

3.5.6 ライフラインの復旧最適化による企業の事業継続性向上に関する研究

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

関連テーマの研究成果（被害波及構造に関する研究）を踏まえて、ライフライン相互の被害波及と復旧過程を考慮した首都圏企業等の事業中断期間の簡易予測モデルを構築する。さらに、関連テーマの研究成果（自律分散型拠点に関する研究）を踏まえて、企業における首都圏拠点と周辺拠点の広域連携やライフラインの機能障害に対する影響軽減対策等の実施がBCPの「復旧期間」に与える効果の定量的評価モデルを構築する。これらの検討結果を用いることにより、ライフラインの機能障害に伴う企業等の震災後の復旧最適化を支援し、社会的・経済的インパクトを最小化する。

(b) 平成21年度業務目的

平成21年度は、地震災害や洪水・豪雨災害などの際にライフラインが被災することによって企業活動に与えた影響の実態調査（現地調査・文献調査）の結果を踏まえて、地震時のライフライン被害と企業の事業継続性への影響評価モデルの開発を継続する。成果の目標としては、地震動強さ、ライフラインの被害状況、企業の業種別事業中断期間の関係を表す簡易評価モデルを構築する。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
鹿島建設(株)技術研究所	上席研究員	永田 茂	

(2) 平成21年度の成果

(a) 業務の要約

- ①平成21年度業務では、新たに企業・事業所の被害データを収集し、平成20年度の調査結果と合わせた253企業・事業所を対象として事業中断期間と供給系ライフラインの供給停止期間の関係に関する分析を行った。新たに収集した17事業所の内訳は、新潟県中越地震（4事業所）、能登半島地震（1事業所）、新潟県中越沖地震（11事業所）、2009年8月11日に駿河湾を震源とする地震（1事業所）である。また業種の内訳については、製造業が3事業所、非製造業が14事業所となっている。なお、新潟県中越沖地震の11データの内、9データについては、柏崎市の被災商店街（9商店街）のそれぞれを1事業所とした。
- ②事業中断期間のモデル化では、計測震度を説明変数として、供給系ライフラインの供給停止期間の予測式及び、業種別、企業規模別の事業中断期間の予測式の提案を行った。最終的に両者の予測式の最大値からなる、業種別、企業規模別の事業中断予測式の提案を行った。
- ③当初計画のTCLEE2009での論文発表を変更して、安全工学シンポジウム2009、日本地震工学会大会2009において成果発表を行った。

(b) 業務の成果

阪神・淡路大震災の直後に神戸商工会議所が会員を対象に行ったアンケート調査によれば「ライフラインの早期復旧を要望する」とする企業の割合は 42.3%となっている¹⁾。また、新潟県中越沖地震後に柏崎商工会議所が会員を対象に実施したアンケート調査によれば「ライフラインの復旧遅延が経営に影響を与えた」とする企業の割合は 50.5%と半数に及んでおり²⁾、企業活動がライフラインに強く依存していることが分かる。

近年発生した被害地震（2004年新潟県中越地震、2007年能登半島地震、2007年新潟県中越沖地震、2008年岩手・宮城内陸地震、2008年岩手県沿岸北部地震）では電力・都市ガス・上水道の供給系ライフラインの機能障害によって多くの企業・事業所で事業中断が発生した。昨年度の業務³⁾、⁴⁾では上記の被害地震における236企業・事業所(以下、事業所と呼ぶ)の事業中断状況と水道・電力・都市ガスの供給系ライフラインの機能支障に関する公開情報を収集し、事業中断期間と地震動強さ（震度階）ならびに供給系ライフラインの供給停止期間との関係について検討を行った。本報告では、昨年度収集した236事業所データに、新たに調査した17事業所のデータを加え、業種別及び企業規模別にライフラインの供給停止期間と事業所の事業中断期間の関係について分析した結果を報告する。なお、新潟県中越地震の長岡市、新潟県中越沖地震における柏崎市に関しては、近接地に事業所が集中していたため、分析精度を向上させる目的から地震動分布と供給系ライフラインの供給停止期間を詳細に調査・分析した。

1)過去の被害地震における事業所の事業中断の実態調査

昨年度に引き続き、証券取引所の適時開示情報などの公開情報を活用して、地震災害発生時の事業所の事業中断期間の事態調査を行った。公開情報から読み取ることのできる事業再開時期は、多くの事業所の場合、震災前の通常時の活動状態に戻る前の企業活動（生産、販売、サービス）を再開した時期と考えられるため、事業中断期間は比較的短期間となっている。

新たに加えた地震と事業所数の内訳は、新潟県中越地震の4事業所、能登半島地震の1事業所、新潟県中越沖地震の11事業所、2009年8月11日に駿河湾を震源とする地震の1事業所である。また業種の内訳については、製造業が3事業所、非製造業が14事業所となっている。なお、新潟県中越沖地震の11事業所の内、9事業所については、新潟県の公開情報⁵⁾にある柏崎市の被災商店街（9商店街）のそれぞれを1事業所とし、公開情報に従って震災後に商店街の90%の店舗が復旧するまでの期間を事業中断期間とした。追加した17事業所を含む合計253事業所の内訳を表1、所在地を図1に示す。

表1における企業規模は、有価証券報告書や企業のホームページ等から調査した資本金と従業員数から中小企業基本法に基づいて中小企業者を決定し、それ以外を大企業者としたものである。内訳としては、大企業者に分類される事業所が202、中小企業者または小規模企業者に分類される事業所が51となっている。また、表2には事業中断の原因を企業規模別、業種別に整理した。

表1 253事業所の業種別、企業規模別の内訳

業種分類	業種小分類	企業規模区分		総計
		大企業者	中小企業者・小規模企業者	
製造業	製造	111	33	144
	食品	27	6	33
	製紙	5		5
	医薬	5		5
	製鋼	4		4
	エネルギー	3		3
製造業集計		155	39	194
非製造業	小売	28	9	37
	サービス	11	3	14
	金融	8		8
非製造業集計		47	12	59
総計		202	51	253

表2 事業所の企業規模別、業種別の事業中断原因

企業規模分類	業種分類	事業中断の原因				無被害	総計
		ライフラインの供給支障	物的被害	建物倒壊による長期中断・再建放棄	ライフラインの供給支障+物的被害		
大企業者	製造業	5	49		8	94	156
	非製造業	2	34	4	3	3	46
大企業者集計		7	83	4	11	97	202
中小企業者・小規模企業者	製造業	4	17	1	2	15	39
	非製造業		9			3	12
中小企業者・小規模企業者集		4	26	1	2	18	51
総計		11	109	5	13	115	253

それぞれの事業所所在地における地震動強さは、気象庁の地震の推計震度分布図⁶⁾を用いて震度階（計測震度）を調査しているが、新潟県中越地震の長岡市、新潟県中越沖地震における柏崎市に関しては、比較的狭い範囲に事業所が集中しているため、標準地域メッシュの1/4メッシュ単位（250mメッシュ）で新たに震度階、計測震度分布を推定した。震度階及び計測震度分布は、K-NET観測点、KiK-net観測点及び気象庁観測点での観測波形データから求めた地表最大速度を工学基盤相当の地盤に引き戻して、工学基盤上面で距離減衰式をトレンド成分とした simple kriging 法を用いて面的補間を行った後に、250mメッシュ単位の表層地盤増幅率を乗じて地表最大速度を求めた。推定した新潟県中越地震の長岡市周辺及び新潟県中越沖地震の柏崎市周辺の計測震度（震度階）分布図を図2に示した。

また、供給系ライフラインの供給停止期間は、ライフライン事業者等から公開されている、孤立地域を除く市町村単位の応急復旧率90%の日数を基本的に使用した。しかし、地震動と同じく新潟中越地震の長岡市周辺、新潟県中越沖地震の柏崎市周辺に関しては事業所が集中しており、供給系ライフラインの機能障害の影響の差異が明確ではないことから、新たに町丁大字界ごとの供給停止期間を調査した。調査した新潟県中越地震の長岡市周辺及び新潟県中越沖地震の柏崎市周辺の供給系ライフラインの供給停止期間を図3～4に示す。

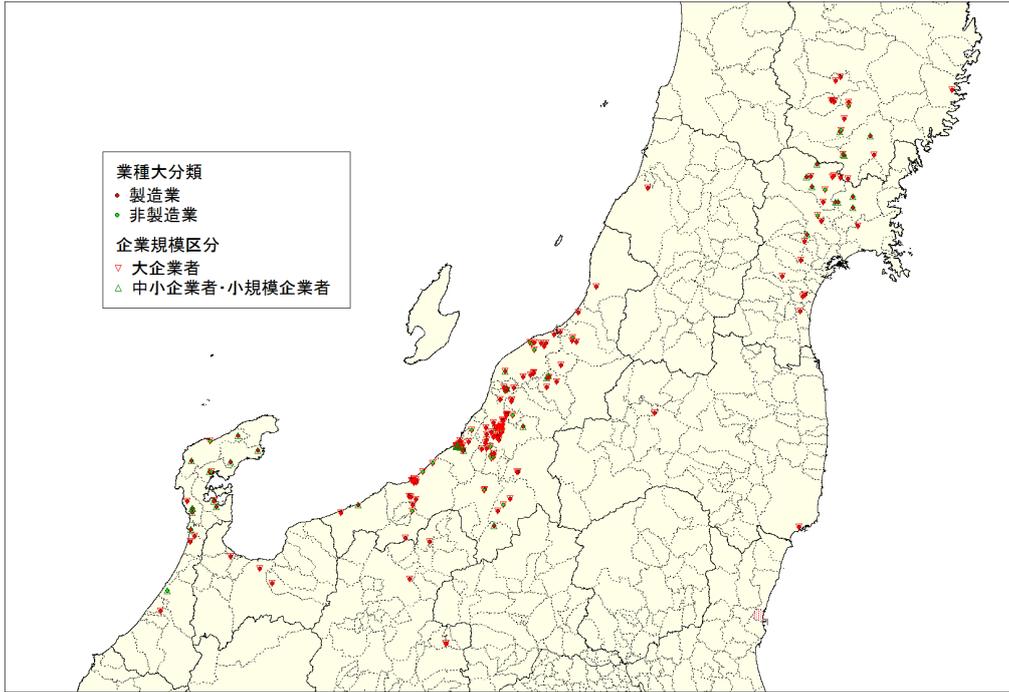
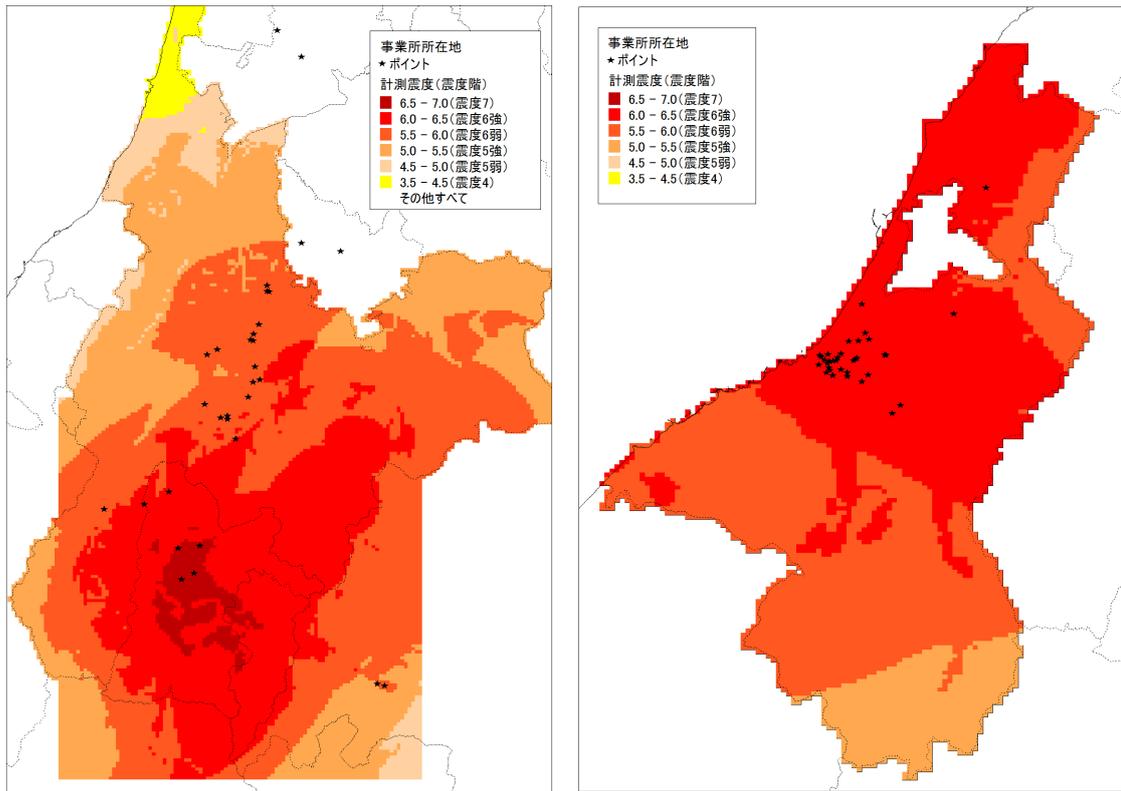
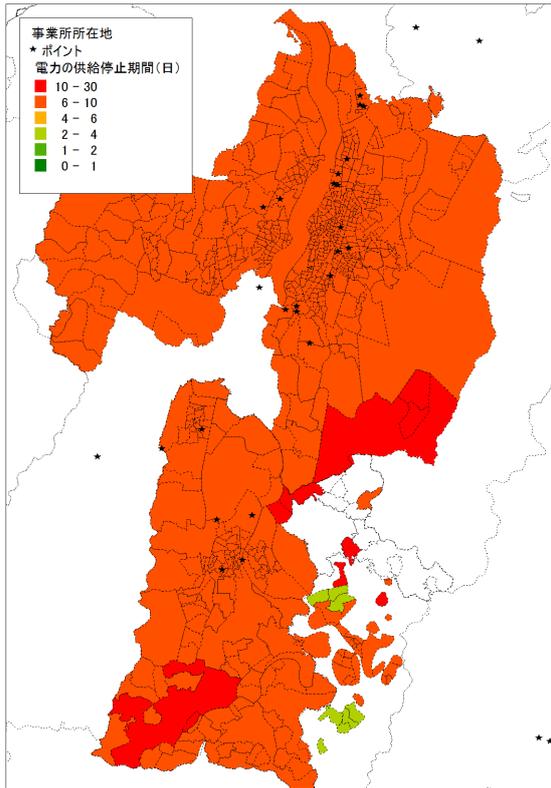


図1 分析対象の253事業所の所在地

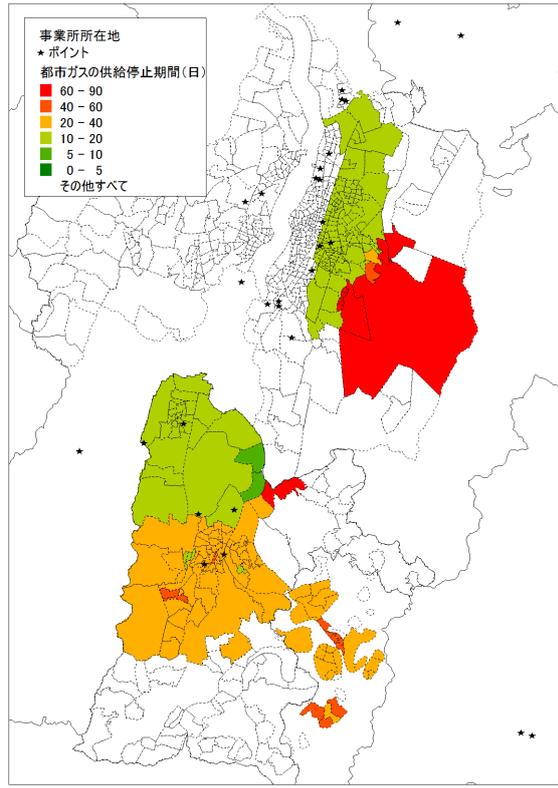


(1) 新潟県中越沖地震(長岡市周辺) (2) 新潟県中越沖地震(柏崎市周辺)

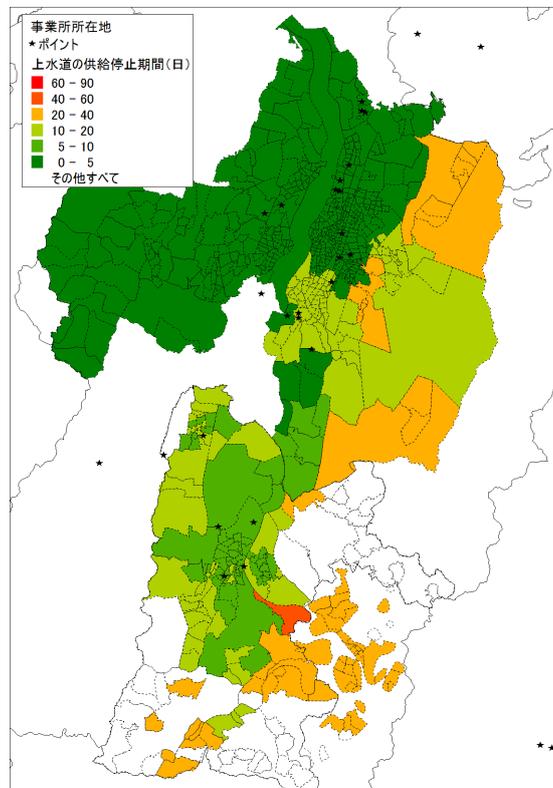
図2 計測震度(震度階)分布図の見直し結果



(1) 電力の供給停止期間

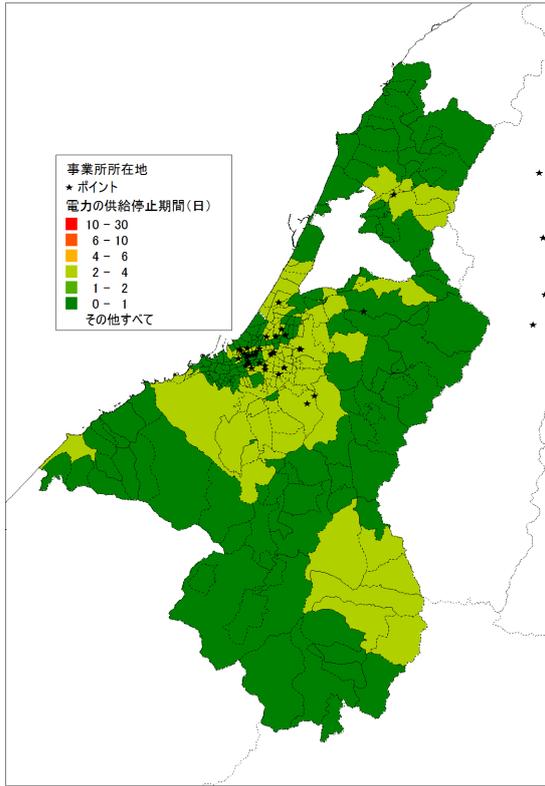


(2) 都市ガスの供給停止期間
(復旧期間が分かった地域のみ表示)

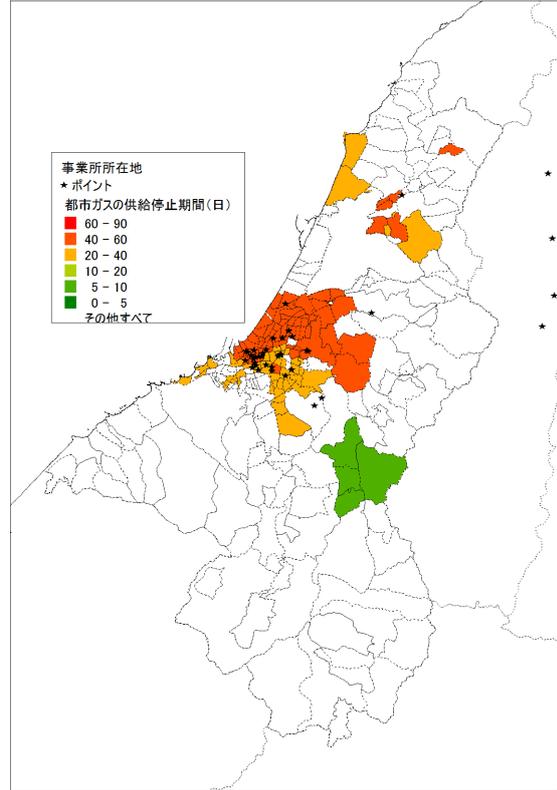


(3) 上水道の供給停止期間

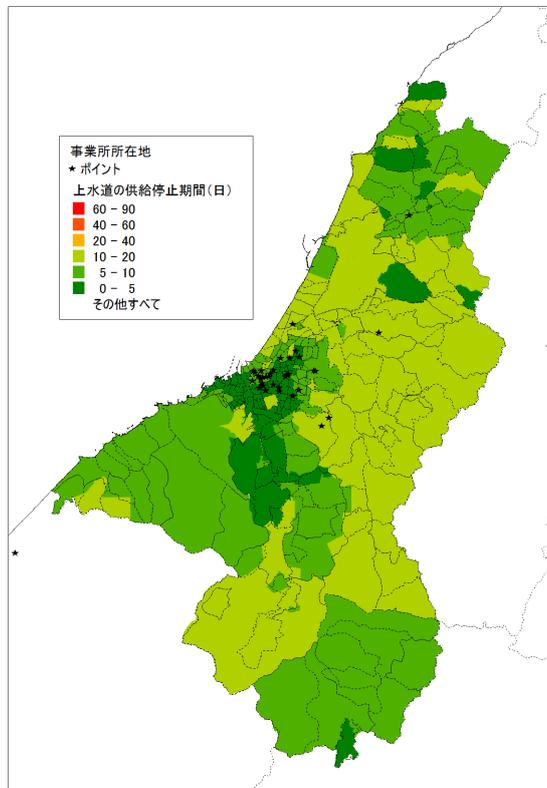
図3 新潟県中越地震における長岡市周辺の供給系ライフラインの供給停止期間



(1) 電力の供給停止期間



(2) 都市ガスの供給停止期間
(復旧期間が分かった地域のみ表示)



(3) 上水道の供給停止期間 (参考文献7) のデータを使用)

図4 新潟県中越沖地震における柏崎市周辺の供給系ライフラインの供給停止期間

図5は震度階別に253事業所の事業中断期間を整理した結果に、電力・都市ガス・上水道のそれぞれ供給停止期間の平均値、全供給系ライフラインの最大供給停止期間（階段状のライン）を重ね書きしたものである。この図の震度階及びライフラインの供給停止期間に関しては、前述の値を用いている。図5より、事業所の事業中断と供給系ライフラインの供給停止は震度3以上で発生し、震度階が大きくなるほど長期化する傾向が読み取れる。また、各震度階における事業所の事業中断期間（製造業が三角形、非製造業がひし形のマーカー）は、供給系ライフラインの平均供給停止期間のライン付近に分布しており、両者の相関関係が考えられるのに加えて、一部の例外を除き事業中断期間は供給系ライフラインの最大供給停止期間のラインに包絡されている。

図5のデータを使用して、業種別（製造業・非製造業）及び企業規模別（大企業者・中小企業者または小規模企業者）に事業中断期間と供給系ライフラインの供給停止期間との相関分析を行い、その結果を表3に示した。表3の企業規模の定義は、前述の通りである。表3(a)より、製造業の事業中断期間と供給系ライフラインの供給停止期間には明確な傾向が見られないが、全ての震度動強さを考慮した場合には停電、断水期間と事業中断期間の相関係数がやや高くなっている。非製造業の事業中断期間に関しては、震度5強以下では停電期間と相間が強く、断水期間との相関係数もやや高くなっている。また、非製造業の事業中断期間と供給系ライフラインの最大供給停止期間の相関係数は地震動強さに比例して高くなる傾向が見られる。全ての震度動強さを考慮した場合には、非製造業の事業中断期間と都市ガス、上水道の供給停止期間の相間が高くなっている。一方、表3(b)より大企業者の事業中断期間と停電期間の相間が比較的高くなっているが、その他には明確な傾向は見られない。中小企業者・小規模企業者の事業中断期間に関しては、前述の非製造業と同様に地震動の弱い地点では停電期間との相間が高く、地震動の大きさが大きくなるに従って供給系ライフラインの最大供給停止期間との相間が強くなることが分かる。

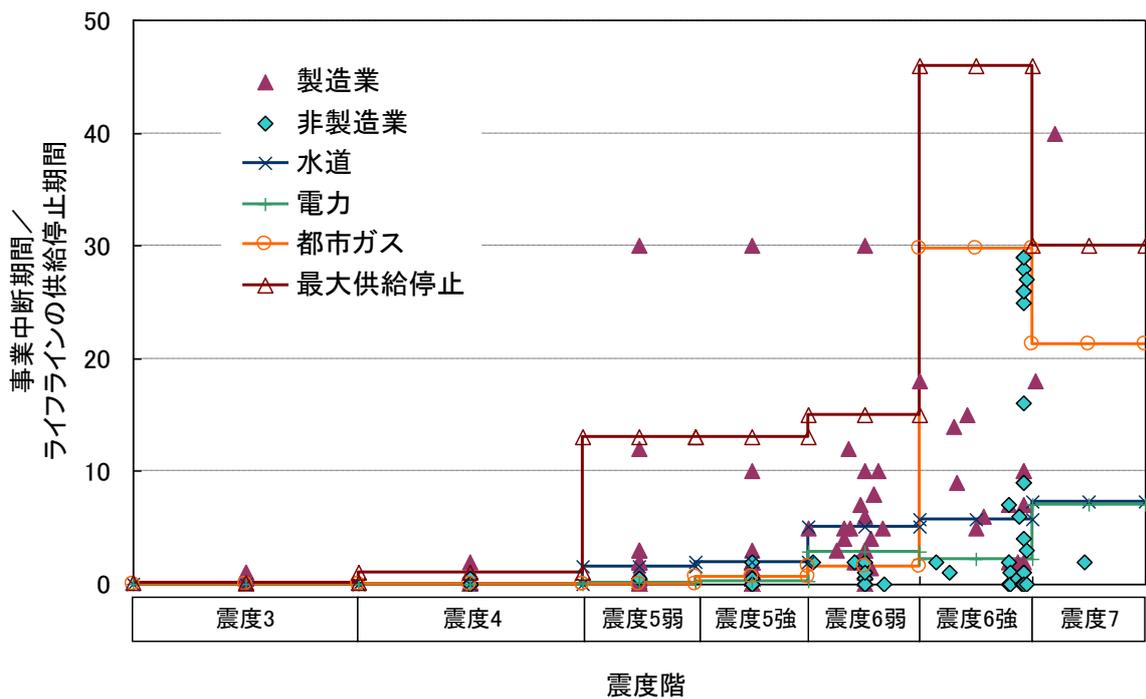


図5 地震動強さと企業・事業所（業種別）の事業中断期間の関係

表3 業種別、企業規模別の事業中断期間とライフラインの供給停止期間の相関係数

(a)業種別でみた相関係数

	製造業				非製造業			
	電力	都市ガス	上水道	供給系 最大停止期間	電力	都市ガス	上水道	供給系 最大停止期間
震度3～震度5強	0.17	-0.07	0.09	0.08	0.80	0.06	0.30	0.30
震度5強～震度7	0.22	0.08	0.18	0.11	-0.29	0.47	0.17	0.47
全震度	0.39	0.21	0.31	0.32	-0.08	0.56	0.30	0.55

(b)企業規模別でみた相関係数

	大企業者				中小企業者・小規模企業者			
	電力	都市ガス	上水道	供給系 最大停止期間	電力	都市ガス	上水道	供給系 最大停止期間
震度3～震度5強	0.02	-0.07	0.00	0.00	0.64	-0.04	0.28	0.28
震度5強～震度7	0.24	-0.08	0.08	-0.07	0.08	0.66	0.12	0.68
全震度	0.36	0.13	0.21	0.17	0.36	0.74	0.49	0.77

2) 供給系ライフラインの供給停止の影響を考慮した事業中断期間の予測式

本節では、1)の結果を踏まえて、供給系ライフラインの供給停止の影響を考慮した事業中断期間の予測式に関する検討を行った。予測式の検討手順は以下の通りである。

- ① 各事業所の地震動強さとして、気象庁の推計震度分布の震度階に相当する計測震度の中央値を求めた。事業所が集中している新潟中越地震における長岡市周辺、新潟県中越沖地震における柏崎市周辺に関しては、1)で求めた事業所の所在地位置における計測震度の推定値を使用した。
- ② 計測震度を説明変数とする供給系ライフラインの供給停止期間の予測式を検討した。
- ③ 計測震度を説明変数とする事業所の事業中断期間の予測式を検討した。
- ④ 上記②、③予測式を用いた供給系ライフラインの供給停止期間を考慮した事業所の事業中断予測式を検討した。

a) 計測震度を説明変数とする供給系ライフラインの供給停止期間の予測式

地震動強さ指標の計測震度を説明変数とする供給系ライフラインの供給停止期間の予測式の検討では、既往の研究⁸⁾を参考にして供給停止期間の平均値として式(1)のロジスティック関数、ある計測震度に対する供給停止期間のばらつきとして式(2)ガンマ分布を用いた。式(1)、(2)を用いることにより供給停止期間の下限値 0 日及び正の値の予測誤差(ばらつき)を考慮することが可能となる。

$$y^*(I) = \frac{\beta_0}{1 + e^{\beta_1 + \beta_2 I}} \quad (1)$$

$$f(I, y) = \frac{y^{\left(\frac{y^*(I)}{\beta} - 1\right)}}{\Gamma\left(\frac{y^*(I)}{\beta}\right) \beta^{\left(\frac{y^*(I)}{\beta}\right)}} e^{-\frac{y}{\beta}} \quad (2)$$

ここで、式(1)の $y^*(I)$ は計測震度 I に対する供給系ライフラインの平均供給停止期間(日)の予測値である。 β_0 、 β_1 、 β_2 は平均供給停止期間の予測式の未定係数であり、以下に述べる最尤法によって求めた。また、式(2)の $f(I, y)$ は、計測震度 I における供給系ライフラインの供給停止期間 y の実測値の確率密度関数であり、ガンマ分布を仮定した。式(2)の $\Gamma(\cdot)$ は Γ 関数、 $(y^*(I)/\beta)$ 、 β は、それぞれガンマ分布における形状母数と尺度母数であり、 $(y^*(I)/\beta) > 0$ 、 $\beta > 0$ である。 β は未定係数であり、以下に述べる最尤法によって求めた。

式(1)、(2)の未定係数 β 、 β_0 、 β_1 、 β_2 は、式(2)の確率密度関数を用いた式(3)の尤度関数 L を最大にする値として求められる。

$$L(\beta, \beta_0, \beta_1, \beta_2; I_j, y_j) = \prod_{j=1}^n f(I_j, y_j) \quad (3)$$

ここで、 I_j 、 y_j は、1)で調査した $n=253$ 事業所所在地における計測震度と供給系ライフラインの供給停止期間である。

式(1)、(2)の基本モデルと式(3)の尤度関数を用いて算出した供給系ライフラインの供給停止期間の予測式を表4及び図6に示す。今回対象とした 253 事業所所在地の計測震度は 3~6.73 であり、図6におけるこれら以外の計測震度に対する予測結果に関しては外挿値である。

図6によれば、今回対象とした近年の6回の被害地震における253事業所の所在地における供給系ライフラインの供給停止実績データを用いた予測式は、電力、上水道に関しては計測震度3から、都市ガス及び全供給系ライフラインの最大停止期間に関しては計測震度4から立ちがり、それぞれ計測震度の増加に伴って増加している。ライフライン別では、電力の供給停止期間が最も短く、都市ガスが最も長期化する予測式となっている。事業所所在地における全供給系ライフラインの最大停止期間の予測式に関しては、計測震度6までは都市ガスと似た形状となっているが、計測震度6以上では上水道と都市ガスが最大停止期間となる場合が混在していることから、都市ガスより小さな値を予測する結果となった。

図6には、予測式の超過確率10%及び非超過確率90%のラインを付記しているが、これによれば、電力、上水道は計測震度の増加に伴ってばらつきが大きくなる傾向が見られるが、都市ガス、全供給系ライフラインの最大供給停止期間の予測式に関しては、計測震度の増加によるばらつきの大きな変化は見られない。

表4 供給系ライフラインの供給停止期間の予測式のパラメータ

	β	β_0	β_1	β_2	最大対数尤度
電力	2.216	3.212	7.449	-1.415	-192.571
都市ガス	4.135	87.981	16.537	-2.467	-221.765
上水道	2.882	46.183	6.614	-0.743	-356.175
最大供給停止	5.491	60.637	13.026	-1.969	-459.550

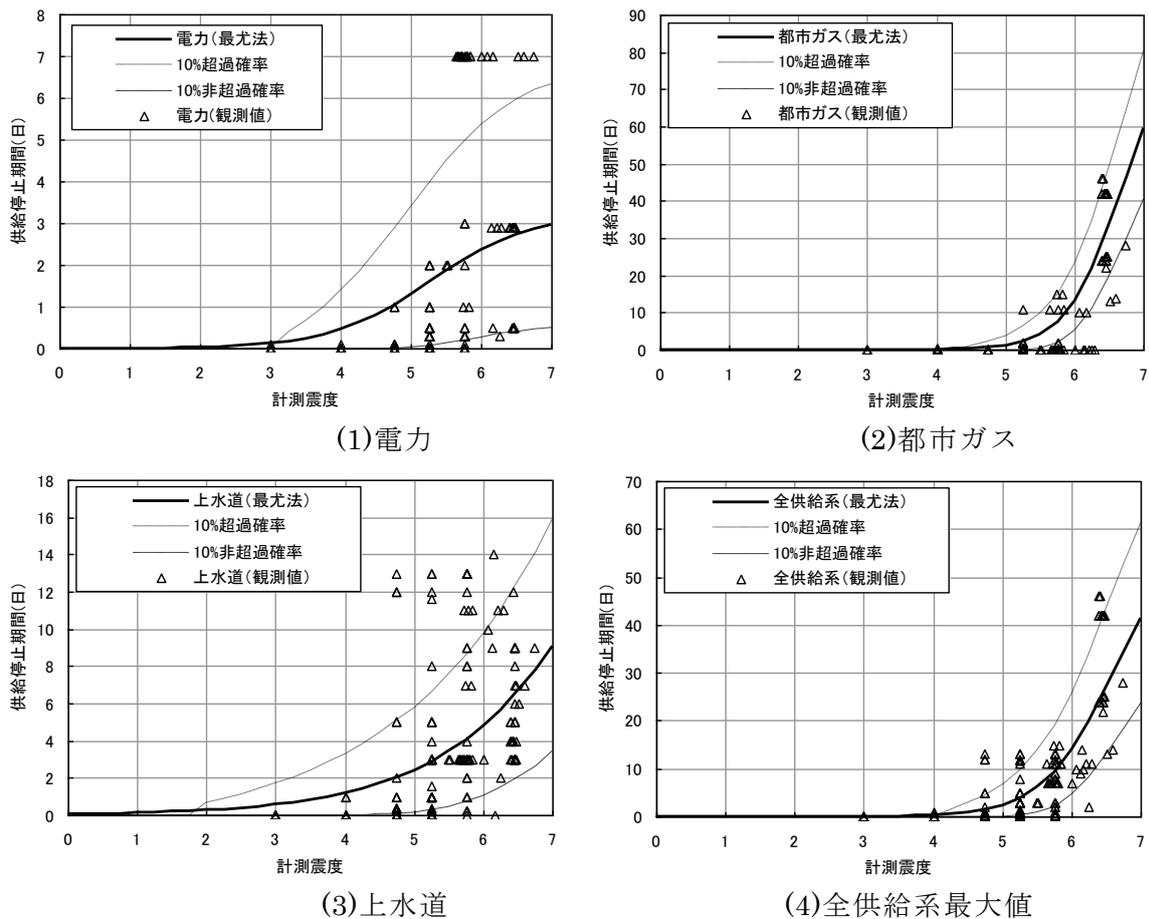


図6 供給系ライフラインの供給停止期間の予測式と実測値

b) 計測震度を説明変数とする事業中断期間の予測式

前述の 253 事業所のデータから、建物倒壊などにより事業再開までの期間が長期化したり事業そのものを中止した 5 事業所、物的被害は無いが供給系ライフラインの供給停止により企業活動に影響があったとする 11 事業所、物的被害に加えて供給系ライフラインの供給停止により企業活動に影響があったとする 13 事業所を除く 224 事業所を対象として、計測震度を説明変数として事業中断期間の予測式を検討した。

事業中断期間の予測式の検討では、事業中断期間の平均値として式(1)のロジスティック関数、ある計測震度に対する供給停止期間のばらつきとして式(2)のガンマ分布を使用し、式(3)の尤度関数を最大とするように式(1)、(2)における未定係数 β 、 β_0 、 β_1 、 β_2 を求めた。計測震度を説明変数とする事業中断期間の検討結果を表 5 及び図 7 に示す。今回対象とした 224 事業所所在地の計測震度は 3.0~6.73 であり、図 7 において、これ以外の計測震度に対する予測値は外挿値である。

224 事業所のデータを用いた事業中断期間の予測式のうち、製造業と大企業者の予測式は同様な傾向を示しており、概ね計測震度 3 で事業中断が発生し、計測震度 7 で平均事業中断期間はそれぞれ 4.6 日、7.5 日となっている。非製造業と中小・小規模企業者の事業中断期間の予測曲線は計測震度 3 で上昇を始め、

計測震度 5~6 の間で急激に上昇する傾向を示しており、計測震度 7 における平均事業中断期間はそれぞれ 13.6 日、22 日となっている。図 7 には超過確率 10% 及び非超過確率 90%のラインを付記しており、全ての予測式において計測震度の増加に伴ってばらつきが大きくなっているが、特に非製造業、中小・小規模企業者では計測震度の増加に伴うばらつきが大きくなっている。

前述したように、今回の評価で用いた事業中断期間は、多くの事業所では企業活動を再開するまでの期間と考えられるため、地震前の活動状況に戻るまでの期間に比べて短期間となっている。このことから、これらのデータを用いた事業中断予測式は比較的小さな予測結果を示す結果となっている。

表 5 事業所の事業中断期間の予測式のパラメータ

分類	β	β_0	β_1	β_2	最大対数尤度
製造業	3.9239	47.2527	5.2393	-0.5194	-251.0743
非製造業	10.9012	138.7039	7.1748	-0.7079	-93.3067
大企業者	3.1310	20.3614	3.7966	-0.3678	-235.4613
中小企業者・ 小規模企業者	8.1121	45.2342	6.6481	-0.9424	-94.9410

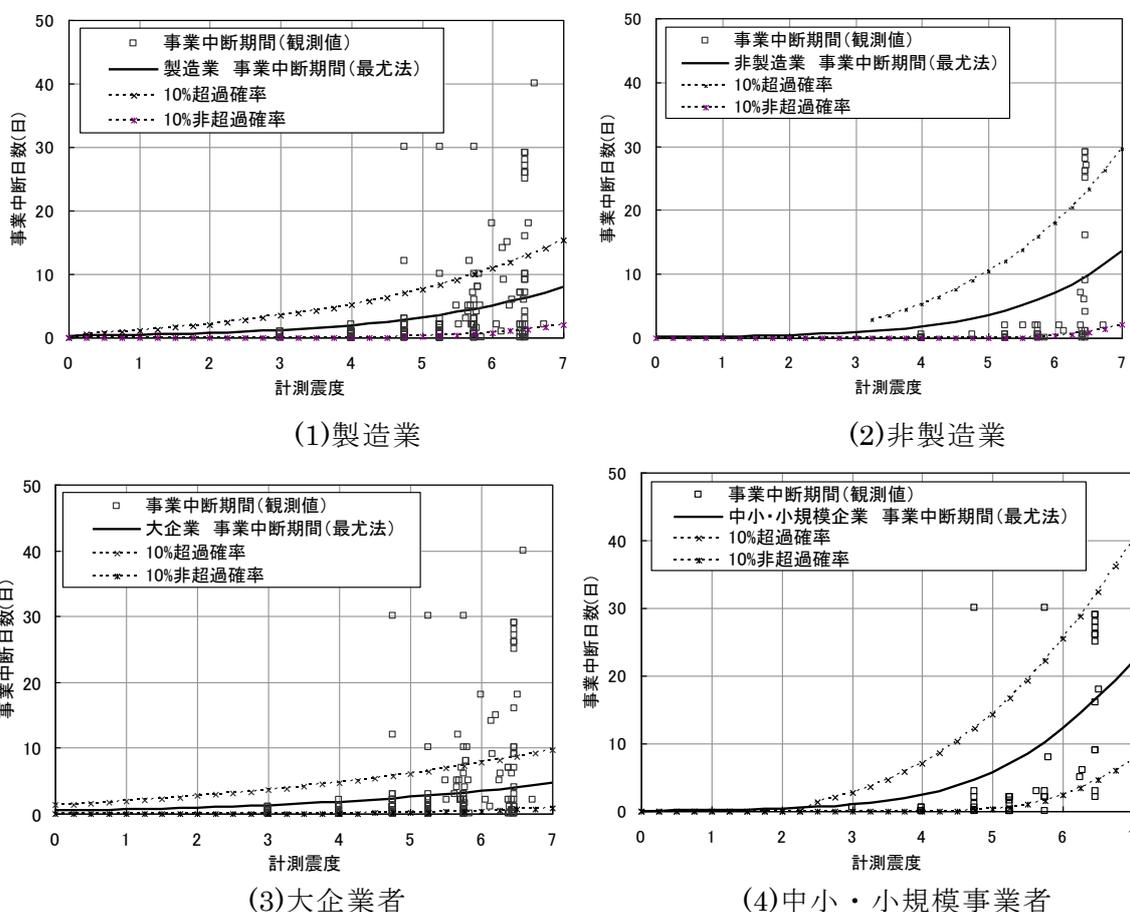


図 7 事業所の事業中断期間の予測式と観測値

c) 供給系ライフラインの供給停止期間を考慮した事業中断期間の予測式

供給系ライフラインの供給停止期間を考慮した事業中断の予測式は、前述の a)、b)の結果を合成することにより、求めることとした。

図6、図7の比較より、図6の停電期間は、ばらつきも含めて図7の事業中断期間の予測値の範囲内であることから、対象事業所の電力以外の供給系ライフラインへの依存度を考慮し、事業中断期間と都市ガス、上水道の供給停止期間の予測値の最大値により事業中断期間を評価するものとする。

$$y_{Ei}^*(I) = \begin{cases} \max(y_{Ei}^*(I), y_G^*(I)) & (3.a) \\ \max(y_{Ei}^*(I), y_w^*(I)) & (3.b) \\ \max(y_{Ei}^*(I), y_G^*(I), y_w^*(I)) & (3.c) \end{cases}$$

ここで、式(3.a)、(3.b)、(3.c)はそれぞれ、都市ガス、上水道、全供給系ライフラインによって事業中断が発生する場合の事業中断期間の予測式である。 $y_{Ei}^*(I)$ は、表5に示された各事業所区分の係数と計測震度 I を式(1)に代入して求めた平均事業中断期間、 y_G^* 、 y_w^* は表4に示した都市ガス、上水道の係数と計測震度 I を予測式(1)に代入して求めた平均供給停止期間である。

図8には、一例として、製造業、非製造業、大企業者、中小・小規模企業者について供給系ライフラインの最大供給停止期間の影響を考慮した事業中断期間の予測式(3.c)に関して図示した結果を示した。

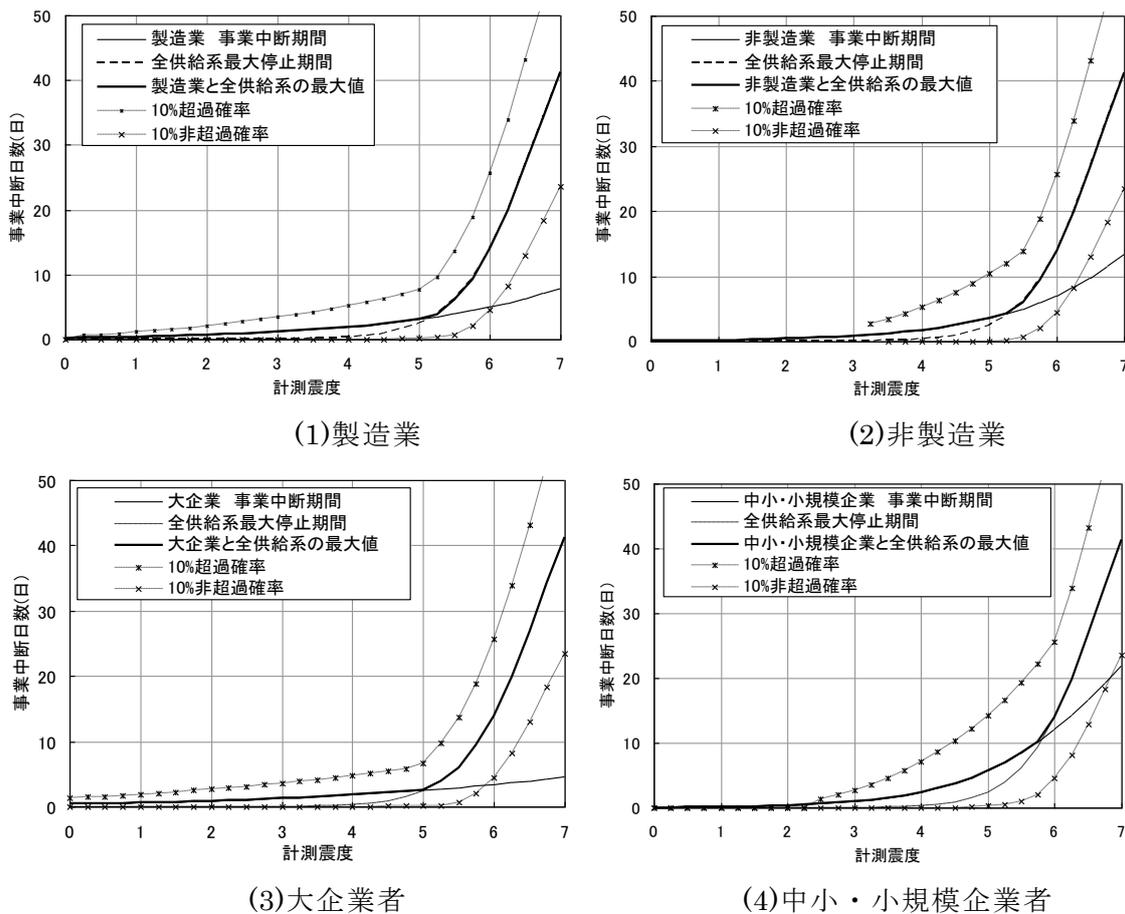


図8 供給系ライフラインの供給停止期間（供給系ライフラインの最大停止期間）の影響を考慮した事業中断期間の予測式

(c) 結論ならびに今後の課題

- ・平成21年度業務では、昨年度業務で収集されたデータに、新たに調査した17事業所のデータを加えた253事業所を対象として、業種別及び企業別にライフラインの供給停止期間と事業所の事業中断期間の関係について相関分析を行った。その結果、業種別の分析において、製造業では、停電、断水期間と事業中断期間との相関が見られ、非製造業では、都市ガス、上水道の供給停止期間と事業中断期間の相関が高いことが分かった。また、企業規模別の分析では、大企業者は、停電期間と事業中断期間に相関が見られ、中小・小規模企業者では、特に都市ガスの供給停止期間と事業中断期間との相関が高いほか、停電、断水期間のとの相関関係も見られた。
- ・事業中断期間のモデル化では、計測震度を説明変数として、電力、都市ガス、上水道など供給系ライフラインの供給停止期間の予測式と供給系ライフラインの影響が比較的少ない状況での業種別、企業規模別の事業中断期間の予測式を提案した。最終的に両者の予測式の最大値からなる、業種別、企業規模別の事業中断予測式の提案を行った。

(d) 引用文献

- 1) 柏崎商工会議所：新潟県中越沖地震に伴う被害状況に関わるアンケート調査報告書，2007.
- 2) 神戸商工会議所：阪神大震災緊急被害状況調査結果，1995.
- 3) 永田茂：近年の被害地震における企業・事業所の事業中断に関する実態調査，安全工学シンポジウム 2009 講演予稿集，2009.
- 4) 永田茂ほか：近年の被害地震における企業・事業所の事業中断期間のモデル化，安全工学シンポジウム 2009 講演予稿集，2009.
- 5) 新潟県ホームページ：新潟県中越沖地震 被災地商店街の再開状況<2007 年 9 月 19 日 新潟県産業労働観光部>，
<http://www.pref.niigata.lg.jp/shogyoshinko/1196007388502.html>.
- 6) 気象庁ホームページ：推計震度分布図，<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/suikei/>.
- 7) 京都大学防災研究所巨大災害研究センター、新潟大学災害復興科学センター：Emergency Mapping Center REPORT、新潟県中越沖地震対応における地図作成班の活動、2009.
- 8) 中村孝明、静間俊郎、藤井俊二，飯塚崇文：兵庫県南部地震による上水道停止期間と地震動のマクロ的相間について，第 25 回地震工学研究発表会講演論文集，pp.1073-1076，1999.

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所（学会等名）	発表時期	国際・国内の別
最近の被害地震におけるライフライン機能支障と企業影響の関係に関する調査結果（口頭発表）	永田 茂	八都県市首都直下地震対策研究協議会	2009 年 6 月 19 日	国内
ここまで分かった首都直下地震がもたらす問題の全体像 社会基盤の再建	永田 茂	文部科学省「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」サブプロジェクト③「広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究」研究成果発表会	2010 年 2 月 26 日	国内

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文（論文題目）	発表者氏名	発表場所 （雑誌等名）	発表時期	国際・国内の別
近年の被害地震における企業・事業所の事業中断に関する実態調査	永田 茂	安全工学シンポジウム2009(講演予稿集)	2009年7月10日	国内
近年の被害地震における企業・事業所の事業中断期間のモデル化	永田 茂他	安全工学シンポジウム2009(講演予稿集)	2009年7月10日	国内
ライフラインの供給停止期間と企業・事業所の事業中断期間の関係について	永田 茂他	日本地震工学会大会2009（梗概集）	2009年11月13日	国内

マスコミ等における報道・掲載

なし

(f) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成22年度業務計画案

- ・ a. 八都庁市の複数ライフラインの応急復旧過程を考慮した企業影響評価

申請者らがこれまでに提案したメッシュモデルに基づくライフラインの復旧過程予測モデルに対して、関連研究成果（被害波及構造に関する研究）を導入し、八都庁市の複数ライフラインを対象とした応急復旧過程シミュレーションを実施する。また、複数のライフラインの応急復旧過程シミュレーションの結果と平成22年度までの企業・事業所の事業中断期間の簡易予測モデルを用いて、ライフラインの機能障害に伴う首都圏企業への影響を検討する。