

令和 4 年度
佐野市防災アセスメント調査
報告書

令和 5 年 3 月
佐野市

調査概要編

1. 調査概要 1

 1.1 調査目的..... 1

 1.2 報告書の構成 1

2. 佐野市の概要..... 2

 2.1 自然条件..... 2

 2.2 社会条件..... 4

 2.3 災害履歴..... 7

1. 調査概要

1.1 調査目的

本調査は、大規模な地震、浸水害や土砂災害の危険性の評価や、建物分布・ライフライン分布などの社会的条件を整理することによって、現行の防災上の課題点を明確化し、今後の防災対策を進めるための基礎資料を作成するものである。

本市では、平成 17 年に防災アセスメント調査を行っているが、その後社会状況・自然状況が変化しているため、本調査では、最新の社会状況・自然状況を反映するとともに、最新の知見や技術を踏まえた地震及び風水害の地震被害想定及び風水害被害想定を実施する。

1.2 報告書の構成

報告書の構成は、以下のとおりである。

- 調査概要編
- 地震被害想定編
- 風水害・土砂災害被害想定編
- 資料編

2. 佐野市の概要

2.1 自然条件

(1) 位置

本市は、東京都から 70 km圏内の距離にあり、関東平野の北端、栃木県の南西部に位置している。東は、栃木市、西は、足利市、群馬県桐生市、南は、群馬県館林市、板倉町、北は、氷室山や根本山をはじめとする 1,100m級の広大な山岳地帯を経て、鹿沼市、群馬県みどり市と接しており、総面積は 356.04 km²である。

(2) 地形

地形的には、北部から北東部、北西部にかけて山岳・森林地帯となっており、緑豊かな森林や美しい清流など自然環境に恵まれている。南部と西部は平坦であり、住宅や産業基盤が集積する都市的地域と農業が展開する地域となっている。

佐野地域北部の山岳及び三轟山は、秩父古生層からなり、チャート、石灰岩、砂岩、礫岩、粘板岩で構成されている。古生層からなる分離丘陵は、犬伏地区及び市の中心部の各所に見られ、いずれも標高 40m～45mの円頂丘である。佐野地区及び赤見地区の台地は上部をローム層で覆われ、その下は段丘礫層に移行している。これらの台地を除いて平地の大部分を占めているのは沖積地であり、渡良瀬川及びその他の河川の沿岸に沿って分布し、河成礫層から構成されている。

田沼地域では、根本山（1,197m）の連山を背に東南に旗川、彦間川、閑馬川、秋山川が流れて耕地を潤している。地質は、山地が主として秩父古生層で一部に石灰岩が分布しており、低地は主として沖積層で洪積層もわずかに見られる。

葛生地域には、氷室山（1,154m）に代表される山々から東方向及び南方向に次第に低く山稜が連なり、氷室山に端を発する秋山川が区域を縦貫している。

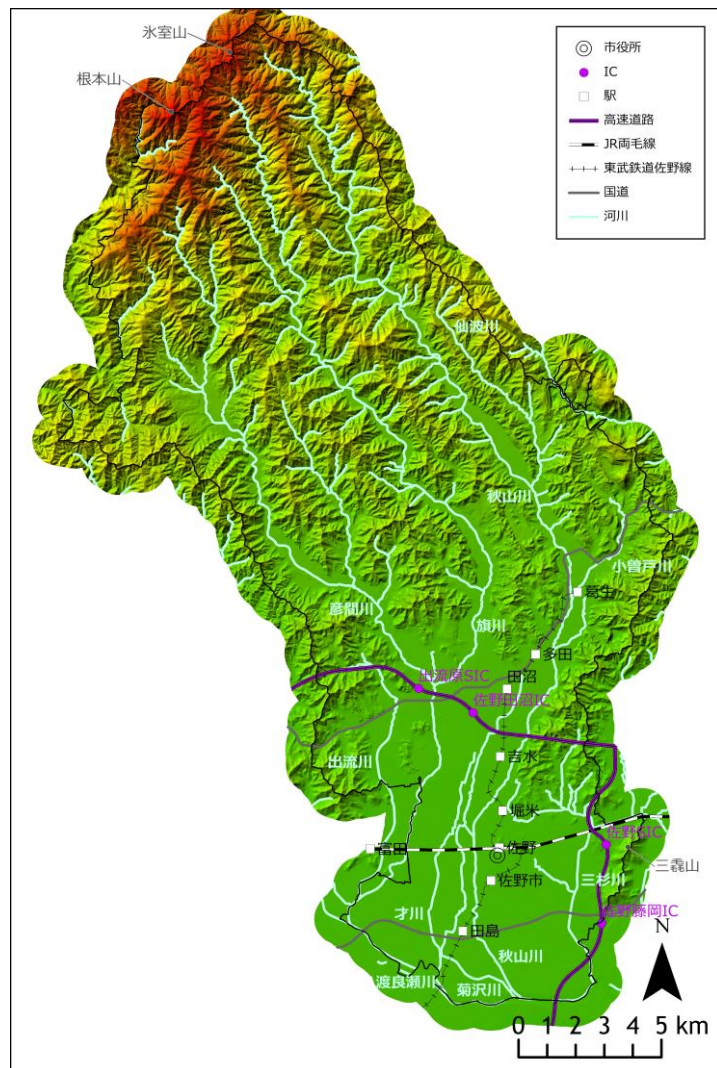


図 佐野市の地形

2.2 社会条件

(1) 人口

本市の人口・世帯数は115,607人・52,483世帯である（住民基本台帳、2022年6月1日時点）。

1990年までの国勢調査における総人口は、微増の傾向にあり、1995年の調査以降は減少が続いている。年齢区分別にみると、年少人口、生産年齢人口は、減少が続いている一方、老年人口は増加の傾向にあり、高齢化率は2020年の調査時点で約31%となっている。佐野市人口ビジョン改訂版（2022）によれば、今後も減少の傾向は続き、2060年には85,267人となる見込みである。

表 年齢3区分別人口と高齢化率の推移
(佐野市人口ビジョン改訂版、2022より)

区分	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年	2015年	2020年
年少人口	28,360	27,084	23,962	21,147	18,396	16,710	15,402	14,364	13,011
生産年齢人口	83,475	84,924	86,792	85,752	82,726	80,143	75,834	70,826	66,171
老年人口	12,493	14,279	17,479	21,199	24,547	27,066	29,394	33,079	35,621
総人口	124,328	126,287	128,233	128,098	125,669	123,919	120,630	118,269	114,803
高齢化率	10.0%	11.3%	13.6%	16.5%	19.5%	21.8%	24.4%	28.0%	31.0%

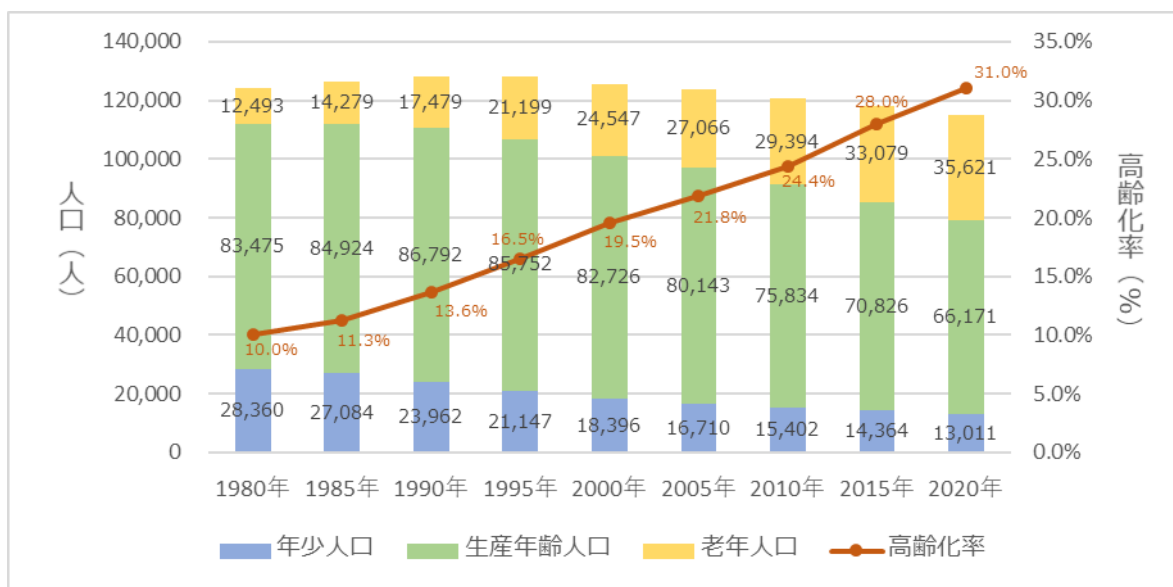


図 年齢3区分別人口と高齢化率の推移

(2) 産業

2020 年の国勢調査における産業別就業人口の構成比は、第 1 次産業が 2.5%、第 2 次産業が 35.7%、第 3 次産業が 61.8%で、栃木県全体に比べ第 2 次産業の割合が高くなっているのが特徴となっている。

<商業>

佐野新都市地区に佐野プレミアム・アウトレットが開業するなど、卸売業・小売業の事業所数・従業者数・年間商品販売額は増加している。

<工業>

プラスチック製品製造業や食品製造業が中心で、佐野工業団地、羽田工業団地、田沼工業団地、佐野インター産業団地、佐野みかも台産業団地、佐野田沼インター産業団地、佐野 AWS 産業団地の 7 つの工業団地を拠点とした産業活性化を進めている。

また、国道 50 号や国道 293 号をはじめとする道路網の整備がされており、北関東自動車道のインターチェンジ開設に伴う立地条件の良さから、周辺産業団地開発など、産業基盤整備の一層の向上が期待されている。

2017 年度には、佐野田沼インター産業団地内に佐野インランドポートが開設され、また、「出流原 PA 周辺総合物流開発整備構想」を進めることにより、総合物流拠点としての発展が期待されている。

市北部の葛生地域には、石灰岩地帯が広がっており、採石業や石灰石工業が盛んな地域となっており、碎石の出荷量は、長年にわたり連続して全国 1 位となっているほか、栃木県石灰工業協同組合による推計によると、葛生地域は、約 20 億 3,000 万トンとも言われるドロマイトが埋蔵されており、日本全国の埋蔵量の約 9 割を占めている。

<農林業>

経営体数の減少や従業者の高齢化が進んでいる。また、米を基幹作物としているが、収益の中心は、園芸作物に移りつつあり、首都圏の一角に位置する立地条件を活かした都市型農業を推進している。

(3) 交通

北関東を横断する国道 50 号が佐野地域の市街地の南端に沿って東西に延び、佐野地域の東端をかすめて南北に走る東北自動車道と佐野藤岡インターチェンジで連結している。この国道 50 号は、羽田工業団地や大型商業施設を結ぶ主要な産業道路として重要な役割を果たしている。また、北関東自動車道が本市の中央部を通り、東北自動車道と岩舟ジャンクションで連結している。さらに、国道 293 号が佐野地域の北部市街地と田沼地域及び葛生地域の南部市街地を結び、本市の中央部を貫く幹線道路となっている。近年では、東北自動車道の佐野藤岡インターチェンジに加え、2010 年 4 月には北関東自動車道の佐野田沼インターチェンジ、2011 年 4 月には東北自動車道の佐野サービスエリア・スマートインターチェンジが開通し、さらに 2022 年には、北関東自動車道の出流原パーキングエリアにスマートインターチェンジが設置され、高速交通の要衝として、より一層の発展が期待されている。

鉄道は、東西に走る JR 両毛線が本市と小山市方面、前橋市・高崎市方面とを結んでおり、また、東武鉄道が葛生駅を起点として田沼駅、佐野駅を通り、館林市駅を経て東京都に至り、通勤・通学の主要な交通手段となっている。バス交通は、高速バス交通のハブ機能を有する新都市バスターミナルに JR バス関東の新宿便や東京便をはじめ、羽田空港や成田空港、仙台・郡山・名古屋・京都・大阪行きが乗り入れているほか、市内には、生活路線バスや佐野市街地と新都市を循環する佐野新都市線が走り、市民の身近な移動手段となっている。

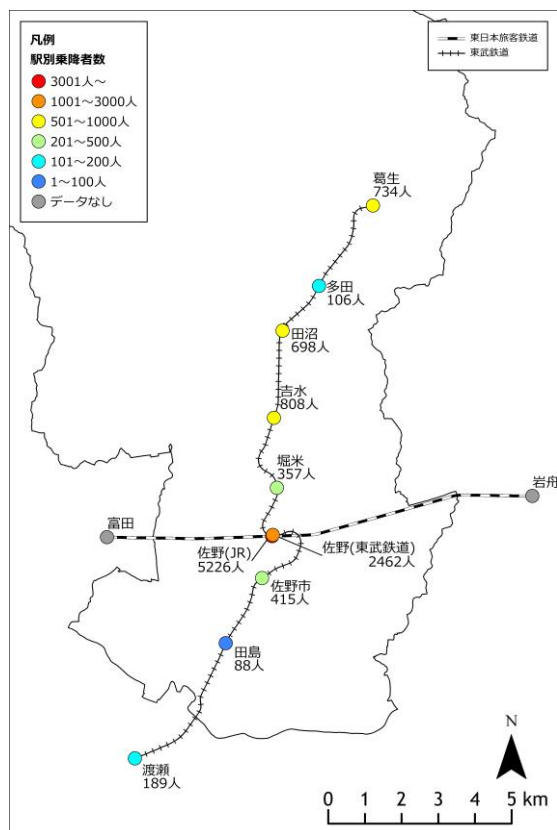


図 駅別乗降客数 単位：人/日（国土数値情報（国土交通省）より）

2.3 災害履歴

本市における最近の災害を示す。

(1) 地震

2011 年 3 月 11 日 東日本大震災

三陸沖を震源とする国内観測史上最大の地震が発生し、福島県や宮城県、岩手県などで非常に高い津波を観測した。この地震により、多数の死者・行方不明者が発生するなど、甚大な被害が生じた。本市では、最大震度 5 強を観測し、旧本庁舎が被災した。

<県内の被害>

最大震度：6 強

人的被害：死者 4 名、負傷者 133 名（重傷 7 名）

住家被害：全壊 261 棟、半壊 2,118 棟、一部損壊 74,173 棟

（東日本大震災の記録（栃木県）より）

<市内の被害>

最大震度：5 強

人的被害：3 件（重症 1 名、軽傷 2 名）

住家被害：全壊 1 件、半壊 2 件、一部損壊 831 件

罹災証明：1,128 件

施設被害：公共施設 35 件、道路・水道関係 14 件

（佐野市地域防災計画（佐野市）より）

(2) 風水害

2019 年 10 月 12 日 令和元年東日本台風

令和元年東日本台風は、令和元年 10 月 6 日 3 時に発生し、平年よりも高い海水温の領域を通過しながら急速に発達し、発生から 39 時間後の 7 日 18 時に中心気圧 915hPa となり、猛烈な勢力に発達した。その後、勢力を維持したまま小笠原諸島に接近し、10 日 21 時に非常に強い勢力となり、12 日 19 時前に静岡県伊豆半島に上陸した。上陸直前の中心気圧は 955hPa、最大風速は 40m/s で、その後関東地方を縦断し、13 日 12 時に三陸沖東部で温帯低気圧に変わった。

静岡県や新潟県、関東甲信地方、東北地方の多くの地点で 3、6、12、24 時間降水量の観測史上 1 位の値を更新するなど、記録的な大雨となった。

本市では、河川の氾濫・堤防の決壊が主な原因となり、多くの浸水被害が発生した。また、

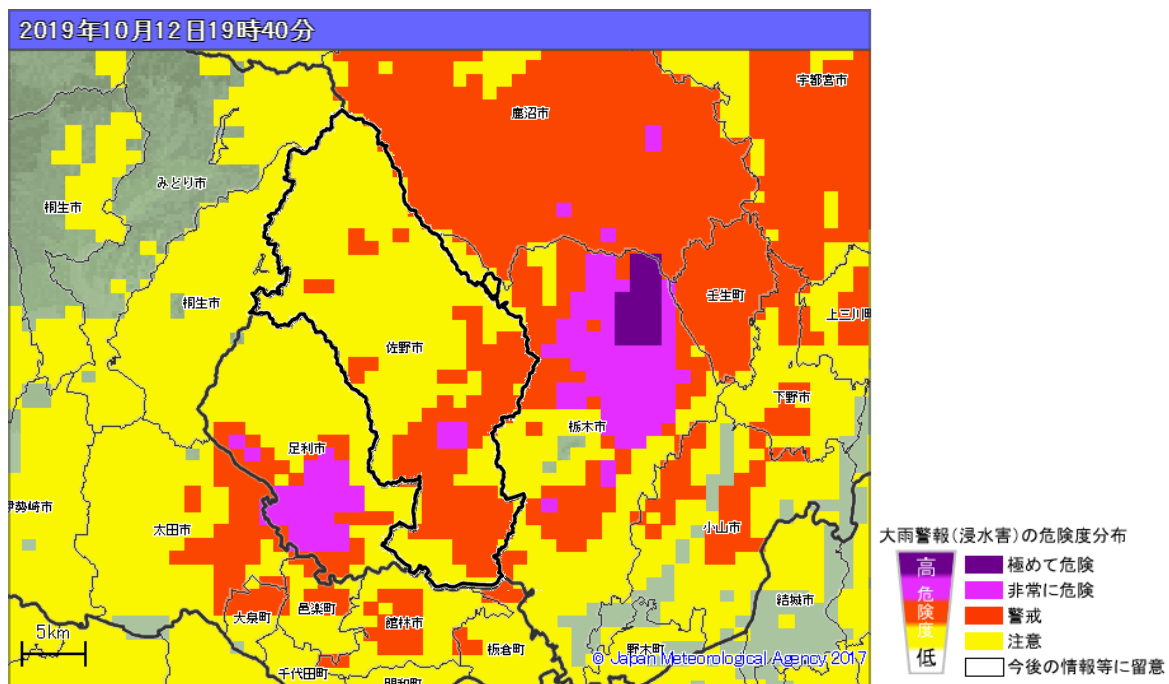


図 2019年10月12日の浸水キキクルの様子（気象庁ホームページより）

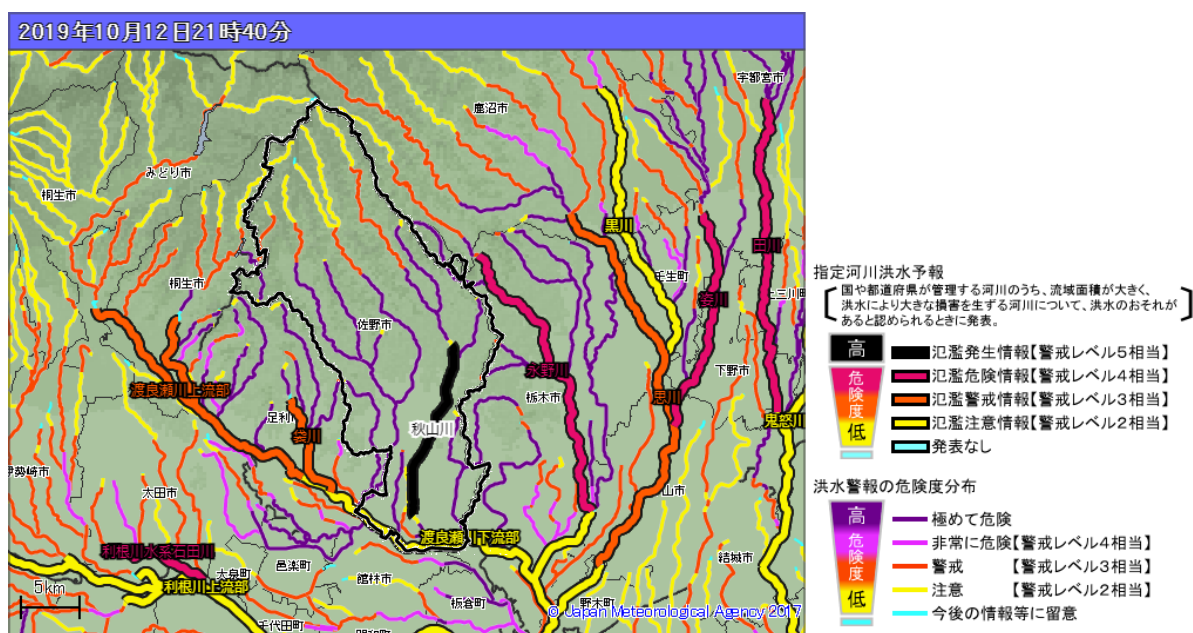


図 2019年10月12日の洪水キキクルの様子（気象庁ホームページより）

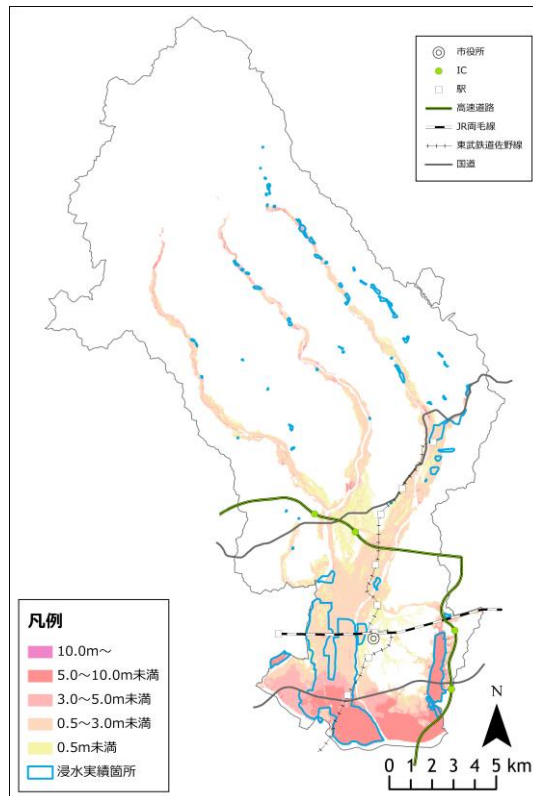


図 洪水浸水想定区域及び浸水リスク想定図、浸水実績箇所の重ね合わせ図

地震被害想定編

1. 地震動の予測.....	1
1.1 予測手法.....	1
1.2 予測結果.....	9
2. 液状化危険度予測	10
2.1 予測手法.....	10
2.2 予測結果.....	13
3. 土砂災害危険度予測	14
3.1 予測手法.....	14
3.2 予測結果.....	20
4. 建物被害予測.....	21
4.1 予測手法.....	21
4.2 予測結果.....	34
5. 人的被害予測.....	44
5.1 予測手法.....	44
5.2 予測結果.....	65
6. ライフライン被害予測	83
6.1 上水道	83
6.2 下水道	88
6.3 電力	92
6.4 ガス	98
6.5 電話	101
7. 交通被害予測.....	105
7.1 道路	105
7.2 橋梁	108
7.3 鉄道	111
8. 生活支障	116
8.1 避難者数.....	116
8.2 帰宅困難者数.....	123
8.3 物資	126
9. 災害廃棄物予測.....	132
9.1 予測手法.....	132
9.2 予測結果.....	134

1. 地震動の予測

1.1 予測手法

地震による揺れは、①震源断層で破壊が起こり、②その破壊で生じた揺れが地下の岩盤を通じて地表面付近の層に伝わり、③表層地盤によって揺れが増幅され、地表に伝わる。

揺れの大きさは、震源から地表面付近までは、概ね震源断層からの距離に応じて減衰する。表層地盤では、揺れが増幅の仕方が表層地盤の性状によって異なり、一般的には、表層地盤が軟らかければ揺れは増幅しやすく、硬ければ増幅しにくい傾向がある。また、地形が大きく変化するような場所では、数十 m 離れただけでも揺れ方が大きく変わることがある。

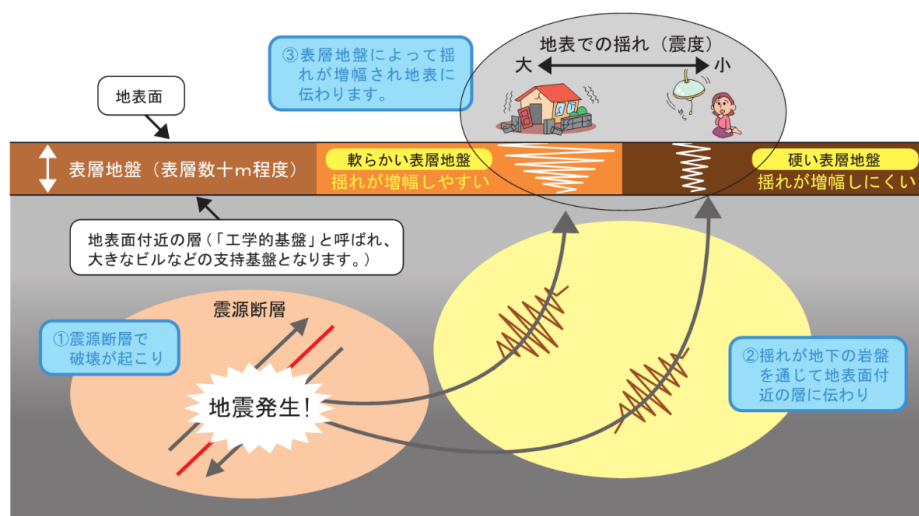


図 地震の揺れの伝わり方のイメージ（内閣府、2005）¹

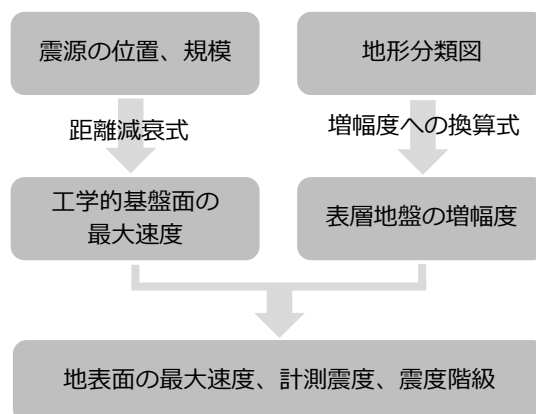


図 地震動想定フロー

¹ 内閣府（2005）：地震防災マップ作成のすすめ

(1) 想定地震

本調査の想定地震は、深谷断層帯・綾瀬川断層及び佐野市直下地震とする。

<深谷断層帯・綾瀬川断層 (M8.0) >

深谷断層帯は、関東平野北西部と関東山地との境界付近から関東平野中央部に延びる断層帯であり、地震発生確率は 30 年以内にほぼ 0~0.1% (日本の主な活断層の中ではやや高いグループ) である。綾瀬川断層は、関東平野中央部をほぼ北西-南東方向に延びるとされる断層であり、地震発生確率が 30 年以内にほぼ 0%とされる鴻巣-伊奈区間、地震発生確率が不明とされる伊奈-川口区間に分けられる。深谷断層帯と綾瀬川断層が同時に活動した場合、M8.0 程度の地震が発生する可能性があると考えられている。

佐野市前回調査 (2005) ²では、群馬県南東部 (太田断層) を震源とした地震 (地震発生確率は不明、地震規模は M6.9 程度) を想定しており、栃木県 (2013) ³では、栃木県に大きな被害を及ぼす地震として、関東平野北西縁断層帯※を震源とする地震 (M8.0) を想定している。

※地震本部 (2015) ⁴では、関東平野北西縁断層帯及び元荒川断層について、断層帯を構成する断層やそれらの位置・形状、周辺の地下構造、活動履歴に関して新たな知見が得られたことに伴い、断層帯の名称を「深谷断層帯・綾瀬川断層」に改訂した。

² 佐野市前回調査 (2005) : 平成 17 年度佐野市地域防災計画作成業務防災アセスメント調査報告書

³ 栃木県 (2013) : 栃木県地震被害想定調査について

⁴ 地震本部 (2015) : 地震調査研究推進本部、深谷断層帯・綾瀬川断層 (関東平野北西縁断層帯・元荒川断層帯) の長期評価

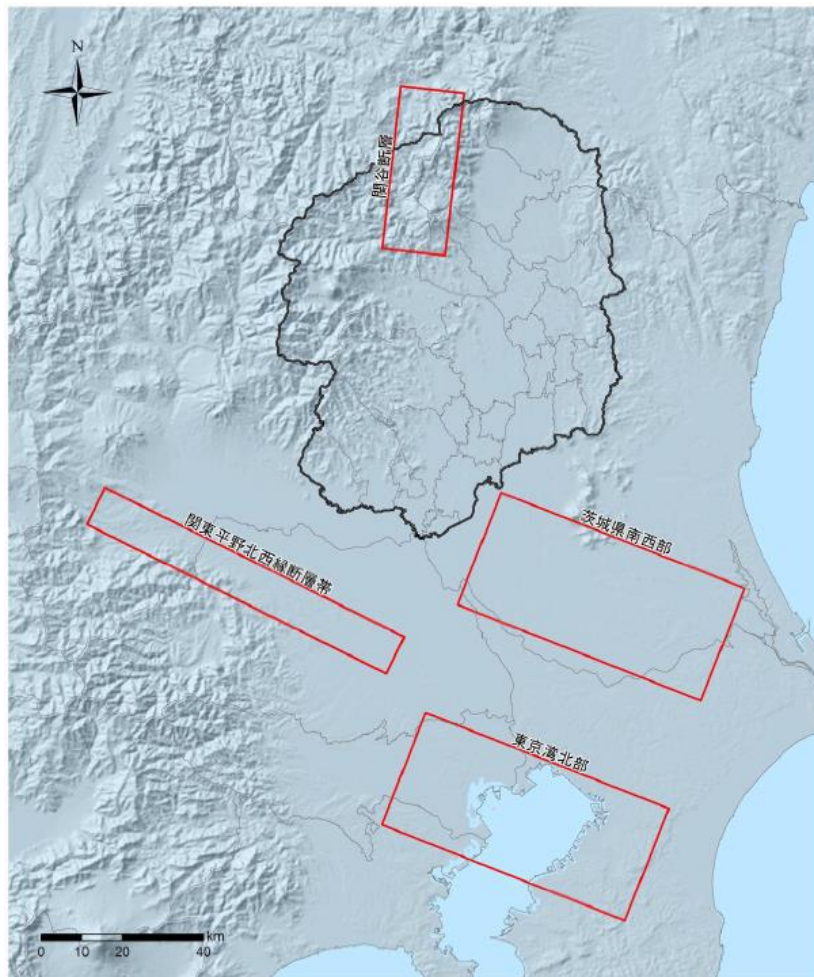


図 栃木県（2013）の想定地震の震源位置

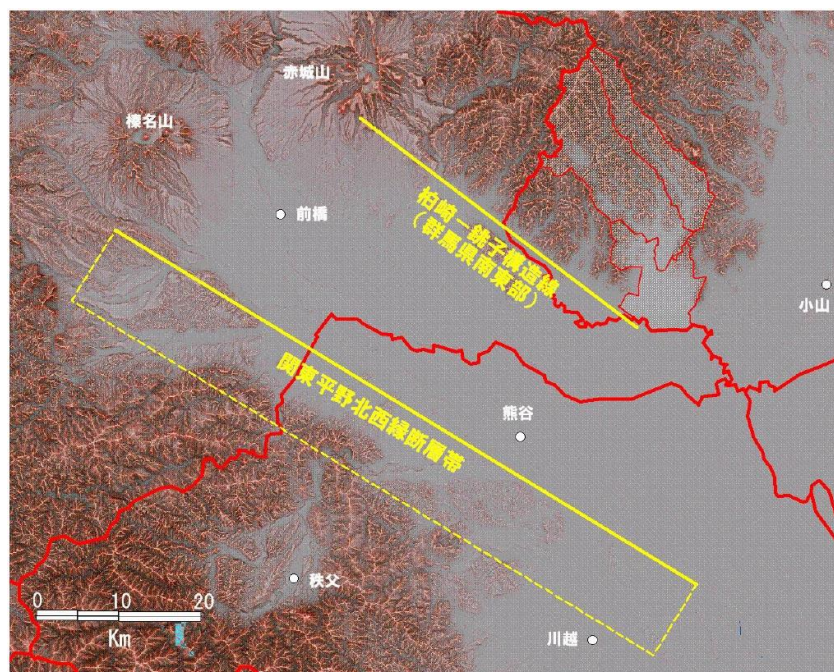


図 佐野市前回調査（2005）の想定地震の断層位置

<佐野市直下地震（M6.9）>

栃木県（2013）では、（１）活断層等の地震、（２）どこでも起こりうる直下の地震、（３）調査の参考として被害想定を行う地震の３パターンの地震を想定している。

このうち（２）は、活断層が確認されていない地域で起こりうる最大級の地震とされており、佐野市役所直下に震源を仮定した佐野市直下地震も想定地震のひとつとして被害計算が実施された。また、栃木県（2013）では、地表に活断層が認められていない地震の事例を踏まえ、いつ発生するかわからない地震の規模を M6.9 と設定している。

本調査においても、参考として、佐野市直下地震を想定地震のひとつとする。

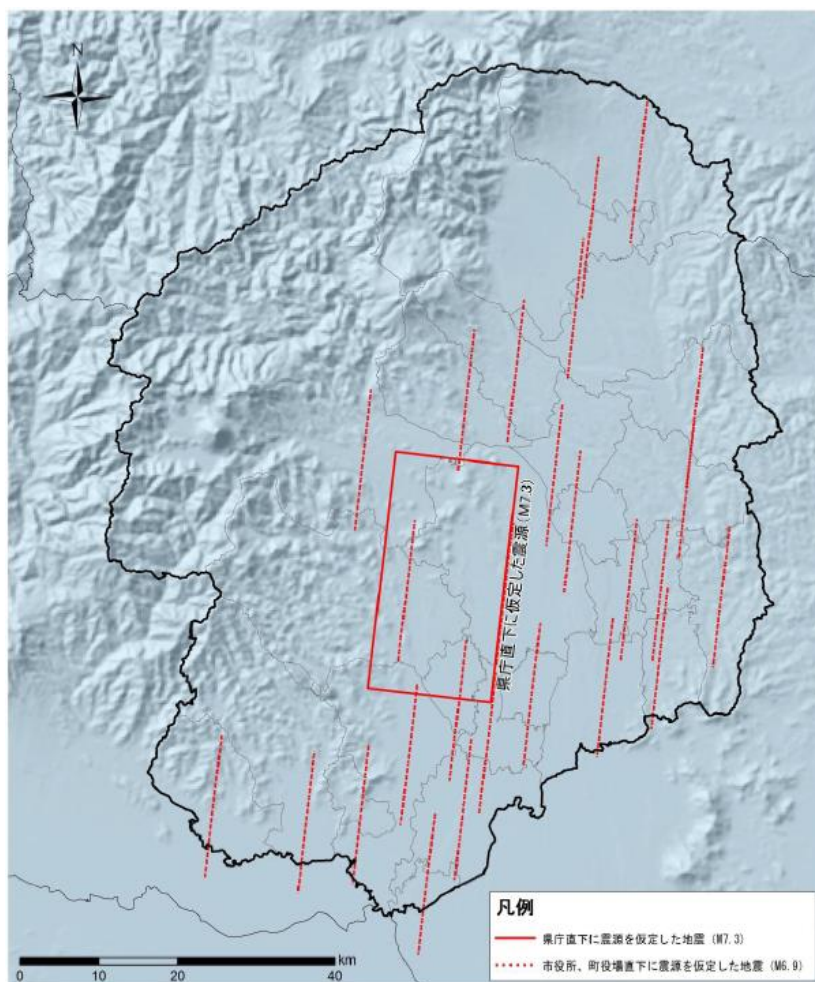


図 栃木県（2013）の想定地震の震源位置

(2) 工学的基盤面の地震動予測

内閣府が公表する地震防災マップ作成技術資料に基づき、距離減衰式(司・翠川, 1999)⁵を用いて工学的基盤面[※]の地震動を算出した。

$$\log PGV_{600} = 0.58M_w + 0.0038Dep - 1.29 + c - \log(X + 0.0028 \cdot 10^{0.50M_w}) - kX$$

PGV_{600} : S波速度 600m/s の工学的基盤上の最大速度 (cm/s)

M_w : モーメントマグニチュード

Dep : 断層の平均深度 (km)

X : 断層最短距離 (km)

k : 粘性減衰を表す項 (0.0027)

c : 係数 (地殻内地震 : 0.0、プレート境界型地震 : -0.02)

※工学的基盤面

建築や土木等の工学分野で使用される用語で、構造物を設計するとき、地震動設定の基礎とする良好な地盤のことを示す。多くの場合、S波速度が 300~700m/s 程度以上の地盤のことを指す。本調査では S波速度 600m/s の層を工学的基盤として設定した。

⁵ 司・翠川 (1999) : 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式

(3) 表層地盤の地震動予測

表層地盤の地形区分、標高等を基に 50m メッシュごとの AVS30 を算出した（松岡・他, 2005）⁶。地形区分ごとの係数、標準偏差は表に示すとおり。

$$\log AVS30 = a + b \cdot \log Ev + c \cdot \log Sp + d \cdot \log Dm \pm \sigma$$

AVS30 : 表層 30m の平均 S 波速度

Ev : 標高 (m)

Sp : 傾斜

Dm : 先第三系・第三系の山地・丘陵からの距離 (km)

a, b, c, d : 係数 (地形区分ごと)

σ : 標準偏差 (地形区分ごと)

表 地形区分ごとの係数及び標準偏差（松岡・他, 2005）

ID	微地形	回帰係数（標準回帰係数）				標準偏差 σ
		a	b	c	d	
1p	山地（先第三系）	2.900	0	0	0	0.139
1t	山地（第三系）	2.807	0	0	0	0.117
2	山麓地	2.602	0	0	0	0.092
3	丘陵	2.349	0	0.152	0	0.175
4	火山地	2.708	0	0	0	0.162
5	火山山麓地	2.315	0	0.094	0	0.100
6	火山性丘陵	2.608	0	0	0	0.059
7	岩石台地	2.546	0	0	0	0.094
8	砂礫質台地	2.493	0.072	0.027	-0.164	0.122
9	ローム台地	2.206	0.093	0.065	0	0.155
10	谷底低地	2.266	0.144	0.016	-0.113	0.158
11	扇状地	2.350	0.085	0.015	0	0.116
12	自然堤防	2.204	0.100	0	0	0.124
13	後背湿地	2.190	0.038	0	-0.041	0.116
14	旧河道	2.264	0	0	0	0.091
15	三角州・海岸低地	2.317	0	0	-0.103	0.107
16	砂州・砂礫州	2.415	0	0	0	0.114
17	砂丘	2.289	0	0	0	0.123
18	干拓地	2.373	0	0	-0.124	0.123
19	埋立地	2.404	0	0	-0.139	0.120

⁶ 松岡・他（2005）：日本全国地形・地盤分類メッシュマップを利用した地盤の平均 S 波速度分布の推定

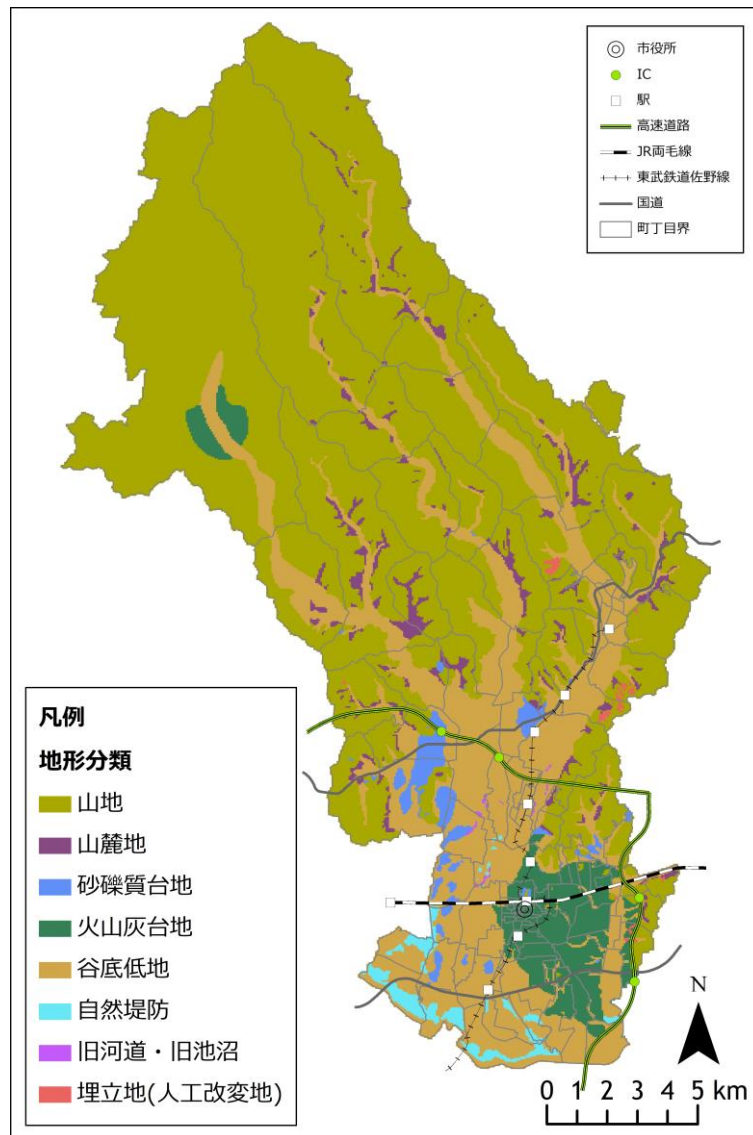


図 佐野市の地形区分

(地形分類図(国土地理院)及び大規模盛土造成地マップ(栃木県)を用いて作成)

表層地盤の増幅度は、AVS30 と増幅度の経験式(藤本・翠川, 2006)⁷を用いて算出した。

$$\log G = 2.367 - 0.852 \log AVS30 \pm \sigma$$

G : S波速度 600m/s の工学的基盤上の最大速度に対する地表面の最大速度の増幅率

$AVS30$: 表層 30m の平均 S 波速度

σ : 標準偏差 ($\sigma = 0.166$)

⁷ 藤本・翠川 (2006) : 近接観測点ペアの強震記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均 S 波速度の関係

(4) 地表における地震動予測

(1)、(2) で算出した工学的基盤上の最大速度及び増幅度を用いて、地表最大速度を算出した。

$$V = G \cdot PGV_{600}$$

V : 地表最大速度 (cm/s)

G : S 波速度 600m/s の工学的基盤上の最大速度に対する地表面の最大速度の増幅率

PGV_{600} : S 波速度 600m/s の工学的基盤上の最大速度 (cm/s)

次に、地表最大速度と計測震度の経験式(童・山崎, 1996)⁸を用いて次式のとおり地表の震度を算出した。佐野市の震度分布を図に示す。

$$I = 2.30 + 2.01 \cdot \log V$$

I : 震度

V : 地表最大速度 (cm/s)

⁸ 童・山崎 (1996) : 地震動強さ指標と新しい気象庁震度との対応関係

1.2 予測結果

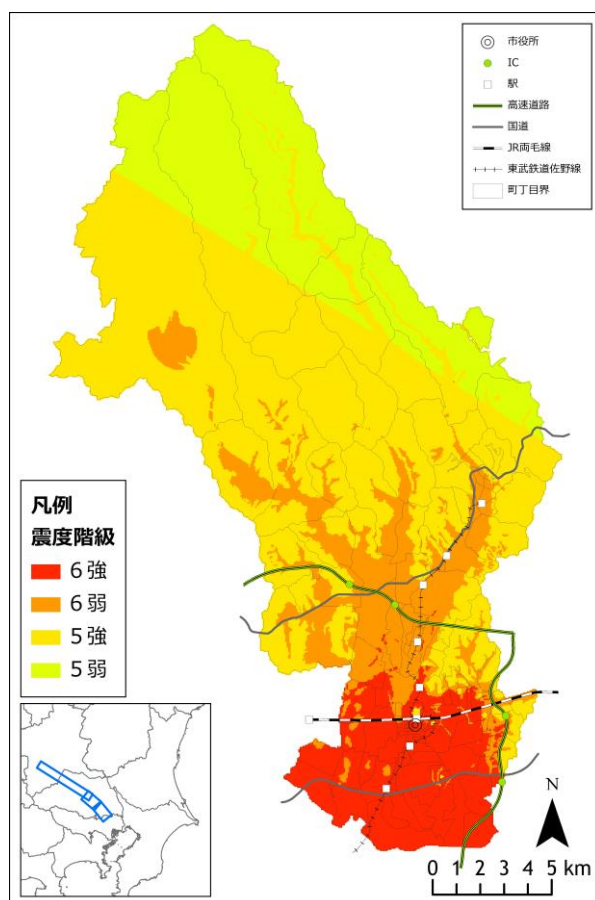


図 震度分布（深谷断層帯・綾瀬川断層）

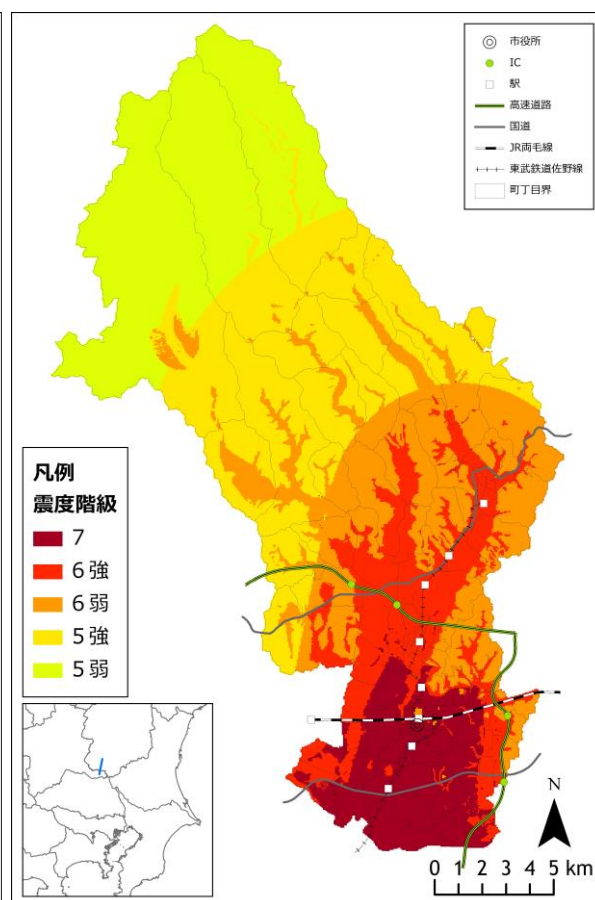


図 震度分布（佐野市直下地震）

<参考：気象庁震度階級関連解説表（一部抜粋）>

震度階級	人の体感・行動	屋内の状況	屋外の状況
4	ほとんどの人が驚く。歩いている人のほとんどが、揺れを感じる。眠っている人のほとんどが、目を覚ます。	電灯などのつり下げ物は大きく揺れ、棚にある食器類は音を立てる。座りの悪い置物が、倒れることがある。	電線が大きく揺れる。自動車を運転していて、揺れに気付く人がいる。
5 強	大半の人が、物につかまらなと歩くことが難しいなど、行動に支障を感じる。	棚にある食器類や書棚の本で、落ちるものが増える。テレビが台から落ちることがある。固定していない家具が倒れることがある。	窓ガラスが割れて落ちることがある。補強されていないブロック塀が崩れることがある。据付けが不十分な自動販売機が倒れることがある。自動車の運転が困難となり、停止する車もある。
6 弱	立っていることが困難になる。	固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。ドアが開かなくなることがある。	壁のタイルや窓ガラスが破損、落下することがある。
6 強	立っていることができず、はわないと動くことができない。揺れにほんろうされ、動くこともできず、飛ばされることもある。	固定していない家具のほとんどが移動し、倒れるものが増える。	壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する建物が多くなる。補強されていないブロック塀のほとんどが崩れる。

2. 液状化危険度予測

2.1 予測手法

栃木県（2013）で採用された手法（以下①～⑤）を用いて液状化危険度を算出した。

日本道路協会（2017）⁹の手法を基本とし、液状化に対する抵抗率 FL 値を求め、深さ方向に重み付けした PL 法による算定手法を用いた。

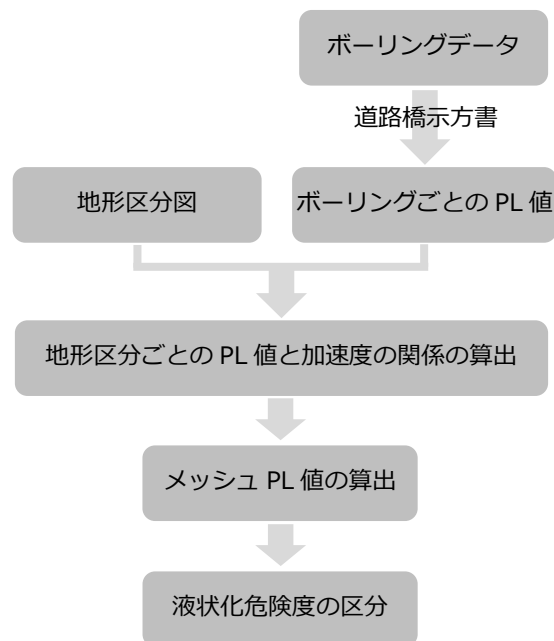


図 液状化危険度の予測フロー

①ボーリング地点ごとの PL 値を算出

地盤内の各深度における液状化に対する抵抗率 FL 値は、地層が有する動的せん断強度比 R と作用する地震時せん断応力比 L によって定義し、この値が 1.0 以下の土層については液状化するものとみなした。本調査では、地盤工学会関東支部（2014）¹⁰のボーリングデータを使用した。

$$F_L = R/L$$

$$L = \gamma_d \cdot K_{hgL} \cdot (\sigma_v / \sigma'_v)$$

K_{hgL} : 液状化の判定に用いる地盤面の設計水平震度

⁹ 日本道路協会（2017）：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編

¹⁰ 地盤工学会関東支部（2014）：新・関東の地盤

σ_v : 地表面からの深さ x (m) における全載圧 (kN/m²)
 σ'_v : 地表面からの深さ x (m) における有効載圧 (kN/m²)
 γ_d : 地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数
 $\gamma_d = 1.0 - 0.015x$
 x : 地表面からの深さ (m)

$$R = C_w \cdot R_L$$

C_w : 地震時特性による補正係数
 <プレート境界地震の場合 ※本調査では該当なし>
 $C_w = 1.0$

<内陸直下型地震の場合>

$$C_w = \begin{cases} 1.0 & (R_L \leq 0.1) \\ 3.3R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{cases}$$

R_L : 繰返し三軸強度比

$$R_L = \begin{cases} 0.0882\sqrt{((0.85N_a + 2.1)/1.7)} & (N_a < 14) \\ 0.0882\sqrt{N_a/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} & (N_a \geq 14) \end{cases}$$

N_a : 粒度の影響を考慮した補正 N 値

<砂質土 ($D_{50} < 2\text{mm}$) の場合>

$$N_a = C_{FC} \cdot (N_1 + 2.47) - 2.47$$

$$N_1 = 170N/(\sigma'_{vb} + 70)$$

$$C_{FC} = \begin{cases} 1.0 & (0\% \leq F_c < 10\%) \\ (F_c + 29)/30 & (10\% \leq F_c < 40\%) \\ (F_c - 16)/12 & (40\% \leq F_c) \end{cases}$$

<礫質土 ($D_{50} \geq 2\text{mm}$) の場合>

$$N_a = (1 - 0.361 \log_{10}(D_{50}/2)) \cdot N_1$$

C_{FC} : 細粒分含有率 (%)

N_1 : 有効上載圧 100kN/m² 相当に換算した N 値

N : 標準貫入試験から得られる N 値

σ'_{vb} : 標準貫入試験を行ったときの地表面からの深さにおける有効上載
 圧 (kN/m²)

$$P_L = \frac{\int_0^{20} (1 - F_L)(10 - 0.5x) dx}{(F_L \geq 1.0 \text{ の場合、} F_L = 1.0 \text{ とする。)}$$

②地形区分ごとに PL 値と加速度の関係を算出

「山地、山麓地、砂礫質台地、火山灰台地」を除いた地形を、液状化の可能性がある地形として液状化判定の対象とした。

③メッシュの加速度からメッシュごとの PL 値を算出

④PL 値を用いて液状化危険度を区分

$30 < PL$	液状化の危険度が極めて高い
$15 < PL \leq 30$	液状化の危険度がかなり高い
$5 < PL \leq 15$	液状化の危険度が高い
$0 < PL \leq 5$	液状化の危険度は低い
$PL = 0$	液状化の危険度はかなり低い

2.2 予測結果

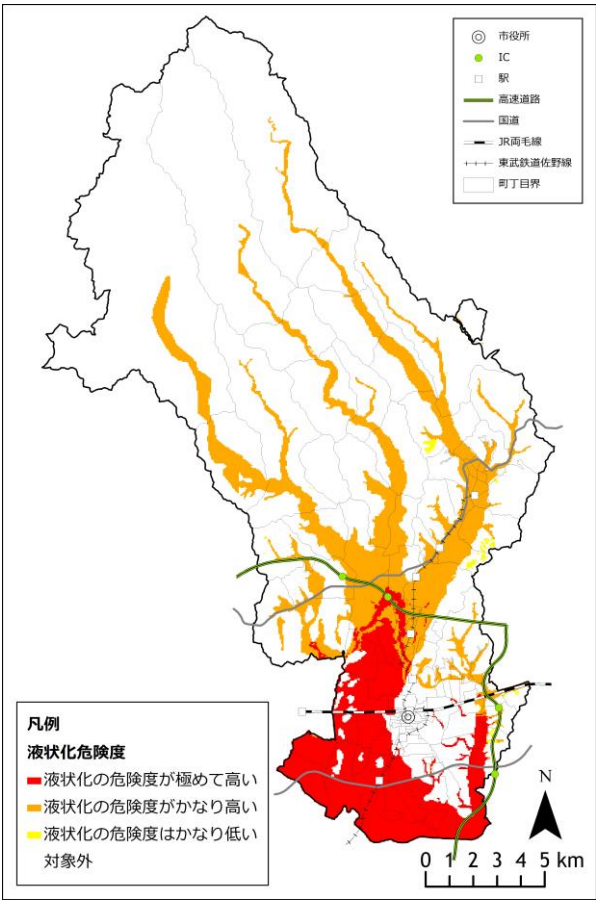


図 PL 値（深谷断層帯・綾瀬川断層）

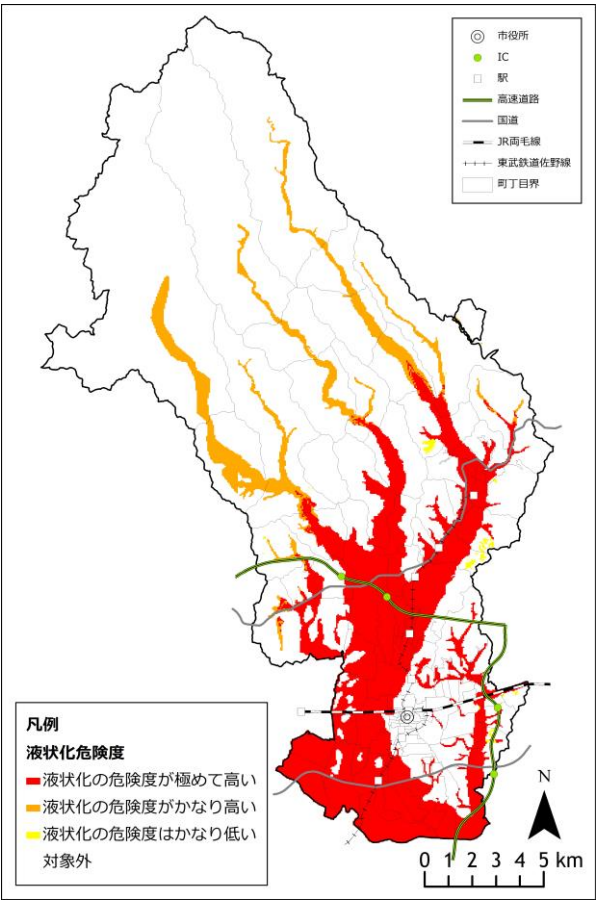


図 PL 値（佐野市直下地震）

3. 土砂災害危険度予測

3.1 予測手法

栃木県が指定した土砂災害警戒区域を対象とし、危険度を算出した。

表 佐野市土砂災害警戒区域の区域数（令和 3 年 11 月時点）

種別	区域数
急傾斜地の崩壊	519
土石流	429
地すべり	3
計	951

（１）急傾斜地の崩壊

栃木県（2013）では、対策工事が実施されていない急傾斜地崩壊危険箇所を対象として、中央防災会議（2006）¹¹の手法を用いて斜面高、勾配、オーバーハング、地質、表土、湧水、崩壊履歴等の項目に関して点数による重みづけした耐震ランクを設定し、当該地の震度との組み合わせより危険度を設定している。

本調査では、栃木県（2013）を参考に、以下①～②の手法を採用した。

¹¹ 中央防災会議（2006）：首都直下地震対策専門調査会（第15回）資料3.

①地形・地質状況等を点数付けし、その合計点数に応じて耐震ランクⅠを設定した。

※土砂災害防止法に基づく基礎調査において、下表の赤字項目は調査対象外であるため、赤字項目については中間点を採用。

表 耐震ランク判定表（日本道路協会道路震災対策委員会、1986）¹²

項目	分類	点数	備考
斜面高	50m 以上	10	
	30～50m	8	
	10～30m	7	
	10m 未満	3	
斜面勾配	60° 以上	7	
	45°～60°	4	
	45° 未満	1	
オーバーハング 遷急線 縦断形状	オーバーハングあり 遷急線が非常に明瞭	7	斜面形状の要素としてオーバーハング以外に遷急線、斜面縦断形状を考慮した
	遷急遷が明瞭 凸型斜面	4	
	遷急線は不明瞭 直線型、凹型斜面	0	
地表の状態	亀裂が発達、開口しており転石、浮石が点する	10	
	風化、亀裂が発達した岩である	6	
	礫混じり土、砂質土	5	
	粘性土	1	
	風化、亀裂が発達していない岩である	0	
表土の厚さ	0.5m 以上	3	
	0.5m 未満	0	
湧水	あり	2	常時見られる湧水をさす
	なし	1	
崩壊履歴	当該斜面に新しい崩壊地あり	5	落石、崩壊頻度の代わりに履歴を採用した
	当該斜面に古い崩壊地あり	3	
	崩壊地は認められない	0	

表 耐震ランクⅠ判定表

耐震ランクⅠ	基準要素点
a	24 点以上
b	14～23 点
c	13 点以下

¹² 日本道路協会道路震災対策委員会（1986）：道路の震災対策に関する調査報告—道路構造物の耐震調査および震災対策工法に関する研究—

②対策工の有無により、耐震ランクを再評価した（耐震ランクⅡ）。

表 耐震ランクⅡ判定表

対策工	耐震ランクⅠ	a	b	c
	対策無	a'	b'	c'
	対策有	c'	c'	c'

③震度と耐震ランクⅡから危険度を判定した。

表 危険度判定表

耐震ランクⅡ	震度階級				
	～4	5 弱	5 強	6 弱	6 強～
a'	C	B	A	A	A
b'	C	C	B	A	A
c'	C	C	C	B	B

A：危険度が高い B：危険度がやや高い C：危険度は低い

(2) 地すべり

栃木県（2013）では、対策工事が実施されていない地すべり危険箇所・地区を対象として、山地災害危険地区調査による危険度ランクを耐震ランクと読み替えて、急傾斜地崩壊危険箇所と同様に危険度を判定した。

本調査では、栃木県（2013）を参考に、以下①～②の手法を採用した。

①土砂災害警戒区域の危険度ランクと対策工の有無により一次判定した。

表 一次判定表

対策工	既往の危険度分類	A	B	C
	対策無	a	b	c
	対策有	c	c	c

②震度と一次判定結果から危険度を判定した。

表 危険度判定表

一次判定 ランク	震度階級				
	～4	5 弱	5 強	6 弱	6 強～
a	C	B	A	A	A
b	C	C	B	A	A
c	C	C	C	B	B

A：危険度が高い B：危険度がやや高い C：危険度は低い

(3) 土石流

栃木県(2013)では、土石流は土砂災害被害予測の対象外であった。本調査では、新潟県(2020)を参考に、以下①～②の手法を採用した。

①既往調査による危険度ランクと対策工の有無により一次判定。

※土砂災害防止法に基づく基礎調査において、危険度ランクは調査対象外であるため、危険度ランクを一律 B ランクとする。

表 一次判定表

対策工	既往の危険度分類	A	B	C
	対策無	a	b	c
	対策有	c	c	c

②震度と一次判定結果から危険度ランクを判定。

表 危険度判定表

一次判定 ランク	震度階級				
	～4	5 弱	5 強	6 弱	6 強～
a	C	B	A	A	A
b	C	C	B	A	A
c	C	C	C	B	B

A：危険度が高い B：危険度がやや高い C：危険度は低い

3.2 予測結果

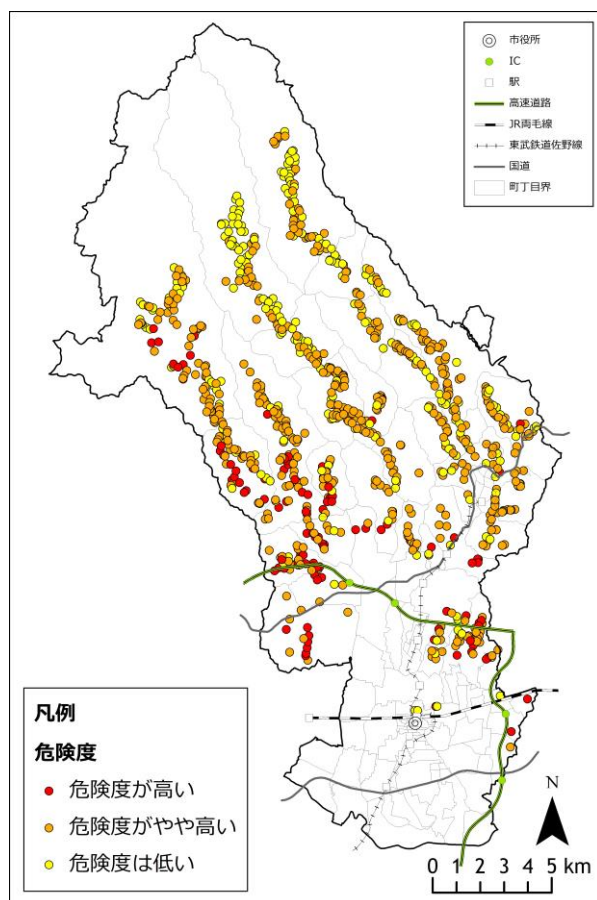


図 土砂災害危険度
(深谷断層帯・綾瀬川断層)

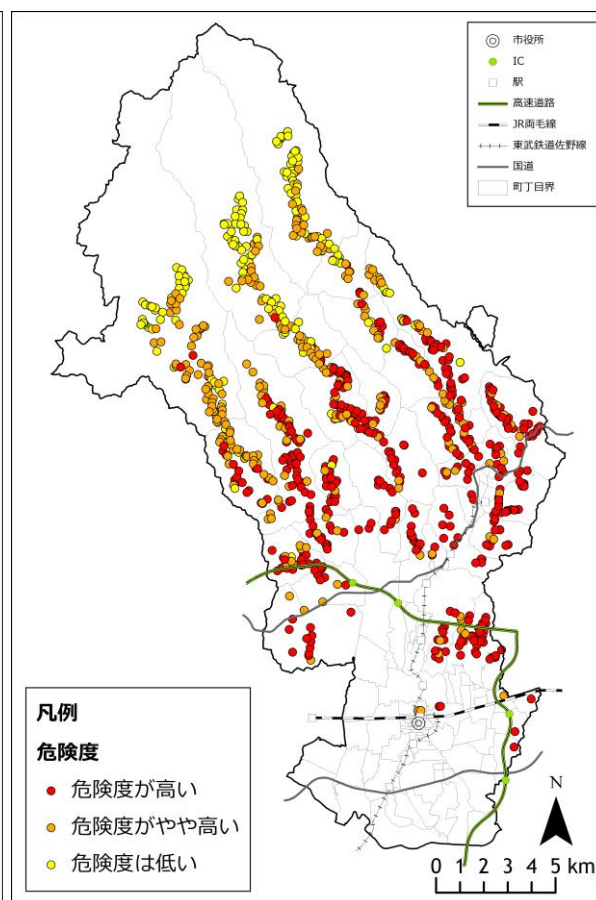


図 土砂災害危険度
(佐野市直下地震)

4. 建物被害予測

4.1 予測手法

建物被害の想定は、地震によって生じる揺れ・液状化・土砂災害を対象に、建物全壊棟数及び建物半壊棟数、地震火災を対象に焼失棟数として求めた。

建物被害は収集した固定資産台帳・公有財産台帳に基づき、構造別建築年代別で整理し、全建物棟数は、固定資産概要調書（総務省、2021）¹³に記載された建物棟数と、公共施設（防災関連施設、市営住宅等）の棟数の合計とし、調整した。

表 佐野市の構造別・建築年代別建物棟数

木造（棟）							非木造（棟）				合計
～1962	1963 ～1971	1972 ～1980	1981 ～1989	1990 ～2001	2002～	小計	～1971	1972 ～1980	1981～	小計	
12,639	7,857	11,391	9,056	10,527	13,932	65,402	1,450	2,535	13,109	17,094	82,496

表 佐野市の構造別・用途別建物棟数

木造（棟）			非木造（棟）			合計
住宅	非住宅	小計	住宅	非住宅	小計	
46,867	18,535	65,402	5,974	11,120	17,094	82,496

¹³ 総務省（2021）：令和3年度 固定資産の価格等の概要調書

4.1.1 揺れによる建物被害

栃木県（2013）の手法を用いて、震度分布と建物データから全壊棟数、半壊棟数を算出した。
被害棟数算定式は次のとおりとする。

＜全壊＞

①木造全壊建物棟数＝木造建築年別建物棟数×木造建物の計測震度別全壊率

②非木造全壊建物棟数＝非木造建築年別建物棟数×非木造建物の計測震度別全壊率

＜半壊＞

③木造半壊建物棟数＝木造建築年別建物棟数×木造建物の計測震度別全半壊率－①

④非木造半壊建物棟数＝非木造建築年別建物棟数×非木造建物の計測震度別全半壊率－②

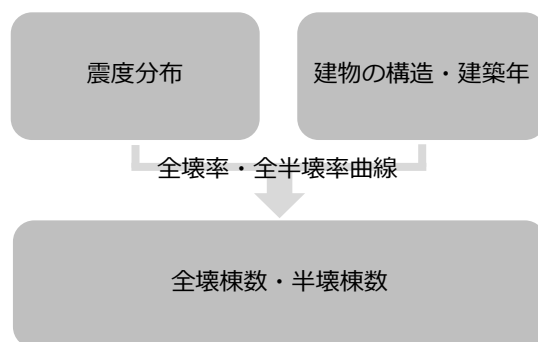


図 揺れによる建物被害予測のフロー

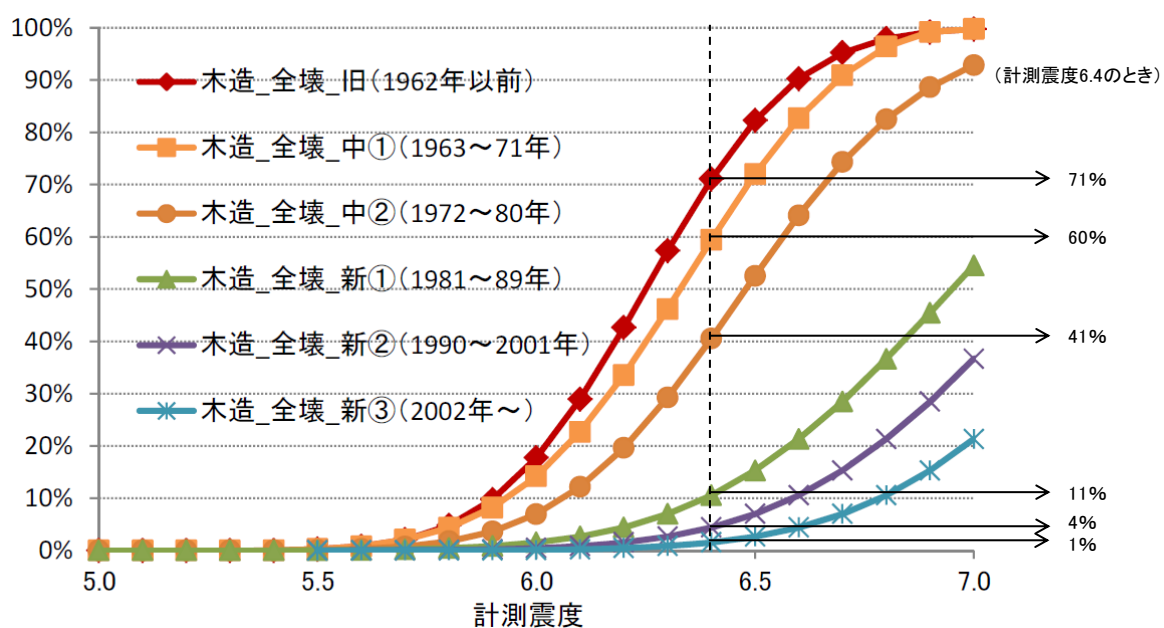


図 全壊率曲線（木造）（栃木県（2013）より）

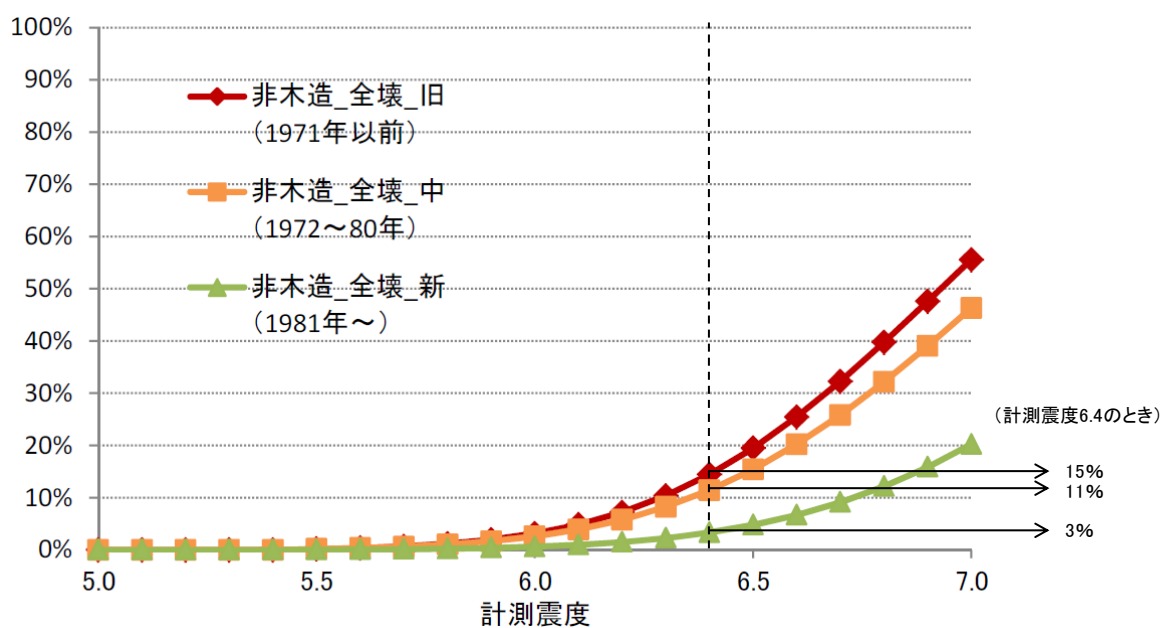


図 全壊率曲線（非木造）（栃木県（2013）より）

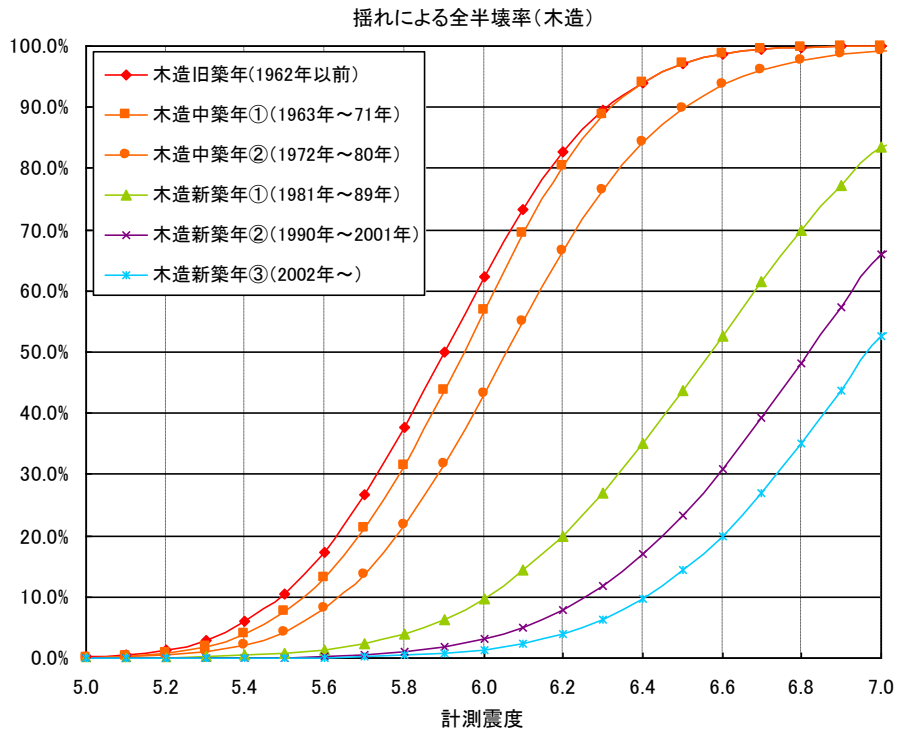


図 全半壊率曲線(木造) (栃木県(2013)より)

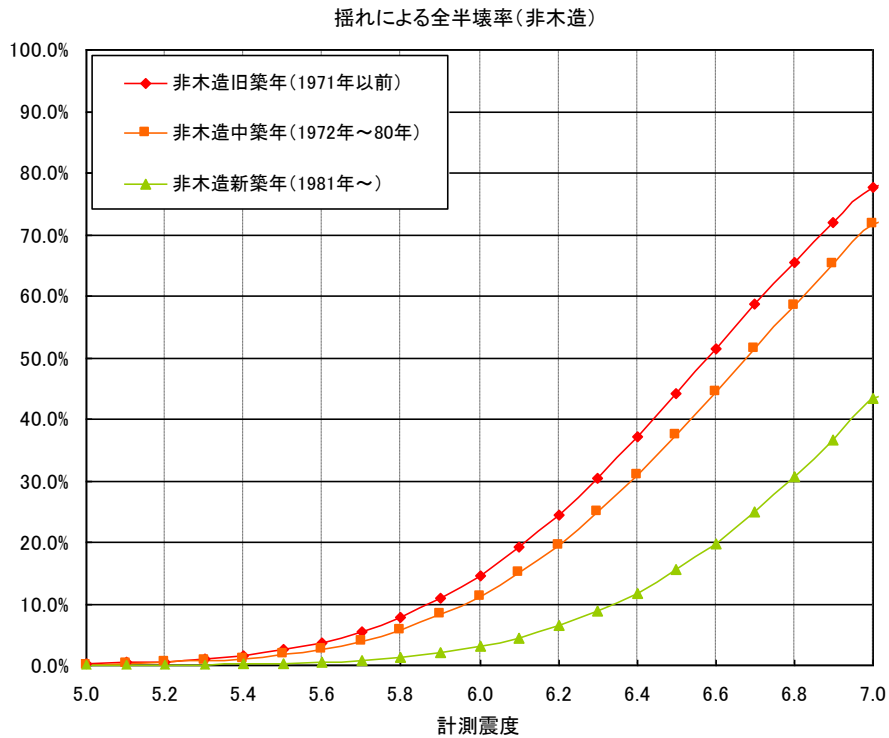


図 全半壊率曲線(非木造) (栃木県(2013)より)

4.1.2 液状化による建物被害

液状化による建物被害は、栃木県（2013）と同様に、PL 値・微地形区分ごとの液状化面積率・全壊率・半壊率を用いて全壊棟数、半壊棟数を想定する。

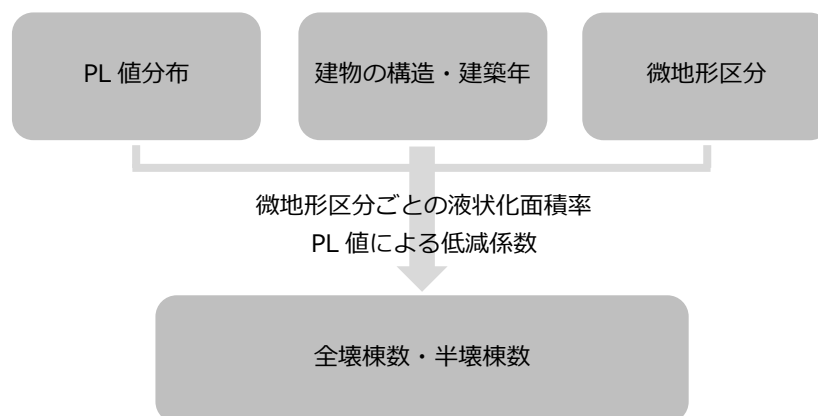


図 液状化による被害棟数の算定フロー

表 微地形区分ごとの液状化面積率

微地形区分	1km メッシュ平均液状化面積率 (%)	根拠
埋立地	20	兵庫県南部地震の値
自然堤防	10	日本海中部地震・新潟県中越地震の値
旧河道	25	新潟地震の値
砂丘末端緩斜面	太平洋側：5	（砂丘と同じとする）
	日本海側：15	日本海中部地震・新潟中越地震の値
砂丘間低地	太平洋側：5	日本海中部地震・新潟中越地震の値
	日本海側：5	（砂丘と同じとする）
砂丘	5	砂州・砂礫州、砂州間低地と同程度と仮定
砂州・砂礫州	5	日本海中部地震・新潟中越地震の値
後背湿地	3	日本海中部地震・新潟中越地震の値
三角州・海岸低地	太平洋側：2	千葉県東方沖地震、兵庫県南部地震の値
	日本海側：10	日本海中部地震・新潟中越地震の値
扇状地型谷底低地	3	日本海中部地震・新潟中越地震の値
急勾配扇状地	3	日本海中部地震・新潟中越地震の値
デルタ型谷底低地	1	兵庫県南部地震の値
緩勾配扇状地	1	兵庫県南部地震の値
干拓地	15	日本海中部地震・新潟中越地震の値

表 PL 値による低減係数

PL 値の範囲	PL 値による低減係数
PL=0	0.0
0<PL≤5	0.2
5<PL≤15	0.6
15<PL	1.0

表 木造建物における全壊率・半壊率

液状化の発生状況	住宅基礎の状況	全壊率 (%)	半壊率 (%)	根拠
埋立地・顕著な流動化が予測される地域（日本海側の砂丘末端緩斜面）	基礎が全般的に強い （1971 年以降の住宅）	5	65	1995 年兵庫県南部地震 2000 年鳥取県西部地震 2007 年新潟県中越地震
	基礎が全般的に弱い （1970 年以前の住宅）	45	45	1983 年日本海中部地震
上記以外の地域	基礎が全般的に強い （1971 年以降の住宅）	1	30	2007 年新潟県中越沖地震
	基礎が全般的に弱い （1970 年以前の住宅）	25	25	1983 年日本海中部地震

表 非木造建物における全壊率・半壊率

住宅基礎の状況	全壊率 (%)	半壊率 (%)
杭なし	23	30
杭あり （4 階以上の建物及び 1960 年以降の 1～3 階の建物の 20%）	0	0

木造全壊建物棟数

= 木造建築年別建物棟数×微地形区分ごとの液状化面積率×PL 値による低減係数×木造建物

における全壊率

木造半壊建物棟数

= 木造建築年別建物棟数×微地形区分ごとの液状化面積率×PL 値による低減係数×木造建物

における半壊率

非木造全壊建物棟数

= 非木造建築年別建物棟数×微地形区分ごとの液状化面積率×PL 値による低減係数×非木造

建物における全壊率

非木造半壊建物棟数

= 非木造建築年別建物棟数×微地形区分ごとの液状化面積率×PL 値による低減係数×非木造

建物における半壊率

4.1.3 土砂災害による建物被害

土砂災害による建物被害は、栃木県（2013）を参考に、内閣府（2012）¹⁴の手法を用いて、土砂災害警戒区域の保全人家戸数と危険度ランク、崩壊確率から全壊棟数、半壊棟数を想定した。

①全壊棟数＝土砂災害警戒区域内人家戸数×崩壊確率×震度別被害率（全壊率）

②半壊棟数＝土砂災害警戒区域内人家戸数×崩壊確率×震度別被害率（半壊率）

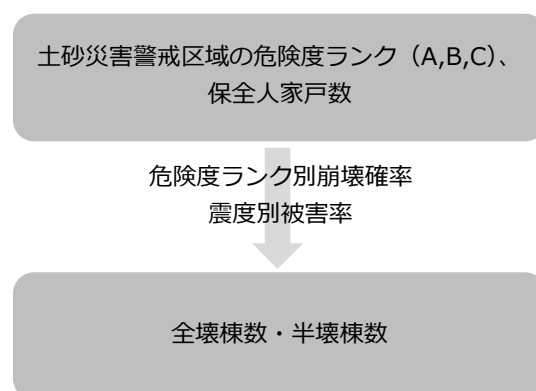


図 土砂災害による建物被害予測のフロー

表 危険度ランクに対する崩壊確率

危険度ランク	崩壊確率
A	10%
B	0%
C	0%

※直下地震の事例（新潟県中越地震、新潟県中越沖地震、岩手・宮城内陸地震）を踏まえた確率。

表 震度別被害率

震度階級	～震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	震度7
全壊率	0%	6%	12%	18%	24%	30%
半壊率	0%	14%	28%	42%	56%	70%

※全壊率は中央防災会議（2006）、半壊率は静岡県（2001）¹⁵

¹⁴ 内閣府（2012）：南海トラフの巨大地震対策検討ワーキンググループ，建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要

¹⁵ 静岡県（2001）：首都直下地震対策専門調査会

4.1.4 地震火災による建物被害

栃木県（2013）、内閣府（2012）等を参考に、出火による建物被害を算出した。

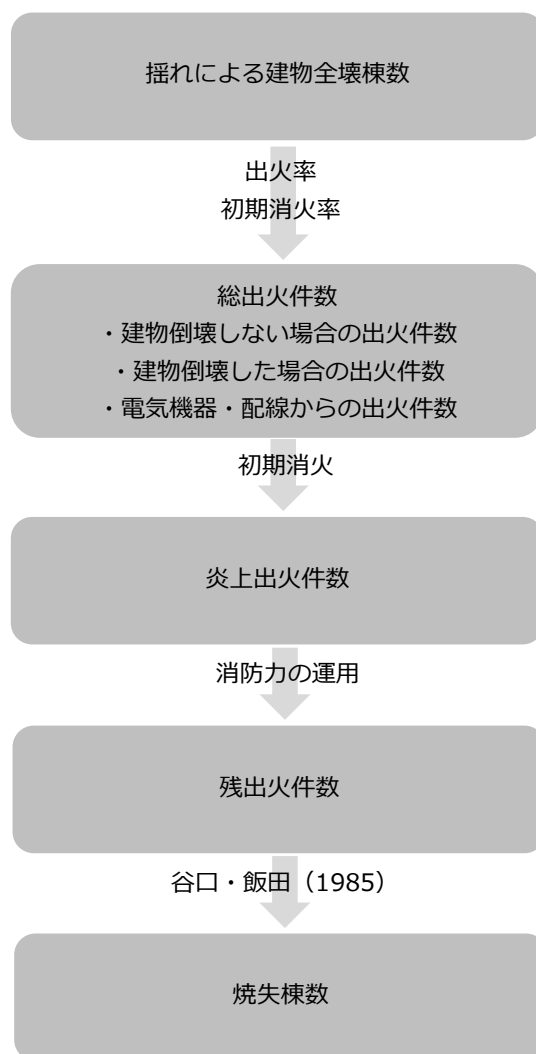


図 地震火災による焼失棟数の算定フロー

(1) 総出火件数

総出火件数は、内閣府（2012）を参考に、初期消火成功率を考慮した炎上出火件数と電気機器・配線からの出火件数の総和とした。

<建物倒壊しない場合の出火件数>

建物倒壊しない場合の出火件数 = 震度別出火率 × 建物棟数

表 震度別出火率（夏 12 時）

震度	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0029%	0.0076%	0.0346%	0.1152%	0.331%
物販店	0.0005%	0.0015%	0.0071%	0.0253%	0.123%
病院	0.0009%	0.0016%	0.0070%	0.0296%	0.313%
診療所	0.0004%	0.0004%	0.0016%	0.0050%	0.023%
事務所等その他事業所	0.0005%	0.0017%	0.0083%	0.0313%	0.183%
住宅・共同住宅	0.0003%	0.0003%	0.0013%	0.0043%	0.021%

表 震度別出火率（冬 18 時）

震度	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0047%	0.0157%	0.0541%	0.1657%	0.509%
物販店	0.0007%	0.0022%	0.0085%	0.0302%	0.158%
病院	0.0008%	0.0017%	0.0072%	0.0372%	0.529%
診療所	0.0004%	0.0010%	0.0036%	0.0130%	0.041%
事務所等その他事業所	0.0003%	0.0012%	0.0052%	0.0216%	0.177%
住宅・共同住宅	0.0010%	0.0034%	0.0109%	0.0351%	0.115%

表 震度別出火率（冬深夜）

震度	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0003%	0.0009%	0.0047%	0.0188%	0.066%
物販店	0.0001%	0.0004%	0.0013%	0.0059%	0.051%
病院	0.0002%	0.0004%	0.0014%	0.0075%	0.118%
診療所	0.0000%	0.0002%	0.0005%	0.0018%	0.007%
事務所等その他事業所	0.0000%	0.0001%	0.0004%	0.0020%	0.011%
住宅・共同住宅	0.0002%	0.0006%	0.0021%	0.0072%	0.026%

＜建物倒壊した場合の出火件数＞

建物倒壊した場合の出火件数 = 建物倒壊棟数 × 季節時間帯別の倒壊建物 1 棟当たり出火率

表 季節時間帯別の倒壊建物 1 棟当たり出火率と時刻補正係数

季節時間帯	出火率	時刻補正係数
夏 12 時	0.0629%	2.2
冬 18 時	0.153%	3.4
冬深夜	0.0449%	1.0

＜電気機器・配線からの出火件数＞

電気機器からの出火件数 = 0.044% × 全壊棟数

配線からの出火件数 = 0.030% × 全壊棟数

（２）初期消火後の炎上出火件数

初期消火後の炎上出火件数 = 総出火件数 × （1 - 初期消火成功率）

表 震度別初期消火成功率

震度階級	6 弱以下	6 強	7
初期消火成功率	67%	30%	15%

(3) 残出火件数

内閣府（2012）を参考に、現況の消防力と阪神・淡路大震災での消火実績等をもとにした式を採用した。佐野市の消防ポンプ自動車数等は、佐野市消防本部（2022）¹⁶を参考にした。ただし、消火栓は上水道施設の損壊により、使用不可と仮定した。

$$\text{残出火件数} = \text{炎上出火件数} - \text{消火可能件数}$$

$$\text{消火可能件数} = \alpha \times (\text{消防ポンプ自動車数} / 2 + \text{小型動力ポンプ数} / 4) \times (1 - (1 - 61544 / \text{市街地面積})^{\text{水利数}})$$

表 補正係数 α

風速	時刻補正係数
夏平均風速 6m/s 冬平均風速 7m/s	0.3
強風 10m/s	0.2

表 佐野市消防設備等の現勢（佐野市消防本部（2022）より）

種別		数
消防ポンプ自動車	消防本部	6 台
	消防団	29 台
小型動力ポンプ	消防本部	2 台
	消防団	31 台
消防水利		3,320 台
	うち消火栓	2,722 台

¹⁶ 佐野市消防本部（2022）：消防年報 令和 3 年版

(4) 焼失棟数

岐阜県（2003）¹⁷をもとに、木造混在率等を考慮した谷口・飯田（1985）¹⁸の手法により焼失面積を算定した。ただし、消防運用によりすべての炎上出火を消し止められた場合においても、平均的に 5 棟/件の焼失があるものとして、1 消火件数当たり 5 棟が焼失するものとする。

風速は、栃木県（2013）を参考に、夏平均 6m/s、冬平均 7m/s、強風 10m/s とした。

$$\text{焼失面積} = 32.6 \times \text{風速}^{1.437} \times \text{出火点数}^{1.201} \times E \times F \times G$$

E：普通木造の混在率に関する指標

F：有効注水量 = 1.0（補正なし）

G：延焼時間 = 6.521（81 分以上）

¹⁷ 岐阜県（2003）：岐阜県地震被害想定調査報告書

¹⁸ 谷口・飯田（1986）：地震時住家被害予測法定式化への試み－主として、地盤液状化に起因する被害を中心に

4.2 予測結果

表 建物被害棟数（深谷断層帯・綾瀬川断層）

<夏 12 時強風（10m/s）>

地区	計 (棟)	全壊・焼失棟数（棟）					半壊棟数（棟）				出火件数（件）		
		液状化	地震動	土砂災害	火災	計	液状化	地震動	土砂災害	計	全出火	炎上出火	残出火
佐野	50,290	78	3,255	4	500	3,837	203	6,952	9	7,164	7	5	4
田沼	22,539	63	179	9	1	252	157	1,555	20	1,732	1	0	0
葛生	9,667	35	11	0	0	47	69	333	0	402	0	0	0
計	82,496	176	3,445	13	502	4,135	429	8,840	29	9,298	8	5	4

<夏 12 時平均風速（6m/s）>

地区	計 (棟)	全壊・焼失棟数（棟）					半壊棟数（棟）				出火件数（件）		
		液状化	地震動	土砂災害	火災	計	液状化	地震動	土砂災害	計	全出火	炎上出火	残出火
佐野	50,290	78	3,255	4	219	3,555	204	7,022	9	7,235	7	5	3
田沼	22,539	63	179	9	1	252	157	1,555	20	1,732	1	0	0
葛生	9,667	35	11	0	0	47	69	333	0	402	0	0	0
計	82,496	176	3,445	13	220	3,854	430	8,910	29	9,369	8	5	3

<冬 18 時強風（10m/s）>

地区	計 (棟)	全壊・焼失棟数（棟）					半壊棟数（棟）				出火件数（件）		
		液状化	地震動	土砂災害	火災	計	液状化	地震動	土砂災害	計	全出火	炎上出火	残出火
佐野	50,290	78	3,255	4	1,754	5,090	199	6,667	9	6,875	17	12	11
田沼	22,539	63	179	9	24	274	157	1,552	20	1,729	2	1	0
葛生	9,667	35	11	0	2	48	69	333	0	402	0	0	0
計	82,496	176	3,445	13	1,779	5,413	425	8,553	29	9,007	20	12	11

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

<冬 18 時平均風速 (7m/s) >

地区	計 (棟)	全壊・焼失棟数 (棟)					半壊棟数 (棟)				出火件数 (件)		
		液状化	地震動	土砂災害	火災	計	液状化	地震動	土砂災害	計	全出火	炎上出火	残出火
佐野	50,290	78	3,255	4	1,011	4,348	202	6,840	9	7,050	17	12	10
田沼	22,539	63	179	9	8	259	157	1,554	20	1,731	2	1	0
葛生	9,667	35	11	0	1	47	69	333	0	402	0	0	0
計	82,496	176	3,445	13	1,020	4,654	427	8,727	29	9,184	20	12	10

<冬深夜強風 (10m/s) >

地区	計 (棟)	全壊・焼失棟数 (棟)					半壊棟数 (棟)				出火件数 (件)		
		液状化	地震動	土砂災害	火災	計	液状化	地震動	土砂災害	計	全出火	炎上出火	残出火
佐野	50,290	78	3,255	4	396	3,733	203	6,978	9	7,190	6	4	3
田沼	22,539	63	179	9	1	251	157	1,555	20	1,732	1	0	0
葛生	9,667	35	11	0	0	47	69	333	0	402	0	0	0
計	82,496	176	3,445	13	397	4,031	429	8,866	29	9,324	7	4	3

<冬深夜平均風速 (7m/s) >

地区	計 (棟)	全壊・焼失棟数 (棟)					半壊棟数 (棟)				出火件数 (件)		
		液状化	地震動	土砂災害	火災	計	液状化	地震動	土砂災害	計	全出火	炎上出火	残出火
佐野	50,290	78	3,255	4	211	3,548	204	7,023	9	7,236	6	4	3
田沼	22,539	63	179	9	1	251	157	1,555	20	1,732	1	0	0
葛生	9,667	35	11	0	0	47	69	333	0	402	0	0	0
計	82,496	176	3,445	13	212	3,846	430	8,911	29	9,371	7	4	3

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

表 建物被害棟数（佐野市直下地震）

<夏 12 時強風（10m/s）>

地区	計 (棟)	全壊・焼失棟数（棟）					半壊棟数（棟）				出火件数（件）		
		液状化	地震動	土砂災害	火災	計	液状化	地震動	土砂災害	計	全出火	炎上出火	残出火
佐野	50,290	78	12,533	9	2,843	15,463	192	7,043	21	7,257	28	23	22
田沼	22,539	63	3,035	25	368	3,490	153	3,512	59	3,725	5	4	3
葛生	9,667	35	1,118	18	90	1,261	68	1,701	42	1,811	2	1	1
計	82,496	176	16,686	53	3,301	20,215	414	12,256	123	12,793	35	28	26

<夏 12 時平均風速（6m/s）>

地区	計 (棟)	全壊・焼失棟数（棟）					半壊棟数（棟）				出火件数（件）		
		液状化	地震動	土砂災害	火災	計	液状化	地震動	土砂災害	計	全出火	炎上出火	残出火
佐野	50,290	78	12,533	9	1,338	13,958	199	7,501	21	7,722	28	23	21
田沼	22,539	63	3,035	25	167	3,290	155	3,574	59	3,789	5	4	3
葛生	9,667	35	1,118	18	41	1,212	68	1,720	42	1,830	2	1	1
計	82,496	176	16,686	53	1,546	18,460	423	12,795	123	13,341	35	28	25

<冬 18 時強風（10m/s）>

地区	計 (棟)	全壊・焼失棟数（棟）					半壊棟数（棟）				出火件数（件）		
		液状化	地震動	土砂災害	火災	計	液状化	地震動	土砂災害	計	全出火	炎上出火	残出火
佐野	50,290	78	12,533	9	7,176	19,796	175	5,743	21	5,940	57	47	46
田沼	22,539	63	3,035	25	898	4,020	148	3,352	59	3,559	11	7	7
葛生	9,667	35	1,118	18	211	1,383	67	1,656	42	1,765	4	2	2
計	82,496	176	16,686	53	8,284	25,199	390	10,751	123	11,264	71	57	55

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

<冬 18 時平均風速 (7m/s) >

地区	計 (棟)	全壊・焼失棟数 (棟)					半壊棟数 (棟)				出火件数 (件)		
		液状化	地震動	土砂災害	火災	計	液状化	地震動	土砂災害	計	全出火	炎上出火	残出火
佐野	50,290	78	12,533	9	4,254	16,874	187	6,625	21	6,834	57	47	45
田沼	22,539	63	3,035	25	523	3,645	152	3,466	59	3,678	11	7	7
葛生	9,667	35	1,118	18	122	1,294	68	1,690	42	1,799	4	2	2
計	82,496	176	16,686	53	4,899	21,813	407	11,781	123	12,310	71	57	54

<冬深夜強風 (10m/s) >

地区	計 (棟)	全壊・焼失棟数 (棟)					半壊棟数 (棟)				出火件数 (件)		
		液状化	地震動	土砂災害	火災	計	液状化	地震動	土砂災害	計	全出火	炎上出火	残出火
佐野	50,290	78	12,533	9	2,017	14,637	196	7,291	21	7,509	20	17	16
田沼	22,539	63	3,035	25	285	3,408	154	3,538	59	3,751	4	3	3
葛生	9,667	35	1,118	18	71	1,242	68	1,708	42	1,818	2	1	1
計	82,496	176	16,686	53	2,373	19,287	419	12,537	123	13,079	26	21	19

<冬深夜平均風速 (7m/s) >

地区	計 (棟)	全壊・焼失棟数 (棟)					半壊棟数 (棟)				出火件数 (件)		
		液状化	地震動	土砂災害	火災	計	液状化	地震動	土砂災害	計	全出火	炎上出火	残出火
佐野	50,290	78	12,533	9	1,177	13,797	200	7,549	21	7,770	20	17	15
田沼	22,539	63	3,035	25	159	3,282	155	3,577	59	3,792	4	3	2
葛生	9,667	35	1,118	18	39	1,211	68	1,720	42	1,830	2	1	1
計	82,496	176	16,686	53	1,375	18,290	424	12,846	123	13,392	26	21	18

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

4.2.1 揺れ

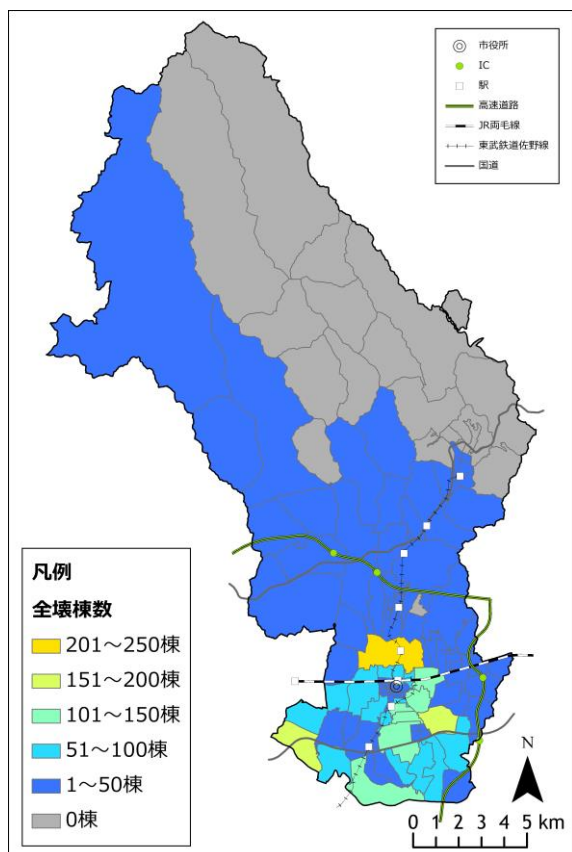


図 全壊棟数（深谷断層帯・綾瀬川断層）

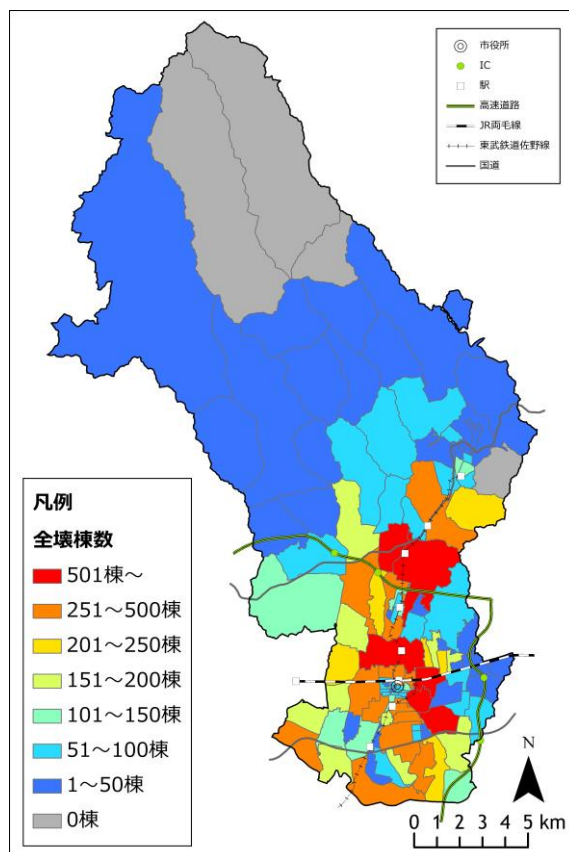


図 全壊棟数（佐野市直下地震）

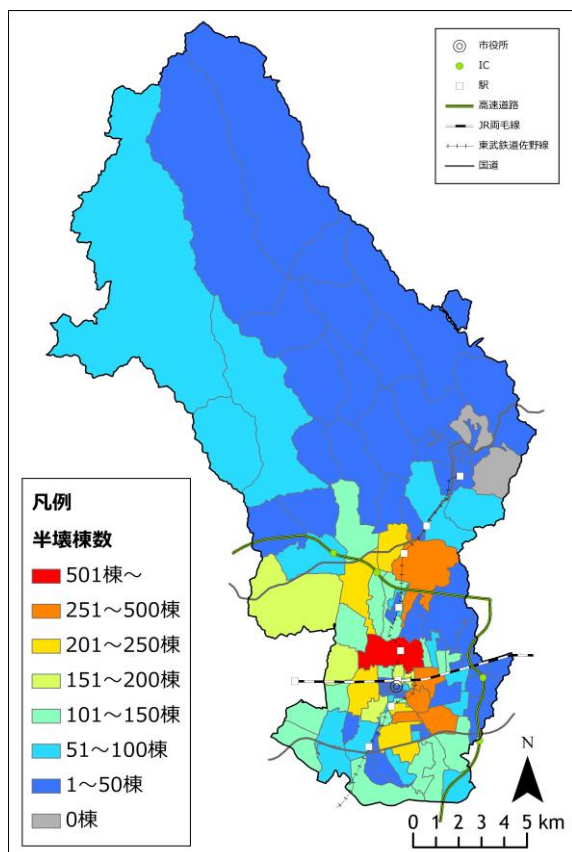


図 半壊棟数（深谷断層帯・綾瀬川断層）

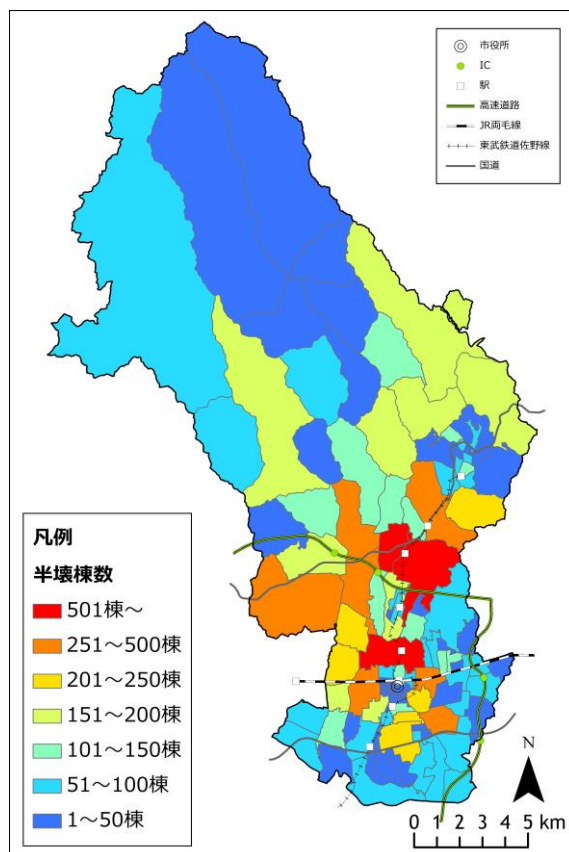


図 半壊棟数（佐野市直下地震）

4.2.2 液状化

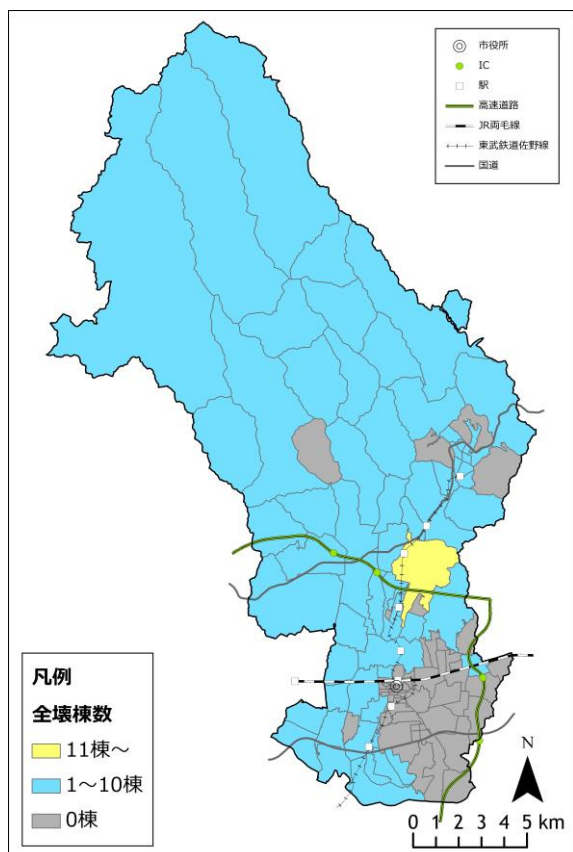


図 全壊棟数（深谷断層帯・綾瀬川断層）

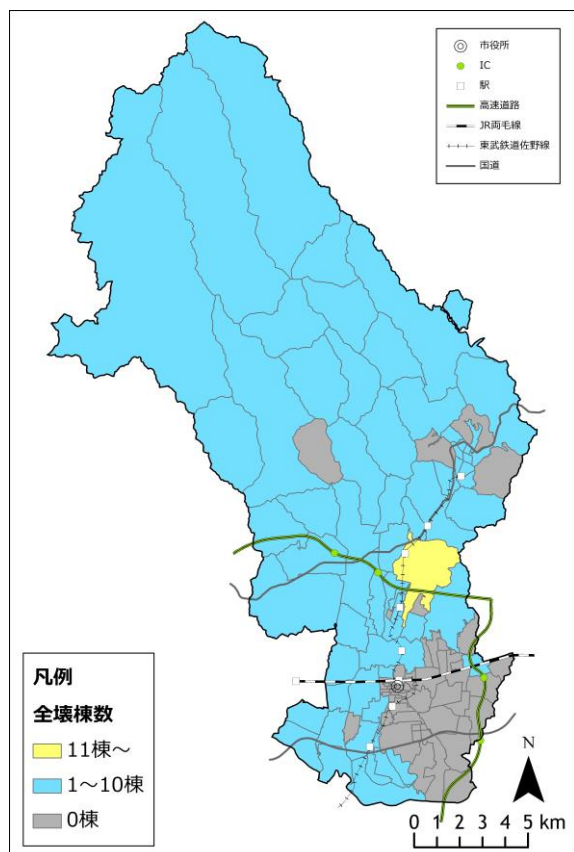


図 全壊棟数（佐野市直下地震）

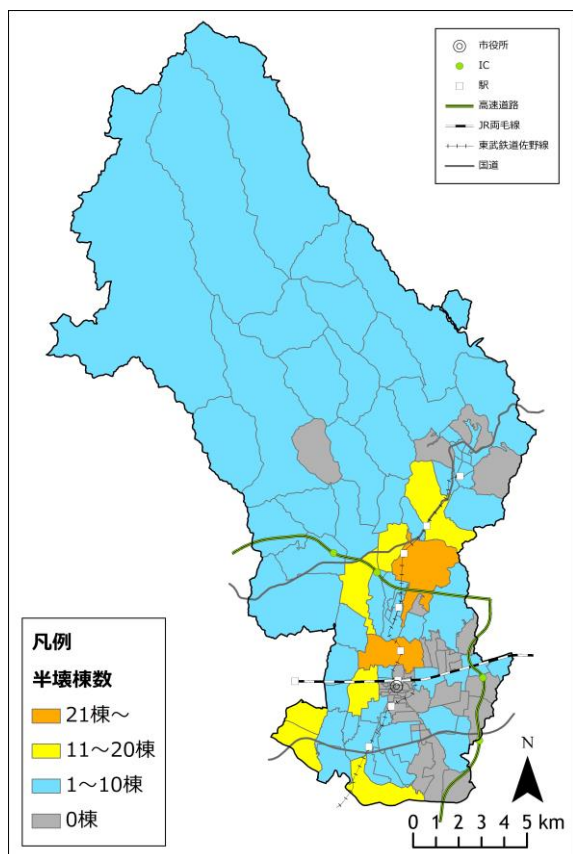


図 半壊棟数（深谷断層帯・綾瀬川断層）

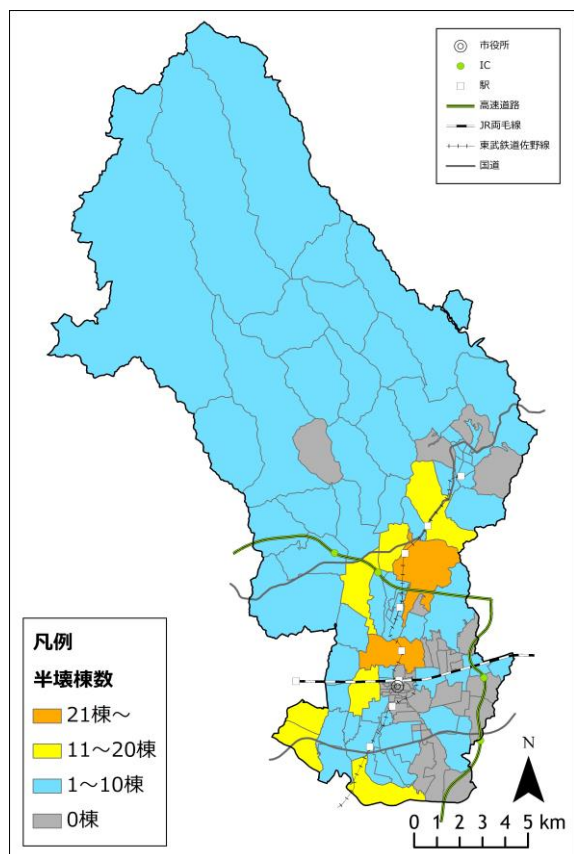


図 半壊棟数（佐野市直下地震）

4.2.3 土砂災害

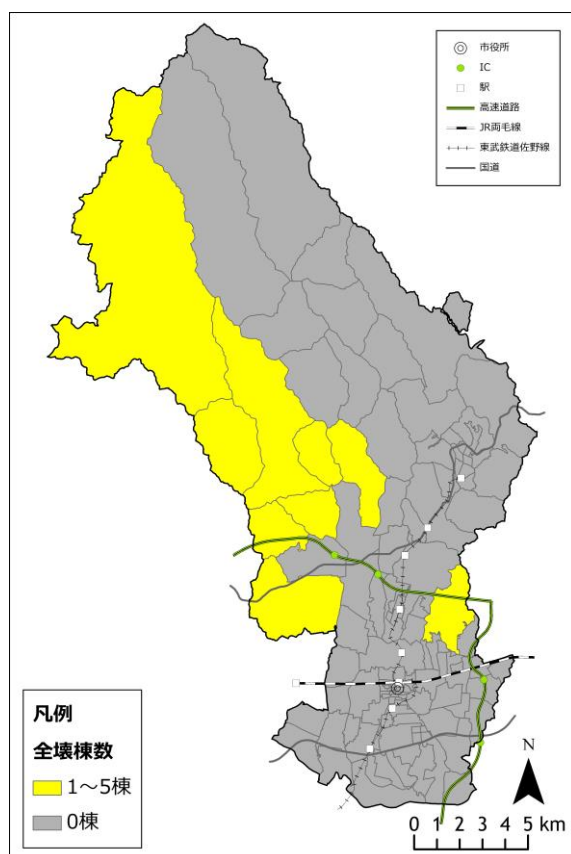


図 全壊棟数（深谷断層帯・綾瀬川断層）

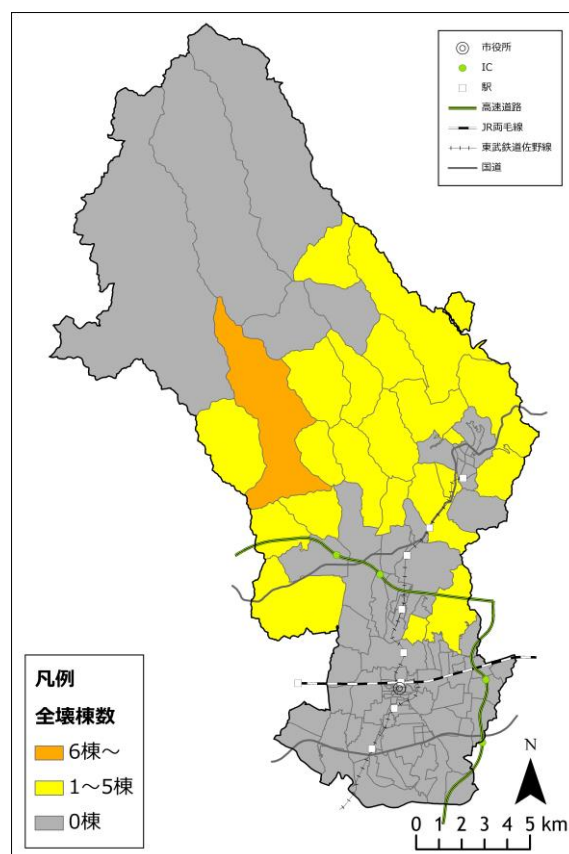


図 全壊棟数（佐野市直下地震）

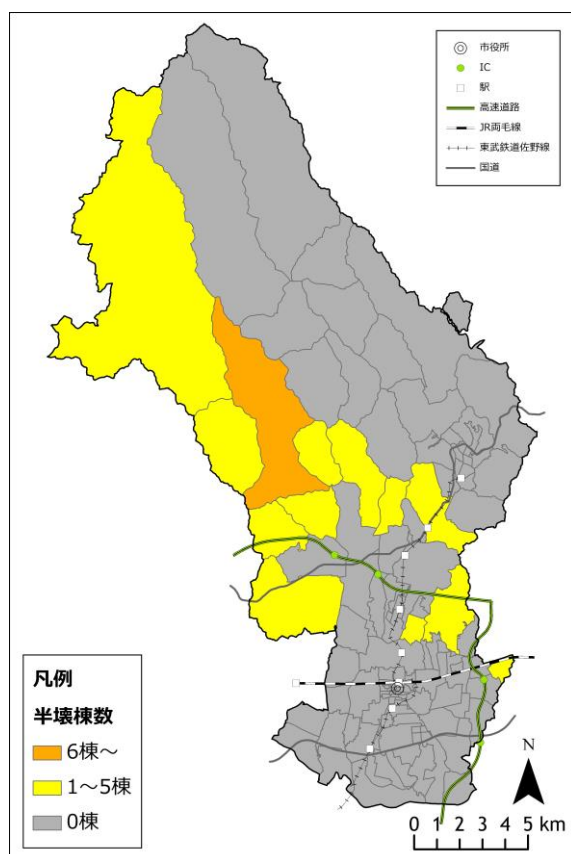


図 半壊棟数（深谷断層帯・綾瀬川断層）

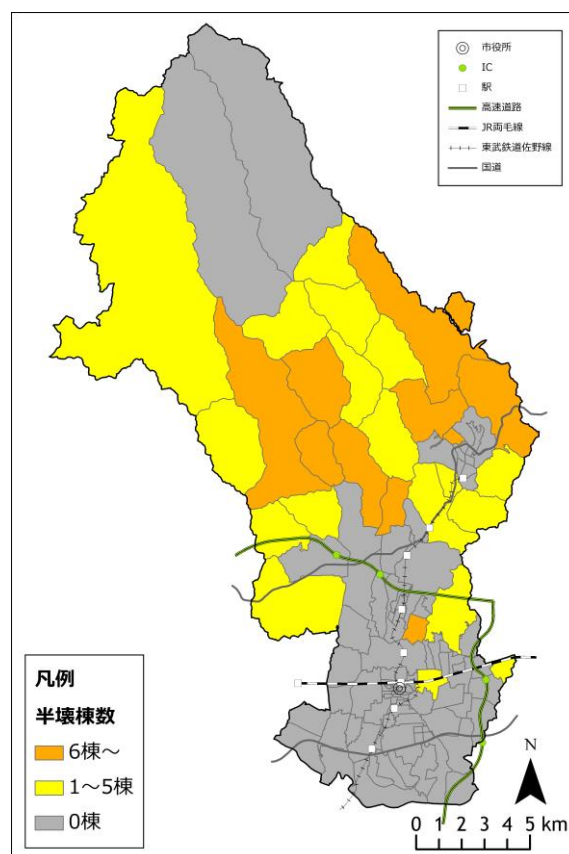


図 半壊棟数（佐野市直下地震）

4.2.4 地震火災

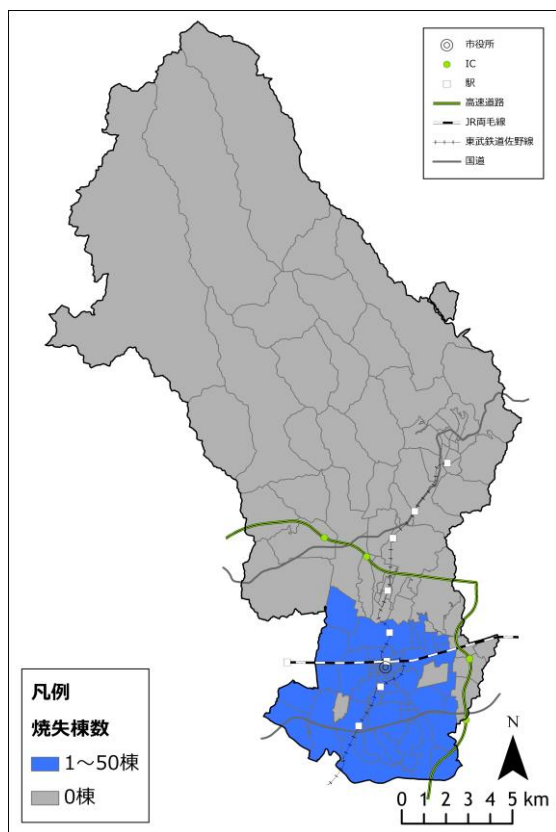


図 焼失棟数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 夏 12 時強風 (10m/s))

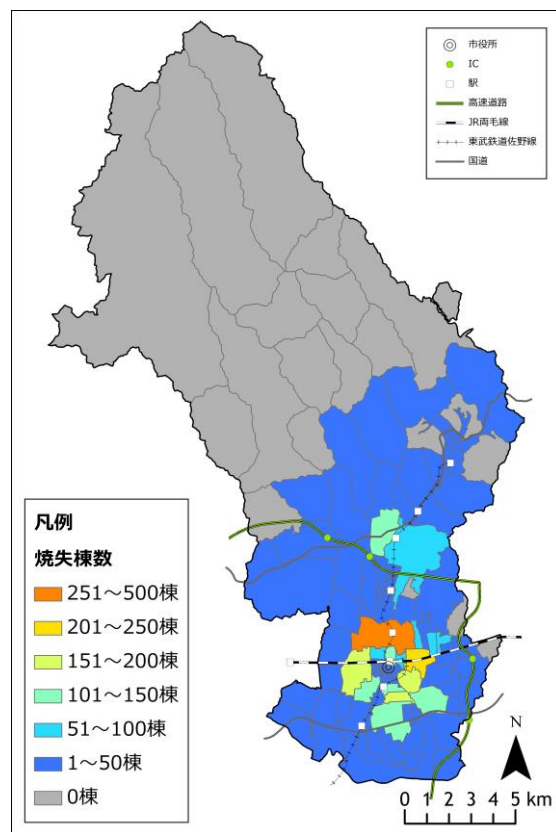


図 焼失棟数

(佐野市直下地震 夏 12 時強風 (10m/s))

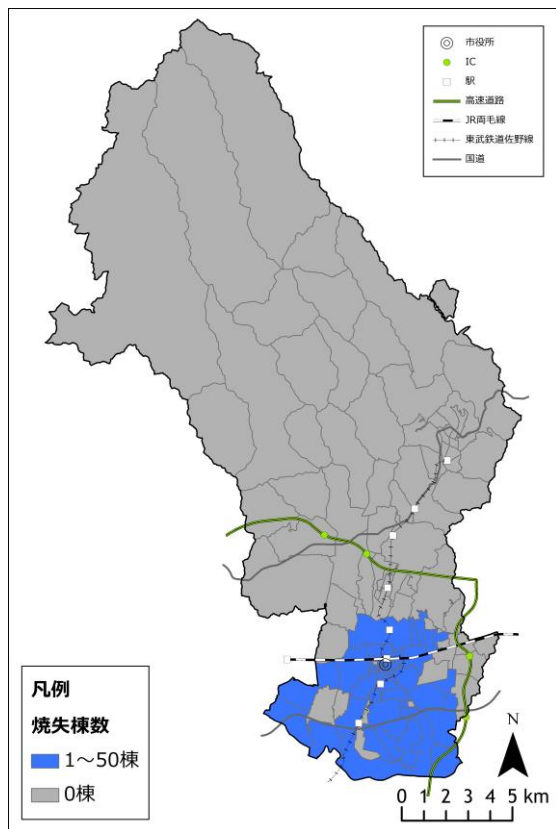


図 焼失棟数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 夏 12 時平均 (6m/s))

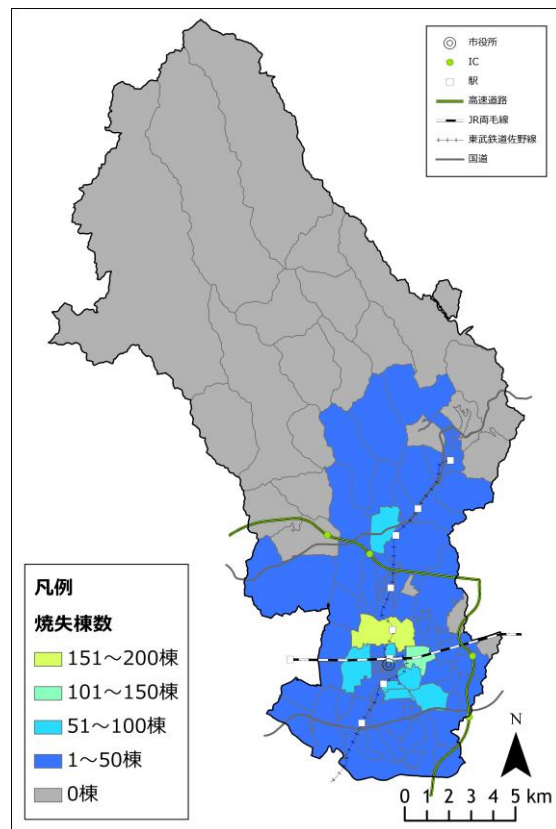


図 焼失棟数

(佐野市直下地震 夏 12 時平均 (6m/s))

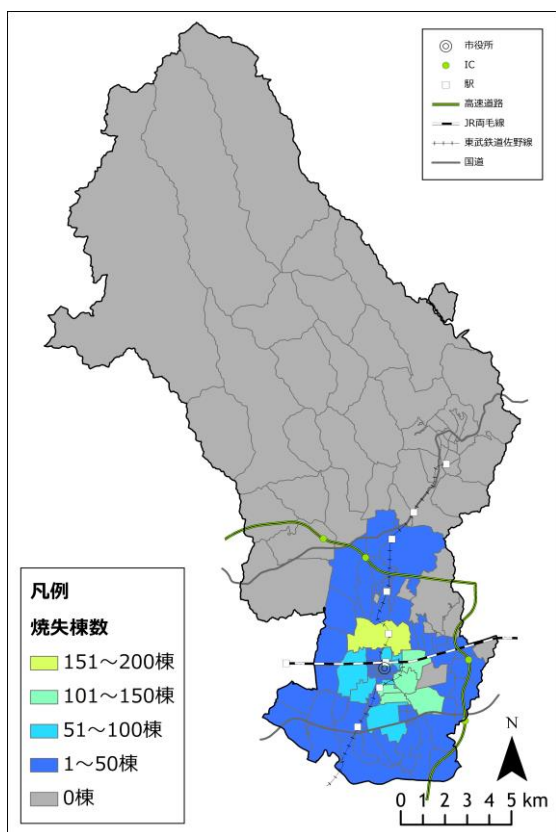


図 焼失棟数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬 18 時強風 (10m/s))

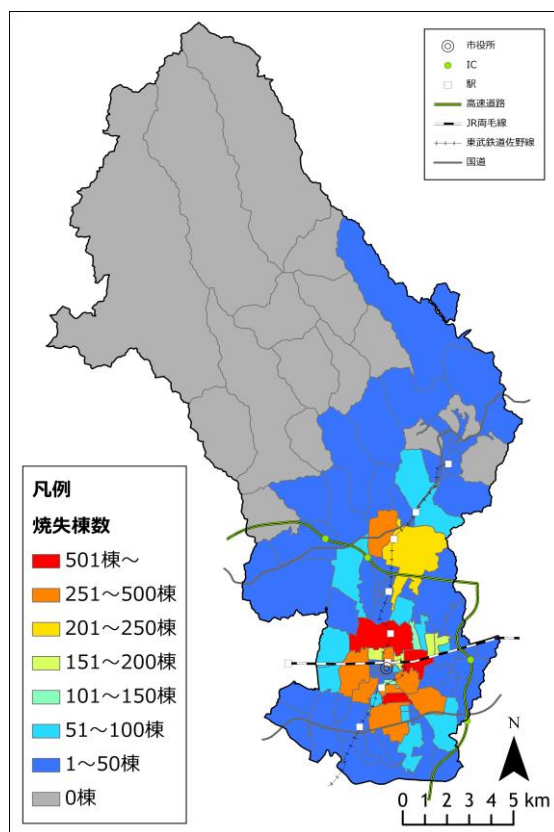


図 焼失棟数

(佐野市直下地震 冬 18 時強風 (10m/s))

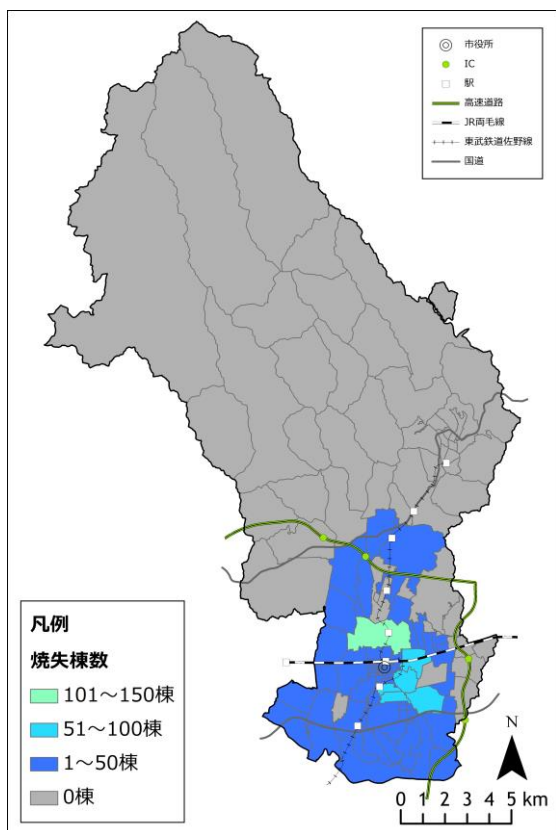


図 焼失棟数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬 18 時平均 (7m/s))

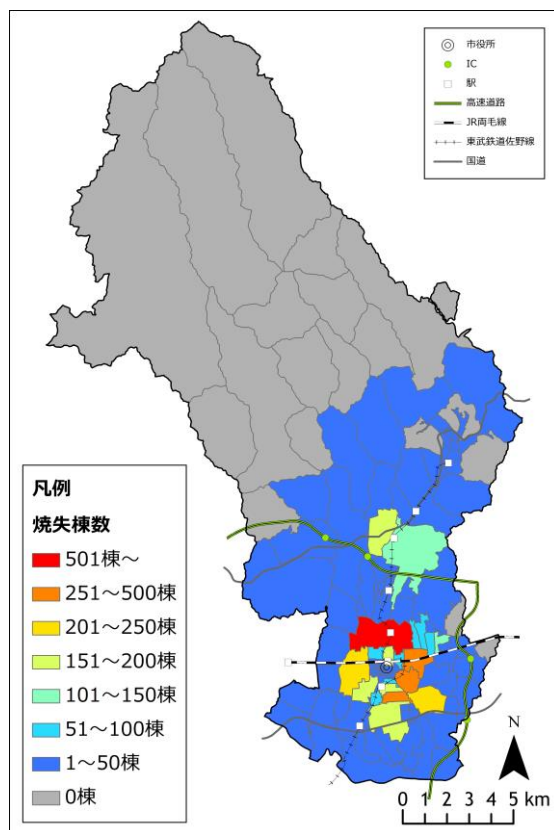


図 焼失棟数

(佐野市直下地震 冬 18 時平均 (7m/s))

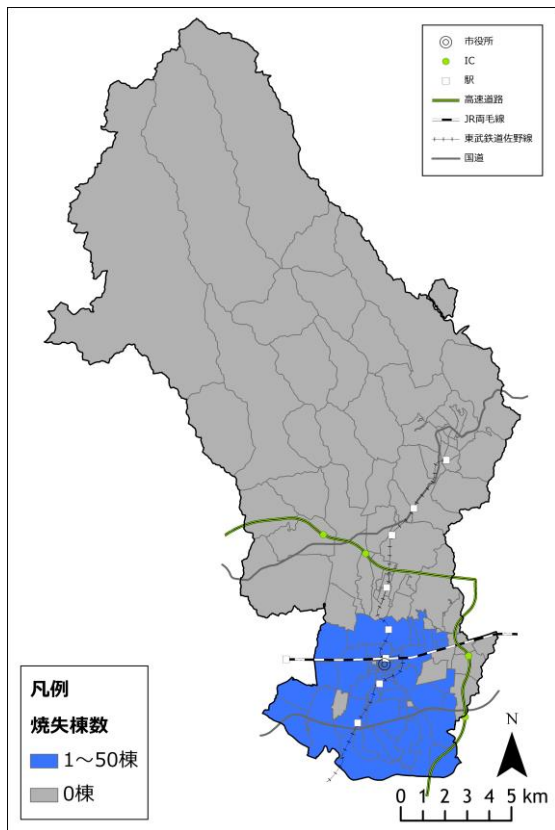


図 焼失棟数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬深夜強風 (10m/s))

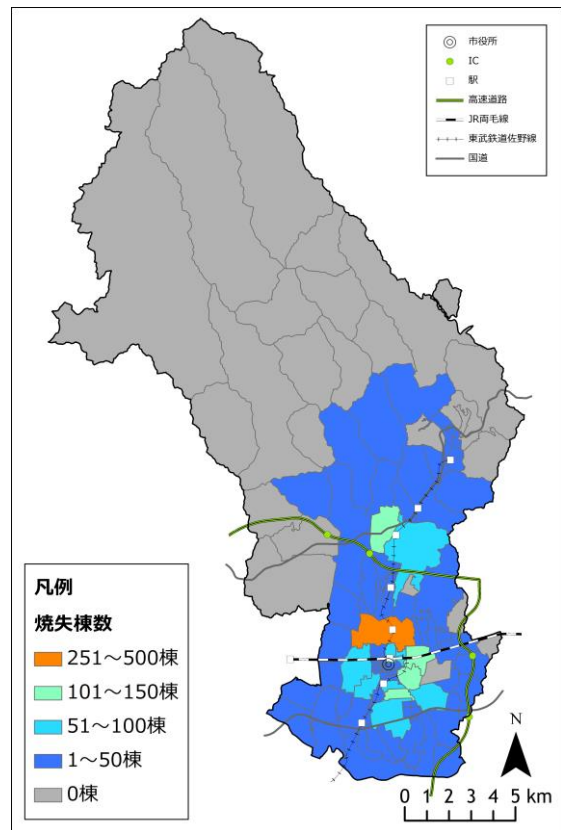


図 焼失棟数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬深夜強風 (10m/s))

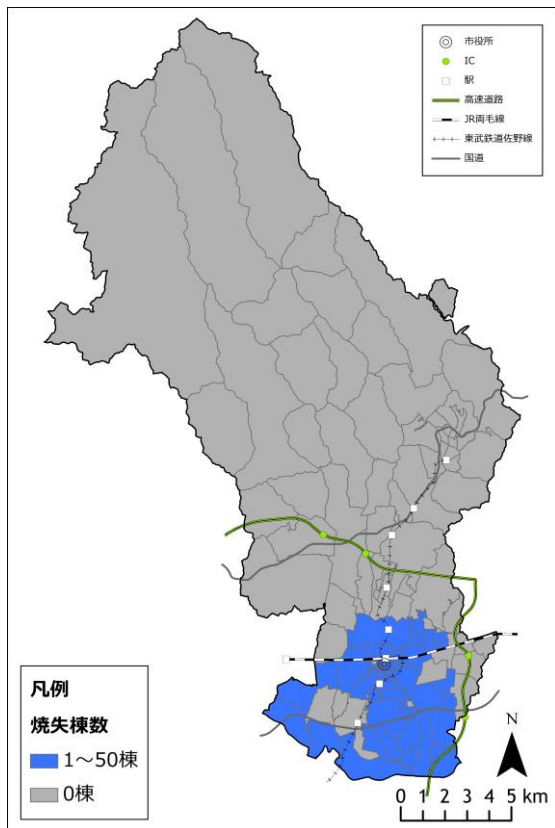


図 焼失棟数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬深夜平均 (7m/s))

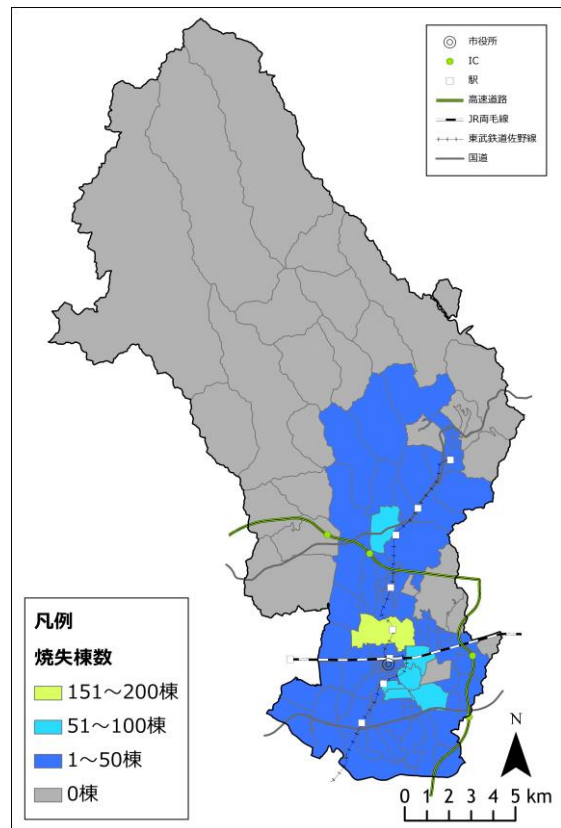


図 焼失棟数

(佐野市直下地震 冬深夜平均 (7m/s))

5. 人的被害予測

5.1 予測手法

人的被害の予測は、栃木県（2013）の手法を参考に、その直接的な原因となる建物倒壊、土砂災害、火災、屋内収容物移動・転倒、ブロック塀等の転倒、自動販売機の転倒、屋外落下物における死者数及び負傷者数等を算出した。

佐野市の人口は、住民基本台帳（令和4年6月1日時点）と国勢調査（総務省統計局、2020）による昼夜間人口比率（99.61197%）から把握した。

表 佐野市の人口と世帯数（住民基本台帳より）

字	人口	世帯数	字	人口	世帯数	字	人口	世帯数
久保町	1,044	505	茂呂山町	562	289	栃本町	4,193	1,808
相生町	349	179	越名町	960	394	多田町	1,556	687
高砂町	227	139	犬伏上町	957	516	山越町	633	291
万町	153	81	犬伏中町	921	412	戸奈良町	1,091	458
伊賀町	190	119	犬伏下町	1,360	616	戸室町	621	260
本町	104	59	犬伏新町	1,707	713	岩崎町	627	253
大蔵町	69	41	米山南町	1,435	565	船越町	1,005	431
朝日町	623	341	関川町	1,452	696	御神楽町	160	71
大町	137	70	町谷町	176	72	長谷場町	291	166
大橋町	4,521	2,184	伊勢山町	970	486	白岩町	166	77
天明町	141	67	菰川町	117	50	作原町	248	143
大和町	78	39	富士町	469	193	山形町	1,020	439
亀井町	221	100	大栗町	145	64	梅園町	142	54
金屋下町	157	75	富岡町	4,510	2,177	閑馬町	1,299	575
金屋仲町	153	76	浅沼町	3,238	1,583	下彦間町	817	345
金井上町	134	69	栄町	0	0	飛駒町	1,160	517
大祝町	293	137	西浦町	193	79	葛生東一丁目	453	198
金吹町	334	157	鎧塚町	556	268	葛生東二丁目	306	135
若松町	1,534	759	黒袴町	414	189	葛生東三丁目	272	131
天神町	1,081	524	堀米町	9,819	4,463	葛生西一丁目	275	131
上台町	740	368	奈良淵町	2,575	1,145	葛生西二丁目	238	100
七軒町	248	120	田之入町	69	29	葛生西三丁目	353	187
植野町	1,797	862	並木町	1,280	547	宮下町	109	49
植上町	3,047	1,326	免鳥町	1,157	526	築地町	102	49
寺中町	892	394	小中町	1,640	813	鉢木町	619	291
植下町	2,910	1,242	村上町	597	254	富士見町	542	242
若宮上町	599	267	上羽田町	655	272	長坂町	0	0
若宮下町	820	376	下羽田町	379	150	嘉多山町	2	1
伊保内町	276	109	高橋町	502	200	あくど町	1	1
大古屋町	159	62	赤見町	3,444	1,439	中町	1,507	672
庚申塚町	64	31	石塚町	3,300	1,472	山菅町	167	82
田島町	744	378	出流原町	1,556	703	会沢町	494	228
赤坂町	3,000	1,329	寺久保町	217	111	豊代町	743	325

字	人口	世帯数	字	人口	世帯数	字	人口	世帯数
君田町	203	86	田沼町	6,295	2,678	牧町	634	269
船津川町	455	204	小見町	832	348	仙波町	696	326
飯田町	668	266	吉水町	1,446	631	柿平町	267	137
馬門町	736	302	新吉水町	720	313	水木町	212	89
高山町	357	147	吉水駅前一丁目	669	281	秋山町	201	101
高萩町	4,441	2,195	吉水駅前三丁目	759	337			
北茂呂町	240	134	吉水駅前三丁目	393	171			
						合計	115,607	52,483

また、人口動態として、朝 5 時（早朝の時間帯）は、すべての人が自宅で就寝中、昼 12 時（日中の時間帯）は、職場や学校等に居る人が多く、夕方 18 時（帰宅時間帯）は、屋外の人が最も多い、という状況を想定した。地震の発生時刻における建物内滞留人口、移動中人口を設定した。

表 佐野市の昼夜間人口

地区	夜間人口	昼間人口
佐野	81,271	80,996
田沼	26,143	26,042
葛生	8,193	8,161
合計	115,607	115,158

表 時刻別建物滞留人口及びその他施設滞留人口の求め方

時刻	建物滞留人口及びその他施設滞留人口	移動中人口比率
朝 5 時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全人口（人）＝夜間人口（人） ・ 住宅滞留人口（人）＝屋内人口（人）＝夜間人口（人） ・ 移動中人口（人）＝0（人） 	0 %
昼 12 時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全人口（人）＝昼間人口（人） ・ 屋内人口（人）＝0.95 × 昼間人口（人） ・ 住宅滞留人口（人）＝0.35 × 夜間人口（人） ・ その他施設滞留人口（人）＝ 屋内人口（人）－ 建物滞留人口（人） ・ 移動中人口（人）＝ 0.05 × 全人口（人） 	5 %
夕方 18 時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全人口（人）＝（2 × 夜間人口（人）＋3 × 昼間人口（人））／5 ・ 屋内人口（人）＝0.90 × {（2 × 夜間人口（人）＋3 × 昼間人口（人））／5} ・ 住宅滞留人口（人）＝0.61 × 夜間人口（人） ・ その他施設滞留人口（人）＝ 屋内人口（人）－ 建物滞留人口（人） ・ 移動中人口（人）＝0.10 × 全人口（人） 	10%

木造建物内滞留人口と非木造建物内滞留人口は、以下のとおり建物滞留人口及び木造建物と非木造建物の棟数をもとに算出した。

<住宅>

木造住宅滞留人口 = 住宅滞留人口 × {木造住家棟数 / (木造住家棟数 + 非木造住家棟数)}

非木造住宅滞留人口 = 住宅滞留人口 × {非木造住家棟数 / (木造住家棟数 + 非木造住家棟数)}

<その他施設>

木造非建物滞留人口

= その他施設滞留人口 × {木造非住家棟数 / (木造非住家棟数 + 非木造非住家棟数)}

非木造非建物滞留人口

= その他施設滞留人口 × {非木造非住家棟数 / (木造非住家棟数 + 非木造非住家棟数)}

<合計>

木造建物内滞留人口 = 木造住宅滞留人口 + 木造非住宅滞留人口

非木造建物内滞留人口 = 非木造住宅滞留人口 + 非木造非住宅滞留人口

5.1.1 建物倒壊による人的被害

建物倒壊による人的被害は、内閣府（2012）¹⁹の手法に基づき、揺れによる建物被害と人口データから死者数、負傷者数、重傷者数を算定した。

（1）死者数

300 人以上の死者が発生した過去の 5 地震（鳥取地震、東南海地震、南海地震、福井地震、阪神・淡路大震災）の被害事例から算定する全壊棟数と死者数との関係を基に算定した。

算定に用いた式は、次のとおりである。

$$\text{死者数} = \text{木造建物内死者数} + \text{非木造建物内死者数}$$

$$\text{木造建物内死者数} = t_w \times (\text{揺れによる木造全壊棟数}) \times (\text{木造建物内滞留率})$$

$$\text{非木造建物内死者数} = t_n \times (\text{揺れによる非木造全壊棟数}) \times (\text{非木造建物内滞留率})$$

$$\text{木造建物内滞留率} = (\text{発生時刻の木造建物内滞留人口}) / (\text{深夜の木造建物内滞留人口})$$

$$\text{非木造建物内滞留率} = (\text{発生時刻の非木造建物内滞留人口}) / (\text{深夜の非木造建物内滞留人口})$$

$$t_w = 0.0676$$

$$t_n = 0.00840 \times (P_{n0}/B_n \div P_{w0}/B_w)$$

t_w ：木造建物の倒壊による標準式の死者率

t_n ：非木造建物の倒壊による標準式の死者率

P_{w0} ：夜間人口（木造） P_{n0} ：夜間人口（非木造）

B_w ：建物棟数（木造） B_n ：建物棟数（非木造）

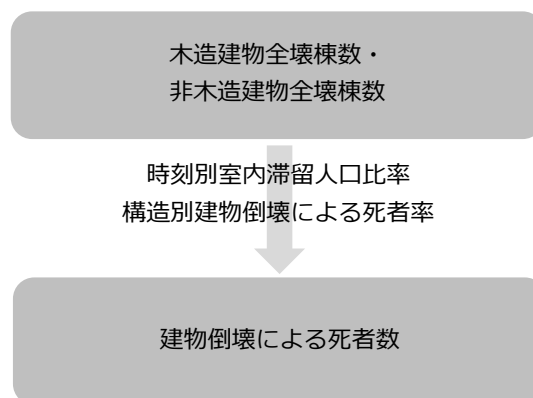


図 建物倒壊による死者数算出のフロー

¹⁹ 内閣府（2012）：南海トラフの巨大地震対策検討ワーキンググループ，建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要

(2) 負傷者数

負傷者数は、過去の 5 地震（鳥取県西部地震、新潟県中越地震、新潟県中越沖地震、能登半島地震、岩手・宮城内陸地震）の主な被災市町村と東日本大震災の内陸被災市町村の建物被害数（全壊棟数、全半壊棟数）と負傷者数・重傷者数との関係を基に算定した。

算定に用いた式は、次のとおりである。

$$\text{木造建物における負傷者数} = 0.177^{※} \times (\text{揺れによる木造全半壊棟数}) \times a_w \times \beta_w$$

$$\text{非木造建物における負傷者数} = 0.177^{※} \times (\text{揺れによる非木造全半壊棟数}) \times a_n \times \beta_n$$

※建物倒壊による標準式の負傷者率

$$a_w(\text{木造建物内滞留率}) = (\text{発生時刻の木造建物内滞留人口}) / (\text{深夜の木造建物内滞留人口})$$

$$a_n(\text{非木造建物内滞留率}) = (\text{発生時刻の非木造建物内滞留人口}) / (\text{深夜の非木造建物内滞留人口})$$

$$\beta_w(\text{建物 1 棟当たり滞留人口の全建物に対する木造建物の時間帯別比率})$$

$$= (\text{発生時刻の木造建物 1 棟当たりの滞留人口}) / (\text{発生時刻の全建物 1 棟当たりの滞留人口})$$

$$\beta_n(\text{建物 1 棟当たり滞留人口の全建物に対する非木造建物の時間帯別比率})$$

$$= (\text{発生時刻の非木造建物 1 棟当たりの滞留人口}) / (\text{発生時刻の全建物 1 棟当たりの滞留人口})$$

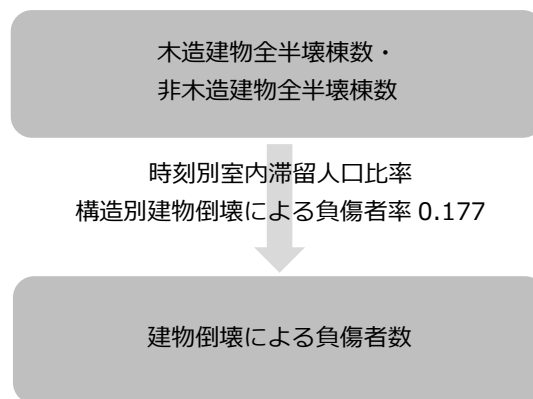


図 建物倒壊による負傷者数算出のフロー

<重傷者数>

重傷者数は、負傷者数の算定方法に順じ、重傷者率を適用して算定した。

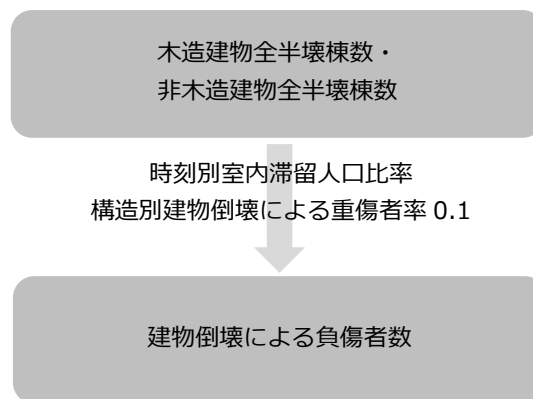


図 建物倒壊による重傷者数算出のフロー

5.1.2 地震火災による人的被害

地震火災による人的被害は、栃木県（2013）と同様に死者、負傷者数を算出した。

なお、火災による人的被害は、3つの発生要因により想定した。

表 火災による死者発生要因

死者発生シナリオ	備考
1) 炎上出火建物内からの逃げ遅れ	出火直後：突然の出火により逃げ遅れた人（揺れによる建物倒壊を伴わない）
2) 倒壊後に焼失した建物内の救出困難者（生き埋め等）	出火直後：揺れによる建物被害で建物内に閉じ込められた後に 出火し、逃げられない人
	延焼中：揺れによる建物被害で建物内に閉じ込められた後に延焼が及び、逃げられない人
3) 延焼拡大時の逃げまどい	延焼中：建物内には閉じ込められていないが、避難にとまどっている間に延焼が拡大し、巻き込まれて焼死する人

（1）死者数

＜逃げ遅れによる死者数＞

$$\text{死者数} = 0.054 \times (\text{出火件数}) \times (\text{屋内滞留人口比率})$$

$$\text{屋内滞留人口比率} = (\text{発生時刻の屋内滞留人口}) / (\text{屋内滞留人口の24時間平均})$$

※係数 0.054：2017～2021 年の 5 年間の全国における 1 建物出火（放火を除く）当たりの死者数（消防庁、2017～2021）²⁰。

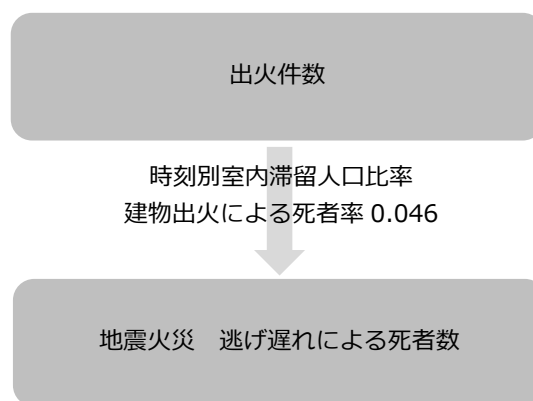


図 地震火災による死者数（逃げ遅れ）算出のフロー

²⁰ 消防庁（2017～2021）：平成 29 年,平成 30 年,令和元年,令和 2 年,令和 3 年（1～12 月）における火災の状況（確定値）

<家屋内の死者数>

$$\text{死者数} = (\text{全壊かつ焼失家屋内の救出困難な人数}) \times (1 - \text{生存救出率}^{\ast})$$

※生存救出率は 0.387

全壊かつ焼失家屋内の救出困難な人数

$$= (1 - \text{早期救出可能な割合}^{\ast}) \times \text{全壊かつ焼失家屋内の要救助者数}$$

※早期救出可能な割合は 0.72

全壊かつ焼失家屋内の要救助者数

$$= (\text{建物全壊による自力脱出困難者数}) \times (\text{全壊かつ焼失の棟数} / \text{全壊建物数})$$

$$\text{建物全壊による自力脱出困難者数} = 0.117 \times (\text{揺れによる建物全壊率} \times \text{屋内滞留人口})$$

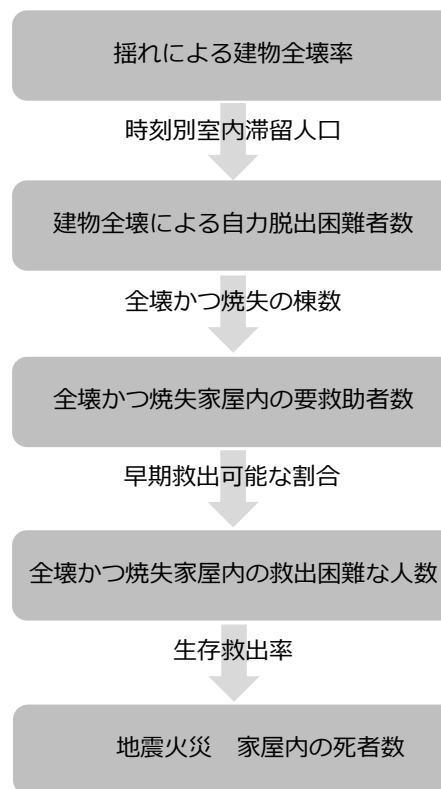


図 地震火災による死者数（家屋内）算出のフロー

＜延焼拡大時の逃げまどいによる死者数＞

諸井・武村（2004）²¹による関東大震災における「火災による死者の増加傾向」に係る推定式を適用する。

$$\text{死者数} = (10^{1.5 \times \text{世帯焼失率}} - 1) \times (\text{全壊死者数})$$

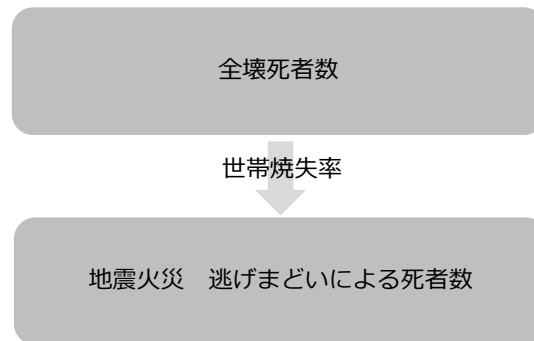


図 地震火災による死者数（逃げまどい）算出のフロー

²¹ 諸井・武村（2004）：関東大震災における「火災による死者の増加傾向」に係る推定式

(2) 負傷者数

＜逃げ遅れによる負傷者数（重傷者数・軽傷者数）＞

炎上出火家屋からの逃げ遅れによる負傷者数（重傷者数・軽傷者数）は次により算定した。

$$\text{出火直後の火災による重傷者数} = 0.075 \times (\text{出火件数}) \times (\text{屋内滞留人口比率})$$

$$\text{出火直後の火災による軽傷者数} = 0.187 \times (\text{出火件数}) \times (\text{屋内滞留人口比率})$$

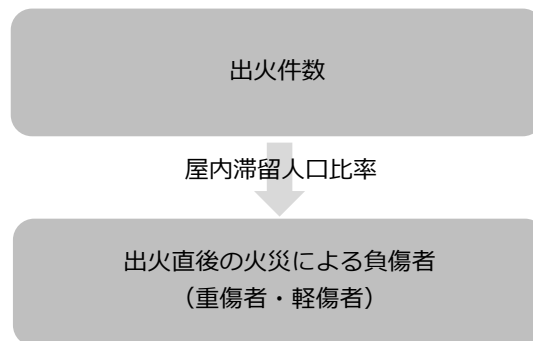


図 地震火災による負傷者数（逃げ遅れ）算出のフロー

＜延焼拡大時の逃げまどいによる負傷者数（重傷者数・軽傷者数）＞

延焼拡大時の逃げまどいによる負傷者数（重傷者数・軽傷者数）は次の式により算定した。

$$\text{延焼火災による重傷者数} = 0.0053 \times (\text{焼失人口})$$

$$\text{延焼火災による軽傷者数} = 0.0136 \times (\text{焼失人口})$$

$$\text{焼失人口} = (\text{焼失率}) \times (\text{発生時刻の滞留人口})$$

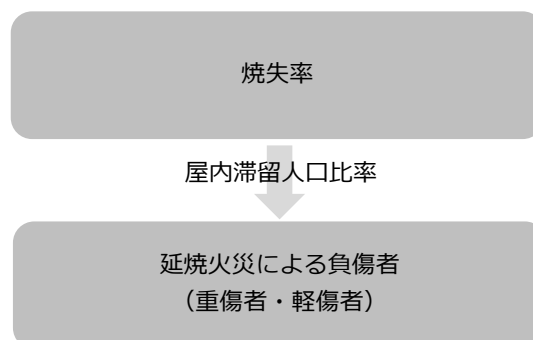


図 地震火災による負傷者数（延焼火災）算出のフロー

5.1.3 土砂災害による人的被害

土砂災害に伴う人的被害は、栃木県（2013）と同様に、東京都防災会議（1991）²²の手法に従い、1967 年から 1981 年までの崖崩れの被害実態から求められた被害棟数と死者数・負傷者数との関係式により算定した。なお、内閣府（2012）に基づき、負傷者数は死者数の 1.25 倍、重傷者数は負傷者数の 1/2 倍とした。

（1）死者数

$$\text{死者数} = 0.098 \times (\text{土砂災害による全壊棟数}) \times 0.7 \times (\text{木造・非木造建物内滞留人口比率})$$

$$\text{木造・非木造建物内滞留人口比率}$$

$$= (\text{発生時刻の木造・非木造建物内滞留人口}) / (\text{木造・非木造建物内滞留人口の 24 時間平均})$$

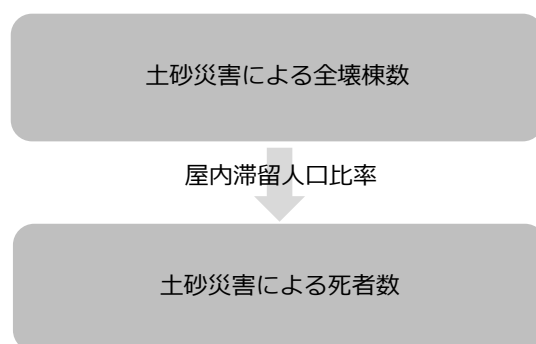


図 土砂災害による死者数算出のフロー

（2）負傷者数

$$\text{負傷者数} = 1.25 \times (\text{土砂災害による死者数})$$

$$\text{重傷者数} = (\text{土砂災害による負傷者数}) / 2$$

$$\text{軽傷者数} = (\text{土砂災害による負傷者数}) - (\text{土砂災害による重傷者数})$$

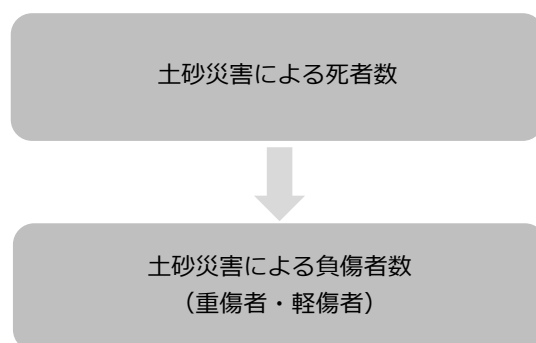


図 土砂災害による負傷者数算出のフロー

²² 東京都防災会議（1991）：東京における直下地震の想定に関する調査研究

5.1.4 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物等による人的被害

屋内収容物移動・転倒、屋内落下物、屋内ガラス被害による人的被害は、栃木県（2013）と同様に、震度分布や人口等から死者数、負傷者数を算定した。

なお、屋内収容物移動・転倒、屋内落下物、屋内ガラス被害による死傷者数は、揺れによる建物被害に基づく人的被害の内数として取り扱った。

算定に当たっては、阪神・淡路大震災当時の阪神地区の事例を参考とした上で、当時の阪神地区と栃木県の転倒防止実施率の違いによる被害低減状況を補正した。

さらに震度別死傷者率に対して屋内滞留の時間変化を考慮し、時間帯別補正係数（深夜：1.0、12時・18時：0.82）を乗じて危険性の違いを補正した。

なお、転倒防止措置ありの場合は、ない場合の転倒率の0.23倍とした（北浦ら、1996）。

家具転倒防止実施率の補正係数

$$= \{(100 - \text{栃木県の転倒防止率}) + 0.23 \times \text{栃木県の転倒防止率}\} \div \{(100 - 5) + 0.23 \times 5\}$$

表 家具転倒防止実施率

阪神・淡路大震災時の阪神地区の転倒防止実施率	5%
栃木県転倒防止率（全国平均値 [※] を採用）	35.9%

※内閣府（2022）²³より

²³ 内閣府（2022）：『防災に関する世論調査』の概要

(1) 死者数

屋内収容物の移動・転倒、屋内落下物等による死者数は、以下の式により算出した。

死者数 = 建物被害棟数 × 屋内滞留人口 × 震度別死者率

× 家具転倒防止実施率の補正係数 × 時間帯別補正係数

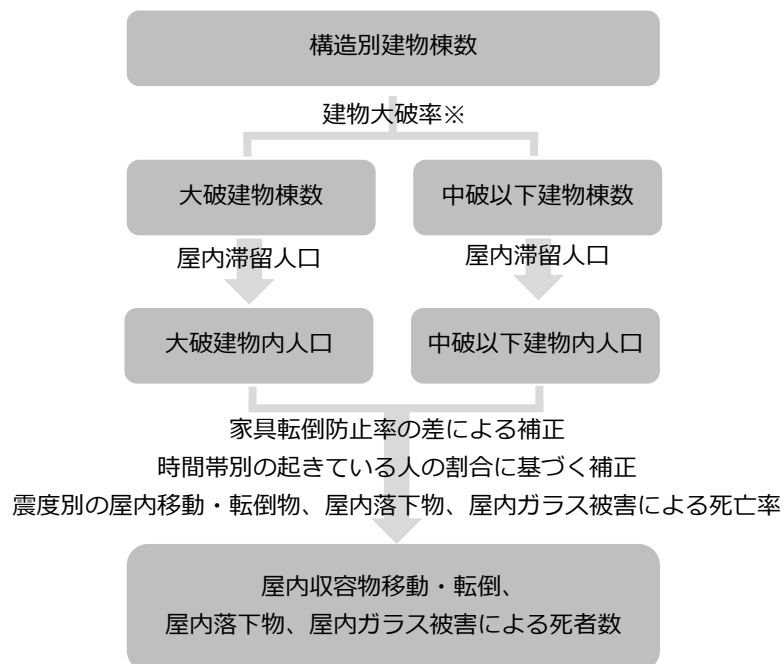


図 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物、屋内ガラス被害による死者数算出のフロー

※木造大破率 = 木造全壊率 × 0.7、非木造大破率 = 非木造全壊率

表 屋内収容物移動・転倒物による死者率

震度階級	大破の場合		中破以下の場合	
	木造建物	非木造建物	木造建物	非木造建物
震度 7	0.314%	0.192%	0.00955%	0.000579%
震度 6 強	0.255%	0.156%	0.00689%	0.000471%
震度 6 弱	0.113%	0.0688%	0.00343%	0.000208%
震度 5 強	0.0235%	—	0.000715%	0.0000433%
震度 5 弱	0.00264%	—	0.0000803%	0.00000487%

表 屋内落下物による死者率

震度階級	大破の場合		中破以下の場合	
	木造建物	非木造建物	木造建物	非木造建物
震度 7	0.0776%	0.0476%	0.00270%	0.000164%
震度 6 強	0.0542%	0.0351%	0.00188%	0.000121%
震度 6 弱	0.0249%	0.0198%	0.000865%	0.0000682%
震度 5 強	0.0117%	—	0.000407%	0.0000404%
震度 5 弱	0.00586%	—	0.000204%	0.0000227%

表 屋内ガラスによる死者率

震度階級	死者率
震度 7	0.000299%
震度 6 強	0.000259%
震度 6 弱	0.000180%
震度 5 強	0.000101%
震度 5 弱	0.0000216%

(2) 負傷者数

屋内収容物の移動・転倒、屋内落下物等による負傷者数は、以下の式により算出した。

$$\text{負傷者数} = \text{建物被害棟数} \times \text{屋内滞留人口} \times \text{震度別負傷者率} \\ \times \text{家具転倒防止実施率の補正係数} \times \text{時間帯別補正係数}$$

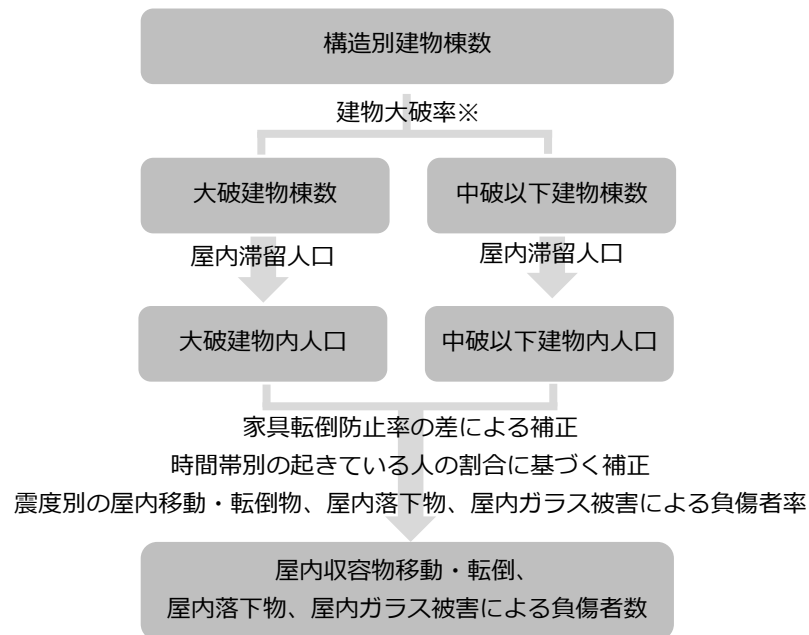


図 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物、屋内ガラス被害による負傷者数算出のフロー

表 屋内収容物移動・転倒物による負傷者率、重傷者率

震度階級	大破の場合		中破以下の場合	
	負傷者率	重傷者率	負傷者率	重傷者率
震度 7	3.69%	0.995%	0.112%	0.0303%
震度 6 強	3.00%	0.809%	0.0809%	0.0218%
震度 6 弱	1.32%	0.357%	0.0402%	0.0109%
震度 5 強	0.276%	－	0.00839%	0.00226%
震度 5 弱	0.0310%	－	0.000943%	0.000255%

表 屋内落下物による負傷者率、重傷者率

震度階級	大破の場合		中破以下の場合	
	負傷者率	重傷者率	負傷者率	重傷者率
震度 7	1.76%	0.194%	0.0613%	0.00675%
震度 6 強	1.23%	0.135%	0.0428%	0.004710%
震度 6 弱	0.566%	0.0623%	0.0197%	0.00216%
震度 5 強	0.266%	－	0.00926%	0.00102%
震度 5 弱	0.133%	－	0.00463%	0.000509%

表 屋内ガラス被害による負傷者率、重傷者率

震度階級	負傷者率	重傷者率
震度 7	0.0564%	0.00797%
震度 6 強	0.0490%	0.00691%
震度 6 弱	0.0340%	0.00480%
震度 5 強	0.0190%	0.00269%
震度 5 弱	0.00408%	0.000576%

5.1.5 ブロック塀等の転倒による人的被害

ブロック塀等の倒壊による人的被害は、栃木県（2013）と同様に、ブロック塀等被害数から倒壊による死者数、重傷者数を算定した。

（1）ブロック塀等の転倒による人的被害

建物当たりのブロック塀等の存在割合からブロック塀、石塀等の分布数を求めるとともに、宮城県沖地震における地震動の強さと被害率との関係式を用いてブロック塀等の転倒発生件数を算定した。

$$\text{ブロック塀被害率(\%)} = -12.6 + 0.07 \times (\text{地表最大加速度})$$

$$\text{石塀被害率(\%)} = -26.6 + 0.168 \times (\text{地表最大加速度})$$

$$\text{コンクリート塀被害率(\%)} = -12.6 + 0.07 \times (\text{地表最大加速度})$$

死者・負傷者については、以下のとおり算定した。

死者数、負傷者数、重傷者数

$$= \frac{(\text{死者率、負傷者率、重傷者率} \times \text{ブロック塀等被害件数}) \times (\text{時刻別移動者} / 18 \text{ 時移動者})}{\times (\text{屋外人口密度} / 1689.16)}$$

※1689.16（人/km²）は宮城県沖地震時の仙台市の屋外人口密度

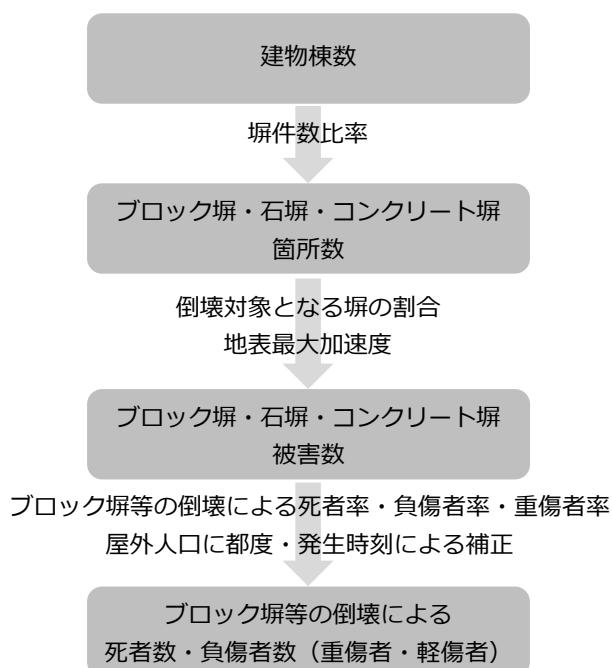


図 地震火災による死者数（家屋内）算出のフロー

表 塀件数比率（愛知県、2014）

ブロック塀	石塀	コンクリート塀
0.16×（木造住宅棟数）	0.035×（木造住宅棟数）	0.036×（木造住宅棟数）

表 倒壊対象となる塀の割合（東京都、1997）

塀の種類	外見調査の結果から特に改善が必要 ない塀の比率（A）	倒壊対象となる割合 （1－0.5A）
ブロック塀	0.500	0.750
石塀	0.362	0.819
コンクリート塀	0.576	0.712

(2) 自動販売機の転倒による人的被害

転倒対象となる自動販売機の割合は、屋外設置比率（約 6 割）と転倒防止措置未対応率（約 1 割）から設定した。

被害率は、阪神・淡路大震災時の（概ね震度 6 弱以上の地域における）被害実態から、次の式により設定した。

$$25,880 \text{ 台} / 124,100 \text{ 台} = \text{約 } 20.9\%$$

（神戸市、西宮市、尼崎市、宝塚市、芦屋市、淡路島の全市町：全数調査）

死者数、負傷者数、重傷者数

$$\begin{aligned} &= \text{死者率、負傷者率、重傷者率} \times \text{自動販売機被害数} \\ &\quad \times (\text{時刻別移動者数}) / (18 \text{ 時移動者数}) \times (\text{屋外人口密度} / 1689.16) \end{aligned}$$

市内の自動販売機台数は、次の式により算定した。

市内自動販売機台数

$$= \text{全国自動販売機台数}^{\ast} \times (\text{夜間人口} + \text{昼間人口}) / (\text{全国夜間人口} + \text{全国昼間人口})$$

※全国自動販売機台数は、4,003,600 台（日本自動販売システム機械工業会、2021）²⁴。

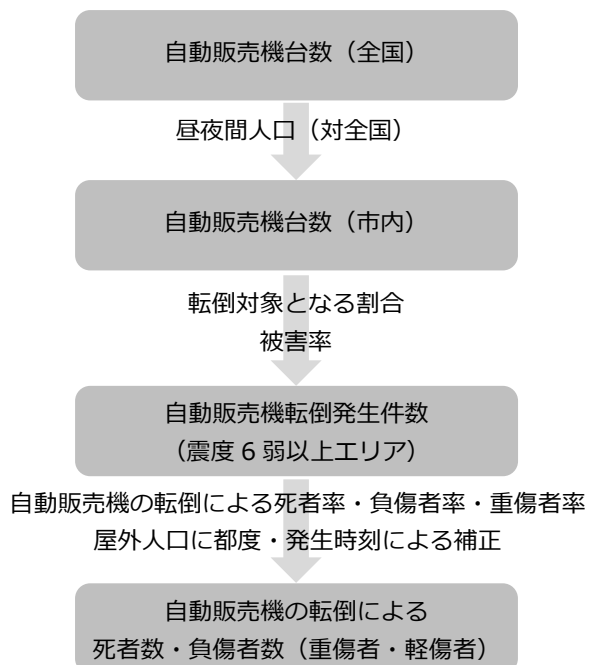


図 自動販売機の転倒による死者数・負傷者数（重傷者・軽傷者）算定フロー

²⁴ 日本自動販売システム機械工業会（2021）：普及台数 2021 年（令和 3 年）版

5.1.6 屋外落下物による人的被害

屋外落下物による人的被害は、栃木県（2013）を参考に、落下が想定される建物棟数から屋外落下物及び窓ガラスの屋外落下による死者数、負傷者数を算定した。

全壊する建物及び震度 6 弱以上の地域における 3 階建て以上の非木造建物のうち落下危険物を有する建物から、落下物の発生が想定される建物棟数を算定した。

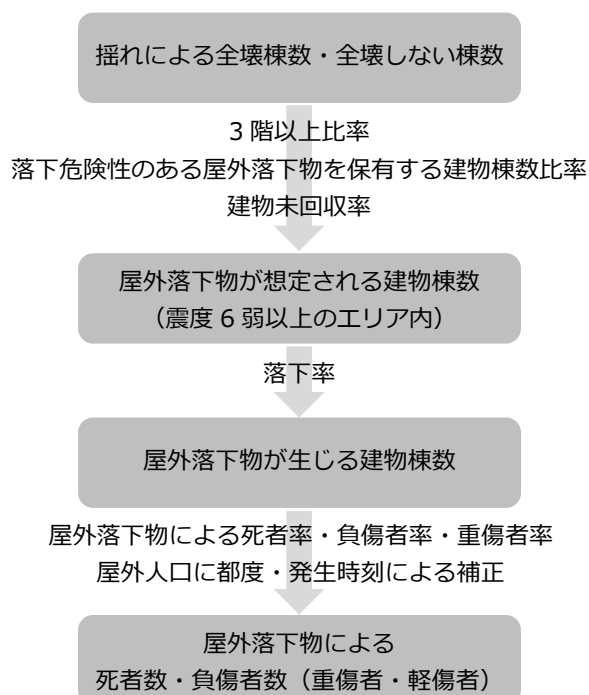


図 屋外落下物による死者数・負傷者数（重傷者・軽傷者）算定フロー

表 落下危険性のある屋外落下物を保有する建物棟数比率

建築年代	飛散物 (窓ガラス、壁面等)	非飛散物 (吊り看板等)
～1970 年	30%	17%
1971 年～1980 年	6%	8%
1981 年～	0%	3%

建物改修（落下対策実施）率は、東京都（1997）の平均改修率 87%を用い、13%を未改修率として設定した。未改修の建物において、屋外落下物が発生するものとした。

落下物の発生が想定される建物の内、落下が生じる建物の割合（落下率）には、東京都（1997）で設定するブロック塀の被害率と同じ式を用いた。

$$\text{落下率}(\%) = -12.6 + 0.07 \times (\text{地表最大加速度})$$

屋外落下物及び窓ガラスの屋外落下による死傷者率は、宮城県沖地震（1978）時の落下物による被害事例を基に算定した。

死者、負傷者、重傷者

= (死者率、負傷者率、重傷者率)

× {(落下危険性のある落下物を保有する建物棟数) ÷ (建物棟数) × (時刻別移動者数)}

× {(屋外人口密度) / 1689.16}

表 屋外落下物による死傷者率

震度階級	死者率	負傷者率	重傷者率
震度 7	0.005043%	1.69%	0.0816%
震度 6 強	0.00388%	1.21%	0.0624%
震度 6 弱	0.00239%	0.700%	0.0383%
震度 5 強	0.000604%	0.0893%	0.00945%
震度 5 弱	0%	0%	0%
震度 4 以下	0%	0%	0%

5.2 予測結果

表 人的被害（深谷断層帯・綾瀬川断層帯）

<夏 12 時強風（10m/s）>

地区	現況人口	死者数（人）						負傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	162	7	0	10	0	172	1,149	149	0	16	0	1,165
田沼	26,143	9	1	1	0	0	10	222	17	1	0	0	223
葛生	8,193	1	0	0	0	0	1	49	4	0	0	0	49
計	115,607	172	8	1	10	0	182	1,420	170	1	16	0	1,437

地区	現況人口	重傷者数（人）						軽傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	209	31	0	4	0	214	940	118	0	11	0	951
田沼	26,143	13	3	0	0	0	13	210	14	0	0	0	210
葛生	8,193	1	0	0	0	0	1	48	4	0	0	0	48
計	115,607	223	35	0	4	0	228	1,197	136	0	11	0	1,209

<夏 12 時平均風速（6m/s）>

地区	現況人口	死者数（人）						負傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	162	7	0	4	0	166	1,157	149	0	7	0	1,165
田沼	26,143	9	1	1	0	0	10	222	17	1	0	0	223
葛生	8,193	1	0	0	0	0	1	49	4	0	0	0	49
計	115,607	172	8	1	4	0	177	1,428	170	1	7	0	1,436

地区	現況人口	重傷者数（人）						軽傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	209	31	0	2	0	212	948	118	0	5	0	953
田沼	26,143	13	3	0	0	0	13	210	14	0	0	0	210
葛生	8,193	1	0	0	0	0	1	48	4	0	0	0	48
計	115,607	223	35	0	2	0	226	1,205	136	0	5	0	1,211

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

<冬 18 時強風 (10m/s) >

地区	現況人口	死者数 (人)						負傷者数 (人)					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	175	8	0	36	0	211	1,384	143	0	54	0	1,438
田沼	26,143	10	1	1	0	0	11	255	16	1	1	0	257
葛生	8,193	1	0	0	0	0	1	54	4	0	0	0	54
計	115,607	186	9	1	36	0	222	1,693	163	1	55	0	1,748

地区	現況人口	重傷者数 (人)						軽傷者数 (人)					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	258	30	0	15	0	274	1,125	113	0	39	0	1,164
田沼	26,143	15	3	0	0	0	15	240	13	0	0	0	241
葛生	8,193	1	0	0	0	0	1	53	4	0	0	0	53
計	115,607	274	33	0	15	0	290	1,419	130	0	39	0	1,458

<冬 18 時平均風速 (7m/s) >

地区	現況人口	死者数 (人)						負傷者数 (人)					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	175	8	0	20	0	195	1,407	143	0	32	0	1,440
田沼	26,143	10	1	1	0	0	10	256	16	1	0	0	256
葛生	8,193	1	0	0	0	0	1	54	4	0	0	0	54
計	115,607	186	9	1	20	0	206	1,717	163	1	32	0	1,750

地区	現況人口	重傷者数 (人)						軽傷者数 (人)					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	258	30	0	9	0	267	1,149	113	0	23	0	1,172
田沼	26,143	15	3	0	0	0	15	241	13	0	0	0	241
葛生	8,193	1	0	0	0	0	1	53	4	0	0	0	53
計	115,607	274	33	0	9	0	284	1,443	130	0	23	0	1,466

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

<冬深夜強風（10m/s）>

地区	現況人口	死者数（人）						負傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	220	12	0	11	0	231	2,030	186	0	13	0	2,044
田沼	26,143	12	1	1	0	0	13	342	20	1	0	0	343
葛生	8,193	1	0	0	0	0	1	70	5	0	0	0	70
計	115,607	233	13	1	11	0	244	2,442	211	1	13	0	2,456

地区	現況人口	重傷者数（人）						軽傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	367	39	0	4	0	370	1,663	147	0	10	0	1,673
田沼	26,143	20	4	0	0	0	20	322	16	0	0	0	322
葛生	8,193	1	1	0	0	0	1	69	4	0	0	0	69
計	115,607	388	44	1	4	0	392	2,054	167	1	10	0	2,064

<冬深夜平均風速（7m/s）>

地区	現況人口	死者数（人）						負傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	220	12	0	6	0	226	2,039	186	0	7	0	2,047
田沼	26,143	12	1	1	0	0	13	342	20	1	0	0	343
葛生	8,193	1	0	0	0	0	1	70	5	0	0	0	70
計	115,607	233	13	1	6	0	239	2,450	211	1	7	0	2,459

地区	現況人口	重傷者数（人）						軽傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	367	39	0	2	0	369	1,672	147	0	5	0	1,678
田沼	26,143	20	4	0	0	0	20	322	16	0	0	0	322
葛生	8,193	1	1	0	0	0	1	69	4	0	0	0	69
計	115,607	388	44	1	2	0	390	2,063	167	1	5	0	2,068

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

表 人的被害（佐野市直下地震）

<夏 12 時強風（10m/s）>

地区	現況人口	死者数（人）						負傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	619	29	0	201	0	821	2,190	521	1	95	0	2,285
田沼	26,143	160	6	1	17	0	178	834	95	2	10	0	846
葛生	8,193	61	2	1	4	0	66	399	27	1	2	0	402
計	115,607	840	36	3	222	0	1,065	3,423	643	3	107	0	3,533

地区	現況人口	重傷者数（人）						軽傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	791	112	0	27	0	818	1,399	409	0	68	0	1,467
田沼	26,143	216	20	1	3	0	220	618	75	1	7	0	626
葛生	8,193	88	6	1	1	0	89	310	21	1	1	0	312
計	115,607	1,096	137	2	30	0	1,128	2,327	505	2	77	0	2,406

<夏 12 時平均風速（6m/s）>

地区	現況人口	死者数（人）						負傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	619	29	0	89	0	709	2,240	521	1	47	0	2,288
田沼	26,143	160	6	1	7	0	169	842	95	2	5	0	849
葛生	8,193	61	2	1	2	0	64	401	27	1	1	0	403
計	115,607	840	36	3	99	0	942	3,483	643	3	53	0	3,540

地区	現況人口	重傷者数（人）						軽傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	791	112	0	13	0	805	1,448	409	0	34	0	1,483
田沼	26,143	216	20	1	1	0	219	626	75	1	4	0	630
葛生	8,193	88	6	1	0	0	89	313	21	1	1	0	314
計	115,607	1,096	137	2	15	0	1,113	2,387	505	2	38	0	2,427

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

<冬 18 時強風 (10m/s) >

地区	現況人口	死者数 (人)						負傷者数 (人)					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	672	32	1	665	0	1,338	2,542	495	1	229	0	2,772
田沼	26,143	168	6	1	44	0	213	939	91	2	24	0	965
葛生	8,193	63	2	1	10	0	74	435	26	1	4	0	440
計	115,607	903	39	3	719	0	1,625	3,916	612	4	257	0	4,176

地区	現況人口	重傷者数 (人)						軽傷者数 (人)					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	981	106	0	64	0	1,046	1,561	389	0	164	0	1,726
田沼	26,143	251	19	1	7	0	258	688	71	1	17	0	706
葛生	8,193	98	5	1	1	0	100	336	20	1	3	0	340
計	115,607	1,330	131	2	72	0	1,404	2,585	481	2	185	0	2,772

<冬 18 時平均風速 (7m/s) >

地区	現況人口	死者数 (人)						負傷者数 (人)					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	672	32	1	342	0	1,015	2,662	495	1	140	0	2,802
田沼	26,143	168	6	1	25	0	194	955	91	2	15	0	972
葛生	8,193	63	2	1	6	0	70	440	26	1	3	0	444
計	115,607	903	39	3	372	0	1,278	4,057	612	4	157	0	4,218

地区	現況人口	重傷者数 (人)						軽傷者数 (人)					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	981	106	0	39	0	1,021	1,680	389	0	101	0	1,781
田沼	26,143	251	19	1	4	0	256	705	71	1	11	0	716
葛生	8,193	98	5	1	1	0	100	341	20	1	2	0	344
計	115,607	1,330	131	2	44	0	1,376	2,726	481	2	113	0	2,841

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

<冬深夜強風（10m/s）>

地区	現況人口	死者数（人）						負傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	847	49	1	192	0	1,039	3,926	664	1	71	0	3,998
田沼	26,143	205	9	2	16	0	223	1,295	120	2	9	0	1,306
葛生	8,193	75	2	1	4	0	81	573	34	1	2	0	576
計	115,607	1,128	60	3	212	0	1,343	5,793	817	4	82	0	5,879

地区	現況人口	重傷者数（人）						軽傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	1,399	143	0	20	0	1,420	2,526	521	0	51	0	2,578
田沼	26,143	337	26	1	2	0	341	958	94	1	6	0	965
葛生	8,193	128	7	1	0	0	129	445	26	1	1	0	447
計	115,607	1,864	176	2	23	0	1,889	3,929	641	2	59	0	3,990

<冬深夜平均風速（7m/s）>

地区	現況人口	死者数（人）						負傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	847	49	1	108	0	956	3,976	664	1	43	0	4,020
田沼	26,143	205	9	2	9	0	216	1,303	120	2	5	0	1,310
葛生	8,193	75	2	1	2	0	79	575	34	1	1	0	577
計	115,607	1,128	60	3	120	0	1,251	5,853	817	4	49	0	5,907

地区	現況人口	重傷者数（人）						軽傷者数（人）					
		建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計	建物倒壊		土砂災害	火災	ブロック塀 倒壊等	合計
		計	うち屋内					計	うち屋内				
佐野	81,271	1,399	143	0	12	0	1,412	2,576	521	0	31	0	2,608
田沼	26,143	337	26	1	1	0	340	965	94	1	4	0	970
葛生	8,193	128	7	1	0	0	129	447	26	1	1	0	448
計	115,607	1,864	176	2	14	0	1,880	3,989	641	2	35	0	4,027

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

5.2.1 死者数

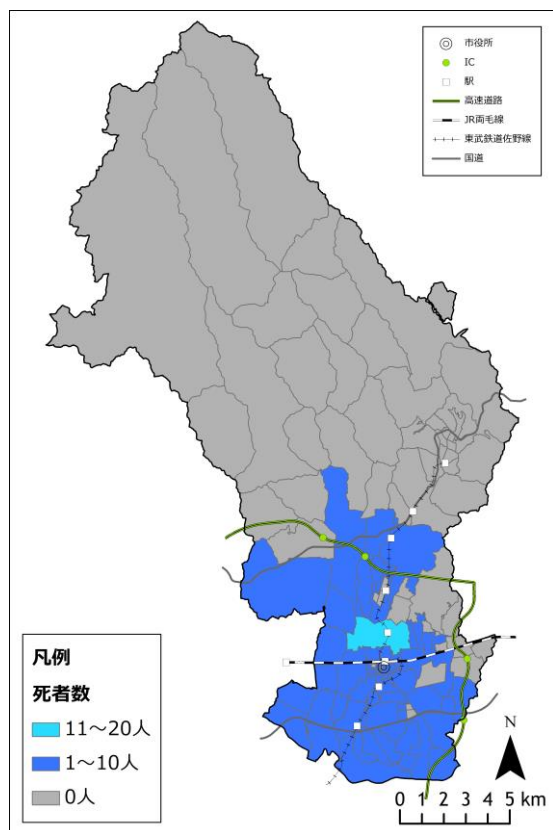


図 死者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 夏 12 時強風 (10m/s))

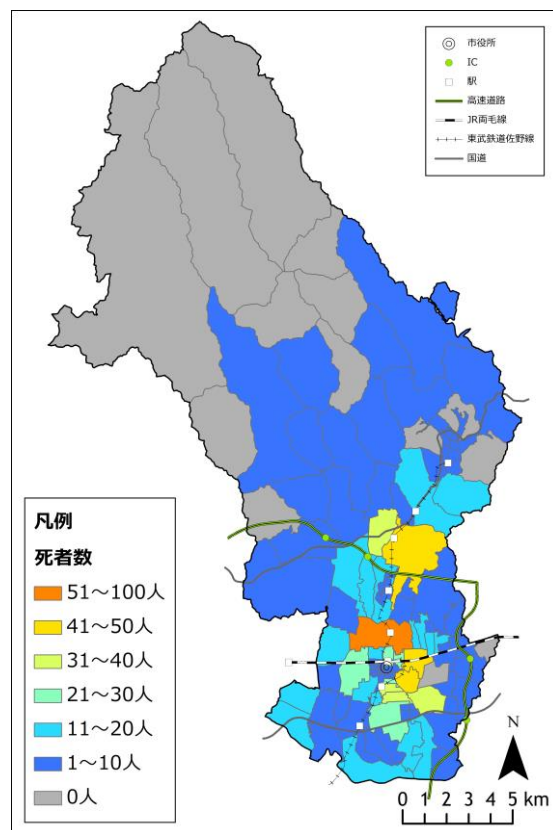


図 死者数

(佐野市直下地震 夏 12 時強風 (10m/s))

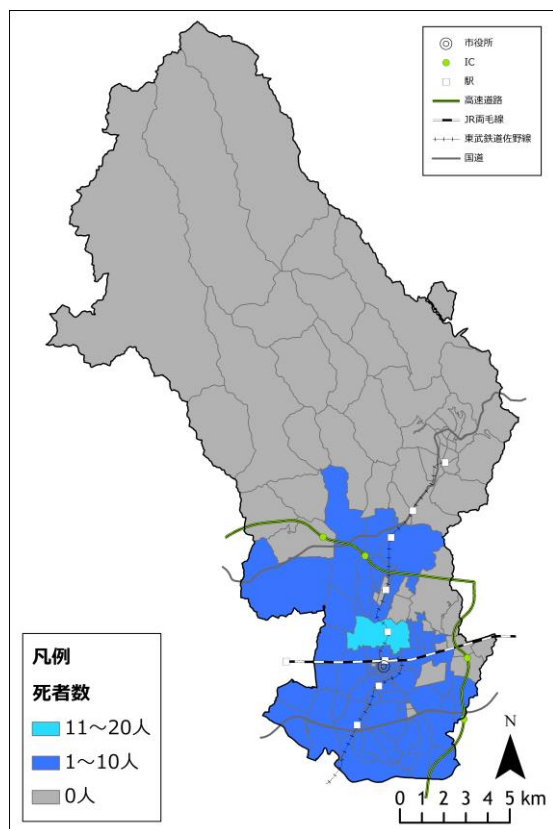


図 死者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 夏 12 時平均 (6m/s))

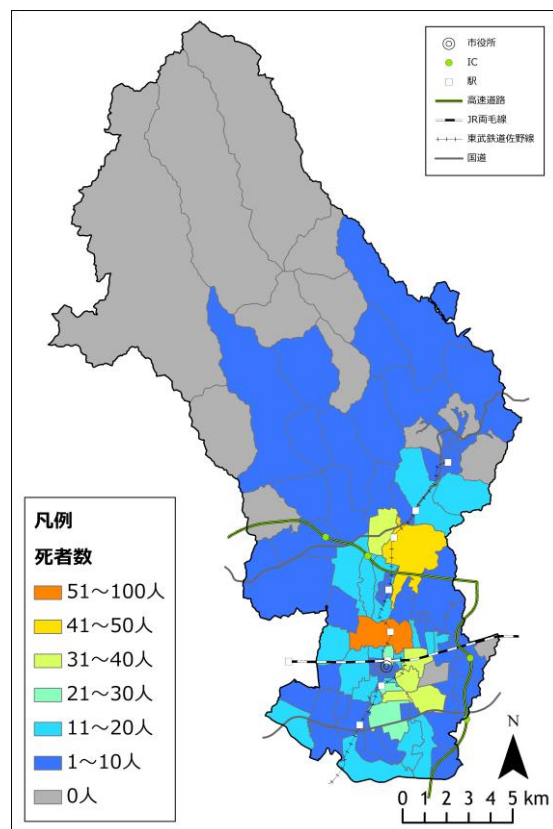


図 死者数

(佐野市直下地震 夏 12 時平均 (6m/s))

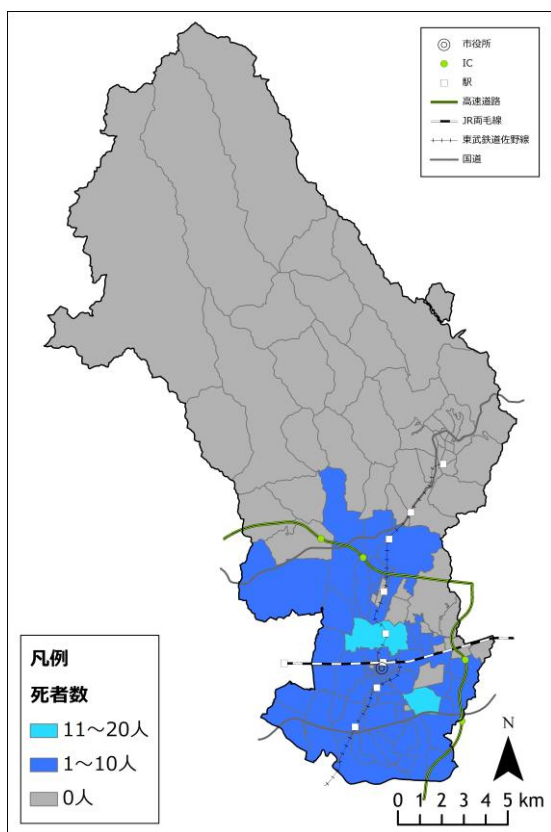


図 死者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬 18 時強風 (10m/s))

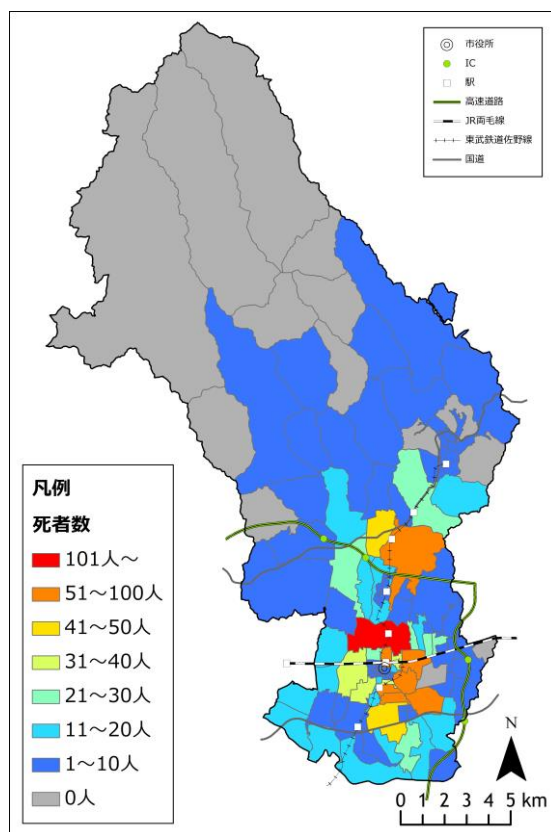


図 死者数

(佐野市直下地震 冬 18 時強風 (10m/s))

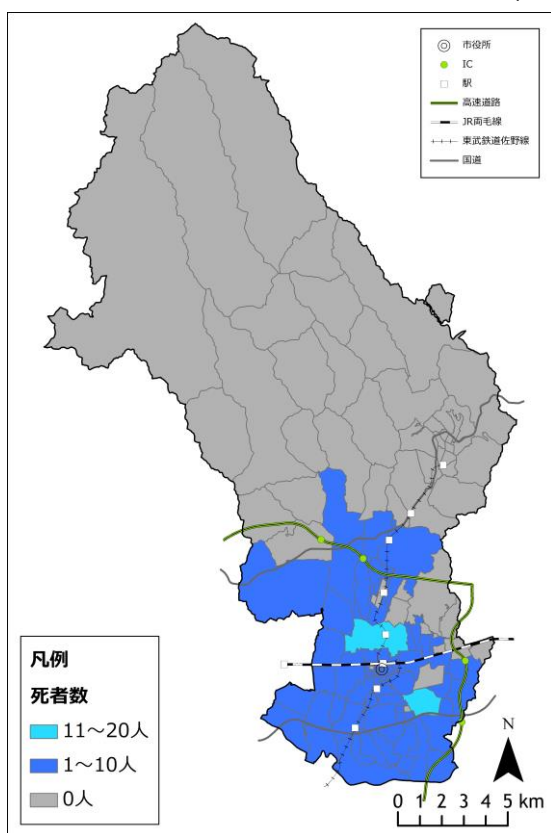


図 死者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬 18 時平均 (7m/s))

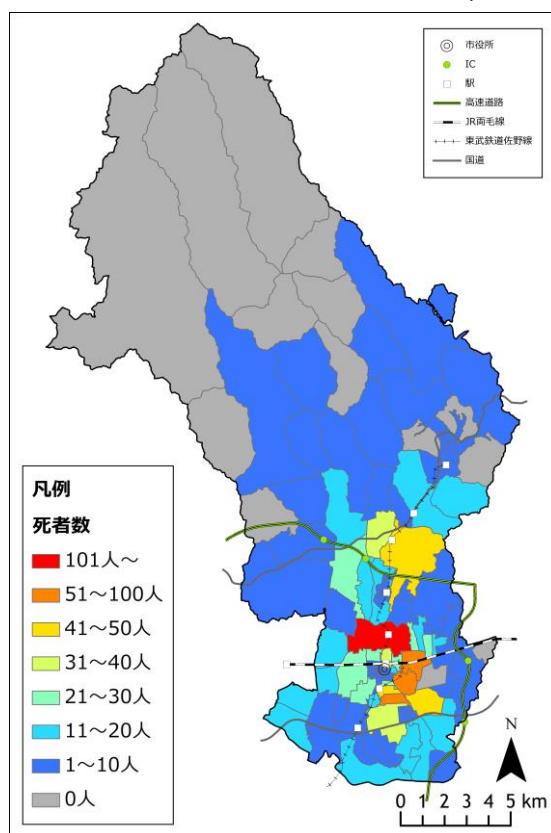


図 死者数

(佐野市直下地震 冬 18 時平均 (7m/s))

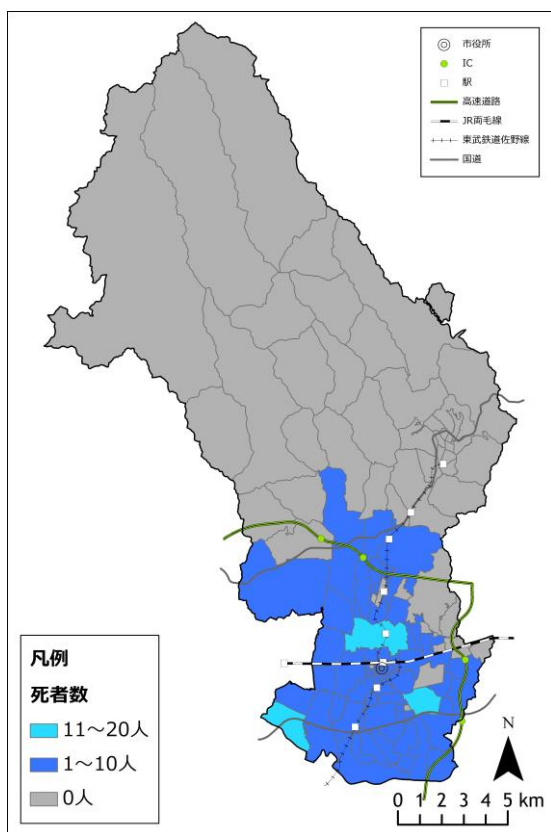


図 死者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬深夜強風 (10m/s))

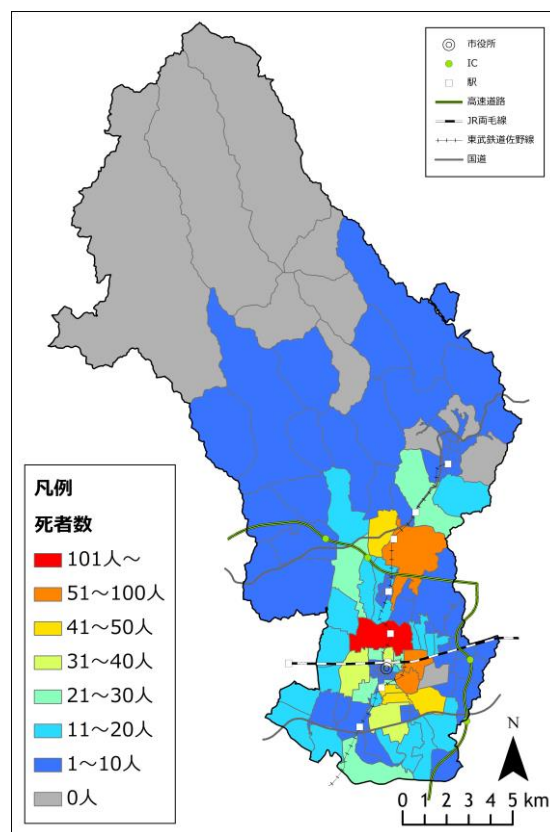


図 死者数

(佐野市直下地震 冬深夜強風 (10m/s))

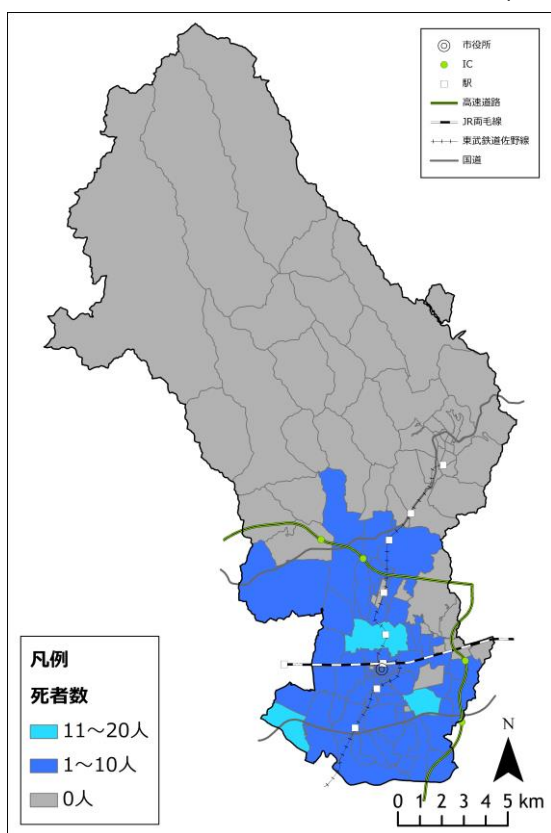


図 死者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬深夜平均 (7m/s))

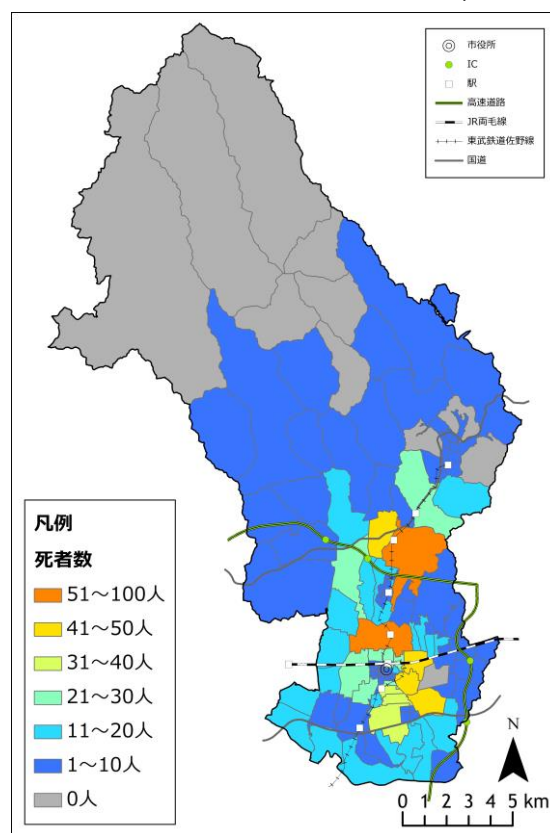


図 死者数

(佐野市直下地震 冬深夜平均 (7m/s))

5.2.2 負傷者数

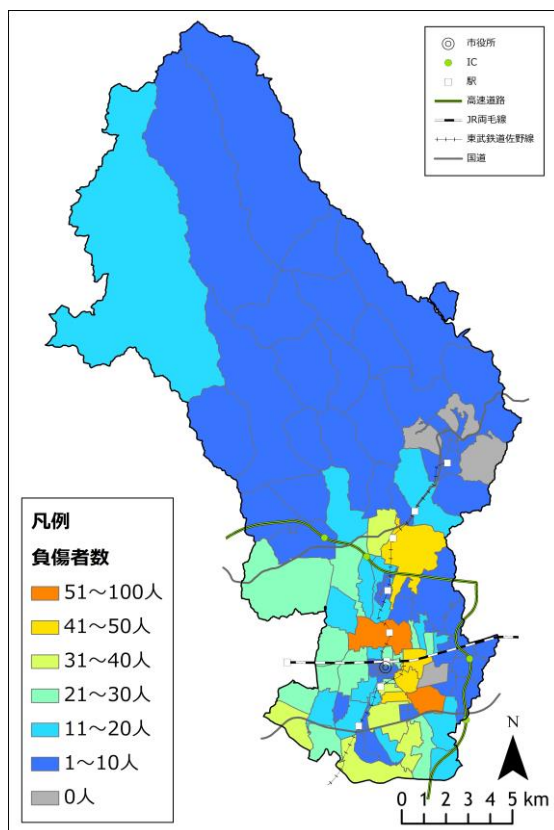


図 負傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 夏 12 時強風 (10m/s))

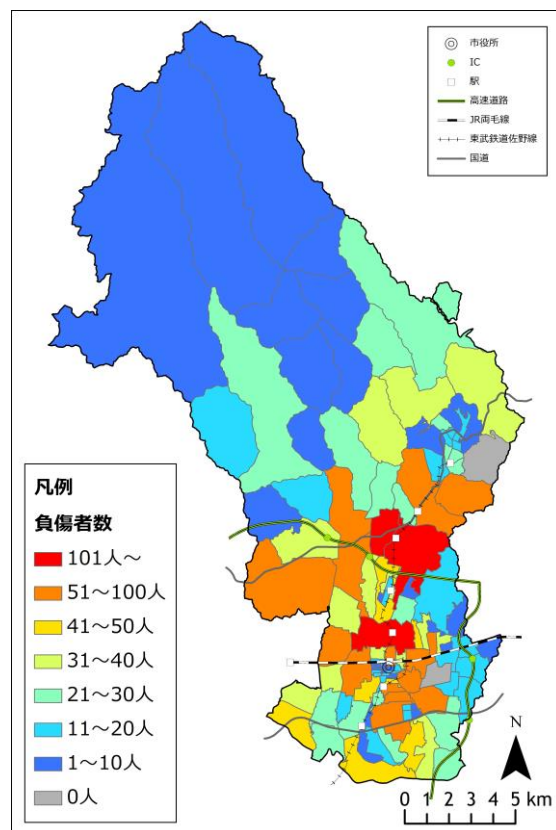


図 負傷者数

(佐野市直下地震 夏 12 時強風 (10m/s))

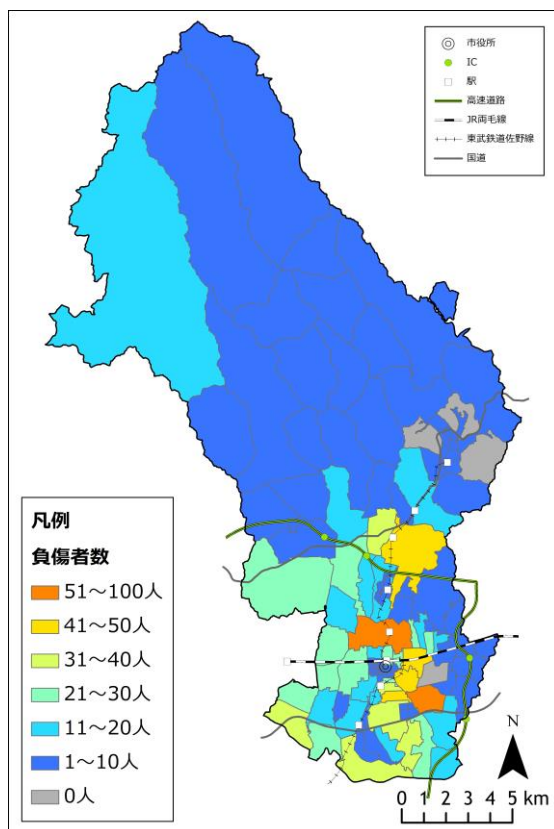


図 負傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 夏 12 時平均 (6m/s))

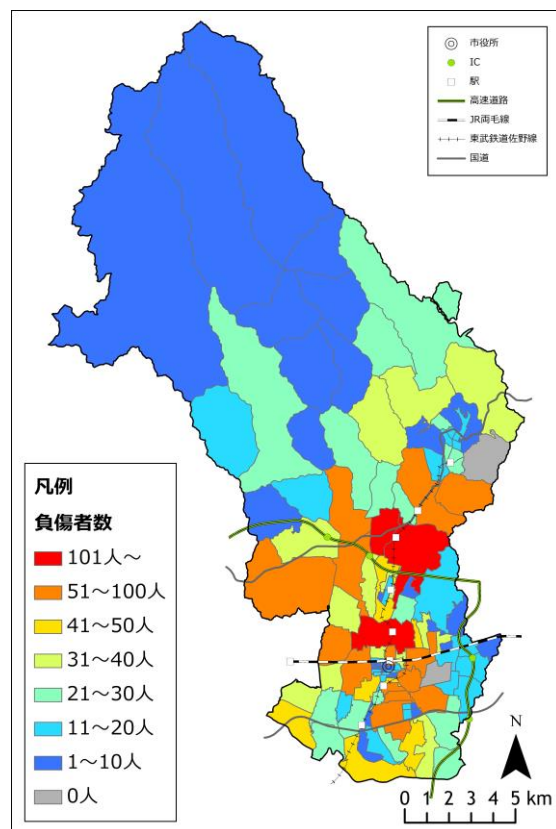


図 負傷者数

(佐野市直下地震 夏 12 時平均 (6m/s))

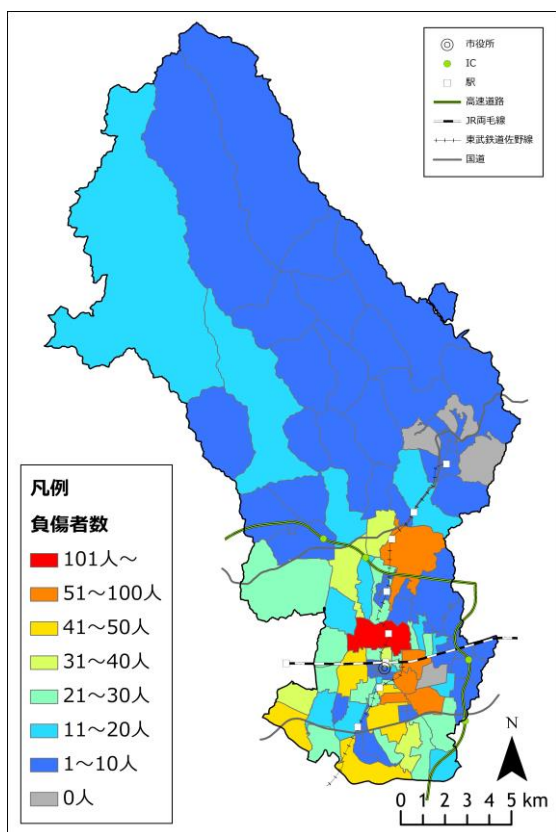


図 負傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬 18 時強風 (10m/s))

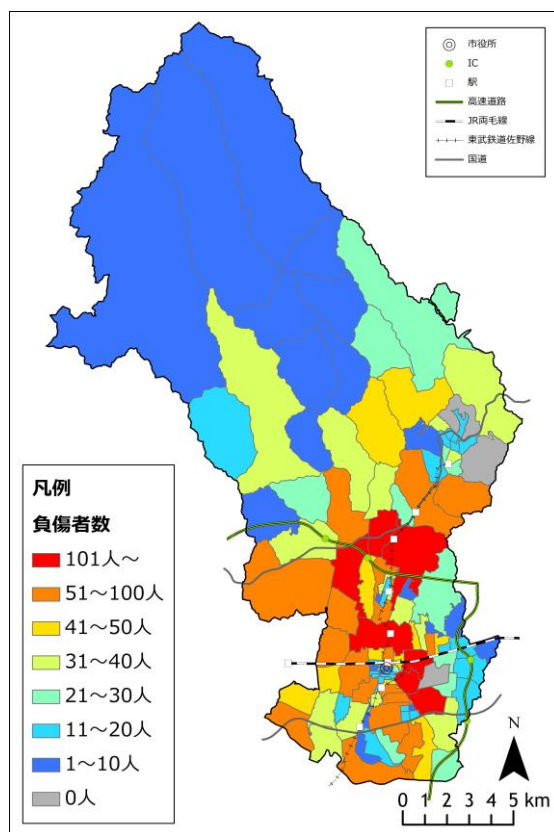


図 負傷者数

(佐野市直下地震 冬 18 時強風 (10m/s))

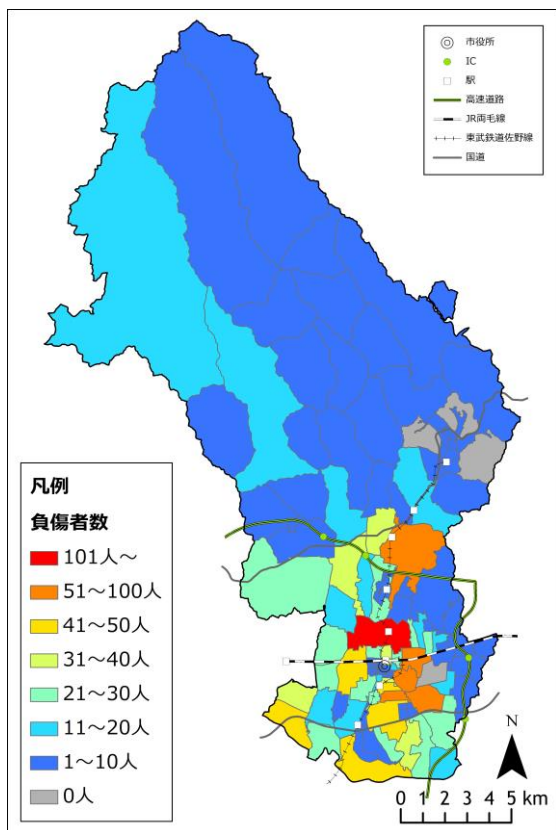


図 負傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬 18 時平均 (7m/s))

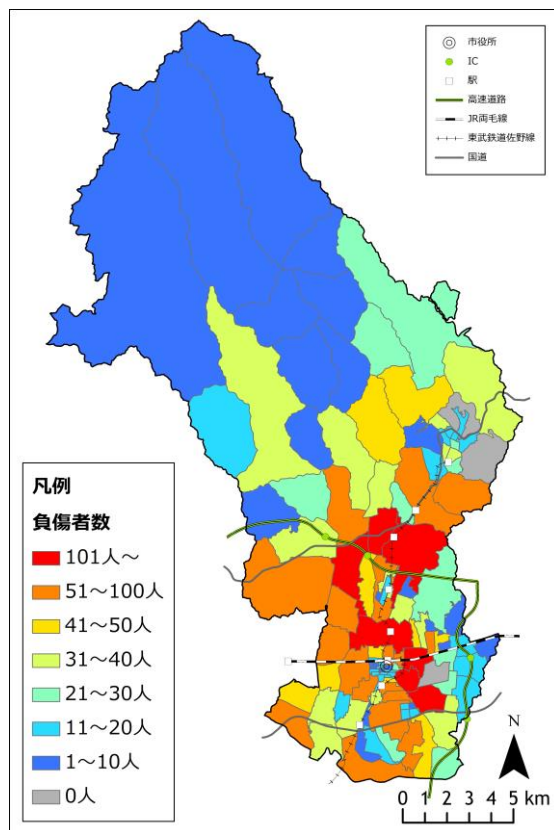


図 負傷者数

(佐野市直下地震 冬 18 時平均 (7m/s))

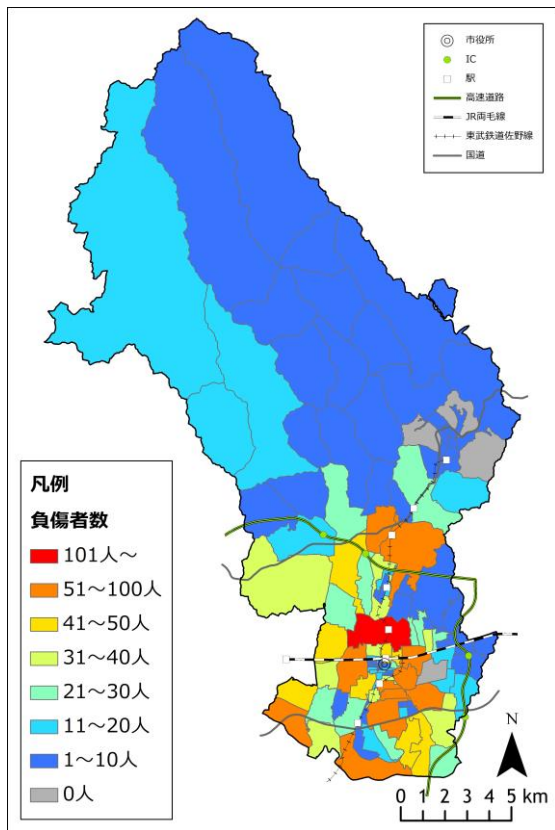


図 負傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬深夜強風 (10m/s))

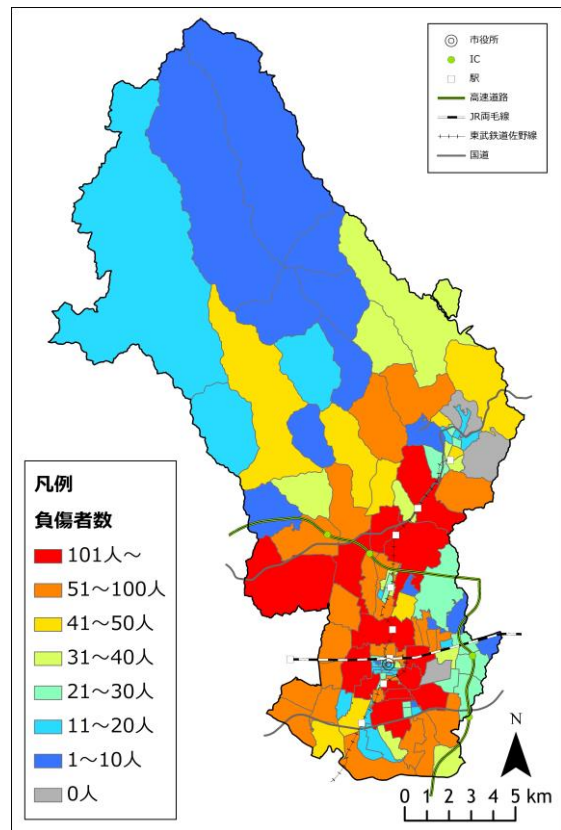


図 負傷者数

(佐野市直下地震 冬深夜強風 (10m/s))

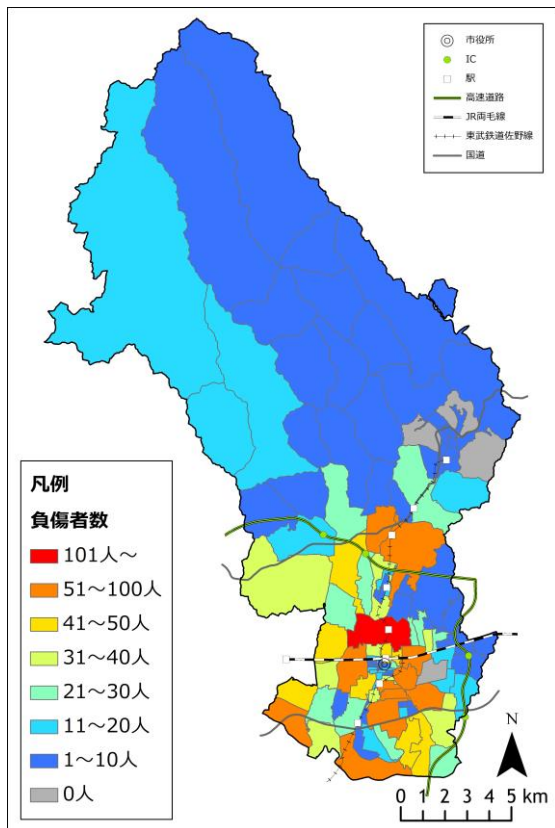


図 負傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬深夜平均 (7m/s))

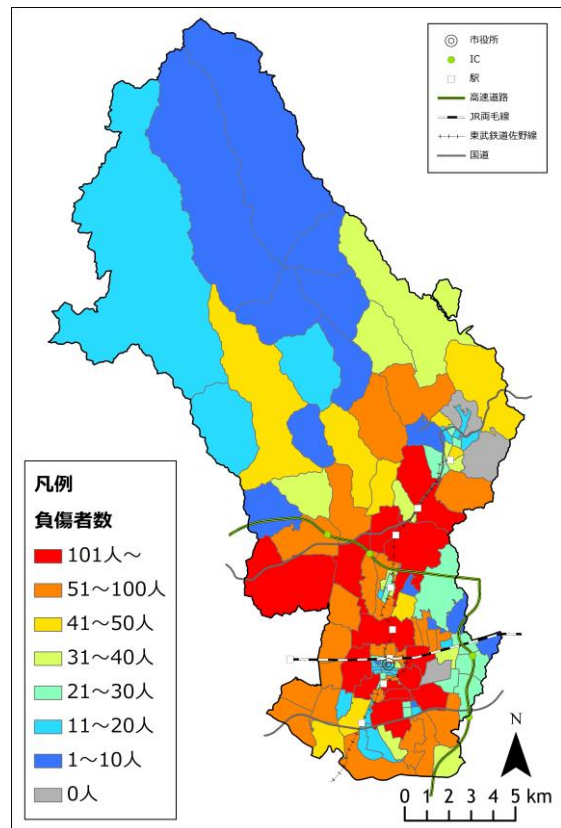


図 負傷者数

(佐野市直下地震 冬深夜平均 (7m/s))

5.2.3 重傷者数

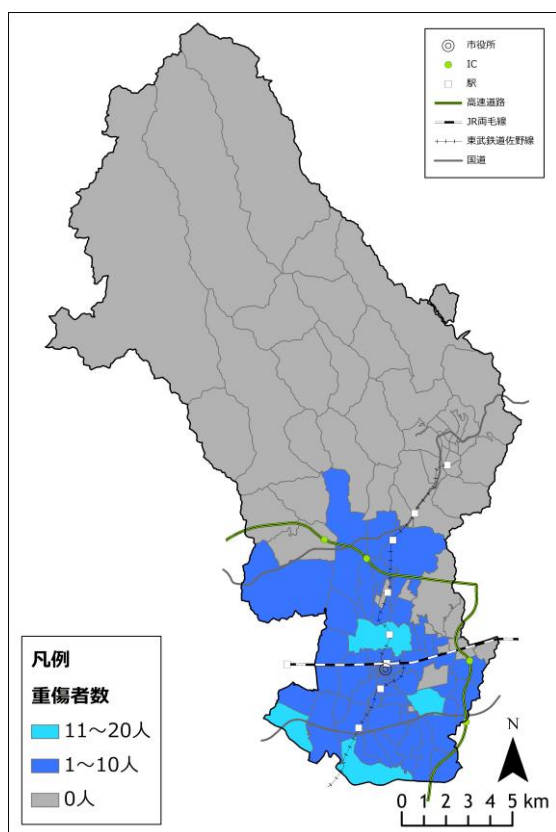


図 重傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 夏 12 時強風 (10m/s))

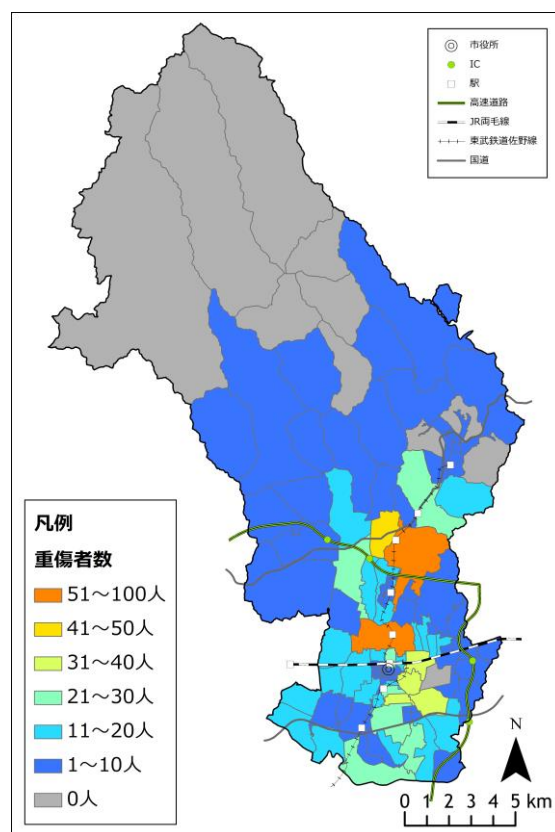


図 重傷者数

(佐野市直下地震 夏 12 時強風 (10m/s))

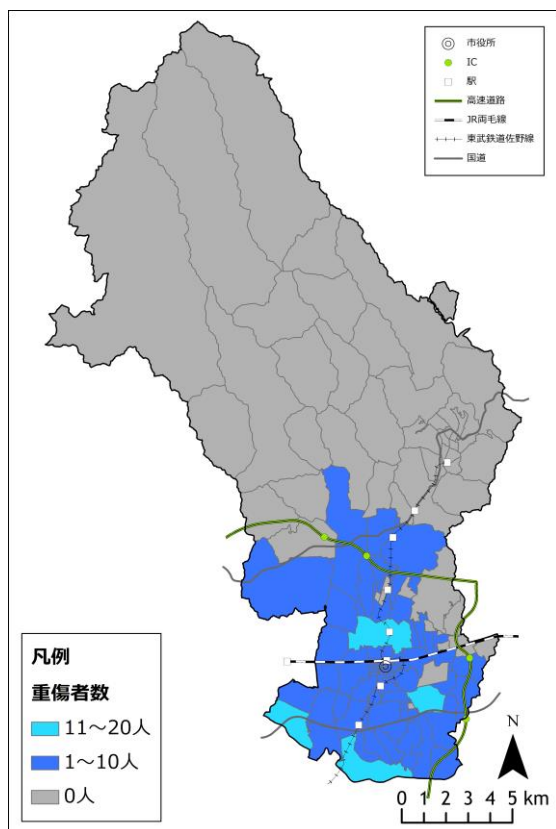


図 重傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 夏 12 時平均 (6m/s))

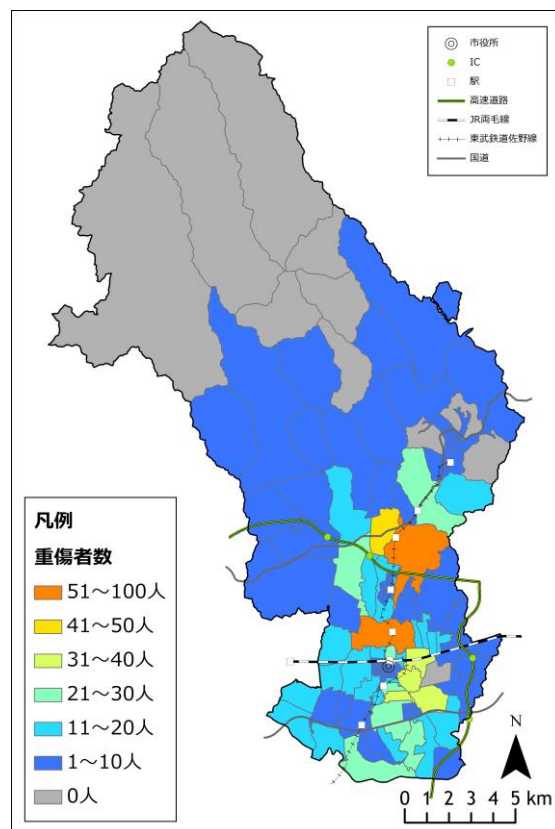


図 重傷者数

(佐野市直下地震 夏 12 時平均 (6m/s))

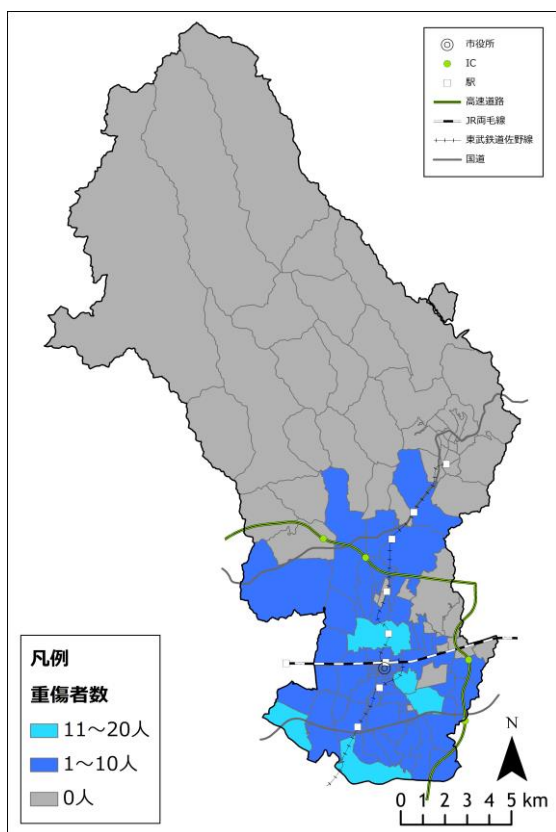


図 重傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬 18 時強風 (10m/s))

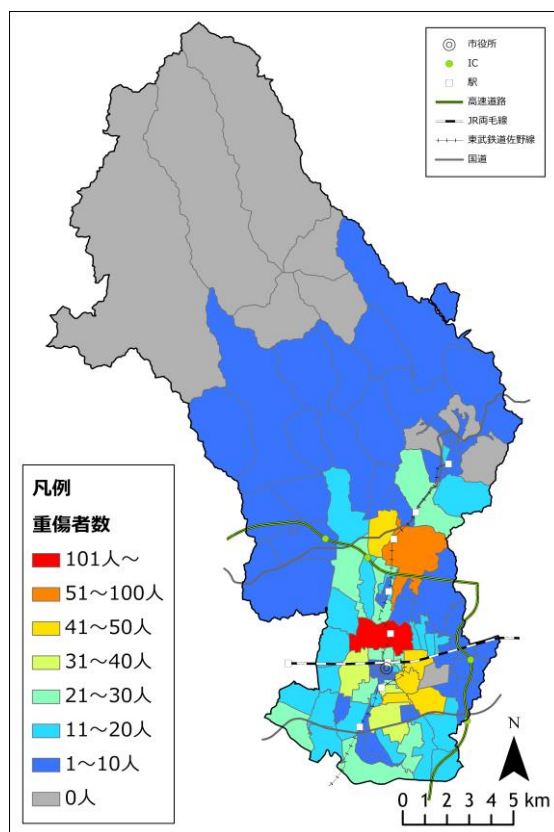


図 重傷者数

(佐野市直下地震 冬 18 時強風 (10m/s))

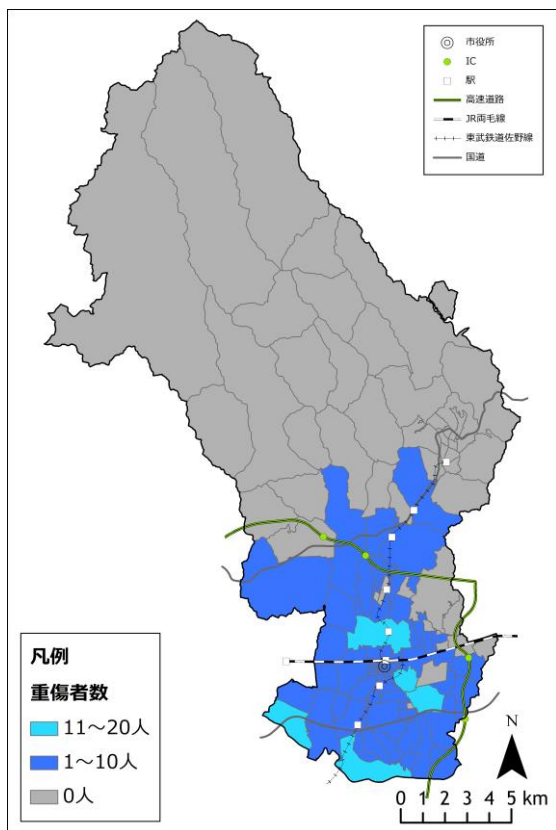


図 重傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬 18 時平均 (7m/s))

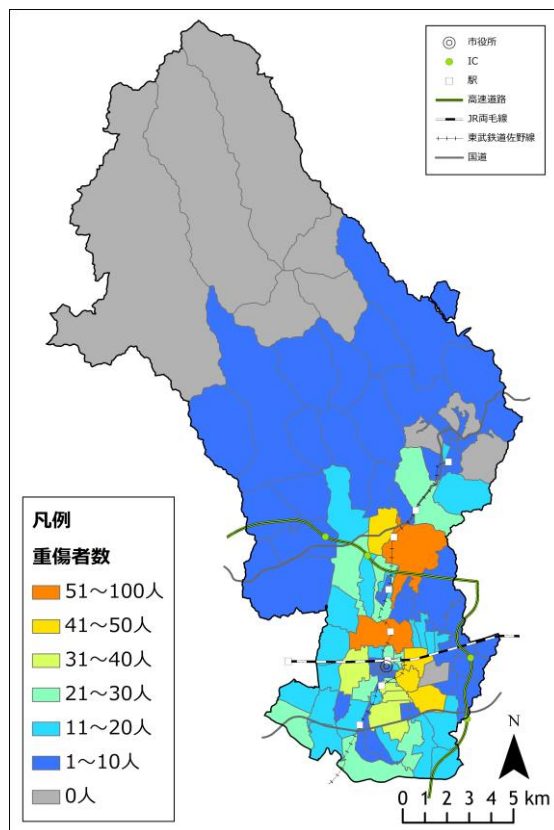


図 重傷者数

(佐野市直下地震 冬 18 時平均 (7m/s))

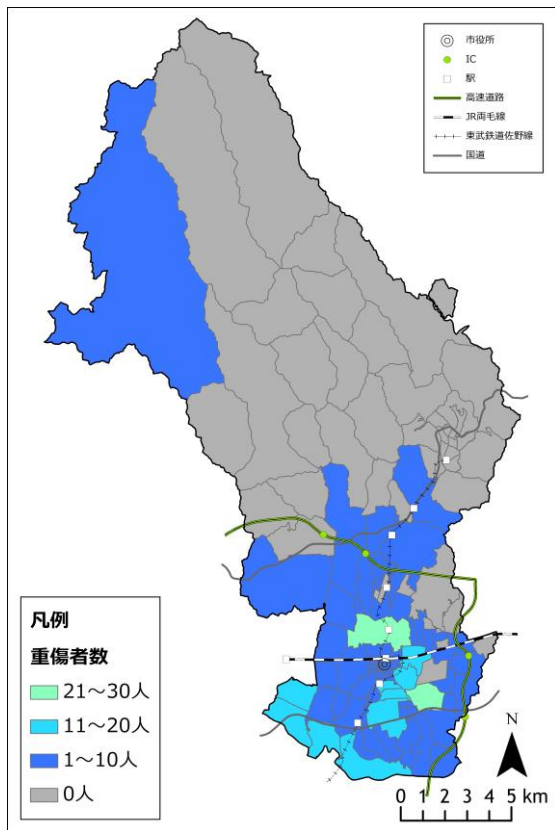


図 重傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬深夜強風 (10m/s))

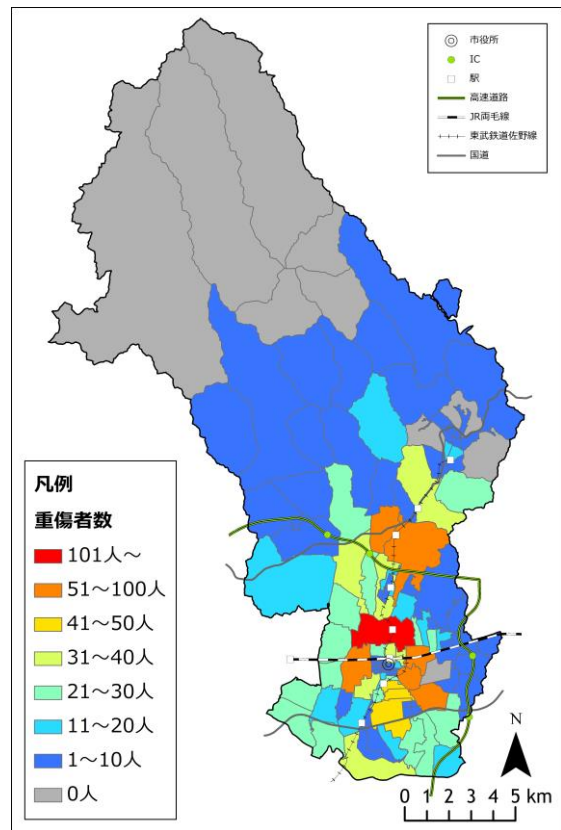


図 重傷者数

(佐野市直下地震 冬深夜強風 (10m/s))

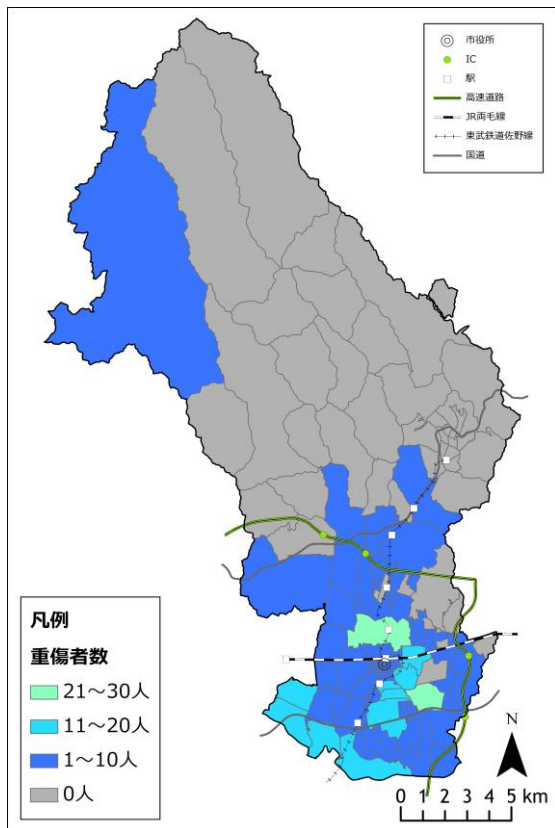


図 重傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬深夜平均 (7m/s))

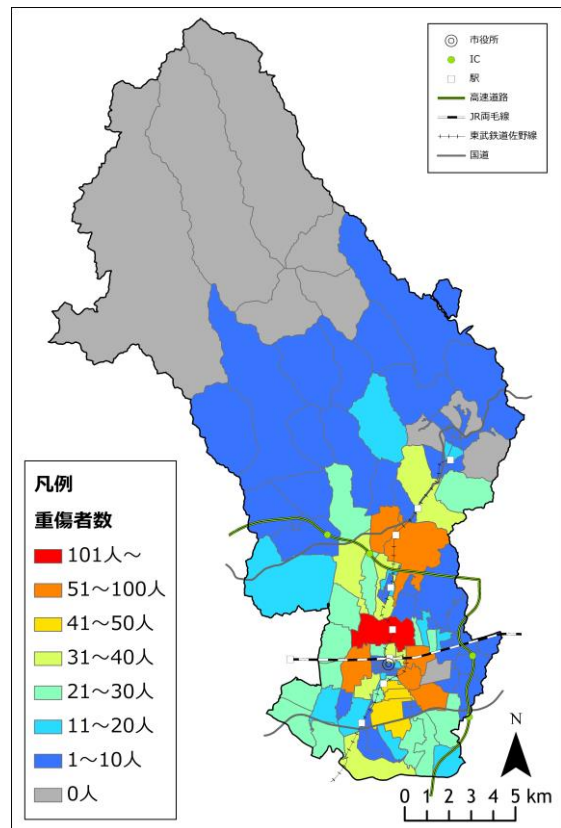


図 重傷者数

(佐野市直下地震 冬深夜平均 (7m/s))

5.2.4 軽傷者数

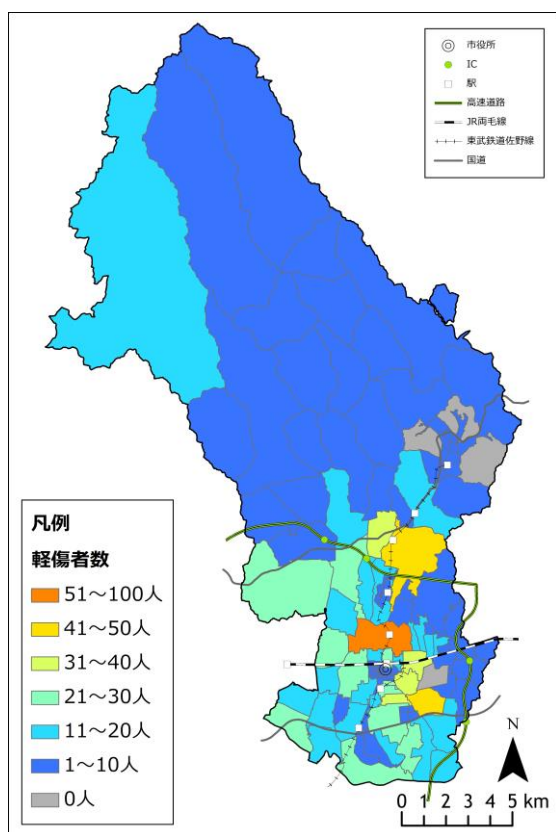


図 軽傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 夏 12 時強風 (10m/s))

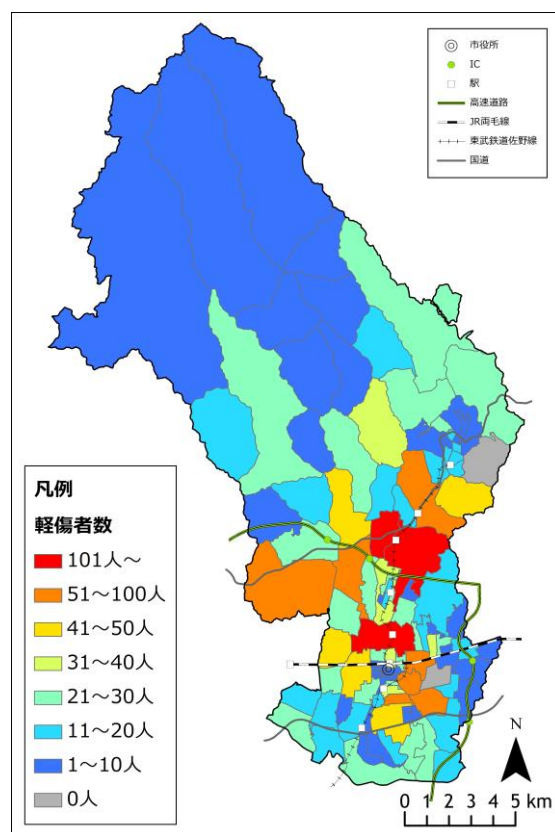


図 軽傷者数

(佐野市直下地震 夏 12 時強風 (10m/s))

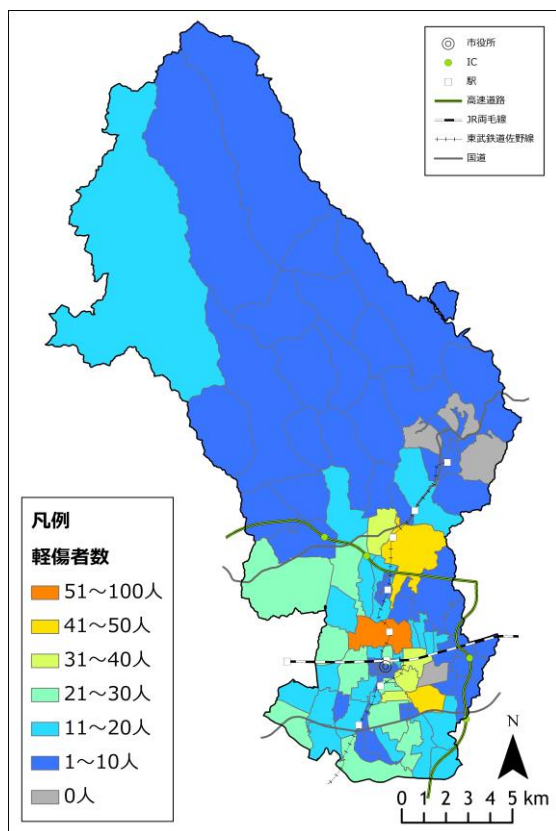


図 軽傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 夏 12 時平均 (6m/s))

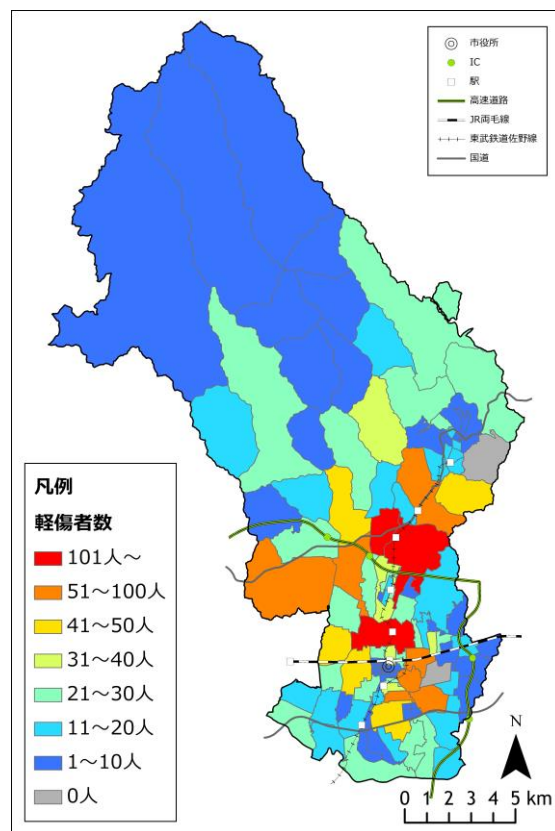


図 軽傷者数

(佐野市直下地震 夏 12 時平均 (6m/s))

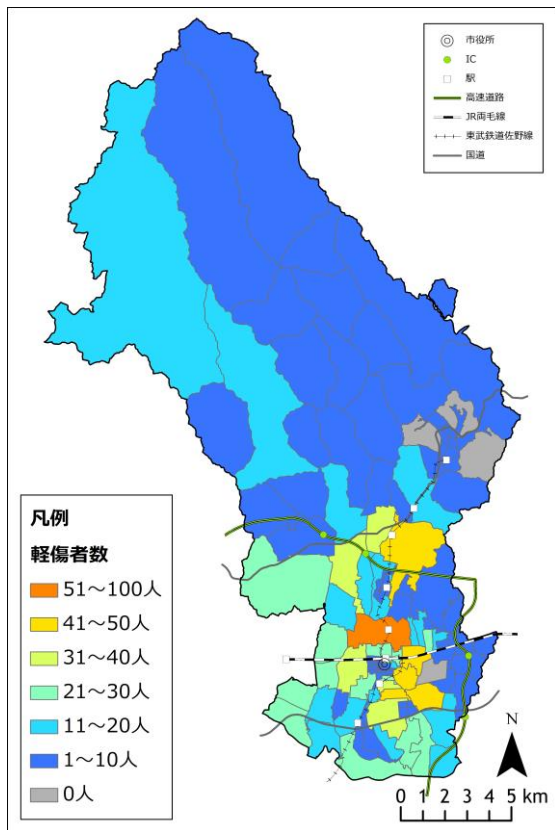


図 軽傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬 18 時強風 (10m/s))

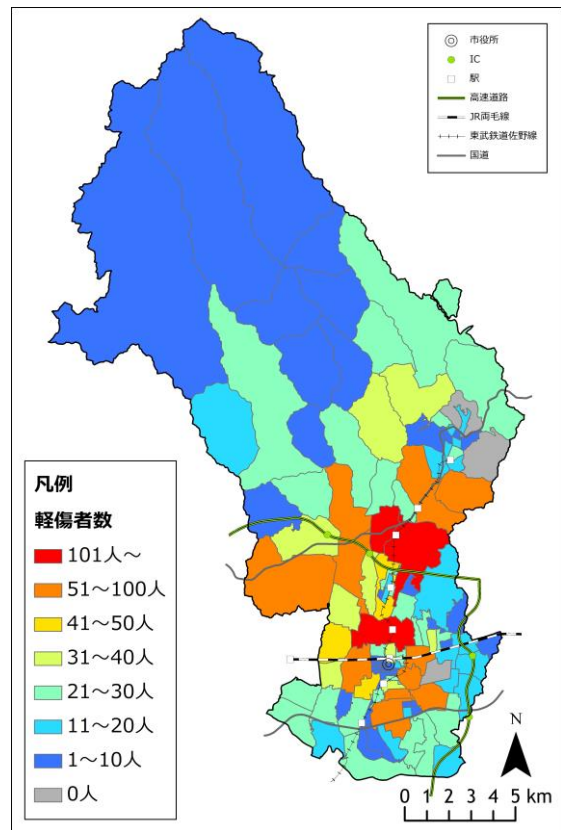


図 軽傷者数

(佐野市直下地震 冬 18 時強風 (10m/s))

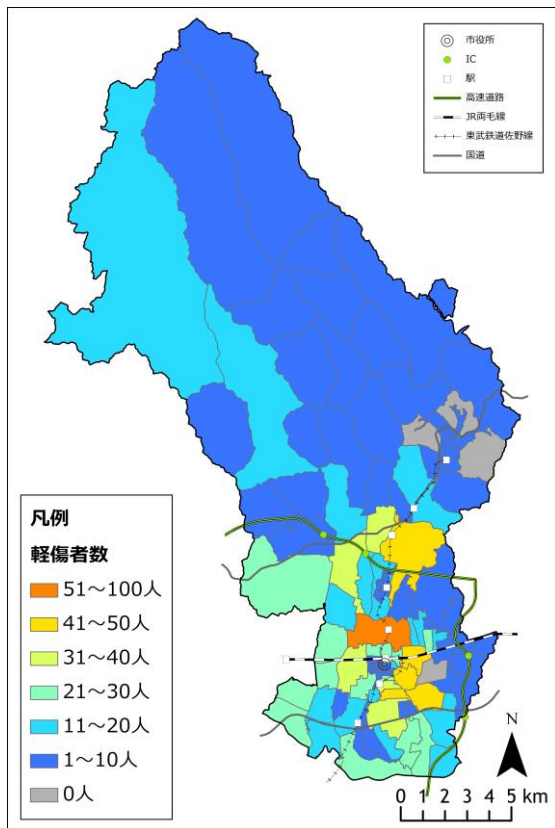


図 軽傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬 18 時平均 (7m/s))

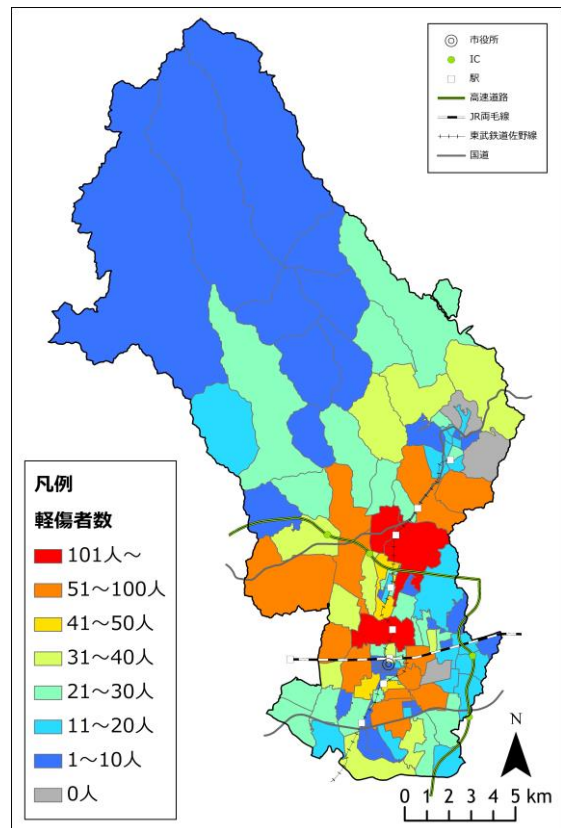


図 軽傷者数

(佐野市直下地震 冬 18 時平均 (7m/s))

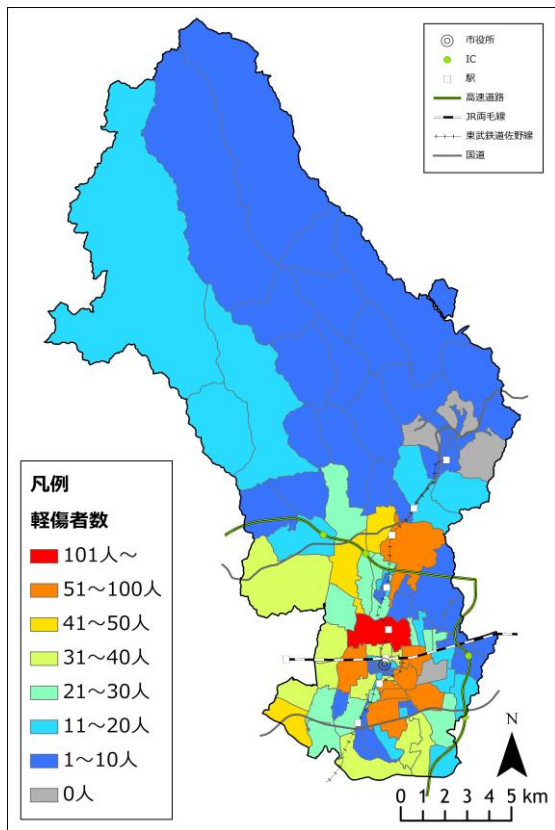


図 軽傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬深夜強風 (10m/s))

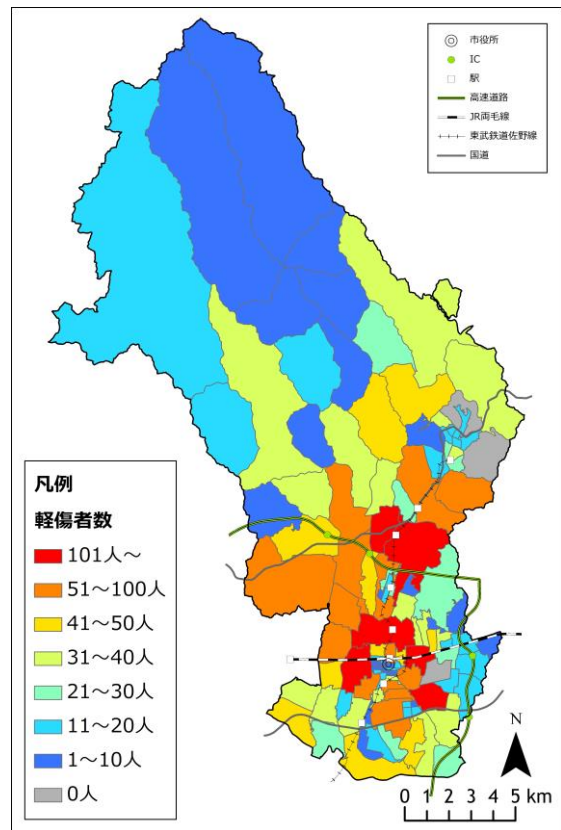


図 軽傷者数

(佐野市直下地震 冬深夜強風 (10m/s))

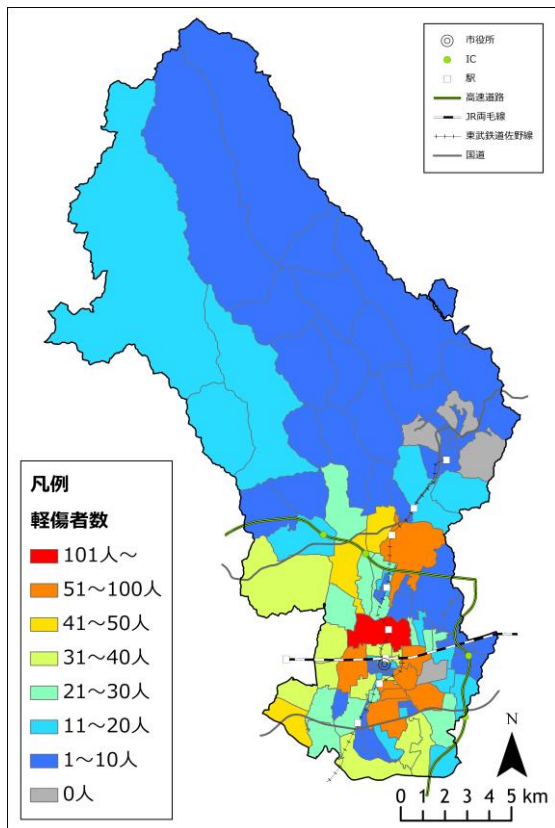


図 軽傷者数

(深谷断層帯・綾瀬川断層 冬深夜平均 (7m/s))

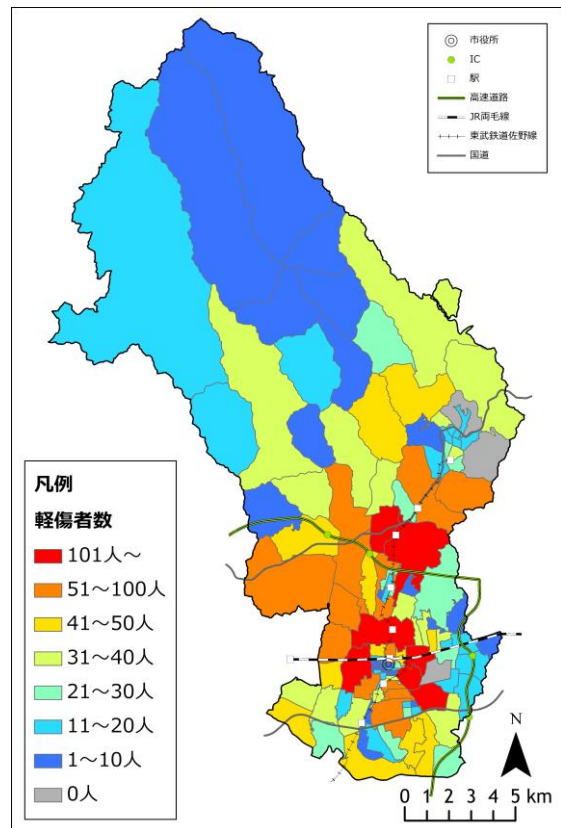


図 軽傷者数

(佐野市直下地震 冬深夜平均 (7m/s))

6. ライフライン被害予測

6.1 上水道

6.1.1 予測手法

上水道の被害予測は、栃木県（2013）を参考に、停電による浄水場の機能停止及び揺れ（管路被害）による断水人口を算出した。

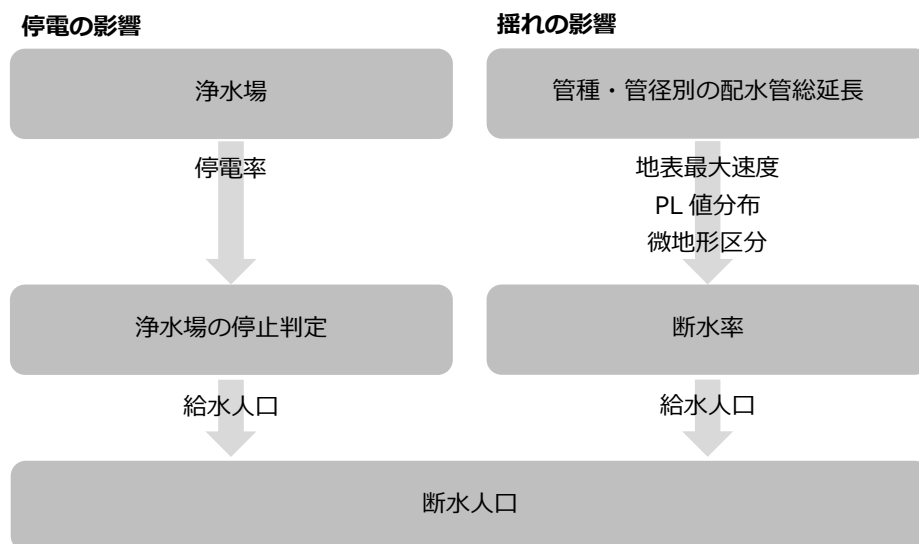


図 断水人口の算定フロー

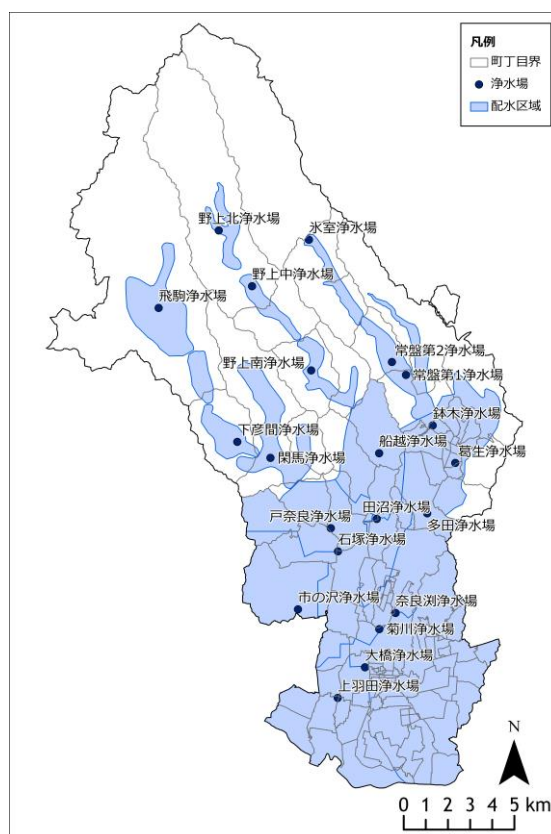


図 佐野市給水区域図（第2次佐野市水道ビジョン（佐野市、2022）を参考に作成）

(1) 停電の影響（施設被害）

浄水場の停電は、電力系統が町丁目面積の 50%以上の広範囲にわたって停電した場合にその影響を受けると仮定し、停電期間中は浄水場が停止するものとする。浄水場の配水先は、各浄水場が位置する給水区域と仮定する。

停電による停止は、電力の供給率復旧曲線に合わせて復旧するものとする。

$$\text{停電による断水人口} = \text{停電率} \times (\text{給水人口} - \text{配水管被害による断水人口})$$

(2) 揺れの影響（管路被害）

揺れの影響は、管種・管径別の被害率を用いて管路被害を算定する。給水人口は、各町丁目の人口の 98.6%（佐野市水道事業経営戦略、2021）と仮定した。

$$\text{揺れによる断水人口} = (\text{断水率}) \times (\text{給水人口})$$

$$\text{断水率} = 1 \div \{ 1 + 0.00789 \times (\text{配水管被害率})^{-2.801} \}$$

$$\text{配水管被害率} = (\text{被害箇所数}) / (\text{管路長})$$

$$\text{被害箇所数} = C_g \cdot C_d \cdot C_p \cdot C_l \cdot R \cdot L$$

- C_g : 地盤補正係数
- C_d : 口径補正係数
- C_p : 管種補正係数
- C_l : 液状化補正係数
- R : 標準被害率（箇所/km）
- L : 管路長（km）

$$R = C \Phi(\ln v - \lambda) / \zeta$$

- C, λ, ζ : 標準被害率曲線の回帰定数
- v : 地表最大速度（cm/s）

表 上水道管の標準被害率曲線の回帰定数

管種	C	λ	ζ
CIP・VP・その他	2.06	5.00	0.860
DIP（ダクタイル鉄管）	4.99	6.04	0.864

表 地盤補正係数 C_g

地形区分	微地形分類	地形補正係数
良質地盤	山地	0.4
	山麓地	
	丘陵	
	火山地	
	火山山麓地	
	火山性丘陵	
	岩石台地	
	砂礫質台地	
	岩礁・磯	
	河川敷	
沖積平地	扇状地	1.0
	自然堤防	
	後背湿地	
	旧河道	
	三角洲・海岸低地	
	砂州・砂礫州	
	砂丘	
	砂州・砂丘間低地	
	干拓地	
	埋立地	
谷・旧水部	谷底低地	3.2
	河川・水路	
	湖沼	
段丘	ローム台地	1.5

表 口径補正係数 C_d

管径	管種補正係数
～75mm	1.6
100～150mm	1.0
200～450mm	0.8
500mm～	0.5

表 管種補正係数 C_p

管種	管種補正係数
ACP（石綿セメント管）	1.2
CIP（鋳鉄管）	1.0
VP（塩化ビニル管）	1.0
SGP（ねじ鋼管）	2.0
SP（溶接鋼管）	0.3
PEP（ポリエチレン管）	0.1
CP（コンクリート管）	1.0
LP（鉛管）	1.0
OP（その他管）	1.0

※丸山・山崎（2009）²⁵を参考に、DIP（ダクタイル鋳鉄管）に関しては管種補正係数をかけず、標準被害率曲線を直接用いることとする。また、耐震管には直接被害が生じないものと仮定する。

表 液状化補正係数 C_l

PL 値	液状化補正係
$0 < PL \leq 5$	1.0
$5 < PL \leq 15$	2.0
$15 < PL$	2.4

6.1.2 予測手法（復旧）

供給率復旧曲線は、東京大学地震研究所ら（2012）²⁶に示される 1995 年兵庫県南部地震の被災事例に基づくモデルを用いて算定した。

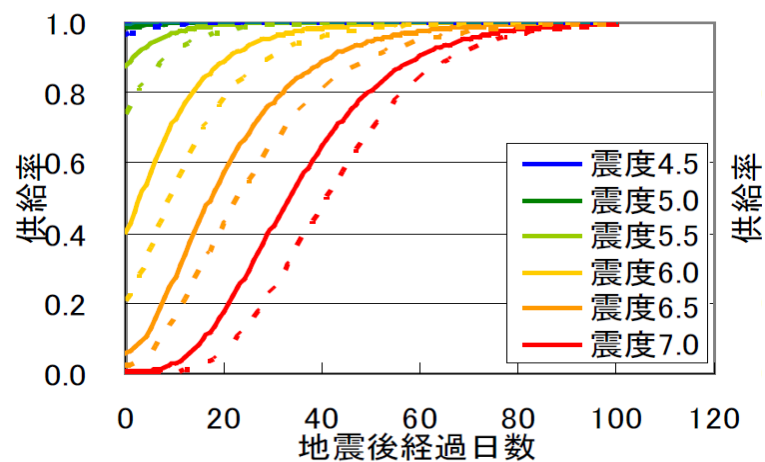


図 上水道の供給率復旧曲線(破線：オリジナル、実線：改良モデル)

²⁵ 丸山・山崎（2009）：近年の地震データを考慮したマクロな配水管被害予測式

²⁶ 東京大学地震研究所ら（2012）：文部科学省委託研究 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト 総括成果報告書

6.1.3 予測結果

表 上水道機能支障（深谷断層帯・綾瀬川断層） 単位：人

地区	給水人口	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		断水人口	断水率	断水人口	断水率	断水人口	断水率	断水人口	断水率	断水人口	断水率
佐野	80,309	71,333	88.8%	70,119	87.3%	67,827	84.5%	61,822	77.0%	24,735	30.8%
田沼	25,843	22,618	87.5%	22,219	86.0%	21,431	82.9%	19,199	74.3%	6,510	25.2%
葛生	7,922	5,621	71.0%	5,423	68.4%	5,055	63.8%	4,182	52.8%	939	11.9%
計	114,074	99,572	87.3%	97,761	85.7%	94,313	82.7%	85,203	74.7%	32,184	28.2%

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

表 上水道機能支障（佐野市直下地震） 単位：人

地区	給水人口	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		断水人口	断水率	断水人口	断水率	断水人口	断水率	断水人口	断水率	断水人口	断水率
佐野	80,309	80,148	99.8%	79,452	98.9%	78,914	98.3%	77,402	96.4%	42,605	53.1%
田沼	25,843	24,558	95.0%	24,445	94.6%	24,230	93.8%	23,711	91.7%	13,133	50.8%
葛生	7,922	7,793	98.4%	7,739	97.7%	7,670	96.8%	7,487	94.5%	4,069	51.4%
計	114,074	112,498	98.6%	111,637	97.9%	110,814	97.1%	108,600	95.2%	59,807	52.4%

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

6.2 下水道

6.2.1 予測手法

下水道の被害予測は、栃木県（2013）を参考に、停電、揺れ・液状化による機能支障人口を算出した。

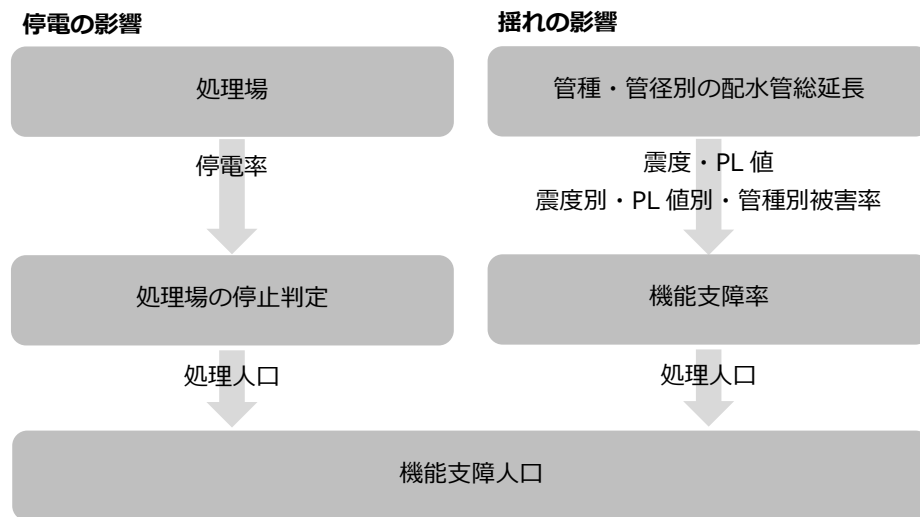


図 下水道機能支障人口の算定フロー

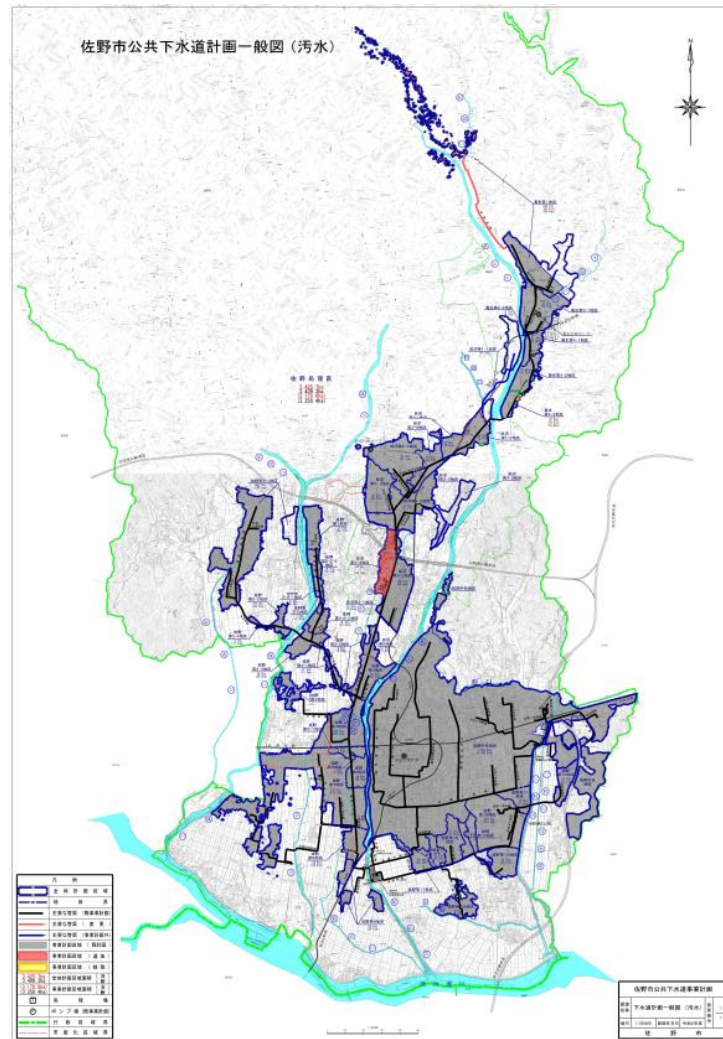


図 佐野市公共下水道計画一般図（佐野市ホームページより）

（１）停電の影響（施設被害）

処理場の停電は、電力系統が町丁目面積の 50%以上の広範囲にわたって停電した場合にその影響を受けると仮定し、停電期間中は処理場が停止するものとする。対象は佐野水処理センターとする。

機能支障人口 = 機能停止処理場の処理人口

（２）揺れ・液状化の影響（管路被害）

揺れ・液状化の影響は、震度別 PL 値別の管種別被害率を用いて、管路被害を算定する。

機能支障人口 = (処理人口) × (機能支障率)

機能支障率 = (管渠被害延長) / (管渠延長)

管渠被害延長 = (管種別管渠延長) × (管種別被害率)

表 管種別被害率

管種	震度階級		5 弱	5 強	6 弱	6 強	7
	液状化						
塩ビ管・陶管	PL 値	すべて	19.0%	30.8%	39.3%	48.6%	57.0%
その他の管	PL 値	15<PL	11.4%	17.4%	23.1%	28.0%	33.4%
		5<PL≤15	8.7%	13.6%	17.0%	20.8%	24.6%
		0<PL≤5	8.0%	12.6%	15.6%	19.1%	22.5%
		PL=0	7.6%	12.1%	14.6%	18.1%	21.2%

6.2.2 予測手法（復旧）

揺れ・液状化の影響による管渠被害の復旧は、上水道の復旧に合わせて実施されと考えられることから、復旧作業単位の設定は困難である。よって、下水道の復旧は中央防災会議（2006）を参考に、30 日で完了すると仮定し、地震発生 1 日後から等比級数的に回復すると仮定した。

6.2.3 予測結果

表 下水道機能支障（深谷断層帯・綾瀬川断層） 単位：人

地区	排水人口	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		支障人口	支障率	支障人口	支障率	支障人口	支障率	支障人口	支障率	支障人口	支障率
佐野	60,276	21,798	36.2%	10,916	18.1%	2,752	4.6%	188	0.3%	0	0.0%
田沼	14,664	4,730	32.3%	2,367	16.1%	596	4.1%	44	0.3%	0	0.0%
葛生	5,275	1,588	30.1%	795	15.1%	201	3.8%	15	0.3%	0	0.0%
計	80,214	28,116	35.1%	14,078	17.6%	3,548	4.4%	248	0.3%	0	0.0%

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

表 下水道機能支障（佐野市直下地震） 単位：人

地区	排水人口	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		支障人口	支障率	支障人口	支障率	支障人口	支障率	支障人口	支障率	支障人口	支障率
佐野	60,276	60,276	100.0%	12,951	21.5%	3,260	5.4%	235	0.4%	0	0.0%
田沼	14,664	14,664	100.0%	2,976	20.3%	746	5.1%	59	0.4%	0	0.0%
葛生	5,275	5,275	100.0%	1,028	19.5%	259	4.9%	20	0.4%	0	0.0%
計	80,214	80,214	100.0%	16,955	21.1%	4,265	5.3%	313	0.4%	0	0.0%

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

6.3 電力

6.3.1 予測手法（被害）

電力の被害想定は、栃木県（2013）を参考に、「火災延焼による建物焼失棟数率」、「建物全壊及び揺れによる電柱折損率」から停電軒数を算定した。

地中設備については、架空に比べ延長が短く、損壊率も小さいので、停電影響の検討対象としていない。

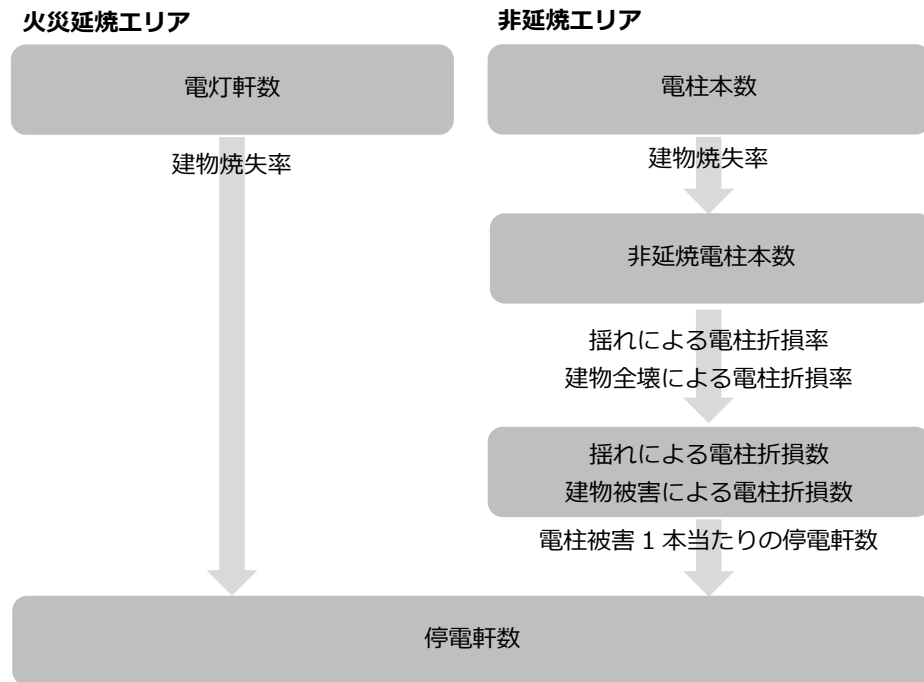


図 停電軒数の算定フロー

（１）火災延焼エリアの停電

火災延焼エリアでの停電軒数は、地震火災による建物焼失棟数率を電灯軒数に掛け合わせて算出した。

$$\text{停電軒数} = (\text{電灯軒数}) \times (\text{火災延焼による建物焼失棟数率})$$

$$\text{火災延焼による建物焼失棟数率} = (\text{焼失棟数}) / (\text{全建物棟数})$$

(2) 非延焼エリアの停電

非延焼エリアでの停電軒数は、揺れによる電柱被害本数(a)、建物全壊による電柱被害本数(b)を算出し、停電軒数を算出した。

$$\text{停電軒数} = (\text{電柱被害本数}) \times (\text{電柱被害一本当たりの停電軒数})$$

$$\text{電柱被害一本当たりの停電軒数} = (\text{電灯軒数}) / (\text{電柱本数}) \times 10.975$$

(a)揺れによる電柱被害

$$\text{電柱被害本数} = (\text{電柱本数}) \times (\text{揺れによる電柱折損率})$$

表 揺れによる電柱折損率

震度階級	揺れによる電柱折損率 (%)
震度 5 弱、5 強	0.00005
震度 6 弱、6 強	0.056
震度 7	0.8

(b)建物倒壊による電柱被害

$$\text{電柱被害本数} = (\text{電柱本数}) \times (\text{建物全壊による電柱折損率})$$

$$\text{建物全壊による電柱折損率} = 0.17155 \times (\text{木造建物の全壊率})$$

$$\text{木造建物の全壊率} = (\text{木造全壊棟数}) / (\text{木造建物棟数})$$

6.3.2 予測手法（復旧）

電力供給率復旧曲線は、東大地震研究所ら（2012）に示される 1995 年兵庫県南部地震の被災事例に基づくモデルを用いて算定した。

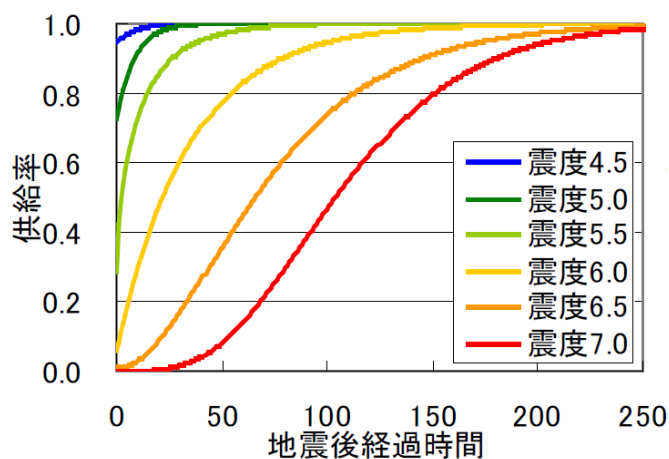


図 電力の供給率復旧曲線

6.3.3 予測結果

表 停電影響軒数（深谷断層帯・綾瀬川断層） 単位：軒

<夏 12 時強風（10m/s）>

地区	電灯軒数	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率
佐野	39,348	8,317	21.1%	906	2.3%	56	0.1%	0	0.0%	0	0.0%
田沼	15,947	370	2.3%	30	0.2%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
葛生	6,511	50	0.8%	3	0.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
計	61,806	8,737	14.1%	939	1.5%	56	0.1%	0	0.0%	0	0.0%

<夏 12 時平均風速（6m/s）>

地区	電灯軒数	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率
佐野	39,348	8,198	20.8%	892	2.3%	54	0.1%	0	0.0%	0	0.0%
田沼	15,947	370	2.3%	30	0.2%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
葛生	6,511	50	0.8%	3	0.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
計	61,806	8,618	13.9%	926	1.5%	54	0.1%	0	0.0%	0	0.0%

<冬 18 時強風（10m/s）>

地区	電灯軒数	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率
佐野	39,348	8,816	22.4%	961	2.4%	58	0.1%	0	0.0%	0	0.0%
田沼	15,947	383	2.4%	31	0.2%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
葛生	6,511	50	0.8%	3	0.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
計	61,806	9,250	15.0%	995	1.6%	58	0.1%	0	0.0%	0	0.0%

<冬 18 時平均風速（7m/s）>

地区	電灯軒数	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率
佐野	39,348	8,513	21.6%	927	2.4%	56	0.1%	0	0.0%	0	0.0%
田沼	15,947	375	2.3%	31	0.2%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
葛生	6,511	50	0.8%	3	0.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
計	61,806	8,937	14.5%	961	1.6%	56	0.1%	0	0.0%	0	0.0%

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

<冬深夜強風（10m/s）>

地区	電灯軒数	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率
佐野	39,348	8,267	21.0%	900	2.3%	56	0.1%	0	0.0%	0	0.0%
田沼	15,947	370	2.3%	30	0.2%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
葛生	6,511	49	0.8%	3	0.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
計	61,806	8,686	14.1%	933	1.5%	56	0.1%	0	0.0%	0	0.0%

<冬深夜風速（7m/s）>

地区	電灯軒数	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率
佐野	39,348	8,191	20.8%	892	2.3%	54	0.1%	0	0.0%	0	0.0%
田沼	15,947	370	2.3%	30	0.2%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
葛生	6,511	49	0.8%	3	0.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
計	61,806	8,611	13.9%	926	1.5%	54	0.1%	0	0.0%	0	0.0%

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

表 停電影響人口（佐野市直下地震）単位：軒

<夏 12 時強風（10m/s）>

地区	電灯軒数	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率
佐野	39,348	25,421	64.6%	11,042	28.1%	4,373	11.1%	522	1.3%	0	0.0%
田沼	15,947	5,095	31.9%	651	4.1%	51	0.3%	0	0.0%	0	0.0%
葛生	6,511	1,585	24.3%	197	3.0%	17	0.3%	0	0.0%	0	0.0%
計	61,806	32,101	51.9%	11,891	19.2%	4,441	7.2%	523	0.8%	0	0.0%

<夏 12 時平均風速（6m/s）>

地区	電灯軒数	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率
佐野	39,348	25,216	64.1%	10,905	27.7%	4,336	11.0%	521	1.3%	0	0.0%
田沼	15,947	5,034	31.6%	638	4.0%	51	0.3%	0	0.0%	0	0.0%
葛生	6,511	1,572	24.2%	195	3.0%	17	0.3%	0	0.0%	0	0.0%
計	61,806	31,822	51.5%	11,738	19.0%	4,404	7.1%	522	0.8%	0	0.0%

<冬 18 時強風（10m/s）>

地区	電灯軒数	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率
佐野	39,348	26,047	66.2%	11,454	29.1%	4,489	11.4%	529	1.3%	0	0.0%
田沼	15,947	5,259	33.0%	683	4.3%	56	0.4%	0	0.0%	0	0.0%
葛生	6,511	1,617	24.8%	206	3.2%	19	0.3%	0	0.0%	0	0.0%
計	61,806	32,923	53.3%	12,343	20.0%	4,564	7.4%	529	0.9%	0	0.0%

<冬 18 時平均風速（7m/s）>

地区	電灯軒数	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率
佐野	39,348	25,630	65.1%	11,174	28.4%	4,407	11.2%	524	1.3%	0	0.0%
田沼	15,947	5,143	32.3%	659	4.1%	52	0.3%	0	0.0%	0	0.0%
葛生	6,511	1,594	24.5%	199	3.1%	17	0.3%	0	0.0%	0	0.0%
計	61,806	32,367	52.4%	12,032	19.5%	4,476	7.2%	524	0.8%	0	0.0%

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

<冬深夜強風（10m/s）>

地区	電灯軒数	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率
佐野	39,348	25,296	64.3%	10,960	27.9%	4,348	11.0%	521	1.3%	0	0.0%
田沼	15,947	5,069	31.8%	643	4.0%	51	0.3%	0	0.0%	0	0.0%
葛生	6,511	1,580	24.3%	196	3.0%	17	0.3%	0	0.0%	0	0.0%
計	61,806	31,945	51.7%	11,799	19.1%	4,416	7.1%	522	0.8%	0	0.0%

<冬深夜風速（7m/s）>

地区	電灯軒数	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率	停電軒数	停電率
佐野	39,348	25,186	64.0%	10,887	27.7%	4,329	11.0%	520	1.3%	0	0.0%
田沼	15,947	5,030	31.5%	638	4.0%	51	0.3%	0	0.0%	0	0.0%
葛生	6,511	1,572	24.1%	195	3.0%	17	0.3%	0	0.0%	0	0.0%
計	61,806	31,788	51.4%	11,721	19.0%	4,397	7.1%	520	0.8%	0	0.0%

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

6.4 ガス

6.4.1 予測手法（被害）

ガス被害は、栃木県（2013）と同様に、都市ガス及びLPガスを対象に算出する。

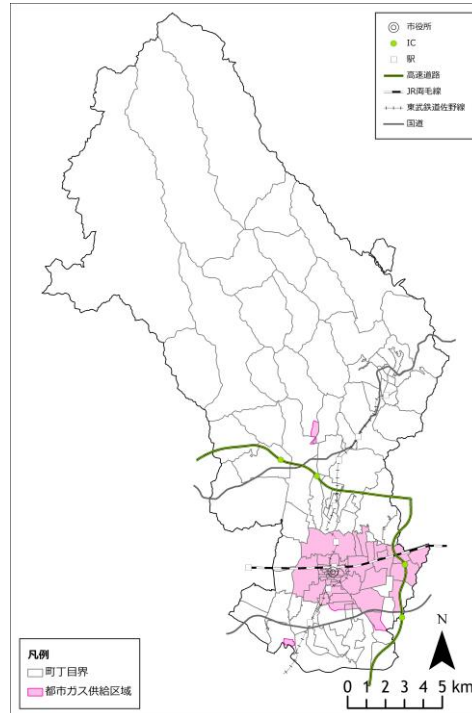


図 佐野市都市ガス供給区域（佐野ガス株式会社提供資料より作成）

（1）都市ガス

都市ガス被害は、ガス事業者による安全措置としての供給停止を考慮し、SI 値 60kine の停止判定から供給停止戸数を算出する。都市ガス供給戸数は佐野市統計書（佐野市、2021）より、7,953 戸であり、本調査では 7,953 世帯と仮定する。なお、本調査では製造設備の停電は考慮しない。

供給停止戸数 = 需要家数 × SI 値 60kine の停止判定

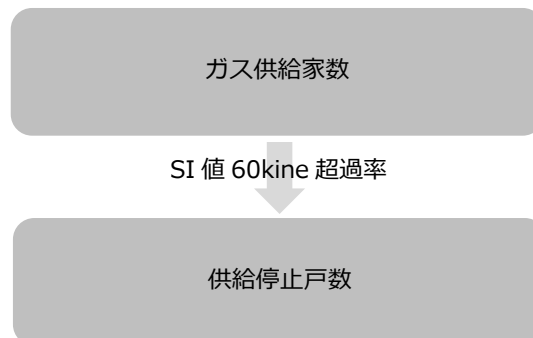


図 都市ガス供給停止戸数の算定フロー

(2) LP ガス

LP ガス被害は、栃木県（2013）を参考に、ガス漏洩の被害を算定する。ただし、都市ガス供給建物以外のすべての建物で LP ガスを使用しており、ガスボンベは重量別に同じ数存在すると仮定する。

$$\text{ガス漏れ戸数} = \text{震度別ガス漏洩率} \times \text{LP ガス消費者戸数}$$

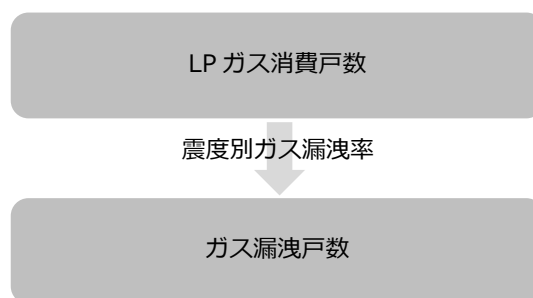


図 LP ガス漏洩戸数の算定フロー

表 LP ガスボンベ重量別漏洩率（関沢ら、2003）²⁷

ガスボンベ 重量	計測震度			
	～5.5 未満	5.5～6.0 未満	6.0～6.5 未満	6.5 以上～
10キロ	0.000	0.000	0.356	0.356
20キロ	0.000	0.048	0.096	0.321
50キロ	0.000	0.010	0.013	0.021

6.4.2 予測手法（復旧）

供給率復旧曲線は、東京大学地震研究所ら（2012）に示される 1995 年兵庫県南部地震の被災事例に基づくモデルを用いて算定する。

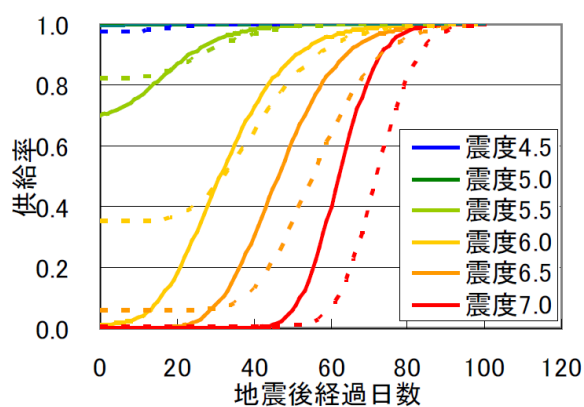


図 ガスの供給率復旧曲線(破線：オリジナル、実線：改良モデル)

²⁷ 関沢ら（2003）：地方自治体の災害対策本部における応急対応支援システムの開発

6.4.3 予測結果

表 都市ガス支障戸数（深谷断層帯・綾瀬川断層） 単位：戸

地区	都市ガス 供給戸数	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		支障戸数	支障率	支障戸数	支障率	支障戸数	支障率	支障戸数	支障率	支障戸数	支障率
佐野	7,947	7,098	89.3%	7,066	88.9%	7,029	88.4%	6,935	87.3%	3,715	46.7%
田沼	6	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
葛生	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
計	7,953	7,098	89.3%	7,066	88.8%	7,029	88.4%	6,935	87.2%	3,715	46.7%

表 LP ガス支障戸数（深谷断層帯・綾瀬川断層） 単位：戸

地区	LP ガス供給戸数	ガス漏れ戸数	支障率
佐野	29,458	3,112	10.6%
田沼	11,328	135	1.2%
葛生	3,744	25	0.7%
計	44,530	3,271	7.3%

表 都市ガス支障戸数（佐野市直下地震） 単位：戸

地区	都市ガス 供給戸数	直後		1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		支障戸数	支障率	支障戸数	支障率	支障戸数	支障率	支障戸数	支障率	支障戸数	支障率
佐野	7,947	7,531	94.8%	7,498	94.3%	7,463	93.9%	7,374	92.8%	3,996	50.3%
田沼	6	6	100.0%	6	99.6%	5	99.2%	5	98.2%	3	54.0%
葛生	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
計	7,953	7,537	94.8%	7,504	94.4%	7,468	93.9%	7,379	92.8%	3,999	50.3%

表 LP ガス支障戸数（佐野市直下地震） 単位：戸

地区	LP ガス供給戸数	ガス漏れ戸数	支障率
佐野	29,458	5,511	18.7%
田沼	11,328	1,129	10.0%
葛生	3,744	315	8.4%
計	44,530	6,955	15.6%

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

6.5 電話

6.5.1 予測手法

通信被害は、栃木県（2013）と同様に、揺れや液状化、火災による電柱の損害や停電の影響を考慮して固定電話と携帯電話の不通状況として算出する。

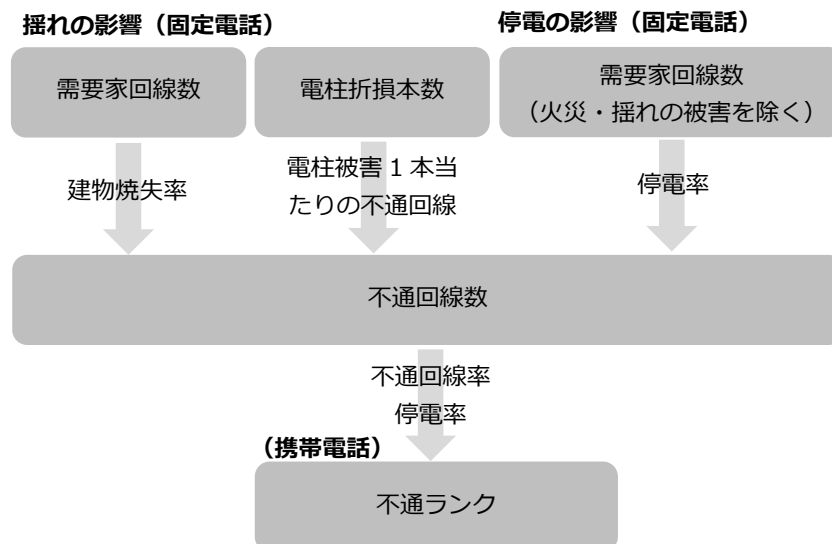


図 不通回線数等の算定フロー

（１）固定電話の被害（揺れの影響）

＜火災延焼エリア不通回線数＞

火災延焼エリアでの不通回線数は、火災による建物被害で設定された火災延焼による建物焼失棟数率を需要家回線数に掛け合わせることで算定する。

＜非延焼エリア不通回線数＞

火災による影響は、交換機と需要家端末がほぼ同一地域にあり、交換機設置環境を考慮した場合、屋外設備（架空ケーブル）被害の影響の方が大きいと考えられる。そのため、非延焼エリアでの不通回線数は、「揺れ」、「建物全壊」による電柱被害によるものとし、建物被害及び揺れによる電柱折損数により算定する。電柱被害本数は電力と同じとする。

不通回線数 = 電柱被害本数 × 電柱被害 1 本当たりの不通回線数

電柱被害 1 本当たりの不通回線数 = 0.36 × 需要家回線数 / 電柱本数

※佐野市の電話加入数は、18,032 台である（佐野市統計書（佐野市、2021）より）。

(2) 固定電話の被害（停電の影響）

停電の影響は、固定電話が給電を要するため、非常用発電機を有する交換機と比較した場合、停電の影響は需要家端末のほうが大きいと考えられる。そのため、電力における停電の被害算定結果を用いて、停電による不通回線数を算定する。

$$\text{停電の影響による不通回線数} = \text{停電率} \times \text{通信可能回線数（火災・揺れの被害なし）}$$

(3) 携帯電話の被害

携帯電話は、中央防災会議（2006）を参考に、固定電話の不通回線率と停電の影響を考慮して携帯電話不通ランクを算定する。

停電により基地局の機能が停止する場合があるため、固定電話回線の被害算定結果として得られた不通回線率（固定電話回線数に対する不通回線数の割合）に加え、電力の被害算定結果として得られた停電率を用いて携帯電話が不通となる可能性をエリアごと4段階で評価する。

表 携帯電話不通ランクの判定基準

不通ランク	状態	判定基準
A	非常につながりにくい	停電率・不通回線率の少なくとも一方が 50%超
B	つながりにくい	停電率・不通回線率の少なくとも一方が 40%超
C	ややつながりにくい	停電率・不通回線率の少なくとも一方が 30%超
D	ランク A、B、C 以外	停電率・不通回線率のいずれも 30%未満

6.5.2 予測結果

表 通信停止影響戸数（深谷断層帯・綾瀬川断層） 単位：（固定電話）回線

<夏 12 時強風（10m/s）>

地区	需要家回線数	固定電話		携帯電話
		不通回線数	不通率	不通ランク
佐野	12,852	2,155	16.8%	D
田沼	3,894	100	2.6%	D
葛生	1,286	12	1.0%	D
計	18,032	2,267	12.6%	D

<夏 12 時平均風速（6m/s）>

地区	需要家回線数	固定電話		携帯電話
		不通回線数	不通率	不通ランク
佐野	12,852	2,036	15.8%	D
田沼	3,894	100	2.6%	D
葛生	1,286	12	1.0%	D
計	18,032	2,149	11.9%	D

<冬 18 時強風（10m/s）>

地区	需要家回線数	固定電話		携帯電話
		不通回線数	不通率	不通ランク
佐野	12,852	2,711	21.1%	D
田沼	3,894	110	2.8%	D
葛生	1,286	13	1.0%	D
計	18,032	2,834	15.7%	D

<冬 18 時平均風速（7m/s）>

地区	需要家回線数	固定電話		携帯電話
		不通回線数	不通率	不通ランク
佐野	12,852	2,391	18.6%	D
田沼	3,894	103	2.6%	D
葛生	1,286	13	1.0%	D
計	18,032	2,507	13.9%	D

<冬深夜強風（10m/s）>

地区	需要家回線数	固定電話		携帯電話
		不通回線数	不通率	不通ランク
佐野	12,852	2,113	16.4%	D
田沼	3,894	100	2.6%	D
葛生	1,286	12	1.0%	D
計	18,032	2,225	12.3%	D

<冬深夜平均風速（7m/s）>

地区	需要家回線数	固定電話		携帯電話
		不通回線数	不通率	不通ランク
佐野	12,852	2,034	15.8%	D
田沼	3,894	100	2.6%	D
葛生	1,286	12	1.0%	D
計	18,032	2,146	11.9%	D

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

表 通信停止影響戸数 佐野市直下地震 単位：(固定電話) 回線

<夏 12 時強風 (10m/s) >

地区	需要家回線数	固定電話		携帯電話
		不通回線数	不通率	不通ランク
佐野	12,852	8,682	67.6%	A
田沼	3,894	1,535	39.4%	C
葛生	1,286	449	34.9%	C
計	18,032	10,666	59.2%	A

<夏 12 時平均風速 (6m/s) >

地区	需要家回線数	固定電話		携帯電話
		不通回線数	不通率	不通ランク
佐野	12,852	8,475	65.9%	A
田沼	3,894	1,490	38.3%	C
葛生	1,286	441	34.3%	C
計	18,032	10,406	57.7%	A

<冬 18 時強風 (10m/s) >

地区	需要家回線数	固定電話		携帯電話
		不通回線数	不通率	不通ランク
佐野	12,852	9,291	72.3%	A
田沼	3,894	1,653	42.5%	B
葛生	1,286	470	36.5%	C
計	18,032	11,414	63.3%	A

<冬 18 時平均風速 (7m/s) >

地区	需要家回線数	固定電話		携帯電話
		不通回線数	不通率	不通ランク
佐野	12,852	8,900	69.2%	A
田沼	3,894	1,571	40.3%	B
葛生	1,286	455	35.4%	C
計	18,032	10,925	60.6%	A

<冬深夜強風 (10m/s) >

地区	需要家回線数	固定電話		携帯電話
		不通回線数	不通率	不通ランク
佐野	12,852	8,566	66.7%	A
田沼	3,894	1,516	38.9%	C
葛生	1,286	446	34.7%	C
計	18,032	10,528	58.4%	A

<冬深夜平均風速 (7m/s) >

地区	需要家回線数	固定電話		携帯電話
		不通回線数	不通率	不通ランク
佐野	12,852	8,450	65.7%	A
田沼	3,894	1,488	38.2%	C
葛生	1,286	441	34.3%	C
計	18,032	10,379	57.6%	A

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

7. 交通被害予測

7.1 道路

7.1.1 予測手法

道路被害は、栃木県（2013）と同様に、揺れによる被害を算定する。道路延長は、地図上での実測値を使用した（国土数値情報、佐野市提供資料より）。

$$\text{被害箇所数} = \text{震度別道路延長 (km)} \times \text{道路被害率 (箇所/km)}$$

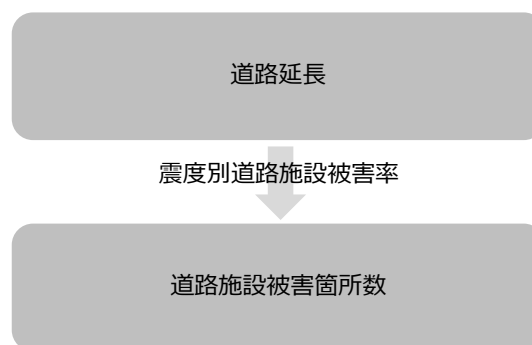


図 道路施設被害箇所数の算定フロー

表 道路被害率

震度	被害率（箇所/km）	
	直轄国道	補助国道・県道・市町道
震度 4 以下	-	-
震度 5 弱	0.035	0.016
震度 5 強	0.11	0.049
震度 6 弱	0.16	0.071
震度 6 強	0.17	0.076
震度 7	0.48	0.21

表 佐野市の道路（佐野市統計書、2021）

種別	路線数
国道	2
県道	31
市道	3,090
計	3,123

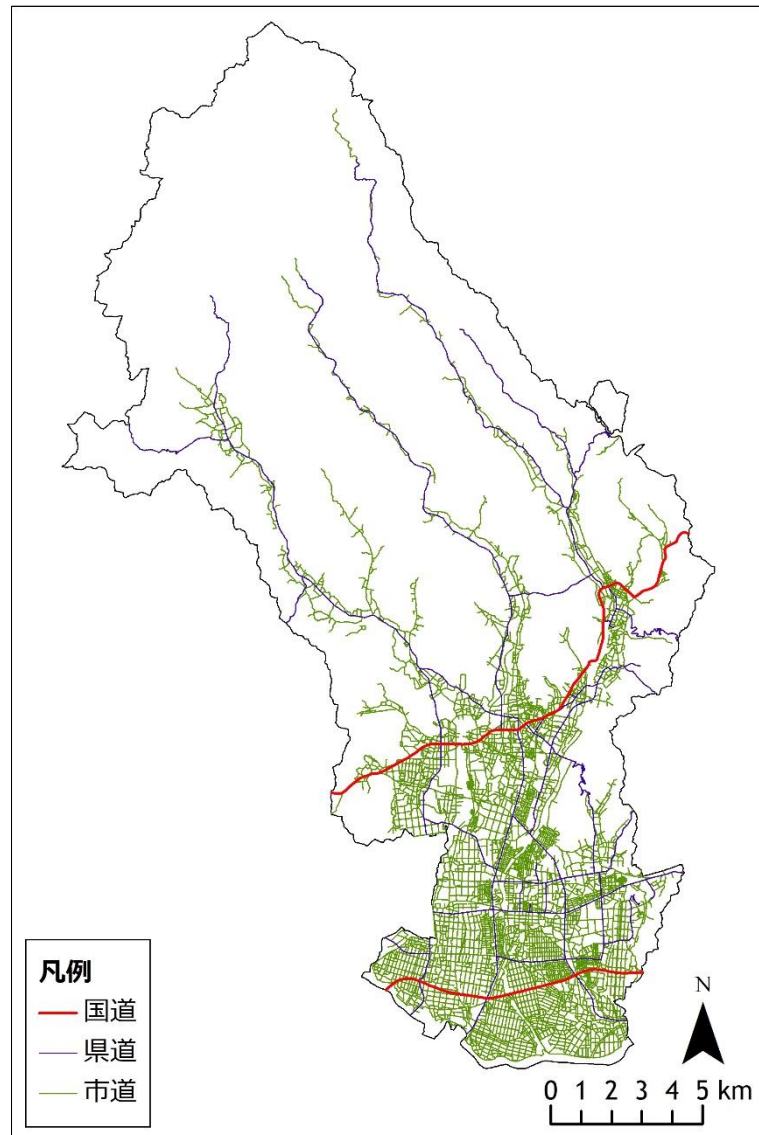


図 佐野市道路現況図

7.1.2 予測結果

表 被害箇所数（深谷断層帯・綾瀬川断層）

種別	被害箇所数
国道	2
県道	5
市道	59
計	67

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

表 被害箇所数（佐野市直下地震）

種別	被害箇所数
国道	4
県道	8
市道	78
計	90

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

7.2 橋梁

7.2.1 予測手法

橋梁の被害は、道路施設の所在地における SI 値に応じた被害率とする。

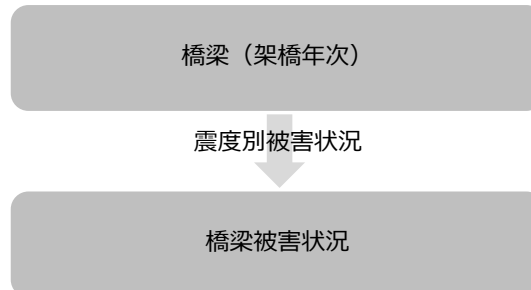


図 橋梁被害状況の算定フロー

表 佐野市の橋梁（全国道路施設点検データベース ～損傷マップ～（国土交通省））

管理者	橋梁数
高速道路会社	50
国	25
栃木県	177
佐野市	601
計	853

表 地震動強さ別の被害状況（日下部ら、2004）

示方書 SI 値	昭和 55 年以前	昭和 55 年	平成 2 年	平成 7 年	平成 8 年
10 以下	被害なし	被害なし	被害なし	被害なし	被害なし
10	軽微損傷	軽微損傷	軽微損傷	軽微損傷	軽微損傷
15	中規模被害				
30		中規模被害	中規模被害		
40					
45	大規模被害			中規模被害	中規模被害
65					
70	大規模被害	中規模被害	中規模被害		
75					
105		落橋・大被害	大規模被害	大規模被害	大規模被害
110					
115	落橋・大被害		大規模被害	大規模被害	
120					
190 以上		落橋・大被害	落橋・大被害		

表 橋梁被害の定義（日下部ら、2004）

被害程度	定義
落橋・大被害	倒壊。損傷変形が著しく大きい。鉄筋の破断等の損傷または変形が大きい。
大規模被害	鉄筋の一部の破断やはらみだし及び部分的なかぶりコンクリートの剥離や亀裂がみられる。
中規模被害	ひびわれの発生や局所的なかぶりコンクリートの剥離がみられる。
軽微損傷	損傷がないか、あっても耐荷力に影響のない極めて軽微なもの。

7.2.2 予測結果

表 被害箇所数（深谷断層帯・綾瀬川断層）

管理者	被害箇所数			
	軽微損傷	中規模被害	大規模被害	落橋・大被害
高速道路会社	28	19	3	0
国	10	11	4	0
栃木県	87	88	2	0
佐野市	528	73	0	0
計	653	191	9	0

表 被害箇所数（佐野市直下地震）

管理者	被害箇所数			
	軽微損傷	中規模被害	大規模被害	落橋・大被害
高速道路会社	5	26	17	2
国	0	13	8	4
栃木県	37	92	39	5
佐野市	241	355	0	0
計	283	486	64	11

7.3 鉄道

7.3.1 予測手法

(1) 鉄道

鉄道被害は、栃木県（2013）と同様に、揺れによる被害を算定する。鉄道延長は、地図上での実測値を採用した（国土数値情報より）。

$$\text{被害箇所数} = \text{震度別鉄道延長 (km)} \times \text{鉄道被害率 (箇所/km)}$$



図 鉄道被害の予測フロー

表 鉄道被害率

震度	被害率 (箇所/km)
震度 5 弱	0.26
震度 5 強	1.01
震度 6 弱	2.03
震度 6 強以上	2.8

表 佐野市の鉄道

運営会社	路線名
東日本旅客鉄道	両毛線
東武鉄道	佐野線

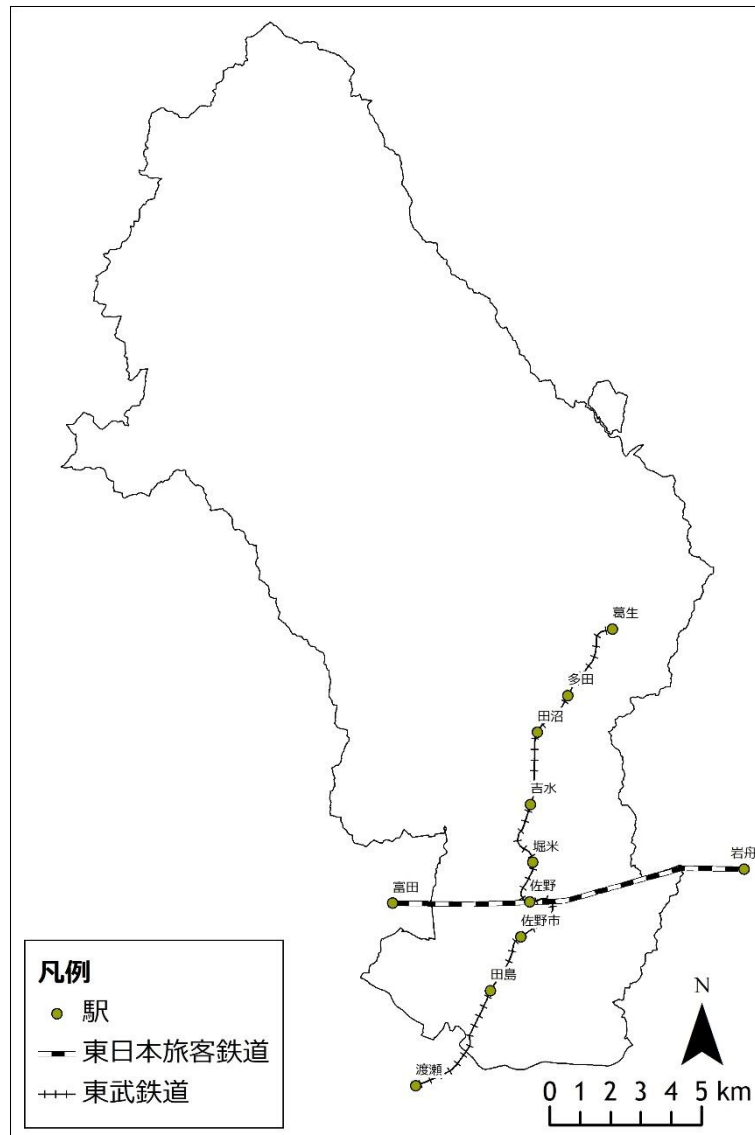


図 佐野市鉄道現況図

（２）鉄道橋梁

鉄道橋梁の被害は、中央防災会議（２０１３）の手法に基づき、橋梁の被害箇所数を算定する。東武鉄道の橋脚数は東武鉄道株式会社より提供を受け、東日本旅客鉄道の橋脚数は東武鉄道の平均値を採用した。

被害箇所数＝震度６強以上エリア内橋脚数×橋脚被害率（箇所/本）

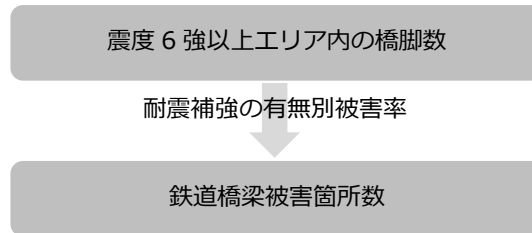


図 鉄道被害の予測フロー

表 橋脚被害率（運輸省鉄道局「よみがえる鉄路」より）

被害	震度	耐震強化前	耐震強化後
大被害（落橋・倒壊）の発生率（箇所/本）	６強以上	0.00293	0
中小被害（損傷・亀裂）の発生率（箇所/本）	６強以上	0.0315	0.0344

7.3.2 予測結果

(1) 鉄道

表 鉄道被害箇所数（深谷断層帯・綾瀬川断層）

運営会社	路線名	区間	被害箇所数
東日本旅客鉄道	両毛線	葛生～多田	1
		多田～田沼	1
		田沼～吉水	2
		吉水～堀米	3
		堀米～佐野	3
		佐野～佐野市	5
		佐野市～田島	4
		田島～（渡瀬）	5
東武鉄道	佐野線	（富田）～佐野	4
		佐野～（岩舟）	7
計			36

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある

表 鉄道被害箇所数（佐野市直下地震）

運営会社	路線名	区間	被害箇所数
東日本旅客鉄道	両毛線	葛生～多田	6
		多田～田沼	3
		田沼～吉水	5
		吉水～堀米	5
		堀米～佐野	4
		佐野～佐野市	7
		佐野市～田島	6
		田島～（渡瀬）	6
東武鉄道	佐野線	（富田）～佐野	7
		佐野～（岩舟）	12
計			61

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある

(2) 鉄道橋梁

表 鉄道橋脚被害率（深谷断層帯・綾瀬川断層）

種別	被害箇所数
大被害（落橋・倒壊）	0
中小被害（損傷・亀裂）	0

表 鉄道橋脚被害率（佐野市直下地震）

種別	被害箇所数
大被害（落橋・倒壊）	0.0293
中小被害（損傷・亀裂）	0.8998

8. 生活支障

8.1 避難者数

8.1.1 予測手法

避難者数は、建物被害やライフライン被害等を考慮し、各予測調査の結果から、発災後、1 日後、3 日後、1 週間後及び1 か月後における避難者数を算出した。また、避難所の収容人員と1 週間後の避難所避難者を比較し、避難所の不足量を算出した。

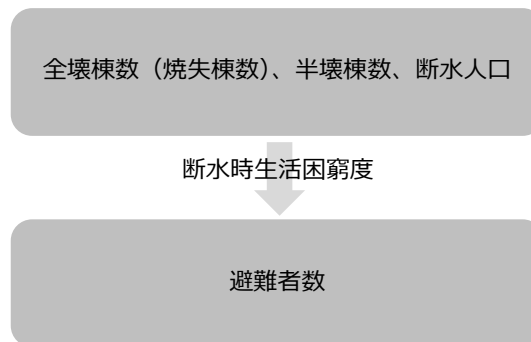


図 避難者数の算定フロー

$$\text{全避難者数} = \frac{(\text{全壊棟数} + 0.13 \times \text{半壊棟数}) \times 1 \text{ 棟当たりの平均人員} + \text{断水人口} \times \text{断水時生活困窮度}}{}$$

断水人口は、自宅建物被害を原因とする避難者を除く断水世帯人員を示す。

断水時生活困窮度は、自宅建物は大きな損傷をしていないが、断水が継続されることにより自宅で生活し続けることが困難となる度合を意味する。時間とともに数値は大きくなる。阪神・淡路大震災の事例によると、水が手に入れば自宅の被害がひどくない限りは自宅で生活しているため、半壊の人でも水道が復旧すると避難所から自宅に帰っており、逆に断水の場合には生活困窮度が増す。

生活困窮度の推移：（当日・1 日後）0.0⇒（1 週間後）0.25⇒（1 ヶ月後）0.90

※3 日後は線形補完により算出した値を使用。

また、阪神・淡路大震災の実績による被害の甚大性・広域性を考慮して、避難所避難者と避難所外避難者の割合を次のように想定する。

（避難所避難者：避難所外避難者）

=（当日～1 日後）60:40⇒（1 週間後）50:50⇒（1 ヶ月後）30：70

※3 日後は線形補完により算出した値を使用。

8.1.2 予測結果

表 避難者数（深谷断層帯・綾瀬川断層） 単位：人

<夏 12 時強風（10m/s）>

地区	人口	直後・1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外
佐野	81,271	4,349	2,900	7,056	5,396	10,733	10,733	8,302	19,371
田沼	26,143	353	235	1,322	1,011	2,633	2,633	1,865	4,351
葛生	8,193	55	37	287	220	559	559	274	639
計	115,607	4,757	3,171	8,665	6,626	13,925	13,925	10,440	24,361

<夏 12 時平均風速（6m/s）>

地区	人口	直後・1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外
佐野	81,271	4,078	2,718	6,817	5,213	10,548	10,548	8,200	19,133
田沼	26,143	353	235	1,322	1,011	2,633	2,633	1,865	4,351
葛生	8,193	55	37	287	220	559	559	274	639
計	115,607	4,485	2,990	8,426	6,444	13,740	13,740	10,338	24,123

<冬 18 時強風（10m/s）>

地区	人口	直後・1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外
佐野	81,271	5,632	3,755	8,184	6,259	11,605	11,605	8,788	20,506
田沼	26,143	373	249	1,340	1,025	2,646	2,646	1,872	4,368
葛生	8,193	56	37	288	220	560	560	274	640
計	115,607	6,061	4,041	9,813	7,504	14,812	14,812	10,934	25,514

<冬 18 時平均風速（7m/s）>

地区	人口	直後・1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外
佐野	81,271	4,885	3,256	7,527	5,756	11,098	11,098	8,506	19,847
田沼	26,143	359	239	1,328	1,015	2,637	2,637	1,867	4,356
葛生	8,193	55	37	287	220	560	560	274	640
計	115,607	5,299	3,533	9,142	6,991	14,294	14,294	10,647	24,843

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

<冬深夜強風（10m/s）>

地区	人口	直後・1日後		3日後		1週間後		1か月後	
		避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外
佐野	81,271	4,253	2,836	6,971	5,331	10,668	10,668	8,267	19,291
田沼	26,143	352	235	1,322	1,011	2,632	2,632	1,864	4,350
葛生	8,193	55	37	287	220	559	559	274	639
計	115,607	4,661	3,107	8,581	6,562	13,860	13,860	10,406	24,280

<冬深夜平均風速（7m/s）>

地区	人口	直後・1日後		3日後		1週間後		1か月後	
		避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外
佐野	81,271	4,072	2,715	6,812	5,209	10,545	10,545	8,199	19,131
田沼	26,143	352	235	1,322	1,011	2,632	2,632	1,864	4,350
葛生	8,193	55	37	287	220	559	559	274	639
計	115,607	4,480	2,986	8,421	6,440	13,737	13,737	10,337	24,120

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

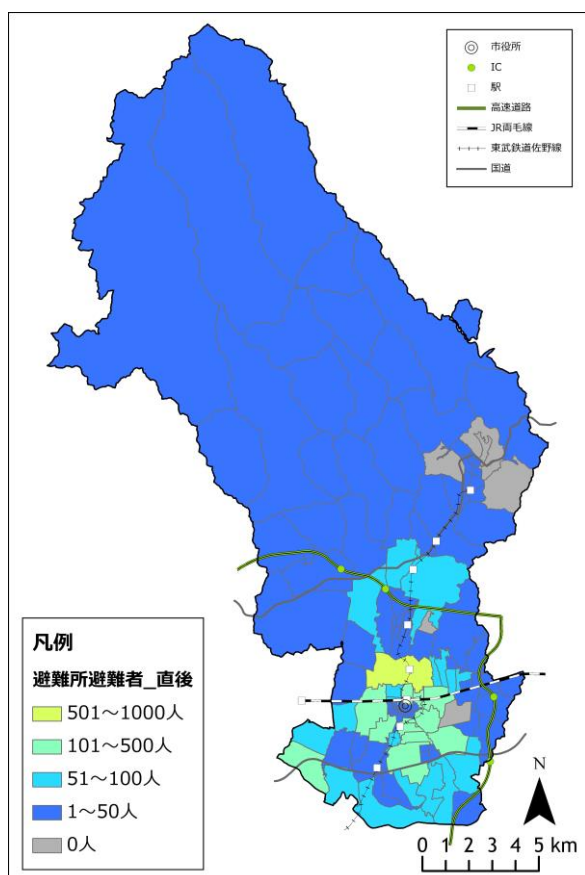


図 直後の避難所避難者_冬 18 時強風（10m/s）
（深谷断層帯・綾瀬川断層）

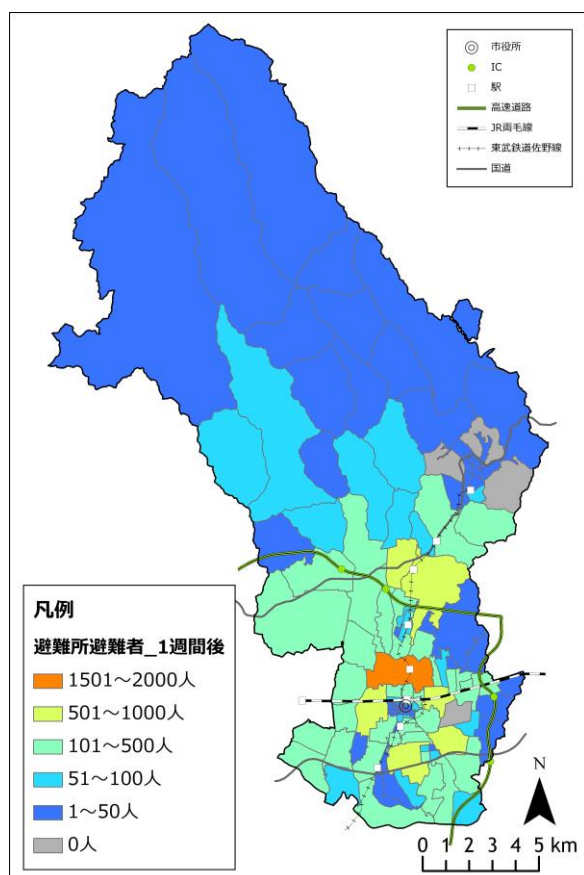


図 1週間後の避難所避難者_冬 18 時強風（10m/s）
（深谷断層帯・綾瀬川断層）

表 災害時避難所収容人員の過不足（深谷断層帯・綾瀬川断層） 単位：人

<夏 12 時強風（10m/s）>

地区	人口	避難所 収容人員	1 週間後 避難所避難者	不足量
佐野	81,271	24,060	10,733	-13,327
田沼	26,143	11,820	2,633	-9,187
葛生	8,193	5,140	559	-4,581
計	115,607	41,020	13,925	-27,095

<夏 12 時平均風速（6m/s）>

地区	人口	避難所 収容人員	1 週間後 避難所避難者	不足量
佐野	81,271	24,060	10,548	-13,512
田沼	26,143	11,820	2,633	-9,187
葛生	8,193	5,140	559	-4,581
計	115,607	41,020	13,740	-27,280

<冬 18 時強風（10m/s）>

地区	人口	避難所 収容人員	1 週間後 避難所避難者	不足量
佐野	81,271	24,060	11,605	-12,455
田沼	26,143	11,820	2,646	-9,174
葛生	8,193	5,140	560	-4,580
計	115,607	41,020	14,812	-26,208

<冬 18 時平均風速（7m/s）>

地区	人口	避難所 収容人員	1 週間後 避難所避難者	不足量
佐野	81,271	24,060	11,098	-12,962
田沼	26,143	11,820	2,637	-9,183
葛生	8,193	5,140	560	-4,580
計	115,607	41,020	14,294	-26,726

<冬深夜強風（10m/s）>

地区	人口	避難所 収容人員	1 週間後 避難所避難者	不足量
佐野	81,271	81,271	24,060	-13,392
田沼	26,143	26,143	11,820	-9,188
葛生	8,193	8,193	5,140	-4,581
計	115,607	115,607	41,020	-27,160

<冬深夜平均風速（7m/s）>

地区	人口	避難所 収容人員	1 週間後 避難所避難者	不足量
佐野	81,271	24,060	10,545	-13,515
田沼	26,143	11,820	2,632	-9,188
葛生	8,193	5,140	559	-4,581
計	115,607	41,020	13,737	-27,283

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

※マイナスが充足を表す。

表 避難者数（佐野市直下地震） 単位：人

<夏 12 時強風（10m/s）>

地区	人口	直後・1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外
佐野	81,271	15,913	10,608	17,568	13,434	19,848	19,848	15,765	36,786
田沼	26,143	3,163	2,109	3,894	2,978	4,970	4,970	4,300	10,032
葛生	8,193	864	576	1,114	852	1,488	1,488	1,320	3,081
計	115,607	19,940	13,293	22,576	17,264	26,306	26,306	21,385	49,898

<夏 12 時平均風速（6m/s）>

地区	人口	直後・1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外
佐野	81,271	14,391	9,594	16,248	12,425	18,886	18,886	15,369	35,861
田沼	26,143	2,995	1,997	3,748	2,866	4,864	4,864	4,259	9,937
葛生	8,193	835	556	1,089	832	1,469	1,469	1,313	3,064
計	115,607	18,220	12,147	21,085	16,124	25,219	25,219	20,941	48,862

<冬 18 時強風（10m/s）>

地区	人口	直後・1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外
佐野	81,271	20,432	13,622	21,487	16,431	22,707	22,707	16,945	39,539
田沼	26,143	3,613	2,409	4,284	3,276	5,252	5,252	4,409	10,288
葛生	8,193	938	626	1,178	901	1,534	1,534	1,338	3,123
計	115,607	24,983	16,656	26,948	20,608	29,493	29,493	22,693	52,950

<冬 18 時平均風速（7m/s）>

地区	人口	直後・1 日後		3 日後		1 週間後		1 か月後	
		避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外
佐野	81,271	17,423	11,616	18,878	14,436	20,804	20,804	16,161	37,708
田沼	26,143	3,296	2,198	4,010	3,066	5,054	5,054	4,332	10,108
葛生	8,193	884	590	1,132	865	1,500	1,500	1,325	3,092
計	115,607	21,604	14,403	24,019	18,367	27,358	27,358	21,818	50,908

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

<冬深夜強風（10m/s）>

地区	人口	直後・1日後		3日後		1週間後		1か月後	
		避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外
佐野	81,271	15,085	10,056	16,850	12,885	19,325	19,325	15,552	36,287
田沼	26,143	3,095	2,063	3,835	2,932	4,927	4,927	4,283	9,993
葛生	8,193	853	569	1,105	845	1,481	1,481	1,318	3,074
計	115,607	19,033	12,688	21,789	16,662	25,733	25,733	21,152	49,355

<冬深夜平均風速（7m/s）>

地区	人口	直後・1日後		3日後		1週間後		1か月後	
		避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外	避難所	避難所外
佐野	81,271	14,232	9,488	16,110	12,320	18,786	18,786	15,329	35,767
田沼	26,143	2,989	1,993	3,743	2,862	4,860	4,860	4,257	9,933
葛生	8,193	834	556	1,088	832	1,469	1,469	1,313	3,063
計	115,607	18,055	12,036	20,941	16,014	25,115	25,115	20,899	48,764

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

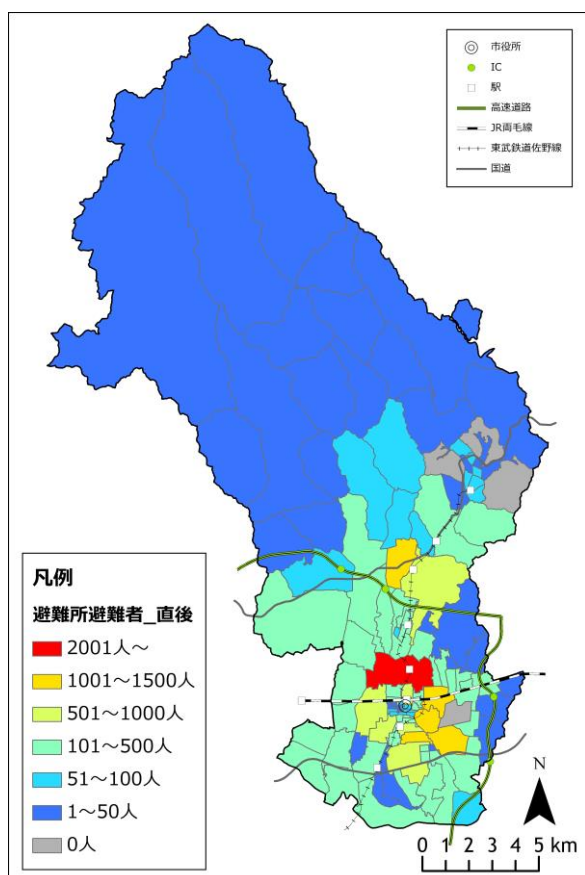


図 直後の避難所避難者_冬 18 時強風（10m/s）
（佐野市直下地震）

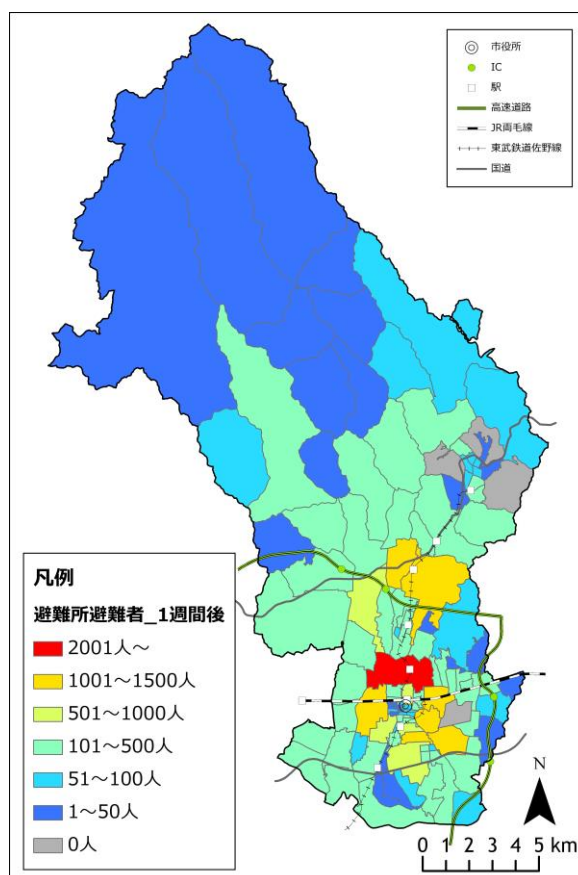


図 1週間後の避難所避難者_冬 18 時強風（10m/s）
（佐野市直下地震）

表 災害時避難所収容人員の過不足（佐野市直下地震） 単位：人

<夏 12 時強風（10m/s）>

地区	人口	避難所 収容人員	1 週間後 避難所避難者	不足量
佐野	81,271	24,060	19,848	-4,212
田沼	26,143	11,820	4,970	-6,850
葛生	8,193	5,140	1,488	-3,652
計	115,607	41,020	26,306	-14,714

<夏 12 時平均風速（6m/s）>

地区	人口	避難所 収容人員	1 週間後 避難所避難者	不足量
佐野	81,271	24,060	18,886	-5,174
田沼	26,143	11,820	4,864	-6,956
葛生	8,193	5,140	1,469	-3,671
計	115,607	41,020	25,219	-15,801

<冬 18 時強風（10m/s）>

地区	人口	避難所 収容人員	1 週間後 避難所避難者	不足量
佐野	81,271	24,060	22,707	-1,353
田沼	26,143	11,820	5,252	-6,568
葛生	8,193	5,140	1,534	-3,606
計	115,607	41,020	29,493	-11,527

<冬 18 時平均風速（7m/s）>

地区	人口	避難所 収容人員	1 週間後 避難所避難者	不足量
佐野	81,271	24,060	20,804	-3,256
田沼	26,143	11,820	5,054	-6,766
葛生	8,193	5,140	1,500	-3,640
計	115,607	41,020	27,358	-13,662

<冬深夜強風（10m/s）>

地区	人口	避難所 収容人員	1 週間後 避難所避難者	不足量
佐野	81,271	24,060	19,325	-4,735
田沼	26,143	11,820	4,927	-6,893
葛生	8,193	5,140	1,481	-3,659
計	115,607	41,020	25,733	-15,287

<冬深夜平均風速（7m/s）>

地区	人口	避難所 収容人員	1 週間後 避難所避難者	不足量
佐野	81,271	24,060	18,786	-5,274
田沼	26,143	11,820	4,860	-6,960
葛生	8,193	5,140	1,469	-3,671
計	115,607	41,020	25,115	-15,905

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

※マイナスが充足を表す。

8.2 帰宅困難者数

8.2.1 予測手法

内閣府（2013）²⁸を参考に、帰宅困難者として、帰宅困難者数（市外から来ている人で帰宅できない場合）、滞留者数（市外に外出している人が帰宅できない場合）を想定する。帰宅困難率は、東日本大震災の帰宅実態調査結果に基づき設定する。

また、佐野厄よけ大師、佐野プレミアム・アウトレットに人が集中する年末年始、休日を想定したパターンとして、定性的な評価をする。

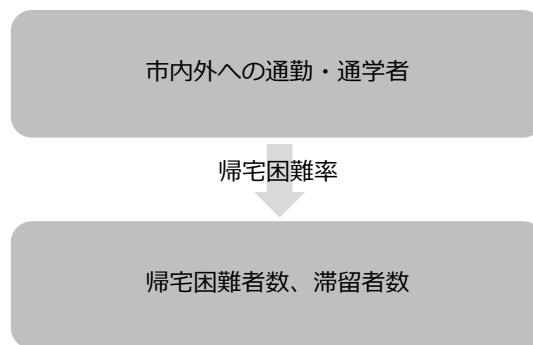


図 道路施設被害箇所数の算定フロー

帰宅困難者 = 市外への通勤・通学者 × 帰宅困難率

滞留者 = 市内への通勤・通学者 × 帰宅困難率

帰宅困難率 = 0.0218 × 外出距離 ※県外の帰宅困難率は一律 100%とする。

外出距離 = 市町村役場間の距離 (km)

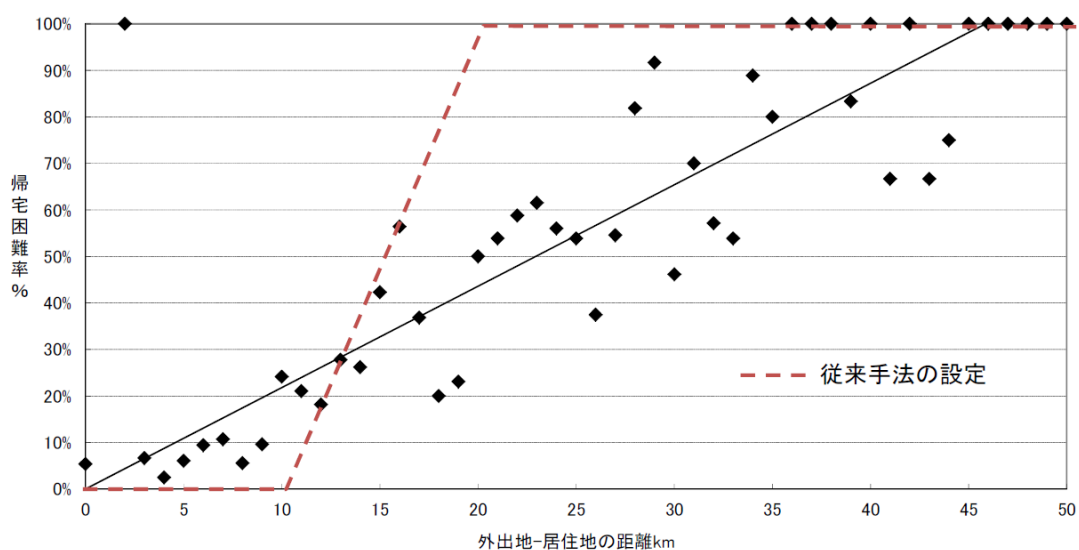


図 東日本大震災発災当日における外出距離別の帰宅困難率（内閣府（2013））

²⁸ 内閣府（2013）：南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要～ライフライン被害、交通施設被害、被害額など～

表 通勤・通学者数（国勢調査（令和２年）） 単位：人

市町村		市内→市外	市外→市内
栃木県	宇都宮市	629	427
	足利市	6,015	4,798
	栃木市	3,350	5,045
	鹿沼市	154	210
	日光市	19	38
	小山市	1,073	1,252
	真岡市	39	48
	大田原市	19	11
	矢板市	7	16
	那須塩原市	15	19
	さくら市	5	16
	那須烏山市	2	2
	下野市	102	190
	上三川町	35	43
	益子町	2	6
	茂木町	1	2
	市貝町	4	4
	芳賀町	22	2
	壬生町	106	178
	野木町	47	147
	塩谷町	-	2
	高根沢町	4	11
	那須町	-	3
	那珂川町	1	4
	県外	6,740	5,466
	合計	18,391	17,940

8.2.2 予測結果

表 帰宅困難者・滞留者数 単位：人

種別	対象者数	帰宅困難者 ・滞留者数
帰宅困難者	18,391	10,931
滞留者	17,940	9,970

本市では、佐野厄よけ大師や佐野らーめんといった名所・名物が火付け役となり、観光入込客数は2001年には年間314万人に達した。その後、道の駅どまんなかたぬまや佐野プレミアム・アウトレットの開業により、2010年には845万人へと飛躍的に増加した（出典：第4次佐野市観光推進基本計画（佐野市、2022））。

観光客が多く集まる時期・時間において大規模災害が発生した場合、観光客に対する適切な

防災情報の提供、パニック防止、負傷者の救出と医療施設への搬送、避難誘導など、即応的な対応が求められる。

<佐野厄よけ大師>

佐野厄よけ大師は JR 両毛線 佐野駅及び東武佐野線 佐野市駅の徒歩圏内に位置し、自動車では、東北自動車道佐野藤岡インターチェンジが最寄りとなっている。厄除け元三慈恵大師を安置して厄除け方位除けの祈願を続け、正月の大祭には百万人の参拝客が訪れる。また、年末年始には、交通規制があり、厄よけ大師の北側道路が歩行者専用道路となる（出典：佐野厄よけ大師ホームページ、佐野市ホームページ、全国観るなび（日本観光振興協会））。

大規模災害時には、周辺道路で渋滞が生じ、自動車による参拝者の帰宅が困難になることに加え、混乱を招くおそれがある。

<佐野プレミアム・アウトレット>

佐野プレミアム・アウトレットは東北自動車道佐野藤岡インターチェンジ付近にあり、首都圏からの誘客に大きく貢献している。自動車によるアクセスに加え、佐野新都心バスターミナルが近隣に位置し、公共交通機関によるアクセスも良い。土日祝などの繁忙日は、当該施設と東北自動車道佐野藤岡インターチェンジ間が交通集中により混雑する（出典：佐野プレミアム・アウトレットホームページ）。

大規模災害時には、公共交通機関の利用者が帰宅困難となるおそれがある。また、周辺道路で渋滞が生じ、自動車による来場者の帰宅が困難になることに加え、混乱を招くおそれがある。

8.3 物資

8.3.1 予測手法

栃木県（2013）を参考に、地震発生時に必要となる物資の不足量を、需要量と供給量との差から算定する。

$$\text{物資不足量} = \text{需要量} - \text{供給量}$$

（1）食料

食料需要は阪神・淡路大震災の事例に基づき、避難所避難者の 1.2 倍を対象者として、1 日 1 人 3 食とする。対象とする備蓄食料は、主食となる米類、パン、ラーメンとする。

食料供給は、佐野市の所有備蓄量から算出した。

食料不足量は、直後・1 日後で 1 日分の食料を要すると仮定し、1 日後の避難所避難者数を対象として過不足を算出した。3 日後、1 週間後、1 か月後は食料の供給状況を想定できないことから、避難者数から需要量のみを想定した。

※栃木県からの供給、協定先等からの支援、家庭内備蓄は考慮していない。

（2）飲料水

断水人口を給水需要者として、1 日 1 人 3 リットルとする。

飲料水供給量は佐野市の所有備蓄量から算出した。

飲料水不足量は、直後・1 日後で 1 日分の飲料水を要すると仮定し、1 日後の断水人口を対象として過不足を算出した。3 日後、1 週間後、1 か月後は飲料水の供給状況を想定できないことから、断水人口から需要量のみを想定した。

※栃木県からの供給、協定先等からの支援、家庭内備蓄、給水車（市では 2 台保有）による給水は考慮していない。

（3）生活必需品

生活必需品は毛布を対象とし、住居を失った避難所避難者の需要（1 人 2 枚）とする。3 日後、1 週間後、1 か月後は毛布の供給状況を想定できないことから、需要量のみを想定した。

※栃木県からの供給、協定先等からの支援、家庭内備蓄は考慮していない。

(4) トイレ処理セット

地震発生後に必要となる簡易トイレについて、現状の備蓄量を考慮し、避難所生活者及び下水道機能支障人口を対象に、トイレ処理セットの不足セット数を算定する。なお、不足数は直後・1日後で1日分使用すると仮定し、1日後の避難所避難者及び下水道機能支障人口を対象として過不足を算出した。3日後、1週間後、1か月後はトイレの供給状況を想定できないことから、需要量のみを想定した。

災害用トイレ処理セットは佐野市で備蓄している1回ごと使用タイプを想定し、内閣府(2016)²⁹を参考に一人当たり1日5回使用すると仮定する。

※栃木県からの供給、協定先等からの支援、家庭内備蓄は考慮していない。

※佐野市では、各避難所に折りたたみ式トイレを1台以上割り当てている。

表 佐野市備蓄（令和3年8月23日時点）

品目	備蓄数	単位
米類	28,350	食
パン	900	食
ラーメン	1,500	食
飲料水	32,100	リットル
毛布	1,600	枚
トイレ処理セット	33,000	セット

²⁹ 内閣府（2016）：避難所におけるトイレの確保・管理ガイドライン

8.3.2 予測結果

表 備蓄品の需要量（深谷断層帯・綾瀬川断層）

<食料>

単位：食

条件	備蓄量	需要量				不足量
		直後・1日後	3日後	1週間後	1か月後	直後・1日後
夏 12 時強風（10m/s）	30,750	17,125	31,195	50,129	37,586	-13,625
夏 12 時平均風速（6m/s）	30,750	16,147	30,335	49,465	37,218	-14,603
冬 18 時強風（10m/s）	30,750	21,819	35,325	53,321	39,364	-8,931
冬 18 時平均風速（7m/s）	30,750	19,076	32,912	51,458	38,329	-11,674
冬深夜強風（10m/s）	30,750	16,778	30,891	49,896	37,461	-13,972
冬深夜平均風速（7m/s）	30,750	16,126	30,317	49,453	37,214	-14,624

※プラスは充足を示す。

<飲料水>

単位：リットル

条件	備蓄量	需要量				不足量
		直後・1日後	3日後	1週間後	1か月後	直後・1日後
夏 12 時強風（10m/s）	32,100	293,283	282,938	255,609	96,553	261,183
夏 12 時平均風速（6m/s）	32,100	293,283	282,938	255,609	96,553	261,183
冬 18 時強風（10m/s）	32,100	293,283	282,938	255,609	96,553	261,183
冬 18 時平均風速（7m/s）	32,100	293,283	282,938	255,609	96,553	261,183
冬深夜強風（10m/s）	32,100	293,283	282,938	255,609	96,553	261,183
冬深夜平均風速（7m/s）	32,100	293,283	282,938	255,609	96,553	261,183

<毛布>

単位：枚

条件	備蓄量	需要量				不足量
		直後・1日後	3日後	1週間後	1か月後	直後・1日後
夏 12 時強風（10m/s）	1,600	4,757	4,493	3,964	2,378	3,157
夏 12 時平均風速（6m/s）	1,600	4,486	4,236	3,738	2,243	2,886
冬 18 時強風（10m/s）	1,600	6,061	5,724	5,051	3,030	4,461
冬 18 時平均風速（7m/s）	1,600	5,296	5,002	4,414	2,648	3,696
冬深夜強風（10m/s）	1,600	4,660	4,401	3,884	2,330	3,060
冬深夜平均風速（7m/s）	1,600	4,477	4,228	3,731	2,238	2,877

<トイレ処理セット>

単位：セット

条件	備蓄量	需要量				不足量
		直後・1日後	3日後	1週間後	1か月後	直後・1日後
夏 12 時強風（10m/s）	33,000	110,384	61,922	66,723	49,576	77,384
夏 12 時平均風速（6m/s）	33,000	109,303	60,808	65,822	49,073	76,303
冬 18 時強風（10m/s）	33,000	115,633	67,332	71,099	52,029	82,633
冬 18 時平均風速（7m/s）	33,000	112,573	64,180	68,551	50,604	79,573
冬深夜強風（10m/s）	33,000	110,002	61,530	66,409	49,406	77,002
冬深夜平均風速（7m/s）	33,000	109,281	60,786	65,807	49,068	76,281

<トイレ処理セット>

単位：セット

対象を避難所避難者のみとした場合

条件	備蓄量	需要量				不足量
		直後・1日後	3日後	1週間後	1か月後	直後・1日後
夏 12 時強風 (10m/s)	33,000	23,785	43,327	69,624	52,202	-9,215
夏 12 時平均風速 (6m/s)	33,000	22,426	42,132	68,702	51,691	-10,574
冬 18 時強風 (10m/s)	33,000	30,305	49,063	74,058	54,672	-2,695
冬 18 時平均風速 (7m/s)	33,000	26,494	45,711	71,470	53,235	-6,506
冬深夜強風 (10m/s)	33,000	23,303	42,904	69,301	52,029	-9,697
冬深夜平均風速 (7m/s)	33,000	22,398	42,107	68,685	51,686	-10,602

※マイナスは充足を示す。

表 備蓄品の需要量（佐野市直下地震）

<食料>

単位：食

条件	備蓄量	需要量				不足量
		直後・1日後	3日後	1週間後	1か月後	直後・1日後
夏 12 時強風（10m/s）	30,750	71,784	81,273	94,701	76,986	41,034
夏 12 時平均風速（6m/s）	30,750	65,593	75,906	90,789	75,386	34,843
冬 18 時強風（10m/s）	30,750	89,941	97,015	106,176	81,694	59,191
冬 18 時平均風速（7m/s）	30,750	77,775	86,467	98,488	78,544	47,025
冬深夜強風（10m/s）	30,750	68,517	78,441	92,638	76,147	37,767
冬深夜平均風速（7m/s）	30,750	64,997	75,389	90,414	75,236	34,247

<飲料水>

単位：リットル

条件	備蓄量	需要量				不足量
		直後・1日後	3日後	1週間後	1か月後	直後・1日後
夏 12 時強風（10m/s）	32,100	334,910	332,442	325,801	179,420	302,810
夏 12 時平均風速（6m/s）	32,100	334,910	332,442	325,801	179,420	302,810
冬 18 時強風（10m/s）	32,100	334,910	332,442	325,801	179,420	302,810
冬 18 時平均風速（7m/s）	32,100	334,910	332,442	325,801	179,420	302,810
冬深夜強風（10m/s）	32,100	334,910	332,442	325,801	179,420	302,810
冬深夜平均風速（7m/s）	32,100	334,910	332,442	325,801	179,420	302,810

<毛布>

単位：枚

条件	備蓄量	需要量				不足量
		直後・1日後	3日後	1週間後	1か月後	直後・1日後
夏 12 時強風（10m/s）	1,600	19,939	18,831	16,616	9,969	18,339
夏 12 時平均風速（6m/s）	1,600	18,216	17,204	15,180	9,108	16,616
冬 18 時強風（10m/s）	1,600	24,982	23,594	20,818	12,491	23,382
冬 18 時平均風速（7m/s）	1,600	21,606	20,406	18,005	10,803	20,006
冬深夜強風（10m/s）	1,600	19,032	17,975	15,860	9,516	17,432
冬深夜平均風速（7m/s）	1,600	18,055	17,052	15,046	9,028	16,455

<トイレ処理セット>

単位：セット

条件	備蓄量	需要量				不足量
		直後・1日後	3日後	1週間後	1か月後	直後・1日後
夏 12 時強風（10m/s）	33,000	186,204	129,675	125,689	101,040	153,204
夏 12 時平均風速（6m/s）	33,000	179,552	122,700	120,331	98,839	146,552
冬 18 時強風（10m/s）	33,000	205,750	150,167	141,433	107,527	172,750
冬 18 時平均風速（7m/s）	33,000	192,665	136,449	130,895	103,190	159,665
冬深夜強風（10m/s）	33,000	182,705	126,001	122,867	99,887	149,705
冬深夜平均風速（7m/s）	33,000	178,919	122,032	119,819	98,633	145,919

<トイレ処理セット>

単位：セット

対象を避難所避難者のみとした場合

条件	備蓄量	需要量				不足量
		直後・1日後	3日後	1週間後	1か月後	直後・1日後
夏 12 時強風 (10m/s)	33,000	99,700	112,879	131,529	106,925	66,700
夏 12 時平均風速 (6m/s)	33,000	91,102	105,424	126,096	104,703	58,102
冬 18 時強風 (10m/s)	33,000	124,917	134,742	147,467	113,463	91,917
冬 18 時平均風速 (7m/s)	33,000	108,021	120,094	136,789	109,089	75,021
冬深夜強風 (10m/s)	33,000	95,163	108,946	128,664	105,760	62,163
冬深夜平均風速 (7m/s)	33,000	90,274	104,707	125,574	104,494	57,274

9. 災害廃棄物予測

9.1 予測手法

災害廃棄物発生量は、内閣府（2013）を参考に、阪神淡路大震災の処理実績から算定した原単位を用いて、環境省（2014）³⁰の災害廃棄物発生量の推定式から算定した。

$$Q_1 = s \times q_1 \times N_1$$

Q_1 ：がれき発生量（t）

s ：1 棟当たりの平均延床面積（ $\text{m}^2/\text{棟}$ ）

q_1 ：単位延床面積当たりのがれき発生量（原単位）（ t/m^2 ）

N_1 ：解体建築物の棟数（全壊・焼失棟数）（棟）

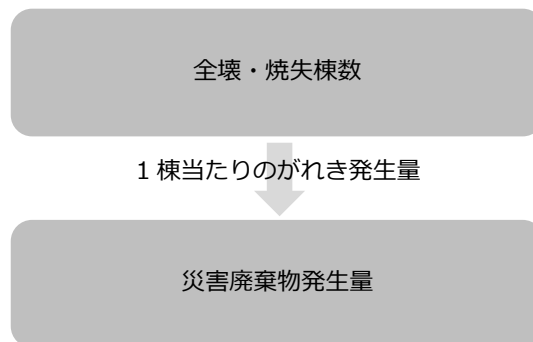


図 災害廃棄物発生量の算定フロー

表 廃棄物発生量原単位（ t/m^2 ）（内閣府、2013）

木造		鉄筋コンクリート造		鉄骨造	
可燃物	不燃物	可燃物	不燃物	可燃物	不燃物
0.194	0.502	0.120	0.987	0.082	0.630

※値は阪神淡路大震災の事例。

※本調査では、栃木県（2013）と同様に鉄筋コンクリート造の原単位を非木造の原単位として扱う。

³⁰ 環境省（2014）：災害廃棄物対策指針

<仮置場の必要面積>

中央防災会議（2010）³¹で示されている次の式を用いて、仮置場の必要面積を算定する。

$$\text{仮置場の必要面積} = \text{仮置き量} \div \text{見かけ比重} \div \text{積み上げ高さ} \times (1 + \text{作業スペース割合})$$

$$\text{仮置き量} = \text{災害廃棄物発生量} - \text{年間処理量}$$

$$\text{年間処理量} = \text{災害廃棄物発生量} \div \text{処理期間（3年：神戸市の実績）}$$

見かけ比重：可燃物 0.4 (t/m³)、不燃物 1.1 (t/m³)

積み上げ高さ：5m

作業スペース割合：1（100%）

³¹ 中央防災会議（2010）：地方都市等における地震防災のあり方に関する専門調査会

9.2 予測結果

表 災害廃棄物発生量（深谷断層帯・綾瀬川断層）

単位：（発生量）万 t、（仮置場必要面積）ha

地区	夏 12 時強風 (10m/s)		夏 12 時平均風速 (6m/s)		冬 18 時強風 (10m/s)		冬 18 時平均風速 (7m/s)		冬深夜強風 (10m/s)		冬深夜平均風速 (7m/s)	
	発生量	仮置場 面積	発生量	仮置場 面積	発生量	仮置場 面積	発生量	仮置場 面積	発生量	仮置場 面積	発生量	仮置場 面積
佐野	25.94	9.00	24.58	8.67	31.92	10.45	28.37	9.59	25.43	8.88	24.54	8.66
田沼	1.95	0.67	1.95	0.67	2.06	0.70	1.98	0.68	1.94	0.67	1.94	0.67
葛生	0.43	0.14	0.43	0.14	0.44	0.14	0.43	0.14	0.43	0.14	0.43	0.14
計	28.31	9.81	26.96	9.49	34.42	11.29	30.78	10.41	27.81	9.69	26.92	9.47

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

表 災害廃棄物量（佐野市直下地震）

単位：（発生量）万 t、（仮置場必要面積）ha

地区	夏 12 時強風 (10m/s)		夏 12 時平均風速 (6m/s)		冬 18 時強風 (10m/s)		冬 18 時平均風速 (7m/s)		冬深夜強風 (10m/s)		冬深夜平均風速 (7m/s)	
	発生量	仮置場 面積	発生量	仮置場 面積	発生量	仮置場 面積	発生量	仮置場 面積	発生量	仮置場 面積	発生量	仮置場 面積
佐野	99.41	34.18	92.21	32.43	120.08	39.19	106.13	35.81	95.44	33.22	91.43	32.24
田沼	23.66	8.28	22.65	8.04	26.32	8.93	24.44	8.47	23.24	8.18	22.61	8.03
葛生	8.32	2.94	8.08	2.88	8.91	3.08	8.48	2.97	8.23	2.91	8.08	2.88
計	131.39	45.40	122.95	43.35	155.32	51.20	139.04	47.25	126.91	44.31	122.11	43.15

※小数点以下の四捨五入により合計が合わないことがある。

風水害・土砂災害被害想定編

1	想定災害	1
1.1	風水害	1
1.2	土砂災害	2
2	建物被害の予測	3
2.1	予測手法	3
2.2	予測結果	4
3	避難者数予測	6
3.1	予測手法	6
3.2	予測結果	7
4	ライフライン被害の予測	9
4.1	上水道	9
4.2	下水道	1 2
4.3	電力	1 4
4.4	ガス	1 5
4.5	電話	1 7
5	災害廃棄物の予測	2 0
5.1	予測手法	2 0
5.2	予測結果	2 0
6	避難所収容人数の過不足調査	2 1
6.1	予測手法	2 1
6.2	予測結果	2 3

1 想定災害

1.1 風水害

国、栃木県が作成した洪水浸水想定区域図等を想定風水害として、影響建物棟数、避難者数、ライフライン被害等を算出した。各洪水浸水想定区域等の詳細は下表のとおりであり、被害量の算出は全ての河川の洪水浸水想定区域等を重ね合わせた区域を対象とした。本章では、栃木県作成の浸水リスク想定図を含め、「洪水浸水想定区域等」と表現することとする。

表 想定風水害

河川名	データ名	作成主体	指定・公表年月日
渡良瀬川	渡良瀬川洪水浸水想定区域図	渡良瀬川河川事務所	2017年7月20日
秋山川	秋山川洪水浸水想定区域図	渡良瀬川河川事務所	2017年7月20日
	秋山川洪水浸水想定区域図	栃木県	2018年6月5日
	秋山川浸水リスク想定図	栃木県	2021年5月31日
旗川	旗川洪水浸水想定区域図	渡良瀬川河川事務所	2017年7月20日
	旗川洪水浸水想定区域図	栃木県	2020年6月5日
袋川	袋川洪水浸水想定区域図	栃木県	2018年6月5日
才川	才川洪水浸水想定区域図	栃木県	2022年5月27日
三杉川	三杉川浸水リスク想定図	栃木県	2020年6月5日
菊沢川	菊沢川浸水リスク想定図	栃木県	2020年6月5日
出流川	出流川浸水リスク想定図	栃木県	2020年6月5日
小菅戸川	小菅戸川浸水リスク想定図	栃木県	2021年5月31日
彦間川	彦間川浸水リスク想定図	栃木県	2021年5月31日

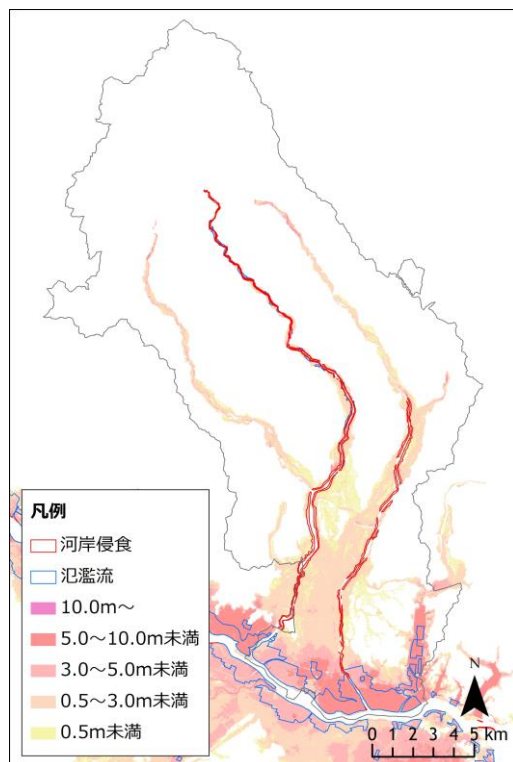


図 想定最大規模 重ね合わせ

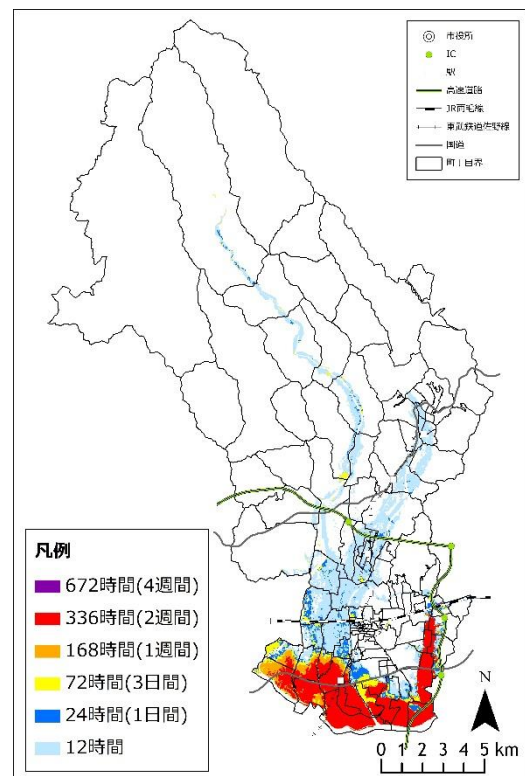


図 浸水継続時間 重ね合わせ

1.2 土砂災害

栃木県が指定した土砂災害警戒区域を想定土砂災害として、影響建物棟数、避難者数等を算出した。土砂災害警戒区域の箇所数は下表のとおりである。

表 佐野市の土砂災害警戒区域（令和３年１１月時点）

種別	箇所数
急傾斜地の崩壊	519
土石流	429
地すべり	3
計	951

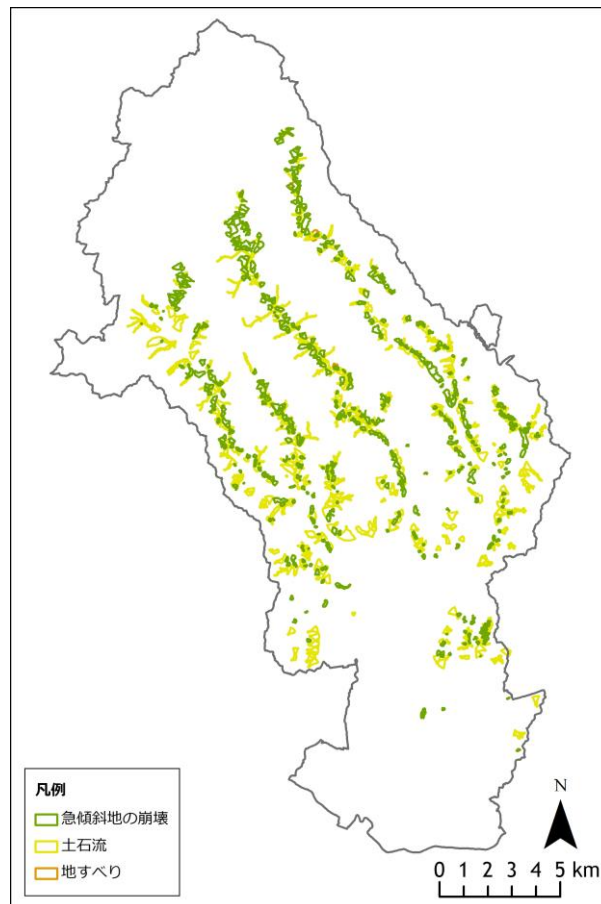


図 土砂災害警戒区域

2 建物被害の予測

2.1 予測手法

国、栃木県が作成した洪水浸水想定区域図等のデータを基に、浸水による建物被害棟数を算出した。浸水深と建物高さを比較し、浸水被害が想定される建物に加え、浸水継続時間ごとの建物棟数、家屋倒壊等氾濫想定区域・土砂災害警戒区域内に位置する建物棟数を町丁目ごとに集計した。

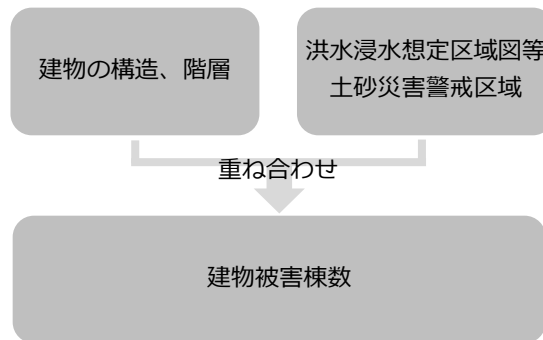


図 風水害建物被害想定フロー

<参考：建物の天井高の考え方>

国土交通省（2013）¹より、日本では天井高が2.3~2.5mの住宅が全体の85%を占めており、これに梁高、床厚を加えると、階高は約2.7~2.9mと考えられる。各階の天井高は図のとおりとする。

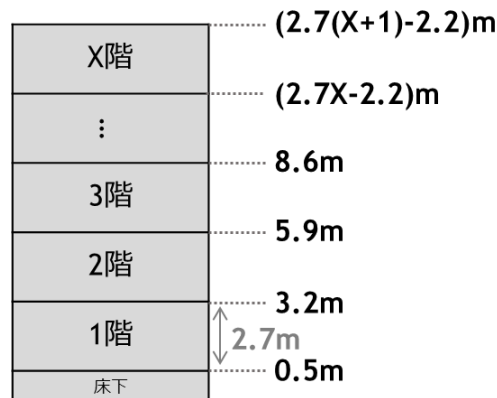


図 階高のイメージ

¹ 国土交通省（2013）：水害の被害指標分析の手引

2.2 予測結果

表 建物被害結果（地区別） ※単位：棟

地区	浸水					浸水継続時間				家屋倒壊等氾濫想定区域		土砂災害		
	～0.5m	0.5～3.2m	3.2～5.9m	5.9～8.6m	8.6m～	～12 時間	～24 時間	～72 時間	72 時間～	河岸侵食	氾濫流	急傾斜地	土石流	地すべり
佐野	7,610	16,276	2,947	347	4	11,080	3,110	1,585	2,932	951	2,309	231	833	0
田沼	4,390	9,147	307	57	3	6,659	185	70	1	619	155	1,389	3,412	2
葛生	1,224	3,500	209	17	3	2,165	39	2	0	340	0	1,018	1,914	37
計	13,225	28,922	3,463	420	10	19,905	3,335	1,657	2,933	1,910	2,464	2,638	6,159	39

※小数点以下の四捨五入により合計等の数値が合わないことがある。

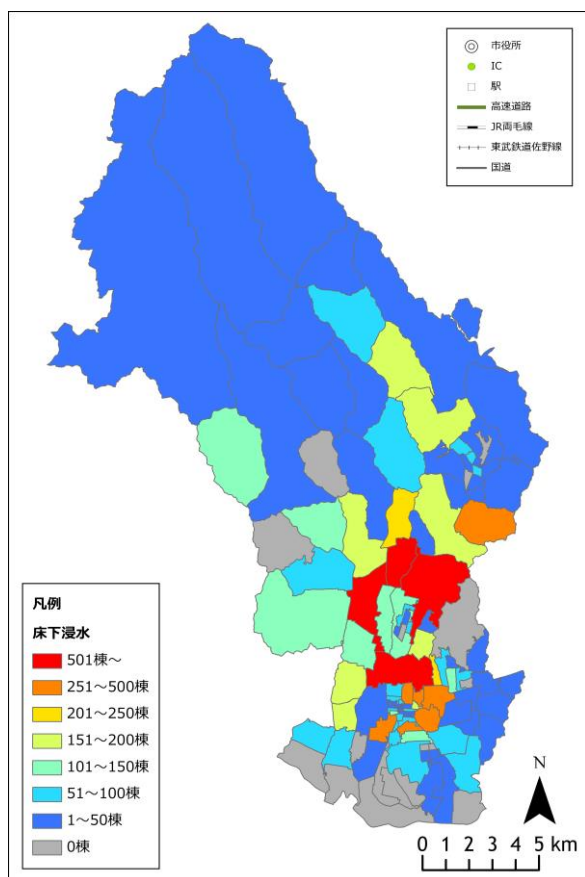


図 床下浸水棟数

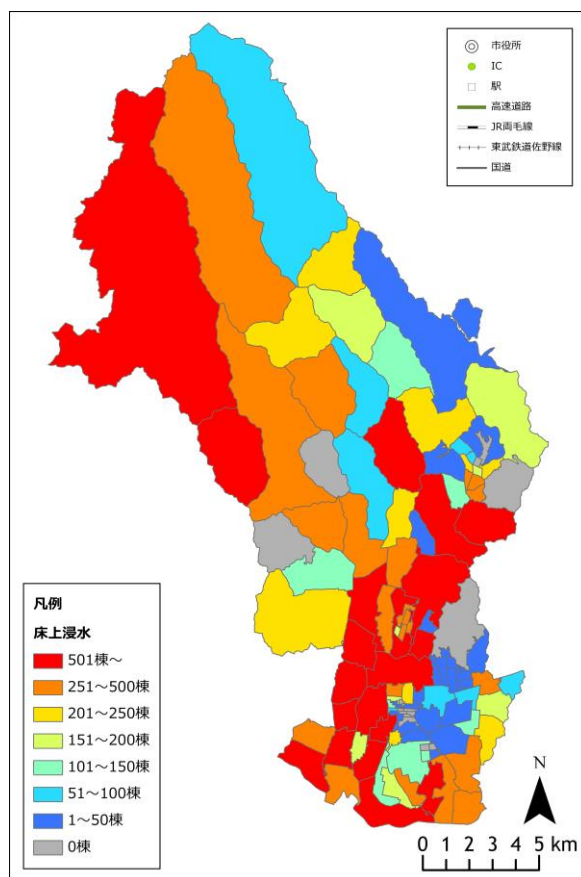


図 床上浸水棟数

3 避難者数予測

3.1 予測手法

国、栃木県が作成した洪水浸水想定区域等のデータを基に、浸水による避難者数を算出した。浸水深と建物高さを比較し、浸水状況に応じてその建物に割り当てた居住者の避難方法を決定する。使用した建物データは地震被害想定と同様であり、共同住宅及び公共住宅を集合住宅として取り扱った。避難者数算出の対象は、最大浸水深を示す 5m メッシュデータに完全に含まれる、または一部含まれる建物とした。

(1) 戸建ての場合

浸水する階層より上層階があれば屋内安全確保し、なければ立退き避難とする。

(2) 集合住宅の場合

浸水する階層より上層階の居住者は自宅で屋内安全確保し、浸水する階層の居住者は立退き避難とする。

浸水継続時間が 3 日以上のある区域の居住者、家屋倒壊等氾濫想定区域内の居住者及び土砂災害警戒区域の居住者は、無条件で要避難者とする。

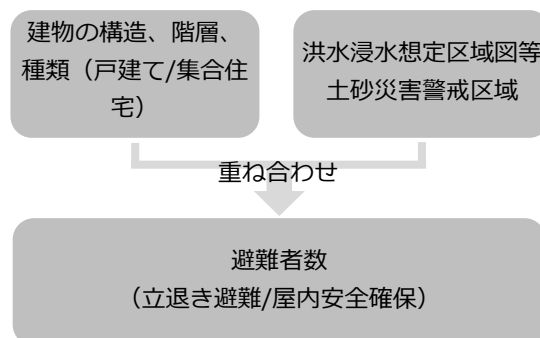


図 風水害避難者数算出のフロー

3.2 予測結果

表 避難者数算出結果（地区別） ※単位：人

地区	立退き避難										屋内安全確保	
	洪水					土砂災害				合計※	洪水	洪水・土砂災害
	浸水深	継続時間	河岸侵食	氾濫流	合計※	急傾斜地	土石流	地すべり	合計※			
佐野	8,401	4,853	1,884	2,034	11,662	221	1,002	0	1,158	12,791	30,293	30,159
田沼	2,746	50	463	86	3,098	947	2,651	3	3,201	5,887	14,380	13,664
葛生	854	6	514	0	1,304	676	1,461	16	1,941	3,082	3,538	3,280
計	12,001	4,910	2,862	2,119	16,064	1,844	5,113	20	6,300	21,759	48,210	47,103

※合計値はそれぞれの項目の重複を除く。

※小数点以下の四捨五入により合計等の数値が合わないことがある。

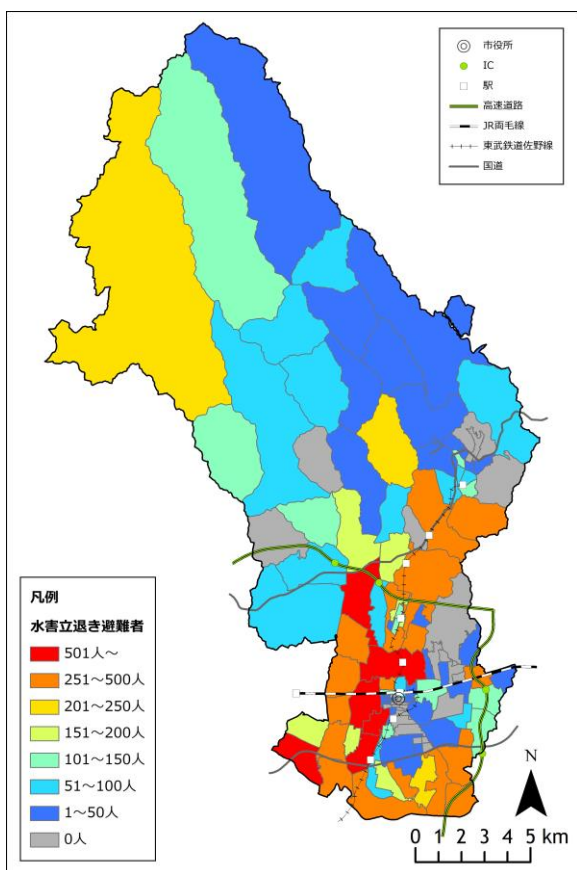


図 立退き避難者数（洪水）

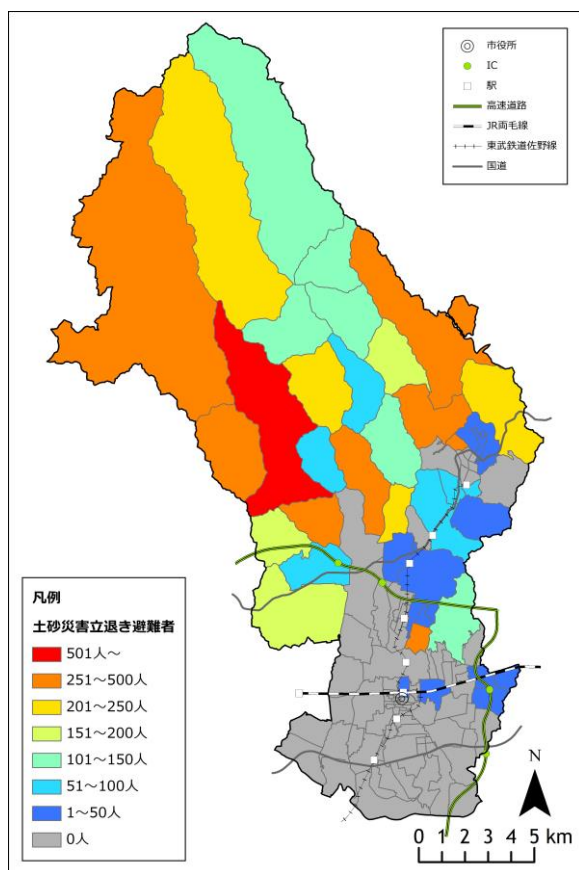


図 立退き避難者数（土砂災害）

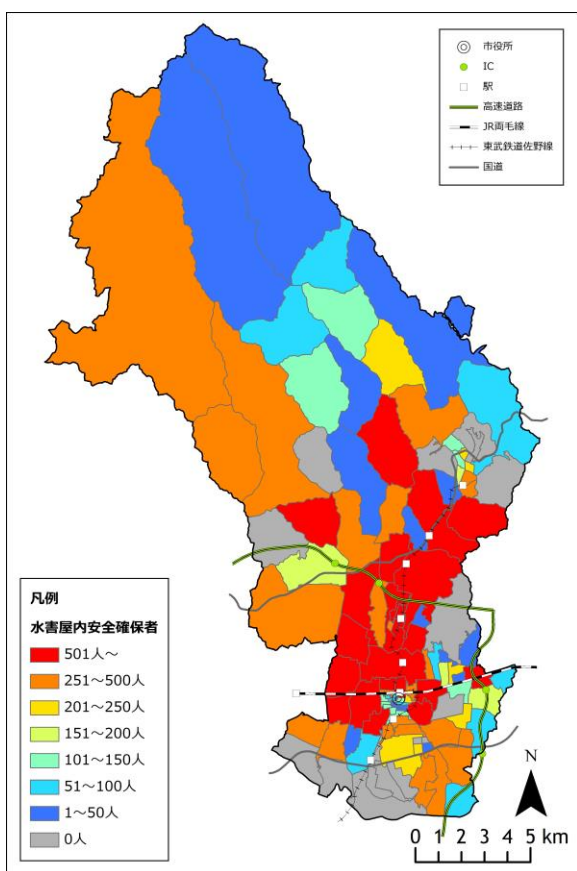


図 屋内安全確保者数（洪水）

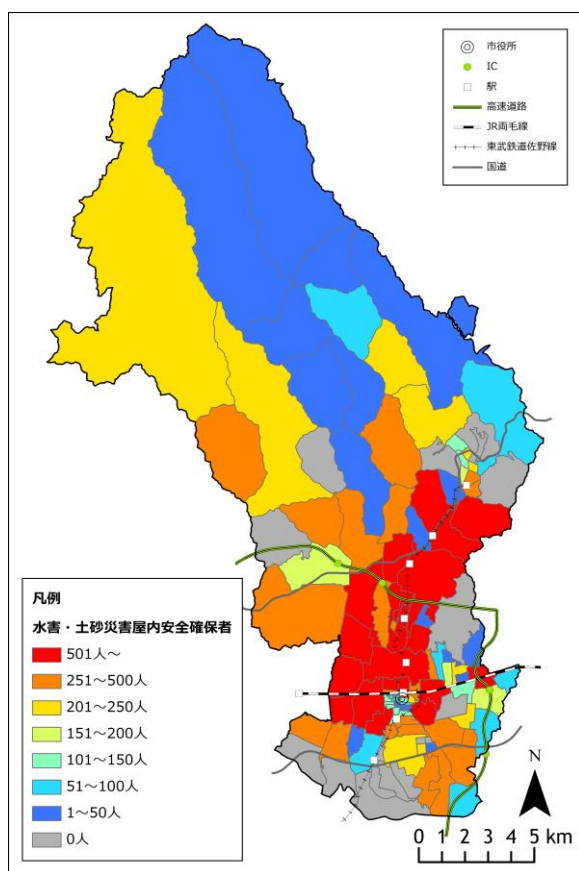


図 屋内安全確保者数（洪水・土砂災害）

4 ライフライン被害の予測

国土交通省水管理・国土保全局（2013）²に基づき、市域における以下のライフライン停止に伴う被害量を予測する。

4.1 上水道

4.1.1 予測手法

水害の被害指標分析の手引（国土交通省水管理・国土保全局、2013）に基づき、上水道施設の機能停止による影響人口は、浄水場の位置や住宅の揚水ポンプ高さと最大浸水深を比較し、算出した。上水道施設の機能が停止する要因として、次の2パターンを想定した。

（1）浸水により浄水場の揚水ポンプ等が故障する場合

浸水（浸水深 20cm）により停止する浄水場の給水区域内の居住者数を影響人口とする。

（2）停電によって集合住宅等の揚水ポンプが停止する場合

3 階以上の集合住宅等においては上階に水を供給するために電動の揚水ポンプが設置されていることが多いことから、浄水場が停止しない場合であっても、停電で各棟の揚水ポンプが停止することにより上水道が使えなくなる場合がある。100cm 以上浸水となった区域の集合住宅等の 9 割で停電となり上水道が使用不能になると仮定する。

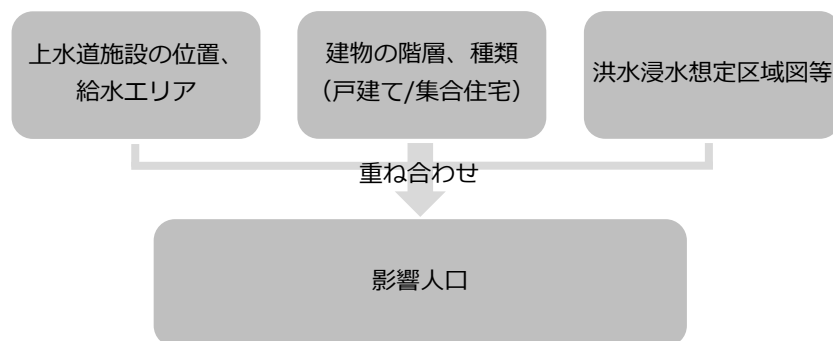


図 上水道機能停止による影響人口算出のフロー

表 佐野市浄水場

番号	施設名	住所
1	大橋浄水場	佐野市大橋町 1 1 6 5 番地
2	菊川浄水場	佐野市堀米町 3 8 4 2 番地
3	奈良淵浄水場	佐野市奈良淵町 311 番地 17
4	上羽田浄水場	佐野市上羽田町 5 6 1 番地
5	市の沢浄水場	佐野市赤見町 2 7 3 番地 1

² 国土交通省水管理・国土保全局（2013）：水害の被害指標分析の手引

番号	施設名	住所
6	石塚浄水場	佐野市石塚町 5 6 8 番地
7	田沼浄水場	佐野市戸室町 1 1 番地
8	多田浄水場	佐野市多田町 9 4 0 番地 1
9	戸奈良浄水場	佐野市戸奈良町 1 4 9 2 番地 2
10	船越浄水場	佐野市船越町 2 4 3 2 番地 1
11	閑馬浄水場	佐野市閑馬町 3 7 1 番地 1
12	下彦間浄水場	佐野市下彦間町 3 4 2 番地 3
13	飛駒浄水場	佐野市飛駒町 2 4 1 7 番地 6
14	野上南浄水場	佐野市長谷場町 5 2 3 番地 1
15	野上中浄水場	佐野市作原町 2 8 1 番地
16	野上北浄水場	佐野市作原町 1 2 4 0 番地 5
17	葛生浄水場	佐野市葛生東 1 丁目 1 0 番 3 号
18	鉢木浄水場	佐野市鉢木町 2 1 6 3 番地 2
19	常盤第 1 浄水場	佐野市豊代町 2 1 4 1 番地
20	常盤第 2 浄水場	佐野市牧町 5 6 7 番地 2
21	氷室浄水場	佐野市水木町 1 1 4 9 番地 1

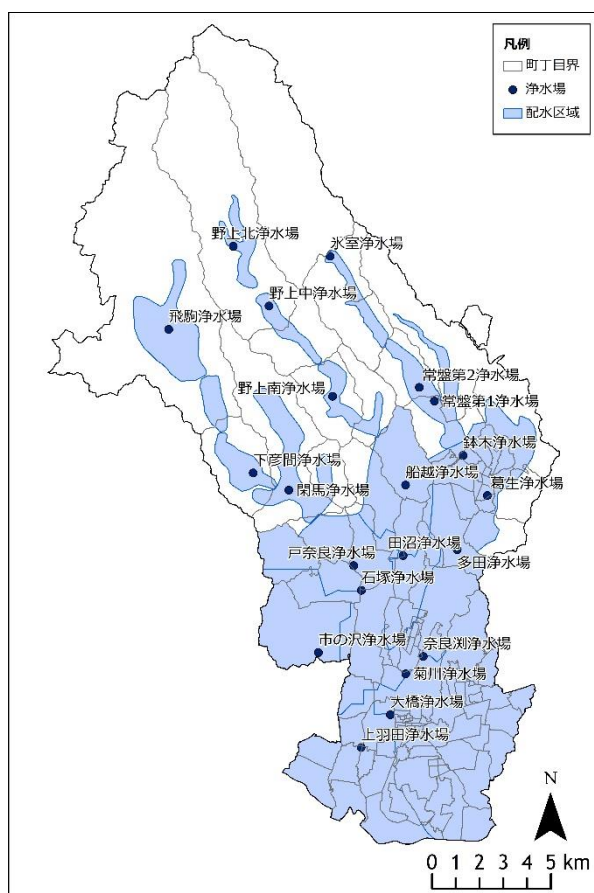


図 浄水場と配水区域

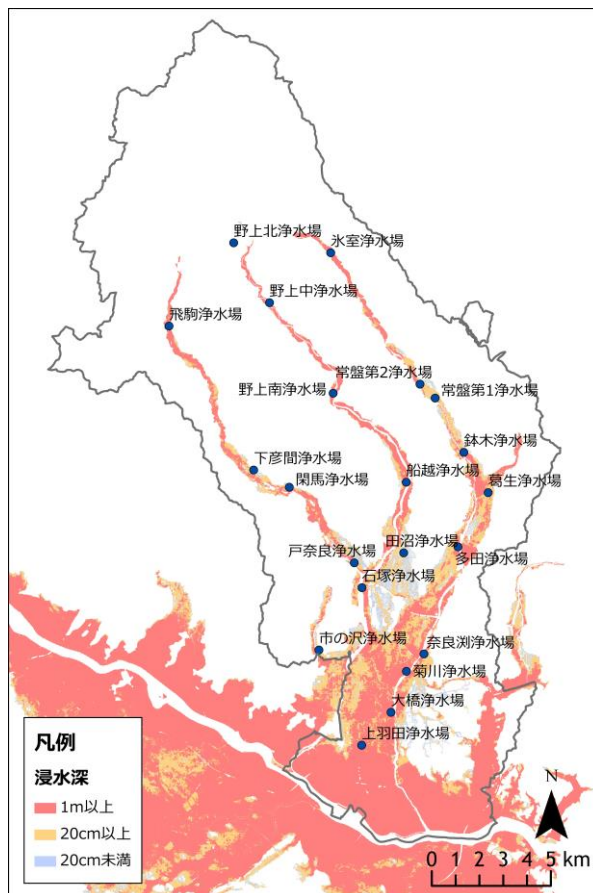


図 浄水場と浸水想定区域

4.1.2 予測結果

野上北、野上中浄水場以外の浄水場の敷地において、浸水深が 20cm 以上である。

表 上水道施設機能停止影響人口（地区別） ※単位：人

地区	給水人口	機能停止影響人口	機能停止率
佐野	80,309	80,309	100.0%
田沼	25,843	25,443	98.5%
葛生	7,922	7,922	100.0%
計	114,074	113,674	99.6%

※小数点以下の四捨五入により合計等の数値が合わないことがある。

4.2 下水道

4.2.1 予測手法

水害の被害指標分析の手引（国土交通省 水管理・国土保全局、2013）に基づき、下水道施設の機能停止による影響人口は、下水処理場や中継ポンプの位置と最大浸水深を比較し、算出した。下水道施設の機能が停止する要因として、次の2パターンを想定した。

（1）浸水により下水処理場のポンプ等が故障する場合

浸水（浸水深 20cm）により停止する下水処理場の集水区域内の居住者数を影響人口とする。

（2）浸水により中継ポンプ場が停止する場合

浸水（浸水深 20cm）により停止する下水処理場の集水区域内の居住者数を影響人口とする。

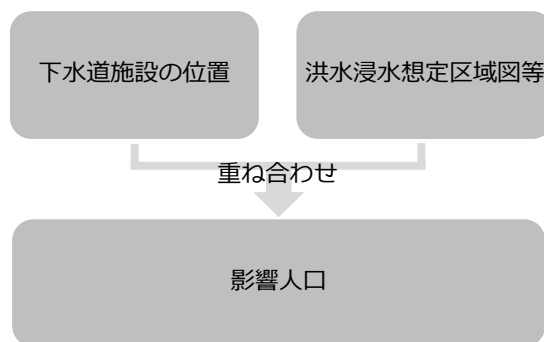


図 下水道機能停止による影響人口算出のフロー

表 佐野市下水道施設

番号	施設名	住所
1	佐野市水処理センター	佐野市植下町 3300
2	秋山川中継ポンプ場	佐野市庚申塚町 4722
3	伊勢山中継ポンプ場	佐野市伊勢山町 1508-3
4	高萩中継ポンプ場	佐野市高萩町 1295-3

4.2.2 予測結果

佐野市水処理センター及び3箇所の中継ポンプ場の浸水深が20cm以上であり、処理場の集水区域内居住者が下水道施設の機能停止の影響を受ける。令和3年度末時点で、処理区域内人口は80,204人である。

ただし、佐野市下水道事業経営戦略（令和3年3月）より、佐野市では、今後起こりうるであろう災害に備えるため、下水道BCP（事業継続計画）の見直しや佐野市水処理センター及び各中継ポンプ場の浸水対策に取り組んでいる。対策の推進に伴い、影響人口は減少することが考えられる。

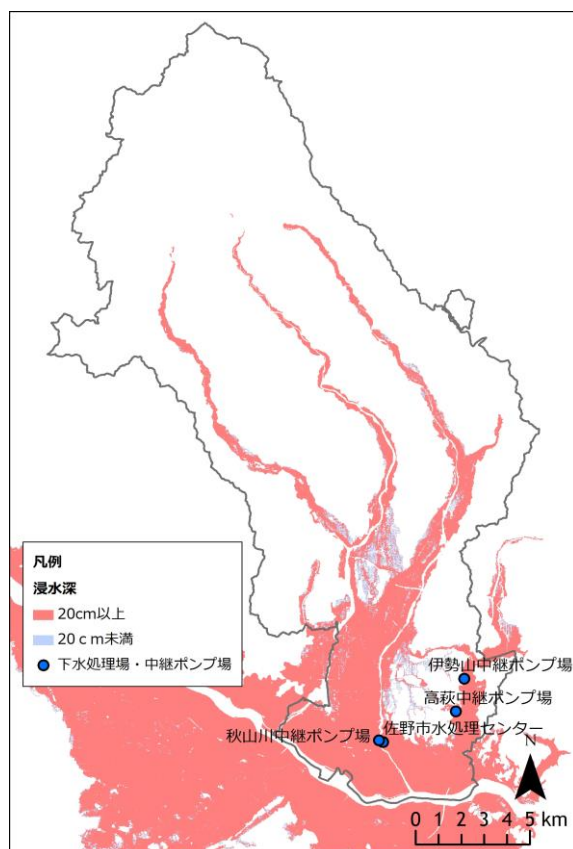


図 洪水浸水想定区域と下水処理場・中継ポンプ場

表 下水道施設機能支障影響人口（地区別） ※単位：人

地区	排水人口	機能停止影響人口	機能停止率
佐野	60,276	60,276	100.0%
田沼	14,664	14,664	100.0%
葛生	5,275	5,275	100.0%
計	80,214	80,214	100.0%

※処理区域内人口80,214人を各町丁目の人口割合に応じて按分し、集計。

※小数点以下の四捨五入により合計等の数値が合わないことがある。

4.3 電力

4.3.1 予測手法

水害の被害指標分析の手引（国土交通省 水管理・国土保全局、2013）に基づき、電力が使用不可能になる人口は、各建物のコンセント及び受変電設備等の高さで最大浸水深を比較し、算出した。電力が使用不可能になる要因として、次の2パターンを想定した。

（1）戸建て住宅

70cmでコンセント（床高50cm+コンセント設置高20cm）が浸水し、屋内配線が停電するため、戸建て住宅は使用不能となり、割り当てられた人口を影響人口とする。

（2）集合住宅

浸水深が100～340cmのとき、地上に設置された受変電設備及び地中線と接続された路上開閉器の浸水により、集合住宅等の9割で棟全体が停電となる。計算上は、対象集合住宅の居住者の9割に影響が及ぶこととする。

受変電設備等の浸水により、棟全体が停電とならない集合住宅においては、浸水深に応じて階数ごとに停電が発生する。停電条件は、各階のコンセントの高さとする。

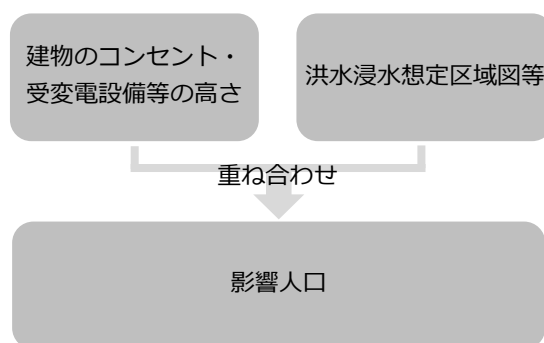


図 電力供給停止による影響人口算出のフロー

4.3.2 予測結果

表 停電影響人口（地区別） ※単位：人

地区	人口	停電影響人口	停電率
佐野	81,271	26,464	32.6%
田沼	26,143	9,045	34.6%
葛生	8,193	2,896	35.4%
計	115,607	38,406	33.2%

※小数点以下の四捨五入により合計等の数値が合わないことがある。

4.4 ガス

4.4.1 予測手法

水害の被害指標分析の手引（国土交通省 水管理・国土保全局、2013）を参考に、ガスが使用不可能になる戸数を、各建物の浸水状況を基に算出した。都市ガス供給区域内における供給戸数は7,953戸（世帯）とした（佐野市統計書、2021）。

ガスが使用不可能になる要因として、次の2パターンを想定した。

（1）都市ガスの場合

浸水深 100～200cm でマイコンメータが浸水するため、「戸建て住宅」及び「集合住宅等の1階」は使用不能となる。「戸建て住宅」及び「集合住宅等の1階」に割り当てられた戸数（世帯数）を影響戸数とする。

浸水深 200cm 以上で地区ガバナが浸水するため、「戸建て住宅」「集合住宅」ともに使用不可能となる。

（2）LP ガスの場合

浸水深 140cm 以上でマイコンメータが浸水し、「戸建て住宅」「集合住宅」ともに使用不可となる。戸建て住宅、集合住宅に割り当てられた戸数（世帯数）を影響人口とする。

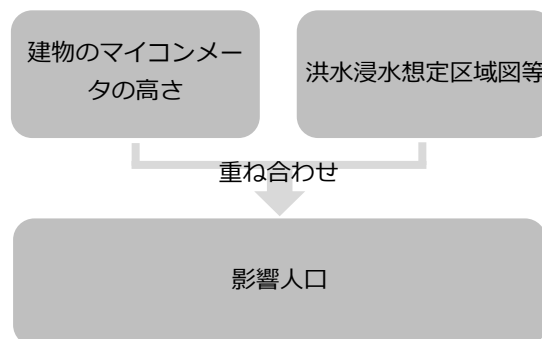


図 ガス供給停止による影響人口算出のフロー

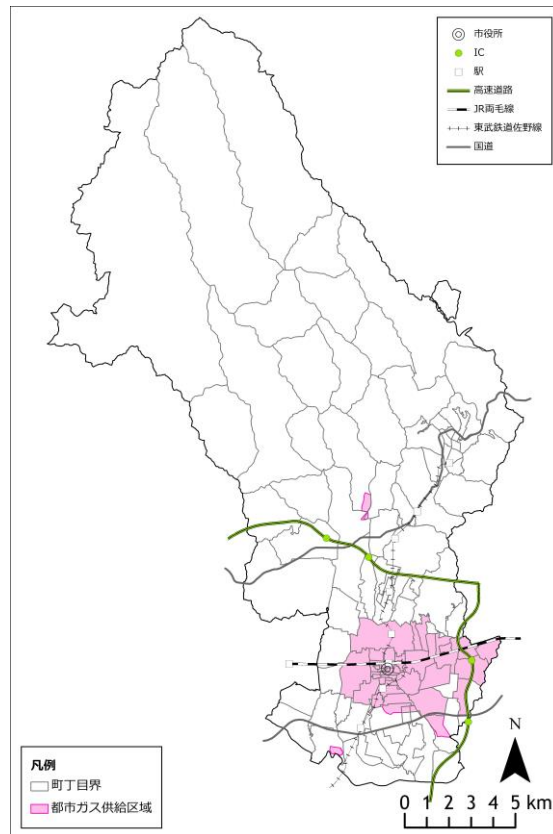


図 都市ガス供給区域

4.4.2 予測結果

表 都市ガス供給停止による影響人口（地区別） ※単位：戸（世帯）

地区	供給戸数	供給停止戸数	供給停止率
佐野	7,947	1,851	23.3%
田沼	6	1	12.4%
葛生	0	0	-
計	7,953	1,852	23.3%

※小数点以下の四捨五入により合計等の数値が合わないことがある。

表 LP ガス供給停止による影響人口（地区別） ※単位：戸（世帯）

地区	供給戸数	供給停止戸数	供給停止率
佐野	29,458	6,177	21.0%
田沼	11,328	1,702	15.0%
葛生	3,744	632	16.9%
計	44,530	8,511	19.1%

※小数点以下の四捨五入により合計等の数値が合わないことがある。

4.5 電話

4.5.1 予測手法

(1) 固定電話

水害の被害指標分析の手引（国土交通省 水管理・国土保全局、2013）を参考に、固定電話の使用不可回線数を算出した。市内の電話台数は佐野市統計書（佐野市、2021）より 18,032 台とした。

固定電話が使用不可能になる要因として、次の 2 パターンを想定した。

(1) 浸水深 70～100cm

70cm でモジュージャック及びコンセントが浸水するため、「戸建て住宅」及び「集合住宅等の 1 階」は使用不能となる。「戸建て住宅」及び「集合住宅等の 1 階」に割り当てられた回線数を使用不可回線とする。

(2) 浸水深 100cm～

集合住宅の主配線盤等が停止すると考えられるため、戸建て住宅、集合住宅ともに使用不可となる。戸建て住宅、集合住宅に割り当てられた回線数を使用不可回線とする。

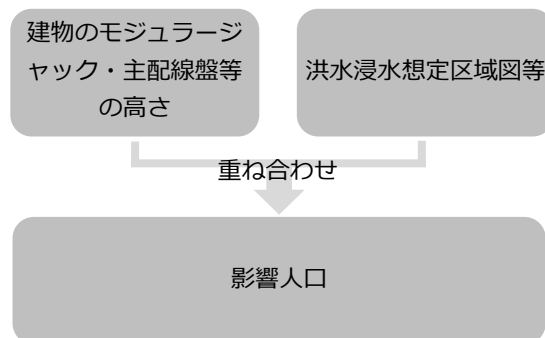


図 固定電話の通信停止による影響人口算出のフロー

（２）携帯電話

水害の被害指標分析の手引（国土交通省 水管理・国土保全局、2013）に基づき、携帯電話が使用不可能になる人口は、以下の背景を基に算出した。

- （１）全基地局のうち、浸水対策を講じていない基地局は５割程度である。
- （２）（１）のうち、浸水深 100cm 以上で機能停止する基地局は 9 割程度である。
- （３）基地局の機能が停止した場合、そのカバーエリア内において携帯電話の使用が不可となる。
- （４）カバーエリアは地域によってばらつきがあるため、計算単位と同様とし、浸水深が 100cm 以上となる計算単位内の人口を計上する。

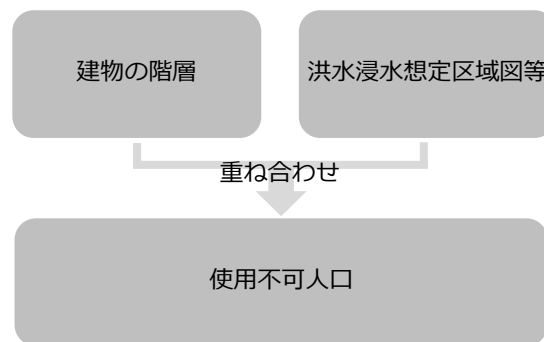


図 携帯電話の通信停止による使用不可人口算出のフロー

4.5.2 予測結果

表 固定電話の機能停止による使用不可回線数（地区別） ※単位：回線

地区	回線数	使用不可回線数	使用不可率
佐野	12,852	4,168	32.4%
田沼	3,894	1,372	35.2%
葛生	1,286	446	34.7%
計	18,032	5,986	33.2%

※小数点以下の四捨五入により合計等の数値が合わないことがある。

表 携帯電話の機能停止による使用不可人口（地区別） ※単位：人

地区	人口	使用不可人口	使用不可率
佐野	81,271	10,226	12.6%
田沼	26,143	2,979	11.4%
葛生	8,193	987	12.0%
計	115,607	14,192	12.3%

※小数点以下の四捨五入により合計等の数値が合わないことがある。

5 災害廃棄物の予測

5.1 予測手法

水害の被害指標分析の手引（国土交通省 水管理・国土保全局、2013）に基づき、浸水により発生する水害廃棄物量を推計した。

本推定式は、環境省（2005）³のデータを元に、過去の主要水害（2000～2002 年）で発生した水害廃棄物発生量のデータを追加し、回帰分析により設定したものである。

$$\text{水害廃棄物推定量 (t)} = 3.49 \times \text{浸水深 50cm 以上の住家の棟数 (棟)}$$

5.2 予測結果

表 水害廃棄物（地区別） ※単位：万 t

地区	水害廃棄物
佐野	4.45
田沼	2.01
葛生	0.60
計	7.06

※小数点以下の四捨五入により合計等の数値が合わないことがある。

3 環境省（2005）：水害廃棄物指針

6 避難所収容人数の過不足調査

6.1 予測手法

3 避難者数予測で算出した立退き避難者数を基に、避難所収容能力の評価を行った。災害時収容可能人員の算出は次のとおりとした。

＜洪水＞

制限のない避難所：災害時収容可能人員＝収容人員

2 階以上利用可能な避難所：災害時収容可能人員＝収容人員×((X-1)/X) X：建物階数

使用制限がある避難所：災害時収容人員＝0

＜土砂災害＞

制限のない避難所：災害時収容可能人員＝収容人員

使用制限がある避難所：災害時収容人員＝0

表 佐野市避難所一覧

番号	避難場所	収容人員	洪水時※	土砂災害時※
1	佐野小学校	1,290		
2	天明小学校	1,250		
3	西中学校	1,530	2 階以上利用可能	
4	佐野地区公民館(中央公民館)	490	2 階以上利用可能	
5	佐野駅前交流プラザ(ばるぼーと)	170		
6	植野小学校	1,460		
7	南中学校	1,530		
8	旧船津川小学校	520	使用制限あり	
9	植野地区公民館	400		
10	界小学校	940	2 階以上利用可能	
11	界地区公民館	270	使用制限あり	
12	犬伏小学校	1,370		
13	犬伏東小学校	1,060		
14	北中学校	2,090		
15	犬伏地区公民館	440		
16	城北小学校	1,660	2 階以上利用可能	
17	城北地区公民館	420	2 階以上利用可能	
18	佐野武道館	390	使用制限あり	
19	旗川小学校	830	2 階以上利用可能	
20	旗川地区公民館	260	2 階以上利用可能	
21	吾妻小学校	860	2 階以上利用可能	
22	教育センター	360	2 階以上利用可能	
23	吾妻地区公民館	220	使用制限あり	
24	赤見小学校	810		
25	石塚小学校	1,120	2 階以上利用可能	
26	出流原小学校	590		

番号	避難場所	収容人員	洪水時※	土砂災害時※
27	赤見中学校	1,340	2 階以上利用可能	
28	赤見地区公民館	390		
29	田沼小学校	1,350	2 階以上利用可能	
30	田沼東中学校	1,700	2 階以上利用可能	
31	田沼中央公民館	870	2 階以上利用可能	
32	田沼地区公民館	130	使用制限あり	
33	吉水小学校	840	2 階以上利用可能	
34	新吉水地区コミュニティセンター	90	使用制限あり	
35	多田小学校	690	2 階以上利用可能	
36	栃本小学校	560	2 階以上利用可能	
37	栃本地区コミュニティセンター	60	使用制限あり	
38	旧戸奈良小学校	550		
39	旧三好小学校	590		
40	あそ野学園義務教育学校	1,290	2 階以上利用可能	
41	三好生活改善センター	120	使用制限あり	
42	旧野上小学校	550	使用制限あり	使用制限あり
43	野上基幹集落センター	180	2 階以上利用可能	使用制限あり
44	有限会社ヤマダ佐野工場（旧山形小学校）	550	2 階以上利用可能	使用制限あり
45	新合総合センター	200	2 階以上利用可能	
46	遠原の里福祉センター	40	使用制限あり	
47	旧飛駒小学校	560	2 階以上利用可能	
48	飛駒基幹集落センター	220	2 階以上利用可能	
49	葛生南小学校	680	2 階以上利用可能	
50	葛生小学校	970	2 階以上利用可能	
51	葛生中学校	1,610		
52	葛生地区公民館	100	2 階以上利用可能	
53	会沢地区コミュニティセンター	230		
54	くずう保育園（特別養護老人ホームきぼう）	300	使用制限あり	
55	葛生あくと福祉センター	510	使用制限あり	
56	常盤中学校	1,140	2 階以上利用可能	使用制限あり
57	常盤地区公民館	180		
58	氷室地区公民館	100		
合計		41,020		

※洪水時・土砂災害時の使用条件は、佐野市洪水・土砂災害ハザードマップより抜粋。

6.2 予測結果

表 災害時避難所収容人員の過不足 単位：人

地区	立退き避難者数			収容人員			充足・不足数		
	洪水	土砂災害	洪水・ 土砂災害	洪水	土砂災害	洪水・ 土砂災害	洪水	土砂災害	洪水・ 土砂災害
佐野	11,662	1,158	12,791	19,539	24,060	19,539	7,877	22,902	6,748
田沼	3,098	3,201	5,887	7,386	10,540	7,021	4,288	7,339	1,134
葛生	1,304	1,941	3,082	3,576	4,000	2,816	2,272	2,059	-266
計	16,064	6,300	21,759	30,501	38,600	29,376	14,437	32,300	7,617

※正が充足、負が不足を示す。

※小数点以下の四捨五入により合計等の数値が合わないことがある。

資料編

1. 地域別災害特性.....	3
2. 防災上の課題.....	4
3. 地震被害想定関連資料	7
3.1 基礎資料.....	7
3.2 ライフライン被害予測結果	8
3.3 交通被害予測結果	17
4. 風水害・土砂災害被害想定関連資料	19
4.1 ライフライン被害予測結果	19
5. 参考資料	22
6. 災害シナリオ.....	23
6.1 地震	24
6.2 風水害	27

1. 地域別災害特性

本市の市域は南北に広がっており、災害特性は地域によって異なるため、災害時には市内各地の被害情報を収集し、各地で必要とされる対応を的確に実施する必要がある。

表 地区別災害特性

地域	災害種別	特性
佐野	地震	<ul style="list-style-type: none"> ・ 田沼地域、葛生地域に比べ、揺れやすい地盤であり、大部分で震度 6 弱以上が想定されている。 ・ 建物や人口が多く、建物被害・人的被害が集中する。 ・ JR 線が東西に走り、また、道路が密集するなど、主要な交通施設が分布しており、地震時には交通機能への影響も懸念される。
	水害	<ul style="list-style-type: none"> ・ 市域を北から南に流れる河川が渡良瀬川に合流しており、各河川が氾濫した場合、多くの場所で浸水被害が発生するおそれがある。また、想定される浸水深も大きい。 ・ 田沼地域、葛生地域に比べ標高が低く、道路冠水等による交通機能への影響も懸念される。 ・ 浸水継続時間が 2 週間以上と想定されている場所もあり、住民への避難方法に関する情報提供や各家庭での備蓄などが重要である。
	土砂災害	<ul style="list-style-type: none"> ・ 佐野地域の大部分は標高に差がなく、土砂災害警戒区域は主に寺久保町、赤見町、富士町に多く分布している。 ・ 土砂災害警戒区域の付近では、土砂災害による道路閉塞が懸念される。
田沼	地震	<ul style="list-style-type: none"> ・ 田沼地域南部では震度 6 弱が想定されており、建物や人口が比較的多いため、建物被害・人的被害が集中する。 ・ 山間地では、地震時の土砂災害も懸念される。
	水害	<ul style="list-style-type: none"> ・ 旗川、彦間川が南北に流れ、谷を形成している。 ・ 洪水による被害は谷沿いで想定されているが、佐野地域に比べ、浸水想定範囲は狭い。
	土砂災害	<ul style="list-style-type: none"> ・ 旗川、彦間川の谷を中心として土砂災害警戒区域が多く分布する。 ・ 土砂災害により道路が閉塞し、孤立地域が発生するおそれがある。
葛生	地震	<ul style="list-style-type: none"> ・ 葛生地域南部では大部分で震度 5 弱～5 強が想定される。 ・ 佐野地域、田沼地域に比べ建物や人口の分布が少なく、揺れによる被害も比較的少ない。 ・ 山間地では、地震時の土砂災害が懸念される。
	水害	<ul style="list-style-type: none"> ・ 秋山川が南北に流れ、谷を形成している。 ・ 洪水による被害は谷沿いで想定されているが、佐野地域に比べ、浸水想定範囲は狭い。
	土砂災害	<ul style="list-style-type: none"> ・ 秋山川の谷を中心として土砂災害警戒区域が多く分布する。 ・ 土砂災害により道路が閉塞し、孤立地域が発生するおそれがある。

2. 防災上の課題

本調査の結果を基に、主な防災上の課題や必要となる対策を整理した。

表 防災上の課題

防災上の課題	災害種別	防災対策の方向性	被害量等※
建築物の安全性確保	地震	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>既存建築物の簡易耐震診断の啓発・促進</u> 耐震診断等の建築物の安全対策について、効果的な普及啓発を行う必要がある。 ・ <u>既存建築物の耐震診断・改修の補助</u> 引き続き耐震診断・改修の補助を実施し、その内容の効果的な普及啓発を行う必要がある。 ・ <u>空き家対策の促進</u> 延焼を防ぐため、空き家の有効活用や老朽危険空き家の除却を促進する必要がある。 	揺れによる全壊棟数：3,445 棟 揺れによる半壊棟数：8,553 棟 焼失棟数：1,779 棟
	水害・土砂災害	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>想定被災状況の把握</u> 災害対応の中心となる施設について、想定被害状況を把握し、災害対応への影響の軽減を促進する必要がある。 ・ <u>住民への周知啓発</u> 自宅の被害を軽減するための対策を周知啓発する必要がある。 	床上浸水：32,815 棟
ライフライン施設の整備	地震	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>上下水道施設の耐震化の促進</u> 引き続き上下水道施設及び管渠の耐震化を実施する必要がある。 ・ <u>住民への周知啓発</u> 電力・ガス・電話に関する施設は市の所管ではないため、住民への停電情報の伝達方法・確認方法の周知が必要である。また、備蓄についても周知・啓発を進め、ライフライン停止時の混乱を回避できるようにする必要がある。 	上水道断水率：87.3% 下水道支障率：35.1% 停電率：15.0% 都市ガス支障率：89.3% LP ガス支障率：7.3% 固定電話不通率：15.7%
	水害	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>上下水道施設の耐水化の促進</u> 上下水道施設（浄水場、ポンプ場等）の多くは洪水浸水想定区域内に位置し、耐水化や浸水した場合の対策を講じる必要がある。 ・ <u>住民への周知啓発</u> 電力・ガス・電話に関する施設は市の所管ではないため、住民への停電情報の伝達方法・確認方法の周知が必要である。また、備蓄についても周知・啓発を進め、ライフライン停止時の混乱を回避できるようにする必要がある。 	上水道断水率：99.6% 下水道支障率：100% 停電率：33.2% 都市ガス支障率：23.3% LP ガス支障率：19.1% 固定電話不通率：33.2%
交通施設の安全性確保	地震	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>道路の点検・整備</u> 定期的に道路の点検を実施し、必要に応じて整備する必要がある。 ・ <u>無電柱化</u> 電柱の折損による道路閉塞を防ぐため、無電柱化を促進する必要がある。 	道路被害：67 箇所
	水害・土砂災害	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>想定被害状況の把握</u> 洪水浸水想定区域等の水害の影響のおそれがある道路施 	

防災上の課題	災害種別	防災対策の方向性	被害量等※
		設や、土砂災害警戒区域内の道路施設を把握し、実際に被災した場合の対応を確認する必要がある。	
備蓄品の整備	地震	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>備蓄品の点検・補充</u> 定期的に備蓄品の点検を実施する必要がある。また、不足量を検討し、備蓄品の補充や、新たな協定の締結等を検討する必要がある。 ・ <u>協定先や栃木県との連携方法の確認</u> 被災時に、必要に応じて協定先や栃木県から物資の供給を受けることができるよう、体制を確保する必要がある。 	発災当日の過不足 食料：充足 飲料水：不足 毛布：不足 トイレ：不足 当日の避難所避難者：6,061 人
	水害・土砂災害	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>備蓄品の点検・補充</u> 定期的に備蓄品の点検を実施する必要がある。また、不足量を検討し、備蓄品の補充や、新たな協定の締結等を検討する必要がある。 ・ <u>協定先や栃木県との連携方法の確認</u> 被災時に、必要に応じて協定先や栃木県から物資の供給を受けることができるよう、体制を確保する必要がある。 ・ <u>備蓄倉庫の安全確保</u> 水害や土砂災害の想定状況を確認し、浸水や土砂災害の影響が想定されている場合は、必要に応じて対策を講じる必要がある。 	立退き避難者：21,759 人 屋内安全確保者：47,103 人
住民への周知・啓発	地震・水害・土砂災害	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>既存建築物の簡易耐震診断の啓発・促進</u> 耐震診断等の建築物の安全対策について、効果的な普及啓発を行う必要がある。 ・ <u>火災に関する情報提供</u> 通電火災による被害の周知や、地震後の初期消火方法等を周知する必要がある。また、消火訓練等の実施も検討する必要がある。 ・ <u>自宅でできる対策の周知</u> 家具の転倒防止対策等、地震に備えてやっておくべきことを周知する必要がある。 ・ <u>防災訓練の実施促進</u> 住民参加が可能な防災訓練や防災講演会等の実施促進が必要である。 ・ <u>備蓄の促進</u> 最低 3 日分の食料や飲料水を備蓄すること等、備蓄に関する情報を周知啓発する必要がある。 ・ <u>情報伝達方法の周知</u> 発災時にどのように情報伝達されるか、また、どこで災害情報を入手するか、周知する必要がある。 	死者数 建物倒壊：186 人 火災：36 人 地震ハザードマップ作成状況：未作成
	水害・土砂災害	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>自宅でできる対策の周知</u> 台風上陸前にやっておくべきこと等、自宅でできる対策について周知啓発する必要がある。 ・ <u>備蓄の促進</u> 最低 3 日分の食料や飲料水を備蓄すること等、備蓄に関する情報を周知啓発する必要がある。 	洪水・土砂災害ハザードマップ作成状況：2021 年作成

防災上の課題	災害種別	防災対策の方向性	被害量等※
		<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>情報伝達方法の周知</u> 発災時にどのように情報伝達されるか、また、どこで災害情報を入手するか、周知する必要がある。 	
避難施設の安全性確保	地震	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>避難施設の耐震化</u> 避難施設の耐震化の促進や、耐震診断を実施する必要がある。 ・ <u>避難施設的环境整備</u> 避難施設におけるエアコンの設置等、避難施設的环境を整備し、避難生活時の二次被害を防止する必要がある。 	指定避難所：58 箇所
	水害・土砂災害	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>想定被災状況の把握</u> 避難施設について、災害時に使用可能な建物（部屋）と使用不可能な建物（部屋）を把握する必要がある。 	指定避難所：58 箇所 洪水時：46 箇所 土砂災害時：54 箇所

※地震の被害量は深谷断層帯・綾瀬川断層の冬 18 時強風（10m/s）の場合。

3. 地震被害想定関連資料

3.1 基礎資料

3.1.1 太陽光発電施設

本調査では、栃木県より大規模盛土造成地データ、佐野市より太陽光発電施設建設に伴う盛土箇所の情報を収集し、使用した。

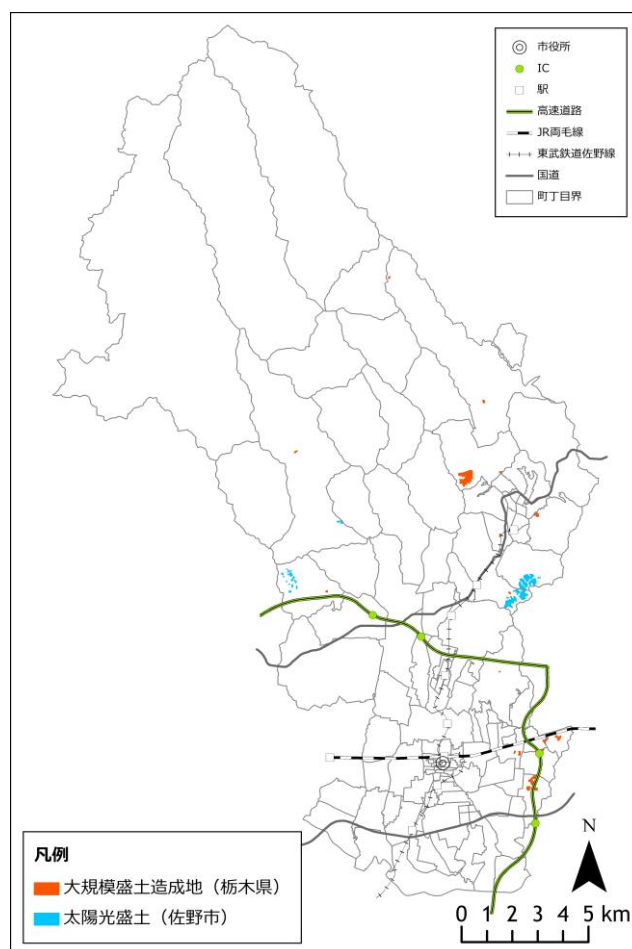


図 大規模盛土造成地（栃木県）及び太陽光発電施設建設に伴う盛土（佐野市）

3.2 ライフライン被害予測結果

3.2.1 上水道

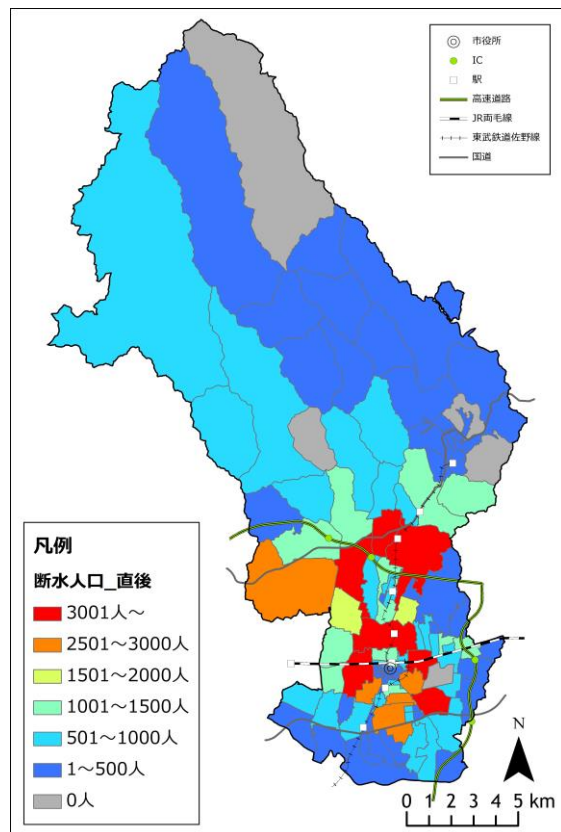


図 上水道被害（深谷断層帯・綾瀬川断層）

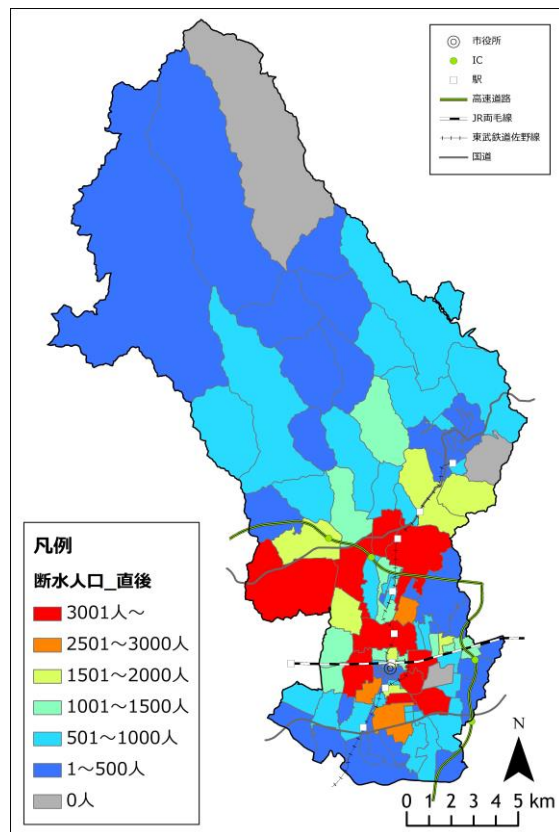


図 上水道被害（佐野市直下地震）

3.2.2 下水道

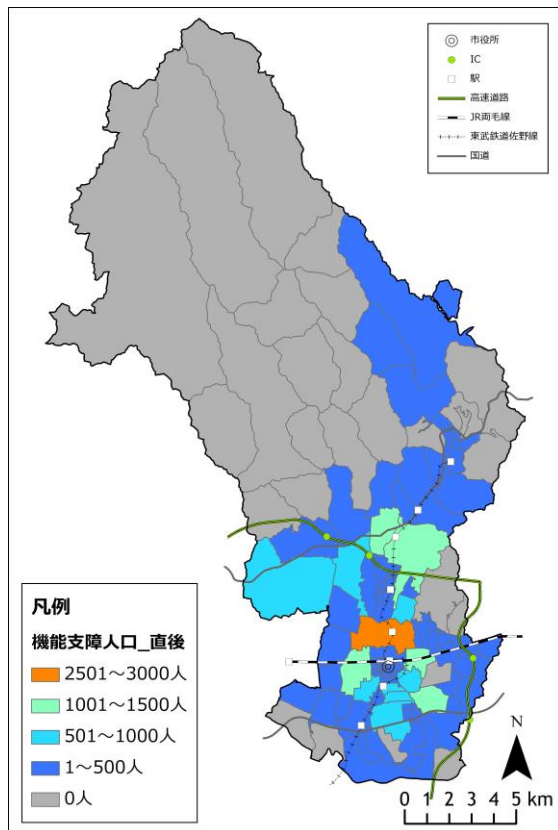


図 下水道被害（深谷断層帯・綾瀬川断層）

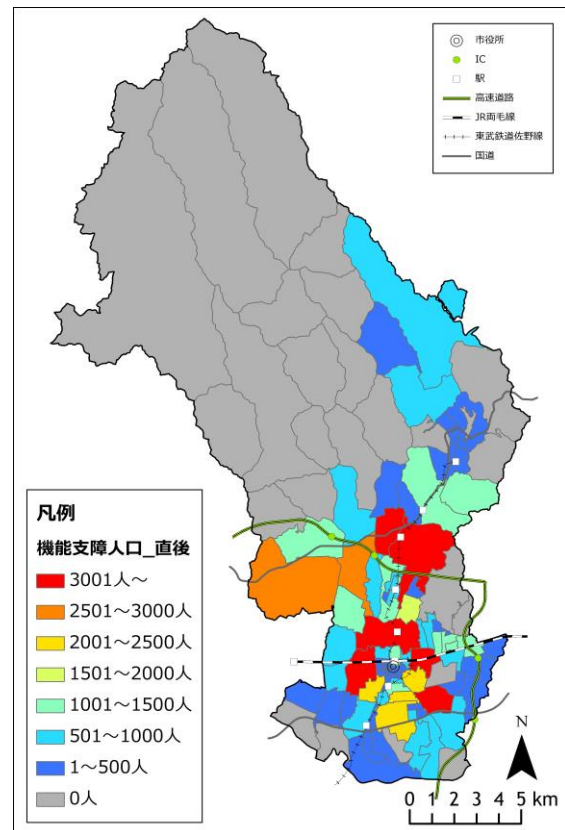


図 下水道被害（佐野市直下地震）

3.2.3 電力

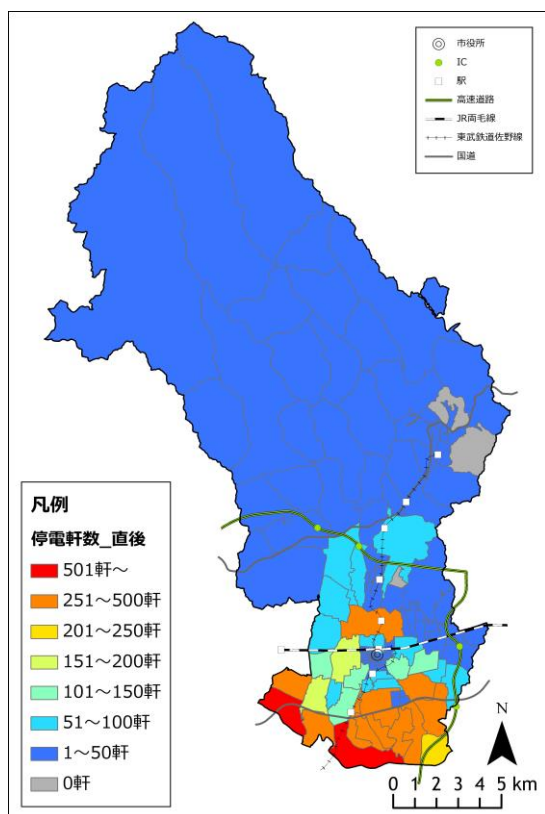


図 停電被害_夏 12 時強風 (10m/s)
(深谷断層帯・綾瀬川断層)

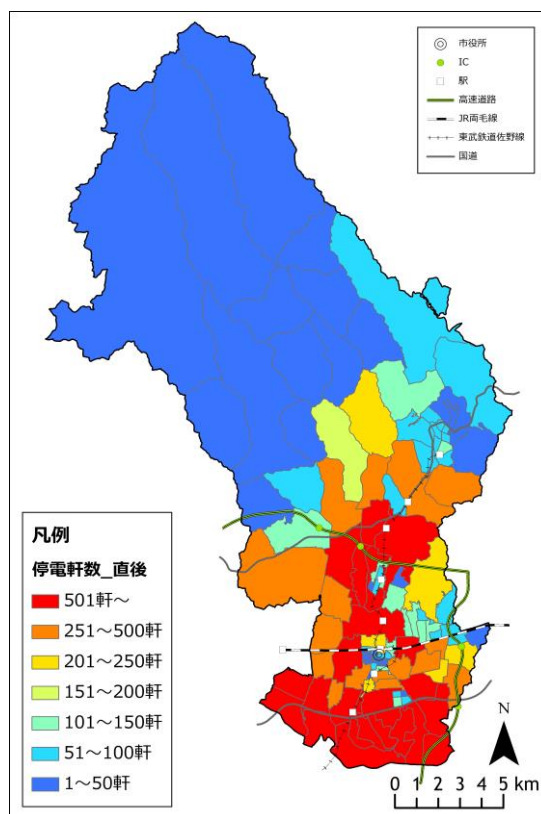


図 停電被害_夏 12 時強風 (10m/s)
(佐野市直下地震)

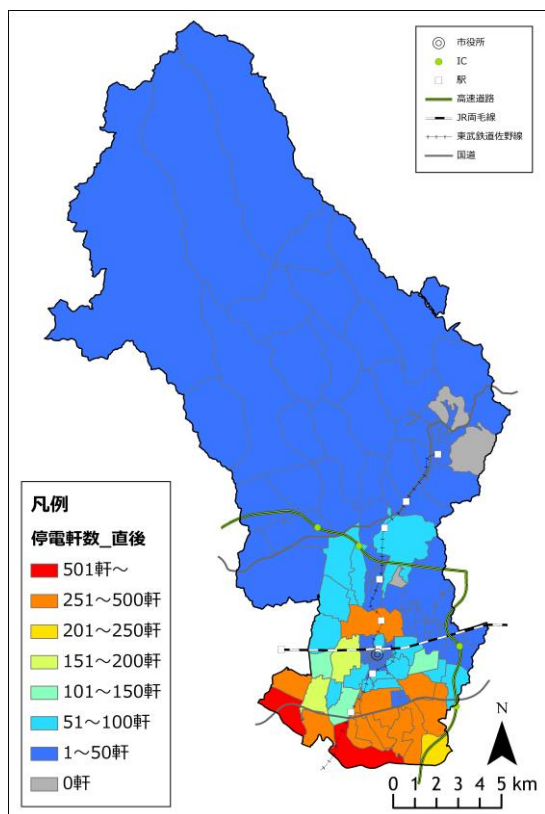


図 停電被害_夏 12 時平均風速 (6m/s)
(深谷断層帯・綾瀬川断層)

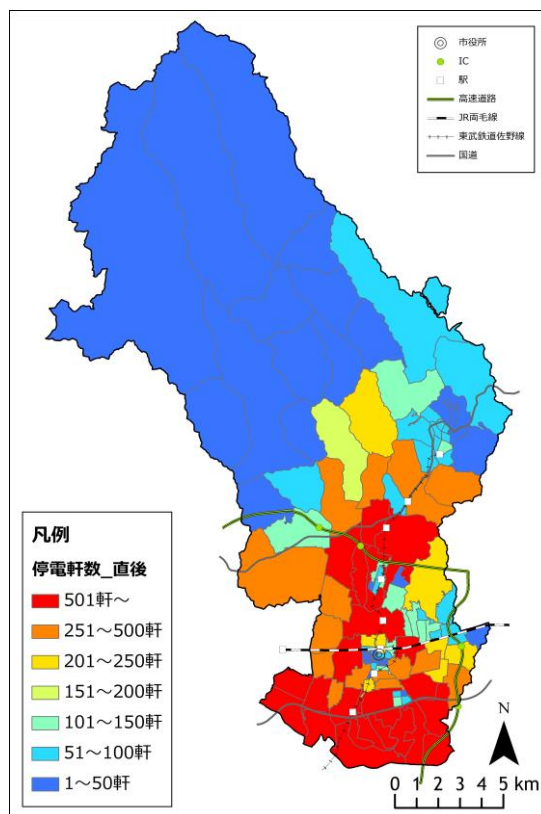


図 停電被害_夏 12 時平均風速 (6m/s)
(佐野市直下地震)

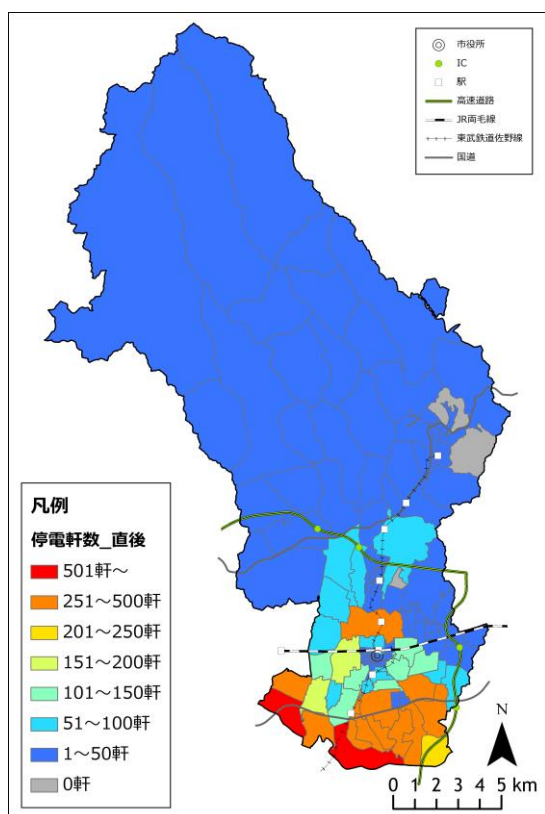


図 停電被害_冬 18 時強風 (10m/s)
(深谷断層帯・綾瀬川断層)

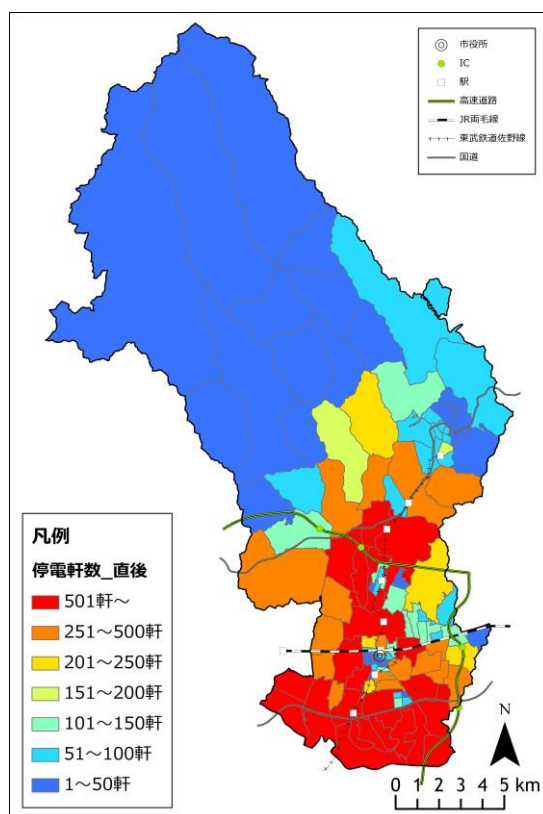


図 停電被害_冬 18 時強風 (10m/s)
(佐野市直下地震)

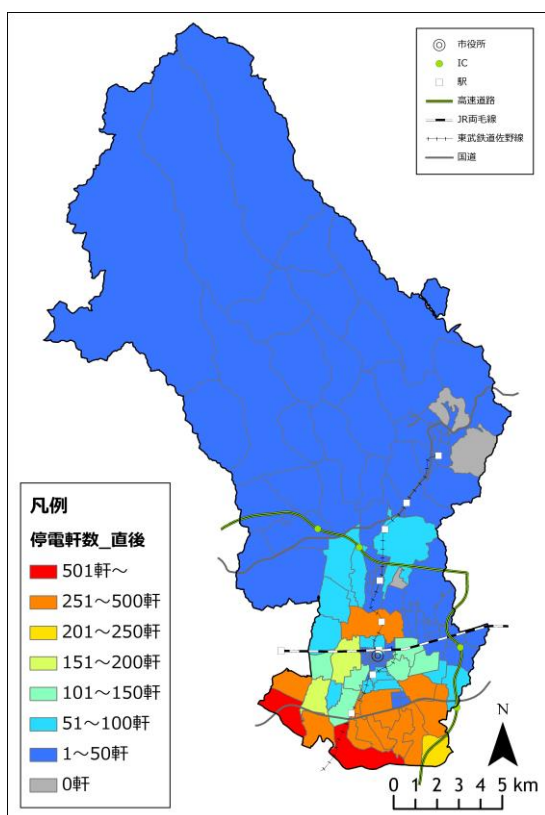


図 停電被害_冬 18 時平均風速 (7m/s)
(深谷断層帯・綾瀬川断層)

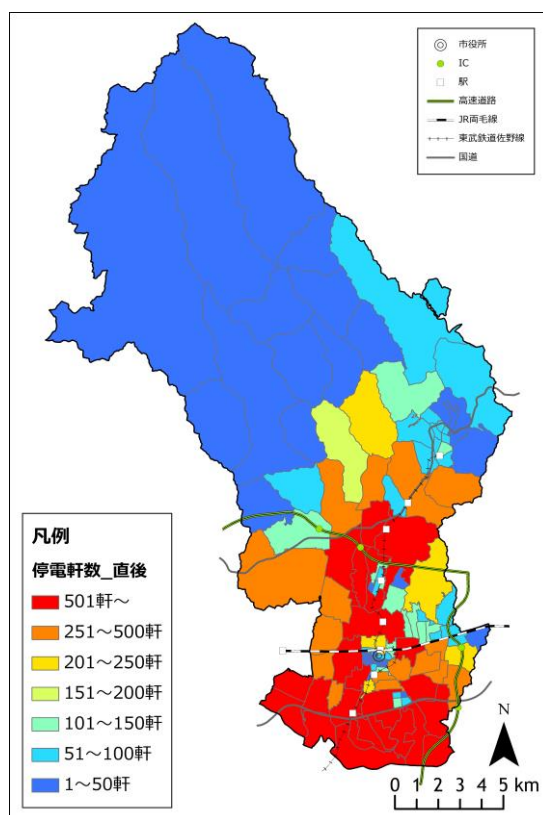


図 停電被害_冬 18 時平均風速 (7m/s)
(佐野市直下地震)

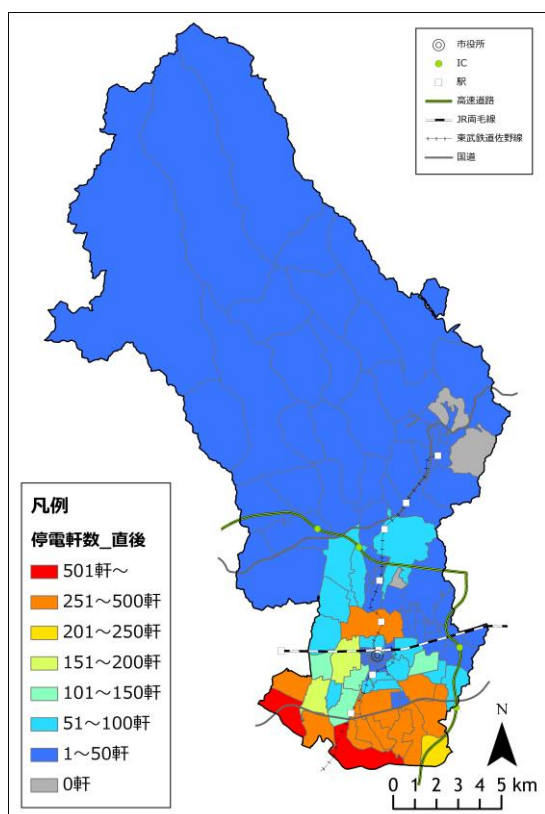


図 停電被害_冬深夜強風 (10m/s)
(深谷断層帯・綾瀬川断層)

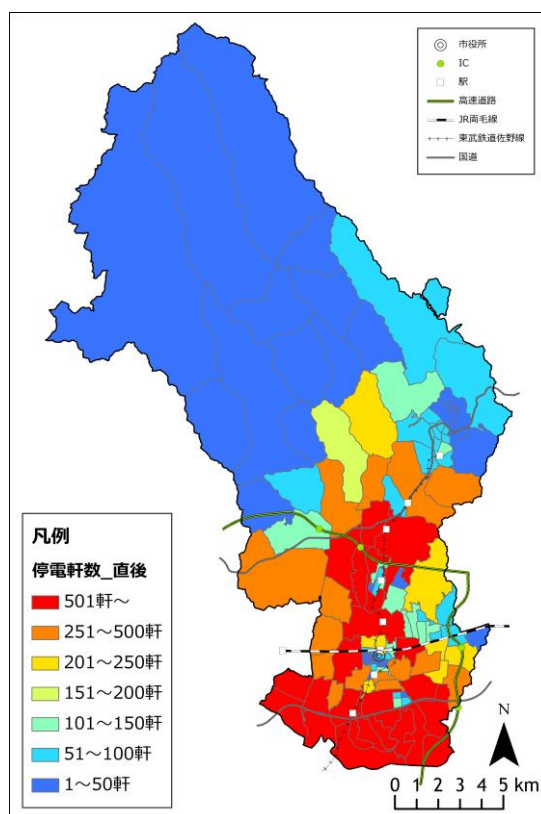


図 停電被害_冬深夜強風 (10m/s)
(佐野市直下地震)

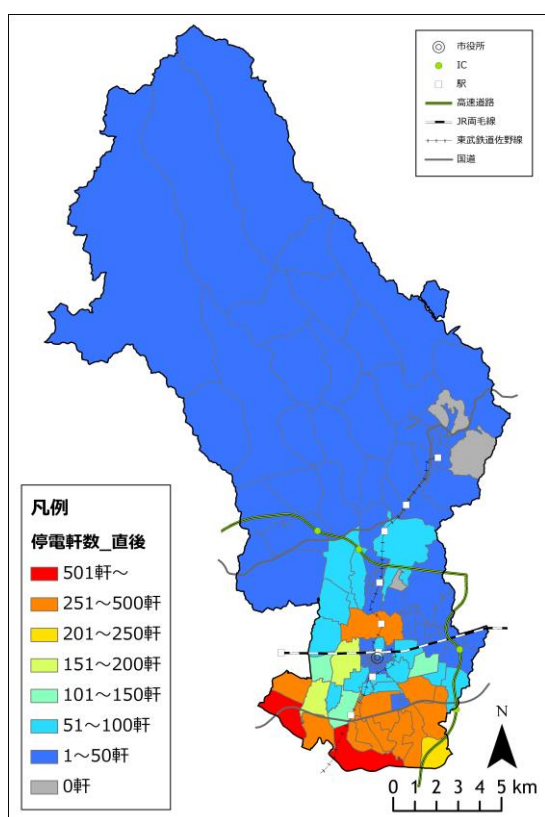


図 停電被害_冬深夜平均風速 (7m/s)
(深谷断層帯・綾瀬川断層)

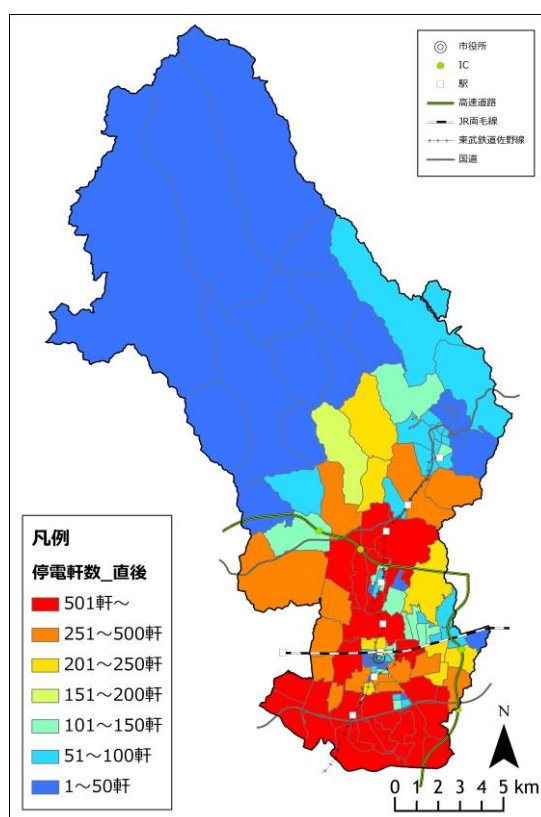


図 停電被害_冬深夜平均風速 (7m/s)
(佐野市直下地震)

3.2.4 ガス

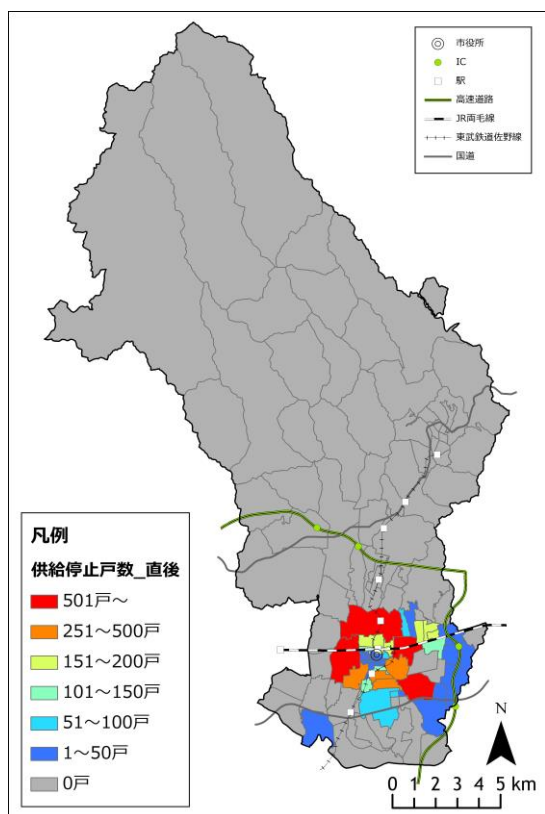


図 都市ガス被害（深谷断層帯・綾瀬川断層）

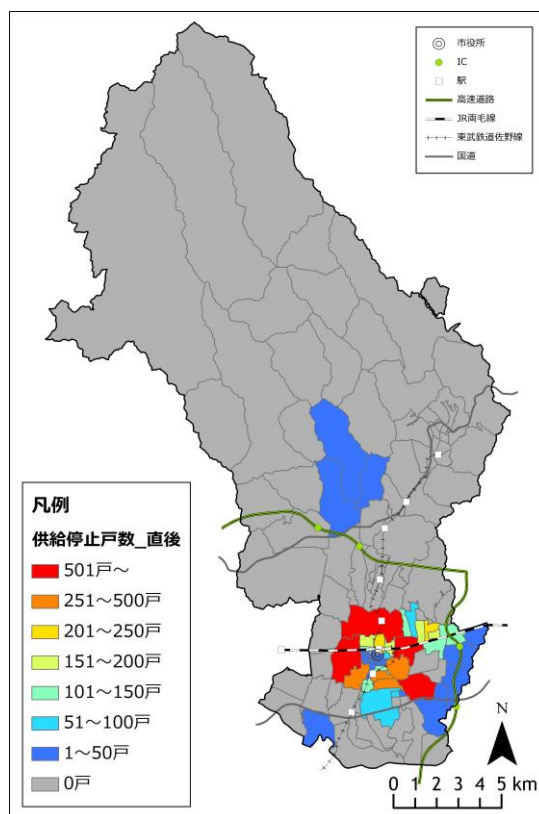


図 都市ガス被害（佐野市直下地震）

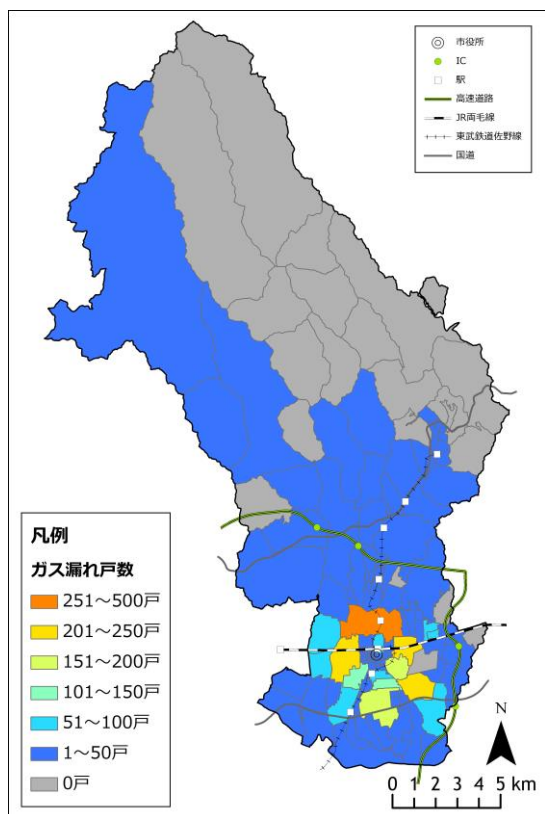


図 LP ガス被害（深谷断層帯・綾瀬川断層）

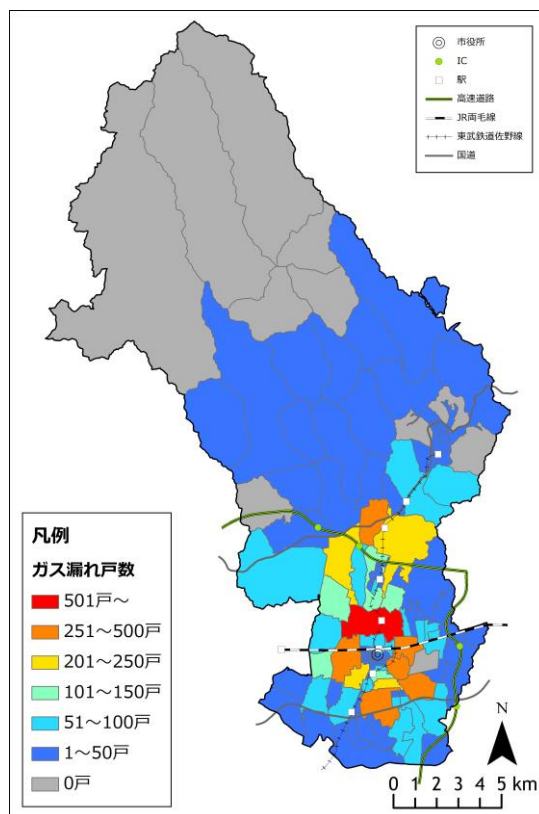


図 LP ガス被害（佐野市直下地震）

3.2.5 固定電話

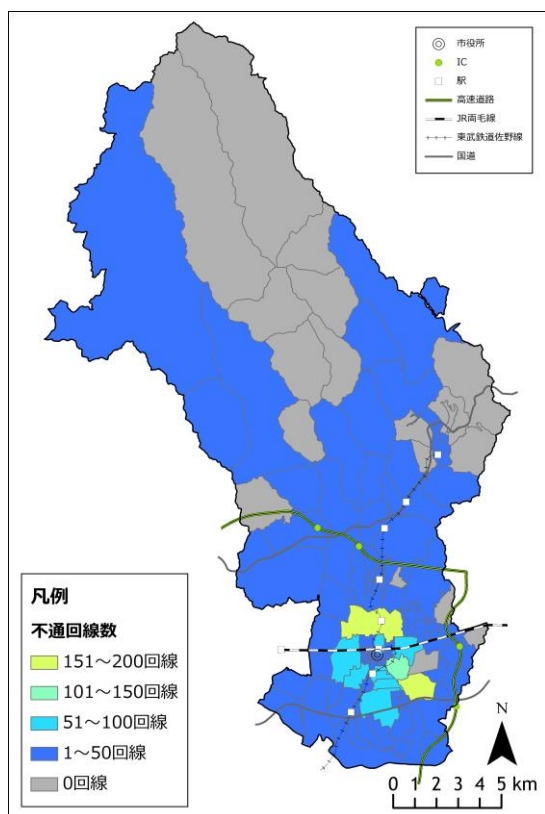


図 固定電話被害_夏 12 時強風 (10m/s)
(深谷断層帯・綾瀬川断層)

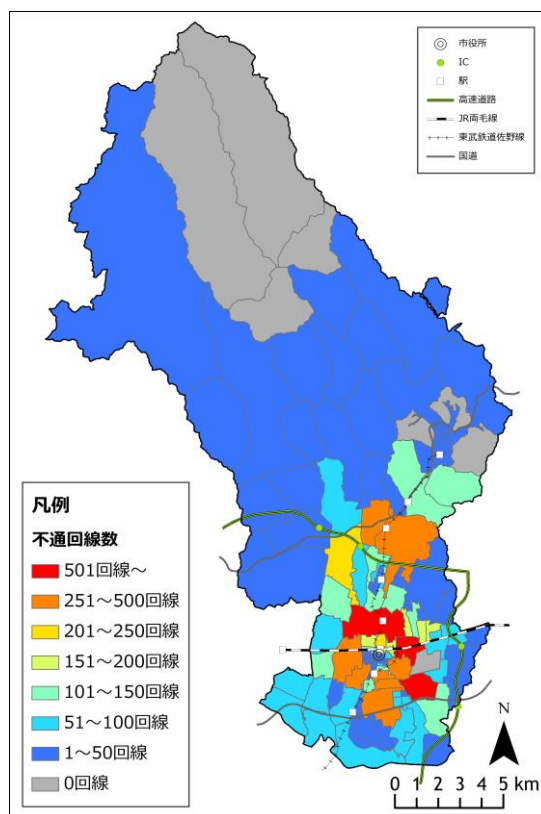


図 固定電話被害_夏 12 時強風 (10m/s)
(佐野市直下地震)

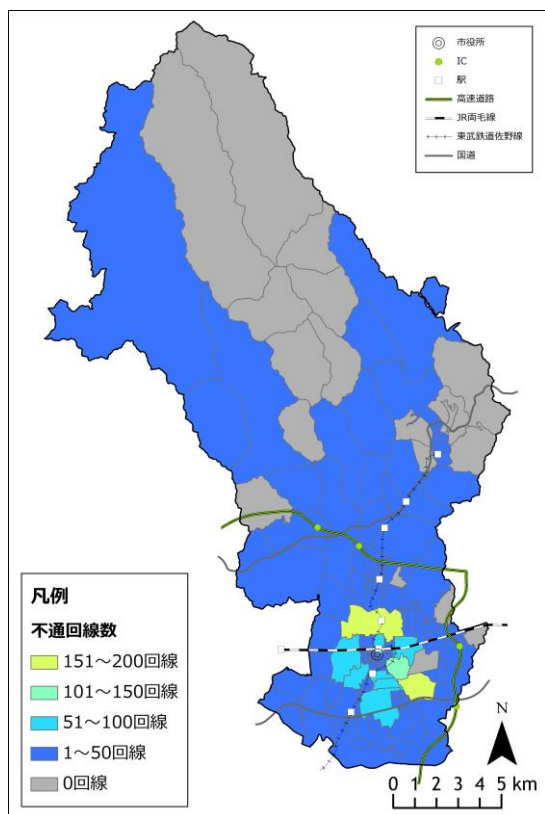


図 固定電話被害_夏 12 時平均風速 (6m/s)
(深谷断層帯・綾瀬川断層)

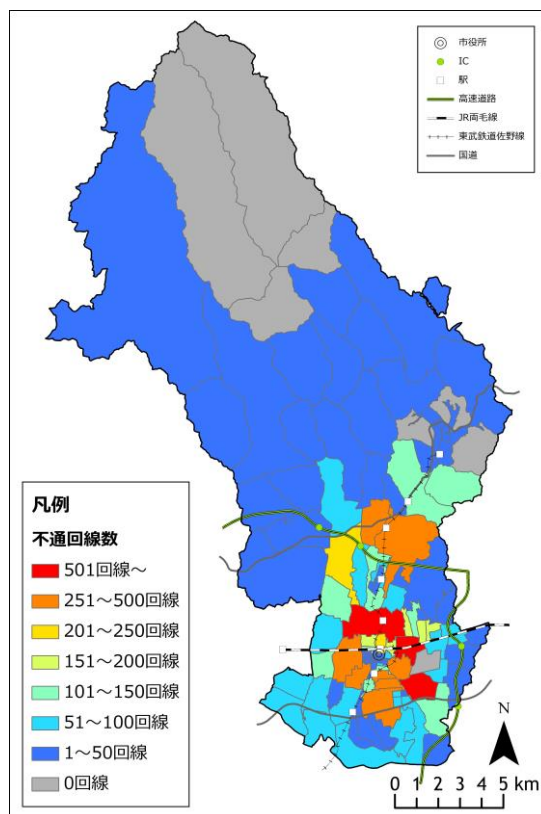


図 固定電話被害_夏 12 時平均風速 (6m/s)
(佐野市直下地震)

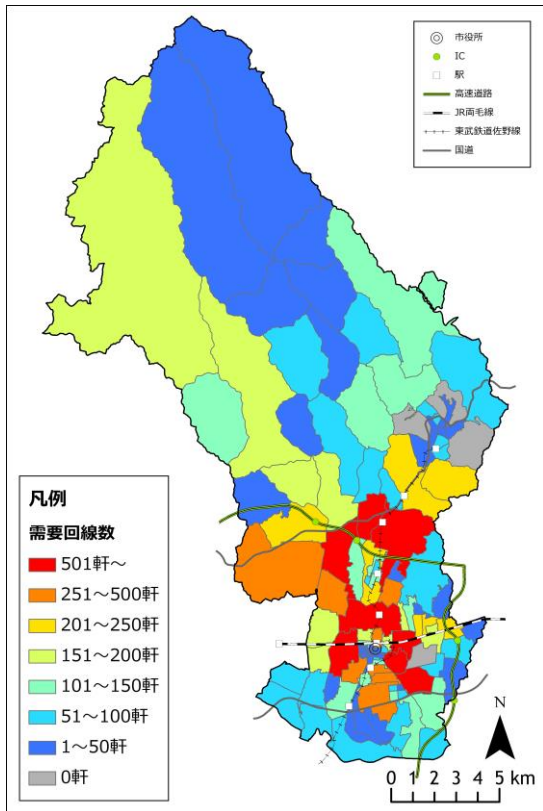


図 固定電話被害_冬 18 時強風 (10m/s)
(深谷断層帯・綾瀬川断層)

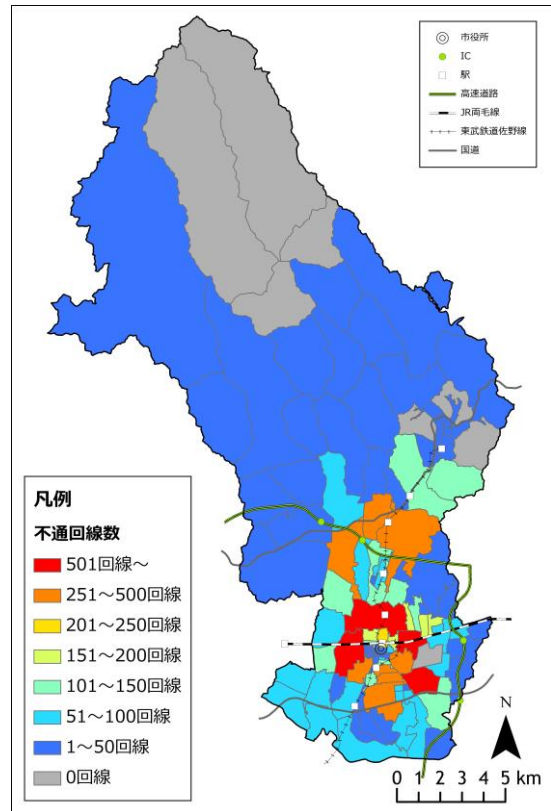


図 固定電話被害_冬 18 時強風 (10m/s)
(佐野市直下地震)

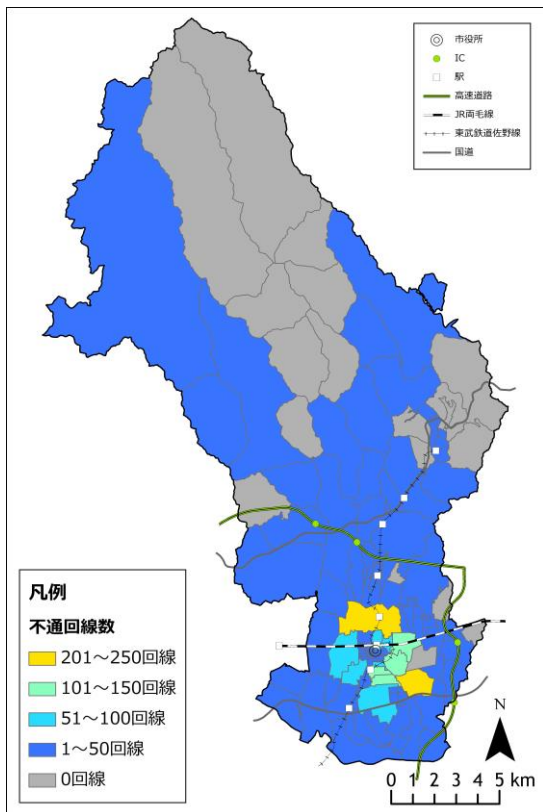


図 固定電話被害_冬 18 時平均風速 (7m/s)
(深谷断層帯・綾瀬川断層)

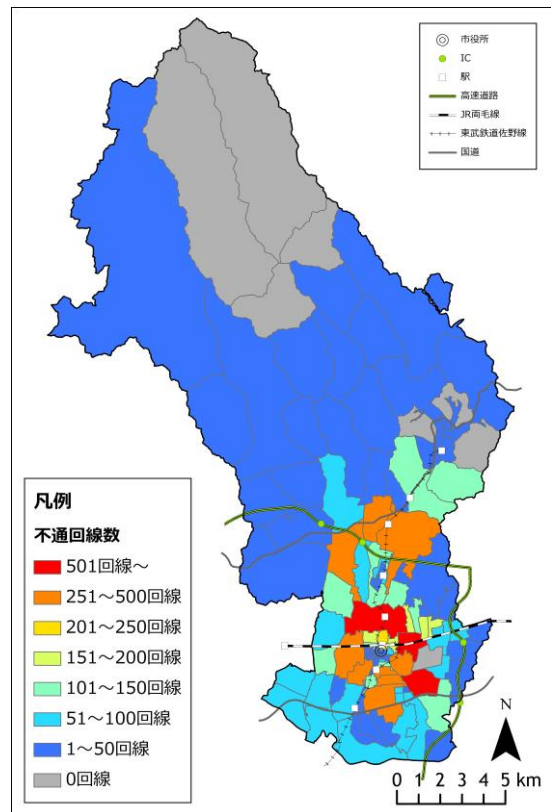


図 固定電話被害_冬 18 時平均風速 (7m/s)
(佐野市直下地震)

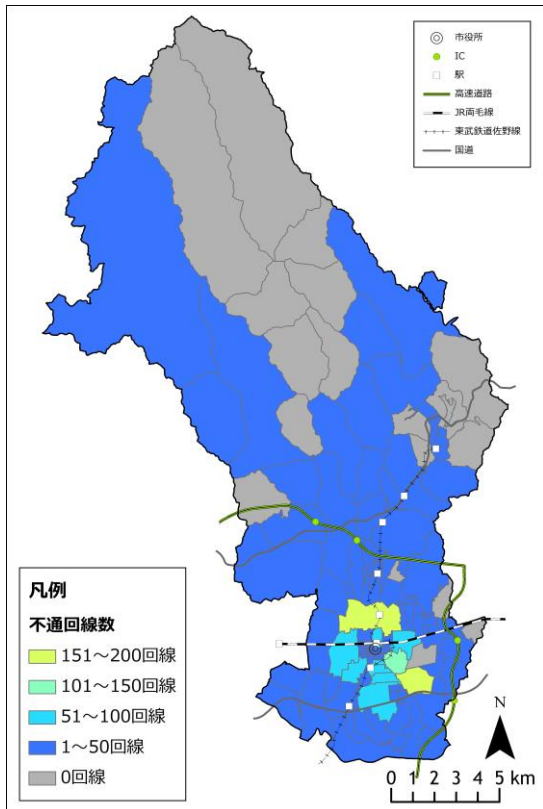


図 固定電話被害_冬深夜強風 (10m/s)
(深谷断層帯・綾瀬川断層)

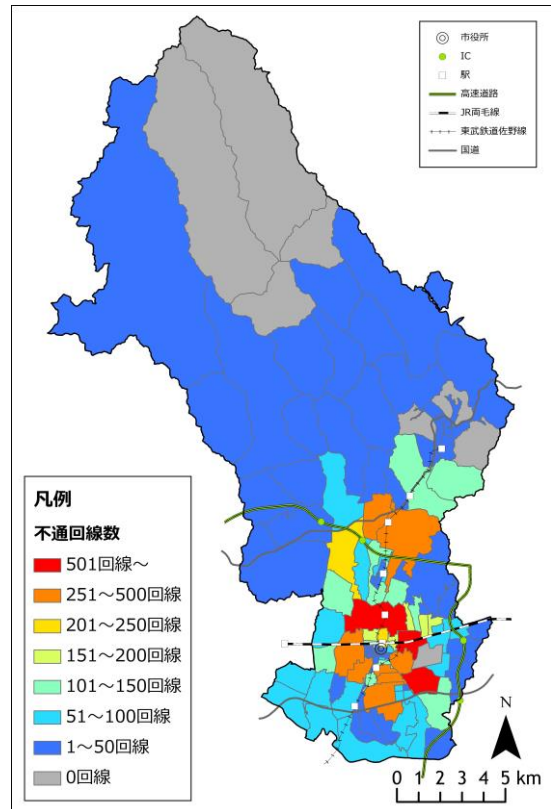


図 固定電話被害_冬深夜強風 (10m/s)
(佐野市直下地震)

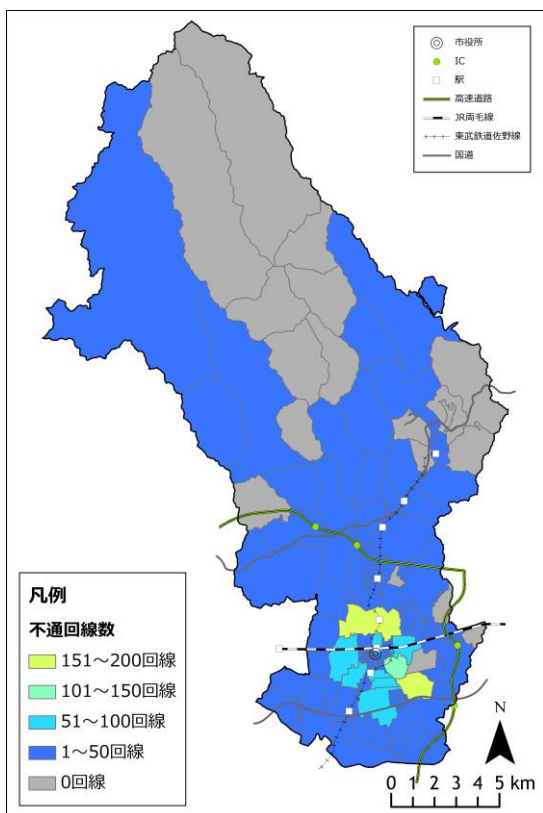


図 固定電話被害_冬深夜平均風速 (7m/s)
(深谷断層帯・綾瀬川断層)

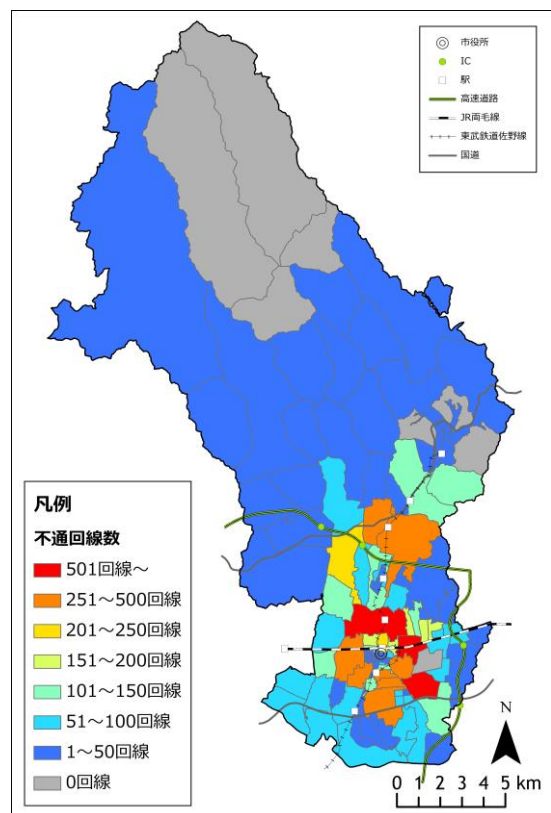


図 固定電話被害_冬深夜平均風速 (7m/s)
(佐野市直下地震)

3.3 交通被害予測結果

3.3.1 道路被害



図 道路被害_国道（深谷断層帯・綾瀬川断層）



図 道路被害_国道（佐野市直下地震）

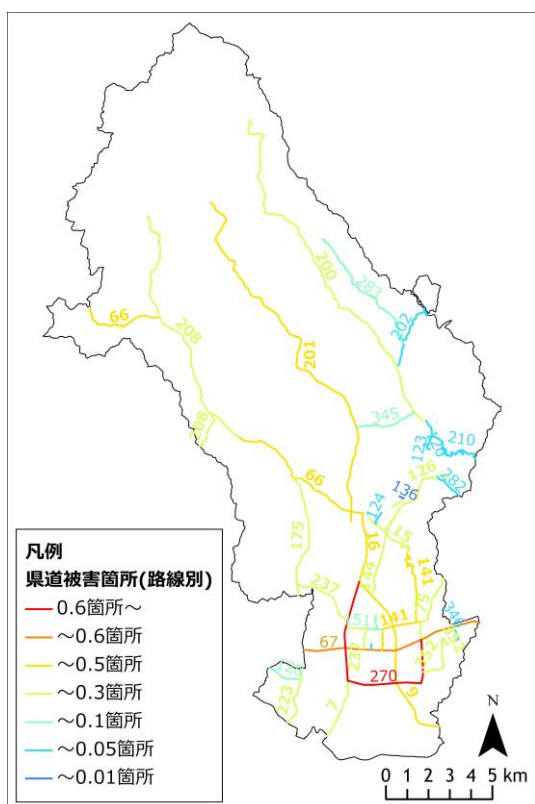


図 道路被害_県道（深谷断層帯・綾瀬川断層）

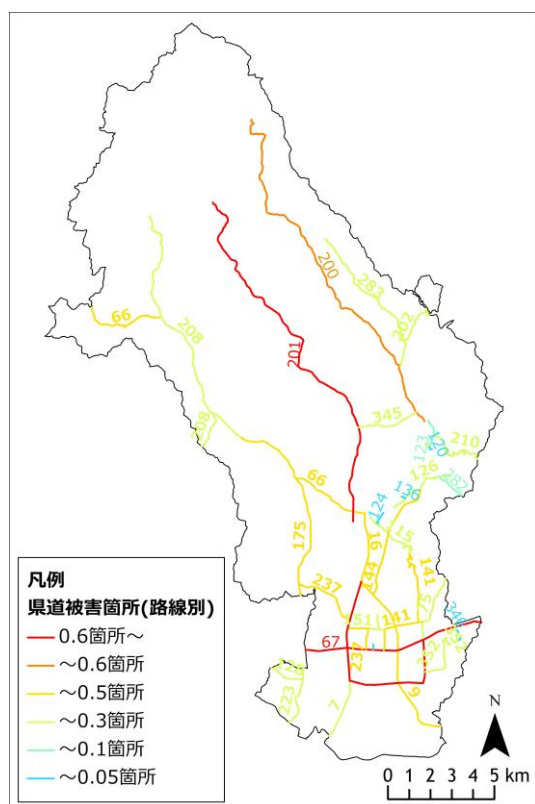


図 道路被害_県道（佐野市直下地震）

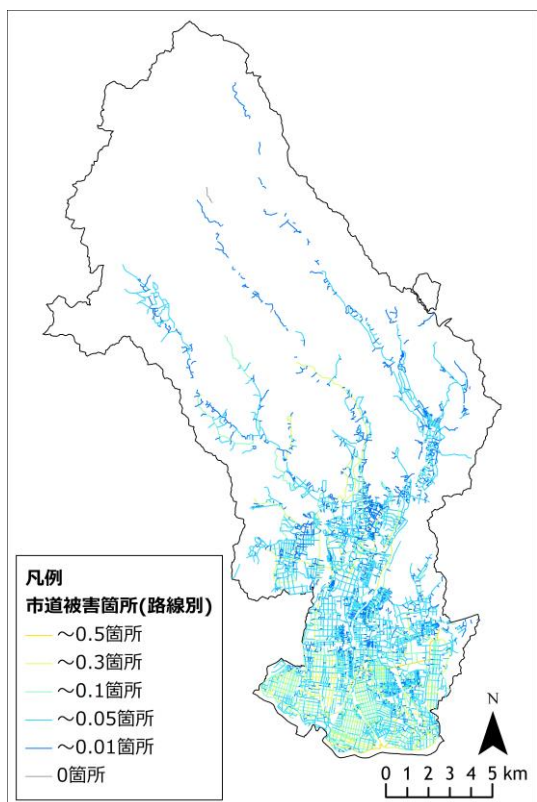


図 道路被害_市道（深谷断層帯・綾瀬川断層）

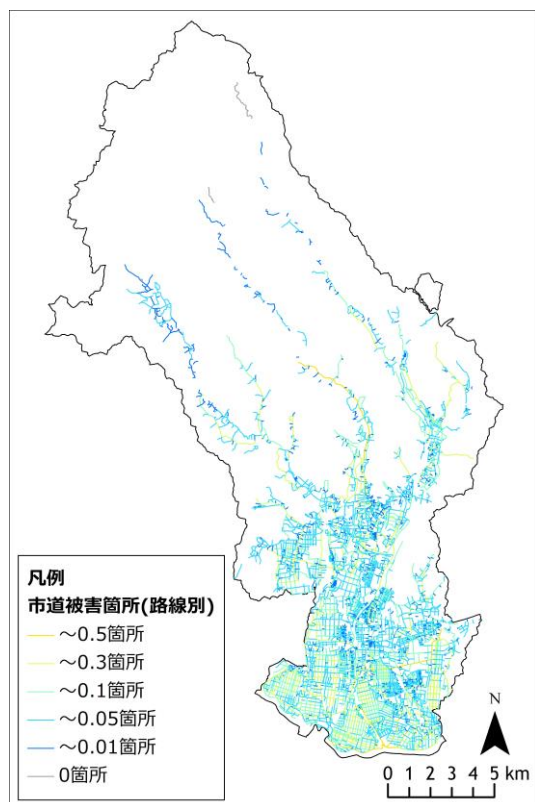


図 道路被害_市道（佐野市直下地震）

4. 風水害・土砂災害被害想定関連資料

4.1 ライフライン被害予測結果

4.1.1 上水道・下水道

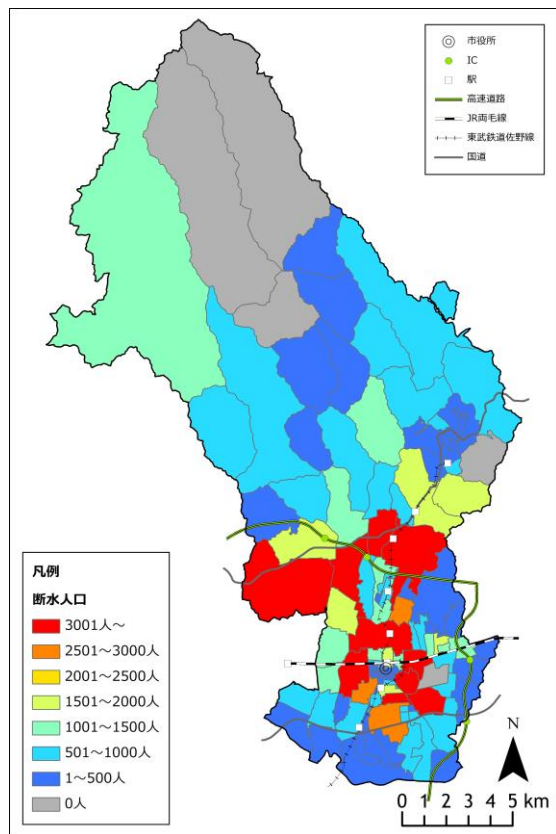


図 上水道停止影響人口

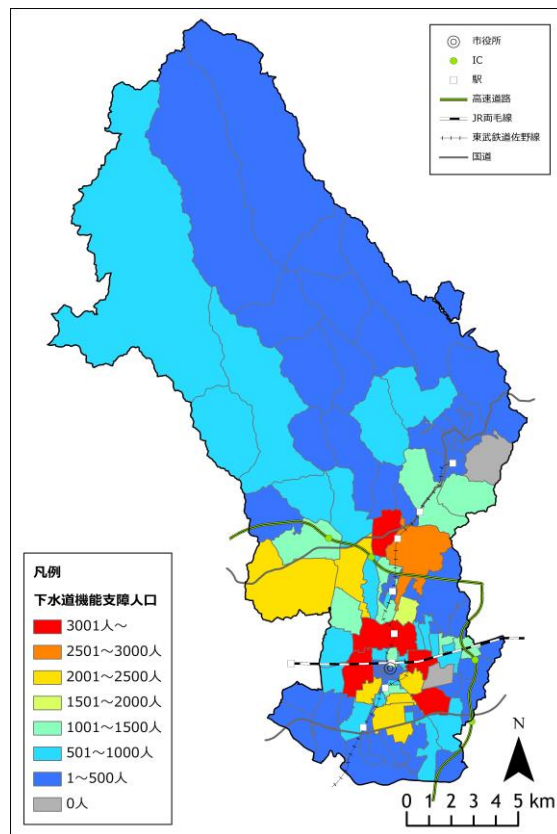


図 下水道停止影響人口

4.1.2 電力

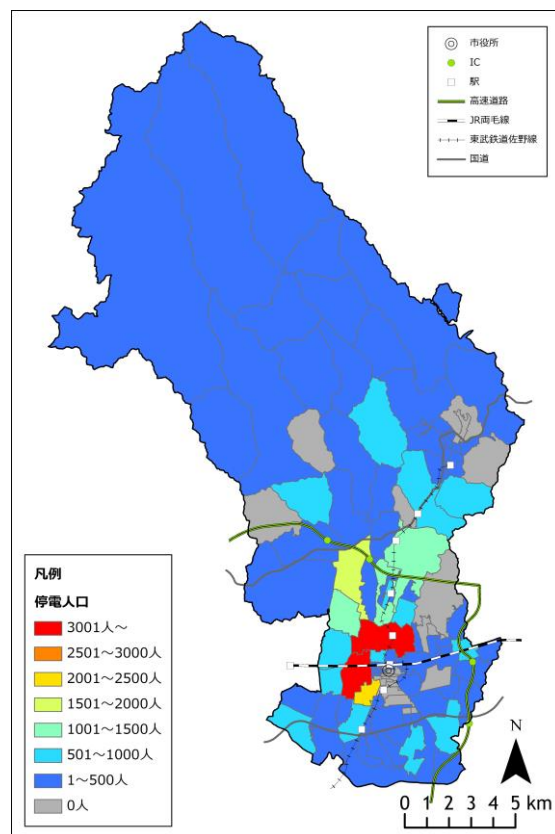


図 電力停止影響人口

4.1.3 ガス

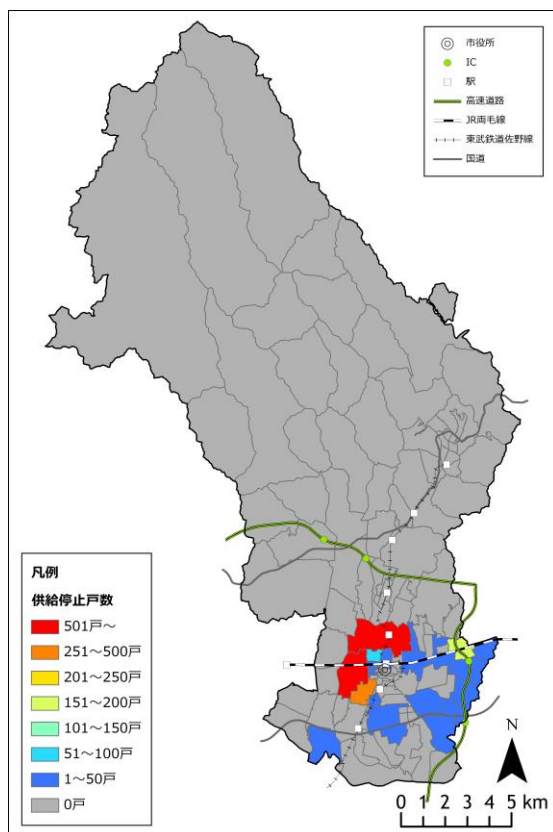


図 都市ガス停止影響戸数

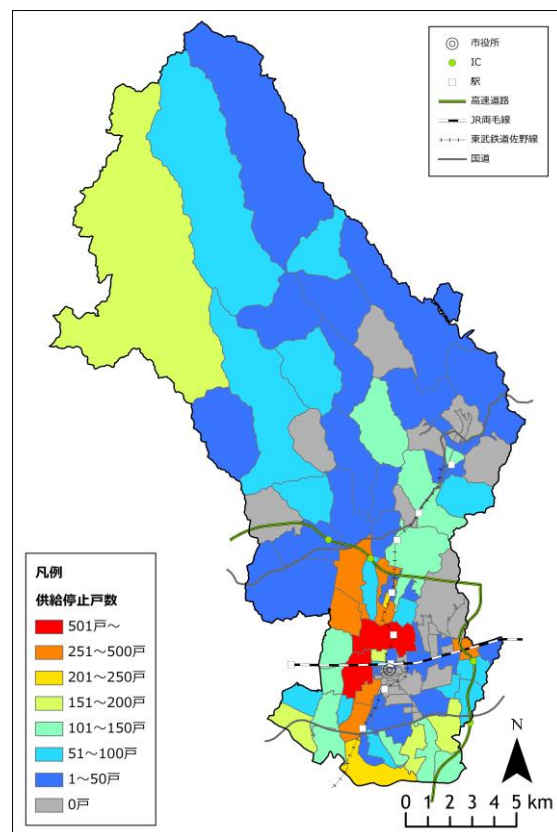


図 LPガス停止影響戸数

4.1.4 電話

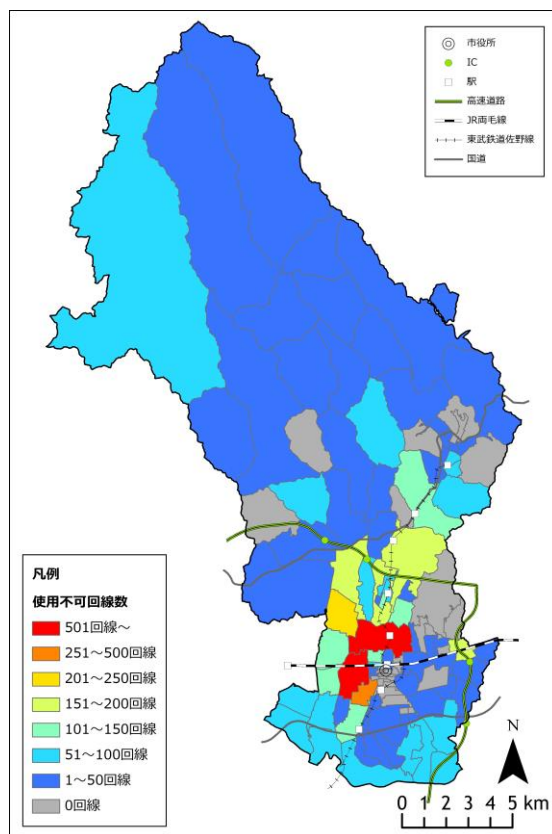


図 固定電話使用不可回線数

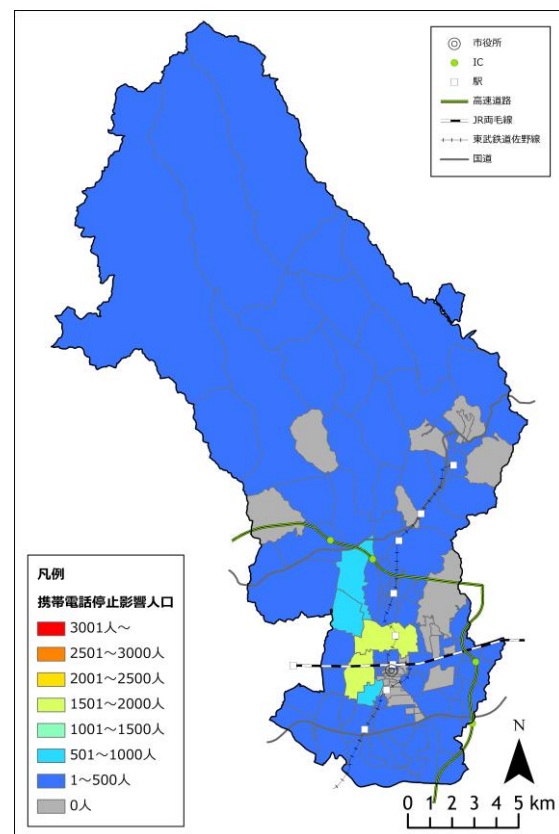


図 携帯電話使用不可人口

5. 参考資料

本調査では、各種図面作成に以下のデータを使用した。

＜国土数値情報（国土交通省）＞

- ・ 河川データ
<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W05.html>
- ・ 鉄道データ
https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N02-v3_0.html
- ・ 駅別乗降客数データ
https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-S12-v3_0.html
- ・ 高速道路時系列データを加工して使用
https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N06-v2_0.html

6. 災害シナリオ

実際に地震が発生した場合は、建物被害、人的被害はほぼ同時に集中して発生する一方、避難者は、断水の影響を受け、1週間後に最も多くなるなど、被害項目を個々にみるのではなく、時系列を通じて整理しておくことが必要となる。また、風水害・土砂災害の場合は、同時多発的に災害が発生する可能性がある。台風上陸の場合など、災害が発生する前には水防対策や避難行動も行われる。

ここでは、上記の観点から、今後の応急対策活動における課題を整理するための基礎資料として、被害量、被害の様相を時系列で整理し、作成することとした。

<地震>

対象災害：深谷断層帯・綾瀬川断層の地震（M8.0）

想定シーン：冬 18 時（夕方は各家庭において夕食の支度時であり、出火の可能性が高い）

時系列：初動期（被害状況を把握し、今後の見通しをたてて災害対応を行う段階）

・直後～1 時間 ・1～3 時間 ・3～6 時間

応急期（被害状況の把握し、組織的な災害対応を行う段階（人命救助を優先））

・6 時間～1 日 ・2 日 ・3 日

復旧期（市外等からの応援を受け、被災者の生活改善、被災施設の復旧を行う段階）

・4～7 日 ・8～14 日 ・15 日～約 1 か月

<風水害・土砂災害>

対象災害：市内各所で堤防決壊や土砂災害が発生。

想定シーン：台風上陸シーズンの前半期である夏。

時系列：警戒期（情報収集により状況を把握しつつ、避難所の開設や水防活動を行う段階）

・72 時間～24 時間前 ・24 時間～数時間前 ・数時間～台風上陸直前

応急期（被害状況を把握し、組織的な災害対応を行う段階（人命救助を優先）。）

・直後～1 日 ・2 日 ・3 日

復旧期（市外等からの応援を受け、被災者の生活改善、被災施設の復旧を行う段階）

・4～7 日 ・8～14 日 ・15 日～約 1 か月

6.1 地震

<初動期> 【】：被害想定結果や状況、□：必要となる災害対応

時間経過 活動項目	初動期		
	直後～1 時間	1～3 時間	3～6 時間
活動体制・応援要請	【冬 18 時 市内で震度 6 強を観測】 【勤務時間外のため自宅又は帰宅途中の職員多数】 □災害対策本部の設置（第 2 配備） □職員参集：動員命令を待つことなく、直ちに参集の準備にとりかかる	□応急対策の協議 □現地災害対策本部の設置 □各種協定締結機関への応援要請 □防災拠点施設の使用可能性確認	□緊急初動班の編成 □応援受け入れ体制の整備 □自衛隊派遣要請（県へ） □本部会議の開催（被害状況、対応）
情報収集・提供	□職員の安否確認 □通信手段の確保（電話、防災行政無線等） □地震情報の収集（気象庁、県） □被害情報の収集（各班、住民、関係機関） □情報伝達（関係機関への報告、市民への広報）	□地震情報の収集（気象庁、県） □被害情報の収集（各班、住民、関係機関） □情報伝達（関係機関への報告、市民への広報）	□状況及び措置の概要を国、県に報告
消防	【火災発生：20 件】 □消防団長は、直ちに出動できる体制を確立するよう各分団長に電話・伝令等により指令 □消火活動開始	□消火活動（継続）	□消火活動（継続） □延焼防止（必要に応じて） □緊急消防援助隊の派遣要請（必要に応じて）
人命救助・捜索	【死者：187 人（火災除く）】 □救助要求の受信及び情報集約 □救助活動開始	□救助活動（継続）	□救助活動（継続） □緊急消防援助隊の派遣要請（必要に応じて）
緊急医療	【負傷者：1,694 人、うち重傷者：274 人（火災除く）】 □災害救護本部の設置 □救命措置（重傷者優先（トリアージ））	□医療救護班の編成、派遣、活動 □救命措置（重傷者優先（トリアージ））	□医薬品、衛生材料の確保
避難対策	【避難所避難者：6,061 人、避難所外避難者：4,041 人】 □避難所の開設 （避難所への職員派遣、避難所の安全確認） □指定避難所での対応	□避難行動要支援者への支援 （市、民生委員、自主防災組織等） □避難所開設情報の広報 □避難所の運営	□不足物資の確認 □避難所開設情報の広報 □避難所の運営 □避難者名簿の作成
生活物資	【食料：1 日分以上の備蓄あり、飲料水・毛布・トイレ：不足】 □協定業者の安否確認	□必要物資の把握 □協定業者の在庫確認	□必要物資の把握 □2 日後からの不足分を必要物資として支援要請
帰宅困難者	【帰宅困難者：10,931 人、滞留者：9,970 人】	□滞留者の安全確保及び収容	□滞留者への情報提供（交通機関被害状況、復旧見通し等）
上水道	【断水人口：99,572 人】 □被害状況の把握	□被害状況の把握	□復旧事業者への協力要請 □復旧見通しの広報
下水道	【機能支障人口：28,116 人】 □被害状況の把握	□被害状況の把握	□復旧事業者への協力要請 □復旧見通しの広報
電力	【停電軒数：9,250 軒】 □被害状況の把握	□被害状況の把握	□応急復旧（事業者） □復旧見通しの広報
通信	【不通回線：2,834 回線】 □被害状況の把握	□被害状況の把握	□応急復旧（事業者） □復旧見通しの広報
ガス	【都市ガス支障戸数：7,098 戸、LP ガス支障戸数：3,271 戸】 □被害状況の把握	□被害状況の把握	□応急復旧（事業者） □復旧見通しの広報
交通（輸送）	【道路被害：67 箇所、鉄道被害：36 箇所】 □緊急輸送道路の交通規制	□市内輸送業者の被害状況確認	□協定締結業者による物資輸送等の支援要請 □道路応急復旧事業者への要請
住宅対策	【全壊：3,634 棟、半壊：9,007 棟（液状化、揺れ、土砂災害による）】		
二次被害の防止	【建物半壊：9,007 棟、土砂災害警戒区域：951 箇所】 □被害状況の把握 □二次被害の防止	□被害状況の把握 □二次被害の防止	□被害状況の把握 □二次被害の防止
廃棄物処理	【災害廃棄物量 34.42t：仮置場必要面積：11.29ha】		□災害廃棄物発生量の把握 □災害廃棄物一時保管場所の確保

<応急期> 【】：被害想定結果や状況、□：必要となる災害対応

時間経過 活動項目	応急期		
	6 時間～1 日	2 日	3 日
活動体制□応援要請	<input type="checkbox"/> 本部会議の開催（被害詳細、活動状況、今後の活動方針） <input type="checkbox"/> 応急活動の指示、支援 <input type="checkbox"/> ボランティアセンターの設置準備 <input type="checkbox"/> 自衛隊の受入	<input type="checkbox"/> 本部会議の開催（被害詳細、活動状況、今後の活動方針） <input type="checkbox"/> ボランティアセンターの設置、災害ボランティアの受入	<input type="checkbox"/> 本部会議の開催（活動状況、優先業務再開の状況、復旧状況、活動の焦点） <input type="checkbox"/> 災害救助法の申請検討 <input type="checkbox"/> 人員配置の調整、職員の心のケア <input type="checkbox"/> 各種応援協定の受入
情報収集□提供	<input type="checkbox"/> 各班活動状況の把握 <input type="checkbox"/> 住民への広報（被害状況、余震等の情報、市の活動状況、ライフライン復旧情報等） <input type="checkbox"/> 相談窓口、コールセンターの設置（住民向け）	<input type="checkbox"/> ライフライン□道路等の復旧情報 <input type="checkbox"/> 住民への広報 （被害状況、余震等の情報、市の活動状況、ライフライン復旧情報等） <input type="checkbox"/> 相談窓口、コールセンターの運営（住民向け）	
消防	<input type="checkbox"/> 緊急消防援助隊の要請検討（必要に応じて受入準備）	【焼失棟数：1,779 棟、死者：36 人、負傷者：55 人、うち重傷者 15 人】 <input type="checkbox"/> 緊急消防援助隊の受入	
人命救助□捜索	<input type="checkbox"/> 救助活動（継続） <input type="checkbox"/> 遺体の捜索・収容 <input type="checkbox"/> 緊急消防援助隊の要請及び受入（必要に応じて）	<input type="checkbox"/> 救助活動（継続）	
緊急医療	<input type="checkbox"/> 医療救護班の編成、派遣、活動 <input type="checkbox"/> 救命措置（重傷者優先、トリアージ） <input type="checkbox"/> 後方医療機関への搬送、DMAT の受入等		
避難対策	【避難所避難者：6,061 人、避難所外避難者：4,041 人】 <input type="checkbox"/> 避難所生活開始 <input type="checkbox"/> 要配慮者への対応 <input type="checkbox"/> ニーズの把握	<input type="checkbox"/> 低気温への対応（暖房、毛布の確保等） <input type="checkbox"/> 要配慮者への対応 <input type="checkbox"/> ニーズの把握	【避難所避難者：9,813 人、避難所外避難者：7,504 人】
生活物資	<input type="checkbox"/> 物資の確保、配給	<input type="checkbox"/> 物資の確保、随時配給	
帰宅困難者	<input type="checkbox"/> 滞留者への食料・飲料水提供 <input type="checkbox"/> 滞留者への情報提供（交通機関被害状況、復旧見通し等） <input type="checkbox"/> 帰宅困難者の安否確認	<input type="checkbox"/> 滞留者への食料・飲料水提供 <input type="checkbox"/> 滞留者への情報提供（交通機関被害状況、復旧見通し等） <input type="checkbox"/> 帰宅困難者の安否確認	<input type="checkbox"/> 滞留者への食料・飲料水提供 <input type="checkbox"/> 滞留者への情報提供（交通機関被害状況、復旧見通し等） <input type="checkbox"/> 帰宅困難者の安否確認
上水道	【断水人口：97,761 人】 <input type="checkbox"/> 復旧開始 <input type="checkbox"/> 応急給水準備及び開始（要給水量 3L/人日 1～3 日）	<input type="checkbox"/> 応急給水 <input type="checkbox"/> 復旧情報の収集	【断水人口：94,313 人】 <input type="checkbox"/> 応急給水（継続） <input type="checkbox"/> 復旧情報の収集
下水道	【機能支障人口：14,078 人】 <input type="checkbox"/> 復旧開始 <input type="checkbox"/> 仮設トイレの設置	<input type="checkbox"/> 復旧情報の収集 <input type="checkbox"/> し尿処理に関する業者との調整	【機能支障人口：3,548 人】 <input type="checkbox"/> 収集活動の開始 <input type="checkbox"/> 復旧情報の収集
電力	【停電軒数：995 軒】 <input type="checkbox"/> 復旧開始	<input type="checkbox"/> 復旧情報の収集	【停電軒数：58 軒】 <input type="checkbox"/> 復旧情報の収集
通信	<input type="checkbox"/> 復旧開始 <input type="checkbox"/> 応急仮設電話の設置（避難所等）	<input type="checkbox"/> 復旧情報の収集	<input type="checkbox"/> 復旧情報の収集
ガス	【都市ガス支障戸数：7,066 戸】 <input type="checkbox"/> 復旧開始	<input type="checkbox"/> 復旧情報の収集	【都市ガス支障戸数：7,029 戸】 <input type="checkbox"/> 復旧情報の収集
交通（輸送）	<input type="checkbox"/> 道路応急復旧の開始 <input type="checkbox"/> 道路啓開による輸送路確保 <input type="checkbox"/> 緊急輸送開始	<input type="checkbox"/> 復旧情報の収集	<input type="checkbox"/> 復旧情報の収集
住宅対策	<input type="checkbox"/> 被害状況の把握（継続）	<input type="checkbox"/> 被害認定調査の準備（人員及び資機材確保等）	<input type="checkbox"/> 被害認定調査の開始 <input type="checkbox"/> 仮設住宅の必要戸数把握 <input type="checkbox"/> 仮設住宅設置場所の確保
二次被害の防止	<input type="checkbox"/> 土砂災害警戒区域等の点検の準備 <input type="checkbox"/> 農地被害（地盤被害）箇所の点検準備		
廃棄物処理	<input type="checkbox"/> 災害廃棄物発生量の把握 <input type="checkbox"/> 災害廃棄物一時保管場所の検討		

<復旧期> 【】：被害想定結果や状況、□：必要となる災害対応

時間経過 活動項目	復旧期		
	4～7 日	8～14 日	15 日～約 1 か月
活動体制□応援要請	<input type="checkbox"/> 本部会議の開催 (活動状況、優先業務再開の状況、避難所の状況、自衛隊等の撤収時期の検討、災害対策本部の廃止検討) <input type="checkbox"/> 災害ボランティアの受入(継続) <input type="checkbox"/> 人員配置の調整、職員の心のケア(継続) <input type="checkbox"/> 各種応援協定の受入(継続)		
情報収集□提供	<input type="checkbox"/> 被害状況のとりまとめ <input type="checkbox"/> 報道機関への情報提供 <input type="checkbox"/> 住民への広報(継続) (被害状況、余震等の情報、市の活動状況、ライフライン復旧情報等) <input type="checkbox"/> 相談窓口、コールセンターの運営(住民向け)		
消防	<input type="checkbox"/> 緊急消防援助隊の要請及び受入(必要に応じて)		
人命救助□捜索	<input type="checkbox"/> 救助活動(継続) <input type="checkbox"/> 遺体の捜索(継続) <input type="checkbox"/> 収容(継続) <input type="checkbox"/> 緊急消防援助隊の要請検討(必要に応じて)		
緊急医療	<input type="checkbox"/> 要配慮者への配慮 <input type="checkbox"/> こころのケア <input type="checkbox"/> 医薬品、衛生材料の確保及び配布 <input type="checkbox"/> 循環診療への移行準備		
避難対策	【避難所避難者：14,812 人、避難所外避難者：14,812 人】 <input type="checkbox"/> ライフライン途絶にともなう避難所避難者の急増への対応 <input type="checkbox"/> 入浴、防疫等の公衆衛生対策の検討		【避難所避難者：10,934 人、避難所外避難者：25,514 人】 <input type="checkbox"/> 避難者の減少にともなう避難所統廃合の検討及び実施 <input type="checkbox"/> 小学校等での授業開始
生活物資	<input type="checkbox"/> 必要物資の把握 <input type="checkbox"/> 生活物資の確保及び配布(応援物資の受入等)	<input type="checkbox"/> 長期避難者の把握	
帰宅困難者	<input type="checkbox"/> 滞留者の解消		
上水道	【断水人口：85,203 人】 <input type="checkbox"/> 応急復旧 <input type="checkbox"/> 急給水(継続)(要給水量 20 リットル/人日 4 日～)	<input type="checkbox"/> 応急復旧 <input type="checkbox"/> 応急給水(継続)	【断水人口：32,184 人】
下水道	【機能支障人口：248 人】 <input type="checkbox"/> 応急復旧		【機能支障人口：0 人】
電力	【停電軒数：0 軒】 <input type="checkbox"/> 応急復旧		
通信	<input type="checkbox"/> 応急復旧		
ガス	【都市ガス支障戸数：6,935 戸】 <input type="checkbox"/> 応急復旧		【都市ガス支障戸数：3,715 戸】
交通(輸送)	<input type="checkbox"/> 道路啓開による輸送路確保(継続)		
住宅対策	<input type="checkbox"/> 設住宅の必要戸数把握(継続) <input type="checkbox"/> 仮設住宅設置場所の確保(継続)	<input type="checkbox"/> 仮設住宅の建設 <input type="checkbox"/> 罹災証明申請受付 <input type="checkbox"/> 生活再建支援制度の等の受付	<input type="checkbox"/> 罹災証明の発行
二次被害の防止	<input type="checkbox"/> 応急危険度判定(継続) <input type="checkbox"/> 土砂災害危険箇所点検(継続) <input type="checkbox"/> 農地被害(地盤被害)箇所の点検(継続)		
廃棄物処理	<input type="checkbox"/> 災害廃棄物一時保管場所の開設及び受入		<input type="checkbox"/> 廃棄物の処理開始

6.2 風水害

<警戒期> 【】：被害想定結果や状況、□：必要となる災害対応

活動項目	警戒期		
	72 時間～24 時間前	24 時間～数時間前	数時間～直前
活動体制・応援要請	【注意報発表】 □注意体制（注意配備） □関係部局職員の待機 □広域避難の検討 □避難所開設担当職員への指示・連絡 □防災設備（防災行政無線等）の予防・点検作業	【警報発表、水防警報発表】 □警戒体制（第 1 次警戒配備） 【土砂災害警戒情報発表、氾濫注意情報発表】 □警戒態勢（第 2 次警戒配備）：災害警戒本部設置 □必要に応じ、国・県に助言の要請 □高齢者等避難の発令準備【高齢者等避難発令】	【氾濫警戒情報発表】 □非常体制（第 1 配備）：災害対策本部設置 □避難指示の発令準備【避難指示発令】 □排水ポンプ車等、災害対策機械の派遣を検討・要請 □国土交通省リエゾン、県緊急対策要員の受入
情報収集・提供	□台風・気象情報の収集・伝達 □連絡体制の確認	□台風・気象情報の収集・伝達 □1 時間ごとに河川水位、雨量、降雨、短時間予報を確認 □要配慮者利用施設の洪水予報伝達 □防災行政無線・エリアメール等による避難の呼びかけ □L アラート・HP・SNS・登録制メール等による情報発信	□台風・気象情報の収集・伝達 □1 時間ごとに河川水位、雨量、降雨、短時間予報を確認 □要配慮者利用施設の洪水予報伝達 □防災行政無線・エリアメール等による避難の呼びかけ □L アラート・HP・SNS・登録制メール等による情報発信
水防	□河川、土砂災害警戒区域等の巡視準備	□河川、土砂災害警戒区域等の巡視 □土のう積みによる防御 □ポンプによる排水	□河川、土砂災害警戒区域等の巡視 □土のう積みによる防御 □ポンプによる排水
人命救助・捜索			
緊急医療			
避難対策	□要配慮者利用施設管理者等への注意喚起	□避難所開設の準備 □避難所の開設 □要配慮者利用施設に洪水予報伝達	
生活物資	□備蓄物資等の確認		
帰宅困難者			
上水道			
下水道			
電力			
通信			
ガス			
交通（輸送）		□道路・水路等の巡視 □冠水箇所の通行止め措置 □道路障害物の除去	□道路・水路等の巡視 □冠水箇所の通行止め措置 □道路障害物の除去
住宅対策			
二次被害の防止			
廃棄物処理			

<応急期> 【】：被害想定結果や状況、□：必要となる災害対応

時間経過 活動項目	応急期		
	直後～1日	2日	3日
活動体制□応援要請	【市内各地で土砂災害、床上浸水が多数発生】 □非常体制（第2配備）：災害対策本部継続 □職員の安否確認 □自衛隊への派遣要請（県へ）	□本部会議の開催（被害詳細、活動状況、今後の活動方針） □ボランティアセンターの設置	□本部会議の開催（被害詳細、活動状況、今後の活動方針） □各種応援協定、ボランティアの受入 □災害救助法の申請
情報収集□提供	□被害状況の把握 □Lアラート・HP・SNS・登録制メール等による情報発信 □相談窓口の設置	□ライフライン・道路等の復旧情報 □Lアラート・HP・SNS・登録制メール等による情報発信 □相談窓口の運営	
水防	□ポンプによる排水		
人命救助□搜索	□救命救助活動 □県内消防及び緊急援助隊派遣要請 □県及び県外防災航空隊出動要請	□救命救助活動 □遺体の搜索・収容 □緊急消防援助隊の受入	
緊急医療	□医療活動拠点の開設 □救命措置（重傷者優先（トリアージ）） □DMAT、総括支援チーム派遣要請	□救命措置（重傷者優先（トリアージ）） □DMATの受入	
避難対策	【立退き避難者：21,759人、屋内安全確保：47,103人】 □避難所生活開始（避難所の運営） □要配慮者への対応・ニーズの把握	□避難所環境の維持（熱中症、食中毒等への対策） □要配慮者への対応・ニーズの把握	□避難所環境の維持（熱中症、食中毒等への対策） □要配慮者への対応・ニーズの把握
生活物資	□必要物資の把握 □協定業者の在庫確認	□生活物資の確保及び配布 □生活物資の不足量の確認	
帰宅困難者	□滞留者への情報提供（交通機関被害状況、復旧見通し等）	□滞留者への情報提供（交通機関被害状況、復旧見通し等）	
上水道	【浸水により浄水場の機能停止、断水人口：113,674人】 □被害状況の把握 □応急給水の開始 □復旧の開始		
下水道	【浸水により水処理センター・中継ポンプ場の機能停止、影響人口：80,214人】 □被害状況の把握 □復旧の開始		
電力	【電柱被害や床上浸水により停電、停電人口：38,406人】 □被害状況の把握 □復旧の開始（事業者）		
通信	【基地局の浸水や停電により通信機能停止、固定電話使用不可回線：5,986回線、携帯電話使用不可人口：14,192人】 □被害状況の把握 □復旧の開始（事業者）		
ガス	【浸水により都市ガス・LPガスの機能停止、都市ガス：1,852戸、LPガス：8,511戸】 □被害状況の把握 □復旧の開始（事業者）		
交通（輸送）	□道路応急復旧の開始 □輸送路の確保 □緊急輸送開始		
住宅対策	【床上浸水：13,225棟、床上浸水：32,815棟】 □被害状況の把握	□被害認定調査の準備（人員・資機材確保）	□被害認定調査の開始
二次被害の防止	□土砂災害警戒区域等の点検準備		□応急危険度判定の準備
廃棄物処理	□災害廃棄物発生量の把握 □仮置場の検討		

<復旧期> 【】：被害想定結果や状況、□：必要となる災害対応

時間経過 活動項目	復旧期		
	4～7 日	8～14 日	15 日～約 1 か月
活動体制□応援要請	<input type="checkbox"/> 本部会議の開催（活動状況、避難所状況、自衛隊等の撤収時期検討） <input type="checkbox"/> 各種応援協定、ボランティアの受入		
情報収集□提供	<input type="checkbox"/> L アラート・HP・SNS・登録制メール等による情報発信 <input type="checkbox"/> 相談窓口の運営		
消防			
人命救助□捜索	<input type="checkbox"/> 救助活動 <input type="checkbox"/> 遺体の捜索・収容 <input type="checkbox"/> 緊急消防援助隊の受入		
緊急医療	<input type="checkbox"/> 要配慮者への配慮 <input type="checkbox"/> 医薬品、衛生物資の確保及び配布		
避難対策	<input type="checkbox"/> 避難所環境の維持（熱中症、食中毒への対策） <input type="checkbox"/> 要配慮者への対応 <input type="checkbox"/> ライフライン途絶に伴う避難所避難者の急増への対応		
生活物資	<input type="checkbox"/> 必要物資の把握 <input type="checkbox"/> 生活物資の確保及び配布	<input type="checkbox"/> 必要物資の把握 <input type="checkbox"/> 生活物資の確保及び配布 <input type="checkbox"/> 長期避難者の把握	
帰宅困難者			
上水道	<input type="checkbox"/> 復旧状況の把握		
下水道	<input type="checkbox"/> 復旧状況の把握		
電力	<input type="checkbox"/> 復旧状況の把握		
通信	<input type="checkbox"/> 復旧状況の把握		
ガス	<input type="checkbox"/> 復旧状況の把握		
交通（輸送）	<input type="checkbox"/> 緊急輸送		
住宅対策	<input type="checkbox"/> 仮設住宅の必要個数把握 <input type="checkbox"/> 仮設住宅設置場所の確保		
二次被害の防止	<input type="checkbox"/> 危険度判定 <input type="checkbox"/> 点検		<input type="checkbox"/> 仮設住宅の建設 <input type="checkbox"/> 罹災証明申請事務 <input type="checkbox"/> 生活再建支援制度等の受付
廃棄物処理	<input type="checkbox"/> 災害廃棄物仮置場の開設及び受入		<input type="checkbox"/> 廃棄物の処理開始

佐野市防災アセスメント調査の概要

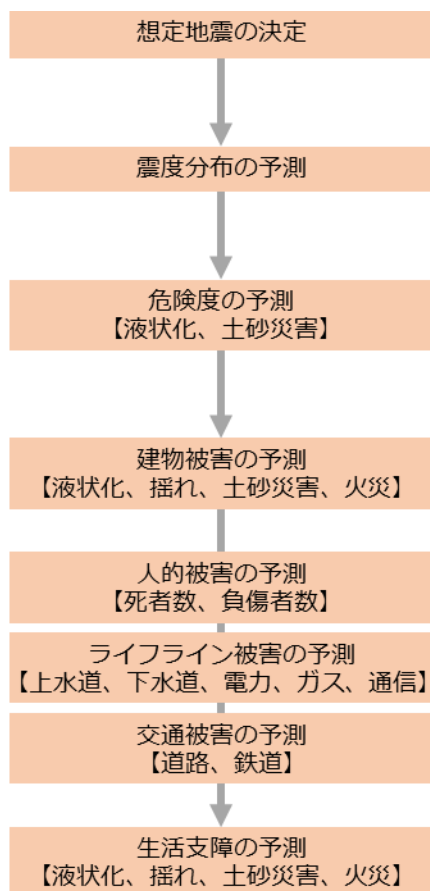
1 防災アセスメント調査の目的

防災アセスメント調査は、大規模な地震、浸水害や土砂災害などの災害の危険性の評価や、建物分布・ライフライン分布などの社会的条件の整理を実施することによって、現行の防災上の課題点を明確化し、今後の防災対策を進めるための基礎資料を作成するものです。市域の各地域がどの程度危険なのかという災害特性を明らかにすることで、今後解決すべき課題点を洗い出すことができます。

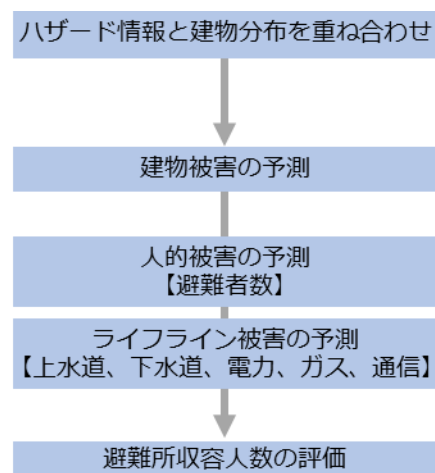
本市では、平成 17 年に防災アセスメント調査を行っていますが、その後社会状況・自然状況は変化しています。そのため、本調査では、最新の社会状況・自然状況の反映とともに最新の知見や技術を踏まえた地震被害想定及び風水害被害想定を実施しました。

2 調査の流れと調査項目

地震被害想定

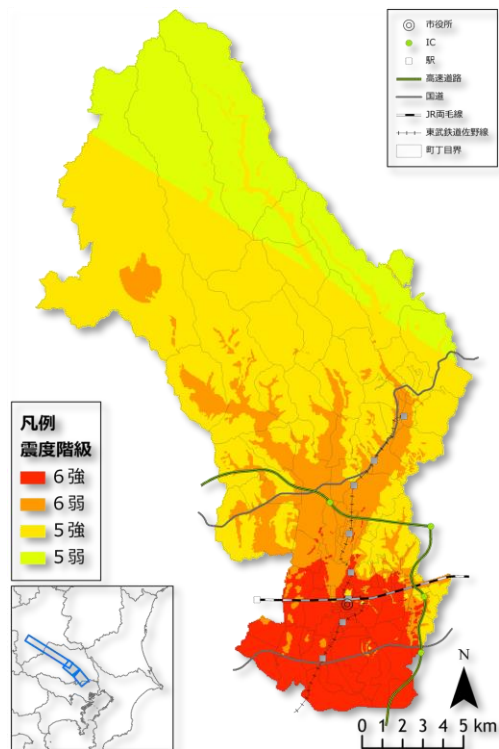


風水害被害想定



3 地震被害想定定の想定災害

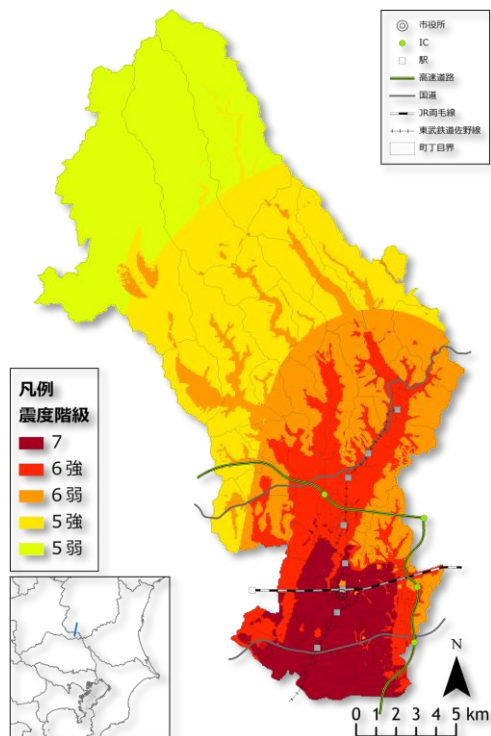
① 深谷断層帯・綾瀬川断層の地震 (M8.0)



▲ 深谷断層帯・綾瀬川断層の地震の震度分布

- **深谷断層帯**は、関東平野北西部と関東山地との境界付近から関東平野中央部に延びる断層帯です。地震発生確率は **30 年以内にほぼ 0~0.1%**（日本の主な活断層の中では**やや高いグループ**）です。
- **綾瀬川断層**は、関東平野中央部をほぼ北西-南東方向に延びるとされる断層です。地震発生確率が **30 年以内にほぼ 0%**とされる鴻巣-伊奈区間、地震発生確率が不明とされる伊奈-川口区間に分けられます。
- **深谷断層帯と綾瀬川断層が同時に活動する可能性**も否定できず、その場合には**M8.0 程度**の地震が発生する可能性があります。
- **H17 佐野市防災アセスメント調査**では、群馬県南東部（太田断層）を震源とした地震（地震発生確率は不明、地震規模は **M6.9 程度**）を想定しています。
- **H25 栃木県地震被害想定調査**では、栃木県に大きな被害を及ぼす地震として、**関東平野北西縁断層帯**（≒ 深谷断層帯・綾瀬川断層）を震源とする地震（**M8.0**）を想定しています。
- 本調査では、**より地震の規模が大きい**とされる深谷断層帯・綾瀬川断層の地震を想定地震としました。

② 佐野市直下地震 (M6.9)



▲ 佐野市直下地震の震度分布

- H25 栃木県地震被害想定調査では、3 パターンの地震を想定されました。
 - (1) 活断層等の地震
 - (2) どこでも起こりうる直下の地震
 - (3) 調査の参考として被害想定を行う地震
 このうち(2)は、**活断層が確認されていない地域で起こりうる最大級の地震**とされており、佐野市役所直下に震源を仮定した佐野市直下地震も想定地震のひとつとして被害計算が実施されました。
- 栃木県調査では、地表に活断層が認められていない地震の事例を踏まえ、いつ発生するかわからない地震の規模として **M6.9** を設定しています。
- 本調査でも、参考として、佐野市直下地震を想定地震のひとつとしました。

4 地震被害想定のポイント

👉 より詳細な計算単位

- H25 栃木県地震被害想定調査、H17 佐野市防災アセスメントでは、調査対象区域を **250m メッシュ** に分割し、メッシュ内の被害量を算出しています。
- おおまかな傾向を把握する上では十分な精度ですが、本調査では、より詳細な地域特性を反映するため、計算単位は **50m メッシュ** としました。

👉 地形分類図の更新



- 地震による揺れは、①震源断層で破壊が起こり、②その破壊で生じた揺れが地下の岩盤を通じて地表面付近の層に伝わり、③表層地盤によって揺れが増幅され、地表に伝わります。
- ③表層地盤における揺れが増幅の程度は、**地形区分が大きく影響**します。例えば、山地は増幅度が比較的小さく、扇状地や人工改変地などは増幅度が大きい傾向にあります。
- 本調査では、栃木県が調査した大規模盛土造成地や太陽光発電施設建設時の盛土を抽出し、**より地域特性を反映した地形分類図**を作成しました。

◀ 地形分類図

👉 社会条件の更新

- H25 栃木県地震被害想定調査、H17 佐野市防災アセスメント調査の実施以降、社会条件が変化しています。本調査では、**最新のデータ**を使用し、計算を行いました。

▼ 各調査における社会条件

調査名	栃木県 地震被害想定調査	佐野市 防災アセスメント調査	本調査
調査年度	平成 25 年	平成 17 年	令和 4 年
建物棟数（棟）	82,683	87,112	82,496
人口（人）	119,589	123,924	115,607

5 地震被害想定の結果

冬 18 時・強風時の結果を示す。

(1) 建物被害

項目		①深谷断層帯・綾瀬川断層	②佐野市直下地震
全壊棟数	液状化	176 棟	176 棟
	地震動	3,445 棟	16,686 棟
	土砂災害	13 棟	53 棟
半壊棟数	液状化	425 棟	390 棟
	地震動	8,553 棟	10,751 棟
	土砂災害	29 棟	123 棟

(2) 人的被害

項目		①深谷断層帯・綾瀬川断層	②佐野市直下地震
死者数		222 人	1,625 人
負傷者数		1,748 人	4,176 人
	うち重傷者数	290 人	1,404 人

(3) ライフライン被害（直後）

項目		①深谷断層帯・綾瀬川断層	②佐野市直下地震
上水道	断水人口	99,572 人 (断水率 87.3%)	112,498 人 (断水率 98.6%)
下水道	支障人口	28,116 人 (機能支障率 35.1%)	80,214 人 (機能支障率 100.0%)
電力	停電軒数	9,250 軒 (停電率 15.0%)	32,923 軒 (停電率 53.3%)
都市ガス	供給停止戸数	7,098 戸 (供給停止率 89.3%)	7,537 戸 (供給停止率 94.8%)
LP ガス	ガス漏れ戸数	3,271 戸 (供給停止率 7.3%)	6,955 戸 (供給停止率 15.6%)
通信	固定電話 不通回線数	2,834 回線 (不通率 15.7%)	11,414 回線 (不通率 63.3%)

(4) 避難者数

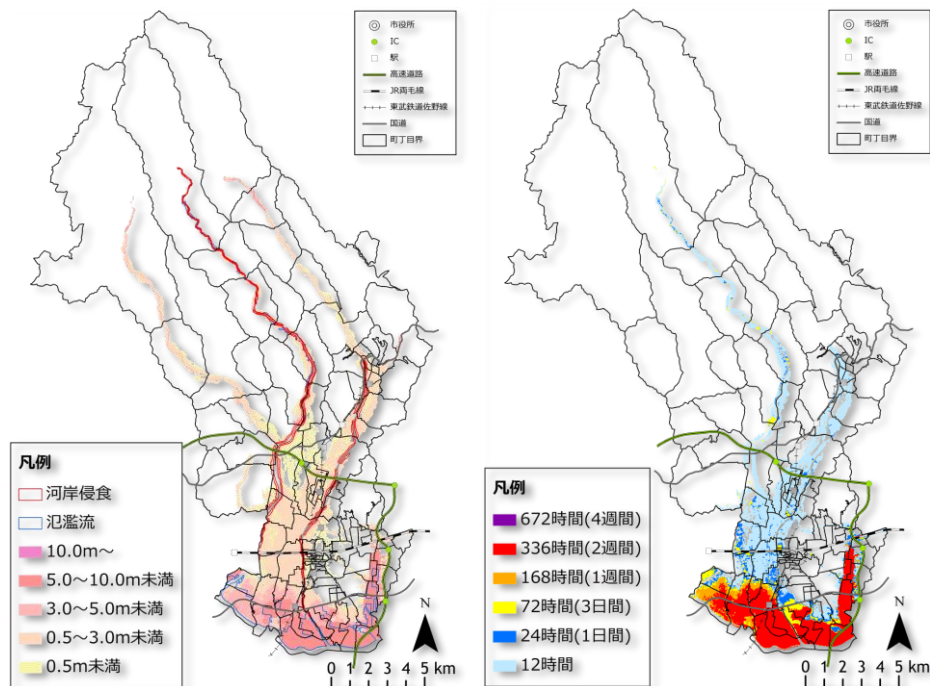
項目	①深谷断層帯・綾瀬川断層		②佐野市直下地震	
	直後	1 週間後	直後	1 週間後
避難所避難者数	6,061 人	14,812 人	24,983 人	29,493 人
避難時外避難者数	4,041 人	14,812 人	16,656 人	29,493 人

※避難者は 1 週間後に最多となる。

6 風水害被害想定の想定災害

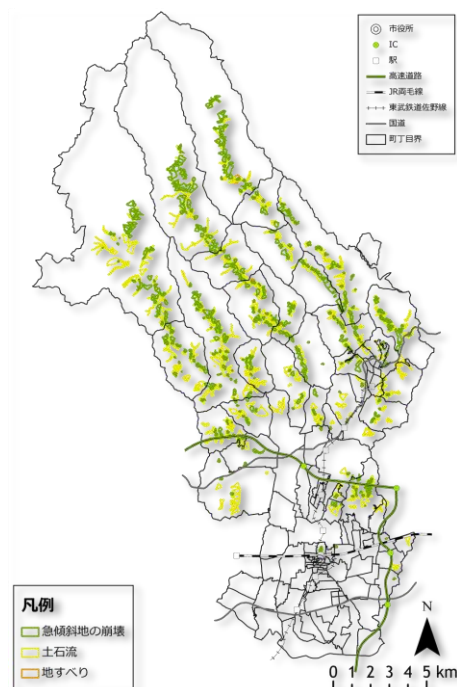
想定水害

- 近年、風水害は全国的に頻発・激甚化しており、佐野市においても度々被害を受けています。令和元年東日本台風では、**家屋の浸水被害が多数発生**したことに加え、**人的被害**も発生しました。
- 風水害の被害想定を実施することにより、避難所等における円滑な対応の実現や、被害の軽減を図ることができます。
- 本調査では佐野市に影響を及ぼす河川の浸水想定区域を重ね合わせ、最大被害を見積りました。
【対象河川】 渡良瀬川、秋山川、旗川、袋川、才川、三杉川、菊沢川、出流川、小曾戸川、彦間川



▲左：浸水想定区域図、右：浸水継続時間

想定土砂災害



▲土砂災害警戒区域

- 大雨・台風時には、土砂災害が発生するおそれがあります。**令和元年東日本台風**に伴う土砂災害は20都県で952件発生し、**過去最多の土砂災害**をもたらしました。
- 本調査では、栃木県が指定した土砂災害警戒区域を対象に、当該区域で土砂災害が発生した場合に影響が及ぶ家屋戸数や避難者数を算出しました。

【対象土砂災害】

急傾斜地の崩壊 519 箇所、土石流 429 箇所、地すべり 3 箇所（令和3年11月時点）

7 風水害被害想定のポイント

👉 避難先の分類

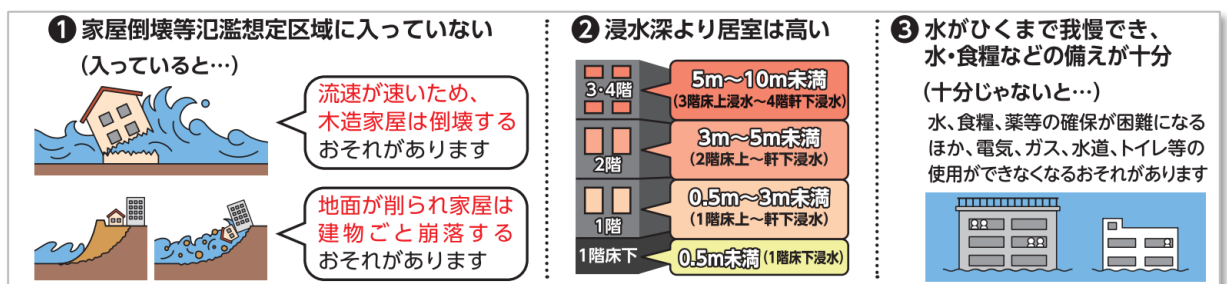
水害による避難者の避難方法は、被害状況に合わせ、①立退き避難、②屋内安全確保に分類しました。

①立退き避難の条件

- ・居室が浸水する
または
- ・自宅が家屋倒壊等氾濫想定区域に入っている
または
- ・浸水継続時間が長い
または
- ・自宅が土砂災害警戒区域に入っている

②屋内安全確保の条件

- ・居室が浸水深より高い
かつ
- ・自宅が家屋倒壊等氾濫想定区域に入っていない
かつ
- ・浸水継続時間が短い
かつ
- ・自宅が土砂災害警戒区域に入っていない



▲屋内安全確保ができる条件

(新たな避難情報に関するポスター・チラシ (内閣府) より抜粋)

👉 ライフライン被害の算出

- 洪水によりライフラインが停止した場合、水害による直接的な被害がない場合でも、**生活に大きな影響**を及ぼします。
- ライフライン被害が発生した場合、市や管理者による復旧対応が必要となります。
- 事前に被害量を見積もっておくことで、大まかな被害分布を把握することができます。本調査では、水害指標分析の手引き (国土交通省 水管理・国土保全局、平成 25 年 7 月) に基づき、ライフライン被害量を算出しました。



▲浸水による停電の考え方

(水害指標分析の手引き (国土交通省 水管理・国土保全局、平成 25 年 7 月) より抜粋)

8 風水害被害想定の結果

(1) 建物被害

項目		被害量
浸水	床下浸水	13,225 棟
	床上浸水	32,815 棟
浸水継続時間	3 日未満	24,897 棟
	3 日以上	2,933 棟
家屋倒壊等氾濫想定区域	河岸侵食	1,910 棟
	氾濫流	2,464 棟
土砂災害警戒区域	急傾斜地の崩壊	2,638 棟
	土石流	6,159 棟
	地すべり	39 棟

(2) 避難者

項目	洪水のみ	洪水及び土砂災害
立退き避難	16,064 人	21,759 人
屋内安全確保	48,210 人	47,103 人

(3) ライフライン被害

項目		被害
上水道	影響人口	113,674 人 (機能停止率 99.6%)
下水道	影響人口	80,214 人 (機能停止率 100.0%)
電力	影響人口	38,406 人 (停電率 33.2%)
都市ガス	供給停止戸数	1,852 戸 (供給停止率 23.3%)
LP ガス	供給停止戸数	8,511 戸 (供給停止率 19.1%)
通信	固定電話 使用不可回線数	5,986 回線 (使用不可率 33.2%)
	携帯電話 使用不可人口	14,192 人 (使用不可率 12.3%)