

東日本大震災に基づく企業の倒産予測モデル構築と経済被害予測法の検討

名古屋大学大学院 環境学研究科 都市環境学専攻
博士課程前期課程 2 年 福和研究室 松本武士

1. はじめに

今日における経済被害予測は、建物被害などの直接被
害と地域の生産力の低下による間接被害の算出が主であ
り、企業活動の波及効果を考慮したものはほとんど存在
しない。しかし、企業が被災することは、地域産業の活
動レベルが低下し、日本経済の停滞を招く。さらに、被
災した企業が倒産すると、被災地では労働力の流出、ま
た、被災地外においても被災地の倒産した企業と取引先
関係にある企業の事業の遅れや停滞を発生させるなど、
被災企業の倒産は、被災地だけではなく、被災地外にも
影響を及ぼす現象である。こうした危機に対して、地域
の産業を継続するために、被害を最小化し、迅速な回復
を目指す「産業レジリエンス」の構築が重要であるとい
える。そのためにも、防災戦略のツールとして被害想定
を位置づけた場合、従来のブラックボックス的評価では
なく、「誰が、何をすれば、どんな被害が、どう変化する
のか」の因果関係が見える評価が求められている。

本研究では、上記の問題意識のもとで、企業への事前
対策や復興支援政策の効果を評価できる手法を提案する
ための足がかりとして、東日本大震災における企業の倒
産データを用いて倒産への決定要因を把握し、震災の影
響を考慮した企業の倒産予測モデルを構築する。南海ト
ラフ巨大地震などの被害想定にこのモデルを組み込むこ
とにより、各企業の倒産確率を算出し、失業者数の期待
値や倒産リスクの高い企業を取引先に持つ企業の間接的
被害などの経済被害を予測できる。その結果と、政策変
数を組み込んだ場合の結果を比較することで、その効果
を定量的に評価することが可能となる。この分析を通じ
て震災発生後に中小企業の復興支援の経済発展への寄与
を示すことが研究の目的である。

2. 東日本大震災における企業被害の実態

2. 1 倒産データ

本研究の分析では、(株)帝国データバンクが収録した
データ^{1) 2)}を用いる。このデータには、企業レベルの企業
情報、倒産情報が含まれている。震災の影響も考慮した
企業の倒産を正確に把握するために、分析対象は本店が
東北 3 県(岩手県、宮城県、福島県)に所在しており、
震災から 6 年間における「震災関連倒産企業」と「事
業継続企業」とした。表 1 と図 1 に倒産企業の件数と位
置を示す。

表 1 震災関連倒産件数(県別・産業別)¹⁾

倒産件数	建設業	製造業	卸売・ 小売業	運輸・ 通信業	サービ ス業	全産業 合計
岩手県	8	10	14	1	8	41
宮城県	23	35	72	12	40	182
福島県	4	14	24	0	21	63
3県合計	35	59	110	13	69	286

2. 2 倒産の要因指標の分析

本研究の目的は企業の倒産予測モデルを構築すること
であるが、実際の企業が倒産に至る経緯も様々であり、
その全ての事象を表現することは困難であることが予想
される。そこで、倒産データに記載される倒産要因や、
実際に倒産に至った詳しい経緯を調べる。

倒産データには、倒産に至る要因となった「倒産要因」
と「倒産理由」が収録されている。そこで、倒産への決
定要因となった指標を把握するために、カテゴリ化され
た倒産要因・理由に対応した「要因指標」を表 2 のよう
に設定し、それぞれの要因指標が占める割合を産業別に
集計した。全体的な傾向としては、直接的な被災を表し
た「工場」と震災の影響による販売不振などの影響を表
した「市場」の 2 つの要因指標が大きな割合を占めた。

続いて、企業の HP や帝国データバンク³⁾、東京商工リ
サーチ⁴⁾の記事から詳しい倒産の経緯を調べ、倒産データ
に記載された要因と実際の倒産経緯を照合した。建設業
では、震災後の復興需要により受注工事が増加するなか
で、その競争に敗れたり、外注労務費の高騰・資材高騰
を受けた赤字工事により資金繰りに窮する企業がみられ
た。製造業では、津波・地震により本社・工場などが被
災し、操業停止を余儀なくされた企業が多数であった。
その後復興支援による補助金などにより、工場の再建・
新設を図ったが、運転資金の不足や原材料の確保が困難
なため事業再開を断念した企業が多々あった。第 3 次産
業では、津波被害の直接的な被害だけでなく、その後の
震災による景気低迷の影響で販売不振に陥り、倒産に至
るケースが多くみられた。

2 つの分析を照らし合わせてみると、記事と倒産データ
に記載された倒産区分や倒産理由は概ね一致していた。
しかし、被害区分が物理的被災による直接型倒産であっ
ても、資金力の乏しさが間接的な要因となった記事が多
く、企業の倒産には資金面を考慮すべきことが分かる。



表 2 倒産要因と要因指標集計結果¹⁾

倒産要因	倒産被害区分 (倒産理由)	全産業		要因指標
		件数	構成比	
火災、その他の災害	物理的被災	231	33.5%	工場
人材の不足		2	0.3%	従業員
経営者の病気・死亡	公共工事の減少	15	2.2%	会社
放漫経営				
企業系列、下請けの再 編成	得意先被災	51	7.4%	原材料 (取引先)
	仕入先被災			
	連鎖倒産			
輸出不振	流通の混乱	7	1.0%	ライフライン
業界不振	生産計画の変更・頓挫	18	2.6%	製品
過小資本		19	2.8%	資金
設備投資の失敗				
経営多角化の失敗		4	0.6%	銀行
売掛金回収難				
不良債権の累積				
販売不振	市場価格の混乱	241	34.9%	市場
	消費マインドの低下	102	14.8%	消費者

図 1 倒産企業位置と津波浸水エリア

3. 倒産予測モデルの構築

3. 1 阪神・淡路大震災における分析方法と推計結果

まず、倒産要因を検証するにあたり、阪神・淡路大震災を対象とした既往研究の分析手法と倒産要因の推計結果を述べる。

植杉ら⁵⁾は、被災地企業と非被災地企業それぞれについて倒産率を計算した上で、倒産の決定要因を分析するために、震災後の各年についての probit モデルによる推計を行った。probit モデルの推計式は以下のとおりである。

$$P(\text{DEFAULT}_{it,t+2} = 1|x) = \Phi(\beta_0 + \beta_1 \text{DAMAGE}_i + \beta_2 \text{FIRM}_{it-1} + \beta_3 \text{BANK}_{it-1}) \quad (1)$$

被説明変数は、 t 年から $t+2$ 年の計 3 年間において企業 i が倒産したか否かを示すダミー変数 (DEFAULT) である。説明変数としては、被害程度を示す DAMAGE 、企業属性を示す FIRM 、取引金融機関の属性を示す BANK の 3 つを、倒産に影響する主要な要因として用いた。企業属性と取引金融機関の属性は、内生性を考慮して $t-1$ 年時点のものをを用いている。説明変数を表 3 に示す。

推計結果に関しては、3 つの注目すべき結果を示した。

1 つ目は、 DAMAGE 指標である住戸全壊率がいずれの推計においても有意な係数を持たないという結果である。第 2 に注目すべき結果は、金融機関の被災地所在ダミー（本店が被災地に所在するダミー）が有意な正の限界効果を得ている点が挙げられている。注目すべき結果の第 3 は、自己資本比率、経常利益総資産比率、現預金比率の限界効果の絶対値が震災によって高まったか否かという点について、必ずしも明確な結果が得られていないことである。

3. 2 東日本大震災における検討

東日本大震災における震災関連倒産企業 286 社と非倒産企業 210 社を対象として、震災が企業の倒産と存続の選択に及ぼす影響に関して分析するために、既往研究と同様の指標を説明変数として、二項ロジットモデルによる推計を行った。しかし、データ上得られなかった指標もあり、代替りの指標を説明変数として用いた。震災から 1 年おきに以下の推定式で分析を行った。

$$P(\text{DEFAULT}_{it} = 1|x) = \frac{1}{1 + e^{-z_{it}}} \quad (2)$$

$$z_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{DAMAGE}_i + \beta_2 \text{FIRM}_{it-1} + \beta_3 \text{BANK}_{it-1} \quad (3)$$

変数を選択する際は、ステップワイズ法を用いた。ステップワイズ法とは、モデルのあてはまりの良さをみる尺度である AIC（赤池情報量基準）の値が最も改善される変数の組み合わせを選択する方法である。

表 3 既往研究で用いられた説明変数一覧

属性	説明変数
DAMAGE	住戸全壊率
FIRM	自己資本比率 経常利益総資産比率 現預金比率
BANK	従業員数 支払金利 産業ダミー 被災地所在ダミー 自己資本比率 経常利益総資産比率 総資産対数値 取引金融機関数

表 4 に震災から 6 年間における推計結果を示す。企業の直接的な被災の有無を表した直接被災ダミーは倒産への相関は常に正となり、有意な結果を得た。結果をそのまま解釈すると、震災による物的資本の毀損は企業の存続・倒産に影響を与えるといえる。また、阪神・淡路大震災を対象とした既往研究の分析結果との共通点として、計測震度や耐震化、住戸全壊率などの震災による地域的被害を表した指標が企業の倒産・存続に影響を与えなかったこと、企業の規模・財務健全性が震災による企業の倒産リスクを低下させるといえるだけの確証は得られなかったこと、取引先金融機関の被災が企業の倒産確率を高める効果を示したことなどが挙げられる。

3. 3 直接型倒産予測モデルの構築

要因分析結果をもとに、図 2 のように、企業行動と倒産要因の因果関係に仮説を立てた。倒産メカニズムのうち震災による直接的要因と間接的要因に分けて、それぞれの要因を示す指標を用意し倒産を有意に説明できる変数を二項ロジットモデルによって検証する。

表 4 震災から 6 年間における推計結果

属性	説明変数	推定係数	標準誤差	p値
DAMAGE	直接被災ダミー	2.033E+00	3.537E-01	0.000 ***
	計測震度	-1.438E+00	4.274E-01	0.001 ***
	耐震化率	1.819E+01	4.231E+00	0.000 ***
FIRM	資本金(千円)	-3.721E-07	1.249E-06	0.766
	売上高(百万円)	-6.247E-04	2.528E-04	0.013 *
	従業員数	1.619E-03	1.001E-02	0.872
	建設業活動指数	2.423E-01	5.098E-02	0.000 ***
	製造業活動指数	2.700E-01	1.493E-01	0.071
	卸売・小売業活動指数	-4.647E-01	1.776E-01	0.009 **
	運輸・通信業活動指数	-5.122E-01	9.776E-02	0.000 ***
BANK	サービス業活動指数	-4.141E-01	8.861E-02	0.000 ***
	中小金融機関ダミー	2.300E+00	4.826E-01	0.000 ***
	被災地所在ダミー	-2.165E+00	4.307E-01	0.000 ***
	自己資本比率(%)	-1.325E-01	2.686E-02	0.000 ***
	経常利益総資産比率(%)	-3.870E-01	4.348E-01	0.373
	切片	-1.574E+00	2.756E+00	0.568
有意水準 ***0.001>, **0.01>, *0.05>				

ステップワイズ法				
属性	説明変数	推定係数	標準誤差	p値
DAMAGE	直接被災ダミー	2.078E+00	3.512E-01	0.000 ***
	計測震度	-1.432E+00	4.249E-01	0.001 ***
	耐震化率	1.818E+01	4.230E+00	0.000 ***
FIRM	売上高(百万円)	-6.342E-04	1.987E-04	0.001 **
	建設業活動指数	2.459E-01	5.040E-02	0.000 ***
	製造業活動指数	2.682E-01	1.445E-01	0.064
	卸売・小売業活動指数	-4.808E-01	1.798E-01	0.008 **
	運輸・通信業活動指数	-5.149E-01	9.417E-02	0.000 ***
	サービス業活動指数	-4.277E-01	8.725E-02	0.000 ***
BANK	中小金融機関ダミー	2.367E+00	4.790E-01	0.000 ***
	被災地所在ダミー	-2.134E+00	4.232E-01	0.000 ***
	自己資本比率(%)	-1.406E-01	2.548E-02	0.000 ***
	切片	-1.635E+00	2.754E+00	0.553
有意水準 ***0.001>, **0.01>, *0.05>				

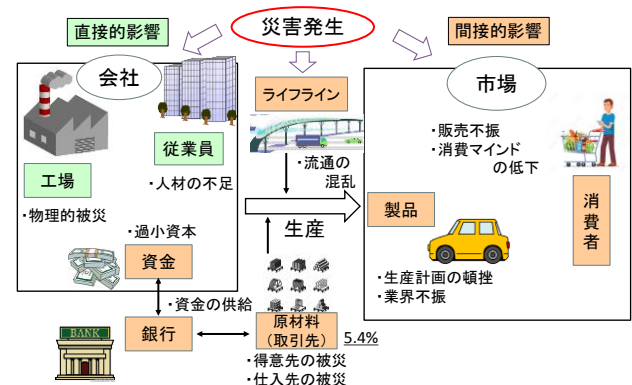


図 2 震災の影響による倒産メカニズム

直接的要因と倒産への相関を検証するために、分析対象を直接型倒産企業（122 社）と事業継続企業（210 社）の 2 つに分け、直接型倒産ダミーを被説明変数とした。説明変数には「直接被災ダミー」、「資本金」、「売上高」、「従業員数」、「中小金融ダミー」、「自己資本比率」、「経常利益総資産比率」を用いた。分析結果を表 5 に示す。ステップワイズ法により「資本金」が除外されたが、各説明変数の倒産への相関関係も一般的知見通りであり、有意水準も「売上高」を除き 5%以下を満たしており、ほぼ有意な結果が得られた。推定係数を比較してみると、この結果では被災するよりも、中小金融機関と取引していることの方が倒産のリスクは大きいことを示唆している。このモデルは津波・地震被害を受けた場合、売上高や従業員数が多く、取引先金融機関の財務状況が健全な企業ほど、倒産リスクは減少し、被災後の事業再開に向けての経営回復力が強靱であることを表現している。

4. 2 間接型倒産予測モデルの構築

同様に、分析対象を間接型倒産企業（164 社）と事業継続企業（210 社）の 2 つに分け、間接型倒産ダミーを被説明変数とした。説明変数には、市場の影響を考慮し「売上高」、「各産業の活動指数」、企業規模を考慮した「資本金」「従業員数」を用いた。分析結果を表 6 に示す。資本金と従業員数がステップワイズ法により除外され、売上高の p 値はほぼ 5%付近の値をとり、ほぼすべての説明変数が有意な結果となった。活動指数は震災前の 2010 年を 0 基準とした数値を代入しており、推定係数は負となっている。つまり、このモデルは震災後、業界の景気が悪いと業績が悪化し倒産のリスクが増すことを表現している。

5. 倒産予測モデルによる経済被害予測手法の検討

構築した倒産予測モデルに、南海トラフ巨大地震の被害想定と愛知県内の企業情報を当てはめ、倒産確率に基づいた経済被害予測を算出する。震源・津波モデルは「最大想定モデルの地震（陸側ケース）」^①（図 3、図 4）を設定し、対象企業は本店が愛知県内に位置するトヨタ自動車グループ下請企業 6199 社^②（トヨタ主要グループ

10 社、1 次取引先企業 1771 社、2 次取引先企業 4418 社）とした。本研究では、倒産確率 95%以上の企業を「倒産」とし、倒産した企業に所属する従業員数を「失業者数」と定義した。

5. 1 被害予測結果

まず、直接型倒産予測モデルから直接型倒産件数と失業者数を算出する。次に、間接型倒産予測モデルから間接型倒産件数と失業者数を算出する。

間接型倒産予測に関しては、第 3 章の分析ではデータの都合上取引先関係を考慮した分析をすることができなかったが、非倒産企業データには、取引量の大きい順に最大 10 社の取引先企業が収録されている、そこで、本章では取引先関係の影響を考慮するために、取引先企業 10 社のうち直接型倒産が予測された企業を持つ割合を「サプライチェーン寸断係数（S）」と定義する。そして、間接型倒産予測モデルの説明変数のうち、産業活動指数に（1+S）を掛け合わせて、倒産した企業を取引先に持つと、産業界の景気指標による影響が割り増しされると仮定して分析を行う。

図 7、8 に「最大想定モデルの地震（陸側ケース）」による直接型と間接型の倒産件数と失業者数の予測結果を示す。直接型倒産（101 件）は津波・地震被害の大きい沿岸部に集中し、内陸部ではほとんどみられなかった。沿岸

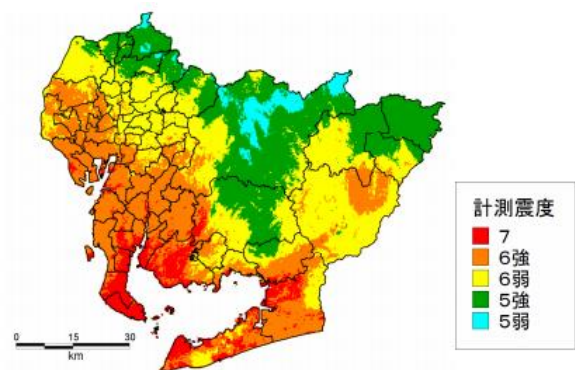


図 3 最大想定モデルの地震（陸側ケース）による地表震度分布^①

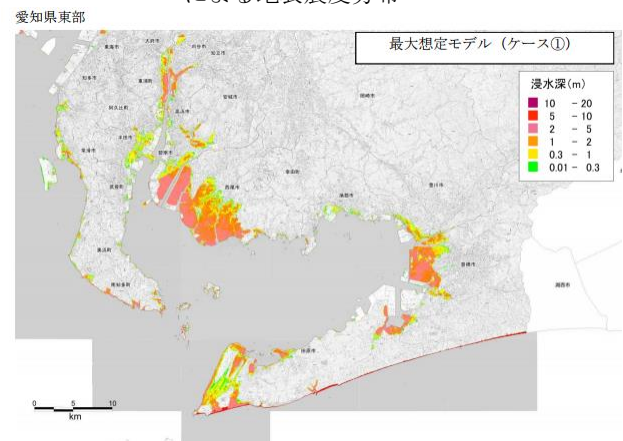


図 4 最大想定モデル（ケース 1）の津波の最大浸水深分布^①

表 5 直接型倒産のロジット分析結果

説明変数	推定係数	標準誤差	p値
直接被災ダミー	1.545	0.273	0.000 ***
売上高(百万円)	-0.00021	0.000	0.224
従業員数	-0.01527	0.007	0.027 *
中小金融機関ダミー	1.755	0.386	0.000 ***
自己資本比率(%)	-0.130	0.022	0.000 ***
経常利益総資産比率(%)	-1.854	0.671	0.006 **
切片	1.708	0.243	0.000 ***

有意水準 ***:0.001>, **:0.01>, *:0.05>

表 6 間接型倒産のロジット分析結果

説明変数	推定係数	標準誤差	p値
売上高(百万円)	-0.0005	0.000	0.052
建設業景気指数	-0.255	0.058	0.000 ***
製造業生産活動指数	-12.16	2.138	0.000 ***
卸売・小売業生産活動指数	-2.192	0.340	0.000 ***
運輸・通信業生産活動指数	-0.872	0.146	0.000 ***
サービス業生産活動指数	-0.722	0.116	0.000 ***
切片	2.726	0.536	0.000 ***

有意水準 ***:0.001>, **:0.01>, *:0.05>

部に位置しながらも、前期の売上高が高く、財務数値の良い金融機関と取引している企業は倒産しない結果となった。被害の大きい沿岸部で直接型倒産した企業と取引関係にあり、前期の売上高が少ない企業の間接型倒産（87 件）が内陸部にも多くみられた。また、失業者数に関しては直接型失業者数が 485 人であるのに対し、間接型失業者数は 2223 人となり、倒産件数に比べて失業者数は多い結果となった。これは、直接型モデルと違い、従業員数が多くても、取引先企業が倒産したことでサプライチェーン寸断による自社の事業活動が停止するリスクを低減させる効果が働かないため、従業員数が多くても取引先に倒産した企業を持つ企業の間接型倒産が目立ち、地域内の取引先関係を考慮した結果であるといえる。

5. 2 事業所移転による検討

企業が震災の直接的な被害を受けない地域へ移転することによる「事業所移転」の効果を検討する。

方法として、直接型倒産予測モデルの説明変数である直接被災ダミーが 1 である企業に対して、その企業の直接被災ダミーを 0 に置き換えることで、その企業は直接被災の受けない地域に移転したとする。政策対象を 1 つの市区町村に限定し、その地域の企業を移転させることで、倒産がどれだけ低減するかを算出する。それにより、その地域から直接型倒産を防ぐことで、その企業と取引関係にある域外の企業への間接的な影響をどれだけ抑えられるかを分析する。

直接被災が大きい衣裏港、三河港に隣接する地域である豊橋市、豊川市、武豊町、半田市、碧南市の計 5 市町を対象に分析を行う。図 9 は、それぞれの対象地域の企業に「事業所移転」を行なった場合の倒産予測件数と政策なしの場合（図 7）の倒産予測件数の差分と、失業者低減率（「失業者数差分」/「政策なしの場合の失業者数」）を示した結果である。豊橋市や半田市の倒産が予測された企業は愛知県内の取引先が多く、これらの企業を移転させることで、多くの地域に対して間接的な被害を抑えられることがわかる。対して、武豊町や碧南市の倒産が予測された企業は愛知県内には取引先が少なくその影響は小さいことが読み取れた。

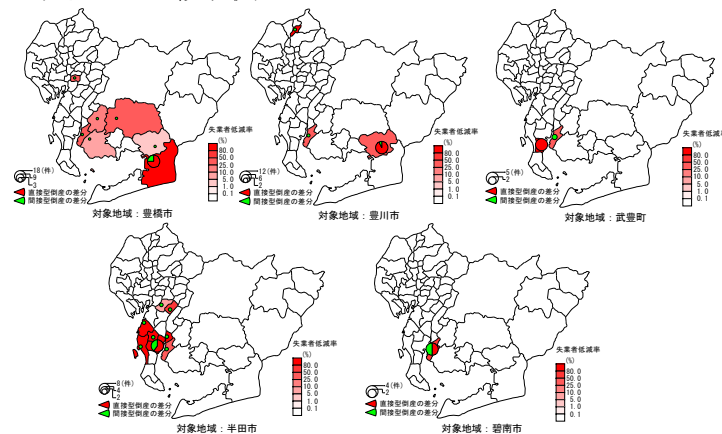


図 9 「事業所移転」政策による分析結果

6. おわりに

本研究では、被害情報や企業データより構築した倒産予測モデルから、事前対策や支援政策がもたらす効果を評価した。今後は、ライフラインの途絶状況を含めて、モデルの精度の向上を目指していきたい。ただし、これは東日本大震災に基づいて得られた知見であり、南海トラフなどに倒産予測モデルを応用する上では、地域により産業構造や災害の特徴が異なることを十分に留意する必要がある。

参考文献

- 1) 帝国データバンク(2017):東北 6 県「東日本大震災関連倒産」の動向調査<6 年間累計>3 月 1 日付.
- 2) 帝国データバンク(2016):東北 3 県・沿岸部「被害甚大地域」5000 社の追跡調査 3 月 2 日付.
- 3) 帝国データバンク:倒産・動向速報記事
<http://www.tdb.co.jp/tosai/index.html>
- 4) 東京商工リサーチ:TSR 速報（大型倒産情報・注目企業情報）
<http://www.tsr-net.co.jp/news/tsr/>
- 5) 植杉威一郎, 内田浩史, 内野泰助, 小野有人, 間真実, 細野薫, 宮川大介:大震災と企業行動のダイナミクス 経済産業研究所 No.001 2012 年 1 月
- 6) 愛知県:平成 23 年度～25 年度愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査報告書
<http://www.pref.aichi.jp/bousai/2014higaiyosoku/greenbooknew2.pdf>
- 7) 帝国データバンク:特別企画：東海 3 県のトヨタ自動車グループ下請企業実態調査

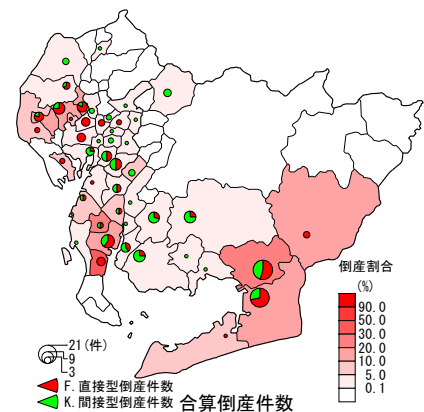


図 7 最大想定モデルの地震（陸側ケース）

の倒産予測結果

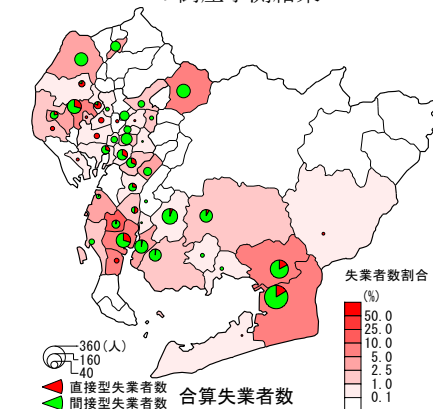


図 8 最大想定モデルの地震（陸側ケース）の失業者数予測結果