

時系列分析に基づく被災地の復興過程の定量的評価に関する考察

Evaluation Methods on Long-Time Recovery in the Afflicted Area Using Time-Series Analysis

柄谷 友香¹, 林 春男², 高島 正典³

Yuka KARATANI¹, Haruo HAYASHI² and Masasuke TAKASHIMA³

¹ 名城大学 都市情報学部

Faculty of Urban Science, Meijo University

² 京都大学防災研究所

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

³ 富士常葉大学 環境防災学部

College of Environment and Disaster Research, Fuji Tokoha University

This paper provides the evaluation methods on long-time recovery in the afflicted area using statistics database. First, we discuss the recovery index requirements which is able to grasp the recovery situation and its database needs for disaster response. Second, we propose the recovery index using time-series analysis(TSA) and the framework to interpret the recovery situation. Third, we apply the recovery index using TSA to the Hanshin-Awaji Earthquake Disaster, it is clear that several recovery patterns examine from three aspects, that is, trend, seasonal variation and noise including the original data, for ten years after the event.

Key Words : long-time recovery process, time-series analysis(TSA), statistics database, recovery index, the Great Hanshin-Awaji Earthquake Disaster

1. 研究の背景および目的

(1) 災害対応への要件 —長期的かつ広範な見通し—

ひとたび災害が発生すると、被災地における多様な社会・経済活動の復旧、被災者の生活再建に向けての多様な大量の災害対応業務が発生する。これに携わる行政担当者にとっては、そのほとんどがはじめての業務となるため、予め整備された地域防災計画やマニュアルに則って、試行錯誤ながら、目の前にあるニーズへの対処をしていかねばならないのが実状である。とりわけ物的被害や人的被害の大きな災害、例えば、阪神・淡路大震災(1995)などでは、被災地の復旧・復興に時間を要し、時々刻々と変化する多様な社会・経済状況を把握しながら、限られた資源の中で、継続的に対応していくことは決して容易ではない。このように災害対応業務を困難としている理由として、大規模災害の発生確率の低いことが挙げられる。平常時には、日々繰り返される担当業務に対して、蓄積された情報と経験を踏まえて、「このような案件が発生すれば、どのタイミングで、何をすればよいのか」といった見通しを立てながら、効率よく業務を遂行することができる。しかし、何十年、何百年に一回発生するような大規模災害が発生した場合、被災直後から、物的被害や人的被害の把握に追われ、被災地での社会・経済への広範な被害状況やその時間的波及といった今後の見通しまでを立てることは極めて難しいといえる。

例えば、阪神・淡路大震災において災害対応を経験した神戸市や兵庫県の職員、また、多くの被災地調査実績をもつ研究者らが、国内外での災害発生時において、その直後に駆けつけ、時間を追って必要となり得る災害対応業務や今後発生しうる課題についての助言を行い、被災地での災害対応業務に役立ててきた。このことは、まさに、非日常的な災害に対する情報や経験の蓄積のない多くの災害対応者に対し、応急・復旧・復興にわたる長期的な見通しを与えていることに他ならず、この見通しに基づき具体的な支援施策を実施することを可能としてきたといえよう。

このように、非日常的な大規模災害に対して、情報や経験の蓄積のない災害担当者が、より迅速かつ効率的に災害対応業務を遂行するためには、被災直後から、復旧・復興に至る長期的な見通しをもつことが鍵となる。

(2) 復興過程に関する研究の必要性

これまで、災害後の復興をテーマとした研究は、酒田大火(1976)、日本海中部地震(1983)、雲仙普賢岳噴火(1990)、北海道南西沖地震(1993)などを対象として行われてきた^{例えば、1)~4)}。しかしながら、被災者の意識や行動、被災地の社会・経済状況などの多様な側面から、メインテーマとして被災後の長期的な復興過程のモデル化とその検証に取り組むようになった契機は阪神・淡路大震災といえる。

青野ら⁵⁾、田中ら⁶⁾の研究成果によれば、被災者の被災直後からの行動についてミクロ的な視点からエスノグラ

フィー調査を行い、被災者の行動パターンは、発災から10時間、100時間、1000時間の節目ごとに変化することを明らかにしている。

また、震災から5年目の1999年に行われた神戸市復興総括・検証⁷⁾では、被害からの復興は、都市再建、経済再建、生活再建の3種類の再建過程に分類されることを示し、立木・林⁸⁾は、中でも阪神・淡路大震災でメインのテーマとなった生活再建に着目し、被災者を対象とした調査を行い、生活再建に不可欠な7要素を明らかにしている。また、兵庫県生活復興調査が1999年、2001年、2003年と継続的にパネル調査として実施され、田村ら⁹⁾、Tatsuki & Hayashi¹⁰⁾、黒宮ら¹¹⁾は、先の生活再建に不可欠な7要素と被災者の生活復興感との関連分析を実施し、生活再建の7要素が被災後のどの時点でも被災者の復興感についての強い説明要因であることを実証している。さらに、木村ら¹²⁾は、同様の3カ年の兵庫県生活復興調査を用いて、被災者の心理的時間感覚は対数軸によって変化するという仮説に基づき、生活再建過程のマイルストーンとなり得る被災者の意識や行動が、心理的時間展開に伴ってどのように変化していったのか、その時の社会状況と合わせて分析し、仮説の検証を行っている。

一方、被災地における復興過程について、被災地全体を対象とし、各種のマクロ統計指標を利用しながら、復旧・復興状況を把握する試みもなされてきた。高島・林¹³⁾は、災害後の被災地域内の電力消費量とGRPとの関係に着目し、電力需要の落ち込みと回復の過程に基づき、復旧・復興状況をタイムリーに捉える指標の提案を行っている。また、柄谷ら¹⁴⁾は、多様なマクロ統計指標を用いて復興状況を捉える復興指標(RI)を提案し、これを阪神・淡路大震災後の神戸市に適用した結果、被災直後の落ち込みの大きさとその後の回復の程度によって、4種類の復旧・復興状況に分類できること、各パターンに含まれる指標とその復興過程の考察を行っている。さらに、塩野・宮野¹⁵⁾は、阪神・淡路大震災による神戸市での被害に着目し、被災地の世帯が被った家計への影響を、家計調査年報から収集した項目別かつ経年的な収支額を用いて分析し、家計収支には震災の影響が有意に働くこと、住宅の再建や修理にかかる費用が大きく占めることなどを明らかにしている。

このように、阪神・淡路大震災を契機に、従来の被害抑止、応急・復旧施策のみならず、新たに重要課題となった復興までを含む長期的過程を把握し、被災地の市民や社会がどのように立ち直っていくのか、そのプロセスやメカニズムの解明が重要となってきた¹⁶⁾。これら研究成果の蓄積が、今後起こりうる大規模災害からの被災地社会の復旧・復興の見通しを与え、被災直後からの迅速かつ効果的な災害対応を行う上での有用なデータとなり得ることが期待できる。

(3) 研究の目的

本稿では、前述のように、復興の長期的過程を定量的かつ多側面から捉え、今後の災害対応の有用な情報の蓄積に向けて、被災地の復興状況を統計データから把握するために整備すべき復興指標の概念と、その算定に必要な統計データベース構築の要件や必要性について整理する。また、従来提案されてきたRI(Recovery Index)が有する問題点を指摘した上で、時系列分析を用いた新たな復興指標の概念とその読み方についての枠組みを提案する。さらに、本稿で提案する復興指標のケーススタディとして、阪神・淡路大震災後10年間の神戸市における復興過程を定量化し、復旧・復興の視点から考察を加える。

なお、本稿で構築された復興指標データベースとその枠組みは、今後起こりうる災害対応時の一つの判断材料となり、さらに多様な災害に対する蓄積によって、復興過程の究明に資することを最終の目標とする。

2. 従来の復興指標の特徴と問題点

(1) 復興指標の要件

まず、統計データベースを用いた復興指標の要件について以下に要約する。

a) 継続的かつ多側面からの復興状況の把握

復興指標は、継続的に収集されているマクロ統計データを用いて算定するため、災害の有無にかかわらず、その地域の社会や経済の現状を知り、先の動向の見通しを可能にする。また、地域の活動を網羅的に捉えるための基礎的なデータ収集フレームが長年の経験から吟味・構築されており、その収集は国や地方自治体の平常業務として位置づけられている。したがって、被災後の付加的な調査を必要とせず、加えて、特別な経費を要さず、復興の状況を多側面かつ長期的にモニターすることができ、さらに、復興指標に用いるデータ項目については、「復興」を被災者の生活再建に関わるあらゆる側面から捉えるために、例えば、家計消費、雇用、生活保護、犯罪、交通事故に至るまで、被災自治体や地区がもつてくれるだけ多くの項目を対象とすることが望ましい。

b) ベンチマーク(比較対象)の設定

統計データは、それぞれ固有の次元(単位)や振れ幅を有するため、多様な分野や他地域間での比較が困難である。生のデータベースを標準化する、例えば、後述のRIで定義する標準化指標化によって、各種統計を無次元化し、それらの比較を可能とする。その結果、分野横断的な復興状況の比較や目標値の設定、震災前後の比較などを可能とする。

c) 災害対応時のデータベースとしての価値

冒頭に述べたように、多くの自治体では大規模災害の経験がなく、発災後の大量のニーズに対して、限られた資源制約の中で対応していかなければならない。外力規模や被災地の防災力によって、過去の災害時と同様の復興過程を辿るとは言い切れないものの、過去の復興指標データベースから、多様な分野の復興過程を知り、被災直後に先の見通しを立てることができ、施策を講じる際の判断材料となりうる。なお、復興過程の一般性を向上させ、より説得性のある根拠とするためにも、外力規模や被災地の防災力の異なる災害について、復興指標データベースを蓄積していくことが重要である。

(2) RIの特徴と問題点

従来、柄谷ら¹⁴⁾は、上記の要件を満たす指標として復興指標(RI: Recovery Index)を提案してきた。特に、「b) ベンチマークの設定」については、株価の平準化などで用いられる標準化指数 S_i の算定によって、震災発生の前月が100となるようデータベースの無次元化を行い、異なる分野や地域間での比較を可能としてきた。また、図1(a)および(b)に示すような復興過程の概念モデルを提案し、景気など被災以外の様々な影響が含まれる統計データから、震災の影響を抽出するための仮定、すなわち、図1(a)中の $Si_{i,x,t}$ は、「地域 x におけるある社会指標が災害発生後に実際に示した値の変動を表している」とものと考え、「被災しなかった場合にその指標が示したであろう推移 $Si_{i,x,t}$ 」を被災地を除いた地域、例えば全国と仮定

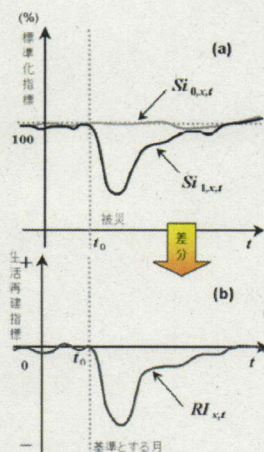


図1 被災の影響を抽出する従来の方法¹⁴⁾

し、その差分値をRIとして定義してきた。

しかし、RIの実用化という面では、いくつかの問題が指摘できる。まず、被災地外の地域（例えば、全国や関西圏など）のデータとの対比によって、被災地での震災の影響を捉えるために、当然ながら、いずれの地域でも同様のデータ項目を同期間分整備する必要がある。神戸市などの政令指定都市であれば、総務省統計局が整備する詳細な統計月報と同様のデータ項目を揃えることは比較的容易である。しかし、地方都市では、各部署が関連するデータを個別に管理していたり、そもそも月次データの整備がないなど、その整備状況から広範な分野にわたる月次データを収集することが困難である。また、被災地と対比させる「被災地外の地域」をどこに設定するのか明確な基準を与えることが難しい。例えば、阪神・淡路大震災後の神戸市を挙げると、日本全国を対象とした場合、全国的な景気等のトレンドはある程度除去されるが、近畿地方独自の景気動向を取り除くことができていない可能性がある。さらに、関西圏の影響を取り除くために、近隣の京都市や大阪市を対象としても、京都市や大阪市独自の景気動向を取り除くことは難しい。すなわち、被災地外を設定し、その対比をとっても、必ずしも災害以外の影響を完全に排除しているとは言い切れない部分がある。

従来のRIは、被災後からの復興過程を捉える1つの有用な読み方といえるが、前述のように、被災地や被災規模によっては、被災地外の地域の設定や各種統計データの整備状況の点で厳しいなどの問題点が残されている。

3. 時系列分析に基づく復興指標の読み方と枠組み

ここでは、前述のようなRIのもつ問題点を解決する1つの方法として、時系列分析の概念を用いた新たな復興指標の読み方とその枠組みを提案する。

(1) 時系列分析を用いる利点

まず、時系列分析を行う場合、被災前の指標の動向を「被災しなかった場合に、当該地域で示したであろう推移」と仮定して、被災後の復旧・復興状況を把握するため、先のRIのような対比させる地域を設定する必要がない。そのため、被災地のみを対象としたデータベースの構築で済み、多側面からのデータ収集を容易にする。

また、時系列分析の基本的な考え方として、時系列デ

ータは「トレンド（傾向線・回帰直線）」、「周期変動（季節変動）」、「ノイズ（ランダムな変動）」の3要素から構成されるものと定義される。したがって、一見複雑に見える指標の動向を3成分（季節変動のない場合は2成分）に分けて把握することにより、「復興」に対してより詳細かつ明確な基準をもった見方を与えることが可能となる。例えば、単に「ある指標のRI値が震災前の水準に戻れば復興」とする従来の読み方とは異なり、「トレンドの面では震災前の水準に戻ったが、ノイズや季節変動の面では乱れており、震災前の推移傾向に戻っていない」などのより具体的な見方ができる。

(2) 時系列分析に基づく「復興」の読み方

時系列分析に基づく「復興」の読み方として、まず、①対象とする分野（データ項目）が、災害の影響を受けているか否かをトレンド、季節変動、ノイズの3側面から判断する。続いて、②災害の影響があると判断された場合、同じ3つの側面からみた被災後の推移によって、復興状況やその復興過程を判断する。なお、時系列分析の概念に基づく時系列データの捉え方は、式[1]に示すとおりである。

$$X(t) = T(t) + S(t) + I(t) \quad \text{式[1]}$$

$X(t)$: 時点 t における時系列データ

$T(t)$: トレンド（全体的な傾向）

$S(t)$: 周期変動（ここでは季節変動を対象とする）

$I(t)$: ノイズ（ランダムな変動）

また、 $I(t)$, $S(t)$, $T(t)$ は式[2], [3]を用いて算定する。

$$I(t) = x(t) - MA(3)\{x(t)\} \\ = x(t) - \frac{1}{3} \cdot (x(t-1) + x(t) + x(t+1)) \quad \text{式[2]}$$

但し、 $MA(p)$ は、 $x(t)$ を挟む p 項（カ月）の移動平均を表す。

$$S(t) = x(t) - MA(12)\{x(t)\} \\ = x(t) - \frac{1}{12} \left(\frac{1}{2} \cdot x(t-6) + x(t-5) + \dots + x(t) + \dots + x(t+5) + \frac{1}{2} \cdot x(t+6) \right) \quad \text{式[3]}$$

従って、式[1]より、 $T(t)$ は、時系列データから式[2], [3]で求めた $S(t)$ と $I(t)$ を差し引いた値となる。

(3) 災害による影響の有無の把握

被災地での災害の影響の有無については、時系列分析の特性と既往研究の成果を踏まえて、下表1のような枠組みを与える。

時系列データへの災害の影響パターンは、被災時を挟む推移、①トレンドの変化、②季節変動、③ランダムな変動の変化によって把握する。また、これら3つの側面は独立な要素であるため、災害の影響パターンは、1-1)のみ、1-2)のみ、1-3)のみ、2のみ、3のみだけでなく、それぞれの組み合わせ、1-1)+2、1-2)+2、2+3、1-3)+2+3など計15種類の影響パターンに分類できる。

(4) 復興状況の把握 —復興チャートの構築—

続いて、時系列データに災害の影響が認められた場合、復旧・復興の視点から被災後の推移に対する12パターンの読み方を提案する。

まず、復旧・復興の視点から被災後の推移を読む際には、次の4つの視点が考えられる。

表 1 時系列データに基づく災害の影響パターン

災害の影響パターン	条 件	イメージ
1 トレンドが変わる		
1) 傾きが変わる	$T'(t_b) \neq T'(t_a)$	
2) 水準が変わる	$\bar{T}(t_b) \neq \bar{T}(t_a)$	
3) 傾きも水準も変わる	$T'(t_b) \neq T'(t_a) \cap \bar{T}(t_b) \neq \bar{T}(t_a)$	
2 周期変化が変わる	$S(t_b) \neq S(t_a)$	
3 ランダムな変動が変わる	$I_s(t_b) \neq I_s(t_a)$	

※ t_a : 被災前および被災後の時間を示す

※ I_s : ランダムな変動 (ノイズ) の標準偏差

・ 1: トレンドが元に戻る

1-1) 被災しなかった場合のトレンドと傾きだけ一致する

1-2) 被災しなかった場合のトレンドと水準も傾きも一致する

・ 2: 季節変動が再開する

被災しなかった場合に出るはずの季節変動がみられる

・ 3: ランダムな変動の分散が戻る

被災しなかった場合と同じ程度にデータが散らばる

これらの被災後データの動向に対して、復興状況の捉え方を加えると、まず、トレンドは「時系列データの水準と傾向に関するなんらかの系統的变化¹⁷⁾」と定義されるように、社会全体の潮流を表すものと考えられ、その傾きと水準の被災前後の比較によって、復興状況がどの水準で、どの方向に向かっているのかを把握できる。1-1)は、トレンドの傾きのみ被災前の状況に戻る場合で、「症状固定型復興」と呼ぶ。西洋医学分野では、「治癒」と「症状固定」の概念をもっている¹⁸⁾。「治癒」は文字通り病気が完全に治った状態のことであり、「症状固定」はある程度回復したが、現在の治療を継続しても短期的な改善が見込めない、また、治療を中断してもそれほど悪化の可能性がない状況を説明する。このアナロジーに従えば、被災後から一定期間を経過した後、被災前の傾向と同様の傾向を示した後、被災前とは異なる水準の近傍で推移する場合、元の状態には回復していないながら、緩やかに復興は進んでおり、当該分野の状況がこれ以上悪くはならない状況と捉えることができる。このことは、復興の停滞と捉えるのではなく、むしろプロセスとしては進んでおり、残された地域や分野固有の課題に対して、長期的かつ個別的な復興施策が必要な状況といえる。また、1-2)は、1-1)に加えて、被災後のトレンドの水準も回復する場合であり、「原状回復型復興」と呼ぶ。これは、全体の社会潮流の中で、もはや震災の影響はみられず、概ね復興した状況と捉えることができる。しかし、合わせて季節変動やノイズの動向をみることで、リズムや定期的不安などについても回復しているか確認する必要がある。なお、この状況に至れば、兵庫県緊急3カ年計画にあるような復興に特化した「復興施策」を絞り込み、むしろ景気動向を見据えた「一般施策」に切り替えていくことが可能な状況といえる。

また、周期変動 (季節変動) は、生活や社会活動のリズムやサイクルを表しており、被災後の一時期は乱れても、しばらくして、被災前と同様のリズムの再開が確認されれば、たとえ全体的な水準が戻っていかなくても、安定した平常時の社会状況を取り戻しつつある状況を示す。周期変動が再開した場合を「リズム回復型復興」と呼ぶ。

さらに、時系列データのランダムな変動 (ノイズ) は、そのばらつきが大きさが、社会の不安定さを表しており、その分散が被災前の状況に戻っていくことは、社会が定

表 2 復興を捉える枠組み「復興チャート」

復興パターン					
	1-1)	1-2)	2	3	復興型
①	×	×	×	×	未回復型
②	○				症状固定型
③		○			原状回復型
④			○		リズム回復型
⑤				○	安定志向型
⑥	○		○		
⑦	○			○	
⑧		○	○		
⑨		○		○	
⑩			○	○	
⑪	○		○	○	
⑫		○	○	○	完全回復型

常に安定していく様子を表す。一方で、被災後のノイズの分散が小さくなるということは、安定しているという捉え方もできるが、被災地社会が復興に向けた施策に志向・集中しているという捉え方もでき、「安定志向型復興」と呼ぶことにした。

表 2 に示すように、いずれも回復しない「未回復型復興」、理論上すべてが回復する「完全回復型復興」を含めて、これら 4 つの組み合わせで、計 12 通りの復興パターンを分類した。このように時系列分析を用いて、復興データの推移パターンを整理し、復旧・復興状況の読み方と照合した結果を「復興チャート」として表現した。

(5) 3要素に対する復興の判断基準

これまでに、時系列データからトレンド、季節変動、ノイズのそれぞれを抽出し、その回復の有無と時期を復興チャートに示すことによって、復興状況を読み取ることが可能なことを提示した。ここでは、トレンド、季節変動、ノイズのそれぞれに対する「復興」の判断基準とその手法について説明する。

a) トレンド

式[4]、[5]に示すように、被災前後のトレンドの傾きを比較して、同様の傾向を示せば、トレンドは回復したとみなす。また、同様に、トレンドの傾きだけでなく、その水準についても被災前後の比較によって、回復の有無を判断する。なお、被災前後のトレンドの傾きは回帰直線を用いて算出するが、対象期間については t_a を開始月とする 1 年間 ($t_a \sim t_a + 11$) を基準スパンとし、1 カ月ずらしながら算出する。例えば、図 2 に示すように、1996 年 1 月の復興状況を見る際には、それを開始月とする 1 年間、すなわち、1996 年 12 月までの回帰直線を求め、被災前の傾きとの比較で復興状況を把握する。

$$T'(t_b) = T'(t_a) \rightarrow \text{傾き回復} \quad \text{式[4]}$$

$$\bar{T}(t_b) = \bar{T}(t_a) \rightarrow \text{水準回復} \quad \text{式[5]}$$

但し、 $T'(t)$ は $T(t)$ の微分値、 $\bar{T}(t)$ は $T(t)$ の平均値 (水準) とする。

b) 季節変動

式[6]に示すように、被災後に変化する季節変動と、被災前に示した平均的な季節変動を比較するために、それらの相関係数を求め、強い相関関係がみられた時点を回復期とみなす。なお、相関係数を算出する対象期間については、a) のトレンドと同様、対象月を開始時期とする 1 年間単位とする (図 2)。

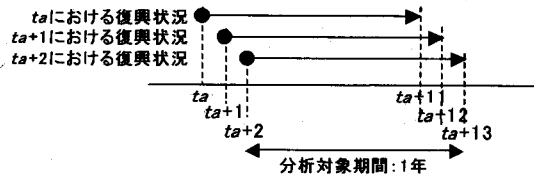


図2 時系列分析の対象期間の捉え方

$$COR\{S(t_b):S(t_a)\} \geq r_b \quad \text{式[6]}$$

なお、 r_b は被災前の期間（2年以上）を対象とし、1年間ずつ各月でずらした季節変動を求め、そのうち、同月から始まるデータセットを対象として算出した相関係数の平均値とする。

c) ノイズ

式[7]に示すように、被災前の期間で認められた標準偏差の最大値と、被災後の各月から1年間を対象とした標準偏差を比較し、被災後の標準偏差が被災前の値を下回った時点回復期とする。すなわち、平常時からイベントその他様々な理由からノイズは発生しているが、災害によって社会が不安定になり、その分散が乱れることが予想される。従って、ばらつき大きさ（ここでは標準偏差）の比較によって、回復状況を判断できるものとした。

$$\max\{I_s(t_b)\} \geq I_s(t_a) \quad \text{式[7]}$$

4. 時系列分析を用いた阪神・淡路大震災後の神戸市における復興過程

東海・東南海・南海地震など、その発生が危惧され災害対策が急務である大規模都市災害であり、かつ、震災後の節目である10年を経過し、ようやく長期的なデータベースの構築が可能となった阪神・淡路大震災を対象とし、時系列分析と復興チャート概念を用いて震災後の神戸市における復興過程を分析する。

(1) 復興指標に用いたデータベース

阪神・淡路大震災からの神戸市での復興過程を捉えるために、本稿で構築したデータベースは、神戸市が通常業務の一環として長期にわたって収集している『統計神戸』（1992.4～1994.4）¹⁹⁾および『データこうべ』（1995.10～2006.3）²⁰⁾において一般に公表されたマクロ統計を用いた。また、時系列分析を行うために、震災を挟む1992年4月から2005年1月までの約13年間154ヵ月、また、これらの統計書に掲載された120項目のデータベース化を行ってきた。なお、長期にわたる本データベースを作成するに際し、時系列的かつ項目間で一貫した分析を行えるように留意した点は次のようである。消費者物価指数や鉱工業生産指数は、1995年、2000年、2005年と5年毎に100とする基準年を変更するため、原データを再収集し、1995年ベースで指数の再計算を行った。また、人口をはじめ多く項目で早期には推計値が公示されるが、更新される最新月のデータを用いた。さらに、項目によっては、欠損値がみられたが、担当者に確認してなお不明であったものは、当該月を挟む前後月の値を用いて補間を行うなどした。

2 (1) で述べたように、復興過程をできる限り多くの

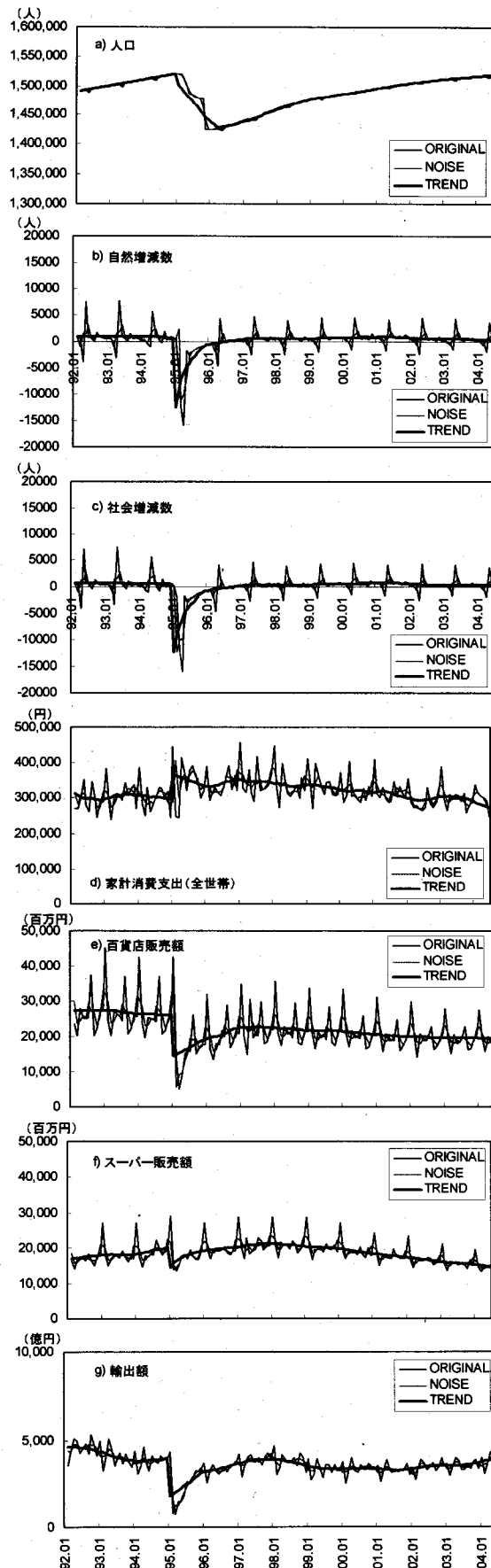


図3(1) 被災前後のトレンド、季節変動、ノイズの推移

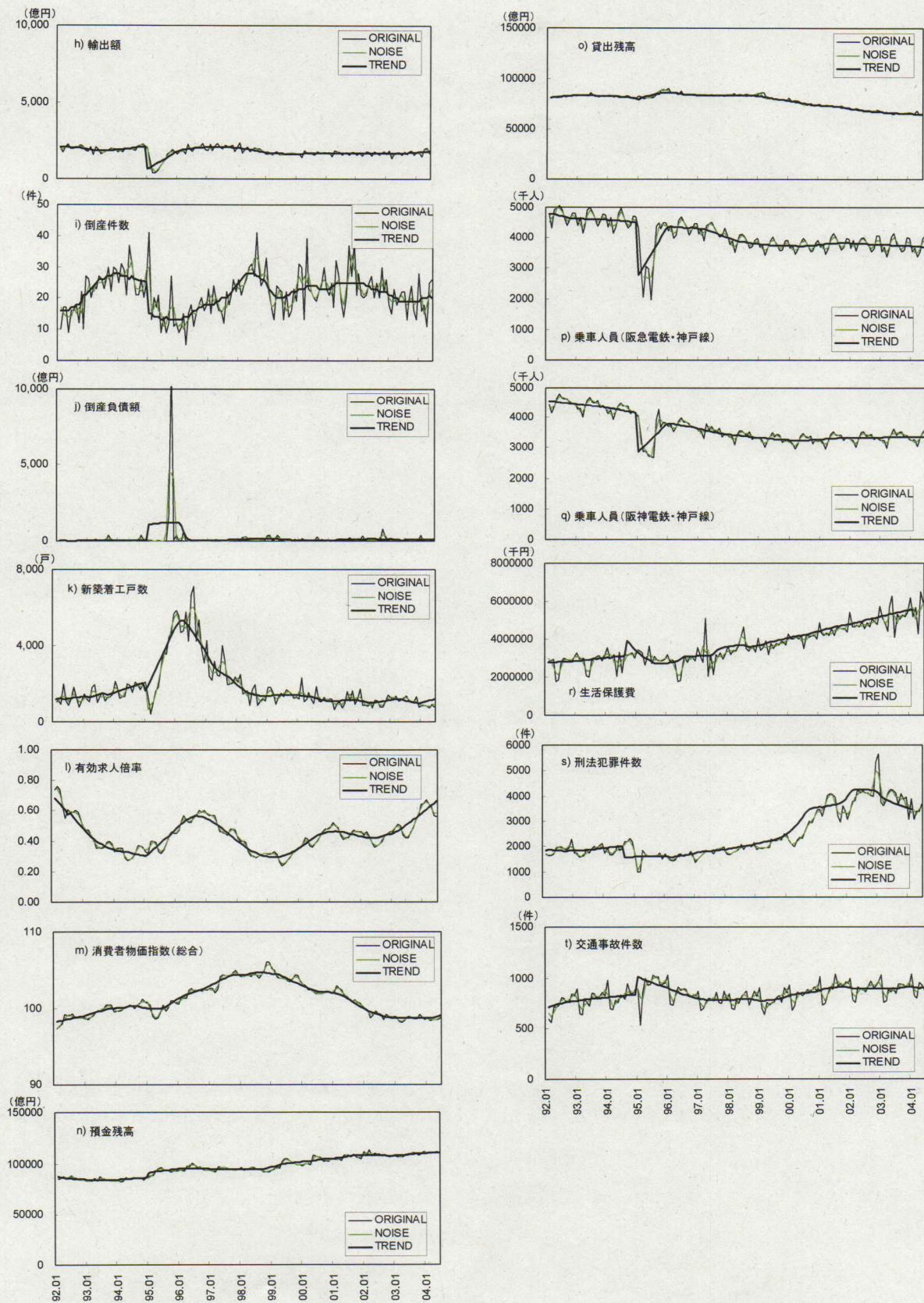


図 3(2) 被災後のトレンド、季節変動、ノイズの推移

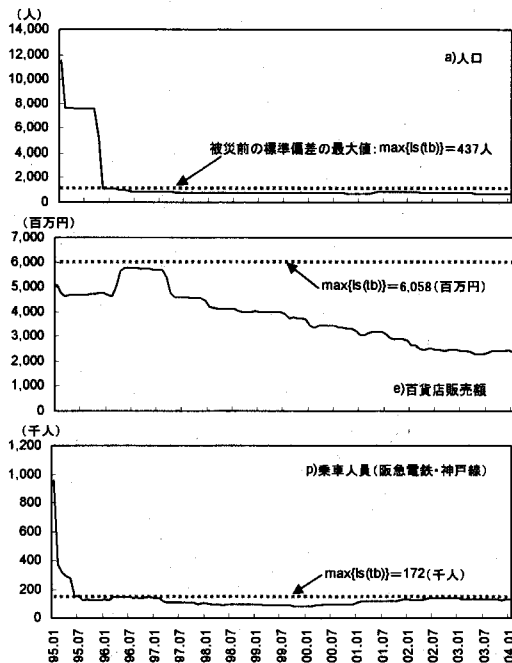


図4 被災後のノイズの標準偏差の推移と読み方

側面から捉えるため、神戸市で集計されている120項目すべてを対象にすべきであるが、本稿では、紙面の制約上、多くの自治体で共通の基本主要統計に指定される7分野20項目に絞って考察を行う。

(2) 時系列分析によるトレンド、季節変動、ノイズの抽出とその読み方

図3 (1) および (2) には、神戸市における7分野20項目に関する時系列データに対して時系列分析を適用し、未加工のオリジナルデータ（実績値）、ノイズの影響を除去した際の数値、季節変動の影響を除去した際の数値の推移を各項目別に示したものである。

これらによると、被災前の推移から、季節変動のみられなかったd)家計消費支出、i)倒産件数、j)倒産負債額、k)新築着工戸数、m)消費者物価指数（総合）、o)銀行貸出残高、r)生活保護費、s)刑法犯罪件数についてはノイズを除いた変動（トレンド）を、また、季節変動をもつそれ以外の12項目についてはノイズと季節変動の両方を除いた変動（トレンド）が抽出されていることがわかる。それでは、各分野の復興状況を把握するため、ノイズ、季節変動、トレンドの順にそれぞれの回復状況をみていくことにする。

a) ノイズの回復状況

図4は、人口、百貨店販売額、乗車人員を対象として、被災後の1995年1月からの時系列データに含まれたノイズのばらつきを標準偏差値 $I_s(t)$ で示したものである。また、同図中に、被災前の時系列データと用いた標準偏差の最大値を示している。

まず、人口の標準偏差についてみると、震災直後に急増し、その後の10カ月間漸減傾向を示し、1995年11月には被災前の標準偏差を下回っている。このことから、ノイズの面からみれば、被災地の人口は被災から10カ月後の1995年11月に回復しており、被災直後の約4,571名にも及ぶ死者の発生や、域外への流出を乗り越えて、人口供給が安定している状況が読み取れる。また、百貨店

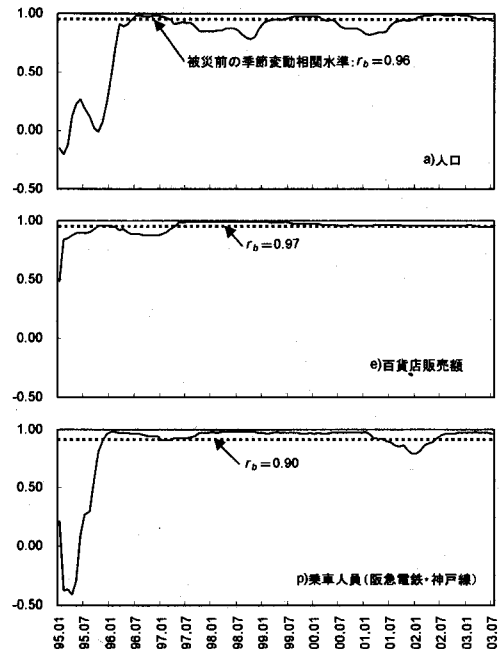


図5 季節変動の相関水準の推移とその読み方

販売額のノイズのばらつきは、被災前の水準を超えることはなく、ノイズの面からは被災の影響を受けていなかったことがわかる。すなわち、被災したものの、生活に必要な物資を購入する行動は日常的に続いていたものと考えられる。

さらに、阪急電鉄の乗車人員のノイズについては、全線が復旧した6月を境に被災前の水準値を下回っている。これについては、駅舎や線路などのインフラに甚大な被害を受け、サービスを停止していた時期は利用行動が乱れるが、インフラの復旧に伴うサービス開始により、安定した利用行動を取り戻せたものといえる。

以上のように、サンプルとして異なる分野に属する3項目のノイズの読み方について説明した。紙面の制約上、すべての項目についての掲載はできないが、他の項目についてのノイズに対しても、上記のような被災前後の比較によって、復興状況を把握することができる。なお、これらの復興状況は復興チャートの作成時に示す。

b) 季節変動の再開状況

図5は、前述と同様、分野の異なる人口、百貨店販売額、乗車人員を対象として、被災後の1995年1月からの時系列データに含まれた季節変動と、被災前の季節変動水準との相関係数 r_b を示したものである。また、同図中には、被災前の例年みられる季節変動水準 r_b についても破線で示した。

まず、人口の季節変動については、被災直後に乱れ、被災前の季節変動を再開するのは約1年半後の1996年7月である。例年、人口数は全体的には漸増傾向にあるが、4月と8月に減少する周期をもつ。したがって、被災後1年半は、転入・転出、出生・死亡のバランスによって生じる例年のリズムを失っており、1年半を過ぎてようやく通常のリズムとバランスを取り戻したといえる。

また、百貨店販売額については、被災直後は買い物行動のリズムを崩すものの、1995年10月には被災前の季節変動を再開させたことがわかる。これについては、被災直後からの市内の大丸やそごうの一部営業の努力や、住

宅被害等に伴う買い換え需要もあって、それらの全館オープンを持たずして、被災前の買い物行動のリズムを取り戻している状況がうかがえる。

さらに、阪急電鉄の乗車人員については、インフラの早期復旧とサービスの再開に伴って、1995年11月には鉄道利用のサイクルが回復していることがわかる。鉄道サービスの再開は早かったが、沿線人口が減少したために、復旧から約1年間は被災前の乗車人員数の約80%に留まっていた。しかしながら、例年みられる5月に増加、2月に減少といった周期的な傾向はみられず、道路の復旧や渋滞のために、早期に復旧した鉄道を利用しようとする行動パターンが推察できる。

c) トレンドの回復状況

図6は、先と同様、分野の異なる人口、百貨店販売額、乗車人員を対象とし、被災時の1995年1月を1カ月後として、時系列データに含まれたトレンドを回帰直線の傾きを用いて表したものである。また、同図中には、被災前の時系列データについてのトレンドの傾向の平均値も示した。

まず、人口のトレンドについては、被災前には増加傾向にあったが、被災直後に急激に落ち込んだ後、徐々に傾向をプラス方向に取り戻し、被災後14カ月経過した1996年2月に被災前の傾向まで回復している。これについては、前述のノイズを回復し、その結果として総人口の増加傾向が系統的に上向いている状況を表している。また、トレンドの傾きは被災前に戻ったが、その水準については被災前に比較して低い水準で推移している（図3（1）a））。これは「症状固定型復興」であり、全体の潮流としてみれば復興しており、被災直後のような大規模な復興施策を講じる必要はないが、例えば、地区による人口回復傾向に格差がみられるなど、個別地区への継続的な施策・支援が必要な可能性がある。この一例として、図7には、区別の人口増加数²¹⁾の被災後からの推移を示した。これによると、東灘区、中央区、灘区については、大幅な人口増となっており、神戸市全体の人口増加を牽引していることがわかる。しかし、長田区、兵庫区、須磨区では、人口増加減が続いている。兵庫区では一時自然減を上回る社会増があり、人口増加傾向も見られるものの、これらの地域では高齢化が進んでいる可能性が高く、未だに震災の影響を抱えている高齢者が残されている可能性がある。例えば、個別地区への継続的な高齢者支援等が必要なが推察できる。

また、百貨店販売額のトレンドについては、被災直後には一時的な落ち込みを示したが、その後約2年間にわたり漸増傾向を示している。また、被災後21カ月後の1996年9月には被災前と同様の傾き、かつ同水準に戻ったことがわかる（図3（1）e））。これについては、前述のように1995年10月には消費者の生活リズムが再開し、さらに、1996年4月のそごう全館オープンや1997年3月の大丸全館オープン、住居の被災に伴う市民の買い換え需要に伴い、着実に売上げを伸ばし、震災前と同様の傾向、水準を示したものである。

さらに、阪急電鉄の乗車人員のトレンドについては、被災直後急激に落ち込むが、1995年3月の一部復旧（王子公園～三宮間）や同年6月の全面復旧など、インフラは十分でないながら、早期にサービスを再開した結果、被災前の傾向に戻る1995年11月に至るまで漸増傾向を示している。その後も被災前と同様の傾向、水準を示しながら推移しており、理論上の「完全回復型復興」を遂げたこととも言える。

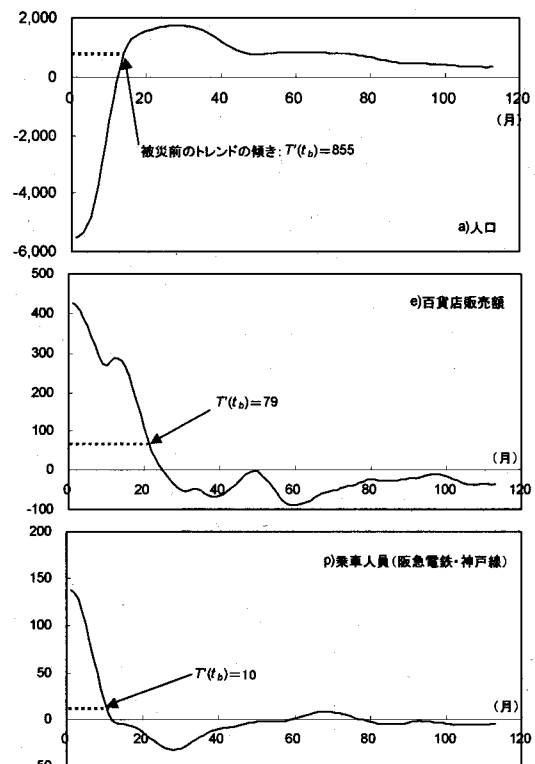


図6 トレンドの傾きの推移とその読み方

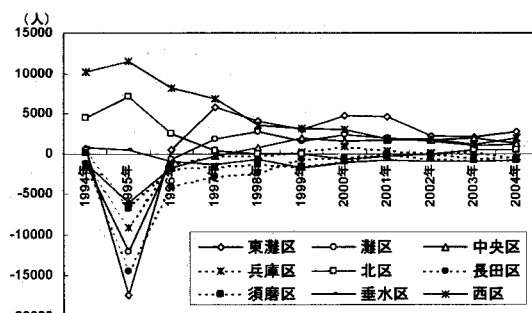


図7 区別人口増加数(人口動態)の推移

(3) 復興チャートの作成とその考察

(2) で述べてきたトレンド、季節変動、ノイズそれぞれの傾向を、各項目に対して分析した結果を「復興チャート」として表3に示す。3要素すべての推移を示した図3（1）および（2）と合わせて、分野・項目別に復興過程について考察する。なお、表中には、前述した基準に従って復興とみなせる年月（YY.MM）を示し、用いた記号—は被災の影響がない、空白は該当しない、（—）は該当する指標の傾向の増加が負の影響をもたらすことを示す。

まず、家計消費支出や消費者物価指数については被災によるトレンドの変化はみられず、消費者物価指数が有するノイズも1995年10月には復興していることがわかる。一方で、人口に関する自然増減数や社会増減数は、被災後1年半以内には、いずれの側面でも復興していることがわかった。

また、産業に関する項目では、百貨店販売額とスーパー販売額のいずれにもノイズに影響はみられなかったが、前者は1996年9月、後者は1995年12月にはトレンド、季節

変動とも復興している状況を示している。企業倒産件数や倒産負債額については、件数で約4年間にわたりノイズを残したが、トレンドの面では被災後約1年半にわたり、減少傾向を示した。これについては、中小企業の経営安定化を図るための中小企業融資制度拡充などの行政支援、また、震災への危機感に対する企業努力が図られた結果かもしれない。しかし、1996年5月以降はいずれもトレンドの面で増加傾向に転じている。

神戸経済の中心となる神戸港での通関輸出入額についてみると、いずれも震災直後に大きく低落し、2年後の完全復旧を目指し、応急復旧を続けた結果として、輸出は1997年5月、輸入は1996年11月に季節変動、トレンドの傾きとも被災前の状況に回復しているが、トレンドの水準は震災前状況に戻っていない。このように、2年という驚異的な速さの復旧であっても、国内外港の競合相手が存在する場合には必ずしも震災前の状況に復旧できず²²⁾、これを引き金として継続的にシェアを取り戻せない厳しい状況にあることがわかる。

新築着工戸数については、震災直後減少するも即座にブーム期を迎え、その増加基調のなかで、1999年2月まで震災前より高い水準で推移している。これは、約15万棟という建物の大量滅失²¹⁾が被災地に膨大な建て替え需要を生んだために、建設関係活動が活性化したことを示している。しかし、震災による約15万棟の滅失は、例年の着工戸数を考慮すると約10年分の建て替え需要に相当するため、今後の新規需要の落ち込みに留意せねばならない。

鉄道の乗車人員については、阪急電鉄と阪神電鉄の総乗車人員については、いずれも震災直後に大きく落ち込み、全線が復旧した1995年6月（阪急：6月12日、但し、3月に一部復旧、阪神：同月26日）を境にトレンドが増加傾向を示し、季節変動やノイズを回復させるものの、約1年後阪急は被災前と同様の傾向を示し（完全回復型復興）、阪神は被災前の水準に戻れないまま、震災前と同様の傾向で漸減している（症状固定型復興）。これについては、阪神電鉄の復旧の若干の遅れが、域内を並行して走る競合他社阪急に乗客を奪われた形になったものと考えられる。また、阪神電鉄沿線を含む地域での被災程度が、阪急電鉄沿線よりも厳しく、人口回復が遅れたこ

表 3 阪神・淡路大震災後の神戸市の復興過程を表す復興チャート

分野	項目	復興パターンと時期				パターン番号
		1-1) トレンド 傾き	1-2) トレンド 傾き・水準	2 季節変動	3 ノイズ	
人口	a) 人口総数	96.02		96.07	95.11	⑪
	b) 自然増減数	95.12	95.12	96.05	95.02	⑫
	c) 社会増減数	96.04	96.04	96.05	95.02	⑫
家計消費 産業	d) 家計消費支出	—			—	—
	e) 百貨店販売額	96.09	96.09	95.10	—	⑧
	f) スーパー販売額	95.12	95.12	95.02	—	⑧
	g) 輸出額	97.05		96.04	—	⑥
	h) 輸入額	96.11		96.02	96.05	⑪
	i) 倒産件数(一)	96.05	96.05		99.03	⑨
	j) 倒産負債額(一)	96.05	96.05		96.03	⑨
	k) 新築着工戸数	99.02	99.02		98.02	⑨
	l) 有効求人倍率	96.08	96.08	95.05	—	⑧
	m) 消費者物価指数	—			95.10	⑤
雇用	n) 預金残高	96.03	96.03	95.02	99.01	⑫
	o) 貸出残高	95.07	95.07		96.01	⑨
	p) 乗車人員(阪急電鉄)	95.11	95.11	95.11	95.06	⑫
	q) 乗車人員(阪神電鉄)	95.12		96.01	95.09	⑪
	r) 生活保護費(一)	95.10	95.10		97.05	⑨
生活保護 犯罪 事故	s) 刑法犯罪件数(一)	96.03	96.03		95.03	⑨
	t) 交通事故件数(一)	97.05	97.05	—	95.02	⑨

とも理由として挙げられる。

生活保護費については、被災後の約10カ月は減少する傾向を示した。これは、生活保護層と被災者層との間に一部重なり合いが存在したことを表している。すなわち、震災前から生活保護者層がもつ扶助ニーズに対し、手厚い被災者対策によって補填されてきた結果、減少傾向に結びついたものといえる。しかし、ノイズが解消された1997年5月以降は被災前と同様の傾向で漸増している。

刑法犯罪件数については、震災後約1年間、震災前より低い水準で推移し、その後は被災前の件数増加傾向に戻っている。また、交通事故件数については、震災直後に増加した後、1997年5月まで継続的な漸減傾向を示した。神戸市交通安全対策会議では、震災後の交通事故件数の増加を受け、新たに第6次神戸市交通安全計画²³⁾を策定し、運転マナーや取り締まりの強化に取り組んだことに加え、震災復興事業の進捗に伴う道路整備などが影響したものと考えられる。

5. 復興指標のもつ長所と短所

本稿では、従来提案されてきた RI の問題点を解決すべく、被災前後の統計データベースを構築し、時系列分析による新たな復興指標の概念とその読み方について提案した。従来の RI と今回提案した復興指標を比較しながら、活用に向けた長所と短所について考察する。

まず、災害の影響の有無については、前述したように、RI では、被災地外の地域のデータとの対比によって、被災地での震災の影響を捉える。一方で、時系列分析を用いた復興指標では、被災地において被災前に示していた傾向との対比によって、その影響を捉える。

これらを整備すべきデータセットの面で比較すると、RI の算定には、対比する地域でも同様のデータ項目を同期間分整備する作業が発生するが、時系列分析による復興指標では被災地に関するデータ整備のみで分析が可能となる点で実用的である。また、RI では、被災の影響がなかった地域の設定が鍵となるが、その判断基準の設定が難しいと言える。一方、RI の場合は、時系列分析に基づく復興指標と異なり、オリジナルなデータベースを標準化し、ベンチマークの設定を可能とすることが利点である。しかし、標準化によってトレンドは比較可能となるが、季節変動やノイズは対比する地域のそれらとをみることとなり、必ずしも被災しなかった場合の被災地の季節変動やノイズをみているとは言い難い。

時系列分析に基づく復興指標では、分野別のトレンドのみならず、季節変動やノイズの動向を捉えることができ、各側面からみた「復興」の有様を提示することができた。しかし、被災しなかった場合の時系列データを被災前のどの期間に設定すればよいのか明確でない。また、今回のような被災後 10 年の復興過程を把握するために、被災前の 10 年分のデータセットを用意すべきか、その仮定によっては、被災地内のデータセットとはいえ、かなり長期間にわたる時系列データの整備が必要となる。また、被災前の時系列データが何らかの大きなイベントの影響を受けていないか判断する方法の開発も課題として残されている。

また、いずれの方法においても、統計データを用いるため、項目によって市あるいは地区など集計域範囲が異なる。例えば、図 7 で取り上げたように人口の場合、区別に集計されているが、家計支出額などは市が最小単位

である。すなわち、被災自治体もさらに被災地区と非被災地区に区分でき、データ集計域である自治体単位での分析は被災地区と非被災地区を混在させた分析となる恐れがある。統計データ上の制約はあるものの、可能な限り被災地区の復興パターンまで分析し、復興の実態を把握していく必要がある。

以上のように、それぞれの指標にはその概念や算定方法、必要なデータセットに一長一短あるが、被災地外のデータセットの整備可能性や、他分野他地域での比較の必要性などの状況に合わせて、1つの指標に限らず、適宜使い分ける必要があるものと考えている。

6. おわりに

本稿では、まず、被災地の復興状況を統計データから把握するために整備すべき復興指標の概念と、その算定に必要な統計データベース構築の必要性について整理した。また、従来提案されてきたRIが有する問題点を指摘した上で、時系列分析を用いた新たな復興指標の概念とその読み方についての枠組みとして、復興チャートを提案した。さらに、時系列分析を用いた復興指標のケーススタディとして、阪神・淡路大震災後10年間の神戸市における復興過程を定量化し、7分野20項目についてトレンド、季節変動、ノイズの具体的な読み方と解釈について説明し、復興チャートに適用した上で、復旧・復興過程を考察した。

本稿のまとめとして、本研究における今後の課題と展望について以下に要約する。

- ・ 5章で指摘した時系列分析に基づく復興指標の問題点、「被災しなかった場合の時系列データ期間の設定」は今後検討すべき課題である。
- ・ 本稿では、阪神・淡路大震災後の神戸市を対象に、復興指標データベースの構築を行ったが、外力規模や種類、都市規模が異なれば、各分野が異なる復興過程を辿る可能性がある。したがって、地震、水害など外力の異なる災害や、同種の誘因であっても外力規模や防災力の異なる地域を対象として、継続的な復興指標データベースの蓄積に努め、汎用性を高める必要がある。
- ・ マクロな統計データを用いた復興指標は、被災地域における社会・経済活動や被災者生活の全体的な傾向を示すものであり、多岐にわたる復興施策を講じる際の根拠となる有用な情報源といえる。しかし、本稿でみられた症状固定型復興のように、全体復興の潮流の中で、取り残された地域や分野、あるいは被災者に対して、個別のきめ細かな施策を講じる必要も生じてくる。冒頭に先行研究として挙げた、被災者個人を対象とした意識や行動に関する研究成果と融合させながら、マクロ、ミクロの両面から復興過程の究明に努めていく必要がある。

謝 辞

本研究の遂行に際し、神戸市における貴重な統計資料を提供して下さった神戸市企画調整局総合計画課の篠崎氏に深く感謝の意を表します。また、細部にわたる修正およびコメントをいただいた匿名の査読者の皆様方に心より謝意を表します。

参考文献

- 1) 中林一樹他：酒田大火における被災者の生活復興過程に関する研究，都市計画論文集，No.23，pp.481-486，1988。
- 2) 本庄和子：能代市の日本海中部地震被災から復興まで，新都市，No.41(8)，pp.5-11，1987。
- 3) 高橋和雄・藤井真：雲仙普賢岳火山災害の被災地の災害復興・復興計画策定の過程と市民の意識に関する調査報告，土木学会論文集IV，576巻，IV-37号，pp.83-99，1997。
- 4) 樹永幸介他：1993年北海道南西沖地震における奥尻島の復興に対する考察，日本地震工学シンポジウム論文集，Vol.9-2，pp.2221-2226，1994。
- 5) 青野文江他：阪神・淡路大震災における被災者の対応行動に関する研究—西宮市を事例として—，地域安全学会論文報告集，No.8，pp.36-39，1998。
- 6) 田中聡他：被災者の対応行動にもとづく災害過程の時系列展開に関する考察，自然災害科学，18(1)，pp.21-29，1999。
- 7) 神戸市：神戸市震災復興総括・検証，神戸市報告書，1995。
- 8) 立木茂雄・林春男：TQM法による市民の生活再建の総括検証—一草の根検証と生活再建の鳥瞰図づくり—，都市政策，104号，pp.123-141，2001。
- 9) 田村圭子他：阪神・淡路大震災からの生活再建7要素モデルの検証—2001年京大防災研復興調査報告—，地域安全学会論文集，No.3，pp.33-40，2001。
- 10) Tatsuki, S & Hayashi, H: Seven critical element model of life recovery; General Liner Model analysis of the 2001 Kobe panel survey data, Proceedings of 2nd Workshop for Comparative Study Urban Earthquake Disaster Management, pp.23-28, 2002。
- 11) 黒宮亜希子他：パネルデータからみる阪神・淡路大震災被災者の復興—2001年・2003年兵庫県生活復興パネル調査結果をもとに—，地域安全学会論文集，No.7，pp.375-383，2005。
- 12) 木村玲欧他：被災者の主観的時間的評価からみた生活再建過程—復興カレンダーの構築—，地域安全学会論文集，No.6，pp.241-250，2004。
- 13) 高島正典・林春男：電力消費量時系列データを利用した復旧・復興状況の定量的把握手法—阪神・淡路大震災への適用—，自然災害科学，No.18-3，pp.355-367，1999。
- 14) 柄谷友香・林春男・河田恵昭：神戸市社会統計を利用した阪神・淡路大震災の生活再建指標の提案，地域安全学会，No.2，pp.213-222，2000。
- 15) 塩野計司・宮野道雄：家計調査データが捉えた1995年兵庫県南部地震の影響，地域安全学会論文集，No.4，pp.299-305，2002。
- 16) 林春男：いのちを守る地震防災学，岩波書店，184p.，2003。
- 17) W・ヴァンデル：時系列分析—ボックス・ジェンキンスモデルの応用—，多賀出版，409p.，1998。
- 18) 松本誠：加害者天国ニッポン—交通死・重度後遺症被害者は告発する—，GU企画出版部，263p.，2001。
- 19) 神戸市企画調整局企画部総合計画課：統計神戸（月報），No.546-No.570，1992.4-1994.4。
- 20) 神戸市：データこうべ—月別各種統計表—，1995.10-2006.3。
- 21) 神戸市：震災から10年における復興の進捗と取り組み，21p.，2005。
- 22) 輸出入貨物物流動向研究会：輸出入貨物に係る物流動向調査，日本関税協会，2000。
- 23) 神戸市交通安全会議：第6次神戸市交通安全計画，1996。

(原稿受付 2006.05.26)

(登載決定 2006.09.16)