

2011年東北地方太平洋沖地震における 1都4県の停電被害分析

庄司 学¹・高橋 大²・築地 拓哉³・那波 悟志⁴

¹筑波大学大学院システム情報工学研究科准教授 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1)

E-mail:gshoji@kz.tsukuba.ac.jp

²筑波大学大学院システム情報工学研究科 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1)

E-mail:s1020985@u.tsukuba.ac.jp

³筑波大学理工学群工学システム学類 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1)

E-mail:e0811228@edu.esys.tsukuba.ac.jp

⁴筑波大学大学院システム情報工学研究科 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1)

E-mail:s1021001@u.tsukuba.ac.jp

本研究では東北地方太平洋沖地震で停電被害が発生した1都4県（茨城県、千葉県、東京都、埼玉県、および神奈川県）の停電の被害状況の調査・分析を行った。分析対象とする計 275 の市町村区の停電の有無、停電件数、および復旧日数を調査し、それらと計測震度との関係について明らかにした。また、対象とする市町村区の中でも神奈川県川崎市および横浜市の停電エリアの空間分布とそれらの解消過程について分析した。

Key Words : The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, electric power supply, blackout, damage ratio

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震($M_{JMA}=9.0$)の際には、エネルギー系ライフラインに甚大な被害が発生し、広範囲にわたって大規模な停電が発生したため、人々の社会経済活動は多大な影響を受けた。東北電力管轄内で3月11日に最大で4,742,581戸¹⁾、東京電力管轄内でも3月11日に最大で3,944,650軒²⁾の停電被害が発生した。そのため、これらの停電被害を調査し、分析することは、今後起こり得る東海・東南海地震等の巨大海溝型地震や首都直下地震等の巨大地震の際の停電被害予測に関わり、極めて重要である。

以上より、本研究では東北地方太平洋沖地震で停電被害が生じた1都4県（茨城県、千葉県、東京都、埼玉県、および神奈川県）の停電の被害状況の調査・分析を行った。

2. 東北地方太平洋沖地震における停電の被害調査

(1) 調査方法

東北地方太平洋沖地震によって停電被害が発生

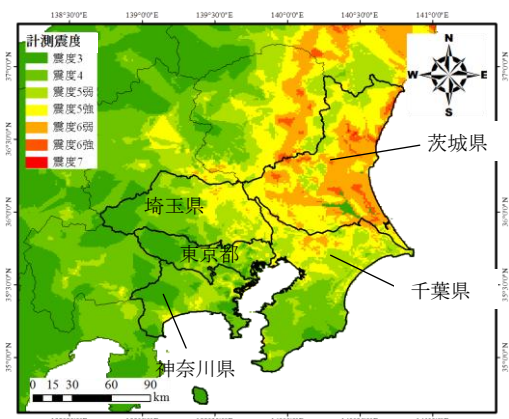


図-1 本研究で対象とする地域及び計測震度分布

した1都4県(茨城県、千葉県、東京都、埼玉県、及び神奈川県)の市町村区の停電被害調査を行った(図-1)。具体的には、各市町村区の停電の有無、停電件数、および復旧日の情報を経済産業省のHPおよび当該市町村区のHPから収集した。上記HPで停電の被害情報が得られなかった市町村区については2011年9月20日から9月29日において自治体の関連部局並びに各都県の東京電力の支社に対して電話調査を行った。

表-1 茨城県の調査データ

茨城県							
市町村区	世帯数	契約口数	停電件数	出典および資料提供先	復旧日	出典および資料提供先	復旧日数(日)
常陸太田市	19,797	36,760	26,242軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月15日	東京電力茨城支店	5
北茨城市	16,965	30,729	23,125軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月16日	東京電力茨城支店	6
那珂市	18,876	35,418	20,817軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月15日	東京電力茨城支店	5
水戸市	111,992	175,659	151,517軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月14日	東京電力茨城支店	4
龍ヶ崎市	30,072	52,498	13,499軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
笠間市	27,932	51,899	37,696軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月14日	東京電力茨城支店	4
桜川市	13,630	29,861	10,696軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月13日	東京電力茨城支店	3
大子町	7,144	13,096	12,091軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月15日	東京電力茨城支店	5
茨城町	11,192	22,551	13,554軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月14日	東京電力茨城支店	4
石岡市	27,086	52,088	25,688軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月13日	東京電力茨城支店	3
結城市	17,427	34,311	7,027軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月13日	東京電力茨城支店	3
神栖市	35,760	61,962	34,857軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月14日	東京電力茨城支店	4
行方市	11,354	24,594	12,274軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月14日	東京電力茨城支店	4
東海村	14,109	24,459	1,175軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月14日	東京電力茨城支店	4
大洗町	7,020	11,978	5軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月14日	東京電力茨城支店	4
鉾田市	16,946	32,778	26,006軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月14日	東京電力茨城支店	4
鹿嶋市	25,222	43,147	5,564軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月17日	東京電力茨城支店	7
八千代町	6,756	15,100	637軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月13日	東京電力茨城支店	3
小美玉市	17,253	34,155	22,508軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月13日	東京電力茨城支店	3
常総市	20,676	42,691	2,323軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月13日	東京電力茨城支店	3
高萩市	11,656	20,266	13,531軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月15日	東京電力茨城支店	5
土浦市	56,674	93,458	74,753軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
つくば市	88,337	140,269	55,287軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
下妻市	14,835	29,406	20,979軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月13日	東京電力茨城支店	3
ひたちなか市	60,276	102,599	55,118軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月14日	東京電力茨城支店	4
常陸大宮市	16,082	29,521	22,602軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月15日	東京電力茨城支店	5
潮来市	10,382	19,968	14,903軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
牛久市	31,554	53,376	11,044軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
日立市	77,932	126,200	5,830軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月16日	東京電力茨城支店	6
筑西市	35,115	70,911	22,103軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月13日	東京電力茨城支店	3
取手市	42,600	71,634	9,755軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
稲敷市	14,808	30,645	613軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月13日	東京電力茨城支店	3
古河市	142,973	93,425	15,781軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
守谷市	22,833	40,797	6,499軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月11日	東京電力茨城支店	1
坂東市	16,759	36,665	17,591軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
城里町	7,142	14,011	9,728軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月15日	東京電力茨城支店	5
つくばみらい市	15,264	29,016	4軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
美浦村	6,303	11,307	4,364軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
阿見町	17,954	31,326	26,023軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
河内町	3,001	6,647	986軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
玉霞町	2,925	6,152	460軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
境町	7,919	16,801	9,032軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
利根町	6,145	11,412	7,107軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月12日	東京電力茨城支店	2
かすみがうら市	14,740	28,452	14,875軒(11日17時30分時点)	東京電力茨城支店	3月13日	東京電力茨城支店	3

図-2および表-1～表-5には調査対象とした市町村区*i*とそれらの世帯数 N_i^h 、契約口数 N_i^c 、停電件数 N_i^{BL} （それらの出典および資料提供先）、復旧日（それらの出典および資料提供先）、及び、復旧日数 T_i^R をそれぞれ示す。世帯数に関しては、文献3)の平成22年国勢調査に示された数値を用いることとした。契約口数については、文献2)の平成21年度末の各都県の契約口数を用い、それらの数値を文献3)に示された各市町村区の人口で按分することにより算出した。

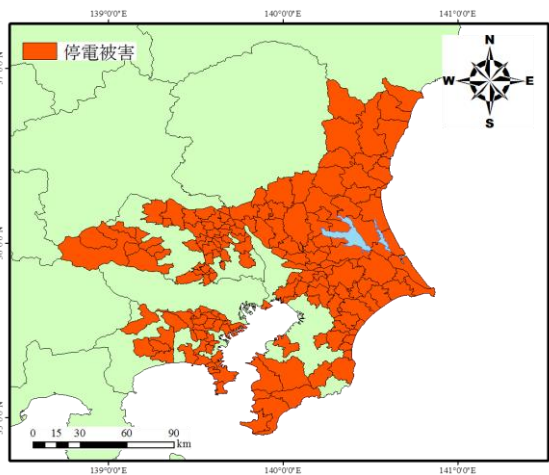


図-2 停電被害が発生した市町村区
(表-1～表-5をもとに作成)

次に、停電の有無に関しては、当該市町村区内で1軒でも停電が発生した場合には停電ありとし、1軒の停電もない場合は停電なしと定義した。停電軒数、停電戸数および停電世帯数については、正確な情報が得られた場合にはそれらの数値を用いることとし、概数のみが明らかな場合には使用する際に留意した上で用いることとした。一方、一部停電や地域の停電割合のみのデータは後述の分析には用いなかった。復旧日に関しては日時および日時分までの正確な情報がある場合と日付のみの情報がある場合があるが、いずれのデータも用いることとした。なお、復旧日数は日時および日時分までの正確な情報の場合には、2011年3月11日14時46分からの経過時間を算出し、日付のみの情報の場合には2011年3月11日からの経過日数を算出した。

さらに、市町村区の町丁目単位の停電情報に関してはtwitter⁴⁾の検索機能を利用して調査を行った。twitter調査に関してはgoogle⁵⁾などの検索サイトでsite:twitter.comというキーワードを入力すると、twitter.com内での情報を検索することが可能となる。それらのつぶやきの中で、「停電」、「電気□使えない」など電力の使用ができない意味を表す用語に加え、対象とする町丁目名を併せて入力する。その結果の一例として、「停電□鹿嶋site:twitter.com」と調べると、検索結果の中に鹿嶋市のtwitterのサイト⁶⁾がリストアップされる。

表-2 千葉県県の調査データ

千葉県							
市町村区	世帯数	契約口数	停電件数	出典および資料提供先	復旧日	出典および資料提供先	復旧日数（日）
銚子市	26948	43713	銚子駅西側で停電	電話調査(9/22)	12日	電話調査(9/22)	2
旭市	23121	42997	一部停電	電話調査(9/22)	12日	電話調査(9/22)	2
佐倉市	65082	107170	一部停電	電話調査(9/27)	12日17時	電話調査(9/27)	1.1
我孫子市	53172	83441	2800軒	電話調査(9/27)	12日(布佐地区)	電話調査(9/27)	2
大網白里町	18117	31200	7～8割停電	電話調査(9/22)	12日14時	電話調査(9/22)	1.0
船橋市	261239	379138	2589戸	船橋市ホームページ：市内の被害状況 http://www.city.funabashi.chiba.jp/shinsai/higaijokyo/0001/p013474.html	12日16時	電話調査(9/27)	1.0
香取市	27291	51594	全城停電	電話調査(9/27)	12日11時09分(市役所復電)	電話調査(9/22)	—
浦安市	71362	102632	一部停電	電話調査(9/27)	11日21時37分	浦安市ホームページ： http://www.city.urayasu.chiba.jp/item23815.html#itemid23815	0.3
東金市	24366	38436	約2万世帯	電話調査(9/27)	12日10時	電話調査(9/27)	0.8
八千代市	74776	118139	8,300世帯	電話調査(9/27)	12日3時19分	電話調査(9/27)	0.5
神崎町	2136	4015	全城停電	電話調査(9/27)	12日18時	電話調査(9/27)	1.1
東庄町	4559	9437	全城停電	電話調査(9/27)	3月12日19時30分	電話調査(9/27)	1.2
匝瑺市	12869	24791	14029世帯(全城停電)	電話調査(9/27)	12日19時30分	匝瑺市ホームページ： http://www.city.sosa.lg.jp/index.cfm/8,18677,c.html/18677/20110530-112956.pdf	1.2
多古町	5117	9963	全城停電	電話調査(9/27)	12日20時	電話調査(9/27)	1.2
芝山町	2470	4931	全城停電	電話調査(9/27)	12日18時	電話調査(9/27)	1.1
茂原市	35939	57898	一部停電	電話調査(9/27)	12日9時32分	電話調査(9/27)	0.8
八街市	25806	45565	8～9割停電	電話調査(9/27)	12日17時	電話調査(9/27)	1.1
長生村	5030	9182	一部停電（約400軒）	電話調査(9/27)	12日2時	電話調査(9/27)	0.5
鴨川市	14363	22259	1000世帯(内浦地区で100軒)	電話調査(9/27)	12日3時4分	電話調査(9/27)	0.5
館山市	20222	30681	一部停電(市役所から離れた地区)	電話調査(9/27)	12日2時47分	電話調査(9/27)	0.5
鋸南町	3479	5573	全城停電	電話調査(9/27)	12日2時	電話調査(9/27)	0.5
富津市	17311	29925	12100軒(南部で停電)	電話調査(9/27)	12日3時17分	電話調査(9/27)	0.5
袖ヶ浦市	21527	37571	一部停電(平川地区の中の富岡地区)	電話調査(9/27)	12日3時17分	電話調査(9/27)	0.5
富里市	19689	31810	2500軒	電話調査(9/27)	12日9時20分	電話調査(9/27)	0.8
栄町	8003	14057	2900戸停電	栄町ホームページ： http://www.town.sakae.chiba.jp/kuraishi/iza/saigaijokyo_24.pdf	3月13日15時38分	栄町ホームページ： http://www.town.sakae.chiba.jp/kuraishi/iza/saigaijokyo.pdf	1.0
成田市	52908	80264	17200世帯	電話調査(9/27)	12日19時	電話調査(9/27)	1.2
千葉市	406450	598902	148軒	電話調査(9/27)	不明	電話調査(9/27)	—
中央区	93761	124151	不明	電話調査(9/27)	不明	電話調査(9/27)	—
花見川区	76054	112680	不明	電話調査(9/27)	不明	電話調査(9/27)	—
稲毛区	68521	98233	不明	電話調査(9/27)	不明	電話調査(9/27)	—
若葉区	61473	94364	不明	電話調査(9/27)	不明	電話調査(9/27)	—
緑区	44015	75918	不明	電話調査(9/27)	不明	電話調査(9/27)	—
美浜区	62626	93554	不明	電話調査(9/27)	不明	電話調査(9/27)	—
山武市	19297	34912	あり	電話調査(9/27)	12日14時47分	電話調査(9/27)	0.8
横芝光町	8278	15362	あり	電話調査(9/22)	12日18時頃	電話調査(9/22)	0.1
習志野市	69995	102348	あり	電話調査(9/22)	すぐに復旧	電話調査(9/22)	—
印西市	29719	54869	あり	電話調査(9/22)	12日2時	電話調査(9/22)	0.5
君津市	33914	55504	あり	電話調査(9/22)	12日3時	電話調査(9/22)	0.5
四街道市	32495	53993	あり	電話調査(9/27)	12日2時	電話調査(9/27)	0.5
九十九里町	6617	11210	あり	電話調査(9/22)	不明	電話調査(9/27)	—
白子町	4257	7564	あり	電話調査(9/27)	不明	電話調査(9/27)	—
南房総市	15570	26214	あり	電話調査(9/27)	不明	電話調査(9/27)	—
長柄町	2651	5005	あり(役場が東京電力より情報収集)	電話調査(9/27)	不明	電話調査(9/27)	—
市川市	220473	295629	なし	電話調査(9/22)	—	—	—
木更津市	49987	80480	なし	電話調査(9/27)	—	—	—
松戸市	209542	301676	なし	電話調査(9/27)	—	—	—
いすみ市	14690	25502	なし	電話調査(9/27)	—	—	—
野田市	58040	96761	なし	電話調査(9/27)	—	—	—
流山市	64876	102082	なし	電話調査(9/27)	—	—	—
鎌ヶ谷市	42027	67123	なし	鎌ヶ谷市ホームページ http://www.city.kamagaya.chiba.jp/news/anzen taisaku/h230322jishinnjohoshinaijokyo.html	—	—	—
柏市	162301	251529	なし	電話調査(9/27)	—	—	—
長南町	2818	5648	なし	電話調査(9/27)	—	—	—
一宮町	4452	7496	なし	電話調査(9/27)	—	—	—
御宿町	3136	4817	なし	電話調査(9/27)	—	—	—
勝浦市	9169	12946	なし	電話調査(9/27)	—	—	—
大多喜町	3599	6646	なし	電話調査(9/27)	—	—	—
睦沢町	2399	4570	なし	電話調査(9/27)	—	—	—
市原市	111883	174045	なし	電話調査(9/27)	—	—	—
酒々井町	8568	13218	なし	酒々井町ホームページ http://www.town.shisui.chiba.jp/gyou/soshiki/somu/contents/20110311_eartquake.php	—	—	—
白井市	21115	37568	なし	電話調査(9/27)	—	—	—

そこには、「（災害対策本部）市内大野区域の停電箇所も復旧の目処が情報として届いておりませんが、今後電力供給が抑制され、計画停電もありうるとの情報が見受けられます。引き続き節電のご協力をお願いいたします。」という情報が得られる。これより、鹿嶋市の大野地区で停電が発生していることが同定できる。このような一連のtwitter調査を当該市町村区全ての町丁目ごとで行った。なお、今回の調査では東北地方太平洋沖地震の本震の影響による停電にのみ着目しており、それらの余震による影響や

東京電力により実施された計画停電に関しては取り上げていない。

(2) 分析に用いる指標と地震動強さ

以上により、分析対象とする市町村区 i の世帯数 N_i^h 、契約口数 N_i^c および停電件数 N_i^{BL} を用い、停電件数 N_i^{BL} が世帯数単位の場合の停電率 R_i^h を次式のように定義する。

表-3 東京都の調査データ

東京都							
市町村区	世帯数	契約口数	停電件数	出典および資料提供先	復旧日	出典および資料提供先	復旧日数(日)
町田市	179,937	293,486	106,400軒(18時30分時点)	町田市ホームページ： http://www.city.machida.tokyo.jp/shisei/koho/pressrelease/faxrelease/2010/201103.files/110311_2.pdf	12日3時44分	電話調査(9/29)	0.5
中央区	68,095	84,458	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
台東区	95,420	121,081	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
荒川区	97,158	140,714	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
足立区	315,060	470,361	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
墨田区	120,849	170,280	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
江東区	215,327	316,698	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
江戸川区	304,237	466,816	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
葛飾区	197,163	304,502	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
千代田区	25,651	32,437	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
文京区	111,815	142,121	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
港区	109,976	141,166	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
品川区	196,350	251,257	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
大田区	345,949	476,799	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
目黒区	138,128	184,771	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
渋谷区	123,718	140,788	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
新宿区	195,645	224,385	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
豊島区	166,779	195,806	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
杉並区	302,910	377,989	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
世田谷区	449,508	603,750	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
中野区	184,090	216,525	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
練馬区	336,023	492,585	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
板橋区	274,757	367,565	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
北区	172,827	230,774	なし	電話調査(9/20)	—	—	—
奥多摩町	2,217	4,157	なし	経済産業省：報道発表 過去の報道発表 http://www.meti.go.jp/press/index_history.html	—	—	—
檜原村	915	1,757	なし		—	—	—
あきる野市	29,324	55,611	なし		—	—	—
日の出町	5,471	11,450	なし		—	—	—
青梅市	53,202	95,736	なし		—	—	—
八王子市	250,682	398,669	なし		—	—	—
昭島市	47,276	77,208	なし		—	—	—
福生市	26,974	41,157	なし		—	—	—
羽村市	23,432	39,225	なし		—	—	—
瑞穂町	12,366	23,012	なし		—	—	—
武蔵村山市	26,883	48,177	なし		—	—	—
東大和市	33,711	57,121	なし		—	—	—
立川市	81,813	123,426	なし		—	—	—
日野市	81,286	123,399	なし		—	—	—
多摩市	64,236	101,449	なし		—	—	—
稲城市	34,883	58,316	なし		—	—	—
調布市	107,915	153,753	なし		—	—	—
狛江市	39,093	54,200	なし		—	—	—
三鷹市	89,810	127,913	なし		—	—	—
府中市	115,206	175,649	なし		—	—	—
国立市	35,698	51,917	なし		—	—	—
小金井市	57,715	81,747	なし		—	—	—
国分寺市	57,632	83,016	なし		—	—	—
小平市	81,816	128,608	なし		—	—	—
武蔵野市	71,220	95,448	なし		—	—	—
西東京市	86,659	135,109	なし		—	—	—
東久留米市	49,203	80,155	なし		—	—	—
清瀬市	31,109	50,943	なし		—	—	—
東村山市	64,437	105,454	なし		—	—	—

$$R_i^h = \frac{N_i^{BL}}{N_i^h} \quad (1)$$

また、停電件数 N_i^{BL} が軒数および戸数単位の場合の停電率 R_i^c を以下のように定義する。

$$R_i^c = \frac{N_i^{BL}}{N_i^c} \quad (2)$$

なお、停電被害の分析に当たって、本研究では地震動強さの指標として計測震度を用いることとし、その際、気象庁により公開されているデータに基づいた3次メッシュの計測震度分布⁷⁾を用いた。なお、計測震度は当該市町村区内の中央値および最大値を用いる。

3. 停電被害分析

(1) 停電の有無に関する分析

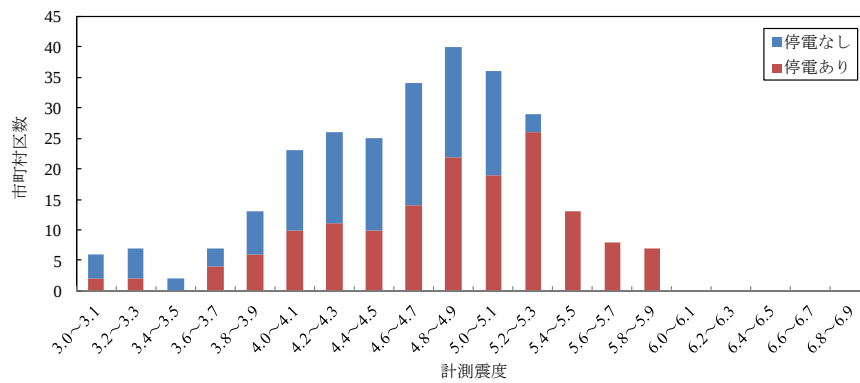
図-3には、停電した市町村区の計測震度に対する頻度および相対頻度を示す。図-3(b)によれば、計測震度が3.0～3.1および3.2～3.3の領域内の市町村区の相対頻度は0.32および0.29となった。計測震度3.0～3.3の市町村区では全体の3割前後の市町村区が停電したと言える。また、計測震度が3.6～3.7の領域内の市町村区は相対頻度が0.58とやや高い数値を示すが、計測震度が3.8～4.7の領域における市町村区は相対頻度が0.46～0.48となり、0.47前後となっている。また、計測震度が4.8を越えると、計測震度4.8～4.9および5.0～5.1の領域内において市町村区の相対頻度が0.58および0.56となり、高い数値を示している。計測震度が5.2を越えるとさらに相対頻度が高くなり、計測震度5.2～5.3の領域内において市町村区の相対頻度は0.88と高い数値を示した。さらに、計測震度が5.4を越える領域内の市町村区は全て停電したことがわかる。

表-4 神奈川県調査データ

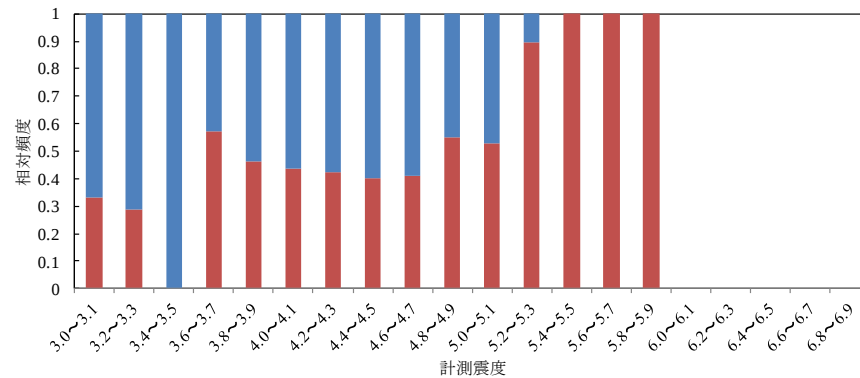
神奈川県							
市町村区	世帯数	契約口数	停電件数	出典および資料提供先	復旧日	出典および資料提供先	復旧日数(日)
川崎市	662,644	846,002	230,228軒	電話調査(9/22)	12日0時26分	川崎市ホームページ： http://www.city.kawasaki.jp/e-news/info3785/file1.pdf	0.4
川崎区	105,528	128,987	209,92軒	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
中原区	117,247	138,810	78,679軒	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
宮前区	92,149	129,936	50,155軒	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
幸区	70,747	91,495	40,426軒	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
高津区	101,699	128,933	39,963軒	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
多摩区	103,518	126,973	6軒	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
麻生区	71,756	100,867	7軒	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
三浦市	17,876	28,690	25,970軒(19時30時点)	神奈川県ホームページ： http://www.pref.kanagawa.jp/saiportal/resources/content/3884/20110311-225938.pdf	不明	電話調査(9/22)	—
横浜市	1,583,344	2,189,421	569,000戸(16時時点)	横浜市ホームページ： http://www.city.yokohama.lg.jp/shimin/koho/0311zishin/08.html	12日1時04分	横浜市ホームページ： http://www.city.yokohama.lg.jp/shimin/koho/0311zishin/08.html	0.4
鶴見区	124,181	161,546	不明	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
戸塚区	109,800	162,823	あり	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
緑区	71,174	105,437	55,700世帯	電話調査(9/28)	11日21時45分	電話調査(9/28)	0.3
金沢区	86,641	124,211	あり	電話調査(9/28)	11日21時4分	電話調査(9/28)	0.3
栄区	50,348	74,131	全城停電	電話調査(9/28)	11日21時	電話調査(9/28)	0.3
港北区	154,823	195,540	あり	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
旭区	101,020	149,036	27,000世帯	電話調査(9/28)	11日22時15分	電話調査(9/28)	0.3
港南区	90,082	131,410	あり	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
都筑区	75,004	119,456	33,500世帯(11日20時時点)	電話調査(9/28)	12日0時	電話調査(9/28)	0.4
青葉区	120,175	180,593	32,100軒(11日16時54分)	電話調査(9/28)	11日	電話調査(9/28)	0.4
瀬谷区	49,536	75,317	あり	電話調査(9/28)	11日21時54分(100件未満)	電話調査(9/28)	—
神奈川区	113,564	138,564	なし	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
中区	75,647	86,673	不明	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
西区	49,049	56,310	不明	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
南区	92,344	116,416	あり	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
泉区	58,824	92,418	300世帯(中田東)	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
磯子区	71,079	96,892	不明	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
保土ヶ谷区	90,053	122,648	あり	電話調査(9/28)	不明	電話調査(9/28)	—
逗子市	23,843	39,858	38,471軒数	神奈川県ホームページ： http://www.pref.kanagawa.jp/saiportal/resources/content/3884/20110311-225938.pdf	12日1時05分	電話調査(9/22)	0.4
鎌倉市	72,460	103,462	84,950軒(19時30時点)	神奈川県ホームページ： http://www.pref.kanagawa.jp/saiportal/resources/content/3884/20110311-225938.pdf	不明	—	—
葉山町	12,534	19,446	7,578軒数(19時30時点)	神奈川県ホームページ： http://www.pref.kanagawa.jp/saiportal/resources/content/3884/20110311-225939.pdf	不明	電話調査(9/28)	—
横須賀市	164,360	248,308	133,037軒(19時30時点)	神奈川県ホームページ： http://www.pref.kanagawa.jp/saiportal/resources/content/3884/20110311-225940.pdf	12日4時44分	電話調査(9/22)	0.6
相模原市	302,652	425,803	132,763軒(19時30時点)	神奈川県ホームページ： http://www.pref.kanagawa.jp/saiportal/resources/content/3884/20110311-225941.pdf	12日4時	電話調査(9/22)	0.5
緑区	70,029	104,553	不明	電話調査(9/22)	不明	電話調査(9/22)	—
中央区	112,415	158,414	不明	電話調査(9/22)	不明	電話調査(9/22)	—
南区	120,208	162,836	不明	電話調査(9/22)	不明	電話調査(9/22)	—
伊勢原市	41,166	59,965	28,021軒(19時30時点)	神奈川県ホームページ： http://www.pref.kanagawa.jp/saiportal/resources/content/3884/20110311-225938.pdf	11日22時30分	伊勢原市ホームページ： http://www.city.isehara.kanagawa.jp/kakuka/kakaku/bousai/zisin.htm	0.4
厚木市	92,400	133,175	49軒(19時30時点)	神奈川県ホームページ： http://www.pref.kanagawa.jp/saiportal/resources/content/3884/20110311-225939.pdf	不明	電話調査(9/22)	—
平塚市	104,217	154,745	22,086軒(19時30時点)	神奈川県ホームページ： http://www.pref.kanagawa.jp/saiportal/resources/content/3884/20110311-225940.pdf	不明	電話調査(9/22)	—
藤沢市	171,813	243,137	3,466軒(19時30時点)	神奈川県ホームページ： http://www.pref.kanagawa.jp/saiportal/resources/content/3884/20110311-225941.pdf	11日21時	電話調査(9/22)	0.3
秦野市	69,561	100,970	12,993軒数(19時30時点)	神奈川県ホームページ： http://www.pref.kanagawa.jp/saiportal/resources/content/3884/20110311-225941.pdf	不明	電話調査(9/22)	—
小田原市	77,675	117,715	なし	東京電力：プレスリリース 2011年 http://www.tepco.co.jp/cc/press/index1103-j.html	—	—	—
大和市	97,164	135,403	なし		—	—	—
海老名市	50,426	75,789	なし		—	—	—
座間市	54,076	76,706	なし		—	—	—
綾瀬市	31,536	49,355	なし		—	—	—
愛川町	16,066	24,977	なし		—	—	—
清川村	1,201	2,053	なし		—	—	—
寒川町	18,019	28,288	なし		—	—	—
茅ヶ崎市	93,453	13,955	なし		—	—	—
大磯町	12,416	19,605	なし		—	—	—
二宮町	11,339	17,520	なし		—	—	—
南足利市	15,869	26,060	なし		—	—	—
中井町	3,338	5,940	なし		—	—	—
大井町	6,334	10,667	なし		—	—	—
松田町	4,429	6,930	なし		—	—	—
山北町	3,946	6,980	なし		—	—	—
開成町	5,747	9,711	なし		—	—	—
箱根町	7,265	8,219	なし		—	—	—
湯河原町	11,003	15,932	なし		—	—	—
真鶴町	3,252	4,875	なし		—	—	—

表-5 埼玉県の調査データ

埼玉県							
市町村区	世帯数	契約口数	停電件数	出典および資料提供先	復旧日	出典および資料提供先	復旧日数(日)
行田市	30613	50443	約4万7000軒	電話調査(9/22)	12日4時	電話調査(9/22)	0.5
久喜市	57195	90735	約1万4100世帯	電話調査(9/22)	12日0時	電話調査(9/22)	0.4
幸手市	19912	31759	約500軒	さいたま市ホームページ： http://www.city.saitama.lg.jp/311/top.htm	12日1時23分	幸手市ホームページ： http://www.city.saitama.lg.jp/311/top.htm	0.4
桶川市	28027	43926	全世帯の1/3程度	電話調査(9/22)	11日23時30分	電話調査(9/22)	0.4
さいたま市	502975	718963	8059軒	さいたま市ホームページ： http://www.city.saitama.jp/www/contents/1300200544381/index.html	12日1時11分	さいたま市ホームページ： http://www.city.saitama.jp/www/contents/1300200544381/index.html	0.4
浦和区	61979	85172	1軒	さいたま市ホームページ： http://www.city.saitama.jp/www/contents/1300200544381/index.html	不明	電話調査(9/29)	—
西区	31433	49413	2軒	さいたま市ホームページ： http://www.city.saitama.jp/www/contents/1300200544381/index.html	不明	電話調査(9/29)	—
北区	58442	81519	28軒	さいたま市ホームページ： http://www.city.saitama.jp/www/contents/1300200544381/index.html	不明	電話調査(9/29)	—
見沼区	61570	92451	8,028軒	さいたま市ホームページ： http://www.city.saitama.jp/www/contents/1300200544381/index.html	—	—	—
南区	74832	102922	なし	さいたま市ホームページ： http://www.city.saitama.jp/www/contents/1300200544381/index.html	—	—	—
桜区	42480	56976	なし	さいたま市ホームページ： http://www.city.saitama.jp/www/contents/1300200544381/index.html	—	—	—
中央区	41113	56488	なし	さいたま市ホームページ： http://www.city.saitama.jp/www/contents/1300200544381/index.html	—	—	—
緑区	40755	64768	なし	さいたま市ホームページ： http://www.city.saitama.jp/www/contents/1300200544381/index.html	—	—	—
大宮区	48449	63803	なし	さいたま市ホームページ： http://www.city.saitama.jp/www/contents/1300200544381/index.html	—	—	—
岩槻区	41922	65449	なし	さいたま市ホームページ： http://www.city.saitama.jp/www/contents/1300200544381/index.html	—	—	—
上尾市	87406	131623	36000世帯	電話調査(9/22)	12日1時	電話調査(9/22)	0.4
富士見市	44683	62757	約3万1900軒	電話調査(9/22)	12日2時	電話調査(9/22)	0.5
羽生市	19440	33049	全城停電20000世帯	電話調査(9/29)	11日22時	電話調査(9/29)	0.3
鴻巣市	43406	70331	全城停電46400戸	電話調査(9/29)	12日3時58分	電話調査(9/29)	0.6
杉戸町	16694	27563	一部停電(100軒)	電話調査(9/29)	11日	電話調査(9/29)	0.4
北本市	25863	40498	全世帯の内3分の2強	電話調査(9/29)	11日23時30分	電話調査(9/29)	0.4
越谷市	128425	191908	約470軒	電話調査(9/29)	11日15時53分	電話調査(9/29)	0.05
ふじみ野市	42738	62208	1万700世帯	電話調査(9/29)	12日2時	電話調査(9/29)	0.5
ときわ町	4280	7302	8～9割停電(都幾川村)	電話調査(9/29)	12日2時30分	電話調査(9/29)	0.5
川島町	7176	12988	あり	電話調査(9/29)	12日3時12分	電話調査(9/29)	0.5
東秩父村	1075	1967	村内全域停電	電話調査(9/29)	12日3時24分	電話調査(9/29)	0.5
皆野町	3762	6403	一部停電(計画停電の第一グループの地域)	電話調査(9/29)	12日3時	電話調査(9/29)	0.5
秩父市	24211	39354	約2万世帯	電話調査(9/29)	12日2時29分	電話調査(9/29)	0.5
伊奈町	15543	24964	13軒	電話調査(9/29)	11日	電話調査(9/29)	0.4
白岡町	17892	29555	一部停電	電話調査(9/29)	11日	電話調査(9/29)	0.4
三芳町	13939	22753	約3200軒(3月11日21時時点)	三芳町ホームページ： http://www.town.saitama-miyoshi.lg.jp/news/jisin_information.html	不明	電話調査(9/29)	—
熊谷市	75416	119459	200世帯	電話調査(9/29)	不明	電話調査(9/29)	—
新座市	64464	93340	700戸	電話調査(9/29)	不明	電話調査(9/29)	—
蓮田市	23461	37224	100件未満	電話調査(9/29)	不明	電話調査(9/29)	—
春日部市	91509	139440	一部停電(西側)	電話調査(9/29)	不明	電話調査(9/29)	—
戸田市	54638	72323	一部停電(本庁舎の西側)	電話調査(9/29)	不明	電話調査(9/29)	—
所沢市	141286	201007	1850世帯	電話調査(9/29)	不明	電話調査(9/29)	—
草加市	102400	143487	不明	電話調査(9/29)	—	—	—
小川町	11634	19342	不明	電話調査(9/29)	—	—	—
鳩ヶ谷市	24612	35804	不明	電話調査(9/29)	—	—	—
日高市	21201	33806	不明	電話調査(9/29)	—	—	—
吉見町	6802	12395	不明	電話調査(9/30)	—	—	—
東松山市	34926	52973	不明	電話調査(9/31)	—	—	—
鳩山町	5332	8997	不明	電話調査(9/32)	—	—	—
毛呂山町	15622	22959	不明	電話調査(9/33)	—	—	—
熊本市	30906	49118	不明	電話調査(9/34)	—	—	—
越生町	4564	7372	不明	電話調査(9/35)	—	—	—
朝霞市	56837	76225	あり	電話調査(9/22)	不明	電話調査(9/22)	—
志木市	28413	40923	あり	電話調査(9/22)	不明	電話調査(9/22)	—
加須市	39488	67616	あり	電話調査(9/29)	不明	電話調査(9/29)	—
横瀬町	3079	5313	あり	電話調査(9/29)	不明	電話調査(9/29)	—
小栗野町	4509	7897	あり	電話調査(9/29)	不明	電話調査(9/29)	—
川越市	137115	201486	なし	電話調査(9/22)	—	—	—
上里町	10880	18219	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
神川町	4975	8506	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
本庄市	32189	48144	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
美里町	3550	6824	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
深谷市	51032	84986	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
宮代町	13178	19775	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
松伏町	10420	18319	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
吉川市	23247	38389	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
三郷市	51163	77262	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
八潮市	32524	48780	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
川口市	210179	294139	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
蕨市	33058	42033	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
和光市	37380	47469	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
狭山市	61032	91560	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
入間市	56859	88116	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
鶴ヶ島市	27733	41156	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
坂戸市	41515	59797	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
滑川町	6161	10186	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
嵐山町	6709	11103	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
寄居町	12690	21033	なし	電話調査(9/29)	—	—	—
長瀨町	2719	4650	なし	電話調査(9/29)	—	—	—



(a) 停電の有無に関する頻度分布



(b) 停電の有無に関する相対頻度分布

図-3 停電した市町村区の計測震度に対する頻度および相対頻度（計測震度の中央値を採用した場合）

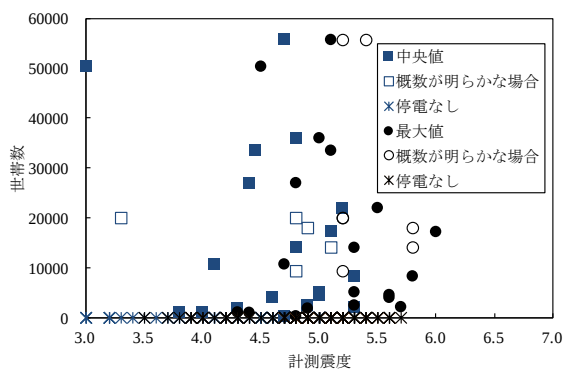


図-4 停電世帯数と計測震度の関係

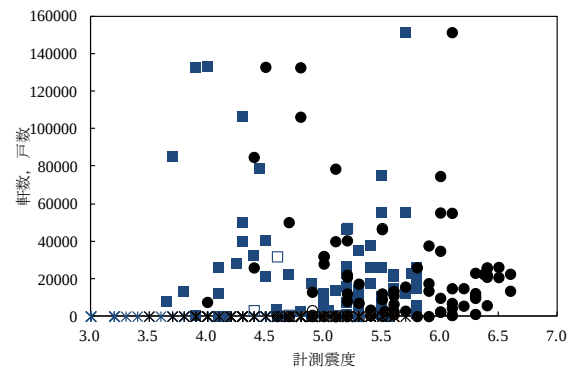
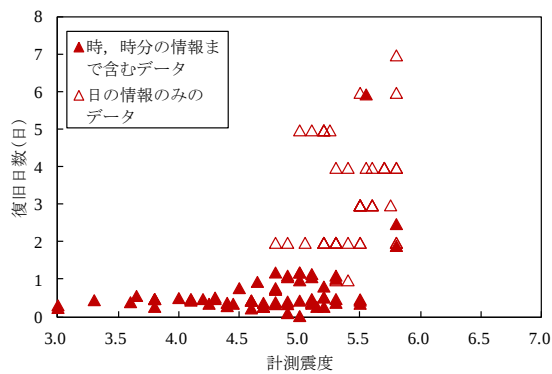
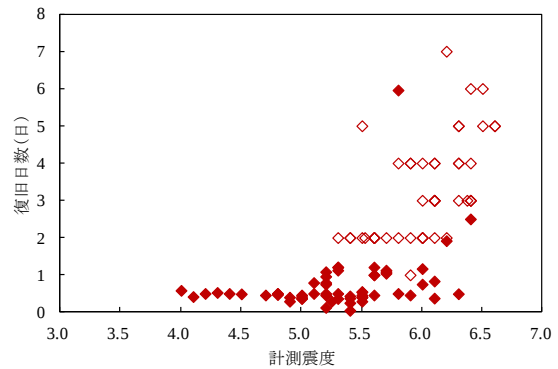


図-5 停電軒数および停電戸数と計測震度の関係



(a) 計測震度の中央値を採用した場合



(b) 計測震度の最大値を採用した場合

図-6 復旧日数と計測震度の関係

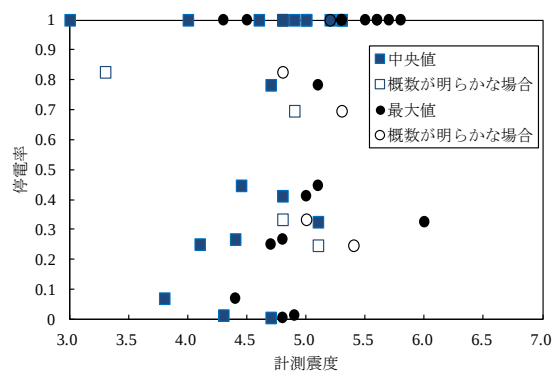


図-7 停電世帯数に関する停電率と計測震度の関係

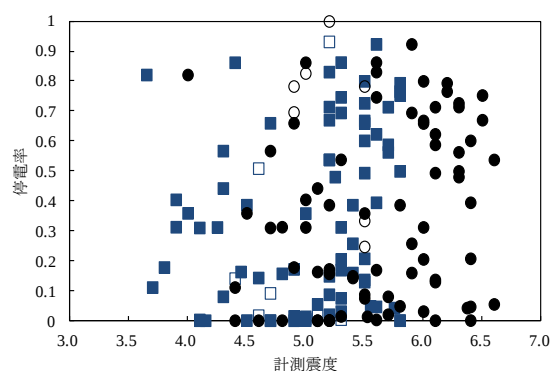
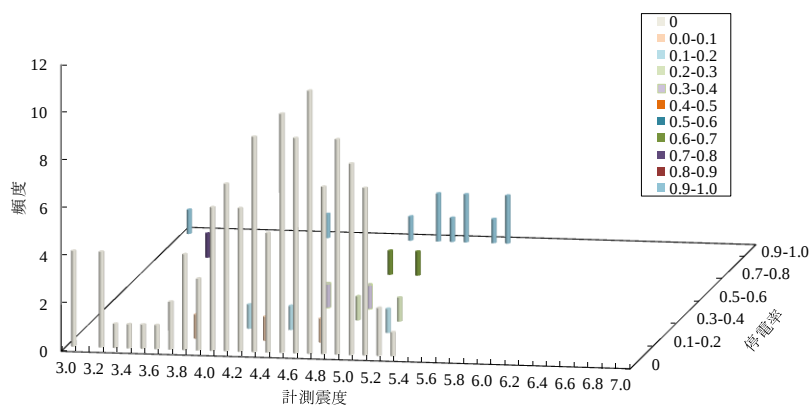
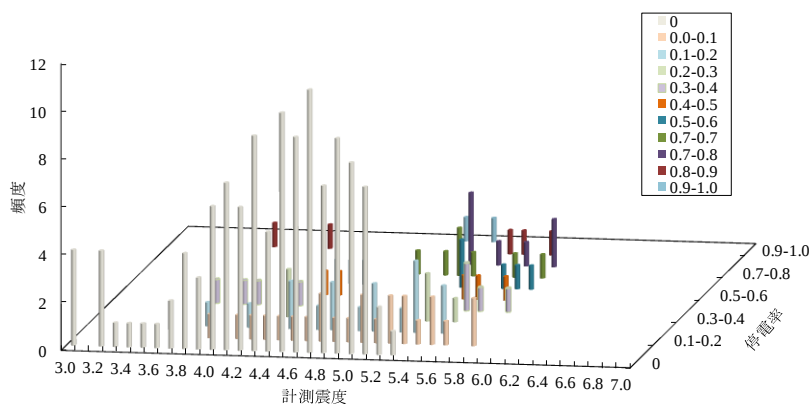


図-8 停電軒数および停電戸数に関する停電率と計測震度の関係



(a) 停電世帯数に関わる停電率の頻度分布



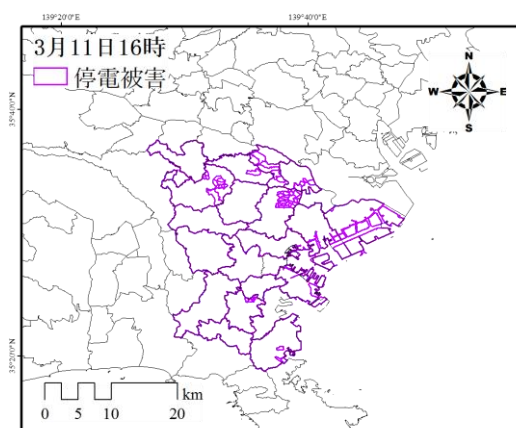
(b) 停電軒数および停電戸数に関わる停電率の頻度分布

図-9 停電世帯数、停電軒数および停電戸数に関する停電率の頻度（計測震度の中央値を採用した場合）

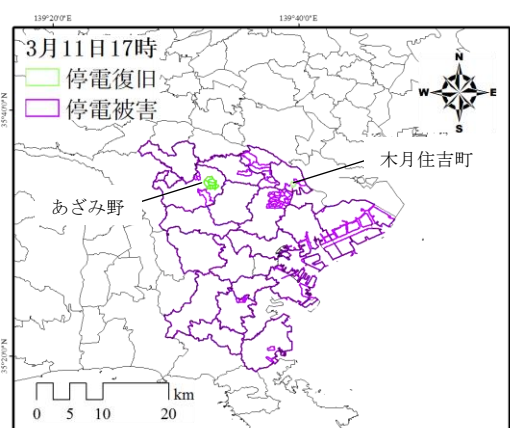
(2) 停電世帯数、停電軒数および停電戸数に関する分析

図-4および図-5には、停電世帯数、停電軒数および停電戸数と計測震度の関係を示す。図-4の停電世帯数に着目すると、計測震度が3.0と低い領域においても50,348世帯という大規模な停電が発生していることがわかる。このような低い計測震度で大規模

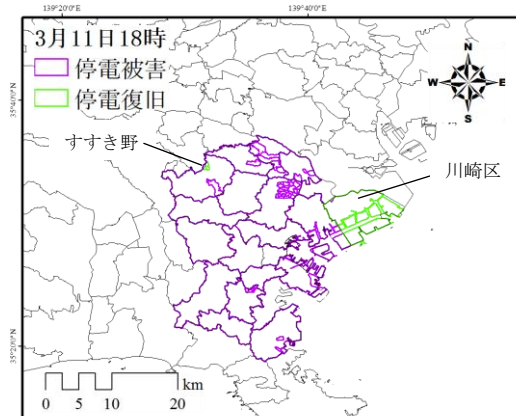
な停電が発生している一方で、計測震度が4.3までの比較的低い計測震度の場合には1,000～1,850世帯の停電が発生しており、1,000世帯前後の規模の小さな停電となっている。また、計測震度が4.3を越えると、20,000世帯を越える市町村区が現れ始める。計測震度が4.5を越えると、停電世帯数が55,700世帯と対象地域内における最大値を示す。



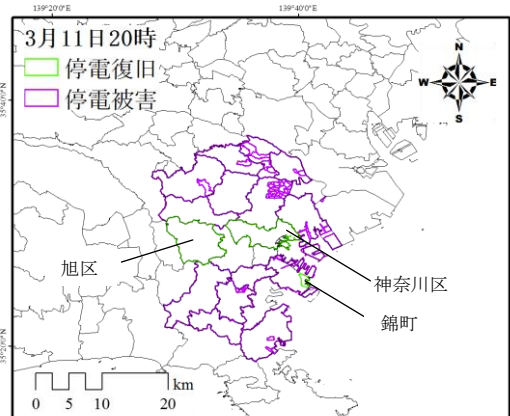
(a) 3月11日16時の停電分布



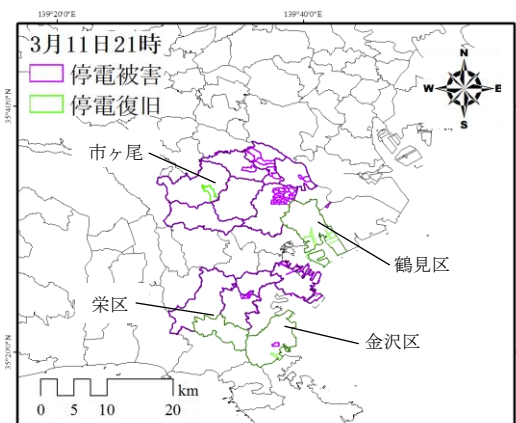
(b) 3月11日17時の停電分布



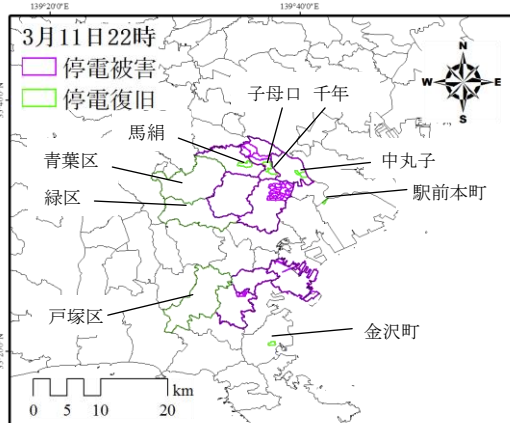
(c) 3月11日18時の停電分布



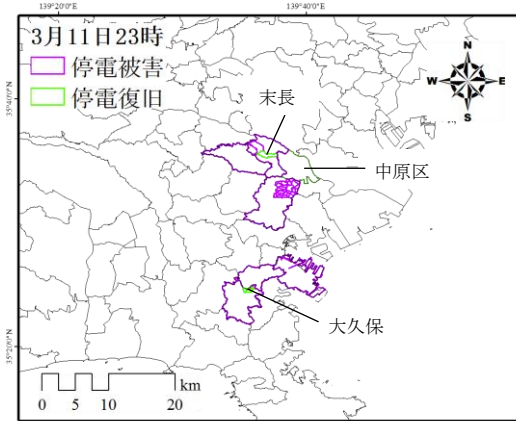
(d) 3月11日20時の停電分布



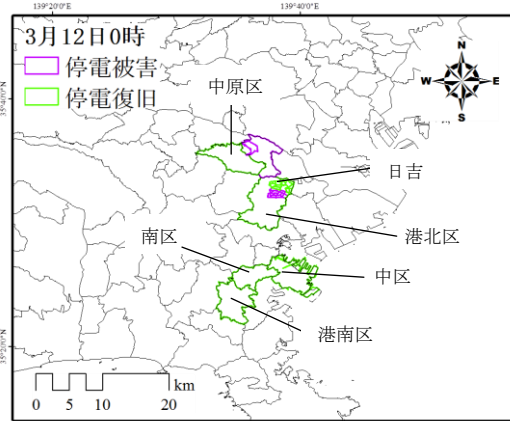
(e) 3月11日21時の停電分布



(f) 3月11日22時の停電分布



(g) 3月11日23時の停電分布



(h) 3月12日0時の停電分布

図-10 川崎市および横浜市の3月11日14時から3月12日0時までの停電解消過程

次に、図-5の停電軒数および停電戸数に着目すると、計測震度が3.5を越えると停電が発生しており、計測震度が3.7および3.8の領域内の市町村区では7,578軒および12,993軒の停電が発生していることがわかる。さらに、計測震度が3.7と低い市町村区でも84,950軒と規模の大きな停電が発生している。計測震度が高くなると、計測震度3.9および4.0の領域内の市町村区において132,763軒および133,037軒とさらに規模の大きな停電が発生している。また、計測震度が4.0～5.0の領域内の市町村区では、12,100軒～50,115軒および78,679軒～106,400軒の大規模な停電が発生していることがわかる。なお、対象領域内で最大停電軒数および停電戸数を示した市は水戸市の151,517軒である。

(3) 復旧日数と計測震度の関係

図-6には、復旧日数と計測震度の関係を示す。図-6(a)に着目すると、計測震度3.0～4.5の領域内の市町村区の復旧日数は0.3～0.6日となり、0.5日前後で停電が解消していることがわかる。また、計測震度が4.5を越えると、復旧日数が0.8～1.1日となり1日前後の復旧日数となり始め、計測震度が4.7および5.0の領域内では復旧日数が2日、5日と長くなる市町村区が現れ始める。また、計測震度が5.0を越えると0.5日前後で復旧する市町村区が存在する一方で、復旧日数は2日～最大7日と長い期間停電していることがわかる。

(4) 停電率に関する分析

図-7、図-8には、停電世帯数、停電軒数および停電戸数に関わる停電率と計測震度の関係を示す。また、図-9には停電世帯数、停電軒数および停電戸数に関わる停電率の頻度特性を示す。

図-7において計測震度の中央値を採用した場合に着目すると、計測震度3.0および4.0の領域内の市町村区では停電率が1.0を示す一方で、計測震度が3.8および4.1の領域内の市町村区では停電率が0.07および0.25と低い数値を示していることがわかる。また、計測震度が4.3を越える領域内の市町村区の中では、計測震度4.3および4.7の市町村区において停電率がともに0.01と小規模な停電が発生している一方で、停電率が0.27～1.00と中規模から大規模な停電となっている市町村区がある。

同様に、図-8においても計測震度の中央値を採用した場合に着目すると、計測震度が3.6において停電率が0.83を示し、低い計測震度においても大規模な停電が発生し得ることがわかる。その一方で、計測震度3.7および3.8においては停電率0.13および0.19と1割から2割程度の停電率を示している。計測震度が3.8を越えると停電率が0.3を越える市町村区が始め、さらに計測震度が4.0を越えると計測震度4.2および4.3において停電率がそれぞれ0.34および0.45、0.6となる。計測震度が5.3を越え、相対的に高い計測震度となると、図-9からもわかるように、停電率0.5以上の市町村区が多く存在するようになる。

(5) 停電被害の空間的な分布の詳細

図-10には、3月11日16時から3月12日0時までの川崎市および横浜市の停電の解消過程を示す。図-10(a)は、川崎市および横浜市の3月11日16時時点の停電分布を表している。本震約1時間後の停電状況であるが、この時点では川崎市および横浜市のほぼ全域で停電が発生していたことがわかる。次に、図-10(b)は3月11日17時時点の停電分布であり、16時～17時の間において川崎市中原区木月住吉町と横浜市青葉区あざみ野で停電が解消されたことがわかる。また、図-10(c)、図-10(d)は3月11日18時時点および3月11日20時時点の停電分布であり、川崎市川崎区および横浜市青葉区すすき野で17時～18時の間に停電が解消され、横浜市旭区、神奈川区および中区錦町で19時～20時の間に停電が解消されたことがわかる。図-10(h)は3月12日0時時点での停電分布であるが、このように復旧日数が0.4 [日]を過ぎると川崎市および横浜市のほぼ全域で停電から復旧している。しかし、川崎市高津区と横浜市港北区大綱では依然として停電しており、twitterの情報によると、川崎市高津区では12日6時20分、横浜市港北区大綱では12日12時53分頃に停電から完全復旧したということが明らかとなった。

4. まとめ

本研究では東北地方太平洋沖地震で停電被害が発生した1都4県（茨城県、千葉県、東京都、埼玉県、および神奈川県）の停電の被害状況の調査・分析を行った。分析対象とする計275の市町村区の停電の有無、停電件数、および復旧日数を調査し、それらと計測震度の関係について明らかにした。また、対象とする市町村区の中でも神奈川県川崎市および横浜市の停電エリアの空間分布とその解消過程について分析した。今後はこれらの調査・分析を通じて得られたデータに基づき、停電率に係わる被害関数の構築を試みる予定である。

謝辞：本研究は、筑波大学プロジェクト「巨大地震による複合災害の統合的リスクマネジメント」（研究代表者：八木勇治准教授，研究分担者：庄司学）の一部助成を得て実施されました。これらに関連する全ての皆様方に、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 東北電力：緊急情報
<http://www.tohoku-epco.co.jp/emergency/9/index.html>
- 2) 東京電力：プレスリリース | 2011年 |
<http://www.tepco.co.jp/cc/press/>
- 3) 総務省統計局：平成22年国勢調査
<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/index.htm#a01>
- 4) Twitter, Inc. : Twitter, <http://twitter.com/>
- 5) google : <http://www.google.co.jp/>
- 6) 鹿嶋市公式twitter : http://twitter.com/#!/kashima_city
- 7) 気象庁：地震情報, <http://www.jma.go.jp/jp/quake>

DAMAGE ASSESSMENT ON ELECTRIC POWER FAILURES DURING THE 2011 OFF THE PACIFIC COAST OF TOHOKU EARTHQUAKE

Gaku SHOJI, Dai TAKAHASHI, Takuya TSUKIJI and Satoshi NABA,

Damage on electric power failures at Ibaraki, Chiba, Saitama and Kanagawa prefectures and Tokyo Metropolitan government during the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake is analyzed. We collect the related data by surveying the information in web sites, and interviewing to the local government sectors and TEPCO branch office sectors by phone investigation. We quantify a damage ratio defined by the ratio of number of electric power failures with number of the related households, and the dependency of the index on induced seismic hazards due to the earthquake is revealed for subject cities.