

通貨危機の予知と予防

伊藤 隆敏*¹
織井 啓介*²

要 約

早期警戒システム（EWS）は、モデルを活用して、通貨危機の予知・予防に寄与しようという研究分野である。東アジアにおける通貨危機は、危機の発生国のみならず、日本を含む周辺国に大きな影響を与えることが、1997-98年の通貨危機により、多くの学者・政策担当者に認識された。危機に陥りにくい構造の経済にすること（平時の経済監視）、危機を事前に察知してそれを未然に防ぐこと（予知・予防）、危機が起きたときにそれがファンダメンタルズによるものか、伝播によるものかを区別する方法（危機対応手段の選択）などにEWSを活用することができる。また、いったん、ある国に危機が発生した場合でも、EWSは他にどのような国に危機が伝播するかどうかを見極めることに役に立つので、日本の対外戦略上、重要な研究分野である。本稿では、EWSの2つの主要なアプローチであるシグナル・アプローチおよび回帰分析アプローチの概要を解説した後、回帰分析アプローチの標準的モデルを改良することで、今後のアジアにおけるEWSの開発の方向性と課題を検討する。

I. はじめに

1994-95年のメキシコの通貨危機とテキーラ効果（危機の伝播）、1997-98年のアジア通貨危機とアジア全域への伝播は、新興市場国および国際金融機関、とくに国際通貨基金（IMF）や世界銀行、に対して、危機の予知・予防の必要性を痛感させた。1980年代までの途上国の通貨危機では、資本移動による外貨準備の変動は小さく、経常収支が赤字であることで外貨準備が次第に（1-2年）枯渇していくことが多かった。この場合には、通貨危機の予知が可能である場合が多かったし、それに対処する方法も、

国内の金融・財政を引き締めることで、貿易収支を黒字化して、時間をかけて、外貨準備の回復をはかる、ということが処方箋として確立していた。ところが、資本移動が自由化されることで、経常収支が赤字であっても、資本流入により外貨準備が増加する、という現象が、新興市場国でみられるようになった。このため、外貨準備の増減を見ていたのでは、新興市場国が危機に近づいているかがわからない、という状況が生じていたのである。そして、なんからの要因をきっかけに資本は急激に流出する

* 1 東京大学大学院経済学研究科教授 e-mail : tito@e.u-tokyo.ac.jp

* 2 敬愛大学国際学部助教授 e-mail : orii@u-keiai.ac.jp

と、瞬く間（数週間―数ヶ月）に外貨準備が枯渇してしまった。

従来型の危機とメキシコ・アジア型の危機（21世紀型の資本勘定型の危機）では、IMFの危機対応でも大きな違いがある，ということを経験することが重要である¹⁾。従来型の経常収支危機に対しては，マクロ経済の健全化を，時間をかけて行うことで解決可能であり，またそうするというをIMFのプログラムで約束することで，危機は収束に向かうことが多かった。ところが，21世紀型の資本勘定危機では，いったん危機が起きてしまうと，危機に陥った新興市場国もIMFも，非常に難しい選択を迫られることになる。外貨準備の何倍もの資金が，出口に殺到しているときに，危機を収束させるためには，IMFがこれまで経験したことのない巨額の融資を数週間のうちに行わなくては行けない。マクロ・ファンダメンタルズを時間をかけて直している余裕はない。一方，このように，マクロ改革の条件を，少なくともある程度実行する時間的な余裕のないまま，巨額の融資をすること，つまりIMFが国際的な「最後の貸し手」となることは，その国の危機の解決にはなるかもしれないが，他の新興市場国にとっても，将来の貸し手にとっても，リスクに鈍感になる，という「モラル・ハザード」を引き起こす。しかし，モラル・ハザードを気にして，新興市場国に厳しい条件をつけることは，さらに資本流出を加速させて，危機をかえってあおることになる。この後者の問題点が，アジア通貨危機で示された，と考えることができる。

このことから，危機対応の難しい資本勘定型の通貨危機は，予防することが非常に重要であることがわかる。そこで，メキシコ危機の直後から，資本収支型の通貨危機を予知・予防するにはどうしたらよいか，という政策課題が，国際金融体制の最重要課題として認識されるようになった。その努力が実らないうちにアジア

通貨危機が起きてしまったのである。アジア通貨危機のあとには，さらに，危機の予知・予防に対する関心が高まった。新興市場国やIMFなど国際金融機関においても，新しい国際金融体制の構築という課題で，さまざまな取り組みが行われてきた。

通貨危機の予知・予防の努力には，二つの流れがある。ひとつは実際に危機がどのような国に起きやすいか，ということを経験モデルをつかって，計量経済学的に調査する手法である。もうひとつは，メキシコ危機やアジア危機が起きた原因を考えて，問題となる構造的な要因を改善する，という政策的対応である。本論文は，次章以下，主に，第一の予知モデル，特に早期警戒システム（EWS）の構築に向けての研究を紹介する。ここでは，簡単に第二の流れについて触れておこう。

メキシコ危機とアジア通貨危機（とくにタイ、インドネシア）では，危機が起きた後に，IMFが最後の貸し手を機能しようとしても，IMFは，新興市場国から流出しようとする資本に比べて，十分な資金を貸付けることが出来なかった。これは，IMFの協定から，貸付額には，メンバー国の出資額に比例した限度額が設けられていることによる。そこで，メキシコ危機の場合にはアメリカが，タイ危機の場合には日本とアジア諸国が，IMFと協調融資をすることで，危機対応を行った。タイ危機を教訓に，IMFと協調融資を行う機関をアジアにつくろうという構想，つまりアジア通貨基金（AMF）構想が，1997年8月末に提案されたが，これは，IMF，アメリカ，中国の反対で実現しなかった。しかし，2000年には，AMF構想とは，仕組みは違うものの，精神では同様の，「チェンマイ・イニシアティブ」が実現した。これは，外貨流動性が乏しくなった国が，自国通貨を外貨と交換できる，という「スワップ協定」を網の目のようにアジアに張り巡らせる，とい

1) 従来型の危機とアジアの資本勘定型危機の違いについては，Ito (1999, 2000), Ohno (1999) Yoshitomi and Ohno (1999)などを参照。

う構想である。これは2003年末までには、二国間ネットワークは、ほぼ実現した。チェンマイ・イニシアティブは、おもに危機の予知ではなく、危機対応のメカニズムではある。また、そこで取り決められている額も小さい。しかし、資本勘定型の危機が外貨準備枯渇を予想する投機のために起きるとすると、チェンマイ・イニシアティブは、投機型の危機を未然に防ぐ役割を果たしている、と考えることも出来る。

アジア通貨危機が、通貨危機から銀行危機、さらには経済危機へと発展した原因として、IMFが処方箋を間違えた、ということはあるものの、基本的には、金融セクターが、通貨のミスマッチ、満期のミスマッチを抱えていたことによることが大きい。短期のドル建ての資本を受け入れる一方、貸付は現地通貨建てで長期資本であったため、いったん通貨危機が起きてドルの返済を催促されると、それに対応できなくなり危機に陥る銀行、あるいはその銀行を救済しようとした中央銀行の外貨準備不足へと発展した。長期的な資金を現地通貨で調達できれば、通貨危機、銀行危機の可能性はかなり低くなる。そこで、アジアの財務大臣会合プロセスでは、アジアの新興市場国が、自国通貨建ての債券（アジアボンド）を発行できるように、債券市場のインフラ整備、格付けの共通化などに取り組んできている。

さらに、アジア通貨危機では、通貨が事実上のドルペッグであったために、資本の過大な流入に結びついた、との反省も生まれて、これは、今日に至るまで、アジアにおける最適な通貨体制はどのようなものか、という研究へとつながっている。多くの研究者は、典型的なアジアの国（たとえばタイ、韓国、インドネシア）のように、貿易相手国がアメリカ、ヨーロッパ、アジア近隣諸国と分散している国は、バスケット通貨制を採用することが、経済へのショックの変動幅を小さくするために重要である、と説いている。しかし、中国、香港、マレーシアのように対ドル変動幅が小さいところから、シンガポールのように本格的なバスケット制を採用し

ているところまでであるようなアジアにおいて、地域ぐるみのバスケット通貨制の導入はなかなか難しい。

本稿では、早期警戒システム（Early warning system：以下「EWS」と略称）の紹介と、研究の一端を紹介する。EWSの主要な2つのアプローチであるシグナル・アプローチと回帰分析アプローチについて、概要と主要な成果をまとめる。次いで、回帰分析アプローチの標準モデルに則り、資本勘定型危機を予測する精度が上がり得るかを検証する。最後に、日本の対外戦略において、EWS研究が有する意義を論じる。

アジア通貨危機は、日本のアジア戦略に根本的な変革を迫る出来事であった。それまでの日本の対外経済関係におけるアジアの役割は、国際分業を進める日本の製造業の生産基地であり、その国の生活水準や産業インフラを向上させるため日本から低利の円借款などを提供する、ということが、戦略の中心におかれていた、といえるだろう。ところが、アジアの途上国は、いくら経済成長率が高くても、いくら日本の製造業の生産基地として成功しても、金融危機に陥れば、一瞬にして経済は崩壊して、その国の企業や銀行に貸付けている銀行は、不良債権の山を抱えることになる。このことが、アジア通貨危機の経験で痛感された。さらに、経済危機は往々にして政治危機にも発展し、社会全体が不安定化しうることが、多くの通貨危機の経験で示されている。通貨危機は、一步間違うと、日本とアジアの国との信頼関係を揺るがすようなことになりかねない。

一方、危機の予知・予防については、日本や国際機関の英知を結集して研究することが重要だ。通貨危機がおきれば、アジアにおける資金供与国としての日本の地位は突出したものになるので、危機の予知・予防が、日本や国際機関にとって大きな利害関係のあることだからだ。今後の日本からアジアへの経済戦略のひとつとして、金融分野の協力、とくにEWS研究への貢献は重要である。

II. 研究分野の概観

EWS 研究は、危機発生メカニズムの実証研究の応用として考えることができる。危機の発生を過去のデータから特徴づけることができれば、将来の危機も予測できると考えられるからである。これまでの EWS 研究の多くの論文には共通の特徴がある。第 1 に、パネル・データを考える点である。国数は通常 15~30 カ国、期間は 12~30 年程度をカバーしている。第 2 の特徴は、イン・サンプル（観察期間内）のモデルの当てはまり度のみならず、アウト・オブ・サンプル（観察期間後）での当てはまりをも重視する点にある。これは、危機の予測を、予測をしていたであろう時点のデータだけで予測できたか、という問題提起に応えるためである。第 3 の特徴として、研究者のみならず、民間金融機関、国際金融機関からの関心が非常に強いこともあげられる。

民間金融機関の EWS としては、ドイツ銀行、クレディ・スイス・ファースト・ボストン (CSFB)、ゴールドマン・サックス (GS) などが開発したものが、知られている。これらはもっぱら、顧客向けへの投資情報サービス提供の一環と性格付けられるため、内容は一般には明らかにされないが、概要は Berg, Borensztein and Patillo (2004) に紹介されている。

一方、国際金融機関としては、後述するように、IMF (国際通貨基金) が EWS 開発の一翼を担ってきた。IMF は加盟国に対する年次経済審査にあたり、EWS のようなより客観的な指標を用いると、経済政策の勧告により説得力を持つと考えているようである。この他、ADB (アジア開発銀行) やほかの国際開発金融機関

等も、それぞれ独自に EWS を開発しているが、内容の詳細は明らかにされないことが多い。

EWS の研究は、時系列的に大別すると、つぎの 3 種類に分類することが出来る。

- (1) 単純回帰分析アプローチ
- (2) シグナル・アプローチ
- (3) 改良型回帰分析アプローチ (単純回帰分析アプローチとシグナル・アプローチのハイブリッド・アプローチ)

である。このうち、(1)単純回帰分析アプローチは、(3)の改良型回帰分析アプローチに発展的に吸収されているので、(2)と(3)の 2 種類が現存することになる。

どの分析にも共通であるのは、次のような点である。まず、「危機」を、為替レートの大きな減価、(為替減価を防ぐための)金利の高騰、外貨準備の急減、などの変数の組み合わせで定義する。為替が減価すれば、危機であるが、たとえ為替が減価しなくても、固定レートを維持するために、外貨準備を急減させたり、金利が高騰したりすれば、それも危機である。そこで、通常は、名目為替の変動率と外貨準備の変動率を加重平均で組み合わせる「為替市場圧力」、略して EMP (=exchange market pressure) という指標を作り、一定の分布範囲 (例えば標準偏差 $\times 2.5$ 以上) を超える EMP を「危機」と定義する²⁾。各期について、危機を 1 として、危機ではない状態を 0 とする (0, 1) のインディケータ (二値) 変数を考える。このように定義された危機が t 期において、k 期先までの間に (一度でも) 発生するかどうか、という課題に答えるために、t 期時点において、将来お

2) 最初に EMP 概念を提唱したのは、Girton and Roper (1977)。なお、短期金利の変動も EMP の構成に加えることもある。詳細は Orii (2003) を参照。3 値以上の非説明変数を用いる場合は、Eichengreen, Rose and Wyplosz (1995) のように多値 Logit を用いることもある。

きるかもしれない危機を予想するモデルを作りたい、というのが、EWSの発想である。サンプルとしては、どの分析でも、多くの国の、一定期間の過去の値を使う、パネル分析、または横断面、時系列のプール・データを使うことが多い。また、予知・予防に使うので、予測するときには、予測時点でのデータのみを使ってモデルを推定したうえで予測を行う、という外挿期間テスト (out of sample forecasts) がモデルの評価の対象とされるべきである。この点の認識も一致している。

第一に、回帰分析のアプローチは、EWSモデルを、プロビット (Probit) ・モデルでつくる。左辺が、(0, 1) の危機のインディケータ変数、右辺には、通貨危機を引き起こすと、理論的に考えられる多くの変数を使う。プロビット・モデルであり、多変数 (multivariate) であり、パラメトリックであることが特徴となる。回帰分析型アプローチが研究されるようになった最初の頃のモデルには、Eichengreen, Rose and Wyplosz (1995, 1996), Frankel and Rose (1996), Milesi-Ferretti and Razin (2000)³⁾等がある。これらは明示的にEWSを名乗ったわけではないが、EWSを研究分野として確立するための先駆的業績となった⁴⁾。

第二のシグナル・アプローチは、最初から、明示的にEWSを名乗っていた。このアプローチの先駆的業績はKaminsky, Lizondo and Reinhart (1998) -以下, KLR (1998) と略す- である⁵⁾。線形の回帰分析では、捕らえきれない、通貨危機にいたるプロセスを、説明変数も、(0, 1) の変数に変換することで、定性的な警告シグナルとして活用しよう、という考えである。マクロ的変数は、正常な範囲内で、いく

ら変動しても、それは景気循環、多くの危機にはいたらないショックを反映していて、自律的な変動であり、危機の予測には役に立たない。しかし、ある閾値を越えて動くときには、それが、危機の前兆として役にたつかもしいない。このような発想から、定量的な変数を定性的に変換する。いくつかの変数が危機の前に異常な値をとることに注目して、このような危機の前兆をとらえようという努力、と考えることが出来る。回帰分析アプローチとは異なり、単変数 (univariate) で、危機のシグナルを抽出するノンパラメトリックな手法である。ただし、後述するように、Kaminsky (1999), Goldstein, Kaminsky and Reinhart (2000) のように、複合指標を構成して、単変数型の欠点を実質的に修正しようとする試みもある。これらの研究を総称して、シグナル・アプローチと呼んでいる。

第三に、改良型回帰分析アプローチと呼ぶことが出来るものがある。初期の単純回帰分析アプローチを踏襲しながらも、シグナル・アプローチ的な手法もとり入れた手法である。初期回帰分析アプローチのうち、とくにFrankel and Rose (1996) のモデルにシグナル・アプローチを融合することによって、このアプローチは基礎が形成されている。Berg and Patillo (1999) が改良型回帰分析アプローチの嚆矢の1つであり、アジア危機に対して初期EWSおよびシグナル・アプローチのどちらが予測可能性が高かったのか、という比較で問題提起した。その後、危機のシグナリング手法が改良され、Berg, Borensztein, Milles-Ferretti and Patillo (1999), IMF (2002), Berg, Borensztein and Patillo (2004) を通じて、このアプローチの標準的な手法が確立された。彼らの手法が、今日、国際通貨基金

3) Working paper としての初出は1998年。

4) 初期の回帰分析アプローチは、銀行危機の初期実証研究、通貨危機・銀行危機が同時発生する (あるいは一方によって引き起こされる) 双子の危機 (twin crisis) の研究にも応用された。銀行危機については、Caprio and Klingebiel (1997), Eichengreen and Rose (1998) が代表的。双子の危機については、Kaminsky and Reinhart (1998) を参照。

5) この論文の Working Paper 版は1996年に発表。

(IMF) の DCSD モデルと呼ばれている⁶⁾。

Ⅲ．シグナル・アプローチの概要

この系統に属する主要な研究としては、KLR (1998) の他、Goldstein, Kaminsky and Reinhart (2000), Edison (2003) がある。KLR (1998) では、外貨準備高、輸入額、輸出額、交易条件等、16種類の変数が試されている。Goldstein, Kaminsky and Reinhart (2000) は16変数、Edison (2003) は21変数を用いて検証している。ここでは、KLR (1998) のシグナル・アプローチを、簡単に解説する。

まず、前述のような「危機」「非危機」の2値変数を用意しておく。その上で、外貨準備高増減などの変数を1つ1つ取り上げ、どの閾値(threshold)を境にして危機・非危機を最良に予告しうるかを計算する。変数は事前にパーセンタイルの数値(0から100)として規準化されている。すなわち、外貨準備高増減を例にとれば、横断面、時系列のプール・データが、大きさの順番に並べられてパーセンタイルに変換されているのである。

いったん任意の閾値パーセンタイル(例えば、下から85パーセンタイル)を決めて、変数が一定の閾値を超えれば自動的に危機のシグナルを出すように仕組んでおく。そうすると、シグナル発信後一定期間内(通常24カ月以内)に、実際に危機が発生する場合と、発生しない場合がある。前者は「良いシグナル(good signal)」、後者は「誤ったシグナル(false signal)」である。一方、変数が所定の閾値を超えないと、危機シグナルは発信されないが、一定期間後、実際には危機が発生する場合と、シグナル通りに危機が発生しない場合がある。前者が「誤った非シグナル」であり、後者は「良い非シグナル」

である。

これを整理すると以下ようになる。

	24カ月以内に危機発生	24カ月以内に危機発生なし
危機シグナル発信	A	B
危機シグナル発信なし	C	D

A, B, C, Dは、シグナルの発信とその結果について場合わけして、それぞれに分類されるケースの個数である。ここで最も無駄のないシグナルの発信法は、誤ったシグナル(ノイズ)および誤った非シグナルであるBとCの割合を最小化することである⁷⁾。シグナル・アプローチで最も重要視されるのは、ノイズ・シグナル・レシオ(Noise-to-signal ratio, 以下「NS比」と略)であり、それは

$$NS \text{ 比} = \left[\frac{B}{B+D} \right] / \left[\frac{A}{A+C} \right] \quad (1)$$

で求められる。実際の閾値は、このNSレシオを最小化する値が選ばれるのである。

理想的には、 $B=0$, $C=0$ にしたいが、モデルが不完全である限り、BやCを完全にゼロにすることはできない。閾値を高くすると、危機のシグナルを发出する回数(A+B)が減る。したがって、シグナルが誤りを含む限り、閾値を高くすることで、Aの個数が減る可能性がある。一方、閾値を低くして、 $C=0$ 、つまり、すべての危機に対してシグナルが出ているようにすると、Bの個数も必然的に多くな

6) IMF 内で EWS 開発を担当した旧部局名 (Developing Country Studies Division) に由来する。

7) 統計学上 (仮説検定) の第1種の誤りに相当するのがC, 第2種の誤りに相当するのがBである。

る。閾値を高くするか、低くするかは、限界的なところで、Aが多くなるか、Bが多くなるかのトレード・オフを考えながら、決めることになる。

KLR (1998) においては、NS比が最小の変数は実質為替レート (NS比0.19)、最大の変数は貸出金利/預金金利比率 (同1.69) である。また、このように決められた閾値を用いると、各国毎に一定期間どのくらい危機シグナルが発信されたか (変数と月数の乗数) が算出される。Goldstein, Kaminsky and Reinhart (2000) の算出結果によると、1996年6月~1997年6月の13カ月の間、西欧・東欧を除く18カ国のうちでは、危機シグナルの発信数が多かったのは、

フィリピン (危機シグナル発信数59)、ウルグアイ (58)、タイ (50)、南アフリカ (42)、ブラジル (37)、マレーシア (36)、アルゼンチン (35)

の順であった。逆に、危機シグナルの発信数が少なかったのは、

インドネシア (6)、メキシコ (11)、エジプト (14)、ベネズエラ (18)、トルコ (22)、イスラエル (24)、コロンビア (27)

の順であった。東アジア各国は概して多くの危機シグナルを発信され、モデルは成功していると言えるが、中南米各国の中にも発信回数の多い国もあった。また、インドネシアは例外的に、危機シグナルの発信数が少なかったという結果である。

シグナル・アプローチは、単変数型である点が基本的な特徴である。単変数型という意味は、シグナルを発出する変数と危機との関係を見るために、NS比の計算による閾値の設定は、ひとつずつの変数について行われる、という意味である。しかし、シグナル・アプローチは、このようにして決めたシグナル候補の変数は、多数利用するので、アプローチに使われる変数は多数ある、ことに注意したい。このような性質の修正として、コンポジット・インディケータに合成する試みもある (Kaminsky (1999), Goldstein, Kaminsky and Reinhart (2000))。これは景気動向指数のように、ひとつひとつ変数の危機発生確率をウェイト付けて全体としての複合指標化を試みるものである。ウェイト付けに際しては、変数ごとのNS比の逆数を用いる。

IV. 改良型回帰分析アプローチの概要

シグナリングの枠組みを強化した改良型の回帰分析アプローチの代表的研究としては、Berg and Patillo (1998), Berg, Borensztein, Milesi-Ferretti and Patillo (1999), IMF (2002), Hemming, Kell and Schimmelpfennig (2003), Berg, Borensztein and Patillo (2004) を挙げることができる。これらの研究は、既存のモデルとの間で危機予測のパフォーマンスを比較評価している。比較されるモデルとしては、初めは Frankel and Rose (1996), Sachs, Tornell and Velasco

(1996) が意識されたが、後には KLR モデルとの比較が中心となった。また、危機に遭遇した主要な国々において、同アプローチにおける中心的な評価手段である損失関数値 (後述) には、国ごとに顕著な時系列的変動が見られることを指摘し、EWSによる危機シグナリングの有用性を主張することが一般的である。

本節ではシグナリングの枠組みを付加した改良型回帰分析アプローチの代表として、DCSDモデルの簡単なアルゴリズムを紹介する⁸⁾。

8) また、Berg, Borensztein and Patillo (2004) によれば、2004年現在、IMFでは、KLRモデル、DCSDモデル、PDRモデル (Policy Development and Review model) の3つが併用されているとのことである。PDRモデルは、DCSDモデルに企業・銀行等のバランスシート項目をいくつか追加したモデルである。

第1段階は、一定の対象国および期間を設定して、回帰分析を実施する。DCSDモデルでは、対象国はアジア8、中東4、アフリカ3、東欧5、中南米9の合計29カ国、データ期間は1985年以降に設定されている（IMF（2002））。回帰式は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} crisis_{i,t+1} = & c + \beta_1 exgrowth_{i,t} + \beta_2 currentac_{i,t} \\ & + \beta_3 reserves_{i,t} + \beta_4 rer_{i,t} \\ & + \beta_5 shortdebt_{i,t} + u_{i,t} \end{aligned} \quad (2)$$

非説明変数は、先に述べたEMP方式による2値変数である。説明変数は、順に、輸出増減、経常収支/GDP比率、外貨準備増減、実質為替レート（トレンド乖離率）、短期債務/外準備比率の5つである。これらの変数は、国毎にパーセント値（0-100の間）に変換されて回帰分析に用いられている。データは原則月次であるが、国によっては四半期データ、年次データから、内挿または外挿により、月次データに転換する場合もある。プロビット分析によると、変数はいずれも10%水準で有意である事が確認される。

第2段階では、回帰分析で得られた係数を用いて、各期の危機発生確率を算出する（値は0-1の範囲）。得られた危機発生確率の時系列に対して、一定の確率閾値（「カット・オフ」と呼ばれる）を超えた場合、危機シグナリングを発信するものとする。シグナル・アプローチにおける閾値は、各変数ごとに設定されるのに対して、改良型回帰分析アプローチにおいては、算出された危機発生確率の行列に対して（各国共通の）一律の閾値が適用される。

閾値は、シグナル・アプローチで用いられるNS比と異なり、以下のように定義される損失関数（Loss function）値を使って選択される。先にNS比を紹介した行列を用いると、損失関数の定義は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{損失関数値 (value of loss function)} = & \\ & \left[\frac{C}{A+C} \right]^{\alpha_1} + \left[\frac{B}{B+D} \right]^{\alpha_2} \end{aligned} \quad (3)$$

α_1, α_2 は任意のウェイトであるが、通常は $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$ が使われる。損失関数値が低いほうがモデルの当てはまり度（goodness of fit）が良好であることになる。シグナル・アプローチで使用されるNS比がここで用いられないのは、回帰分析アプローチにNS比を用いると、最小値が導かれな場合が多いことが背景となっている⁹⁾。

Berg, Borensztein and Patillo（2004）は、アジア危機を外挿観察期間として、DCSDモデルとKLRモデルの当てはまり度を比較している。イン・サンプルは1985年12月～1995年4月、アウト・オブ・サンプルは1995年5月～1996年12月に設定されている。損失関数値はイン・サンプルにおいても（DCSD=0.59, KLR=0.73）、アウト・オブ・サンプルにおいても（DCSD=0.63, KLR=0.76）においても、DCSDモデルの方がKLRモデルより良好な予測結果を得ている（危機発生のカット・オフ・ラインは、この場合、DCSDモデルでは0.18, KLRモデルでは0.15である。）¹⁰⁾

9) シグナル・アプローチにおけるNS比、回帰アプローチにおける損失関数は、x軸（閾値）に対して凸関数的な形状を描き、(0, 1)の内点で最小値を示す閾値が特定できることが多い。一方、回帰アプローチにNS比を用いた場合、閾値を0から1に上げるにつれて、NS比が漸減することが多く、最小値が内点ではないことが多い。Demirguc-Kunt and Detragiache（1999）、Oka（2003）を参照。NS比の最小値が、一度も危機を予想しないようなシグナルでは、EWSとして意味を成さない。

10) ただし、イン・サンプルを1985年12月～1997年5月、アウト・オブ・サンプルを1999年1月～2000年12月に設定した場合、イン・サンプルの当てはまり度はDCSDモデルの方が依然良好であるが、アウト・オブ・サンプルではKLRモデルの方が良好である。したがって、必ずしもすべての場合でDCSDモデルの結果がより良好である保証はない。

V. 回帰分析アプローチの追試験とその拡張

本節では、前節で紹介されている改良型回帰分析アプローチの EWS を拡張する。基本とするモデルは IMF の DCSD モデルであるが、次のような改訂を加える。まず対象国から欧州(西欧および東欧)を外し、東アジア 6 カ国、中南米 11 カ国、その他(南アジア、中東、アフリカ) 7 カ国の合計 24 カ国に絞った。また、推定の観察期間としては 1980~2000 年に取り、2001~2002 年の危機をアウト・オブ・サンプルとしてモデルの外挿的予測精度の検証を行う。

説明変数は、Orii (2003, 2004) と同様、マクロ、金融、対外経済、債務の 4 分野のそれぞれから、最低 1 変数を選んでいる。(i)投資/GDP 比率、(ii)M2/外貨準備、(iii)国内信用供与/GDP、(iv)経常収支/GDP、(v)輸出増加率、(vi)外貨準備/GDP、(vii)実質為替、(viii)短期債務/外貨準備の 8 変数である。(v)、(viii)を除き、直近 3 年間のトレンドを変数に用いている。データの頻度は、固定資本形成、債務残高等、月次・四半期次のデータが揃わないものがあるため、年次を用いている。シグナリングの先行期間 (signaling horizon) は通常通り 2 年である。

基本モデルは、DCSD モデル同様、ダミー変数を使用しないモデルである。

$$\begin{aligned} crisis_{i,t+1} = & c + \gamma_1 invgdp_{i,t} + \gamma_2 m2reserves_{i,t} \\ & + \gamma_3 creditgdp_{i,t} + \gamma_4 cagdp_{i,t} \\ & + \gamma_5 exgrowth_{i,t} + \gamma_6 reservesgdp_{i,t} \\ & + \gamma_7 rer_{i,t} + \gamma_8 stdebt + u_{i,t} \end{aligned} \quad (4)$$

しかし、この基本モデルの適用可能性には、次のような疑問が残る。ラテン・アメリカの通貨危機の場合には、ほとんど例外なく財政赤字が大きき要因となってきた。固定為替レート制にとって致命的である高インフレ率は、大きな財政赤字が一因である。一方、アジアの通貨危機の場合には、すべての危機国において、危機

の前には、財政赤字はほとんどなかった。そうすると、財政赤字を説明変数としてみた場合、ラテン・アメリカの国に対しては高い説明力をもつ (係数が有意) であろうが、アジアの国に対しては、低い説明力しかもたない (係数は有意ではない)。ラテン・アメリカの国とアジアの国を一本の回帰式に集約すると、有意な係数が見つからない可能性が高いし、回帰式の当てはまりが悪くなるのは、明白である。

そこで、基本モデルとパフォーマンスを比較対照するため、ダミー変数を組み込んだモデルを 2 種類導入する。これは、Ito (2004)、Orii (2003, 2004) で述べるように、資本勘定型の通貨危機にも、少なくともアジア型とラテン・アメリカ型の二種類のタイプがあったのではないかと、という先験的な観察により、定式化を工夫するものである。

第 1 の拡張モデルは、中南米、東アジア、その他地域の 3 つを係数ダミー化し、基本モデルに搭載したモデルである (「地域ダミーつきモデル」)。回帰式(4)は以下のように拡張される。

$$\begin{aligned} crisis_{i,t+1} = & c + \sum_{n=1}^3 D_{1n} (\gamma_1 invgdp_{i,t} \\ & + \gamma_2 m2reserves_{i,t} + \gamma_3 creditgdp_{i,t} \\ & + \gamma_4 cagdp_{i,t} + \gamma_5 exgrowth_{i,t} \\ & + \gamma_6 reserves_{i,t} + \gamma_7 rer_{i,t} \\ & + \gamma_8 stdebt_{i,t}) + u_{i,t} \end{aligned} \quad (5)$$

$$D_{11} = \begin{cases} 1 : Latin America \\ 0 : Otherwise \end{cases}$$

$$D_{12} = \begin{cases} 1 : East Asia \\ 0 : Otherwise \end{cases}$$

$$D_{13} = \begin{cases} 1 : The rest of the world \\ 0 : Otherwise \end{cases}$$

第 2 の拡張モデルは、財政収支/GDP 比率

を3段階に分類して、第1の拡張モデルと同様係数ダミー化し、基本モデルに搭載したモデルである（「財政ダミーつきモデル」）。財政収支/GDP比率は、(i)マイナス5%以下（高財政赤字）、(ii)マイナス5～0%（中財政赤字）、(iii)0%以上（財政黒字）の3段階に分類している。中南米タイプ危機¹¹⁾の多くは(i)に該当し、東アジア危機タイプは多く(iii)に該当するという先験的知識を定式化したものである。基本モデル(4)は以下のように拡張されている。

$$\begin{aligned} crisis_{i,t+1} = & c + \sum_{n=1}^3 D_{2n} (\gamma_1 invgdp_{i,t} \\ & + \gamma_2 m2reserves_{i,t} + \gamma_3 creditgdp_{i,t} \\ & + \gamma_4 cagdp_{i,t} \\ & + \gamma_5 exgrowth_{i,t} + \gamma_6 reserves_{i,t} \\ & + \gamma_7 rer_{i,t} + \gamma_8 stdebt_{i,t}) + u_{i,t} \end{aligned} \quad (6)$$

$$D_{21} = \begin{cases} 1: Budget\ surplus/GDP \leq -5\% \\ 0: Otherwise \end{cases}$$

$$D_{22} = \begin{cases} 1: -5\% < Budget\ surplus/GDP < 0\% \\ 0: Otherwise \end{cases}$$

$$D_{23} = \begin{cases} 1: 0\% \leq Budget\ surplus/GDP \\ 0: Otherwise \end{cases}$$

以上の3つのモデルに基づき回帰分析（Probit）を実施し、得られた係数によってモデルごとに危機発生確率の行列を作成する。危機シグナルを発信するカット・オフを0から1の間で0.05ずつ動かし、それぞれのカット・オフに対応する損失関数値を計算し、3つのモデル間でのパフォーマンスの違いを整理したのが〔図表1〕である。

回帰分析アプローチのEWS研究では、損失関数値が最小となる危機シグナリングのカットオフは0.2～0.3の範囲が中心であることがわかる。本稿のモデルでも、3モデルすべてにおいて、この範囲で損失関数は最小を記録している。

まず、イン・サンプル全期間（被説明変数が1981～2000年）の分析（〔図表1〕のA-1）では、カットオフ=0.25で地域ダミーつきモデルが0.13、財政ダミーつきモデルが0.05程度のアドバンテージを基本モデルに対して持つ（損失関数値が基本モデルを下回る）。これを、1980年代の危機と1990年代の危機に分けて再集計してみると（〔図表1〕のA-2およびA-2）、3モデルのいずれもが、1990年代の危機に対してはパフォーマンスが落ちるが、拡張モデルと比較すると基本モデルのパフォーマンス低下が特に目立つ。したがって、1990年代の危機に見られたような新型危機を予知・予防する上では、拡張モデルを導入することが望ましいといえる。一方、アウト・オブ・サンプルの危機に関しては（〔図表1〕のB）、財政ダミーつきモデルのパフォーマンスが基本モデルに比べて不安定であり、優位性が確認できない。しかし、地域ダミーつきモデルは全カット・オフ・レンジにおいて、基本モデルを上回る当てはまりを示している。特に、0.2～0.3のコアレンジにおいては、0.13～0.18のアドバンテージを基本モデルに対して有している。なお、このアドバンテージの規模は、IV節で紹介したように、KLMモデルに対するDCSDモデルの優位性（Berg, Borensztein and Patillo (2004)の算出）に匹敵する規模である。

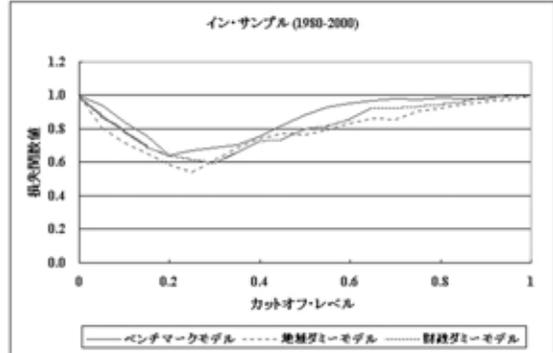
このように、適切な拡張によって、DCSDタイプの基本モデルは改良が有望であることが確かめられる。すなわち、途上国をひと括りにした基本モデルよりも、ある程度危機のタイプ分類を搭載したモデルの方が望ましいことがわかる。2つの拡張モデルのうちでは、イン・サンプル、アウト・オブ・サンプル双方において、地域ダミー・モデルの方がパフォーマンスが良好である。したがって、危機タイプを勘案したモデルの改善にはなお検討の余地があることも事実である。

11) Krugman (1979) のように、財政拡張、マネーサプライ増加、経常赤字、固定為替制のセットが危機を招来するタイプ。

図表1 EWS モデルの当てはまり度の比較

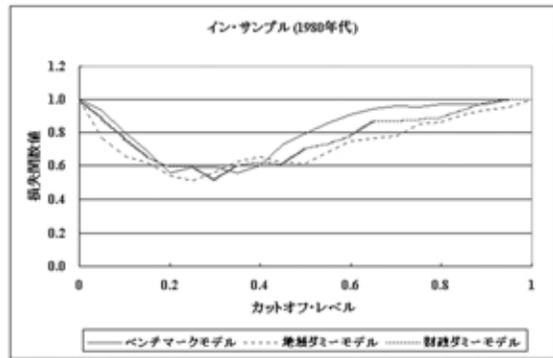
A-1. イン・サンプル(1981~2000年)

カットオフ	イン・サンプル(1981-2000)				
	ベンチマーク モデル	地価ゲーム モデル	(アドバン テージ)	財政ゲーム モデル	(アドバン テージ)
0	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
0.05	0.94	0.81	-0.13	0.88	-0.06
0.1	0.84	0.72	-0.12	0.79	-0.03
0.15	0.76	0.66	-0.10	0.69	-0.06
0.2	0.64	0.59	-0.05	0.64	0.00
0.25	0.67	0.54	-0.13	0.62	-0.05
0.3	0.69	0.62	-0.07	0.59	-0.09
0.35	0.70	0.69	-0.02	0.66	-0.04
0.4	0.76	0.74	-0.02	0.73	-0.03
0.45	0.83	0.77	-0.06	0.74	-0.09
0.5	0.88	0.77	-0.12	0.80	-0.08
0.55	0.93	0.80	-0.13	0.82	-0.11
0.6	0.95	0.83	-0.12	0.86	-0.09
0.65	0.97	0.86	-0.11	0.93	-0.04
0.7	0.98	0.86	-0.12	0.92	-0.06
0.75	0.98	0.91	-0.07	0.94	-0.04
0.8	0.99	0.92	-0.06	0.95	-0.04
0.85	0.98	0.95	-0.03	0.97	-0.02
0.9	0.98	0.97	-0.02	0.99	0.01
0.95	1.00	0.97	-0.03	1.00	0.00
1	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00



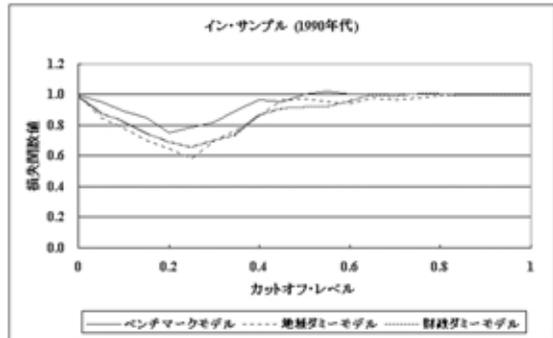
A-2. イン・サンプル(1980年代の危機)

カットオフ	イン・サンプル(1980年代の危機)				
	ベンチマーク モデル	地価ゲーム モデル	(アドバン テージ)	財政ゲーム モデル	(アドバン テージ)
0	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
0.05	0.93	0.77	-0.16	0.89	-0.05
0.1	0.80	0.66	-0.14	0.77	-0.03
0.15	0.69	0.62	-0.07	0.65	-0.04
0.2	0.56	0.54	-0.02	0.60	0.04
0.25	0.59	0.51	-0.08	0.60	0.01
0.3	0.59	0.56	-0.03	0.51	-0.08
0.35	0.56	0.63	0.07	0.60	0.05
0.4	0.60	0.66	0.05	0.63	0.02
0.45	0.73	0.62	-0.11	0.61	-0.12
0.5	0.80	0.61	-0.19	0.71	-0.09
0.55	0.86	0.68	-0.17	0.74	-0.12
0.6	0.91	0.75	-0.16	0.78	-0.13
0.65	0.94	0.77	-0.17	0.87	-0.07
0.7	0.96	0.78	-0.18	0.87	-0.09
0.75	0.95	0.85	-0.10	0.88	-0.08
0.8	0.97	0.86	-0.11	0.89	-0.08
0.85	0.97	0.91	-0.06	0.94	-0.03
0.9	0.97	0.94	-0.03	0.98	0.02
0.95	1.00	0.95	-0.05	1.00	0.00
1	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00



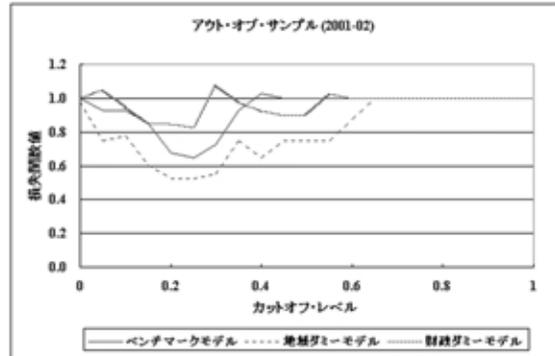
A-3. イン・サンプル(1990年代の危機)

カットオフ	イン・サンプル(1990年代の危機)				
	ベンチマーク モデル	地価ゲーム モデル	(アドバン テージ)	財政ゲーム モデル	(アドバン テージ)
0	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
0.05	0.95	0.85	-0.11	0.88	-0.07
0.1	0.89	0.78	-0.11	0.83	-0.06
0.15	0.85	0.70	-0.14	0.75	-0.10
0.2	0.75	0.65	-0.11	0.70	-0.06
0.25	0.79	0.58	-0.20	0.66	-0.13
0.3	0.82	0.70	-0.12	0.70	-0.11
0.35	0.90	0.77	-0.13	0.74	-0.16
0.4	0.97	0.86	-0.11	0.87	-0.10
0.45	0.96	0.96	0.01	0.91	-0.04
0.5	1.00	0.97	-0.03	0.92	-0.08
0.55	1.02	0.95	-0.07	0.92	-0.10
0.6	1.01	0.94	-0.06	0.96	-0.04
0.65	1.01	0.98	-0.02	1.00	0.00
0.7	1.01	0.97	-0.04	0.99	-0.01
0.75	1.01	0.98	-0.03	1.01	0.01
0.8	1.01	1.00	-0.01	1.01	0.01
0.85	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
0.9	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
0.95	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
1	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00



8. アウト・オブ・サンプル(2001~2002年)

カットオフ	アウト・オブ・サンプル(2001-02)				
	ベンチマークモデル	地域ゲームモデル	(アドバンテージ)	財政ゲームモデル	(アドバンテージ)
0	1.00	0.98	-0.02	1.00	0.00
0.05	0.93	0.75	-0.18	1.05	0.17
0.1	0.93	0.78	-0.15	0.95	0.02
0.15	0.85	0.60	-0.25	0.85	0.00
0.2	0.68	0.53	-0.15	0.85	0.18
0.25	0.65	0.53	-0.17	0.83	0.18
0.3	0.73	0.55	-0.18	1.08	0.25
0.35	0.93	0.75	-0.18	0.98	0.05
0.4	1.03	0.65	-0.38	0.93	-0.10
0.45	1.00	0.75	-0.25	0.90	-0.10
0.5	1.00	0.75	-0.25	0.90	-0.10
0.55	1.00	0.75	-0.25	1.03	0.02
0.6	1.00	0.88	-0.17	1.00	0.00
0.65	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
0.7	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
0.75	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
0.8	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
0.85	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
0.9	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
0.95	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
1	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00



(注) 「アドバンテージ」 = 「当該モデルの損失関数値 - ベンチマークモデルの損失関数値」
 (出所) 著者による算出

VI. 危機シグナルの国別評価とサンプル期間変更の影響

本節では、前節で提示した3つのモデルについて、そのパフォーマンスの違いをさらに詳しく分析し、EWSに内在する諸課題を浮き彫りにしたい。そのため、第1には、国毎にEWS諸モデルのパフォーマンスにどのような違いがあるかを調べ、危機の地域性やタイプを織り込む拡張モデルの有効性を確かめる。第2に、サンプル期間を変えると、アウト・オブ・サンプルでの危機予測可能性にどのような影響がみられるかを調べ、EWSモデル改善の方向性を探る。

第1の視点に関して、[図表2]は本稿で考察の対象とした24カ国について、国毎に1993年以降のEWSの結果を整理したものである。

表の第1行は、月次で算出したEMP値のうち、各年次中の最大値を示している。各国とも、サンプル期間の $\langle \text{EMP 平均値} + \text{標準偏差} \times 2.5 \rangle$ を上回った月があった場合、「危機」が発生した年次と定義されている。「危機」に認定さ

れた年次は「1」、「危機」と認定されない年次は「0」と表示している。

第3行以下は、3つのモデル毎に、①各年次で算出された危機の発生確率、②危機シグナル発信の有無、③シグナルの評価を示している。危機シグナルを発信する危機発生確率のカットオフ・ラインは0.25に設定されている。危機発生確率が0.25を超えた場合、2年以内に危機発生する確率が高いとして危機シグナル(「1」)を発信する(当該年次は含まない)。0.25以下の場合、危機シグナリングを発信しない(「0」)。このシグナルは、第3節で示したマトリックスのように、2カ年以内に実際に危機が発生したか発生しなかったかによって、A、B、C、Dの4種類の評価に分類される。

ベンチマーク・モデルと拡張モデルの優劣を示すため、①ベンチマーク・モデルのパフォーマンスが2つの拡張モデルのいずれも上回る場合は、グレー枠で示し、②2つの拡張モデルのパフォーマンスが劣る場合は、ドット枠で年次

通貨危機の予知と予防

図表2 EWS各モデル間の比較

1. 東アジア		EWS結果											平均	標準偏差	
国名	EWS結果	1993	1994	1995	イン・サンプル					アウト・オブ・サンプル			平均	標準偏差	
		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003						
インドネシア	EMP(月次MAX値) "CRISIS"	0.02	0.10	0.02	0.01	0.33	0.09	0.11	0.15	0.11	0.02	0.04			
	ベンチマークモデル	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0.18	0.097	
	危険発生確率 シグナル	0.26	0.26	0.26	0.24	0.24	0.08	0.06	0.03	0.21	--	--			
	シグナルの評価	B	B	A	C	C	D	D	D	D	--	--			
	地域ダミーモデル	0.25	0.34	0.41	0.42	0.25	0.00	0.00	0.00	0.01	--	--	0.19	0.184	
	シグナルの評価	D	B	A	A	A	D	D	D	D	--	--			
韓国	EMP(月次MAX値) "CRISIS"	0.03	0.00	0.02	0.03	0.46	0.07	0.02	0.06	0.06	0.02	0.05			
	ベンチマークモデル	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.22	0.090	
	危険発生確率 シグナル	0.25	0.22	0.22	0.30	0.35	0.19	0.11	0.07	0.29	--	--			
	シグナルの評価	B	D	C	A	B	D	D	D	B	--	--			
	地域ダミーモデル	0.21	0.10	0.10	0.44	0.47	0.02	0.00	0.00	0.19	--	--	0.17	0.179	
	シグナルの評価	D	D	C	A	B	D	D	D	D	--	--			
マレーシア	EMP(月次MAX値) "CRISIS"	0.04	0.07	0.05	0.04	0.13	0.18	0.02	0.03	0.03	0.00	0.00			
	ベンチマークモデル	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0.17	0.088	
	危険発生確率 シグナル	0.10	0.08	0.11	0.30	0.34	0.25	0.15	0.09	0.22	--	--			
	シグナルの評価	D	D	C	C	A	D	D	D	D	--	--			
	地域ダミーモデル	0.04	0.13	0.12	0.33	0.44	0.16	0.00	0.00	0.04	--	--	0.14	0.153	
	シグナルの評価	D	D	C	A	A	D	D	D	D	--	--			
フィリピン	EMP(月次MAX値) "CRISIS"	0.07	0.02	0.06	0.01	0.17	0.09	0.03	0.11	0.04	0.03	0.03			
	ベンチマークモデル	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.16	0.106	
	危険発生確率 シグナル	0.14	0.18	0.23	0.29	0.31	0.19	0.08	0.02	0.03	--	--			
	シグナルの評価	D	D	C	A	B	D	D	D	D	--	--			
	地域ダミーモデル	0.08	0.29	0.39	0.39	0.67	0.12	0.00	0.00	0.00	--	--	0.26	0.299	
	シグナルの評価	D	B	A	A	B	D	D	D	D	--	--			
シンガポール	EMP(月次MAX値) "CRISIS"	0.02	-0.01	0.03	0.00	0.09	0.10	0.04	0.03	0.06	0.02	0.02			
	ベンチマークモデル	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0.09	0.061	
	危険発生確率 シグナル	0.06	0.08	0.11	0.09	0.10	0.06	0.05	0.06	0.25	--	--			
	シグナルの評価	D	D	C	C	C	D	D	D	D	--	--			
	地域ダミーモデル	0.18	0.12	0.20	0.32	0.27	0.09	0.01	0.00	0.07	--	--	0.14	0.112	
	シグナルの評価	D	D	C	A	A	D	D	D	D	--	--			
タイ	EMP(月次MAX値) "CRISIS"	0.04	0.05	0.09	0.07	0.10	0.06	0.06	0.08	0.33	--	--			
	ベンチマークモデル	0	0	0	0	0	0	0	0	1	--	--	0.10	0.089	
	危険発生確率 シグナル	0.04	0.05	0.09	0.07	0.10	0.06	0.06	0.08	0.33	--	--			
	シグナルの評価	D	D	C	C	C	D	D	D	B	--	--			
	地域ダミーモデル	0.01	0.01	0.01	0.02	0.26	0.16	0.06	0.06	0.06	0.04	0.03			
	シグナルの評価	D	D	C	A	B	D	D	D	D	--	--			
アルゼンチン	EMP(月次MAX値) "CRISIS"	0.11	0.19	0.24	0.33	0.39	0.33	0.25	0.14	0.18	--	--			
	ベンチマークモデル	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0.24	0.094	
	危険発生確率 シグナル	0.10	0.22	0.34	0.71	0.60	0.26	0.02	0.00	0.01	--	--			
	シグナルの評価	D	D	A	A	A	B	D	D	D	--	--			
	地域ダミーモデル	0.33	0.26	0.25	0.19	0.22	0.23	0.23	0.34	0.40	--	--	0.27	0.068	
	シグナルの評価	B	B	D	D	D	D	D	B	B	--	--			
ボリビア	EMP(月次MAX値) "CRISIS"	0.30	0.20	0.14	0.16	0.20	0.23	0.27	0.24	0.38	--	--			
	ベンチマークモデル	0	0	0	0	0	0	0	0	1	--	--	0.24	0.074	
	危険発生確率 シグナル	0.30	0.20	0.14	0.16	0.20	0.23	0.27	0.24	0.38	--	--			
	シグナルの評価	B	D	D	D	D	D	B	D	B	--	--			
	地域ダミーモデル	0.43	0.40	0.12	0.03	0.07	0.22	0.11	0.07	0.30	0.17	0.39			
	シグナルの評価	D	D	D	D	D	D	D	D	B	--	--			
ブラジル	EMP(月次MAX値) "CRISIS"	0.27	0.19	0.14	0.08	0.10	0.13	0.18	0.18	0.36	--	--			
	ベンチマークモデル	0	0	0	0	0	0	0	0	1	--	--	0.17	0.065	
	危険発生確率 シグナル	0.26	0.24	0.08	0.03	0.07	0.06	0.09	0.13	0.30	--	--			
	シグナルの評価	B	D	D	D	D	D	D	D	B	--	--			
	地域ダミーモデル	0.25	0.11	0.09	0.04	0.05	0.07	0.12	0.12	0.18	--	--	0.11	0.065	
	シグナルの評価	D	D	D	D	D	D	D	D	D	--	--			

通貨危機の予知と予防

国名	EMS結果	イン・サンプル									アウト・オブ・サンプル			平均	標準偏差	
		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003				
ブラジル	EMP(月)MAX値	0.31	0.35	0.21	0.02	0.19	0.50	0.76	0.42	0.11	0.28	0.10				
	"CRISIS"	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0				
	ベンチマーク・モデル	危険発生確率	0.26	0.15	0.11	0.08	0.15	0.24	0.32	0.27	0.21	--	--	0.20	0.090	
	シグナル	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	--	--			
	シグナルの評価	B	D	D	C	C	C	B	B	D	D	--	--			
	地域G2+モデル	危険発生確率	0.33	0.11	0.05	0.06	0.21	0.29	0.37	0.37	0.25	--	--	0.23	0.126	
シグナル	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	--	--				
シグナルの評価	B	D	D	C	C	A	A	B	B	B	--	--				
財政G2+モデル	危険発生確率	0.21	0.17	0.24	0.35	0.38	0.30	0.21	0.30	0.23	--	--	0.26	0.071		
シグナル	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	--	--				
シグナルの評価	D	D	D	A	A	A	A	D	B	D	--	--				
ギリ	EMP(月)MAX値	0.04	0.06	0.08	0.07	0.05	0.08	0.12	0.03	0.07	0.06	0.03				
	"CRISIS"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	ベンチマーク・モデル	危険発生確率	0.17	0.16	0.17	0.19	0.20	0.27	0.27	0.29	0.27	--	--	0.22	0.052	
	シグナル	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	--	--			
	シグナルの評価	D	D	D	D	D	B	B	B	B	B	--	--			
	地域G2+モデル	危険発生確率	0.19	0.26	0.25	0.15	0.17	0.20	0.29	0.45	0.38	--	--	0.26	0.099	
シグナル	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	--	--				
シグナルの評価	D	B	D	D	D	D	B	B	B	B	--	--				
財政G2+モデル	危険発生確率	0.09	0.12	0.14	0.17	0.21	0.32	0.28	0.40	0.37	--	--	0.23	0.115		
シグナル	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	--	--				
シグナルの評価	D	D	D	D	D	B	B	B	B	B	--	--				
コロンビア	EMP(月)MAX値	0.03	0.04	0.09	0.05	0.07	0.08	0.08	0.06	0.02	0.09	0.02				
	"CRISIS"	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0				
	ベンチマーク・モデル	危険発生確率	0.19	0.27	0.35	0.36	0.37	0.39	0.39	0.30	0.34	--	--	0.32	0.070	
	シグナル	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	--	--			
	シグナルの評価	C	A	B	A	A	B	B	A	C	--	--				
	地域G2+モデル	危険発生確率	0.27	0.32	0.29	0.19	0.30	0.39	0.59	0.55	0.42	--	--	0.37	0.133	
シグナル	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	--	--				
シグナルの評価	A	A	B	C	A	B	B	A	A	A	--	--				
財政G2+モデル	危険発生確率	0.17	0.22	0.29	0.32	0.37	0.30	0.26	0.20	0.16	--	--	0.25	0.072		
シグナル	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	--	--				
シグナルの評価	C	C	B	A	A	B	B	C	C	--	--					
エクアドル	EMP(月)MAX値	0.07	0.06	0.07	0.08	0.06	0.19	0.30	0.42	0.10	0.05	0.10				
	"CRISIS"	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0				
	ベンチマーク・モデル	危険発生確率	0.23	0.24	0.39	0.29	0.22	0.21	0.19	0.16	0.14	--	--	0.23	0.076	
	シグナル	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	--	--			
	シグナルの評価	D	D	B	B	C	C	C	D	D	D	--	--			
	地域G2+モデル	危険発生確率	0.16	0.26	0.47	0.37	0.24	0.12	0.17	0.14	0.09	--	--	0.22	0.126	
シグナル	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	--	--				
シグナルの評価	D	B	B	B	C	C	C	D	D	D	--	--				
財政G2+モデル	危険発生確率	0.30	0.40	0.38	0.28	0.21	0.15	0.18	0.20	0.13	--	--	0.26	0.117		
シグナル	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	--	--				
シグナルの評価	B	B	B	B	C	C	C	D	D	D	--	--				
メキシコ	EMP(月)MAX値	0.08	0.73	0.29	0.04	0.03	0.14	0.05	0.05	0.02	0.04	0.06				
	"CRISIS"	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0				
	ベンチマーク・モデル	危険発生確率	0.32	0.44	0.33	0.22	0.08	0.08	0.11	0.18	0.23	--	--	0.22	0.126	
	シグナル	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	--	--			
	シグナルの評価	A	A	B	D	D	D	D	D	D	D	--	--			
	地域G2+モデル	危険発生確率	0.39	0.40	0.56	0.36	0.05	0.03	0.05	0.16	0.17	--	--	0.25	0.202	
シグナル	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	--	--				
シグナルの評価	A	A	B	B	D	D	D	D	D	D	--	--				
財政G2+モデル	危険発生確率	0.38	0.31	0.35	0.23	0.05	0.04	0.05	0.11	0.21	--	--	0.22	0.169		
シグナル	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	--	--				
シグナルの評価	A	A	B	D	D	D	D	D	D	D	--	--				
パラグアイ	EMP(月)MAX値	0.09	0.01	0.05	0.12	0.14	0.16	0.15	0.10	0.15	0.19	0.02				
	"CRISIS"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	ベンチマーク・モデル	危険発生確率	0.36	0.37	0.41	0.33	0.34	0.28	0.22	0.20	0.23	--	--	0.32	0.117	
	シグナル	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	--	--			
	シグナルの評価	B	B	B	B	D	B	D	D	D	D	--	--			
	地域G2+モデル	危険発生確率	0.40	0.75	0.52	0.44	0.23	0.25	0.11	0.30	0.39	--	--	0.39	0.190	
シグナル	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	--	--				
シグナルの評価	B	B	B	B	D	D	D	D	B	B	--	--				
財政G2+モデル	危険発生確率	0.53	0.01	0.44	0.33	0.23	0.32	0.26	0.20	0.25	--	--	0.37	0.195		
シグナル	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	--	--				
シグナルの評価	B	B	B	B	D	B	B	B	D	B	--	--				
ペルー	EMP(月)MAX値	0.10	-0.02	0.02	0.05	0.15	0.23	0.09	0.07	0.04	0.06	0.07				
	"CRISIS"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	ベンチマーク・モデル	危険発生確率	0.19	0.14	0.08	0.07	0.08	0.15	0.18	0.22	0.25	--	--	0.15	0.066	
	シグナル	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	--			
	シグナルの評価	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	--	--			
	地域G2+モデル	危険発生確率	0.09	0.14	0.05	0.03	0.05	0.08	0.16	0.27	0.29	--	--	0.13	0.096	
シグナル	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	--	--				
シグナルの評価	D	D	D	D	D	D	D	B	B	B	--	--				
財政G2+モデル	危険発生確率	0.13	0.11	0.02	0.04	0.06	0.11	0.15	0.23	0.30	--	--	0.13	0.090		
シグナル	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	--	--				
シグナルの評価	D	D	D	D	D	D	D	D	D	B	--	--				
ウルグアイ	EMP(月)MAX値	0.09	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.06	0.58	0.07				
	"CRISIS"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0				
	ベンチマーク・モデル	危険発生確率	0.32	0.29	0.29	0.28	0.25	0.22	0.24	0.25	0.27	--	--	0.27	0.032	
	シグナル	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	--	--			
	シグナルの評価	B	B	B	B	D	D	D	D	C	A	--	--			
	地域G2+モデル	危険発生確率	0.27	0.24	0.22	0.23	0.24	0.18	0.14	0.26	0.32	--	--	0.23	0.051	
シグナル	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	--	--				
シグナルの評価	B	D	D	D	D	D	D	D	A	A	--	--				
財政G2+モデル	危険発生確率	0.33	0.24	0.25	0.24	0.22	0.20	0.24	0.23	0.29	--	--	0.25	0.041		
シグナル	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	--	--				
シグナルの評価	B	D	B	D	D	D	D	D	C	A	--	--				
ベネズエラ	EMP(月)MAX値	0.13	0.37	0.44	0.30	0.11	0.16	0.08	0.17	0.17	0.52	0.44				
	"CRISIS"	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1				
	ベンチマーク・モデル	危険発生確率	0.25	0.40	0.43	0.13	0.13	0.14	0.36	0.34	0.39	--	--	0.30	0.136	
	シグナル	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	--	--			
	シグナルの評価	A	A	A	D	D	D	B	B	A	A	--	--			
	地域G2+モデル	危険発生確率	0.39	0.62	0.49	0.10	0.06	0.07	0.50	0.63	0.33	--	--	0.35	0.229	
シグナル	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	--	--				
シグナルの評価	A	A	A	D	D											

通貨危機の予知と予防

3. その結果

国名	EWS結果	イン・サンプル									アウト・オブ・サンプル			平均	標準偏差		
		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003					
エジプト	EMP(月次MAV) "CRISIS"	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.30	0.02	0.19					
	ベンチマーク・モデル	0.00	0.07	0.34	0.36	0.42	0.37	0.28	0.35	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.31	0.171
	危険発生確率	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	シグナルの評価	L	L	H	H	H	H	H	H	H	A	1	1	1	1		
インド	EMP(月次MAV) "CRISIS"	0.13	0.00	0.07	0.05	0.07	0.05	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00					
	ベンチマーク・モデル	0.04	0.04	0.03	0.11	0.16	0.24	0.23	0.23	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.14	0.097
	危険発生確率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	シグナルの評価	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
イスラエル	EMP(月次MAV) "CRISIS"	0.13	0.06	0.08	0.04	0.01	0.09	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03					
	ベンチマーク・モデル	0.09	0.19	0.26	0.26	0.18	0.12	0.10	0.14	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.18	0.068
	危険発生確率	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	シグナルの評価	D	D	H	H	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
パキスタン	EMP(月次MAV) "CRISIS"	0.12	0.01	0.09	0.13	0.06	0.08	0.12	0.13	0.04	0.00	0.00					
	ベンチマーク・モデル	0.13	0.09	0.13	0.29	0.46	0.49	0.23	0.16	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.23	0.155
	危険発生確率	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0		
	シグナルの評価	C	C	C	A	A	A	A	D	D	D	D	D	D	D		
南アフリカ	EMP(月次MAV) "CRISIS"	0.08	0.07	0.06	0.17	0.03	0.15	0.03	0.04	0.36	0.04	0.11					
	ベンチマーク・モデル	0.30	0.44	0.37	0.23	0.18	0.18	0.06	0.07	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.22	0.155
	危険発生確率	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	シグナルの評価	B	A	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
スリランカ	EMP(月次MAV) "CRISIS"	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.64	0.04	0.13	0.15	0.10	0.05					
	ベンチマーク・モデル	0.09	0.06	0.07	0.15	0.23	0.24	0.18	0.18	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.17	0.079
	危険発生確率	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1		
	シグナルの評価	D	D	D	C	C	D	D	D	B	B	B	B	B	B		
トルコ	EMP(月次MAV) "CRISIS"	0.10	0.43	0.15	0.08	0.10	0.08	0.09	0.08	0.36	0.10	0.08					
	ベンチマーク・モデル	0.32	0.19	0.15	0.14	0.19	0.19	0.26	0.34	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.25	0.097
	危険発生確率	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1		
	シグナルの評価	A	D	D	D	D	D	A	A	B	B	B	B	B	B		

(注) グレーの年次は拡張モデルがベンチマーク・モデルに先んじて危機シグナルの発信に成功した年次。

網掛けの年次はベンチマーク・モデルが拡張モデルに先んじて危機シグナルの発信に成功した年次。

(出所) 著者の算出による

を示している。さらに、同期間の危機発生確率について、その平均と標準偏差 (SD) を右欄に算出している。

東アジアでは、ベンチマーク・モデルより早く、「A」評価の危機をシグナルするケースが多いことがわかる。インドネシアを除く5カ国で、2つの拡張モデルのうち少なくとも1つが、ベンチマーク・モデルより1年ないし2年前に、1997年の危機発生を予測している（インドネシアでは1995年に3つのモデルのいずれもが危機シグナルを発信している）。韓国、マレーシア、フィリピン、タイにおいては、1995年の経済変数が既に危機発生シグナルを発信している。シンガポールは、ベンチマーク・モデルは1997年の危機発生をシグナリングしていないのに対して、地域ダミーつきモデルは1996年にシグナルを発している。なお、2つの拡張モデルのうち、フィリピンについては2つが、マレーシア・タイについては1つが、1994年にはすでに危機シグナルを発信している点が注目される（ただし、1996年までに危機が発生しなかったため、シグナリングの評価はBとなる）。この期間の危機発生確率のSDは、いずれの国においても、2つの拡張モデルの方が大である。したがって、東アジアにおいては、拡張モデルは、危機発生確率の低スコア時と高スコア時の差がより大きく、同確率の上昇時には、ベンチマーク・モデルより高いスコアを算出する傾向にある。

中南米では、ベンチマーク・モデルより早く発信された「A」評価の危機シグナルは、東アジアより少ない。ブラジル、コロンビア、ウルグアイの3カ国に限られる。ブラジルでは、1998年の危機をベンチマーク・モデルでは有効にシグナルできなかったのに対して、財政ダミー・モデルが危機発生2年前の1996年からの確にシグナルしている。アルゼンチンは、本稿の「危機」認定の規準では、1993～2003年まで危機発生がなかったことになるが、2001～2002年を危機に認定したと仮定すると、ベンチマークおよび財政ダミーの2つのモデルが1999年に危機発

生のシグナルに成功していたこととなる。また、アルゼンチン危機の伝染 (contagion) と考えられるウルグアイとベネズエラに関しては、前者については地域ダミーつきモデルが他の2つのモデルよりも1年早く1999年に危機発生シグナリングを行っている。ただし、危機発生確率には大きな差が見られない。ベネズエラは、3つのモデルに関して、シグナリングの年次に違いがない。危機発生確率のSDは、中南米では東アジアほどベンチマーク・モデルと拡張モデルの差は小さくなく、アルゼンチンのように、3つのモデルがほぼ等しい場合もある。しかし、11か国中8カ国で地域ダミーつきモデルのSDが最大で、同モデルのパフォーマンスの良さとの関連を示唆している。

その他の地域では、ベンチマーク・モデルより早く発信された「A」評価の危機シグナルは、1カ国（スリランカ）にとどまる。1998年のスリランカの危機を直前2年間でシグナルに成功したのは、財政ダミーつきモデルだけである。一方、2カ国（エジプト、南アフリカ）では、ベンチマーク・モデルのみが「A」評価のシグナルを発信した危機がある。ただし、エジプトの場合は、1995年以降、危機発生3年前の2000年まで、拡張モデルのうち少なくとも1つは、ベンチマーク・モデルと同様、危機シグナルを発信し続けている。また、南アフリカも、危機発生3年前の1993年には3つのモデルがいずれも危機シグナルを発信している。その他地域においては、ベンチマーク・モデルの算出する危機発生確率の方がSDが大である。この点が、東アジア・中南米と異なる点である。同地域においては、7カ国中5カ国で、ベンチマーク・モデルの危機発生確率のSDが最大である。

次に、サンプル期間（前節においては1981～2000年）を短縮して、アジア危機、およびブラジル危機を始めとする中南米の危機が、アウト・オブ・サンプルで予測可能であったかどうかを試してみよう。比較を単純にするため、ベンチマーク・モデルと地域ダミーつきモデルの2モデル間で比較する。

ここでは次の2つのケースを設定する。

	イン・サンプル	アウト・オブ・サンプル
ケース A	1981~1995	1996~1997
ケース B	1981~1997	1998~1999

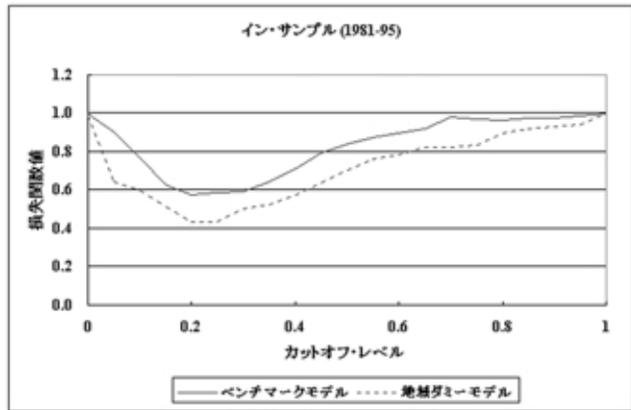
ケース A は、被説明変数のサンプル期間を1981~1995年としており、主としてアジア危機のアウト・オブ・サンプルでの予測可能性を試

すものである。一方、ケース B は、非説明変数のサンプル期間を1981~1997年としており、主として中南米の危機のアウト・オブ・サンプルでの予測可能性を試そうとするものである。ケース A の結果は [図表 3] に、ケース B の結果は [図表 4] にまとめられている。さらに [図表 5] は、アウト・オブ・サンプルで危機が発生した国々について、[図表 2] と同様、危機シグナルの評価を2つのモデル別に整理し

図表 3 1981-95年をイン・サンプルとした場合

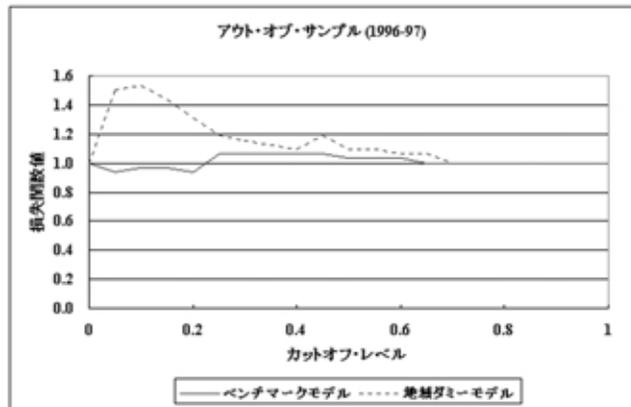
A. イン・サンプル(1981-95)

カットオフ	イン・サンプル(1981-95)		
	ベンチマークモデル	地域ダミーモデル	(アドバンテージ)
0	1.00	0.99	-0.01
0.05	0.90	0.64	-0.26
0.1	0.77	0.60	-0.17
0.15	0.63	0.51	-0.12
0.2	0.57	0.43	-0.14
0.25	0.59	0.43	-0.15
0.3	0.59	0.50	-0.09
0.35	0.64	0.52	-0.12
0.4	0.71	0.57	-0.13
0.45	0.80	0.64	-0.16
0.5	0.84	0.70	-0.14
0.55	0.87	0.76	-0.11
0.6	0.89	0.78	-0.11
0.65	0.92	0.82	-0.09
0.7	0.98	0.83	-0.15
0.75	0.97	0.83	-0.14
0.8	0.96	0.90	-0.07
0.85	0.98	0.92	-0.06
0.9	0.98	0.93	-0.05
0.95	0.99	0.94	-0.05
1	1.00	1.00	0.00



B. アウト・オブ・サンプル(1996-97年の危機)

カットオフ	アウト・オブ・サンプル(1996-97)		
	ベンチマークモデル	地域ダミーモデル	(アドバンテージ)
0	1.00	1.00	0.00
0.05	0.94	1.30	0.36
0.1	0.97	1.53	0.56
0.15	0.97	1.44	0.47
0.2	0.94	1.31	0.38
0.25	1.06	1.19	0.13
0.3	1.06	1.16	0.09
0.35	1.06	1.13	0.06
0.4	1.06	1.09	0.03
0.45	1.06	1.19	0.13
0.5	1.03	1.09	0.06
0.55	1.03	1.09	0.06
0.6	1.03	1.06	0.03
0.65	1.00	1.06	0.06
0.7	1.00	1.00	0.00
0.75	1.00	1.00	0.00
0.8	1.00	1.00	0.00
0.85	1.00	1.00	0.00
0.9	1.00	1.00	0.00
0.95	1.00	1.00	0.00
1	1.00	1.00	0.00



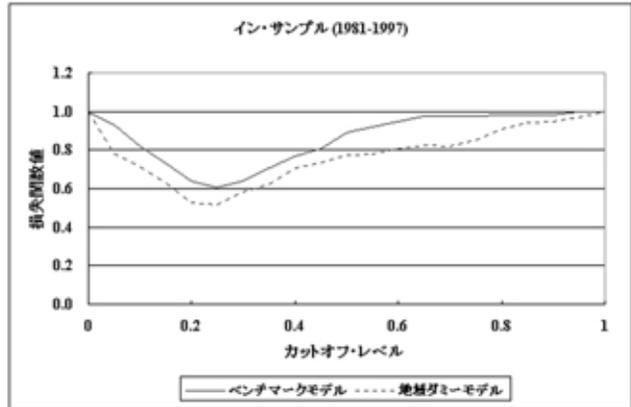
(注) 「アドバンテージ」 = 「地域ダミーモデルの損失関数値 - ベンチマークモデルの損失関数値」

(出所) 著者による算出

図表 4 1981—97年をイン・サンプルとした場合

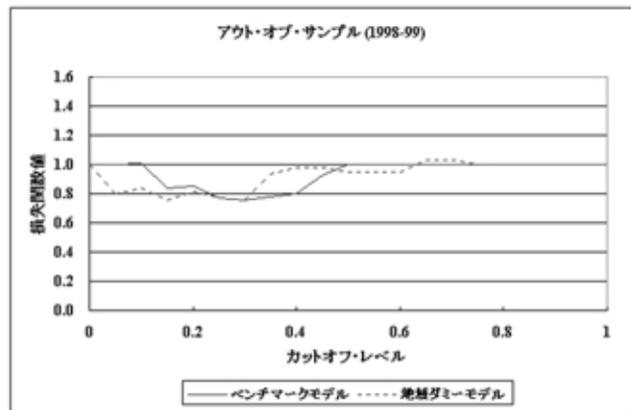
A. イン・サンプル(1981~97年)

イン・サンプル(1981-97)			
	ベンチマーク モデル	地域ダミー モデル	(アドバン テージ)
0	1.00	1.00	0.00
0.05	0.93	0.78	-0.15
0.1	0.82	0.71	-0.11
0.15	0.73	0.63	-0.10
0.2	0.64	0.53	-0.11
0.25	0.60	0.52	-0.09
0.3	0.64	0.58	-0.05
0.35	0.71	0.62	-0.08
0.4	0.77	0.71	-0.06
0.45	0.81	0.73	-0.07
0.5	0.89	0.77	-0.12
0.55	0.92	0.78	-0.14
0.6	0.95	0.81	-0.14
0.65	0.98	0.82	-0.15
0.7	0.98	0.82	-0.16
0.75	0.97	0.85	-0.12
0.8	0.98	0.91	-0.07
0.85	0.98	0.94	-0.04
0.9	0.98	0.95	-0.03
0.95	1.00	0.97	-0.03
1	1.00	1.00	0.00



B. アウト・オブ・サンプル(1998-99年の危機)

アウト・オブ・サンプル(1998-99)			
	ベンチマーク モデル	地域ダミー モデル	(アドバン テージ)
0	1.00	1.00	0.00
0.05	1.00	0.80	-0.20
0.1	1.01	0.84	-0.17
0.15	0.84	0.75	-0.09
0.2	0.85	0.81	-0.04
0.25	0.77	0.77	0.00
0.3	0.76	0.76	0.00
0.35	0.78	0.93	0.15
0.4	0.80	0.98	0.18
0.45	0.92	0.98	0.06
0.5	1.00	0.95	-0.05
0.55	1.00	0.95	-0.05
0.6	1.00	0.95	-0.05
0.65	1.00	1.03	0.03
0.7	1.00	1.03	0.03
0.75	1.00	1.00	0.00
0.8	1.00	1.00	0.00
0.85	1.00	1.00	0.00
0.9	1.00	1.00	0.00
0.95	1.00	1.00	0.00
1	1.00	1.00	0.00



(注) 「アドバンテージ」 = 「地域ダミーモデルの損失関数値 - ベンチマークモデルの損失関数値」

(出所) 著者による算出

たものである。

ケース A (サンプル期間が1981~1995年) では、イン・サンプルのパフォーマンスは地域ダミー・モデルの方が良好である。例えば、危機シグナル発信のカット・オフを0.25とした場合、地域ダミー・モデルの損失関数値の方が0.15ポイント下回っている。一方、アウト・オブ・サンプルでは、地域ダミーつきモデルの損失関数

値は、すべてのカットオフ・レベルに関して1を下回ることがなく、ベンチマーク・モデルを下回ることができない。もっとも、ベンチマーク・モデルも、カット・オフ=0.2の時に損失関数値が0.94を記録するに過ぎず、[図表1] Bの最低値(カット・オフ=0.25の時に0.65)に比べて大きく劣る。ケース A のアウト・オブ・サンプル(1996~1997年)の危機は、東アジア6カ国を別にすると、中南米とその他地域

通貨危機の予知と予防

図表5 イン・サンプル期間をカットしたケース

A. イン・サンプルを1981-95, アウト・オブ・サンプルを1996-97とした場合

			基本モデル		地域ダミーモデル	
			1996	1997	1996	1997
東アジア	インドネシア	EMP (年次MAX値)	0.01	0.35	0.01	0.35
		「危機」	0	1	0	1
		危機発生確率	0.20	0.20	0.05	0.02
		危機シグナリング	0	0	0	0
		シグナリングの評価	C	C	C	C
	韓国	EMP (年次MAX値)	0.03	0.46	0.03	0.46
		「危機」	0	1	0	1
		危機発生確率	0.29	0.33	0.43	0.34
		危機シグナリング	1	1	1	1
		シグナリングの評価	A	B	A	B
	マレーシア	EMP (年次MAX値)	0.04	0.13	0.04	0.13
		「危機」	0	1	0	1
		危機発生確率	0.13	0.21	0.00	0.07
		危機シグナリング	0	0	0	0
		シグナリングの評価	C	C	C	C
	フィリピン	EMP (年次MAX値)	0.01	0.17	0.01	0.17
		「危機」	0	1	0	1
		危機発生確率	0.25	0.27	0.00	0.00
		危機シグナリング	1	1	0	0
		シグナリングの評価	A	B	C	D
	シンガポール	EMP (年次MAX値)	0.00	0.09	0.00	0.09
		「危機」	0	1	0	1
		危機発生確率	0.06	0.05	0.00	0.01
		危機シグナリング	0	0	0	0
シグナリングの評価		C	C	C	C	
タイ	EMP (年次MAX値)	0.02	0.26	0.02	0.26	
	「危機」	0	1	0	1	
	危機発生確率	0.31	0.37	0.08	0.03	
	危機シグナリング	1	1	0	0	
	シグナリングの評価	A	A	C	C	

B. イン・サンプルを1981-97, アウト・オブ・サンプルを1998-99とした場合

			基本モデル		地域ダミーモデル	
			1998	1999	1998	1999
中南米	ブラジル	EMP (年次MAX値)	0.50	0.76	0.50	0.76
		「危機」	1	1	1	1
		危機発生確率	0.08	0.17	0.06	0.15
		危機シグナリング	0	0	0	0
		シグナリングの評価	C	D	C	D
	コロンビア	EMP (年次MAX値)	0.08	0.08	0.08	0.08
		「危機」	1	1	1	1
		危機発生確率	0.33	0.37	0.28	0.37
		危機シグナリング	1	1	1	1
		シグナリングの評価	A	A	A	A
	エクアドル	EMP (年次MAX値)	0.19	0.30	0.19	0.30
		「危機」	0	1	0	1
		危機発生確率	0.21	0.18	0.21	0.08
		危機シグナリング	0	0	0	0
		シグナリングの評価	C	C	C	C
その他地域	パキスタン	EMP (年次MAX値)	0.08	0.12	0.08	0.12
		「危機」	1	1	1	1
		危機発生確率	0.44	0.48	0.31	0.31
		危機シグナリング	1	1	1	1
		シグナリングの評価	A	A	A	A

(注) 危機シグナリングのカット・オフはいずれも0.25

(出所) 著者の算出による

では2カ国のみであって¹²⁾、東アジアにおける外挿的な危機予測の困難性がパフォーマンスを押し下げていることを明らかである。このことは、アジア危機がこれまで発生したことのない性格の危機であって、ベンチマーク・モデルではもちろんのこと、地域ダミーつきモデルによっても、アウト・オブ・サンプルで危機発生の予測を行うことが難しかったことを示唆している。

[図表5] パネルAによって、東アジアの国毎にシグナルの発生状況を見てみると、地域ダミーつきモデルは、韓国においてはベンチマーク・モデルに劣らないほど、シグナルを発出しており、算出される危機発生確率もベンチマーク・モデルを上回った。一方、フィリピン、タイにおいては、地域ダミーつきモデルは危機シグナルを発信していない。また、インドネシア、マレーシア、シンガポールにおいては、両モデルとも危機シグナルを発信していない。韓国を除く5カ国に対しては、地域ダミーつきモデルの算出する危機発生確率は0~0.08であり、ベンチマーク・モデルの算出する危機発生確率(0.05~0.37)に比べて大きく劣る。

ケースB(サンプル期間が1981~1997年)においては、ケースAと同様、イン・サンプルでの当てはまりでは、地域ダミーつきモデルの方がベンチマーク・モデルより優っている。一般的な危機シグナル発信のカット・オフを0.25とした場合、地域ダミーつきモデルの損失関数値の方が0.09ポイント下回っている。すべてのカット・オフで、地域ダミーつきモデルが優位であることは[図表4]から明らかである。一方、アウト・オブ・サンプルでも、カット・オフが0.25未満の範囲では、地域ダミーつきモデ

ルがベンチマーク・モデルを下回っておりパフォーマンスが優る。また、0.15~0.3のカット・オフの範囲では、損失関数値も0.75~0.81の範囲にあり、ケースAのアウト・オブ・サンプルの値より良好である。これは、この期間に発生した中南米等の危機が、従来発生したタイプの危機であるため、危機のタイプを意識したモデルを用いることによって、より正確に危機発生の予測が可能であることを示唆している。

ケースBでアウト・オブ・サンプルの危機が発生したのは、4カ国である¹³⁾。これらの国々では、[図表5] パネルBに見られるように、カット・オフを0.25とした場合、ベンチマーク・モデルと地域ダミーつきモデルの間にシグナリングの評価において変化が見られない。ケースAの東アジアと異なり、これらの国々の危機が、基本的に従前に発生したタイプに属するため、アウト・オブ・サンプルにおいて危機の予測が可能であることを意味している。

以上のように本節では、第1に、国毎・地域毎に危機シグナルのパフォーマンスに違いが見られることを論じた。前節では、一般的に拡張モデルのパフォーマンスが優ることを見たが、地域毎にその有効性が異なることには留意する必要がある。第2に、EWSのサンプル期間の設定を変えると、アウト・オブ・サンプルのパフォーマンスに違いが生じることを論じた。回帰分析一般にいえることだが、EWSにおいても、過去にないタイプの危機が発生すると、ベンチマーク・モデルはもちろん、拡張モデルにおいても、アウト・オブ・サンプルの予測はかなり難しい。以上の2つの考察を通じて、EWSは絶えずモデルの改善に務めることが必要であることがわかる。

12) ベネズエラ(1996年)と南アフリカ(1996年)。

13) このほか、アジア危機の延長として、インドネシア(1998年)、マレーシア(同)、シンガポール(同)、タイ(同)が危機に該当する。

Ⅶ. EWS 研究の今後の課題

EWS の考え方には、次の二つの基本的な問題点がある。第一は、マクロ計量モデルでよく聞かれる「Lucas の批判」である。もし完璧な EWS が開発されたとすると、危機のシグナルが常に当たることが認識されるようになる。そのモデルの詳細が当該国の政策当局や国際機関に対して明らかになると、危機のシグナルが発せられると同時に、国際金融機関と当該国は、危機の回避のためにいろいろな政策を採るであろう。そのために、危機が回避できるようになるであろう。その結果、つまり、EWS モデルは当たらなくなる。逆に、そのモデルの詳細がヘッジ・ファンドや投資銀行など、当該国の資産を保有している投資家に明らかになると、彼らは予想されている危機の発生（24ヶ月以内）を考え、ほかの投資家よりも先に資産を引き上げようとするであろう。その結果、危機の発生が早まるようになり、EWS モデルの精度はますます上がるようになるかもしれない。しかも、24ヶ月予測であったものが、12ヶ月予測でも当たるようになるかもしれない。ただし、危機のシグナルが出てから民間の行動がよりすばやくなる、ということは、EWS の係数もどんどん変化していくことになる。

もうひとつの批判は、上述の一点目の批判とも関連しているが、EWS に使われるモデルが、一度シグナルを出すと、24ヶ月間危機を予想しているわけで、その間にどのような政策努力が行われたか、ということが評価されないことである。つまり、シグナルが点灯したあとで、政

策努力によってそのシグナルを消す、というダイナミックなメカニズムがモデルのなかには組み込まれていない。たとえば、 t 期から $t+12$ 期（月次）までシグナルが点灯して、 $t+13$ 期から $t+23$ 期までは、シグナルが点灯していなかったにも関わらず、 t 期から $t+12$ 期までのシグナルについては、正確に予知した（行列のセルでいうと A）ことになる一方、 $t+13$ 期から $t+23$ 期までのシグナルは、誤った（行列のセルでいうと C）ということになる。このように、かなり先までの通貨危機の予想には、多くの困難が伴う。

もっとも EWS は危機の予知・予防を主眼としており、IMF の経済審査によるモニタリングや、市場・投資家の監視を通じるなどして、各国の政策改善努力を促すものであるから、危機をシグナルしながらも結果的には危機にはならなかった、という意味での誤ったシグナル（C）が増える（政策努力によって経済が改善し危機発生を回避する）ことは、現実的には、望ましいともいえる。一方で、各国の競争的な政策改善努力が進めば、危機発生につながる変数の変動幅はより小さくなる可能性がある。また、さらに別タイプの危機が発生する可能性も否定はできない。しかし、このような困難があったとしても、EWS の有用性には変わりはない。ただし、モデルは常にアップデートする必要がある。ひとつのモデルが常に正しいとは限らないからである。

Ⅷ. 日本の対外戦略における EWS の重要性

日本の対外経済戦略にとって、EWS は主として2点から重要である。

第1の重要性は、日本の対外債権の管理ツールとしてである。過去の円借款供与の蓄積が大きいアジアの国で危機が起きることは、日本の国益にとって、大きなマイナスである。EWSにより、危機の可能性を事前に察知して、これらの国に対して適切なアドバイスを行うことは、新興市場国にとっても日本にとっても、利益となる。また、新規の円借款の供与にあたっては、債務危機の発生が予想されるような対象国をより客観的に見抜き、援助の適切な方法を選択するように、EWSを使うことができる。この場合には、通貨危機のほか、国内債による債務

危機を非説明変数とするようなEWSも考えられる。

第2は、東アジアにおける共通通貨構想の実現の前段階として、バスケット通貨の構想が提起されていることと関連している。共通通貨の実現のためには、構成国のマクロ経済のプレをできるだけ少なくするため、政策の相互監視、サーベイランスが必要となる。このようなサーベイランスの中では、明示的にも、暗黙的にも、EWSの応用は、各国の政策の相互監視と自国の政策規律の増強に役立つと考えられる。東アジアの文脈では、本稿で紹介したような東アジアの危機、資本勘定型危機の特殊性を反映したEWSモデルの開発が重要である。

Ⅸ. 結 論

通貨危機のEWSは、国を単位とした危機実証研究の1つである。危機の予測可能性という実践的な目的を掲げるため、研究者のみならず、民間金融機関、国際機関からの関心も強い。しかし、その研究史はまだ比較的浅く、試行錯誤を重ねている状態である。IMFのモデルでは、東アジアタイプの新型危機の予測精度が劣る可能性があり、さらに改良の余地がある。

EWSのモデルの今後の開発の課題はⅦ節にまとめたとおりだが、経済の健全性についての(連続変数として)指標化、およびその中での危機を予知するような閾値の発見ができれば、危機に近づいたり、適切な政策により危機から

遠ざかったりということを描写できるようなモデルを開発することができるかもしれない。そうすることによって、平時の経済監視に、EWSのアプローチが応用可能になるであろう。

途上国向け債権の適切な管理のためにも、また東アジアの経済発展を助けるうえからも、EWSの研究進展は日本の対外戦略推進の上でも意義が大きい。危機管理において、豊富な資金をもつ日本の役割は認識されているが、危機に陥ってから危機管理を行うよりも、そもそも危機にならないに越したことはない。日本が危機の予知・予防により多くの資源を投入すべきことは明白である。

参 考 文 献

Abiad, Abdul (2003), "Early-Warning Systems,"

IMF Research Bulletin, Vol. 4 No. 2, pp. 1 - 4.

- Berg, Andrew, Eduardo Borensztein, Gian-Maria Milesi-Ferretti, and Catherine Pattillo (1999), "Anticipating Balance of Payments Crises: The Role of Early Warning Systems," *IMF Occasional Paper* 186.
- Berg, Andrew, and Catherine Pattillo (1999), "Are Currency Crises Predictable? A Test," *IMF Staff Papers* Vol.46 No. 2 (June), pp.107-38.
- Berg, Andrew, Eduardo Borensztein, and Catherine Pattillo (2004), "Assessing Early Warning Systems: How Have They Worked in Practice?" *IMF Working Paper* WP/04/52.
- Caprio, Gerald Jr., and Daniela Klingebiel (1997), "Bank Insolvency: Bad Luck, Bad Policy, or Bad Banking?" in *Annual World Bank Conference on Development Economics* 1996, Washington D.C.: World Bank, pp.79-104.
- Demirguc-Kunt, Asli, and Enrica Detragiache (1999), "Monitoring Banking Sector Fragility: A Multivariate Logit Approach," *IMF Working Paper* WP/99/147.
- Edison, Hali J. (2003), "Do Indicators of Financial Crises Work? An Evaluation of an Early Warning System," *International Journal of Finance and Economics* 8, pp.11-53.
- Eichengreen, Barry, and Andrew Rose (1998), "Staying Afloat When the Wind Shifts: External Factors and Emerging-Market Banking Crises," *CEPR Discussion Paper* No.1828.
- Eichengreen, Barry, Andrew K. Rose, and Charles Wyplosz (1995), "Exchange Market Mayhem: the Antecedents and Aftermath of Speculative Attacks," *Economic Policy* 21, pp. 5-42.
- Eichengreen, Barry, Andrew K. Rose, and Charles Wyplosz (1996), "Contagious Currency Crisis: First Tests," *Scandinavian Journal of Economics* 98 (4), pp.463-84.
- Frankel, Jeffrey, and Andrew K. Rose (1996), "Currency Crashes in Emerging Markets: an Empirical Treatment," *Journal of International Economics* 41, pp.351-66.
- Girton, Lance, and Don Roper (1977), "A Monetary Model of Exchange Market Pressure Applied to the Postwar Canadian Experience," *American Economic Review* Vol.67 No. 4 (September), pp.537-48.
- Goldstein, Morris, Graciela L. Kaminsky, and Carmen M. Reinhart (2000), *Assessing Financial Vulnerability: An Early Warning System for Emerging Markets*, Washington DC: Institute for International Economics.
- Hemming, Richard, Michael Kell, and Axel Shimmler (2003), "Fiscal Vulnerability and Financial Crises in Emerging Market Economies," *IMF Occasional Paper* 218.
- International Monetary Fund (2002), "Early Warning System Models: The Next Steps Forward," *Global Financial Stability Report March 2002*, Chapter IV, pp.46-64.
- Ito, Takatoshi (1999), "Capital Flows in East and Southeast Asia," in Martin Feldstein (ed.), *International Capital Flows*, Chicago, IL: The University of Chicago Press, pp.111-32.
- Ito, Takatoshi (2000), "Capital Flows in Asia," in Sebastian Edwards (ed.), *Capital Flows and the Emerging Economies*, Chicago, IL: The University of Chicago Press, pp.255-97.
- Ito, Takatoshi (2004), "Exchange Rate Regimes and Monetary Cooperation: Lessons from East Asia and Latin America," *Japanese Economic Review*, vol.55, no. 3 (September), pp.240-66.
- Kaminsky, Graciela L. (1998), "Currency and Banking Crises: The Early Warnings of Distress," Board of Governors of the Federal Reserve System International Finance Discussion Paper No.629.
- Kaminsky, Graciela L., Saul Lizondo, and Carmen M. Reinhart (1998), "Leading Indicators of Currency Crises," *IMF Staff Papers* Vol.45 No. 1, pp. 1-48.
- Kaminsky, Graciela L., and Carmen M. Reinhart (1998), "The Twin Crises: The Causes of

- Banking and Balance-of-Payments Problems,” *American Economic Review* Vol.89 No. 3 , pp.473–500, (originally published as Board of Governors of the Federal Reserve System International Finance Discussion Paper No.544 in 1996.)
- Krugman, Paul (1979), “A Model of Balance of Payments Crisis,” *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol.11 No. 3 , pp.311–25.
- Milesi-Ferretti, Gian Maria, and Assaf Razin (2000), “Currency Account Reversals and Currency Crises : Empirical Regularities,” in Paul Krugman (ed.) *Currency Crises*, The University of Chicago Press : Chicago, pp.285 – 325, (originally published as IMF Working Paper WP/98/89 in1998.)
- Ohno, Kenichi (1999), “Exchange Rate Management in Developing Asia : Reassessment of the Pre-Crisis Soft Dollar Peg,” ADBI Working Paper No. 1 .
- Oka, Chikako (2003), “Anticipating Arrears to the IMF : Early Warning Systems,” IMF Working Paper WP/03/18.
- Orii, Keisuke (2003), “A New Regression Approach to Early Warning Systems with Emphasis on Different Crisis Types between East Asia and Latin America, JBICI Discussion Paper No. 7 .
- Orii, Keisuke (2004), *Empirical Studies in Currency Crises with Emphasis upon Typological Factors*, Doctor of Economics Thesis (Hitotsubashi University), unpublished.
- Sachs, Jeffrey, Aaron Tornell, and Andrés Velasco (1996), “Financial Crises in Emerging Markets : The Lessons from1995,” *Brookings Papers on Economic Activity : 1*, Brookings Institution, pp.147–215.
- Yoshitomi, Masaru, and Kenichi Ohno (1999), “Capital-Account Crisis and Credit Contraction” ADBI Working Paper No. 2 .