

第8 ライフライン被害の想定

1 概要

1.1 電力の被害

停電について、地震動の大きさに応じた発災後の日数と供給率との関係を基に予測した。

1.2 上水道の被害

管路被害によって生じる機能支障について、地震動の大きさに応じた発災後の日数と供給率との関係を基に予測した。

1.3 下水道の被害

管路被害によって生じる機能支障について、地震動の大きさに応じた発災後の日数と供給率との関係を基に予測した。

1.4 通信の被害

固定電話を対象として、火災による架空ケーブルの焼失、揺れ・建物倒壊による電柱の折損及び停電による回線不通を足し合わせて、機能支障回線数を予測した。

1.5 ガスの被害

都市ガスを対象として、地震動が一定の大きさに達した時にブロック内で一律に供給停止が生じるものとして、機能支障戸数を予測した。

2 電力の被害

2.1 対象とする施設

東京電力株式会社より平成 29 年 3 月時点の電灯数に関する資料を収集した。被害想定を行う 50m メッシュ毎の施設分布状況は、世帯数を基に推定した (図 2.8-1)。

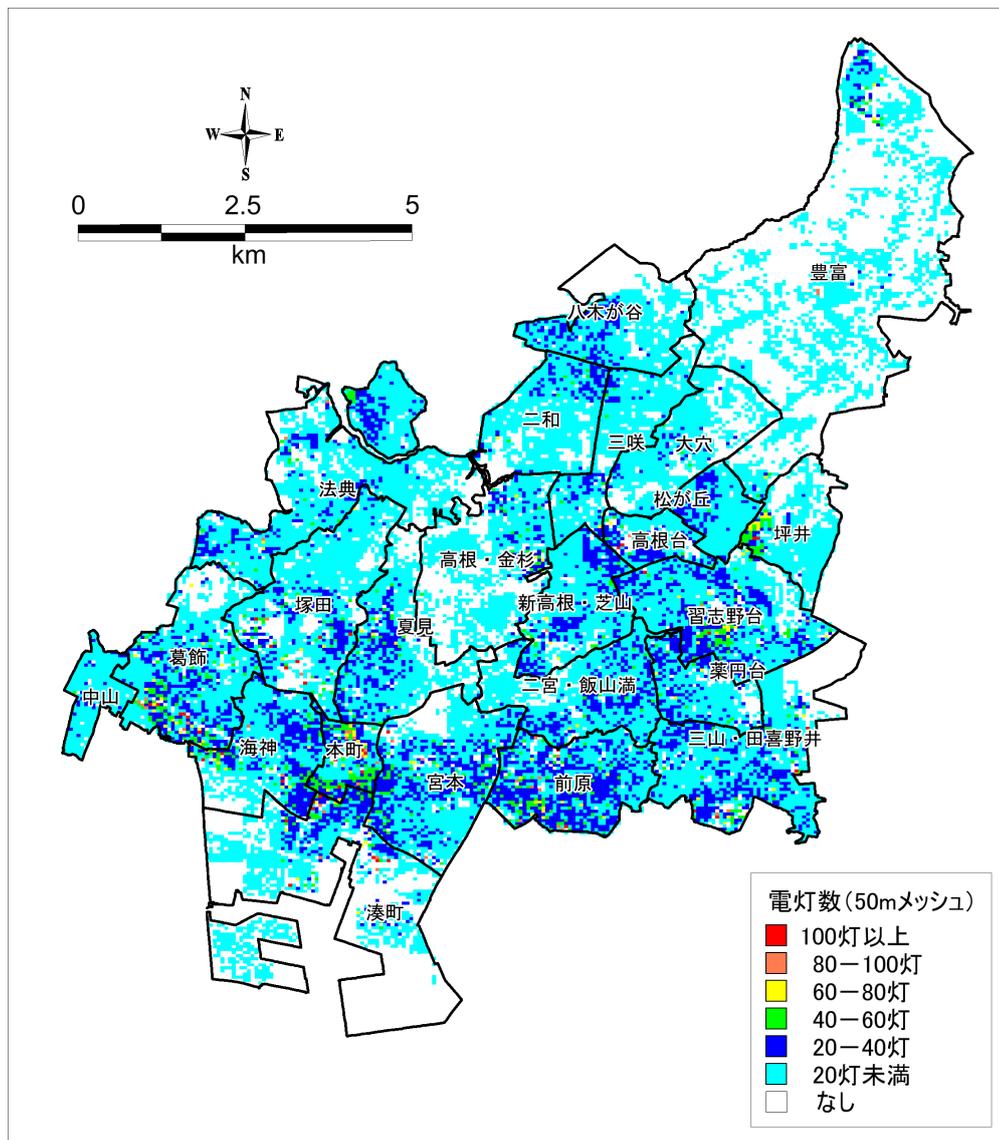


図 2.8-1 電灯数分布 (50mメッシュ)

2.2 想定手法

首都直下地震防災・減災プロジェクト総括成果報告書（以下、「東京大学地震研究所ほか（2012）⁴⁴」という。）で岐阜大学の能島教授を中心とするグループが提案している電力の復旧予測モデルを踏まえた予測手法を基に停電軒数を算出した。（図 2.8-2）

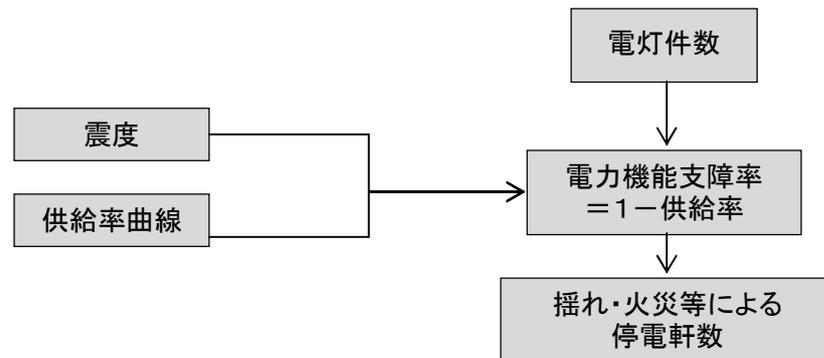


図2.8-2 予測フロー（電力被害）

供給率復旧曲線は、1995年兵庫県南部地震の被災事例に基づく東京大学地震研究所ほか（2012）⁴⁴モデル（図 2.8-3）を採用した。

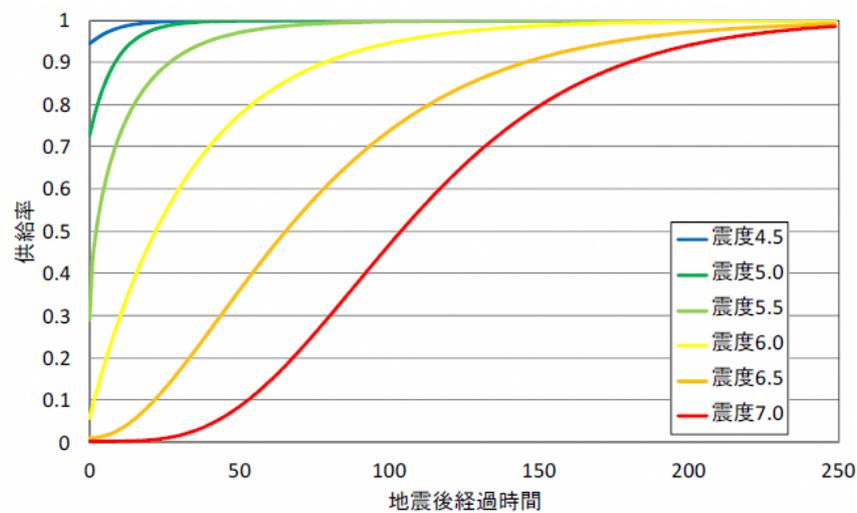


図2.8-3 計測震度に対する供給率曲線（電力）（東京大学地震研究所ほか（2012）⁴⁴）

2.3 想定結果

停電軒数及び停電率の復旧経過を表 2.8-1 に示す。電灯数（電力の供給を受ける世帯数）約 32 万軒に対して発災直後で約 90%の停電が発生し、2 週間後に完全復旧すると予測される。ただし、変電所や送電設備などの供給側で被害が生じると、停電がさらに長期化するおそれがある。

表 2.8-1 停電軒数及び停電率

（単位：軒）

行政 ブロック	電灯数	停電軒数						停電率					
		直後	1 日後	3 日後	1 週間後	2 週間後	1 か月後	直後	1 日 後	3 日 後	1 週 間後	2 週 間後	1 か 月後
西部	63,640	54,200	20,640	4,640	180	0	0	85%	32%	7%	0%	0%	0%
中部	40,650	35,570	14,660	3,430	130	0	0	88%	36%	8%	0%	0%	0%
東部	94,390	86,880	42,820	11,910	640	0	0	92%	45%	13%	1%	0%	0%
南部	65,270	59,750	28,570	7,600	360	0	0	92%	44%	12%	1%	0%	0%
北部	52,220	44,190	16,460	3,650	140	0	0	85%	32%	7%	0%	0%	0%
合計	316,160	280,580	123,160	31,220	1,450	0	0	89%	39%	10%	0%	0%	0%

※電灯数及び停電軒数については、10 以上は一の位を四捨五入。

※四捨五入により、合計が合わない場合がある。

※停電率＝停電軒数/電灯数

3 上水道の被害

3.1 対象とする施設

管路は、平成 25 年度水道統計（公益社団法人 日本水道協会）の千葉県水道局の管種別・管径別配水管延長を船橋市の世帯数に応じて 50m メッシュに配分したものを対象とした。管種・管径別管路延長を表 2.8-2 に、管路の分布を図 2.8-4 に示す。

表 2.8-2 市内の管種別・管径別配水管延長（推定）

（単位：km）

管種 管径	ダクトイル 鋳鉄管 （耐震型継 手を有する）	ダクトイル 鋳鉄管 （左記以外）	鋳鉄管 （ダクトイル鋳 鉄管は含まな い）	硬質塩化 ビニル管	鋼管	石綿 セメント管	合計
50mm	6.8	54.5	0.1	2.0	0.8	0.1	64.3
75mm	48.3	384.4	1.0	14.1	5.8	0.4	453.9
100-150mm	78.7	626.9	1.6	23.0	9.4	0.6	740.2
200-250mm	19.6	156.5	0.4	5.7	2.3	0.2	184.8
300-450mm	17.3	138.2	0.4	5.1	2.1	0.1	163.1
500-900mm	6.8	54.5	0.1	2.0	0.8	0.1	64.3
1000mm以上	2.1	16.9	0.0	0.6	0.3	0.0	20.0
合計	179.7	1,431.7	3.7	52.6	21.5	1.4	1,690.7

※10 以上は十の位を四捨五入。

※四捨五入により、合計が合わない場合がある。

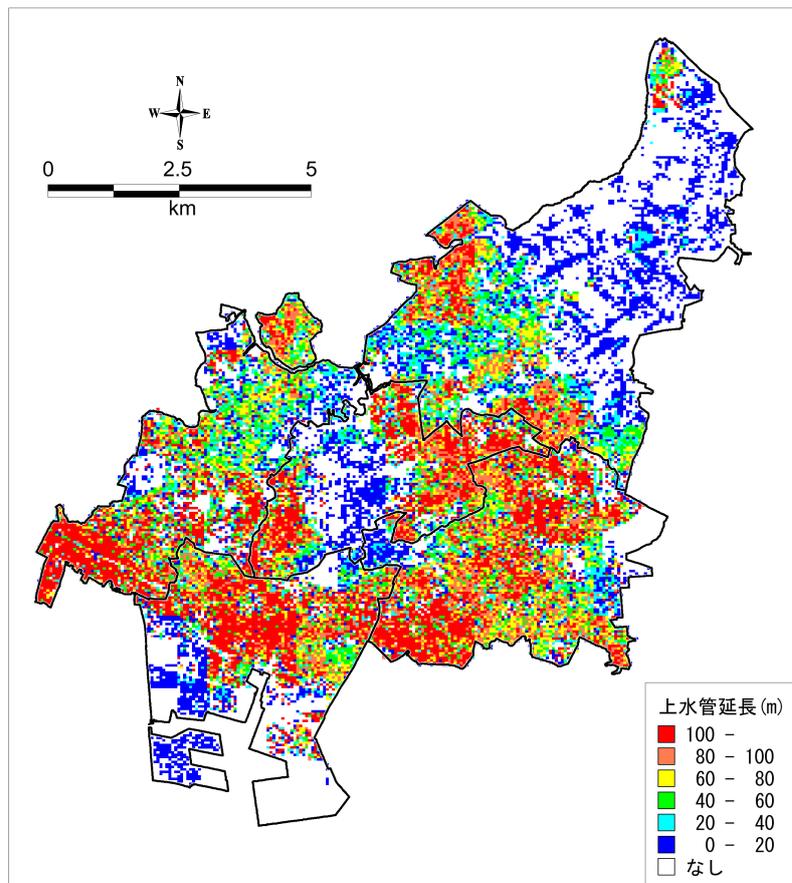


図 2.8-4 上水管の分布（推定）

3.2 想定手法

上水道の機能支障（＝上水道の施設被害等によって断水するなど、供給能力が低下することで日常生活等に生じる支障。）について図 2.8-5 に示すフローで予測を行った。

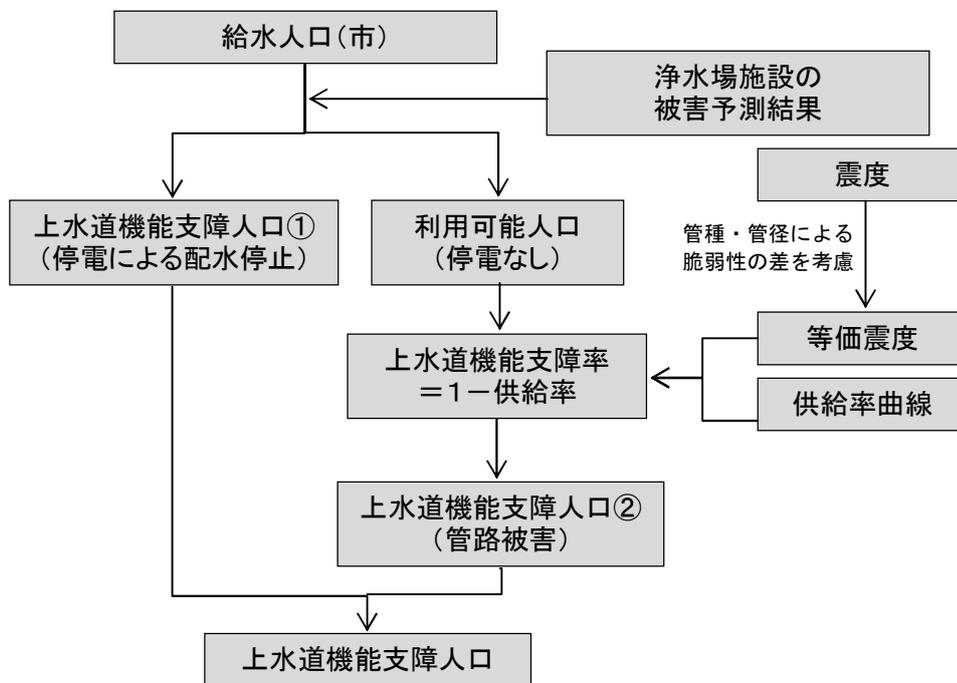


図2.8-5 予測フロー（上水道被害）（中央防災会議（2013a）¹⁸を一部修正）

① 停電による配水停止

浄水場が停電する場合には供給エリアで断水が発生すると考えられるが、浄水場などの重要施設は非常用発電の整備が進められており、かつ配電系統の切り替えなどにより、優先的に電力が回復されることが見込まれる。よって停電による配水停止は発生しないものと想定した。

② 管路被害

管種別の地表最大速度（PGV）と被害率の関係（式 2.8-3、表 2.8-3、図 2.8-6）より標準被害率を求め、これを管種・管径補正係数 C_p （表 2.8-4）や液状化補正係数 C_g （表 2.8-5）により補正し、管路別の被害率（件/km）とした（式 2.8-2）。

管路別の被害率と延長を掛け合わせ、これらを合算したものを総被害件数とした（式 2.8-1）。

$$D = \sum L \cdot R \quad \dots \text{式 2.8-1}$$

$$R = C_p \times C_g \times R(v) \quad \dots \text{式 2.8-2}$$

$$R(v) = C \Phi\left(\frac{\ln v - \lambda}{\zeta}\right) \quad \dots \text{式 2.8-3}$$

D : 総被害件数(件) L : 管路延長(km) R : 被害率(件/km)
 $R(v)$: 標準被害率評価式 C_p :管種・管径補正係数 C_g :液状化補正係数
 $\Phi(x)$: 標準正規分布の確率分布関数 v : 地表最大速度(cm/s)

表 2.8-3 標準被害率曲線の回帰係数（丸山・山崎（2010）⁴⁵⁾

管種	ζ	λ	C
CIP・VP	0.860	5.00	2.06
DIP	0.864	6.04	4.99

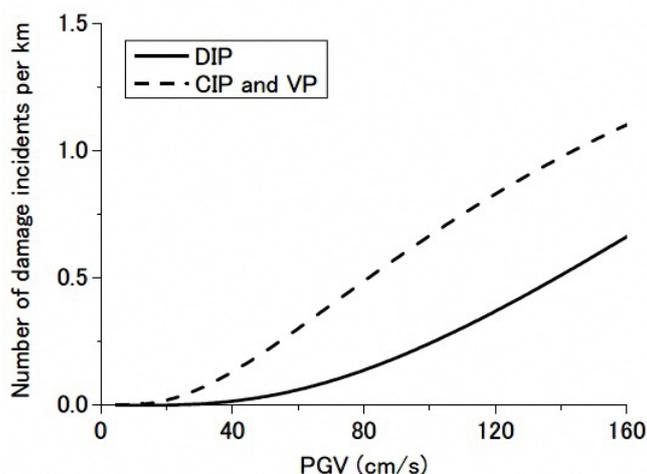


図2.8-6 上水道の標準被害率曲線（丸山・山崎（2010）⁴⁵⁾

表 2.8-4 補正係数 Cp ① (永田ほか (2015) 46)

管種 \ 管径	50mm 以下	75 mm	100-150 mm	200-250 mm	300-450mm	500-900 mm	1000mm 以上
DIP(耐震継手)、PE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DIP(一般継手)	1.5	1.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
CIP	2.0	2.0	1.0	0.4	0.4	0.4	0.2
VP(TS 継手)	0.32	0.32	0.2	0.2	0.2	-	-
VP(RR 継手)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	-	-
SP	7.0	3.0	1.0	1.0	1.0	-	-
ACP	10.0	6.9	1.0	1.0	-	-	-
その他	1.0	1.0	0.3	0.3	0.3	0.3	-

表 2.8-5 補正係数 Cg ② (丸山・山崎 (2010) 45)

地形分類及び液状化の状況	地形・液状化補正係数 Cg
丘陵地の宅地造成地盤	0.4
広域に液状化が発生した地盤、液状化による地盤変状が激しい地盤	10.0
上記以外の地盤	1.0

③ 復旧予測

利用可能人口 (=全給水人口) に対する従来の供給率曲線 (図 2.8-7) を用い、経過日数ごとの機能支障及び復旧に要する日数を算出した。

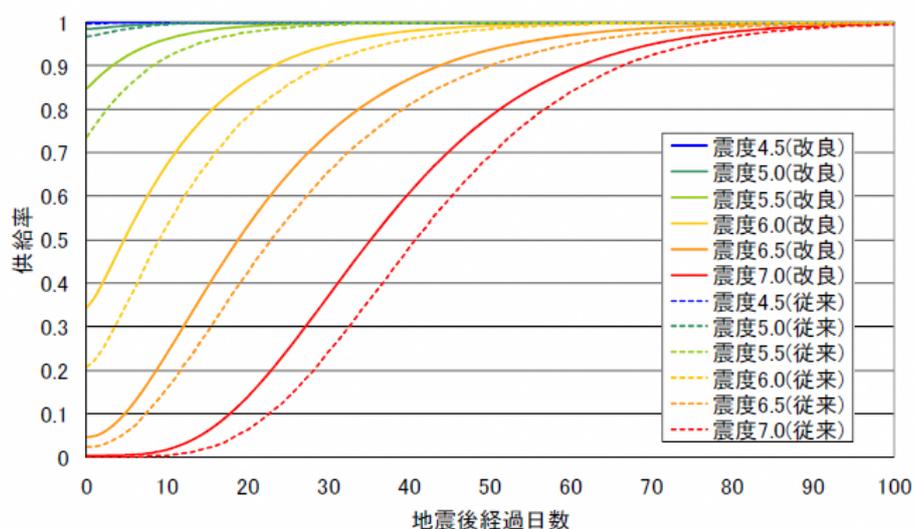


図2.8-7 上水道の計測震度に対する供給率曲線の予測(能島ほか (2012) 47)

※破線：1995年兵庫県南部地震での被災事例に基づく上水道の供給率曲線
 ※実線：神戸周辺と東北4県の配水管の脆弱性の違いを考慮した上水道の供給率曲線

3.3 想定結果

配水管被害を表 2.8-6 に、上水道機能支障人口、支障率を表 2.8-7～2.8-8 に示す。
 発災直後で給水人口のうちの直後で 65%機能支障が発生し、復旧に 1 か月以上かかる見込みとなった。

表 2.8-6 配水管被害

行政ブロック	管路延長 (単位:m)	管路被害箇所数 (単位:箇所)
西部	410	120
中部	230	50
東部	460	80
南部	330	240
北部	260	30
合計	1,690	510

※給水人口及び上水道機能支障人口については、一の位を四捨五入して表示。
 ※四捨五入により、合計が合わない場合がある。

表 2.8-7 上水道機能支障人口

(単位:人)

行政ブロック	給水人口	上水道機能支障人口					
		直後	1日後	3日後	1週間後	2週間後	1か月後
西部	142,980	83,640	79,690	71,300	54,490	32,270	8,200
中部	81,210	50,710	48,440	43,520	33,530	20,000	5,140
東部	160,070	117,740	113,460	103,510	82,140	51,300	14,770
南部	117,130	85,600	82,440	75,130	59,470	36,980	10,530
北部	92,420	50,920	48,370	43,080	32,650	19,170	4,790
合計	593,810	388,600	372,400	336,540	262,290	159,720	43,440

※給水人口及び上水道機能支障人口については、一の位を四捨五入して表示。
 ※四捨五入により、合計が合わない場合がある。

表 2.8-8 上水道機能支障率

行政ブロック	上水道機能支障率					
	直後	1日後	3日後	1週間後	2週間後	1か月後
西部	58%	56%	50%	38%	23%	6%
中部	62%	60%	54%	41%	25%	6%
東部	74%	71%	65%	51%	32%	9%
南部	73%	70%	64%	51%	32%	9%
北部	55%	52%	47%	35%	21%	5%
合計	65%	63%	57%	44%	27%	7%

※上水道機能支障率=上水道機能支障人口/給水人口

4 下水道の被害

4.1 対象とする施設

市所有の平成 30 年時点の下水道管路を対象とした。管路の分布を図 2.8-8 に、行政ブロック別の管路の延長を表 2.8-9 に示す。

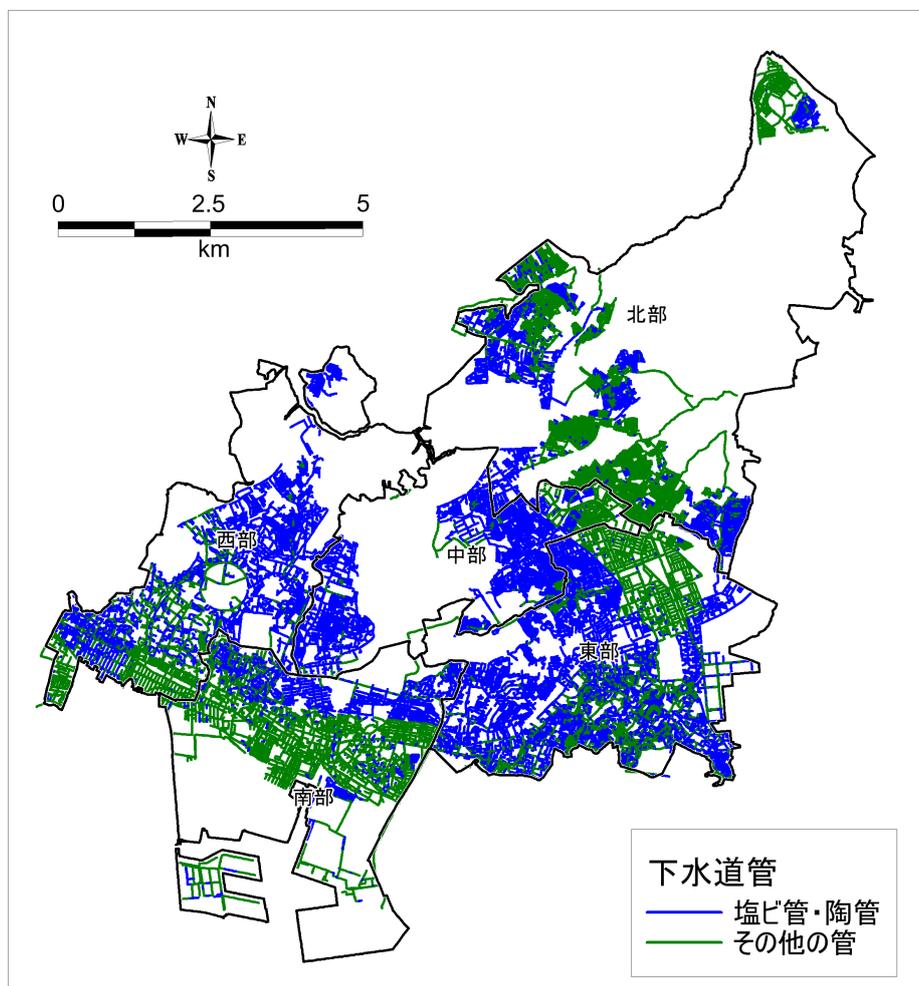


図2.8-8 下水道管路分布

表2.8-9 管種別・区別下水道管路長

(単位：km)

行政ブロック	塩ビ管・陶管	その他の管	合計
西部	150	90	240
中部	140	40	170
東部	240	170	410
南部	70	160	240
北部	120	180	290
合計	720	640	1,350

※一の位を四捨五入して表示。

※四捨五入により、合計が合わない場合がある。

※その他の管では、コンクリート管が95%以上を占める。

4.2 想定手法

下水道の被害予測にあたっては、図 2.8-9 に示す中央防災会議（2013a）¹⁸の手法を用いて、①処理施設の停電の影響、②管路被害（=被害延長）を検討し、機能支障（=下水道の施設被害等によって処理機能が低下することでトイレの使用等の日常生活に支障が生じる状況）の想定を行った。

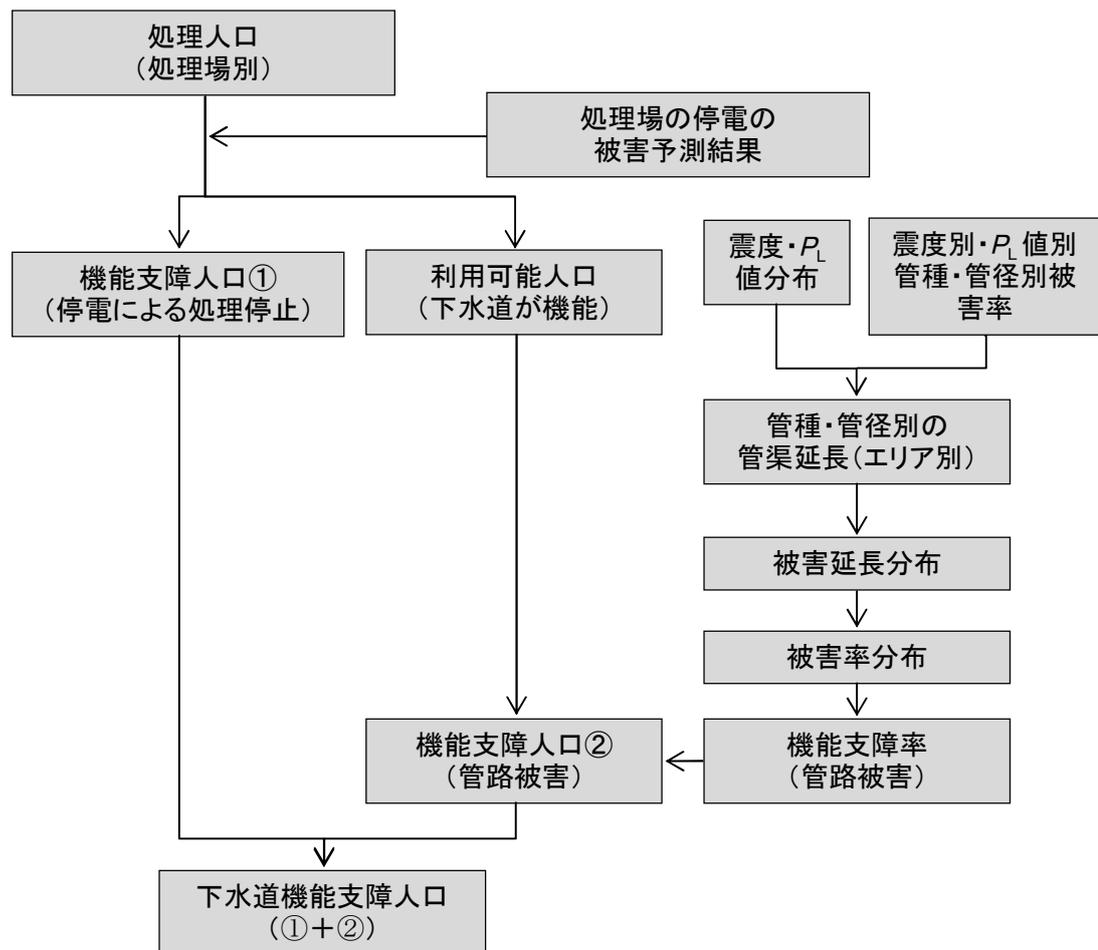


図2.8-9 予測フロー（下水道被害）（中央防災会議（2013a）¹⁸を一部修正）

① 停電の影響

船橋市の下水は表 2.8-10 に示す 7 カ所で処理されている。下水処理場が停電する場合にはその処理区で機能支障が発生すると考えられるが、下水処理場などの重要施設は非常用発電の整備が進められており、かつ配電系統の切り替えなどにより、優先的に電力が回復されることが見込まれる。よって停電による配水停止は発生しないものと想定した。

表 2.8-10 下水処理場

No	処理区	処理場名	場所
1	西浦	西浦下水処理場	船橋市西浦
2	高瀬	高瀬下水処理場	船橋市高瀬町
3	津田沼	津田沼浄化センター	習志野市
4	印旛	花見川終末処理場	千葉市
		花見川第二終末処理場	千葉市・習志野市
5	江戸川左岸	江戸川第一終末処理場	市川市
		江戸川第二終末処理場	市川市

② 管路被害

管路被害を予測し、その被害割合を下水道の処理人口に乗ずることで、機能支障人口を推計した。

兵庫県南部地震、新潟県中越地震の被災事例より得られた液状化危険度別、震度階級別、管種別の管路被害率を基に、被災直後の管路被害延長を求めた。これまでに高い耐震性能が確認された下水道管渠には最小被害率（表 2.8-11）を適用し、それ以外の管渠に対しては、最大被害率（表 2.8-12）を適用した。

さらに全管路延長に対する管路被害延長の比率をメッシュごとに求め、処理人口に乗じることにより機能支障人口を推計した。

処理人口については、「ふなばしの下水道概要」⁴⁸による市全体の処理可能人口 533,107 人を管路の分布（図 2.8-8）に応じメッシュへ分配したものをを用いた。

表2.8-11 液状化危険度別、震度階級別、管種別の最小被害率

管種	震度階・計測 震度基準値		5弱	5強	6弱	6強	7
	液状化危険度		4.75	5.25	5.75	6.25	6.75
塩ビ管・陶管	A～D	ALL	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	2.5%
その他の管	A	15<PL	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%	1.5%
	B	5<PL≤15	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	1.1%
	C	0<PL≤5	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	1.0%
	D	PL=0	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.9%

※第1回大規模地震による下水道被害想定検討委員会_資料4⁴⁹

表2.8-12 液状化危険度別、震度階級別、管種別の最大被害率

管種	震度階・計測 震度基準値		5弱	5強	6弱	6強	7
	液状化危険度		4.75	5.25	5.75	6.25	6.75
塩ビ管・陶管	A～D	ALL	19.0%	30.8%	39.3%	48.6%	57.0%
その他の管	A	15<PL	11.4%	17.4%	23.1%	28.0%	33.4%
	B	5<PL≤15	8.7%	13.6%	17.0%	20.8%	24.6%
	C	0<PL≤5	8.0%	12.6%	15.6%	19.1%	22.5%
	D	PL=0	7.6%	12.1%	14.6%	18.1%	21.2%

※第1回大規模地震による下水道被害想定検討委員会_資料4⁴⁹

③ 復旧予測

復旧日数の想定は、下水道の供給率曲線（図 2.8-10）による復旧率（＝供給率）から求めた。

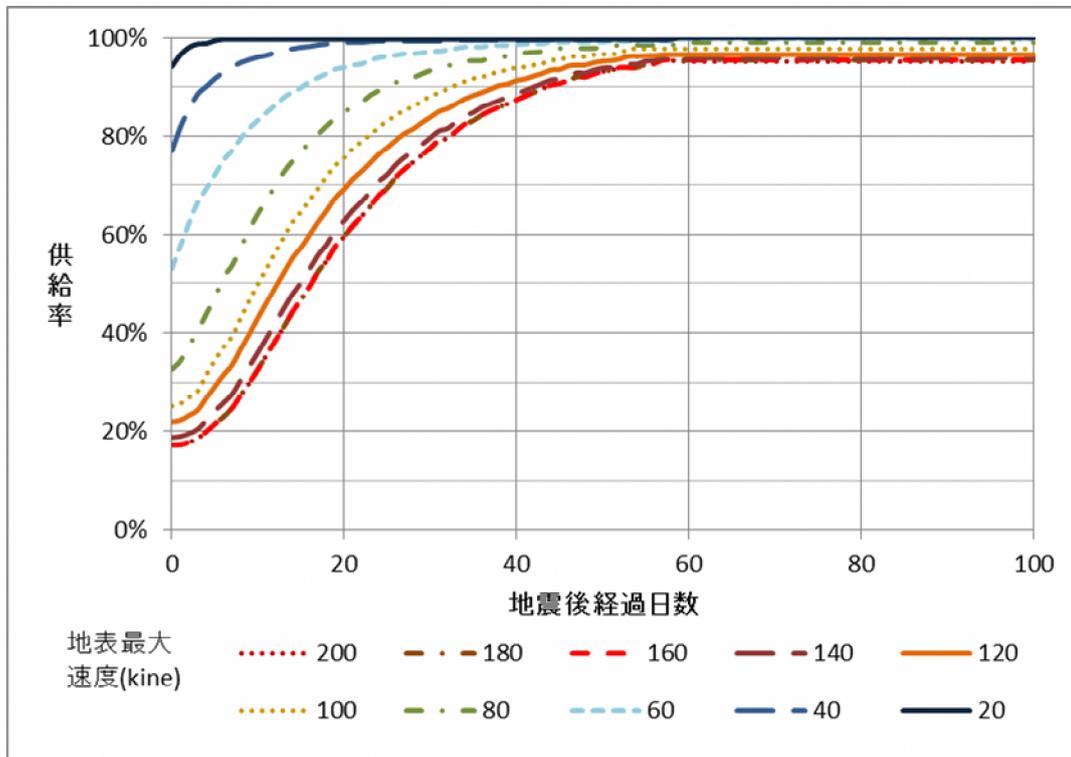


図2.8-10 地表最大速度に対する下水道供給率曲線（日下ほか（2011）⁵⁰）

4.3 想定結果

下水道の機能支障人口を表 2.8-13 に支障率を表 2.8-14 に示す。処理人口約 53 万人に対して発災直後で 3%の機能支障が発生する見込みである。ただし、下水道機能が復旧しても上水道が使えないとトイレ等が使用できないため、上水道の機能支障についても併せて考慮する必要がある。

表2.8-13 下水道機能支障

（単位：人）

行政ブロック	処理人口	下水道機能支障人口					
		直後	1日後	3日後	1週間後	2週間後	1か月後
西部	93,400	3,700	3,700	3,600	3,100	2,000	700
中部	68,900	300	300	300	300	200	60
東部	162,700	1,700	1,700	1,600	1,400	800	300
南部	92,100	7,300	7,200	7,100	6,300	4,400	1,600
北部	116,000	400	400	400	300	200	50
合計	533,100	13,400	13,400	12,900	11,300	7,600	2,800

※処理人口及び下水道機能支障人口については、100以上の値は十の位、10以上の値は一の位を四捨五入して表示。

※四捨五入により、合計が合わない場合がある。

表2.8-14 下水道機能支障率

行政ブロック	下水道機能支障率					
	直後	1日後	3日後	1週間後	2週間後	1か月後
西部	4%	4%	4%	3%	2%	1%
中部	0%	0%	0%	0%	0%	0%
東部	1%	1%	1%	1%	1%	0%
南部	8%	8%	8%	7%	5%	2%
北部	0%	0%	0%	0%	0%	0%
合計	3%	3%	2%	2%	1%	1%

※下水道機能支障率=下水道機能支障人口/処理人口

5 通信の被害

5.1 対象とする施設

東日本電信電話株式会社より平成 29 年 12 月時点の収容局カバーエリア (図 2.8-11) 別電柱本数に関する資料を収集した。

被害想定を行う 50m メッシュ毎の施設分布状況は、建物数を基に推定した。



図 2.8-11 収容局カバーエリア

5.2 想定手法

中央防災会議（2013a）¹⁸の手法（図 2.8-12）に従い、主として停電被害による固定電話の不通回線率を予測した。

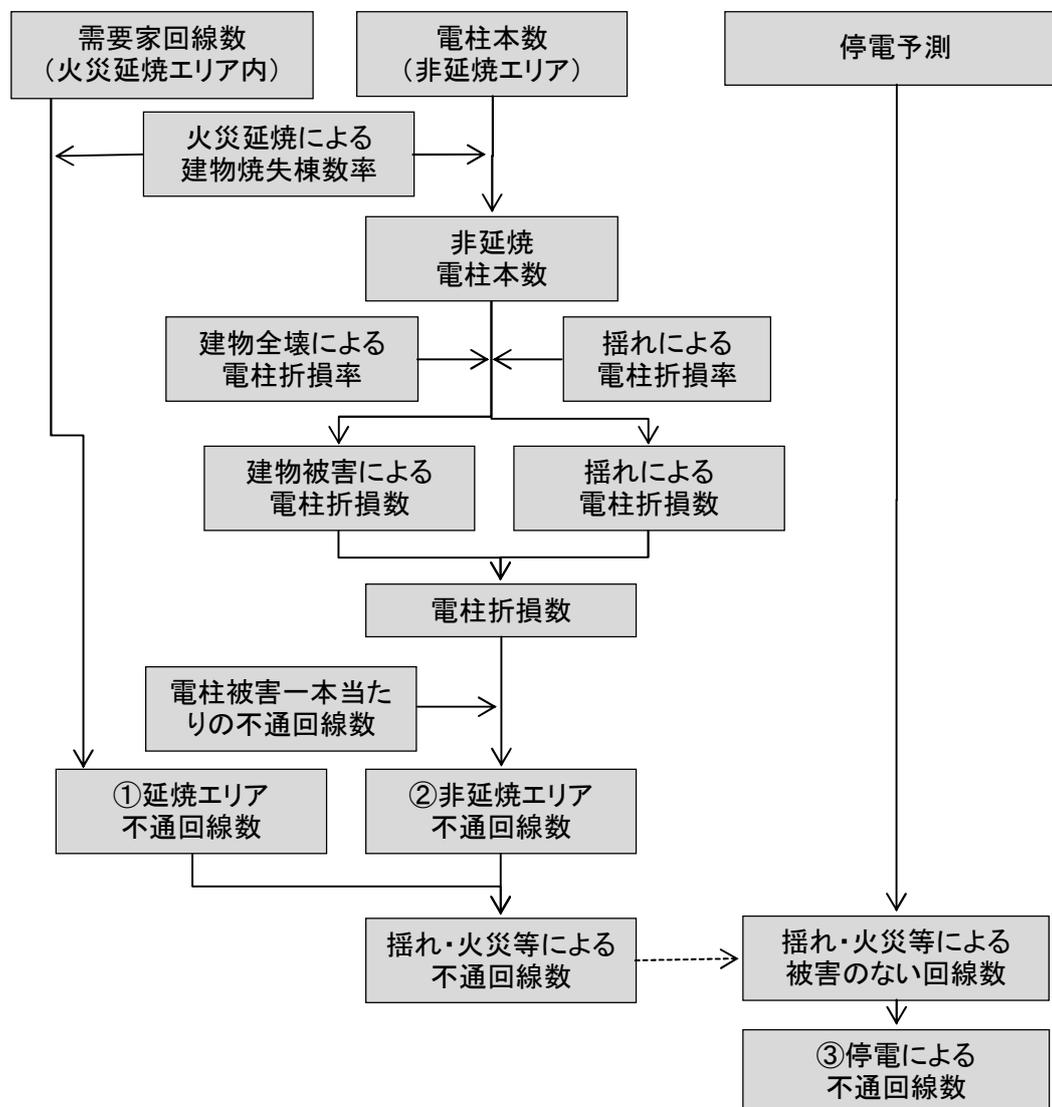


図2.8-12 予測フロー（通信・固定電話被害）（中央防災会議（2013a）¹⁸を一部修正）

① 延焼による回線被害

火災延焼エリア内について、架空ケーブルの焼失により回線が不通になるものと想定し、火災延焼による建物焼失棟数率を需要家回線数に乗じて延焼エリアの不通回線数（①）を求めた。

② 揺れ・建物全壊による回線被害

非延焼エリアについて、揺れ及び建物倒壊による電柱の折損被害のために回線が不通になることを想定し、非延焼エリア内の建物全壊による電柱折損率（中央防災会議（2004）⁵¹より 17.155%×建物全壊率（%））と揺れによる電柱折損率（表 2.8-15）を非延焼電柱本

数に乘じることにより非延焼エリア内の電柱折損数を求め、全電柱数に対する電柱折損数の比を非延焼エリア内の全回線数に乘じることにより、非延焼エリア内の不通回線数(②)を求めた。

表 2.8-15 揺れによる電柱折損率（中央防災会議（2004）⁵¹⁾

震度	電柱折損率
震度 7	0.8%
震度 6 強	0.056%
震度 6 弱	0.056%
震度 5 強	0.00005%

③ 停電による回線被害

揺れ・火災による不通以外に、停電による回線不通が生じることを想定し、揺れ・火災による被害の無い回線数（全回線数－①－②）に停電率を乘じることにより停電による不通回線数を求めた（③）。

④ 固定電話の回線被害（合計）

以上の①、②、③を足し合わせるにより固定電話の不通回線数を算出した。

⑤ 復旧

停電の復旧の際に電柱の折損も併せて復旧すると想定されることから、電柱の折損による不通回線の復旧率は、停電の復旧率と同一とみなして計算した。

5.3 想定結果

固定電話の通信機能支障回線数及び機能支障率の予測結果を表 2.8-16 に示す。

回線数約 10 万に対して発災直後は約 9 割が不通となり、約 9 万回線の通信機能に支障が生じ、約 2 週間後にはすべての回線が復旧する見込みとなった。

表 2.8-16 固定電話の通信機能支障回線数及び支障率

（単位：回線）

行政 ブロック	回線数	通信機能支障回線数						通信機能支障率					
		直後	1日後	3日後	1週間後	2週間後	1か月後	直後	1日後	3日後	1週間後	2週間後	1か月後
西部	23,090	19,760	7,470	1,670	70	0	0	86%	32%	7%	0%	0%	0%
中部	14,460	12,820	5,280	1,230	50	0	0	89%	37%	9%	0%	0%	0%
東部	17,960	16,520	7,740	1,980	80	0	0	92%	43%	11%	0%	0%	0%
南部	22,330	20,550	9,830	2,610	120	0	0	92%	44%	12%	1%	0%	0%
北部	20,110	17,250	6,430	1,420	50	0	0	86%	32%	7%	0%	0%	0%
合計	97,950	86,900	36,750	8,910	370	0	0	89%	38%	9%	0%	0%	0%

※回線数及び通信機能支障回線数については、10 以上は一の位を四捨五入、10 未満は整数で表示。

※四捨五入により、合計が合わない場合があります。

※通信機能支障率＝通信機能支障回線数/全回線数

6 都市ガスの被害

6.1 対象とする施設

京葉ガス株式会社より平成30年2月時点の供給ブロック別需要家数およびガバナ位置(図2.8-13)に関する資料を収集した。

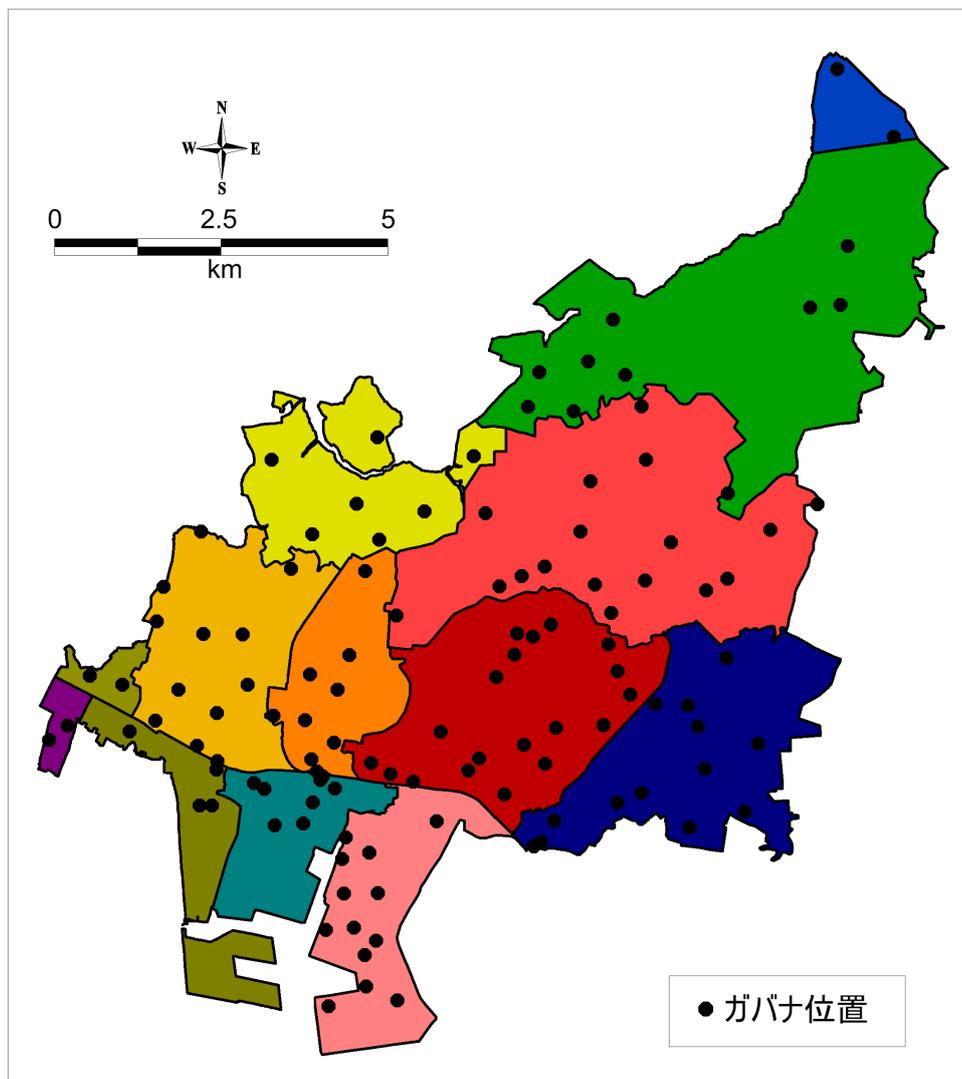


図2.8-13 都市ガスの供給ブロックとガバナ位置

6.2 想定手法

都市ガスを対象として、地震動が一定の大きさに達した時にブロック内で一律に供給停止が生じるものとして、機能支障(=都市ガスの供給停止により日常生活等に支障が生じる状況)戸数を予測した(図2.8-14)。

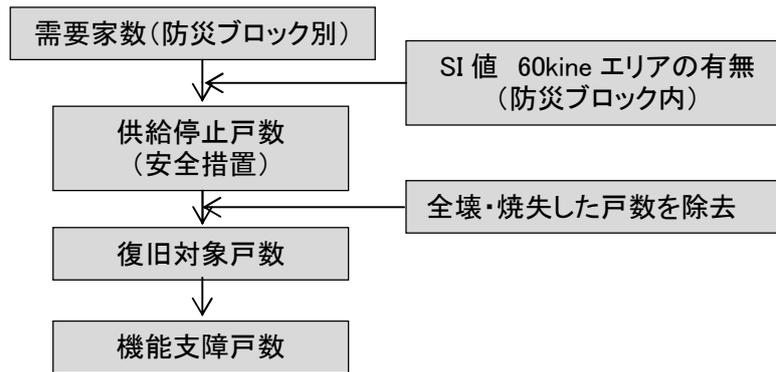


図2.8-14 予測フロー（都市ガス被害）

中央防災会議（2013a）¹⁸ の手法では、供給停止戸数等の評価にあたっては①停電による施設被害、②安全措置による供給停止を考慮した。

① 停電による施設被害

都市ガス供給設備のガバナ（圧力調整器）では、ガス輸送と圧量調整をガス自身の圧力差により行い電力を利用しないこと、また、上流の製造所については、震源地直近に位置する製造所では長期にわたる停電が発生した場合に運転を停止する可能性があるものの、複数の製造所を有しておりガス導管網を介して送出することで、必要な製造能力が確保されることから、停電に起因する供給停止は発生しないと想定した。

② 安全措置による供給停止

防災ブロックごとに判断を行った。ブロック内の複数（2カ所以上）のガバナで **SI値** *60kine（計測震度で 5.8（童・山崎（1996）²³による））を記録した場合、ガバナの全てを遮断して、ブロック全体の供給を停止するという条件で、供給停止戸数を想定した。図2.8-15にSI値とガバナ位置の関係を示す。

***SI値**：SI値（Spectral Intensity：スペクトル強度）とは、一般的な建物がどれだけ揺れやすいかを表す地震動の強さの指標。単位は cm/s = kine。地震波形のスペクトルのうち、周期が 0.1～2.5 秒の成分を用いて算出する。

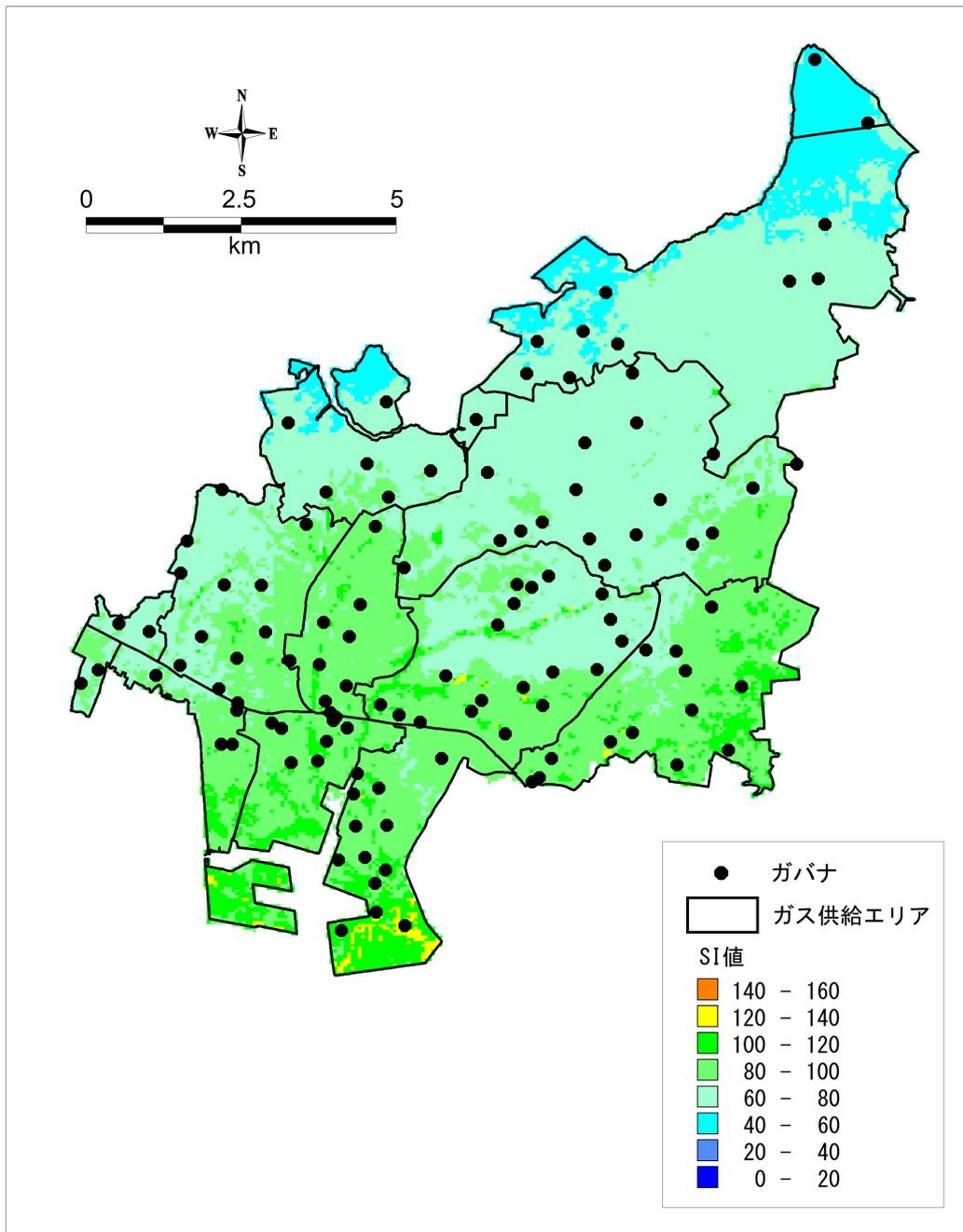


図2.8-15 SI値とガバナ位置の関係

③ 復旧

復旧については、供給停止戸数のうち全壊あるいは焼失した戸数を除いた戸数を復旧対象とし、日本ガス協会の目標とする1ヶ月以内に復旧を終えると想定とした。

6.3 想定結果

都市ガスの被害状況及び復旧日数の予測結果を表 2.8-17～2.8-19 に示す。

全調定戸数約 25 万戸に対して約 22 万戸が復旧対象となり、1 ヶ月で復旧を終える想定とした。

表2.8-17 都市ガスの被害状況と復旧対象戸数

(単位：戸)

行政 ブロック	被害状況			復旧対象戸数	
	全調停戸数	調停停止戸数	ガス供給	消失割合	戸数
西部	36,300	36,300	100%	9%	33,100
中部	42,400	42,400	100%	14%	36,300
東部	73,700	73,700	100%	14%	63,300
南部	59,700	59,700	100%	16%	50,200
北部	39,000	38,900	100%	10%	34,900
合計	251,100	250,900	100%	12%	217,800

※調定停止戸数のうち全壊・焼失した世帯の割合を消失割合とし、復旧対象から除外した。

※都市ガス全調停戸数、調停停止戸数、復旧対象戸数については、十の位を四捨五入して表示している。

※四捨五入により、合計が合わない場合がある。

表2.8-18 都市ガスの機能支障

(単位：戸)

行政 ブロック	復旧対象 世帯数	都市ガス機能支障戸数					
		直後	1日後	3日後	1週間後	2週間後	1か月後
西部	33,100	33,100	31,900	29,500	24,800	16,400	0
中部	36,300	36,300	35,000	32,400	27,200	18,000	0
東部	63,300	63,300	61,000	56,400	47,300	31,400	0
南部	50,200	50,200	48,400	44,800	37,600	24,900	0
北部	34,900	34,900	33,600	31,100	26,100	17,300	0
総計	217,800	217,800	209,900	194,200	162,900	108,100	0

※都市ガス全調停戸数、機能支障戸数については、十の位を四捨五入して表示している。

※四捨五入により、合計が合わない場合がある。

表 2.8-19 都市ガスの支障率

行政 ブロック	都市ガス機能支障率					
	直後	1日後	3日後	1週間後	2週間後	1か月後
西部	100%	96%	89%	75%	50%	0%
中部	100%	96%	89%	75%	50%	0%
東部	100%	96%	89%	75%	50%	0%
南部	100%	96%	89%	75%	50%	0%
北部	100%	96%	89%	75%	50%	0%
総計	100%	96%	89%	75%	50%	0%

※都市ガス機能支障率＝都市ガス機能支障戸数/復旧対象世帯数