

# 新しい季節調整法

- X-12ARIMAの特徴とその問題点について -

昨年公開された新しい季節調整法X-12ARIMAでは、これまでの季節調整法の問題点（季節調整済系列の不安定性、曜日変動、異常値、レベルシフトの調整の不備）が改良されている。本稿ではX-12ARIMAの推計方法、特徴を概説し、幾つかの系列について季節調整を行った結果をもとに、本格導入に向けての問題点についても触れてみたい。



片岡 剛士

(株)三和総合研究所  
経済・社会政策室  
研究員

## 1. はじめに

月次や四半期の時系列データには、季節変化に伴う要因（季節要因）が含まれている。このため、時系列データの本来の動きをみるためには、季節要因を除去する必要がある。季節調整法とは、時系列データからこの季節要因を除去する方法である。

季節調整法として現在広く用いられている方法は、米国家務省センサス局が1965年に開発したX-11であり、我が国でも採用されている。しかし、X-11には新規データを追加して季節調整法をやり直した場合に、以前の季節調整済系列（季節調整を行った後のデータ）と新たに推計した季節調整済系列とが大きく食い違うという問題（季節調整済系列の不安定性）があることが従来から指摘されてきた。これは季節調整を行ったデータを用いて景気判断を行う際、大きな障害となる。また、X-11には、原系列（季節調整を行う前のデータ）に含まれている異常値<sup>i</sup>、曜日変動<sup>ii</sup>を適切に除去することができないという欠点もある。

X-11のこうした問題点を改善する季節調整法が、昨年国家務省センサス局が開発したX-12ARIMA（アリマと読む）<sup>iii</sup>である。

X-12ARIMAは、季節調整を行う事前調整過程として、時系列データの特性に応じて曜日構成、月の長さの調整、構造変化に伴うデータの変動の調整を行い、季節調整を行ったデータが過不足なく季節変動を除去できているのかどうかを事後診断過程としてチェックする機能を有している。

本稿では、まずX-12ARIMAを用いて季節調整済系列を試作するとともに、X-11による季節調整済系列との機能比較を行い、それを踏まえてX-12ARIMAの特徴を明らかにする。また、X-12ARIMA導入に向けてその問題点についても検討してみたい。

本稿の構成は以下の通りである。まず2節では季節調整法について述べるとともに、X-11との比較を通してX-12ARIMAの特徴を明らかにする。3節ではX-11、X-12ARIMAを用いて実際に季節調整を行い、両者の機能比較を行う。最後に4節ではX-12ARIMAの長所、短所を実際に季節調整を行う立場、データを利用する立場に立って述べ、望ましい季節調整法のあり方についてふれることにしたい。

## 2. X-12ARIMAの概要と推計方法

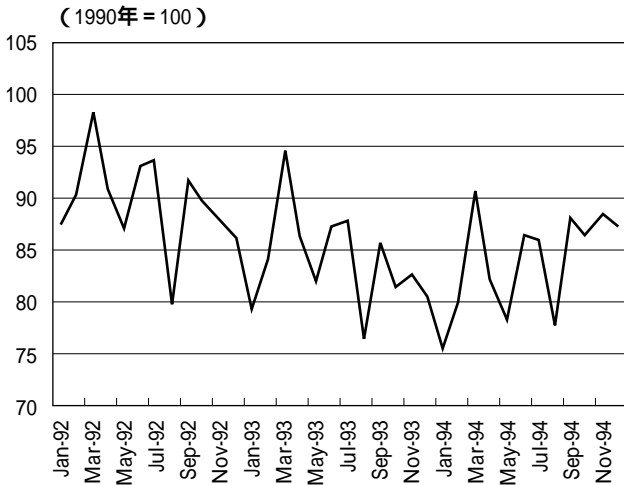
### (1) 季節調整法とは

時系列データの変化は趨勢・循環による変動以外に、月ごとに毎年似通った変化を示していることが多い。図表1はわが国の稼働率指数の推移を月次でみたものであるが、毎年3月の値が大きく上昇している。これが「季節変動」と呼ばれる変動であり、趨勢・循環変動とは関係なく気候の変化、祝祭日、毎年の恒例行事等によって生じる。

ここで原系列（季節調整を行う前のデータ）を $O(t)$ 、趨勢・循環変動を $TC(t)$ 、不規則変動（データの不規則な変化による要因）を $I(t)$ 、季節変動を $S(t)$ とすると、原系列は次式のように分解することができる。<sup>iv</sup>

$$O(t) = TC(t) \times S(t) \times I(t)$$

図表1 稼働率指数の推移



ここで何らかの方法で $S(t)$ を推定し、 $O(t)$ から除去すると $TC(t) \times I(t)$ が抽出されて季節調整が行われたことになる。

以上のように時系列データに含まれている「季節変動」を除去し、趨勢・循環要因を取り出すための方法が「季節調整法」である。

(2) 季節調整の方法 (移動平均法)

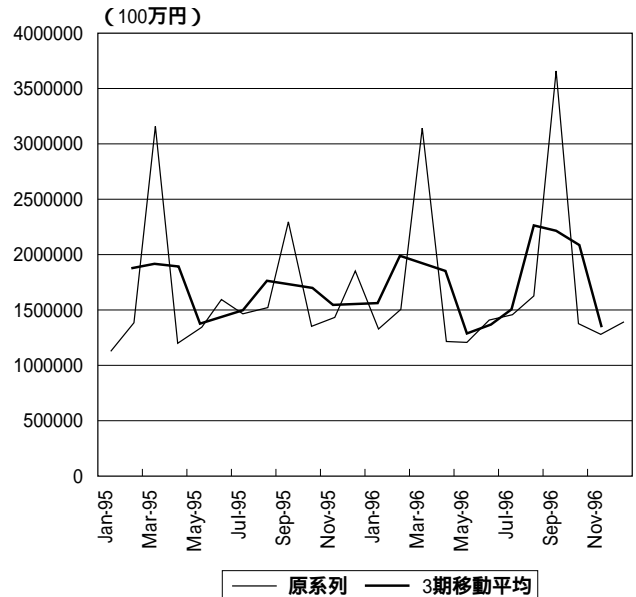
では、いかにして原系列の中に含まれる季節変動を特定化し、これを除去するのであろうか。

X-11、X-12ARIMAで採用されている基本的な方法は移動平均法である。これは、期間内の平均をとることで時系列データに含まれている不規則な変動をならし、傾向線(すなわち趨勢・循環変動)を求めようとするものである。図表2は建設工事受注額に3期移動平均を適用した結果である。これを見ると、移動平均をとった系列は、原系列と比較してはるかに滑らかな変動を示していることがわかる。詳細は後述するが、X-11、X-12ARIMAはこのような移動平均を繰り返し適用することによって季節変動を除去し、趨勢・循環要因を抽出している。

(3) 季節調整法の概略

X-12ARIMAは先述したように米国センサス局が開発したセンサス局法の12番目の改良版である。これまでセンサス局が開発した季節調整法のうち、X-3(1960年)、X-8

図表2 3期移動平均の適用



図表3 季節調整法の比較

	X-11	X-11ARIMA	X-12ARIMA
作成年	1965年	1975年	1996年
異常値修正			
曜日調整			
構造変化	x	x	
末端系列での移動平均のとり方	後方移動平均	予測値を用いた中心移動平均	予測値を利用した中心移動平均

(備考) ...十分に調整可能、...調整不十分、x...調整不能

(1960年) X-9 (1961年) X-10 (1961年) X-11 (1965年) X-11ARIMA (1975年) が一般公開されている。X-11からX-12ARIMAまでの季節調整法の概略、問題点は以下の通りである。(図表3参照)

X-11 (1965年)

X-11は単純な移動平均を繰り返し適用することで、原系列を趨勢・循環要因による変動、季節変動、不規則変動に分解する。だが系列の末端部分(最近時点の値)では移動平均が適用できず、後方移動平均を行わざるをえないため、新規データが追加されるとこれまでの季節調整済系列の値が大きく変化してしまうという問題(季節

調整済系列の不安定性)があった。また異常値の修正や曜日変動の調整も十分になされなかった。

X-11ARIMA (1975年)

X-11の問題点を改良するため、ARIMAモデルを用いて予測を行い、その予測値で系列の末端部分の移動平均を行うX-11ARIMAが開発された。これによって季節調整済系列の不安定性はある程度改善されたが、時系列データが構造変化(レベルシフト)を伴っている場合には必ずしも安定的ではなかった。曜日変動の調整についても依然不十分であった。

X-12ARIMA (1996年)

X-12ARIMAはX-11ARIMAのARIMAモデルに回帰部分を加えて、予測精度を向上させた。X-12ARIMAでは、原系列を曜日変動、異常値、レベルシフトなどにより説明可能である部分とARIMAモデルにより予測する部分に分けたモデル(reg-ARIMA)によりあらかじめ推計・予測を行い、その値に対して移動平均を適用する。X-12ARIMAは曜日変動、異常値、レベルシフトを適切に除去することが可能であり、また末端系列をARIMAモデルにより予測するため、安定性の面においてパフォーマンスが良いと言われている。

(4) X-12ARIMAの計算方法

X-12ARIMAは大別すると以下の3つのパートから構成される。図表4はX-12ARIMAの計算の流れを示しているが、X-12ARIMAはX-11に事前調整パート、事後診断パートを付け加えたものと理解することができる。

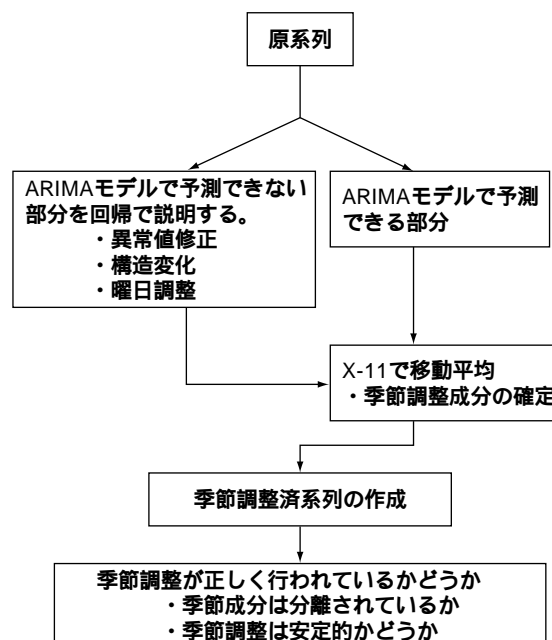
reg-ARIMAによる原系列の事前調整パート

事前調整パートでは回帰変数として異常値、レベルシフト、曜日変動をARIMAモデルに組み込んだreg-ARIMAモデルを使って推定する。その後reg-ARIMAモデルの推定結果とARIMAモデルによる予測値を結合させて事前調整済原系列を作成する。この事前調整済原系列は次のX-11パートで用いられる。<sup>vii</sup>

X-11による移動平均パート

移動平均パートでは、事前調整済系列に対してX-11を

図表4 X-12ARIMAの計算方法



適用する。X-11の推計方法は以下の通りである。<sup>viii</sup>

原系列の12ヶ月移動平均をとり季節成分と不規則変動をならし、暫定的な趨勢・循環変動を抽出する。

原系列を で求めた暫定的な趨勢・循環変動で除して暫定的な季節・不規則変動を抽出する。

で求めた暫定的な季節・不規則変動を各月ごとの年次系列にわけて加重移動平均をとることで不規則変動を相殺し、暫定的季節変動を抽出する。

原系列を で求めた暫定的季節変動で除して暫定的季節調整済系列を作成し、適当な加重移動平均を適用して修正された趨勢・循環変動を抽出する。

で求めた修正された趨勢・循環変動を用いて から の過程を繰り返して最終的な趨勢・循環変動、季節変動、不規則変動を確定する。

事後診断パート

事後診断パートでは、上記のパートで作成した季節調整済系列の安定性を検討し、望ましい結果が得られない

場合、reg-ARIMAの次数の取り方、異常値、レベルシフト、曜日変動等のオプションの変更を行い再計算する。安定性の際の指標としては新たにデータを加えて再推計した場合、以前の系列とどれくらい変化したかをみるMAPR(Mean Absolute Percentage Revision)<sup>ix</sup>と季節調整の計算期間をスライドさせた場合、同一時期の季節変動成分がどの程度変化するかをみるSliding Span Analysisがある。

### 3. X-12ARIMAの推計とX-11との比較

#### (1) 事前調整過程、移動平均過程の推計オプション

2で述べた推計方法に従い、わが国の失業率、建設工事受注額、稼働率指数<sup>x</sup>についてX-12ARIMAを適用して季節調整を行ってみた。推計期間は失業率と稼働率指数が1970年1月から1996年12月まで、建設工事受注額が1984年4月から1996年12月までである。事前調整過程、X-11による移動平均過程で採用したオプションは以下の通りである。

図表5 推計オプション<sup>xi</sup>

	事前調整過程	移動平均過程
失業率	<ul style="list-style-type: none"> <li>・曜日変動と月の長さの調整を説明要因に組み込む。(曜日調整の可否は自動決定される)</li> <li>・異常値除去、レベルシフトの処理・自動検索により行う(検索値=3.0)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・季節調整のタイプ...加法型</li> <li>・移動平均前半3×3、後半3×5(X-11デフォルト)</li> <li>・特異項管理限界下限1.5、上限2.5</li> <li>・事前目次調整、曜日調整は行わない</li> </ul>
建設工事受注額	失業率の場合と同じ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・季節調整のタイプ...乗法型</li> <li>・他は失業率の場合と同じ</li> </ul>
稼働率	失業率の場合と同じ	建設工事受注額の場合と同じ

#### (2) ARIMAモデルの同定方法

ARIMAモデルの推定は原系列の変換、同定、推定、予測の4つの過程に分かれる。原系列の変換は推計対象のデータが定常過程<sup>xii</sup>に従うように行う。

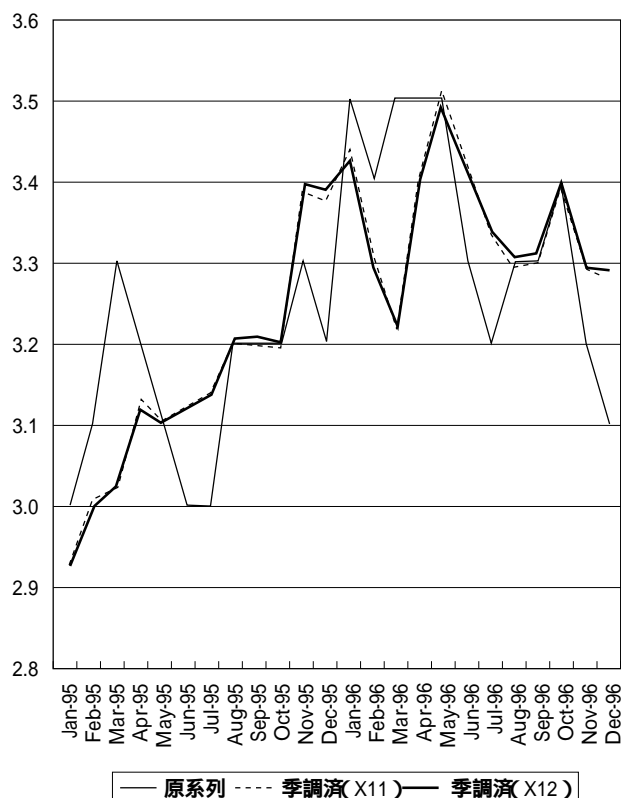
当推計では失業率については原系列に1階の階差、1階の季節階差を適用し、建設工事受注額、稼働率指数には原系列に対数変換を行ったデータに対して1階の階差、1階の季節階差を適用した。<sup>xiii</sup>

同定は変換した原系列が従うARIMAモデルの型を決めることである。本推計ではX-12ARIMA推計プログラムのモデルの自動選択コマンドを用いて最適なARIMAモデルの型を選択した。<sup>xiv</sup>

#### (3) X-12ARIMAによる推計結果

推計結果は図表6から図表9のようになった。図表6、図表8、図表9はそれぞれ失業率、建設工事受注額、稼働

図表6 失業率(1970.1~1996.12)

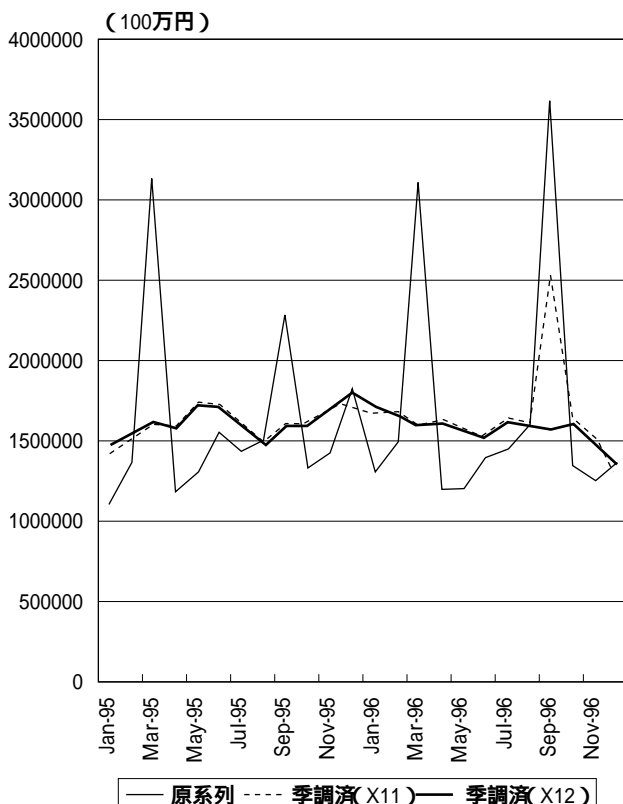


図表7 X-12ARIMA推計結果

	ARIMAモデル	異常値(AO),レベルシフト(LS)
失業率	(0,1,2)(0,1,1) <sub>12</sub> 曜日調整は行わない	AO74.8,LS74.12,AO77.4 LS87.7
建設工事受注額	(1,1,2)(0,1,1) <sub>12</sub> 曜日調整は行わない	AO88.12,AO96.9
稼働率指数	(2,1,1)(0,1,1) <sub>12</sub> 曜日調整を行う	AO72.1,AO72.12,AO74.1 AO74.4,LS75.1,LS76.3 LS92.2,LS94.1,LS95.5

(備考) 表の中央では推計で用いたARIMAモデルの型について示している。また右欄では自動検索コマンドにより検索した異常値、レベルシフトの時期について示している。例えばAO74.8とは74年8月に異常値が検索されたことを示す。

図表8 建設工事受注額 (1984.4 ~ 1996.12)



図表9 稼働率指数 (1970.1 ~ 1996.12)



率指数について原系列、X-12ARIMA、X-11の推計結果を示している。

失業率(図表6)の推計結果を見ると、X-12ARIMAの推計結果はX-11の結果とほとんど変わらない。建設工事受注額(図表8)についてもX-12ARIMAとX-11にほとんど違いは見受けられないが、X-11は96年9月に大きく上昇しており、原系列にひきずられる形になっている。これは、X-11が96年9月の異常値(図表7参照)を的確に処理することができなかったことを示している。稼働率指数(図表9)では、上記2系列の推計結果と対照的にX-12ARIMAの方が原系列の季節要因、異常値・レベルシフトを的確に除去しており、滑らかな系列となっていることがはっきりとわかる。

(4) X-12ARIMAとX-11の機能比較

新規データを追加した際の安定性 - MAPR (Mean Absolute Percentage Revision)による比較 -

X-12ARIMA、X-11のMAPRを計算し、安定性(新規データを追加した際、それまでの季節調整済系列がどの程

図表10 MAPRによる比較

	X-11 (A)	X-12ARIMA (B)	X-11比 [(B)-(A)]/(A)
失業率	1.22	1.09	- 10.66%
建設工事 受注額	4.15	2.61	- 37.11%
稼働率 指数	0.46	0.34	- 26.01%

度変化するか)を比較してみた。MAPRの値が小さい程、新規データを追加した際の変化の度合いが少ない。失業率、建設工事受注額、稼働率指数のMAPRの結果は図表10の通りである。X-11減少率(X-12ARIMAを用いた場合、安定性がどの程度向上するか)でみると、いずれの系列に関してもX-12ARIMAで推計した場合のMAPRはX-11よりも減少している。以上からX-12ARIMAで推計することによって安定性が向上することがわかる。

新規データを追加した際の安定性 - データ改訂度合いの比較 -

X-11、X-12ARIMAでは中心移動平均を適用しているため、直近値に移動平均を適用した場合、将来値を何らかの方法で予測する必要がある。以下ではX-11とX-12ARIMAの直近値での移動平均の方法の違い(後方移動平均とreg-ARIMAを用いた予測値による中心移動平均)が安定性に及ぼす影響を分析する。

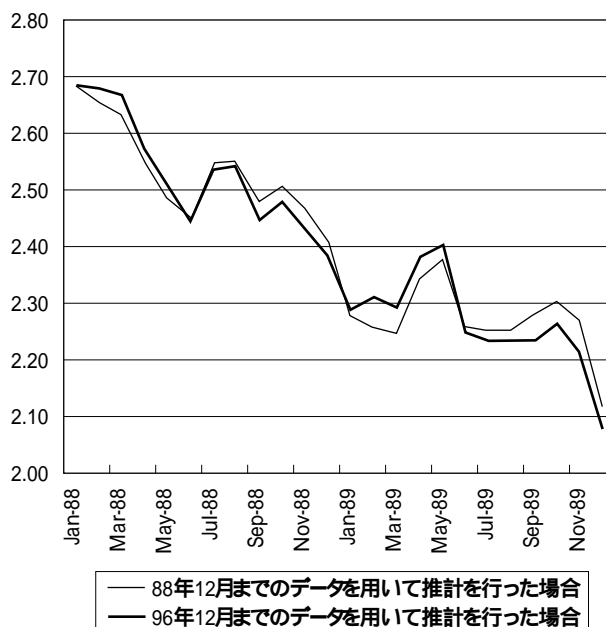
分析は失業率について行い、1970年1月から1989年12月までのデータを用いて季節調整を行った場合と1970年1月から1996年12月までのデータを用いて季節調整を行った場合とを比較<sup>xv</sup>し、それぞれの方法による季節調整済系列がどの程度変化するかをみる。

図表11はX-11について、図表12はX-12ARIMAの結果を比較したものである。X-12ARIMAの方がデータ改訂に伴う変動が少ないため、reg-ARIMAによる予測値を用いた中心移動平均の方が安定的な季節調整済系列をもたらすことがわかる。(図表13参照)

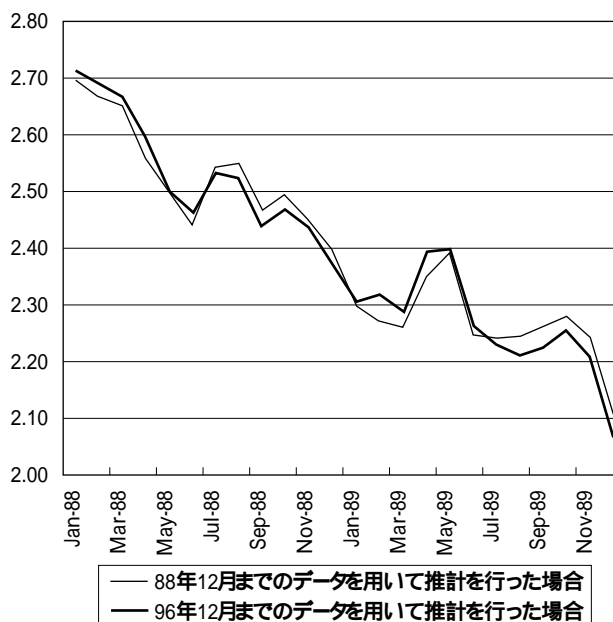
曜日調整の有無が季節調整済系列に与える影響

上記3系列での推計結果では、稼働率指数にのみ曜日

図表11 データ改訂度合いの比較(X-11)



図表12 データ改訂度合いの比較(X-12ARIMA)



図表13 データ改訂度合いの比較 (X-11,X-12ARIMA)

	推計期間の変化による季調整系列の変化	
	X-11	X-12ARIMA
Jan-88	0.003	0.012
Feb-88	0.024	0.023
Mar-88	0.035	0.014
Apr-88	0.022	0.032
May-88	0.021	0.002
Jun-88	0.007	0.023
Jul-88	0.010	0.012
Aug-88	0.009	0.028
Sep-88	0.031	0.029
Oct-88	0.028	0.023
Nov-88	0.034	0.016
Dec-88	0.027	0.023
Jan-89	0.011	0.009
Feb-89	0.052	0.045
Mar-89	0.048	0.027
Apr-89	0.039	0.043
May-89	0.025	0.007
Jun-89	0.007	0.014
Jul-89	0.016	0.014
Aug-89	0.020	0.033
Sep-89	0.046	0.038
Oct-89	0.040	0.025
Nov-89	0.055	0.033
Dec-89	0.042	0.037
平均	0.027	0.023

(備考) 図表13は88年12月までの推計値から96年12月までの推計値の差の絶対値をとり、比較を行ったものである。

調整が行われているが、曜日調整が季節調整済系列に与える影響について考察してみたい。図表14は稼働率指数について曜日調整を含めない場合と含めた場合とのX-12ARIMAの推計結果を比較している。この結果をみると、曜日調整を行うことで季節調整済系列がかなり滑らかになるという効果があることがわかる。

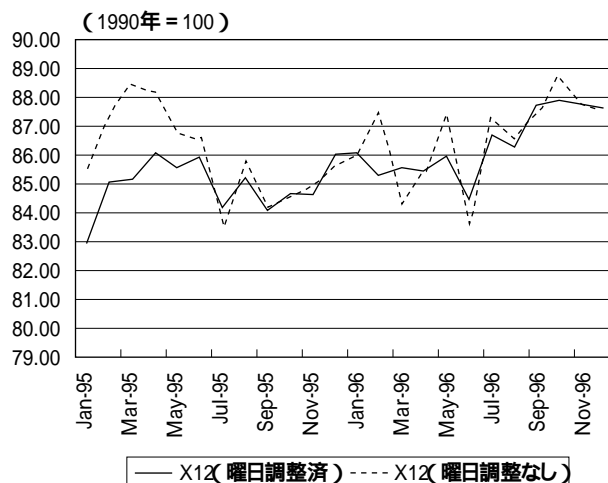
(5) 分析のまとめ

(1) から (4) で行った推計についてまとめを行ってみよう。まず、推計結果より、X-12ARIMAはX-11よりも滑らかな季節調整済系列を形成しており、時系列の変化を把握しやすくなっていることが言える。

これは建設工事受注額(図表8)、稼働率指数(図表9)の推計結果から明らかのように、異常値を的確に処理しているためである。

また原系列を滑らかにする効果として曜日調整が季節調整済系列に与える効果を見捨てることはできない。曜

図表14 曜日調整の効果



日調整を含めることが望ましいと判断された稼働率指数(X-12ARIMA)は、失業率、建設工事受注額のそれと比較して原系列をかなり滑らかにしている。このことは稼働率指数について曜日変動と含めた場合とそうでない場合とで季節調整の比較を行った結果(図表14)からも明らかである。

さらに季節調整法の違い(X-12ARIMA、X-11)が安定性にどのような影響を与えるかについては、まずMAPRによる比較からX-12ARIMAの方が新規データの追加によってそれまでの季節調整済系列が改訂される度合いが少ないという結果が得られた。これは失業率、建設工事受注額(図表6、図表7)のようにX-12ARIMAとX-11の季節調整済系列にそれほど大差がない(事前調整で曜日調整を行う必要がない)系列についても同様である。また系列末端処理の巧拙が、季節調整済系列の安定性に影響を及ぼしていることも確認された(図表11から図表13)。

4. おわりに

本稿では、昨年開発された新季節調整法X-12ARIMAの概略を紹介するとともに、我が国で採用されているX-11との比較を行い、X-12ARIMAの特徴を述べてきた。X-12ARIMAをこれまでの季節調整法と比較し、評価する際には、(1)既存の季節調整法との比較基準が明確であり、

比較可能なツールを有しているかどうか、(2) 利用者の目的に即しているかどうか、(3) 統計期間の推計担当者にとって、推計方法が明瞭・簡潔であるかどうか、の3点について検討する必要がある。以下ではこの3つの点についてふれた後、今後の季節調整法の望ましい在り方についてふれることにする。<sup>xvi</sup>

#### (1) 比較基準、比較方法が備わっているかどうか

既存の季節調整法との比較基準としてまず考えられるのは安定性であろう。X-12ARIMAでは、安定性の検定(MAPR、Sliding Span Analysis)によりX-11との比較が可能であり、比較の結果、X-12ARIMAの方が優れたパフォーマンスを示す事が確認される。

またX-12ARIMAでは曜日変動の調整、異常値・レベルシフトを適切に処理することが可能であるため、この点も比較基準となりうる。調整をすべきかそうでないかの選択は有意性検定により可能であり、推計の結果、曜日変動、異常値・レベルシフトの除去は効果があることが確認された。<sup>xvii</sup>

また本推計ではふれなかったが、X-12ARIMAプログラムではスペクトル分析により季節変動除去の効果を視覚的に把握することも可能である。

以上の点からX-12ARIMAは比較基準を備え、かつ既存の推計方法よりも望ましい季節調整済系列であると結論される。

#### (2) 利用者の目的に即しているかどうか

利用者にとって季節調整済系列はできる限り趨勢・循環変動を把握しやすい滑らかな系列であり、かつあまり改訂されないことが望ましい。この基準でX-12ARIMAとX-11を比較すると、X-12ARIMAの方が望ましい季節調整法である。

#### (3) 推計方法が明瞭・簡潔であるかどうか

推計方法の明瞭性、簡潔性についてX-12ARIMAとX-11を比較すると、X-12ARIMAはX-11に事前段階としてreg-ARIMAの推定が加わっているため、推計担当者の負担は増大すると考えられる。reg-ARIMAを定式化する際の留

意点は 曜日変動等のオプションを推計対象のデータの特徴を生かしていかに選択するか、ARIMAモデルの型の決定方法、見直し時期の設定であろう。

について本推計では行わなかったが、X-12ARIMAではreg-ARIMAの説明変数として、それぞれのデータの特徴に応じた変動要因を任意に選択することが可能である。この点も考慮しながら曜日変動、異常値・レベルシフトの有意性検定を活用し、reg-ARIMAの説明要因を特定化することが必要である。

また については、多くのデータを処理する必要があることを考慮した場合、ARIMAモデルの同定を行い、毎年の季調替えに対応してARIMAモデルを見直すことはかなりの負担になると思われる。ARIMAモデルの同定はX-12ARIMA推計プログラムにあるモデルの自動検索(automdlコマンド)を利用し、AICなどの指標を勘案しつつ容易かつ正確な方法を確立する必要がある。またARIMAモデルの改訂は各種統計機関の足並みをそろえることが望ましい。

#### (4) 望ましい季節調整法のあり方

以上みてきたようにX-12ARIMAは望ましい特性を多く備えている((1)、(2))が、その一方でX-11に比べ推計上の負担がかなり大きい。((3))X-12ARIMAの長所を生かしつつ、推計上の負担をできるかぎり軽減するためには(3)でもふれたが、推計方法が容易で体系化しやすいものを選択することが必要である。X-12ARIMAプログラムでは、曜日変動、異常値・レベルシフトの有無、ARIMAモデルの同定等の推計上問題となる部分について、適当な境界値を設定することにより自動検索を行うことが可能である。一度に大量のデータを処理する必要のある推計担当者にとっては、自動検索を最大限に活用し、体系的な推計を模索する必要がある。

## (参考文献)

1. 木村 武 (1996) 「最新移動平均型季節調整法「X-12ARIMA」について」『金融研究』、第15巻第2号、日本銀行金融研究所
2. 黒川恒雄 (1979) 「経済時系列の分析とその季節変動の調整」『統計』、日本統計協会
3. 日本銀行調査統計局 (1997) 「「X-12ARIMA」操作マニュアル 概要編、実践編」
4. 渡辺努、松下素子 (1996) 「新手法導入で統計の精度向上 - 季節調整法X-12ARIMAについて - 」『東洋経済統計月報』東洋経済新報社
5. 国友直人 (1997) 「季節調整法X-12-ARIMAの特長と問題点」『経済統計研究』第25巻 号 通産統計協会
6. 竹内 啓 (1997) 「時系列調整の考え方とX-12ARIMAについて」『経済統計研究』第25巻 号 通産統計協会
7. 刈屋武昭、日本銀行調査統計局 (1985) 『計量経済分析の基礎と応用』東洋経済新報社
8. 溝口敏行、刈屋武昭 (1983) 『経済時系列分析入門』日本経済新聞社
10. Bureau of the Census (1996) “ X-12-ARIMA Reference Manual Bata Version 1.1a ”
11. Findley ,D.F.,Monsell,B.C.,Bell,W.R.,Otto,M.C.,Chan.B.C (1996) “ New Capabilities and Methods of the X-12-ARIMA Seasonal Ajustment Program ”
12. Gray,A.,Thomson,P. (1996) “ Design of Moving-Average Trend Filters using Fidelity, Smoothness and Minimum Revisions Criteria ”, Statistical Reserch Report Series No.RR96/01, BUREAU OF THE CENSUS STATISTICAL DIVISION

- i 異常値とは他の原系列の値と極端な隔たりをもった値のことをいう。推計を正確に行うためには異常値を適切に把握・除去することが必要となってくる。異常値の除去方法は木村 (1996)、日本銀行調査統計局 (1997) を参照されたい。
- ii 曜日変動とは月々の曜日構成の差が原系列に与える影響のことをいう。X-12ARIMAでの曜日変動の除去方法は木村(1996)、日本銀行調査統計局(1997)を参照されたい。
- iii ARIMAモデル (自己回帰和分移動平均モデルの略称) とは、原系列を定常過程に従うように変換した後、その値が過去の原系列とランダムなショックとの和で説明されるとするモデルである。自己回帰の次数 (何期前の値に依存するか) を 1、和分の次数を 1 (原系列に何回差分をとるか)、移動平均の次数を 1 (現在のランダムショックが何期前のショックに依存するか) とした場合のARIMAモデルは以下ようになる。
$$Y_t = Y_{t-1} + \epsilon_t - \epsilon_{t-1}$$

但し Y : 原系列、 $\epsilon_t$  : 原系列の差分
- iv 上で紹介したのは原系列が趨勢・景気変動、季節変動、不規則変動のかけ算により構成されるとする「乗法型」であるが、その他にも原系列が 3 要素の和により成立しているとする「加法型」もある。以下では原系列と各変動要素との関係は「乗法型」であるとして議論を進めることにする。
- v よって季節調整法とは、原系列を先験的な仮定に基づき変動要素に分解したのち、各変動要素を推定し、季節変動、不規則変動を原系列から除去するための方法ということになる。
- vi 推計期間の直近値において中心移動平均を行うためには将来時点の値が必要である。後方移動平均とは、将来の値が過去の値と等しいものと仮定して中心移動平均をとることをいう。一方、X-12ARIMAでは将来の値をreg-ARIMAによって推計し、推計値を用いて中心移動平均を適用する。

- vii reg-ARIMAの推計方法の詳細は木村(1996)を参照されたい。
- viii 本文中のX-11の推計方法は木村(1996)を参照した。また詳細については黒川(1979)が詳しい。またここでは原系列が乗法型の変動に従っていることを仮定している。

ix 計算式は

$$MAPR = \frac{1}{T - t_0} \left| \frac{A_{t,T} - A_{t,t}}{A_{t,t}} \right|$$

但し  $t_0$  : 推計開始時点

$A_{t,t}$  : 時点  $t$  までの情報を用いて作成した季節調整済系列

$A_{t,T}$  : 時点  $T$  ( $T > t$ ) までの情報を用いて作成した季節調整済系列

- x 失業率は「労働力調査報告」、稼働率指数は「通産統計」、建設工事受注額は「建設統計月報」を参照した。
- xi 推計オプションは図表3 に対応している。  
失業率、建設工事受注額で季節調整のタイプが異なるのは、失業率が変数変換を行っていないのに対して、建設工事受注額は原系列に対数変換を行っていることによる。
- xii 時系列  $X$  が定常過程に従うとは、 $X$  が以下の特徴を持つ事をいう。

$$E(X_t) = \mu$$

$$\text{var}(X_t) = \sigma^2$$

$$E(X_t) = \mu$$

- xiii 原系列の分散が時間を通じて拡大している場合、原系列は定常ではない。この場合、原系列の対数をとることで分散を安定化させることができる。
- xiv X-12ARIMA推計プログラムはautomdlコマンドにより、原系列が従うARIMAモデルの候補を選択することが可能である。本推計では、まずautomdlコマンドにより候補となるモデルを選択した後、Q値のP-valueが5%を超えており、かつAIC(赤池の情報量基準)が最小であるモデルを選択した。
- xv 推計期間を1970.1~1989.12と1970.1~1996.12として比較した理由は、移動平均過程で前後7年間の値が必要となる(前半3×3、後半3×5の移動平均)ためである。ここでの分析は89年12月時点では未知であった90年から96年の値が既知になった場合、季節調整済系列がどの程度改訂されるのかを目的としている。
- xvi 検討の際の基本的な考え方については、渡辺、松下(1996)の上掲論文を参照した
- xvii 異常値・レベルシフトを含めるか否かの決定は、outlierコマンドで行うことが可能である。だがこの場合も判定レベルを設定する必要があり、推計担当者の判断に委ねられている部分はある。