

# 2004年中越地震時の事業所被災調査データを用いた操業水準回復の要因分析

都市交通研究室（学籍番号 07331281）宮袋 裕輔  
指導教員 松本 昌二， 土屋 哲

## 1. はじめに

今日の社会生活は、電力、水道、ガス、交通、通信などのライフラインに大きく依存している。このため、一つでも欠けると市民生活環境や経済活動環境に大きな影響が及び、社会がこうむる被害は甚大なものとなる可能性がある。ライフライン途絶などの機能損傷をもたらす二次的被害を軽減するためには、施設そのものの強化やバックアップ機能の強化など効果的な施策を実施していくことが重要である。

本研究では、2004年に発生した新潟県中越地震に関して行われた産業被害調査のデータを用いて、操業水準回復の要因について分析することを目的とする。具体的には、地震災害による一次的被害を軽減することを、および事後の適切な対応により二次的被害を軽減すること、これらの組み合わせによって早期に操業水準が回復することをレジリエンシー（災害時のライフライン途絶への耐性）の概念を用いて説明する。レジリエンシーの概念図を図1に示す。また、各種ライフラインの途絶の影響や、復旧活動、事業所規模など操業水準の回復にどのような要因がどのように影響しているのかを把握する。さらに、製造業、非製造業という大きな産業区分で、レジリエンシー特性を定量的に評価する。

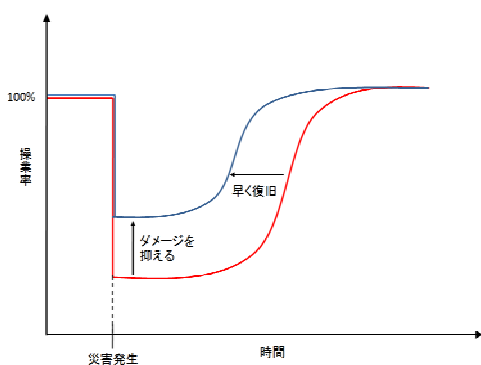


図1：レジリエンシーのイメージ

## 2. 使用データ

2004年に発生した新潟県中越地震に関して行われた産業被害アンケート調査のデータを用いた。

・データ（調査項目）

電力、水道、ガス、交通、通信、操業率、復旧活動

の有無、融資の有無、復旧過程、資産被害等を用いた。主に用いたデータは太字で記されているものである。

これらのデータを用いて復旧活動の有無、融資の有無、代替パラメータを推定した。

## 3. 操業率に関する比較

### 3.1 操業率の算出

アンケート調査の結果を用いて算出した。何らかの復旧活動を行った企業と復旧活動を行っていない企業、融資を受けた企業と融資を受けていない企業に分け操業率の算出を行った。10月25日、1週間後、2週間後、3週間後、4週間後、2ヶ月後のデータの平均を取り、yは操業率とし、xをそれぞれの「道路以外のライフラインが要因となる操業率への影響」の回答の平均値として下記の式によって算出した。

$$y = 1 - \frac{x}{100}$$

### 3.2 復旧活動が操業水準の回復に与える影響

復旧活動を行った企業と復旧活動を行っていない企業に分け、操業率を算出した。復旧活動を行った企業がを行った活動は、アンケートの結果から営業時間の増加、他地域からの応援、休日返上などである。算出した結果のグラフを図2に示す。

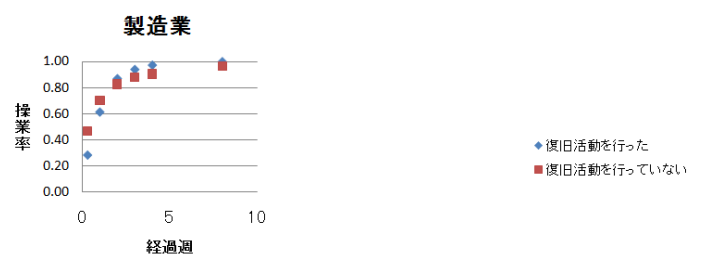


図2：復旧活動の有無と操業率回復カーブ  
(左：製造業、右：非製造業)

製造業では2週間目までは復旧活動を行っていない企業のほうが操業率は高くなっていったが、2週目以降は復旧活動を行ったほうが高くなっていった。非製造業においても復旧活動を行ったほうが値は大きかった。このため、復旧活動を行っていない企業よりも復旧活動を行った企業のほうが操業率の回復が早くなったと考えられる。

### 3.3 融資が操業水準の回復に与える影響

融資を受けた企業と融資を受けていない企業に分け、操業率を算出した結果のグラフを図3に示す。

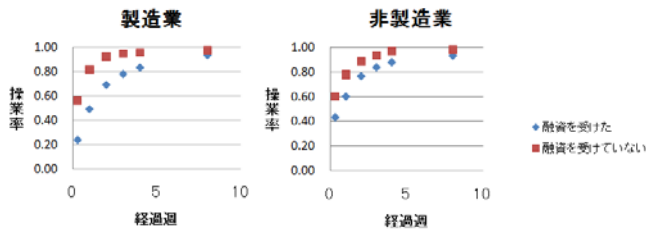


図3：融資の有無と操業率回復カーブ  
(左：製造業，右：非製造業)

製造業の融資を受けた場合は、融資を受けていない場合よりも回復が早いように見受けられる。製造業、非製造業に共通していえることは、融資を受けた企業のほうが10月25日の時点での操業率が融資を受けた場合よりも低いことである。アンケートの結果により、これは操業率が低い企業が民間金融機関借入、自治体助成、保険、公庫等制度融資等を利用して早期の復旧を望んだ結果と考えられる。

## 4. 代替パラメータの推定に関する検討

### 4.1 前提条件

生産関数とは『ある一定の投入量とそれから得られる最大可能産出量との関係』である。今回使用したCES生産関数は代替の弾力性が一定の生産関数である。それぞれ、 $\rho$ の値によって決まり、本研究では本章では $\rho$ を未知の値とし、 $\rho$ の推定を行う。企業の生産技術としての階層構造を図4に示す。

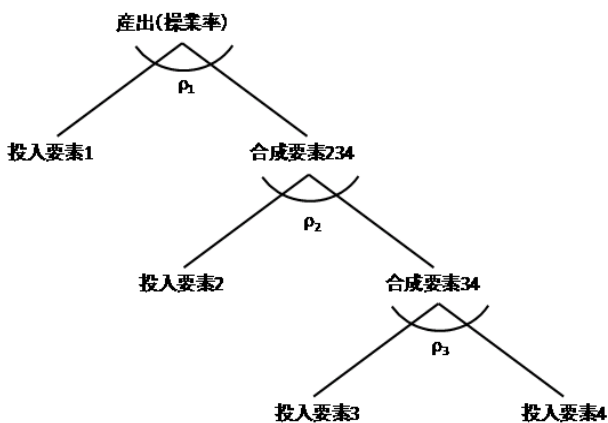


図4：企業の階層的な生産構造

### 4.2 パラメータの推定式

企業の生産関数のうち、ユーティリティ投入に係わる部分を次に示す。

$$r^{\rho_1} = \frac{\alpha_1(r_1)^{\rho_1} + (\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)(r_{234})^{\rho_1}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}$$

$$(r_{234})^{\rho_2} = \frac{\alpha_2(r_2)^{\rho_2} + (\alpha_3 + \alpha_4)(r_{34})^{\rho_2}}{\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}$$

$$(r_{34})^{\rho_3} = \frac{\alpha_3(r_3)^{\rho_3} + \alpha_4(r_4)^{\rho_3}}{\alpha_3 + \alpha_4}$$

### 4.3 推定結果

上記の式を用いて、例として、投入要素1にガス、投入要素2に労働、投入要素3に電気、投入要素4に設備を仮定した場合の製造業におけるパラメータ推定結果を表1に示す。

表1：代替パラメータ推定結果

製造業		非製造業	
$\rho_1$	-1.00	$\rho_1$	-0.97
$\rho_2$	-2.90	$\rho_2$	-10.70
$\rho_3$	-20.00	$\rho_3$	-42.20
$\sigma_1$	0.50	$\sigma_1$	0.51
$\sigma_2$	0.26	$\sigma_2$	0.09
$\sigma_3$	0.05	$\sigma_3$	0.02

$$\ast \sigma_n = \frac{1}{1 - \rho_n}$$

推定結果より、製造業の場合 $\sigma_1$ が最も大きい値になった。これはガスの途絶が起こった場合に、他の階層と比較して高い弾力性を持つため、労働、電気、設備面の代替により、高い操業水準を保つことができると考えられる。また、 $\sigma_3$ の値は0に近い値になっている。これは電気が途絶した場合に、設備面の投入による代替の程度は小さいと考えられ、途絶の影響が非常に大きいことを意味する。非製造業では $\sigma_2$ の値が製造業に比べ非常に小さく従業員数が低下した時は製造業よりも大きく影響を受ける。

## 5. 本研究のまとめ

営業時間の増加等の復旧活動を行ったほうが操業率の回復が早くなった。被災直後の10月25日時点で操業率が比較的低い企業が融資を受け取っていた。

代替パラメータを推定した結果、この組み合わせではガスの途絶が起こっても労働、電気、設備面の代替により、高い操業水準を保つことができる。電気が途絶した場合、途絶の影響が非常に大きい。また、すべての組み合わせで同様の推定を行って検討する必要があると考えられる。

### [主な参考文献]

高橋宏美：ライフライン途絶に対する企業生産レジリエンシーの評価手法に関する研究，長岡技術科学大学課題研究論文，2007。