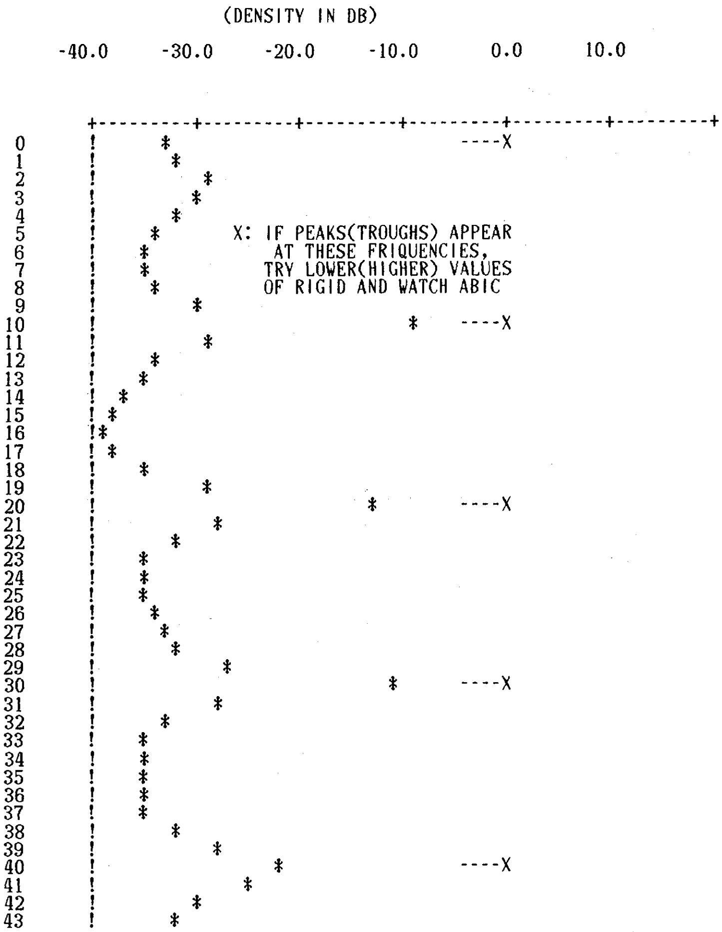

図 4.　百貨店売上高（不規則成分）のパワースペクトル

と，ABIC の値は更に良くなる．

スペクトルを見ると，図 6 のように 42/120（サイクル/月）のピークがなくなっている．

最初の 5 区間における各曜日の曜日効果を表 1 に示す．表の数値は対数変換した原データに (3.1) 式の形の分解をあてはめて得た $\{w_i\}$ の値を指数変換したものである．日曜日に売上が増える日本のデパートの特徴がとらえられている．

ちなみに，日本の鉱工業生産指数のデータは加法型で分解できて，その場合の各曜日の寄与の最初の 3 区間における推定値は，表 2 のようになる．日曜日（と水曜日）が指数を引き下げていることが明瞭である．

つぎに周期成分を含まないと予想される系列の解析例として，付録に収録した幼児のミルク消費量のデータ（1977 年 12 月 3 日生まれの女児の誕生の翌日から離乳まで 272 日間の記録である）を解析してみる．

周期があるとすれば週の周期が疑われるので

```
    RATIONAL SPECTRUM (DENSITY IN DB)

    -50.0     -40.0     -30.0     -20.0     -10.0      0.0      10.0
 I
      +---------+---------+---------+---------+---------+---------+
  0   !*
  1   !*
  2   !    *
  3   !          *
  4   !              *
  5   !          *
  6   !          *
  7   !              *
  8   !                *
  9   !           *
 10   !        *
 11   !        *
 12   !          *
 13   !             *
 14   !            *
 15   !           *
 16   !           *
 17   !             *
 18   !             *
 19   !           *
 20   !         *
 21   !          *
 22   !             *
 23   !             *
 24   !           *
 25   !           *
 26   !            *
 27   !            *
 28   !         *
 29   !      *
 30   !      *
 31   !        *
 32   !            *
 33   !               *
 34   !           *
 35   !           *
 36   !              *
 37   !                *
 38   !           *
 39   !         *
 40   !          *
 41   !               *
 42   !                        *   ----- IF A PEAK APPEARS HERE
 43   !              *                  TRY TRADING-DAY ADJUSTMENT
 44   !            *
 45   !              *
 46   !               *
 47   !            *
 48   !         *
 49   !        *
 50   !       *
```

図 5.　百貨店売上高（不規則成分）のスペクトル（RIGID 小）

&PARAM
PERIOD＝7, SPAN＝1000,
&END

として解析すると，ABIC の値は，

$$\mathrm{AVABIC}=2399.11$$

と計算される．7 日周期の成分の推定値は，図 7 のようになる．

1977 年 12 月 4 日は，日曜日であるからこの結果は，土曜日と日曜日にいくらか消費量が減ることを示唆している．しかし周期性がないものとして，

```
                          (DENSITY IN DB)

         -60.0    -50.0    -40.0    -30.0    -20.0    -10.0

    I RATIONAL SPECTRUM

35       !                  *
36       !                    *
37       !                   *
38       !               *
39       !            *
40       !            *
41       !             *
42       !                *          --- IF A PEAK APPEARS HERE
43       !                    *          TRY TRADING-DAY ADJUSTMENT
44       !                       *
45       !                       *
```

図 6. 曜日調整の効果

表 1. 百貨店売上高における曜日効果

SPAN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN
1	1.002	1.007	0.990	0.998	0.997	0.990	1.017
2	0.998	1.007	0.993	0.994	0.998	0.995	1.017
3	1.000	0.999	1.001	0.989	1.003	0.994	1.011
4	1.005	0.998	1.006	0.986	1.005	0.997	1.007
5	1.001	0.996	1.004	0.987	0.998	1.001	1.014

表 2. 鉱工業生産指数における曜日効果

SPAN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN
1	-0.0432	0.1092	-0.1182	0.0987	-0.0157	0.0466	-0.0755
2	-0.0075	0.1153	-0.1023	0.1028	-0.0020	0.0166	-0.1179
3	-0.0540	0.1038	-0.0432	0.0189	0.0602	0.0028	-0.0937

```
1 !      !   Z*Z      !      !
2 !      !     Z*Z    !      !
3 !      !    Z*Z     !      !
4 !      !     Z*Z    !      !
5 !      !    Z*Z     !      !
6 !      !     *Z     !      !
7 !------!----Z*Z------!------!
```

図 7. ミルク消費量の 7 日周期変動

&PARAM
PERIOD=1, SPAN=1000,
&END

として解析してなおしてみると,

$$AVABIC=2382.84$$

と ABIC の値が下がる. 7 日周期の存在を仮定することによってかえってモデルのフィットが

悪くなることが分かる.

他の周期を調べてみても

PERIOD＝6 で AVABIC＝2400.61,
PERIOD＝8 で AVABIC＝2388.71,
PERIOD＝10 で AVABIC＝2406.49

といずれも ABIC が大きい. このデータに周期性は認められないようである.

参 考 文 献

Akaike, H. (1983). Likelihood and the Bayes procedure, in *Bayesian Statistics* (eds. Bernardo, J.M., De Groot, M.H., Lindley, D.U. and Smith, A.F.M.), University Press Valencia, Spain.

Akaike, H. and Ishiguro, M. (1980). BAYSEA, A Byesian Seasonal Adjustment Program, *Computer Science Monographs,* **13**, The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo.

Akaike, H. (1980). Seasonal adjustment by Bayesian modeling, *Journal of Time Series Analysis,* **1**, No. 1, 1-13.

Akaike, H. and Ishiguro, M. (1983). Comparative Study of the X-11 and BAYSEA Procedure of Seasonal Adjustment, in *Applied Time Series Analysis of Economic Data,* U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census, 17-53.

石黒真木夫 (1981). ベイズ型季節調節モデル, 数理科学, **213**, 57-61.

Ishiguro, M. and Akaike, H. (1981). A Bayesian Approach to the Trading-Day Adjustment of Monthly Data, in *Time Series Analysis* (eds. Anderson, O.D. and Perryman, M.R.), North-Holland, 213-226.

Akaike, H. et al. (1985). TIMSAC-84 Part 1 and 2, *Computer Science Monographs,* **22** and **23**, The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo.

[付録]

[**BAYSEA** の制御変数] (かっこの中はデフォルト値)

LOGT	(0):	加法型か乗法型かの区別. 1で乗法型.
MT	(5):	データ $\{y_i\}$ の置かれたファイルの機番.
RLIM	(0.0):	欠測値のマーク. 0より大きな値を設定することによって, 絶対値がそれ以上に大きいデータを欠測値として扱う.
PERIOD	(12):	データの周期
SPAN	(4):	1回に, 処理する区間の長さを制御する. 3節の説明を見よ.
SHIFT	(1):	同上
FOCAST	(0):	トレンドと季節変動成分の予測値を計算する範囲
ORDER	(2):	トレンド成分の階差の次数
SORDER	(1):	季節変動成分の階差の次数
RIGID	(1.0):	季節変動成分の「硬さ」を決めるパラメータ. 0.05～2.0 の範囲で動かす.
YEAR	(0):	最初のデータの属する年の西暦を設定することによって曜日調整が行なわれる. 0で曜日調整なし.
MONTH	(1):	最初のデータの月. YEAR＝0 の時は意味をもたない.
WTRD	(1.0):	曜日調整の強さを加減するためのパラメータ. 0に近づけることによって, 曜日調整の効果が大きく表れる.
IOUTD	(0):	異常値処理を指定するには1とする.

SPEC (1): トレンド成分と不規則成分のパワースペクトルの出力を制御するための変数．不用なら0とする．
PUNCH (0): カード出力を制御する変数．必要があれば1.
ZERSUM (1.0): 3節の説明を見よ．

[制御変数の設定値を変える方法]

NAMELISTを使う．例えば，ORDERを1としたければ

```
&PARAM
ORDER=1,
&END
```

とする．デフォルト値のままで良いパラメータに関しては何もしなくて良い．

[使用上のヒント]

○ ABICの絶対値ではなく相対的な差(比ではなく)を見て1から2以上違っていればABICの値が小さい方のモデルがよいモデルと考えられる．差が10程度以上であれば2つのモデルの間には格段の差があると考えてよい．

○ SPANとSHIFTのとりかたはデータに依存して決めるべきである．季節パタンやトレンドに急激な変化の含まれていない「おとなしい」データを処理するにあたってはある程度スパンを長くとったほうが信頼度の高い結果が得られるし，計算時間も短くてすむ．これを裏返せばある程度変化の早い（すなわち，トレンドの勾配がきついというのではなく，トレンドが急に折れ曲がっているとか，季節パタンが大幅に変化するといった)場合にはSPANを小さくしなければならない．SHIFTはSPANより大きくない範囲で設定するが，1にするのが安全である．計算時間を短縮しておおざっぱな結果をみたいときにはSPANに等しくとってもよい．

○ トレンド（の1階階差の）系列と残差系列のスペクトルをみて0.348（サイクル/月）の位置(スペクトルのラインプリンタ出力ではI=42の位置)にピークが出るときは，曜日効果の存在が疑われる．

○ メッセージ

```
*****D IS HITTING THE LOWER BOUND   0.10000D+01
   ……TRY HIGHER VALUES OF ORDER AND/OR SORDER
```

がいくつかの区間に出るのは問題ないが，何回も出力されるようなら，SORDERの値を2にして見るか，RIGIDの値を小さくして見る．両者を並用する必要がある場合もある．

[制御変数＋データの与え方の例]

以下の例に示すように，制御変数を設定するNAMELIST文のすぐ後に，タイトル(80A1)，データ数(I5)，フォーマット(80A1)，データの順に並べる．タイトルを含めてのデータ部分をファイルにしておいて，そのファイルの「機番」を制御変数MTで指定してもよい．

```
 &PARAM
 PERIOD=1,
 SPAN=1000,
 &END
MILK
  272
(16F5.0)
   40   60  210  200  170  430  400  405  350  465  440  470  445  525  570  580
  440  710  660  610  650  660  690  650  665  670  530  660  530  775  690  560
  700  630  700  690  610  645  670  690  685  785  655  745  630  820  695  710
  550  715  715  730  780  670  750  685  790  620  715  695  645  710  735  890
  765  670  765  790  805  665  770  885  660  715  615  705  840  655  810  670
  815  675  765  455  820  770  945  800  705  685  620  605  740  715  965  750
  790  920  610  725  740  690  755  860  740  785  760  815  785  810  915  830
  730  775  705  710  745  740  755  650  700  665  705  790  835  580  735  725
  720  680  675  665  700  580  685  650  610  665  560  425  550  445  500  445
  445  550  420  440  445  460  460  410  440  440  450  465  505  560  550  550
  500  500  520  530  460  495  475  540  500  545  540  550  500  445  500  495
  355  385  325  350  365  505  315  310  410  385  420  400  380  390  420  420
  320  410  305  270  380  350  400  345  410  345  315  395  350  390  420  440
  370  400  440  445  455  430  430  460  470  370  450  390  480  480  470  455
  430  455  225  350  450  385  330  445  460  465  460  420  480  475  455  420
  445  425  435  340  355  385  450  465  350  330  440  465  290  420  480  360
  420  400  380  155  440  440  395  320  180  250  240  400  200  330  360  370
```

Bayesian Seasonal Adjustment Program, BAYSEA

Makio Ishiguro
(The Institute of Statistical Mathematics)

A Bayesian seasonal adjustment program, BAYSEA, realizes the decomposition of a time series $\{y_i\}$ into the form

$$y_i = T_i + S_i + I_i + TD_i$$

where T_i, S_i, I_i and TD_i denote *Trend, Seasonal, Irregular* and *Trading-Day* components, respectively. The procedure is based on a Bayesian modeling and the criterion

$$\text{ABIC} = (-2) \log \text{maximum likelihood of the model}$$

is used for the comparison of models.

This paper describes operating procedures for running BAYSEA. It supplements the documentation contained in the source program in TIMSAC-84, describing features and providing a guide to selection of options and parameters with numerical examples.