

広域地震災害における復旧・復興状況の時空間的な推移 —阪神・淡路大震災を事例として—

Spacio-temporal patterns of recovery process
under large earthquake disaster
—a case study for Hanshin-Awaji earthquake—

高島 正典¹, 林 春男²

Masasuke TAKASHIMA¹ and Haruo HAYASHI²

¹ 京都大学大学院 情報学研究科

Graduate School of Informatics, Kyoto University

² 京都大学 防災研究所

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University.

This paper provides a method to estimate local chronological development of the recovery process under large earthquake disaster in real time manner using time-series data of electricity consumption. The index of recovery, recovery rate, is defined as ratio of the actual GRP(Gross Regional Product) after the disaster to the hypothetical GRP which would have been achieved in case there is no disaster. Since the GRP shows a strong correlation with the electricity consumption of the region, we can estimate the GRP in real time from electricity consumption in impacted area. Then the spacio-temporal patterns of recovery from the earthquake were estimated.

Key Words : Local Recovery Index, Electricity Consumption, the GRP(Gross Regional Product)

1. 本論文の背景・目的

大規模地震災害が発生した場合、甚大なストック被害と共に、被災後長期にわたり、被災地の社会経済活動面で様々なフロー被害*^{補注(1)}がもたらされることが予想される。この場合、ストック被害の速やかな復旧とともに、いかにこのフロー被害の発生期間を短くし、その規模を極小化するかが、その被災地の復旧・復興過程における重要な課題となる。

このような被災後のフロー被害軽減の課題を提起したのは、1995年1月に発生した阪神・淡路大震災であった。阪神・淡路大震災発生時には、被災後のフロー被害の発生状況を定量的に把握する手法がなかった。そのため、被災後様々な復旧・復興施策が実施されてきたものの、その施策の実施によって、フロー被害がどの程度軽減できたのかを客観的に評価することができなかった。このような経緯から、フロー被害の定量的把握の必要性が認識され始めた。

(1) フロー被害の定量的把握の試み

その後、産業復興計画(1995)¹⁾、豊田・河内(1997)²⁾が、経済の視点から震災によるフロー被害の定量化を行った。しかし、これらの推定においては、フロー被害の発生期間が与件とされていたり、被害額の算出が被災後のある1時点でのみ行われていたり、フロー被害の発生状況の時空間的な推移を推定するものではなかった。そのため、

被災後次々と実施される復旧・復興施策によって、フロー被害がどれだけ軽減されたかを評価することができなかった。

タイムリーにかつ効率的に復興対策を実施するためには、復旧・復興状況を継続的に、しかも迅速に把握する必要がある。なぜなら、ある時点における復旧・復興状況の把握にかかる期間が短ければ短いほど、既に実施した施策の効果をいち早く把握し、その情報を後続の施策の計画にフィードバックさせることができるからである。

(2) フロー被害の迅速な把握の試み

このような災害対策上の必要性を受け、高島・林(1998)³⁾、Takashima・Hayashi(1998)⁴⁾は、マクロな視点から被災地全体の復旧・復興状況を示す指標を提案し、それをできるだけ迅速に把握する手法を構築した。具体的には、まず、復旧・復興状況を示す指標をGRP(Gross Regional Product; 地域内総生産)*^{補注(2)}によって定義した。

しかし、我が国の場合、GRPは2年間の遅れをもって年単位の値が公表される。そのため、正規のGRPの公表を待っている間は、被災地の復旧・復興状況の把握が大幅に遅れてしまう。また、GRPは年間値が公表されるため、月単位のより詳細な復旧・復興状況の動きを把握することもできない。この問題を解消するため、ある地域におけるGRPと電力消費量の相関関係を利用して、被災地の電力消費量推移から復旧・復興状況の指標を、月単位で推定する手法を構築した。

さらに、高島・林(1999)⁹⁾では、指標の推定手法を改良すると共に、兵庫県全体を被災地として、阪神・淡路大震災以降の復旧・復興状況を推定した。その際、契約種別電力消費量から産業毎の復旧・復興状況も推定した。その結果、98年11月の時点で、兵庫県全体としては被災以来、なかなか復旧・復興を達成しきれずにいること、そして、この復旧・復興の遅れは、大規模第2次産業の停滞によるものであることが明らかにされた。さらに、兵庫県全体の機会損失は98年11月の時点で、1.85兆円にのぼることが明らかになった。

(3) 復旧・復興状況の時空間的な把握

高島・林(1999)で取り組まれた課題の1つは、一般に公表されているデータから、被災地の復旧・復興状況をどれだけ読みとることができるかというものであった。その際、一般に公表されている月別電力消費量の最小の集計単位は都道府県レベルであるため、阪神・淡路大震災の被災地としては、兵庫県を設定し、その復旧・復興状況を推定した。しかし、1)阪神・淡路大震災の被災地は兵庫県だけなのかという波及限界の把握の問題、あるいは2)兵庫県全体を等しく被災地と考えてよいのかという地域差の把握の問題が残されている。そこで本論文では、阪神・淡路大震災以降の兵庫県内外に13の区域を設定し、その区域毎の復旧・復興状況を推定する。そして、震災の影響はどこまで波及しているのか、また、震災の影響は地域によってどのような違いがあるのかを明らかにする。

2. 復旧・復興状況の指標の定義とその推定手法の概要

(1) 復旧・復興率

本論文で推定する指標は、[1],[2]において定義される「復旧・復興率」である。復旧・復興率は、Fig.1に示されるようなGRPベースでの復旧・復興の概念モデルをもとに定義される。

図中 $GRP_{i,x,t}$ は、ある地域 x が災害発生後実際に達成した実績GRPの推移を示している。地域 x のGRPは、被災により急激に低下した後、次第にその影響を克服してくるものと考えられる。災害が発生しなかった場合、地域 x は災害が発生した場合と比較して、より高いGRPの水準 $GRP_{0,x,t}$ を達成していたであろうと想定される。この2種類のGRPを想定することにより、 $GRP_{i,x,t}$ がどれだけ $GRP_{0,x,t}$ に近づいたかで、地域 x の復旧・復興の進捗状況を捉えることができる。つまり、地域 x の復旧・復興率を式[1]で定義することができる。

$$r_{x,t} = \frac{GRP_{i,x,t}}{GRP_{0,x,t}} \times 100(\%) \quad [1]$$

$r_{x,t}$: 地域 x の災害発生後第 t 期における復旧・復興率
 $GRP_{0,x,t}$: 災害が発生しなかった場合に地域 x が達成したであろう、災害発生後第 t 期におけるGRP推定値

$GRP_{i,x,t}$: 地域 x の災害発生後第 t 期におけるGRP実績値
 しかし、我が国の場合、GRPは2年間の遅れをもって年単位の値が公表される。そのため、正規のGRPの公表を待っている、復旧・復興率の把握が大幅に遅れてしまう。そこで、高島・林の一連の研究では、ある地域における電力消費量とGRPの間の相関関係に着目した。

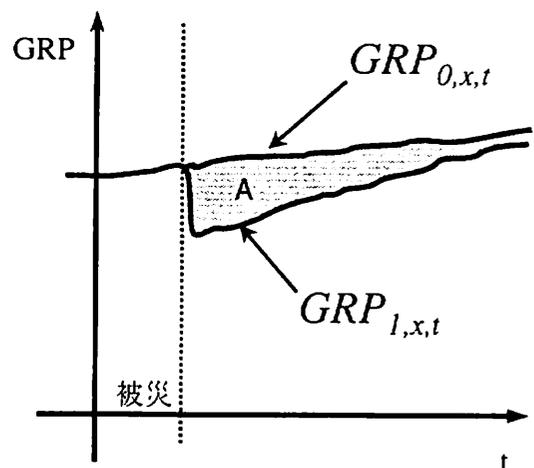


Fig.1 復旧・復興過程の概念モデル

実質GRP (兆円)

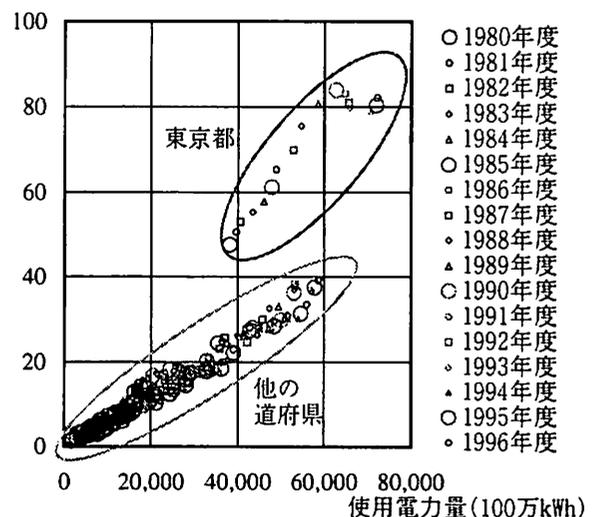


Fig.2 日本の各都道府県における使用電力量と実質GRPの関係

Fig.2は、1980~96年度の日本の各都道府県について、電力消費量⁶⁾⁷⁾⁸⁾と実質GRP⁹⁾¹⁰⁾の関係を示したものである。実質GRPと電力消費量の間に強い正の相関関係の存在が見てとれる。Fig.2から明らかなように、電力消費量とGRPの関係は、東京都とそれ以外の46道府県とは大きく異なっている。

そこで、高島・林(1999)は、1)東京都と2)46道府県の二群に対し、電力消費量と実質GRPの間の関係について、単回帰分析をおこない、日本における都道府県単位での電力消費量とGRPの関係が、式[2]のように表せることを明らかにした。

$$GRP_{x,t} = a \cdot W_{x,t} \quad [2]$$

$GRP_{x,t}$: 地域 x 災害発生後第 t 期におけるGRP

$W_{x,t}$: 地域 x 災害発生後第 t 期における電力消費量

a : GRP創出効率

ここで、 a は単位電力が消費された際に創出されたGRPの大きさであり、一種の生産効率を示している。復旧・復興率のGRPベースの定義式[1]は、電力消費量とGRPの関係式[2]を代入することで、電力消費量ベースの定義式[3]に変換できる。

$$r_{x,t} = \frac{W_{i,x,t}}{W_{0,x,t}} \times 100(\%) \quad [3]$$

$W_{0,x,t}$: 地域 x が災害が発生しなかった場合に達成したであろう、災害発生後第 t 期における電力消費量推

定値

$W_{i,x,t}$: 地域 x の災害発生後第 t 期における電力消費量実績値

このように、復旧・復興率が電力消費量ベースで定義されたことにより、復旧・復興状況の推移を、1~2ヶ月の遅れだけで把握することが可能となった。

(2) 「自然災害の影響度」としての復旧・復興率

復旧・復興率の定義式[1]に立ち返れば、復旧・復興率は被災しなかった場合の GRP に対する被災した場合の GRP の比でしかない。すなわち、災害発生後の GRP が災害が発生しなかった場合の GRP から、どれほど乖離しているかを示す指標でしかない。その意味では、復旧・復興率は、災害がその区域に及ぼした影響の大きさを示す指標であるといえる。

例えば、災害発生時に、自地域内におけるストック被害が小規模にとどまり、より深刻なストック被害を受けた隣接地域からの復旧・復興需要を享受できた地域を想定しよう。このような地域では、災害が発生した場合の GRP の方が、災害が発生しなかった場合よりも高い水準で推移することが考えられる。この地域の復旧・復興率は、100%を上回る系統的な推移を示すが、このときの復旧・復興率は、もはや復旧・復興の進捗状況を示す指標ではなく、災害がその地域にもたらした影響の大きさを示す指標となっている。

震災以降の兵庫県内外の各区域における復旧・復興状況を、復旧・復興率で捉えるのは、各区域に対し Fig.1 に示す復旧・復興プロセスが存在することを前提として、その復旧・復興の進捗状況を把握したいからではない。むしろ、復旧・復興率の 100%からの系統的な乖離に着目することで、各区域に震災の影響があったかどうか、またあったとすれば、震災がなかった場合と比較して経済活動水準を押し下げる影響だったのか、それとも押し上げる影響だったのかを知ることができるからである。

3. $W_{0,x,t}$ の推定手法

式[3]をもちいて復旧・復興率を推定するためには、復旧・復興率を求めたい地域 x の災害発生後の電力消費実績 $W_{i,x,t}$ と、地域 x が災害が発生しなかった際に達成していたであろう仮定の電力消費量 $W_{0,x,t}$ が必要である。 $W_{i,x,t}$ としては、地域 x の電力消費量実績値を用いることになる。

一方、仮定の消費量である $W_{0,x,t}$ は、Fig.3 に示されるようなプロセスで推定した。まず、災害発生後、災害による影響の波及を無視できる「基準地域」を想定する。基準地域の電力消費量は、災害が発生しなかった場合も発生した場合と全く同じ推移を辿ると考えた。そして、もし災害が発生しなければ、地域 x の電力消費量は、基準地域の電力消費量と同じ傾向で推移すると仮定した。

このような仮定をもうけたのは、災害発生後に自然災害とは因果関係がないと思われる要因による、基準地域と地域 x を含む地域全体の社会情勢の変化を考慮するためである。例えば、地域 x で災害が発生した後に、災害発生とは別の要因で地域 x を含む国全体の景気が悪化した場合、地域 x の電力消費量は、被災と景気の悪化という2つの要因で減少することが考えられる。この時被災しなかった場合の仮定の電力消費量 $W_{0,x,t}$ を、景気の悪化分低めに評価しなければ、復旧・復興率を必要以上に低

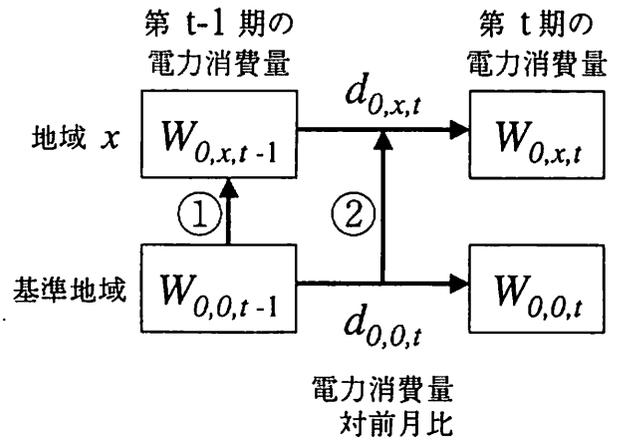


Fig.3 $W_{0,x,t}$ 推定プロセス

く推定することになる。そのような広域の社会情勢の変化は、基準地域の電力消費量に反映されるはずである。よって、「災害が発生しなければ、地域 x の電力消費量は、基準地域の電力消費量と同じ傾向で推移する」という仮定をもうければ、社会情勢の変化を考慮した上で、被災しなかった場合の仮定の電力消費量 $W_{0,x,t}$ を推定できる。

この仮定に基づき、以下のプロセスを経て $W_{0,x,t}$ を推定した。

①: 地域 x の電力消費量 $W_{0,0,t}$ と基準地域の電力消費量 $W_{0,x,t}$ の関係を、式 [4] のように定式化し、 $W_{0,0,t-1}$ から $W_{0,x,t-1}$ を推定する。

$$W_{0,x,t} = \alpha_x \cdot W_{0,0,t} + \sum_{i=1}^{12} \beta_{x,i} \cdot \delta_i \quad [4]$$

$W_{0,0,t}$: 基準地域の第 t 期における電力消費量

$W_{0,x,t}$: 地域 x の第 t 期における電力消費量

α_x : 地域 x の電力消費量の回帰係数

$\beta_{x,i}$: 地域 x の i 月のダミー変数の係数

δ_i : 季節調整のためのダミー変数

(第 t 期が i 月である場合 = 1 / そうでない場合 = 0)

②: 基準地域の電力消費量対前月比 $d_{0,0,t}$ と地域 x の電力消費量対前月比 $d_{0,x,t}$ の関係を式 [5-a] のように定式化し、 $d_{0,0,t}$ から $d_{0,x,t}$ を推定する。

$$d_{0,x,t} = \gamma_x \cdot d_{0,0,t} + \sum_{i=1}^{12} \eta_{x,i} \cdot \delta_i \quad [5-a]$$

$d_{0,0,t}$: 基準地域の第 t 期における電力消費量の対前月比

$$d_{0,0,t} = \frac{W_{0,0,t}}{W_{0,0,t-1}} - 1.0 \quad [5-b]$$

$d_{0,x,t}$: 地域 x の第 t 期における電力消費量の対前月比

$$d_{0,x,t} = \frac{W_{0,x,t}}{W_{0,x,t-1}} - 1.0 \quad [5-c]$$

γ_x : 地域 x の電力消費量対前月比の回帰係数

$\eta_{x,i}$: 地域 x の i 月のダミー変数の係数

ダミー変数を導入したのは、基準地域と地域 x の電力消費量の季節変動パターンの違いを考慮するためである。

③: 式 [5-c] から、式 [6] を導くことができる。①で推定した $W_{0,x,t-1}$ と②で推定した $d_{0,x,t}$ を [6] に代入して $W_{0,x,t}$ を求める。

$$W_{0,x,t} = (d_{0,x,t} + 1.0) \cdot W_{0,x,t-1} \quad [6]$$

4. 阪神・淡路大震災後の兵庫県内外の復旧・復興状況の推定と結果の考察

(1) 推定に用いたデータセット

2., 3. で述べてきた手法に基づいて、阪神・淡路大震災以後の兵庫県内外における復旧・復興率の推移を推定した。その際、兵庫県内外について13の区域を設定し、各区域毎に推定を行った。設定された13の区域と各区域の復旧・復興率の推定に用いた月別電力消費量実績値 $W_{l,x,t}$ の出所は、Table 1にまとめられている。まず、兵庫県周辺地域については、大阪府、岡山県、京都府の3つを設定した。各府県の月別電力消費量実績値 $W_{l,x,t}$ (1992.4~1998.9) のデータについては、各県の統計書等¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾から入手した。兵庫県内部の区域設定については、関西電力株式会社のご協力で提供していただいた、阪神・神戸地域の月別電力消費量実績値の集計単位に依存している。兵庫県における関西電力の電力販売は、神戸支店と姫路支店の2つの支店が担当している。神戸支店担当区域内は、さらに三宮、兵庫、西宮、尼崎、明石、淡路、柏原の7つの営業所で分担されている。今回提供していただいたのは、この7つの営業所ごとの月別販売電力量データ(1992.4~1998.9)である。そこで、兵庫県内については、神戸支店下の7つの営業所担当区域と、姫路支店担当区域の、合わせて8つの区域を設定した。姫路支店担当区域の電力消費量実績値については、兵庫県全体の月別電力消費量から、神戸支店担当区域の電力消費量実績値を差し引くことで間接的に求めた。兵庫県全体の月別電力消費量実績値 $W_{l,x,t}$ としては、1995年1月から1998年9月における月別の兵庫県の電力・電灯需要実績値を用いた。出所は「兵庫の統計(兵庫県統計協会)¹⁵⁾」である。また、基準地域は、「兵庫県、大阪府、岡山県、京都府を除く日本全体」とした。従って、基準地域の電力消費量実績値 $W_{0,0,t}$ としては、電力事業連合会のホームページ内の電力統計情報¹⁶⁾を出所とする全国の月別電灯・電力需要実績値から、兵庫県、大阪府、岡山県、京都府の実績値を差し引いた値を用いた。

(2) $W_{0,x,t}$ の推定

各区域が、災害が発生しなかった際に達成していたであろう仮定の電力消費量 $W_{0,x,t}$ の推定を行うには、式[4],[5-a]のパラメータ $\alpha_{x,t}$, $\beta_{x,t}$, $\gamma_{x,t}$, $\eta_{x,t}$ を、経験的に推定する必要がある。

各区域のパラメータ $\alpha_{x,t}$, $\beta_{x,t}$ は、1992年4月から1994年12月における当該区域の電力消費量 $W_{0,x,t}$ と基準地域の電力消費量 $W_{0,0,t}$ から求められた。どの区域のパラメータ推定においても、高い自由度調整済み寄与率が得られた。同様に、各区域のパラメータ $\gamma_{x,t}$, $\eta_{x,t}$ は、同期間における当該区域の電力消費量対前月比 $d_{0,x,t}$ と基準地域の電力消費量対前月比 $d_{0,0,t}$ から求められた。ここでも、どの区域のパラメータ推定においても、高い自由度調整済み寄与率が得られた*補注(3)。

震災が発生しなかった場合の兵庫県の電力消費量推定結果 $W_{0,x,t}$ と、震災後の兵庫県の電力消費量実績値 $W_{l,x,t}$ の推移を図示したものが Fig.4である。震災発生後、被災しなかった場合の推定値 $W_{0,x,t}$ に比べ実績値 $W_{l,x,t}$ が大きく下回っていることが分かる。

(3) 復旧・復興率の推定

兵庫県内外の地域を4.(1)で述べたような13の区域に

Table 1 設定された13の区域と各区域の復旧・復興率の推定に用いた月別電力消費量実績値 $W_{l,x,t}$ の出所

区域	$W_{l,x,t}$ の出所
京都府区域	参考文献11)
大阪府区域	参考文献12)
兵庫県区域	参考文献15)
岡山県区域	参考文献13)14)
神戸支店担当区域	関西電力株式会社より提供
尼崎営業所担当区域	
西宮営業所担当区域	
三宮営業所担当区域	
兵庫営業所担当区域	
淡路営業所担当区域	
柏原営業所担当区域	
明石営業所担当区域	兵庫県区域のデータから神戸支店担当区域のデータを差し引き間接的に求めた。
姫路支店担当区域	

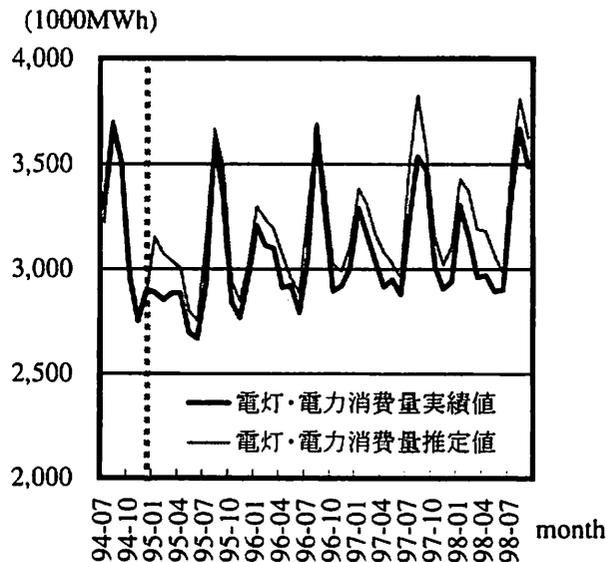


Fig.4 兵庫県における電力消費実績値および被災しなかった場合の仮定の電力消費量推定値の推移

分割したことで、阪神・淡路大震災からの復旧・復興状況を a) 県レベル、b) 支店担当区域レベル、c) 営業所担当レベルの3つの視点から見るができる。以下、各視点から見た兵庫県内外における復旧・復興状況の推定結果を述べる。

a) 県レベルで見た復旧・復興率の推移

95年1月から98年9月までの兵庫県、大阪府、岡山県、京都府の復旧・復興率の推移を推定した結果が Fig.5である。兵庫県では、95年1月の被災で、電力消費量実績が被災しなかった場合の想定消費量の91.5%まで下落している。そして、その後の復旧・復興率は95.8%周辺で上下しながら推移している。次に京都府、大阪府の復旧・復興率の推定結果をみると、震災発生当初は、大きな変動は見られないものの、その後徐々に100%を下回り始める。岡山県の復旧・復興率は、震災後一貫して100%付近に止まっている。



復旧・復興率

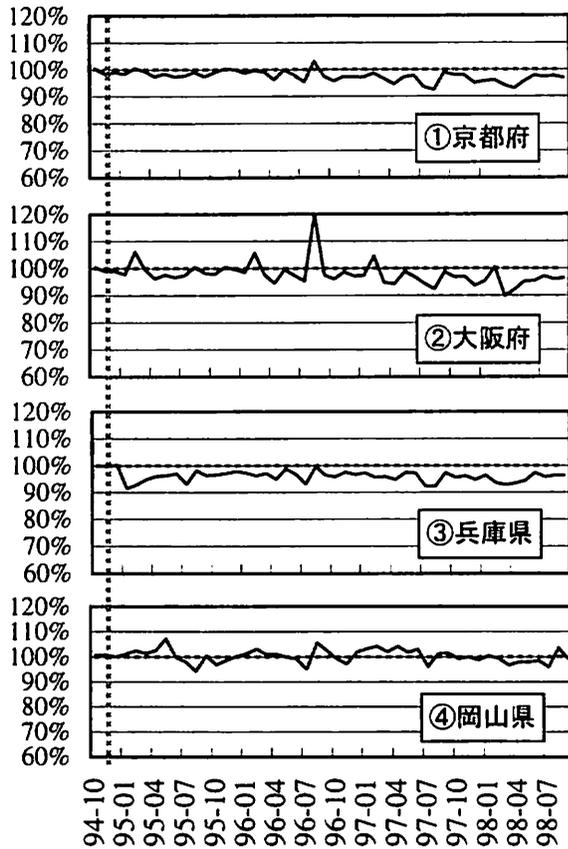


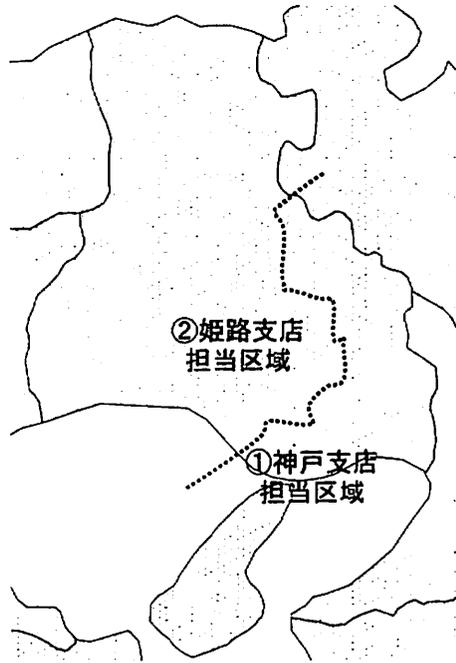
Fig.5 県レベルで見た復旧・復興率の推移

以上のことから、県単位で見た場合、震災の影響を最も強く受けたのは兵庫県であり、兵庫県全体としては被災以来、なかなか復旧・復興を達成しきれずにいることがわかる。また、大阪府、京都府へも震災の影響が及んでいることがうかがえる。

b) 支店担当区域レベルで見た復旧・復興率の推移

次に、震災の影響が最も強く現れている兵庫県内において支店担当区域レベルでの復旧・復興率の推移を推定した。Fig.6は神戸支店担当区域、及び姫路支店担当区域の復旧・復興率の推移を比較したものである。

Fig.6によれば、神戸支店担当区域では、被災直後、被災しなかった場合の電力消費量想定値に対して、実績値が85.8%まで落ち込む。しかし、その後時間の経過と共に徐々に復旧・復興が進み、復旧・復興過程が収束に向



復旧・復興率

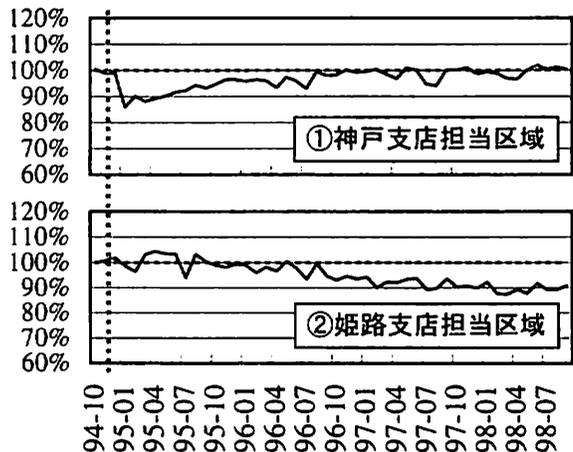


Fig.6 支店担当区域レベルで見た復旧・復興率の推移

かう様子が見受けられる。これに対し、姫路支店担当区域では、被災後1995年3月～6月において、電力消費量想定値に対して実績値が平均103.6%まで上昇した後、徐々に復旧・復興率が100より小さくなる方向へ系統的な変化を見せる。そして、1998年に入ってからでは89.5%で停滞している。このことから、兵庫県全体として、復旧・復興が達成しきれずにいるのは、神戸支店区域で復旧・復興が進む一方で、姫路支店区域では、あたかもそれを補償するような形で経済活動が停滞しているからではないかということが推測できる。

c) 営業所担当区域レベルから見た復旧・復興率の推移

最後に神戸支店区域内の復旧・復興状況について詳細に見てみることにする。Fig.7は、神戸支店内の7つの営業所担当区域ごとの復旧・復興率を求めた結果である。神

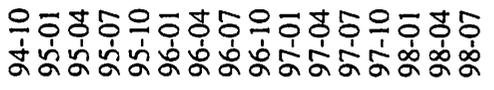
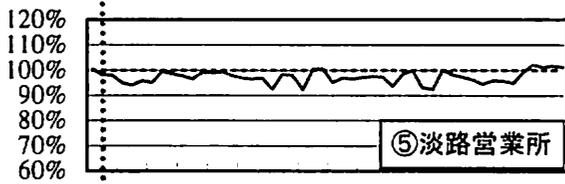
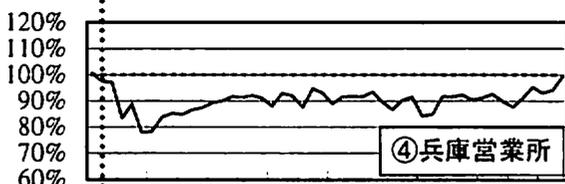
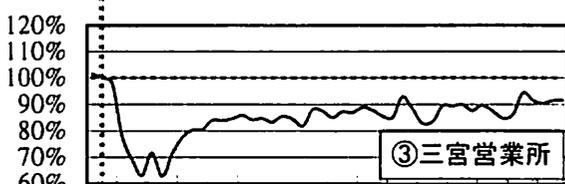
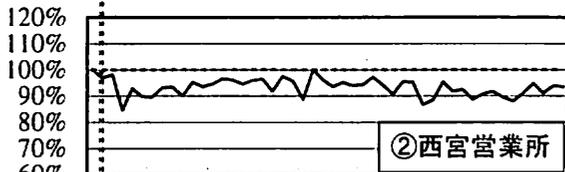
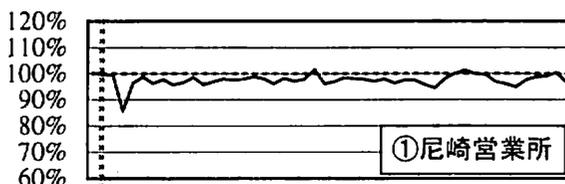
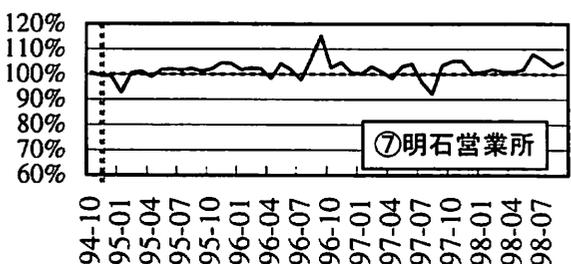
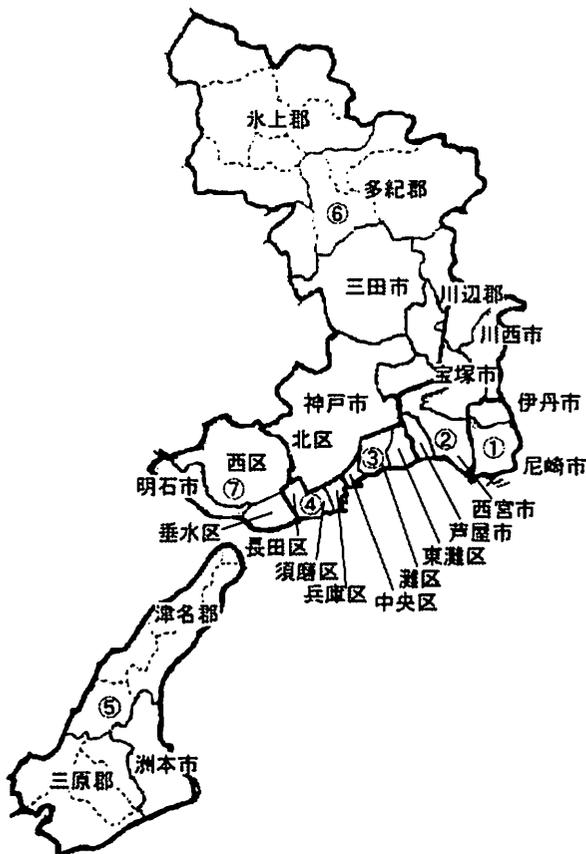
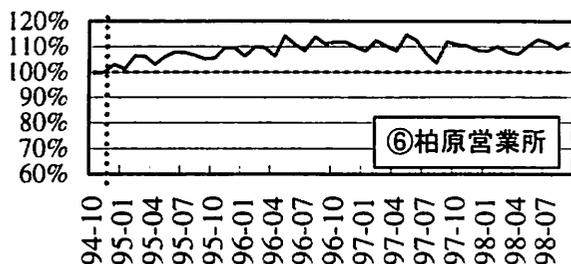


Fig. 7 営業所担当区域レベルで見た復旧・復興率の推移

戸支店内の各営業所担当区域ごとの復旧・復興率の推移を比較すると、区域によって復旧・復興率の推移が大きく異なることが分かる。

まず大きく、被災後復旧・復興率が平均して100%を下回って推移する区域と（三宮営業所、兵庫営業所、西宮営業所、尼崎営業所、淡路営業所）、被災後復旧・復興率が100%を上回って推移する区域に分けられる（明石営業所、柏原営業所）。100%を下回っている区域において、震災によって最も大きな影響を受けたと考えられるのは、三宮営業所担当区域である。被災後60~70%台まで急激に低下し、その状態が95年7月まで、7ヶ月間続いている。

る。95年8月には80%台まで回復し、その後緩やかな上昇基調の中、98年5月以降は90%台で推移している。次に大きな影響を受けたと考えられるのは兵庫営業所である。被災後、復旧・復興率は急激に低下し、95年3月には77.8%に至る。その後95年12月までにかけて、復旧・復興率は上昇するものの、98年5月までは90.5%前後で停滞している。98年6月以降は、再び上昇基調に転じている。以上の2区域と比較して、西宮、尼崎営業所の復旧・復興率は被災後1月に底を迎えている。それ以後西宮営業所区域は93.1%前後、尼崎営業所区域は97.6%前後で推移している。淡路営業所の場合、以上の4営業所担

当区域と比較すると、被災をきっかけに復旧・復興率が急激に悪化することはないが、被災後平均して 97.3%前後で推移している。

以上の 5 営業所担当区域とは対照的に、柏原営業所および明石営業所担当区域においては、復旧・復興率が 100%を上回っている*補注(4)。これらの区域において復旧・復興率が 100%を上回るのは、三宮営業所担当区域や、兵庫営業所担当区域のような、震災により深刻な影響を受けた区域の外側に、経済活動がシフトしたことによるのではないかと推測できる。

(4) 被災地の構造

震災後の各区域における復旧・復興率の代表値として、震災後の各区域における復旧・復興率の中央値をとり、比較したものが Fig. 8 である。Fig. 8 の結果より、阪神・淡路大震災の兵庫県内外を以下の 4 つの区域に分類できる。

- 1) 震災直後から経済活動が落ち込む区域(三宮営業所, 兵庫営業所, 西宮営業所, 尼崎営業所, 淡路営業所等)
- 2) その周辺で、経済活動が盛り上がる区域(柏原営業所, 明石営業所)
- 3) さらにその外側で震災後しばらく経過してから経済活動が停滞してくる区域(姫路支店, 京都府, 大阪府)
- 4) 震災の影響がほとんど表れない区域(岡山県)

この結果をモデル化して示したものが Fig. 9 である。Fig. 9 において、横軸は最も震災の影響を強く受けた三宮営業所担当区域からの距離、縦軸は各地区における震災がなかった場合を基準とした震災後の経済活動の水準である。

このモデルが災害一般に当てはまるのかについては今後の検討が必要であるが、このモデルから、震災後の復旧・復興プロセスにおける区域間の相互関係の存在を想定することができる。例えば、著しく経済活動が落ち込む区域の復旧・復興が進むのは、その外側で復旧・復興を助けるべく経済活動が活発になる区域ができるからかも知れない。また、震災後しばらく経過してから経済活動が停滞する区域ができたのは、最も深刻な影響を受けた区域とその復旧・復興を補佐する区域に、兵庫県内の経済活動が集中したからかも知れない。すなわち、ある災害によって深刻な被害を受けた地域は、その地域だけで、復旧・復興を果たすわけではなく、地域間の役割分担があった上で復旧・復興を進めることができるという仮説を立てることができる。

5. 結論と今後の課題

本研究では、兵庫県内外について 13 の区域を設定し、各区域毎に阪神・淡路大震災以降の復旧・復興率の推定を行った。そして、その推定結果から、震災からの復旧・復興を空間的に捉えたモデルを作成した。このモデルから、阪神・淡路大震災におけるいわゆる「被災地」の構造が明らかになった。今後は、1)なぜ経済活動が著しく落ち込む区域の周辺に、経済活動が盛り上がる区域が現われたのか、2)なぜ、さらにその周辺区域で、経済活動が停滞しはじめたのかを明らかにし、復旧・復興プロセスにおける区域間の関連性の仮説を検証する必要がある。また、例えば、三宮営業所区域では、95 年 8 月～10 月に大きな復旧・復興ペースの急激な変化が見られるが、この特徴から、この区域の復旧・復興がこの時期に何らかのフェーズの転換を迎えたとも推測できる。

復旧・復興率の中央値

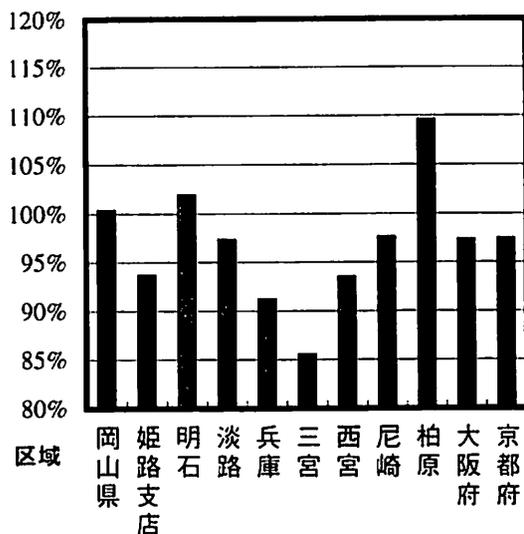


Fig. 8 各区域の復旧・復興率の中央値

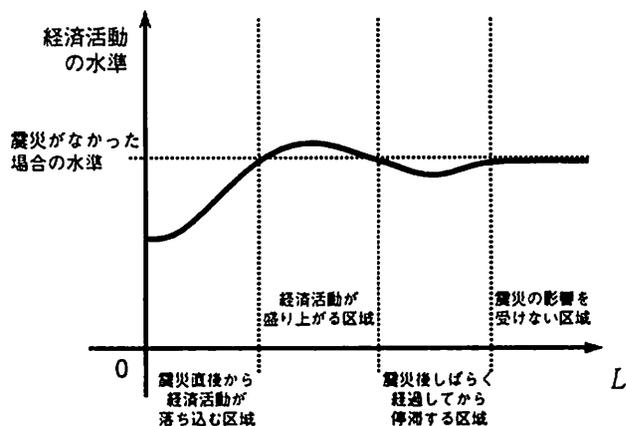


Fig. 9 空間的に捉えた阪神・淡路大震災における被災地の復旧・復興モデル

今後、そのような各区域における復旧・復興状況の時間的推移の特徴と、被災地内及び周辺で発生したイベントとの対応関係を調べ、復旧・復興過程にはどのようなフェーズが存在し、フェーズの転換は何をきっかけに発生するのかを明らかにする必要がある。

謝辞

最後に、本研究を行うに際し、神戸・阪神地域における月別電力消費量データを提供して下さった関西電力株式会社我感到の意を表し筆をおく。

補注

補注 (1)

高島・林の一連の研究では、自然災害による被害をストック被害とフロー被害の 2 種類に分類している。ストック被害は、建築物・社会基盤施設の倒壊・焼失に代表される異常外力に起因する物的破壊を指す。フロー被害とは、ストック被害に起因する生産・消費活動の低下や、災害対策経費の増大による財政の悪化といった、その後の被災地の社会経済活動に現れる影響を指す。

Table 2 各区域におけるパラメータ $\alpha_r, \beta_{r,i}$ の推定結果

区域	京都府	大阪府	兵庫県	岡山県	神戸支店	姫路支店	尼崎営業所	西宮営業所	三宮営業所	兵庫営業所	淡路営業所	柏原営業所	明石営業所	
回帰係数 α_r	0.02911	0.09775	0.05785	0.02143	0.03851	0.01934	0.00658	0.00819	0.00618	0.00508	0.00200	0.00394	0.00615	
ダミー変数の係数 $\beta_{r,i}$	i=1	12767	-53115	-24587	-32226	2184	-26770	-5374	9667	-7566	5325	-2572	-3723	-254
	2	-647	-327537	6599	-9519	-14117	20716	-4759	3400	-7574	1326	-3357	-3273	-702
	3	10978	-4292	20518	31182	15586	4932	9011	1428	-1786	2521	-2404	-790	1577
	4	-282038	-347402	60406	88886	-318006	378412	75444	-125804	-44038	-57700	-25311	-71523	-109637
	5	5649	72673	36196	5857	21008	15188	3968	1734	4926	1422	-772	2824	3293
	6	-21466	94486	-35808	19528	-8509	-27299	14437	-13158	3210	-5687	-3112	-2523	-5315
	7	26667	395381	80417	42095	77987	2430	33249	8514	26104	8350	-437	-5117	-1414
	8	82017	708793	165162	26397	138261	26902	34040	22743	45724	25266	4818	-9081	5663
	9	43099	447783	88239	31457	81938	6301	37317	4948	28317	18308	1343	-10658	450
	10	-17798	146501	43537	54448	27174	16363	17856	-7366	13905	4830	-1156	-2904	-1873
	11	-23523	-72631	-15935	41222	-21414	5479	723	-10042	-6074	-2866	-2711	1660	-4061
	12	-5628	-30387	15842	21523	-1269	17110	-390	-611	-2603	-1381	-3694	2494	-772
自由度調整済み寄与率	0.987	0.956	0.976	0.900	0.988	0.862	0.979	0.988	0.984	0.974	0.969	0.878	0.969	

Table 3 各区域におけるパラメータ $\gamma_r, \eta_{r,i}$ の推定結果

区域	京都府	大阪府	兵庫県	岡山県	神戸支店	姫路支店	尼崎営業所	西宮営業所	三宮営業所	兵庫営業所	淡路営業所	柏原営業所	明石営業所	
回帰係数 α_r	1.25526	0.84861	0.84891	0.97013	1.07641	0.57224	0.82838	1.30582	1.03355	1.34823	1.38504	1.11136	1.24068	
ダミー変数の係数 $\beta_{r,i}$	i=1	-0.0155	-0.0704	0.0008	0.0122	-0.0199	0.0263	-0.0100	-0.0204	-0.0164	-0.0275	-0.0020	-0.0076	-0.0092
	2	0.0044	0.0712	-0.0031	0.0282	0.0099	-0.0166	0.0234	-0.0068	0.0081	-0.0046	0.0216	0.0157	0.0080
	3	-0.0120	-0.0006	-0.0106	-0.0351	-0.0107	-0.0098	-0.0385	0.0062	-0.0031	-0.0083	0.0561	0.0317	0.0051
	4	0.0058	0.0024	0.0048	0.0083	0.0059	0.0029	0.0116	-0.0033	0.0107	0.0118	-0.0084	-0.0067	-0.0038
	5	-0.0321	0.0064	-0.0301	0.0047	-0.0248	-0.0351	0.0163	-0.0559	-0.0160	-0.0542	-0.0288	-0.0366	-0.0424
	6	0.0457	0.0898	0.0528	0.0068	0.0699	0.0349	0.0313	0.1261	0.0987	0.0751	0.0575	0.0376	0.0709
	7	0.0400	0.0778	0.0347	-0.0286	0.0390	0.0295	-0.0160	0.0635	0.0630	0.0678	0.0839	0.0269	0.0760
	8	-0.0344	-0.0518	-0.0307	-0.0046	-0.0375	-0.0209	-0.0045	-0.0506	-0.0634	-0.0388	-0.0323	-0.0165	-0.0255
	9	-0.0428	-0.0742	-0.0302	0.0185	-0.0420	-0.0132	-0.0454	-0.0441	-0.0590	-0.0495	-0.0095	0.0073	-0.0357
	10	-0.0115	-0.0572	-0.0287	-0.0173	-0.0406	-0.0146	-0.0527	-0.0121	-0.0894	-0.0513	-0.0143	0.0348	-0.0176
	11	0.0131	0.0157	0.0110	-0.0287	0.0131	0.0098	-0.0155	0.0510	0.0100	-0.0027	-0.0055	0.0283	0.0362
	12	0.0076	0.0112	-0.0054	-0.0649	0.0054	-0.0154	-0.0306	0.0546	-0.0256	0.0077	0.0223	0.0226	0.0440
自由度調整済み寄与率	0.960	0.880	0.951	0.885	0.967	0.834	0.960	0.963	0.961	0.951	0.925	0.951	0.960	

補注 (2)

GRP とは、ある地域内において 1 年間に創出される付加価値の合計であり、その地域の経済活動の水準を示す代表的な指標である。ある国の各地域における GRP の総和は、その国の GDP (国内総生産) に相当する。

補注 (3)

パラメータ $\alpha_r, \beta_{r,i}$ の推定結果を Table 2 に示す。また、パラメータ $\gamma_r, \eta_{r,i}$ の推定結果は Table 3 に示す。

補注 (4)

明石営業所では管轄区域の変更が 1996 年 10 月にあったため、1996 年 10 月以降における明石営業所担当区域の復旧・復興率の推移には補正が施されている。

参考文献

- 1) 産業復興会議: 産業復興計画, pp.1-3, pp.16-17, 1995.
- 2) 豊田利久・河内朗: 阪神・淡路大震災による産業被害の推定, 国民経済雑誌, 第 176 巻, 第 2 号, pp.1-15, 1997.
- 3) 高島正典・林春男: 電力消費量時系列データを指標とした復旧・復興過程のリアルタイム観測手法に関する基礎的研究, 地域安全学会論文報告集 No.8, 地域安全学会, pp.348-353, 1998.
- 4) Takashima Masasuke・Hayashi Haruo: Quantifying indirect damages due to Hanshin-Awaji earthquake disaster using time-series

data of electricity consumption, Proceedings of the 6th Japan/United States Workshop on Urban Earthquake Hazard Reduction, J-6-1, 1998.

5) 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, (投稿中).

6) 総務庁統計局: 日本統計年鑑, 第 33 回, 昭和 58 年～第 46 回, 平成 8 年.

7) 電気事業連合会統計委員会: 電気事業便覧, pp.74-75 (平成 5 年版), pp.74-75 (平成 8 年版), pp.76-77 (平成 9 年版).

8) (財) 矢野恒太記念会: データでみる県勢, 国勢社, pp.180, 1998.

9) 経済企画庁経済研究所: 県民経済計算年報 (平成 10 年版), pp.38-42, 1998.

10) 経済企画庁経済研究所のホームページ上のデータダウンロードサービス (<http://www.epa.go.jp/98/a/19981027jpmenu/rimenu.html>).

11) 京都府: 統計京都, 1992.5～1999.5

12) 大阪府企画調整部統計課: 月刊大阪の統計, No.522, 1992.9～No.603, 1995.5.

13) 岡山県企画振興部統計管理課: 統計おかやま, 1998.8～1999.3.

14) 岡山県企画部統計管理部: 岡山県統計年報, 平成 5 年版～平成 9 年版.

15) 兵庫県統計協会: 兵庫の統計, No.172, 1980.1～No.286, 1999.1.

16) 電力事業連合会のホームページ上の電力統計情報 (<http://www.fepc.or.jp/>).

(原稿受付 1999.6.30)