

浸水リスクを踏まえた表明選好データに基づく 企業分布の時系列推計モデル

野口 脩平¹・高森 秀司²・木暮 洋介³・佐藤 徹治⁴

¹ 学生非会員 千葉工業大学大学院 創造工学研究科都市環境工学専攻(〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1)
E-mail: s19B2093av@s.chibakoudai.jp

² 正会員 八千代エンジニアリング株式会社(〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8)
E-mail: takamori@yachiyo-eng.co.jp

³ 正会員 秋田大学助教 大学院理工学研究科(〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1)
E-mail: kogure@gipc.akita-u.ac.jp

⁴ 正会員 千葉工業大学教授 創造工学部都市環境工学科(〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1)
E-mail: tetsuji.sato@it-chiba.ac.jp

本研究では、企業（業種別・施設別）の新規立地・移転先地域の浸水リスクを含む様々な選択要因を考慮した将来時系列の都市内企業分布、堤防整備等のハード対策、企業への補助金による移転誘導等のソフト施策など各種浸水リスク軽減施策が企業分布に及ぼす影響を推計可能なモデルを提案した。また、企業の立地・移転に関する表明選好データの収集方法、収集したデータを用いた実証モデルの構築方法を示し、小田原市及び周辺市町を対象とした実証モデルを構築した。構築したモデルを用いて水害リスク軽減施策による将来時系列の企業分布への影響分析を行った結果、都市機能誘導区域・工業団地における浸水リスクを低減するハード対策単体での企業集約効果は極めて小さいこと、ハード対策に加えて移転・新規立地企業への補助金給付の施策の組み合わせによる集約効果は大きいことが明らかになった。

Key Words: *Urban economic model, flood risk, Stated Preferences data, distribution of firms*

1. はじめに

近年、大雨の年間発生回数が増加傾向にあり、水害による企業への物的被害も度々発生している。消防庁¹⁾によると、2019年の令和元年東日本台風では、大規模な河川氾濫により、多数の家屋の全半壊、甚大な人的被害が発生し、企業も13,350棟が被害を受けた。国土交通省²⁾によると、2019年の水害時被害額が約2兆1,800億円、そのうち企業への物的被害にあたる一般資産等被害額は約1兆6,150億円（構成比74.1%）となり、1年間の津波以外の水害被害額が統計開始以来最大となった。2020年では、水害被害額が約6,600億円、そのうち一般資産等被害額が約3,100億円（構成比47.0%）であり、都道府県別では、山形県、熊本県、大分県において、統計開始以来最大の水害被害額となった。災害発生地域の企業の被災と事業継続への影響は、地域の持続可能性にも影響することから、水害対策においては人的被害や家屋被害の軽減だけでなく、企業の被害軽減の視点も重要である。

水害対策の基本は、堤防・ダムの整備等のハード対策である。ハード対策を実施し、浸水リスクが軽減された地域に企業立地が促進された実例として、愛媛県大洲市が挙げられる。大洲市には、一級河川である肱川が流れ

ており、1995年には梅雨前線発生による水害が発生した。国土交通省³⁾によると、この水害を踏まえたハード対策として、国と大洲市は二線堤整備等の段階的な治水安全度の向上に努め、この結果、浸水リスクが低減し企業立地が促進された。例えば、大洲拠点地区では商業施設進出数が約11倍、従業者数が約6倍になるなどの成果が得られた。しかし、その後の平成30年7月豪雨での肱川での氾濫発生など、極端な水害に対して、その都度ハード対策で対応していくことは財政負担を考慮すると現実的ではない。実現可能な浸水リスクへの対策として、リスクの小さい地域への移転誘導等のソフト施策やハード対策を一部地域に絞った上での移転誘導（ハード対策とソフト施策の適切な組合せ）が考えられる。

これらの施策を検討する際、施策と将来の企業分布の関係のモデル化とシミュレーションによる事前の評価が有効と考えられる。モデル化やシミュレーションを実施する際には、企業の新規立地・移転の意思決定、新規立地・移転先地域の選択行動の実態データが必要となる。モデル構築のための実態データは、一般にRP（Revealed Preferences：顕示選好）データとSP（Stated Preferences：表明選好）データに大別される。栗山⁴⁾によると、RPデータは実際の行動データであるため、比較的信頼性が担保

できるが、潜在的需要を評価することが困難であること、および行動データに多重共線性が生じていると推定が影響を受けやすいことという欠点が存在する。また、浸水リスクと企業の立地・移転行動との関係性は明らかになっていない部分も多いため、RPデータのみから因果関係等を推定することは容易ではない。SPデータは、アンケート調査で対象者が回答したデータであるため、バイアス等への留意が必要であるが、現存しない選択肢を扱うことができ、多重共線性についても予め考慮した上で説明変数を計画的に設定できる点に特徴がある。

以上より、モデル構築にあたって、浸水リスクが企業の新規立地・移転の意思決定、立地・移転先地域の選択行動にどのような影響を及ぼすかに関するSPデータの収集が望ましいと判断した。収集したSPデータを用いて、将来時系列の企業分布推計モデルを構築することで、浸水リスクと将来の企業分布の関係、施策導入による立地・移転行動への影響が把握でき、水害対策の建設的な議論を行うことができると考える。しかし、企業にとって新規立地や移転の要因・条件、立地場所、移転先の選択は、経営戦略上の重要事項であり、十分な数の企業を対象にその意向・傾向等を把握することには課題がある。

本研究では、浸水リスクを含む企業の新規立地・移転先の地域選択にかかる様々な要因を考慮した、将来時系列の都市内企業分布が推計可能なモデルを提案する。本モデルにより、各種浸水リスク軽減施策に伴う企業分布の変化が推計可能となる。

また、神奈川県小田原市および周辺市町を対象として実証モデルを構築する。実証モデル構築に際し、通常は把握が困難な企業の新規立地や移転の意向・傾向等を把握するためのSPデータの収集プロセスを示す。さらに、構築した実証モデルを用いて、将来の企業分布推計および浸水リスクとの関係把握を行う。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

企業の立地選択モデルに関する既往研究としては、武藤ら(2000)⁹、田中ら(2010)⁷、中道ら(2021)⁸が挙げられる。武藤らは、家計および企業による土地需要、不在地主による土地供給、立地均衡と、交通均衡が理論的に整合する応用都市経済(CUE: Computable Urban Economic)モデルを構築し、名古屋都市圏の環状道路整備評価を実施した。また、環状道路の立地への影響だけでなく、雇用創出や企業生産の拡大などの影響が最終的に家計の実質所得をどれだけ増大させたのかを分析した。田中らは、京阪神都市圏において行われた物資流動調査のデータを用いて、物流施設の立地選択モデルを構築し、対象地域内での物流施設の立地可能性を1kmメッシュ単

位で計測した。中道らは、施設種類が同じでも、配送先が異なれば、上流・下流といったサプライチェーン上の位置も異なり、立地場所にも影響を与えることを考慮したうえで、東京都市圏の物流施設をサプライチェーンの観点から類型化し、サプライチェーン類型別に立地選択分析を行った。しかし、これらの既往研究のモデルでは、立地に際しての浸水リスクの影響が考慮されていないため、各種リスク軽減施策による将来時系列の都市内企業分布への影響やリスク低減を評価できない。

浸水リスクを考慮した家計の立地選択モデルに関する既往研究としては、寺本ら(2010)⁹、今井ら(2016)¹⁰が挙げられる。寺本らは、世帯の所得分布を考慮できるような立地均衡モデルを拡張し、これを用いて寝屋川地域における土地利用規制の費用便益分析を行うとともに、土地利用規制が世帯に与える影響を所得の違いに応じて分析した。今井らは、浸水リスクを考慮した都市内人口分布モデルを構築し、富山県富山市における2010年～2040年までの将来の世帯・人口分布推計を行った。また、土地利用施策等のソフトな浸水リスク軽減対策が人口分布に及ぼす影響を分析した。しかし、これらの既往研究では、企業を対象としておらず、浸水リスクや関連施策が企業の立地分布に及ぼす影響を評価できない。

そこで筆者ら(2023)¹¹は、図-1に示す立地均衡型都市モデルの全体像を示したうえで、浸水リスクを考慮した人口分布推計モデルおよび小田原都市圏を対象とした実証モデルの構築を行った。図-1のモデルでは、家計および企業の立地選択行動、不在地主の土地供給行動、業務床市場および住宅床市場の需給均衡が仮定されている。また、人口分布と企業分布が相互に及ぼす影響、浸水リスクが企業による業務床の需要、家計による住宅床の需要に及ぼす影響も考慮されている。

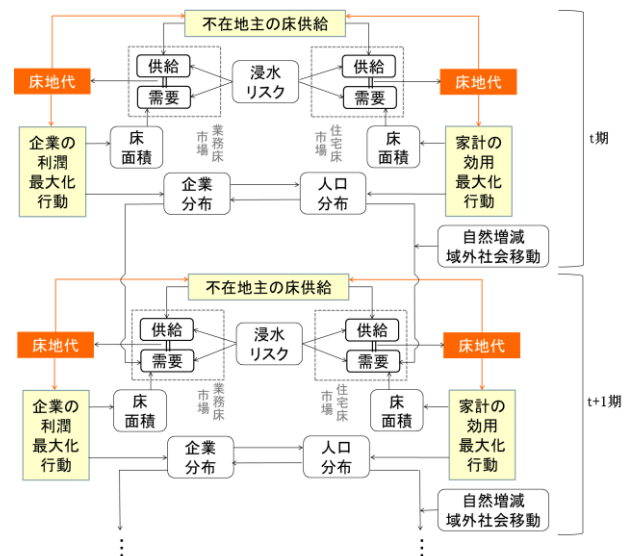


図-1 立地均衡型都市モデルのフロー

本研究では、図-1の立地均衡型都市モデルの一部である企業分布推計モデルを構築する。

3. 企業分布推計モデル

(1) モデルの概要

企業分布推計モデルでは、各ゾーンにおける企業による業務床（地）の需要、地主による業務床（地）の供給、業務床（地）市場の需給均衡を仮定する。なお、事務所・店舗は床ベース、工場・倉庫は土地ベースで立地の意思決定が行われることが多いと考えられることから、対象地域を事務所・店舗用地と工場・倉庫用地に分け、事務所・店舗用地では業務床市場、工場・倉庫用地では業務地市場を仮定する。また、業種間・施設間での立地の競争を考慮するため、事務所・店舗用地、工場・倉庫用地のそれぞれで各業種・各施設の業務床（地）市場を統合する。企業分布推計モデルのフローを図-2に示す。

(2) モデルの定式化

a) 新規立地・移転先地域の選択確率

各企業の新規立地・移転先地域の選択は、業種・施設タイプ別に、各候補地域の利潤、利潤以外の立地魅力度に基づき多項ロジットモデルに従って行われると仮定する。新規立地・移転先地域選択確率を(1)式、利潤を(2)式、立地魅力度を(3)式に示す。

$$P_{i,m,f} = \frac{\exp(f(\Pi_{i,m,f}, V_{i,m,f}) + \lambda_{i,m,f})}{\sum_i \exp(f(\Pi_{i,m,f}, V_{i,m,f}) + \lambda_{i,m,f})} \quad (1)$$

$$\Pi_{i,m,f} = p_{m,f} X_{m,f} - w_{m,f} L_{m,f} - r_i Y_{i,m,f} \quad (2)$$

$$V_{i,m,f} = V_{i,m,f}(Z_{i,m,f}, FR_i) \quad (3)$$

ここで、下添字 i はゾーン、 m は業種分類、 f は施設タイプを表す。 P は新規立地・移転先地域選択確率、 Π は利潤、 V は利潤以外の立地魅力度、 λ は調整項（利潤、立地魅力度で表現できない要因）、 p は生産財の価格、 X は生産財の生産量、 w は労働賃金率、 L は労働投入量、 r は床賃料（地代）、 Y は床（土地）面積、 Z は立地魅力度の各種要因ベクトル、 FR は浸水リスク指標である。

b) 業務床（地）需要量

各ゾーンの業務床（地）の需要は、各ゾーンに新規立地・移転する企業数に1企業あたりの業務床（地）面積を掛け合わせることで求められる。 $t+1$ 年の業務床（地）需要面積を(4)式、 $t+1$ 年の企業数を(5)式に示す。

$$D_{i,m,f,t+1} = l_{i,m,f} \sum_r N_{j,m,f,t}^* P_{i,m,f} \quad (4)$$

$$N_{i,m,f,t+1} = N_{i,m,f,t} - N_{i,m,f,t}^* - \bar{N}_{i,m,f,t} + \sum_r (N_{j,m,f,t}^* + N_{j,m,f,t}^{**}) P_{i,m,f} \quad (5)$$

ここで、 i, j はゾーン、 D は業務床（地）需要面積、 N は企業数、 l は1企業あたりの業務床（地）面積、 N^* は都市内で移転の意思のある事業所総数、 N^{**} は都市内で新規立地の意思のある事業所総数、 \bar{N} は廃業事業所数である。

c) 業務床（地）供給量

地主の業務床（地）供給量は、(6)式に示すとおり、地代によって変化すると仮定する。

$$S_{i,t} = \left(1 - \frac{\delta_i}{r_{i,t}}\right) \bar{S}_{i,t} \quad (6)$$

ここで、 S は業務床（地）供給量、 δ はパラメータ、 \bar{S} は供給可能床（地）面積である。

d) 業務床（地）市場の需要と供給

業種間・施設間での立地の競争を考慮し、各ゾーンにおいて、すべての業種・施設タイプにおける業務床（地）需要面積の合計と業務床（地）供給面積が一致するように業務床（地）市場で価格調整が行われ、最終的に立地面積が決定されることとする。 t 年における業務床（地）の需要と供給の均衡を(7)式に示す。

$$\sum_m \sum_f D_{i,m,f,t}(r_{i,t}) = S_{i,t}(r_{i,t}) \quad (7)$$

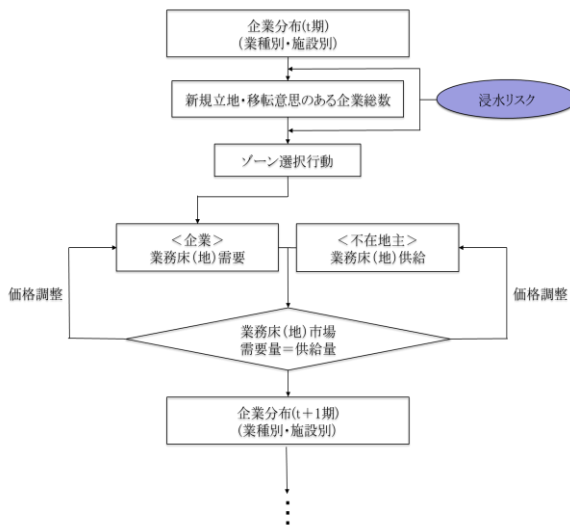


図-2 企業分布推計モデルのフロー

4. 表明選好データを用いた実証モデルの構築

(1) 概要

実証的な企業分布推計モデルを構築するためには、業種別・施設別の新規立地および移転意向、新規立地・移転先地域選択の際しての利潤以外の立地魅力度の各種要因を把握した上で、利潤・立地魅力度の各種要因のウェイトを設定する必要がある。

しかし、前述したように、企業にとって新規立地や移転の要因・条件、立地場所、移転先の選択は、経営戦略上の重要事項であり、企業に対するアンケート調査等によりこれらを直接的に把握することは困難である。

そこで本研究では、床賃料（地代）、立地魅力度の各要因等の水準を仮定した複数の仮想地域を提示して、最も望ましい地域を選択してもらうプロファイルアンケート調査を実施し、その個票データを用いて選択型コンジョイント分析により利潤・立地魅力度の各種要因のウェイトを推定する。また、立地魅力度の各種要因を業種・施設別に設定するため、プロファイルアンケート調査に先立ち、立地の要因・条件を尋ねるプレアンケート調査を実施する。調査対象は、企業の新規立地・移転の意思決定権限を持つ役職者とし、アンケートの前段で決定権限について尋ね、候補地を検討・提案する立場、精査・絞り込む立場、最終決定・承認する立場、追認する立場のいずれにも当てはまらない場合は回答終了とする。

なお、選択型コンジョイント分析を適用するに当たって、(2)式と(3)式を単位の違いを考慮して統合した(8)式を設定し、これらを最尤法により推定する。

$$f(\Pi_{i,m,f}, V_{i,m,f}) = \alpha_{m,f}(p_{m,f}X_{m,f} - w_{m,f}L_{m,f}) + (\beta_{m,f}Y_{i,m,f})r_i + \gamma_{m,f}Z_{i,m,f} + \delta_{m,f}FR_i \quad (8)$$

ここで、 α 、 β 、 δ はパラメータ、 γ は利潤以外の立地魅力度の各種要因のパラメータベクトルである。

対象地域は、地域内での移転が一定程度完結するものと仮定する観点から、人口と企業が一定程度存在し、ある程度独立した経済活動が成立していると考えられる神奈川県小田原市および周辺の市町（南足柄市、大井町、松田町、山北町、開成町、真鶴町、湯河原町）の8市町とする。

対象地域では、二級河川の酒匂川が小田原市中央部を南北に貫流し、霞提の存在が確認されるなど、浸水リスクに対応しながらまちが形成されてきた経緯がある。

ゾーン区分は、小田原市および周辺の市町（南足柄市、大井町、松田町、山北町、開成町、真鶴町、湯河原町）の8市町における2020年時点で企業と供給可能面積が存在し、用途地域に指定されている1kmメッシュとする。

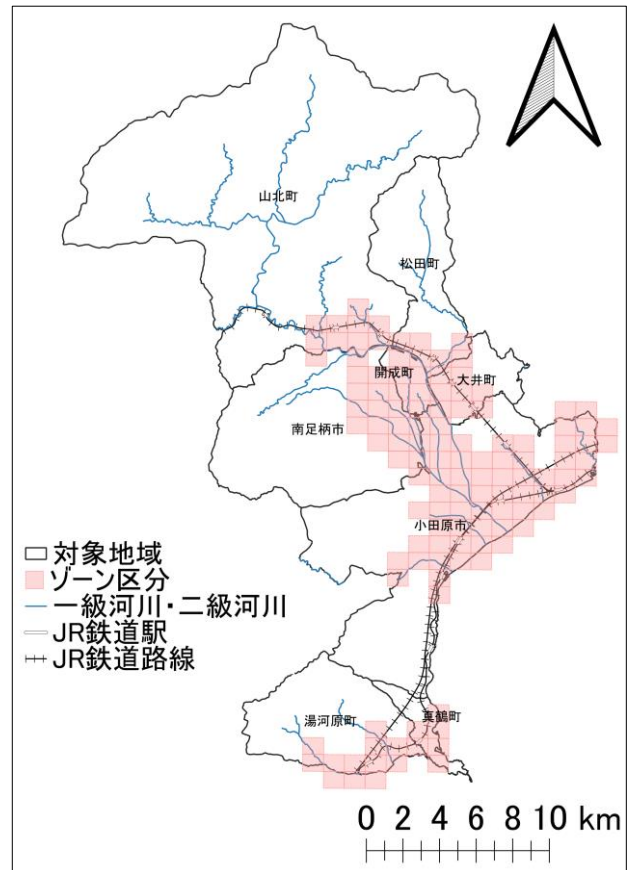


図-3 対象地域とゾーン区分

メッシュ数は126である。対象地域とゾーン区分を図-3に示す。

(2) SP データ収集 1：プレアンケート調査

小田原市および周辺市町を対象とする実証モデルの構築に向けて、立地魅力度の要因を決定するため、全国の企業の新規立地・移転先地域の決定権限を持つ役職者等を対象にプレアンケート調査を実施した。調査項目および各種立地条件を表-1、表-2に示す。調査は、2023年6月22日～7月2日に、民間リサーチ企業に依頼して日本在住の会社役職者のモニターに対してWEB調査により実施し、業種・施設別に立地魅力度の要因を検討する上で十分と考えられる4,000サンプルの有効回答を得た。

表-1 プレアンケート調査項目

1. 個人属性	
・年齢	・職業
・性別	・役職
・現在の居住地	・移転や新規立地の意思決定権の有無
・勤続年数	・会社・団体全体での従業員数
2. 勤務先について	
・勤務地	・勤務先の従業員数
・勤務先の形態	・会社・団体全体での売上規模
・業種	・勤務先の売上規模
・会社・団体の設立後の経過年数	・職員の主な通勤手段
3. 社屋の移転について	
・移転の経験の有無	・移転・新設の予定
・移転の経過年数	・移転・新設したい理由
・移転した理由	・移転・新設する際の各種立地条件

表-2 各種立地条件

種類	項目
各種施設へのアクセス性	1) 鉄道駅利用の利便性
	2) 鉄道以外の公共交通（バス等）の利便性
	3) 自動車通道の利便性
	4) 社員の通勤負担（時間距離）が軽減・同程度なこと
	5) 中心市街地・繁華街との近接性
	6) 関連会社・取引先との近接性
	7) 幹線道路との近接性
	8) 高速道路・ICとの近接性
	9) 物流倉庫・物流センター等との近接性
	10) 港湾との近接性
地域の特性	11) ライフライン（電気・ガス・水道・通信等）の安定性
	12) 賃料が安くなること（オフィス面積の縮小も含む）
	13) 面積が広くなること
	14) 用途地域が自社の用途に合致していること
	15) 行政からの金銭面の支援があること（税制優遇等）
災害リスク	16) 地震リスクが低いこと
	17) 液状化リスクが低いこと
	18) 津波リスクが低いこと
	19) 高潮リスクが低いこと
	20) 洪水リスクが低いこと
	21) 土砂災害リスクが低いこと
	22) 火山災害リスクが低いこと
	23) 豪雨リスクが低いこと

移転先選択における各種立地条件として「比較的重視」、「重視」、「とても重視」を選択した割合（業種別、施設別）を表-3、表-4に示す。なお、回答数が少ない、または移転可能性が低い業種である農業・林業、漁業、鉱業・採石業・砂利採取業、電気・ガス・熱供給・水道業、公務、その他は、集計の対象外とした。

重要割合が50%以上の立地条件に着目してみると、各種施設へのアクセス性に比べ、地域の特性や災害リスクを移転先の選択時に重視していることが読み取れる。

表-3 移転先選択における各種立地条件の重要割合(1)

業種	施設	回答数	重視度[%]											
			1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)	11)	12)
建設業	本店・本社・本所	247	46.6	30.0	53.0	59.1	33.2	31.6	42.1	37.2	19.4	4.5	99.9	61.9
建設業	支店・支社・支所	62	72.8	38.7	33.9	59.7	41.9	33.9	37.1	35.5	11.3	9.7	58.1	58.1
建設業	営業所・出張所・店舗	11	36.4	63.6	61.8	27.3	18.2	54.5	54.5	9.1	54.5	61.8	91.8	
建設業	工場・倉庫	9	11.1	0.0	33.3	66.7	0.0	44.4	33.3	33.3	11.1	22.2	66.7	33.3
製造業	本店・本社・本所	666	54.7	39.2	50.8	67.0	29.0	42.5	47.9	37.5	16.6	27.2	63.2	
製造業	支店・支社・支所	111	67.6	45.0	37.8	61.3	32.4	43.2	47.1	35.1	26.1	11.7	72.1	67.6
製造業	営業所・出張所・店舗	18	68.1	27.8	38.9	61.1	38.9	38.9	33.3	33.3	22.2	81.1	56.6	77.8
製造業	工場・倉庫	144	27.8	31.3	65.3	30.1	13.2	36.8	53.4	47.2	17.9	24.6	77.8	64.6
情報通信業	本店・本社・本所	231	70.7	37.2	27.7	69.3	54.3	53.9	24.2	17.9	12.1	5.2	67.1	69.7
情報通信業	支店・支社・支所	40	80.0	35.0	12.5	67.5	57.5	55.0	22.5	7.5	5.0	7.5	70.0	65.0
情報通信業	営業所・出張所・店舗	5	0.0	20.0	20.0	40.0	20.0	80.0	40.0	20.0	20.0	80.0	40.0	20.0
情報通信業	工場・倉庫	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
運輸業・郵便業	本店・本社・本所	129	48.9	34.1	56.3	62.8	34.1	48.1	50.9	49.2	58.3	22.6	62.3	60.9
運輸業・郵便業	支店・支社・支所	41	45.9	27.0	45.6	62.2	32.4	45.9	53.4	48.6	51.4	40.5	64.9	59.3
運輸業・郵便業	営業所・出張所・店舗	21	14.3	9.5	37.1	47.6	9.5	28.4	63.9	66.7	71.4	95.5	47.6	61.9
運輸業・郵便業	工場・倉庫	2	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0	50.0	50.0	50.0	100.0	50.0	50.0	50.0
卸売業・小売業	本店・本社・本所	248	60.1	33.1	42.3	58.5	41.1	44.8	44.8	32.3	32.3	10.1	61.7	62.5
卸売業・小売業	支店・支社・支所	41	70.7	41.5	33.7	58.5	48.8	46.3	53.7	43.9	24.4	7.3	61.0	68.3
卸売業・小売業	営業所・出張所・店舗	11	77.7	45.5	54.5	63.6	45.5	54.5	54.5	63.6	54.5	50.0	63.6	54.5
卸売業・小売業	工場・倉庫	4	0.0	25.0	25.0	100.0	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0	0.0	50.0	50.0
金融業・保険業	本店・本社・本所	146	43.2	28.8	50.0	50.7	34.9	29.5	45.2	29.5	24.0	8.2	58.9	61.0
金融業・保険業	支店・支社・支所	23	68.2	26.1	52.2	65.2	30.4	21.7	43.6	43.5	34.8	4.3	52.2	69.6
金融業・保険業	営業所・出張所・店舗	13	38.5	46.2	71.6	53.8	53.8	30.8	53.8	30.8	15.4	53.8	53.8	69.2
金融業・保険業	工場・倉庫	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
不動産業・物品賃貸業	本店・本社・本所	149	73.9	44.3	24.2	64.4	64.4	61.1	30.9	18.8	10.7	4.0	69.1	65.8
不動産業・物品賃貸業	支店・支社・支所	38	49.4	44.7	26.3	75.1	75.1	60.5	50.0	23.7	10.5	2.6	73.1	68.4
不動産業・物品賃貸業	営業所・出張所・店舗	6	66.7	33.3	0.0	16.7	16.7	16.7	33.3	0.0	50.0	66.7	33.3	66.7
不動産業・物品賃貸業	工場・倉庫	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
学術研究・専門・技術サービス業	本店・本社・本所	182	68.7	39.4	39.4	62.1	58.3	57.1	43.2	22.0	12.1	6.4	63.5	48.9
学術研究・専門・技術サービス業	支店・支社・支所	19	70.0	22.2	51.1	38.9	55.6	44.4	22.2	22.2	0.0	56.7	50.0	
学術研究・専門・技術サービス業	営業所・出張所・店舗	3	66.7	66.7	66.7	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3
学術研究・専門・技術サービス業	工場・倉庫	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
宿泊業・飲食サービス業	本店・本社・本所	105	66.7	38.1	37.1	66.7	38.1	49.5	36.2	25.7	6.7	3.8	61.8	61.9
宿泊業・飲食サービス業	支店・支社・支所	15	66.7	46.7	46.7	33.3	33.3	46.7	20.0	26.7	13.3	6.7	60.0	60.0
宿泊業・飲食サービス業	営業所・出張所・店舗	4	50.0	25.0	25.0	50.0	0.0	25.0	0.0	25.0	25.0	50.0	50.0	
宿泊業・飲食サービス業	工場・倉庫	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
生活関連サービス業・娯楽業	本店・本社・本所	25	52.0	44.0	48.0	64.0	48.0	36.0	52.0	48.0	16.0	8.0	52.0	50.0
生活関連サービス業・娯楽業	支店・支社・支所	4	50.0	50.0	50.0	0.0	50.0	25.0	25.0	25.0	0.0	0.0	50.0	
生活関連サービス業・娯楽業	営業所・出張所・店舗	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
生活関連サービス業・娯楽業	工場・倉庫	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
教育・学習支援業	本店・本社・本所	43	48.9	32.6	39.5	48.8	39.5	29.6	23.3	11.6	18.6	7.6	46.5	53.5
教育・学習支援業	支店・支社・支所	5	80.0	40.0	0.0	60.0	20.0	40.0	20.0	40.0	20.0	10.0	80.0	80.0
教育・学習支援業	営業所・出張所・店舗	9	0.0	44.4	22.2	44.4	66.7	0.0	11.1	11.1	22.2	50.0	44.4	66.7
教育・学習支援業	工場・倉庫	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
医療・福祉業	本店・本社・本所	43	58.8	29.9	41.5	48.1	27.9	22.8	34.5	23.3	14.0	11.4	57.4	62.8
医療・福祉業	支店・支社・支所	10	50.0	30.0	30.0	60.0	40.0	10.0	10.0	20.0	20.0	0.0	50.0	70.0
医療・福祉業	営業所・出張所・店舗	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
医療・福祉業	工場・倉庫	0	0.0	0.0	50.0	100.0	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0	0.0	50.0	
複合サービス業	本店・本社・本所	33	66.7	45.5	42.4	48.5	57.4	36.4	42.4	15.2	6.1	3.0	69.7	69.7
複合サービス業	支店・支社・支所	17	58.8	64.7	47.1	52.9	52.9	41.2	47.1	35.3	23.5	11.8	52.9	52.9
複合サービス業	営業所・出張所・店舗	3	66.7	33.3	33.3	100.0	33.3	33.3	33.3	50.0	66.7	33.3	66.7	
複合サービス業	工場・倉庫	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
サービス業(上記以外)	本店・本社・本所	286	48.5	50.3	60.1	57.0	38.5	26.2	37.1	18.2	10.5	6.3	68.8	58.8
サービス業(上記以外)	支店・支社・支所	55	58.4	50.9	60.0	70.1	38.2	27.3	32.7	16.4	16.4	10.9	57.7	54.5
サービス業(上記以外)	営業所・出張所・店舗	13	46.2	46.2	38.5	61.5	23.1	23.1	23.1	7.7	7.7	30.0	38.5	46.2
サービス業(上記以外)	工場・倉庫	1	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0

表-4 移転先選択における各種立地条件の重要割合(2)

業種	施設	回答数	重視度[%]											
			13)	14)	15)	16)	17)	18)	19)	20)	21)	22)	23)	
建設業	本店・本社・本所	247	55.1	57.1	36.0	51.8	46.3	35.5	53.0	29.5	60.2	44.3	40.3	
建設業	支店・支社・支所	62	58.1	59.7	17.7	58.1	59.7	64.5	63.3	62.9	66.1	51.6	40.3	
建設業	営業所・出張所・店舗	11	63.6	61.8	10.2	63.6	72.7	72.0	63.6	66.9	61.8	63.6	63.6	
建設業	工場・倉庫	9	44.4	55.6	50.0	50.0	55.6	66.7	44.4	55.6	44.4	44.4	22.2	
製造業	本店・本社・本所	666	58.4	76.3	53.0	60.3	67.0	67.4	60.6	60.6	69.1	57.8	53.0	
製造業	支店・支社・支所	111	66.7	67.6	51.4	68.4	67.6	68.4	64.9	71.1	71.8	54.1	47.7	
製造業	営業所・出張所・店舗	18	44.4	50.0	44.4	61.1	66.7	38.9	33.3	50.0	66.7	44.4	44.4	
製造業	工場・倉庫	144	68.1	61.9	69.8	71.9	76.7	72.9	69.4	74.3	77.8	64.6	58.3	
情報通信業	本店・本社・本所	231	58.4	65.8	38.1	63.2	64.9	62.8	66.6	64.9	62.3	53.1	42.0	
情報通信業	支店・支社・支所	40	55.0	60.0	40.0	70.0	67.5	70.0	70.0	72.5	71.0	57.5	52.5	
情報通信業	営業所・出張所・店舗	5	60.0	60.0	40.0	60.0	60.0	20.0	40.0	40.0	20.0	40.0	60.0	
情報通信業	工場・倉庫	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
運輸業・郵便業	本店・本社・本所	129	63.6	60.0	44.2	57.4	55.0	60.5	62.6	66.7	66.7	61.7	53.7	
運輸業・郵便業	支店・支社・支所	37	54.1	63.6	36.1	62.2	64.9	64.9	62.2	62.2	62.2	54.1	48.6	
運輸業・郵便業	営業所・出張所・店舗	21	79.3	69.0	42.9	57.1	61.9	57.1	57.1	57.1	66.7	57.1	52.4	
運輸業・郵便業	工場・倉庫	2	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
卸売業・小売業	本店・本社・本所	248	56.8											

定した。選定した都市圏を小田原市・周辺市町と併せて図-4に示す。なお、図中のグループA, B, C, Dは、地価水準、床賃料の水準の違いを考慮してグループ分けしたものである。従業地グループA, B, C, Dの地価水準（公示地価の平均、平均±1σ）を表-7に示す。

プロフィールアンケート調査では、3つの仮想的な移転先地域を並べたプロフィール票を業種分類別・施設タイプ別に4つずつ提示し、それぞれ最も望ましい地域を選択していただいた。プロフィール票の例として、業種分類aの事務所、業種分類bの事務所・店舗、業種分類cの事務所・店舗のプロフィール票（一部）を表-8、表-9、表-10に示す。

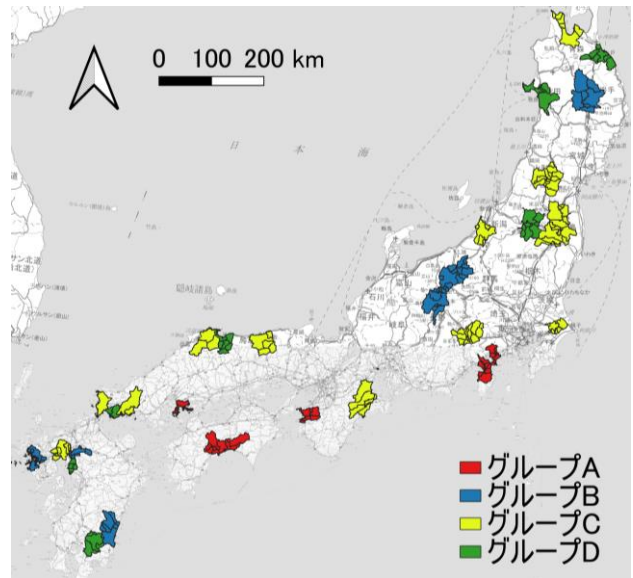


図-4 プロフィールアンケート調査の対象者の従業地

表-5 業種分類とそのサンプル数

業種分類	業種	サンプル数
a	建設業	635
	製造業	
	運輸業・郵便業	
b	卸売業・小売業	499
	金融業・保険業	
	不動産業・物品賃貸業	
c	情報通信業	909
	学術研究・専門・技術サービス業	
	宿泊業・飲食サービス業	
	生活関連サービス業・娯楽業	
	教育・学習支援業	
	医療・福祉業	
	複合サービス業	
	その他サービス業	

表-7 従業地グループ別の地価水準

単位：万円

従業地グループ	平均-σ	平均	平均+σ
A	2.26	8.28	14.31
B	0.03	4.96	9.89
C	0.68	3.94	7.20
D	0.72	2.68	4.63

表-6 プロフィール票における評価項目

業種分類	施設	評価項目
a	事務所	最寄り鉄道駅までの距離
		インターチェンジまでの距離
		高速道路を除く幹線道路までの距離
		水害時の想定最大浸水深
	1m ² あたりの地価/100m ² あたりの年間賃料	
	工場・倉庫	バス停までの距離
インターチェンジまでの距離		
b	事務所・店舗	最寄り鉄道駅までの距離
		中心市街地までの距離
		高速道路を除く幹線道路までの距離
		水害時の想定最大浸水深
	1m ² あたりの地価/100m ² あたりの年間賃料	
	倉庫	バス停までの距離
インターチェンジまでの距離		
c	事務所・店舗	最寄り鉄道駅までの距離
		中心市街地までの距離
		バス停までの距離
		水害時の想定最大浸水深
	1m ² あたりの地価/100m ² あたりの年間賃料	
	倉庫	バス停までの距離
インターチェンジまでの距離		

表-8 業種分類a（事務所）のプロフィール票（一部）

	□①	□②	□③	
最寄り鉄道駅までの距離	1km	3km	5km	
インターチェンジまでの距離	5km	10km	5km	
高速道路を除く幹線道路までの距離	1km	3km	5km	
水害時の想定最大浸水深	0.5m	0m	3m	
1n ² あたりの地価	グループA	8万円	14万円	2万円
	グループB	5万円	10万円	1万円
	グループC	4万円	7万円	1万円
	グループD	3万円	4万円	1万円
100n ² あたりの年間賃料	グループA	400万円	700万円	60万円
	グループB	250万円	500万円	30万円
	グループC	200万円	350万円	30万円
	グループD	150万円	200万円	30万円

表-9 業種分類b（事務所・店舗）のプロフィール票（一部）

	□①	□②	□③	
最寄り鉄道駅までの距離	1km	3km	5km	
中心市街地までの距離	1km	5km	1km	
高速道路を除く幹線道路までの距離	1km	3km	5km	
水害時の想定最大浸水深	0.5m	0m	3m	
1n ² あたりの地価	グループA	8万円	14万円	2万円
	グループB	5万円	10万円	1万円
	グループC	4万円	7万円	1万円
	グループD	3万円	4万円	1万円
100n ² あたりの年間賃料	グループA	400万円	700万円	60万円
	グループB	250万円	500万円	30万円
	グループC	200万円	350万円	30万円
	グループD	150万円	200万円	30万円

表-10 業種分類c (事務所・店舗) のプロフィール票 (一部)

	□①	□②	□③
最寄り鉄道駅までの距離	1km	3km	5km
中心市街地までの距離	1km	5km	1km
バス停までの距離	100m	500m	800m
水害時の想定最大浸水深	0.5m	0m	3m
1㎡あたりの地価	グループA	8万円	14万円
	グループB	5万円	10万円
	グループC	4万円	7万円
	グループD	3万円	4万円
100㎡あたりの年間賃料	グループA	400万円	700万円
	グループB	250万円	500万円
	グループC	200万円	350万円
	グループD	150万円	200万円

(4) (8)式のパラメータ推定

(8)式のパラメータは、プロフィールアンケート調査の個票データを用い、二項ロジスティック回帰分析(最尤法)により、業種分類別・施設別に推定した。変数選択では、30%水準で非有意な変数を除いて推定を繰り返す減少法を用いた。なお、推定に際して、価格変数を事務所・店舗では床1㎡あたりの年間賃料、倉庫・工場では土地1㎡あたりの年間地代に変換した。各業種分類・施設の(8)式のパラメータ推定結果を表-11に示す。

業種分類 a (建設業、製造業、運輸業・郵便業) では、事務所のみ「高速道路を除く幹線道路までの距離」が除却される結果となった。工場・倉庫では、取引先に製品等を輸送する際、幹線道路を利用する機会が多いが、事務所では、オフィスワークが中心であるため、高速道路を除く幹線道路までの距離が除却されたと考えられる。また事務所と比べて、工場・倉庫では水害時の想定最大浸水深のパラメータ(絶対値)が大きい。これは、工場や倉庫では機械やトラック等の物的資本を多く所有しているため、立地選択時、水害リスクの低さを重視しているためと考えられる。業種分類 b (卸売業・小売業、金融業・保険業、不動産業・物品賃貸業) では、全ての施設で水害時の想定最大浸水深が除却される結果となった。現在の中心市街地が浸水想定区域内に存在している場合、浸水深よりも利便性を重視した立地選択行動をしていると考えられる。業種分類 c (情報通信業、学術研究・専門・技術サービス業、宿泊業・飲食サービス業、等) では、事務所・店舗は、利便性に関する変数が多く採用されているが、倉庫は利便性に関する変数が全て除却された結果になった。

次に、事務所や倉庫について業種分類間で推定結果を比較してみる。事務所では、業種分類 b は水害時の想定最大浸水深が除却され、業種分類 c は P 値が 0.24 と比較的大きな値となっている。この要因として、業種分類 a に比べて、物的資本の保有が少ないため、立地選択において水害時の想定最大浸水深の影響が評価されにくいこ

表-11 (8)式のパラメータ推定結果

業種分類	施設	変数名	係数	P値	N		
a	事務所	最寄り鉄道駅までの距離	-0.1913	0.00	**	6276	
		インターチェンジまでの距離	-0.0157	0.02	*		
		水害時の想定最大浸水深	-0.0263	0.21	**		
		床1㎡あたりの年間賃料	-0.0931	0.00	**		
	工場	バス停までの距離	0.0009	0.00	**		3072
		インターチェンジまでの距離	-0.0010	0.00	**		
		高速道路を除く幹線道路までの距離	-0.0154	0.11	**		
		水害時の想定最大浸水深	-0.0515	0.03	*		
	倉庫	土地1㎡あたりの年間地代	-0.0682	0.02	*		2388
		利潤	-0.1504	0.00	**		
		バス停までの距離	-0.0003	0.00	**		
		インターチェンジまでの距離	-0.0011	0.00	**		
b	事務所	高速道路を除く幹線道路までの距離	-0.0243	0.03	*	4860	
		水害時の想定最大浸水深	-0.0779	0.01	**		
		土地1㎡あたりの年間地代	-0.1258	0.00	**		
		利潤	-0.2002	0.00	**		
	店舗	最寄り鉄道駅までの距離	0.0032	0.00	**		2280
		中心市街地までの距離	-0.2567	0.00	**		
		床1㎡あたりの年間賃料	-0.1864	0.00	**		
		利潤	-0.0009	0.00	**		
	倉庫	最寄り鉄道駅までの距離	-0.2637	0.00	**		960
		高速道路を除く幹線道路までの距離	-0.0339	0.23	**		
		床1㎡あたりの年間賃料	-0.0958	0.00	**		
		利潤	-0.0005	0.00	**		
c	事務所	バス停までの距離	-0.0015	0.00	**	8760	
		土地1㎡あたりの年間地代	-0.2692	0.00	**		
		利潤	0.0018	0.00	**		
		最寄り鉄道駅までの距離	-0.2512	0.00	**		
	店舗	中心市街地までの距離	-0.0170	0.01	**		3288
		水害時の想定最大浸水深	-0.0211	0.24	**		
		床1㎡あたりの年間賃料	-0.1713	0.00	**		
		利潤	0.0505	0.00	**		
	倉庫	最寄り鉄道駅までの距離	-0.2870	0.00	**		744
		中心市街地までの距離	-0.0136	0.16	**		
		バス停までの距離	-0.0002	0.07	**		
		水害時の想定最大浸水深	-0.1139	0.00	**		
倉庫	床1㎡あたりの年間賃料	-0.0966	0.00	**	744		
	利潤	0.0817	0.00	**			
	水害時の想定最大浸水深	-0.1151	0.06	**			
	土地1㎡あたりの年間地代	-0.1441	0.00	**			
倉庫	利潤	-0.0108	0.86	**			

注) * : P<0.05, ** : P<0.01

とが考えられる。また、業種分類 a と比較して、業種分類 b・c の床 1㎡あたりの年間賃料のパラメータ(絶対値)が大きい値となっている。倉庫では、業種分類 b・c と比較して、業種分類 a は利便性に関する変数が多く採用される結果になった。これは、業種分類 a が従業員の通勤のしやすさや資材の運搬のしやすさを立地選択で重視しているためと考えられる。

5. 浸水リスク軽減施策による将来の企業分布への影響分析

構築した実証モデルにより、将来時系列の企業分布(業種分類別、施設別)を推計することができる。ここでは、「BAU(現状趨勢)ケース」、「立地適正化計画に位置付けられる都市機能誘導区域と工業団地の想定最大浸水深を0にするハード対策を行うケース」、「ハード対策に加えて移転・新規立地する企業に補助金を付するソフト対策を行うケース」の3ケースで推計を行い、施策が将来時系列の企業分布に及ぼす影響を分析する。推計期間は、5年を1期として、2020年~2050年までの6期30年間とする。

実施した推計ケースを表-12に示す。ケース2における補助金の給付額については、小田原市の「企業等誘致推進制度¹²⁾」を参考に設定した。

施策実施範囲における全業種・全施設タイプの事業所数の推移を図-5、業種分類、施設タイプ別の事業所数の推移を図-6～図-14に示す。

全業種・全施設タイプの事業所数の推移を示した図-5を見ると、ケース0(BAU)とケース1(ハード対策)には殆ど差がない。その一方で、ケース2(ハード対策+ソフト対策)では、施策実施範囲における事業所数の増加が見込まれ、BAUと比較して2050年時点で、1.15倍の増加が生じている。以上から、ハード対策のみでは企業を安全な地域に集約させる効果は期待できないが、ハード対策とソフト対策を組み合わせることにより集約効果(想定被害の低減化)が得られることが分かる。

業種分類別・施設タイプ別の事業所数の推移を示した図-6～図-13を見ると、業種分類aの全ての施設タイプと業種分類bの事務所・店舗では、ある時期を境にケース0に比べてケース2の事業所数が減少する結果となっている。これは、都市機能誘導区域または工業団地の需要増加で床賃料・地代の上昇の影響が補助金の効果を上回り、その場所を避ける立地選択行動をしているためと考えられる。

一方、業種cでは、全ての時期の事業所数がケース0よりケース2が大きくなっている。これは、利潤パラメータ α が業種分類a、bに比べて大きな値となっており、補助金給付に対する感度が高いためと考えられる。業種分類cは、サービス系の業種であることから、他の業種に比べて、一般的には事業規模や必要な土地面積(床面積)が小さいため、移転・新規立地の費用が小さいものと想定される。一方で、業種分類a、bは、機械やトラック等の物的資本を有することから、必要な土地面積(床面積)も大規模となる傾向が考えられる。これにより、移転・新規立地の費用も大きくなり、補助金1,000万円の給付では、移転・新規立地の促進効果が小さい可能性がある。

表-12 推計ケース

ケース0	BAU(現状趨勢)
ケース1	立地適正化計画に位置付けられる都市機能誘導区域と工業団地の想定最大浸水深を0にするハード対策を行う
ケース2	ケース1と合わせて、都市機能誘導区域に立地しようとする事務所・店舗、工業団地に立地しようとする工場・倉庫に補助金1000万円を給付するソフト対策を行う

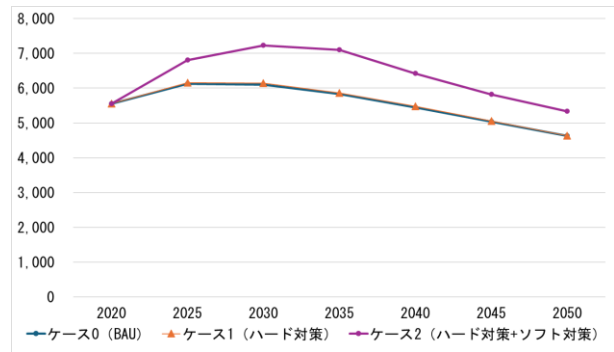


図-5 施策実施範囲の事業所数(全業種・全施設タイプ)

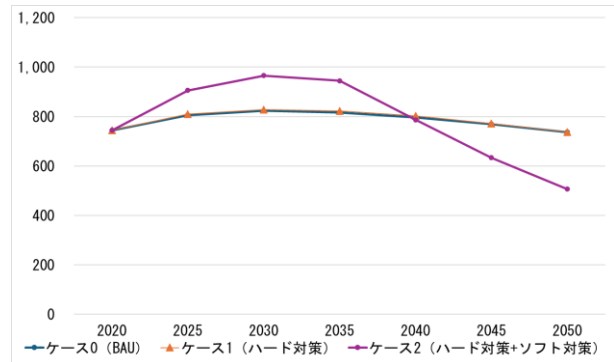


図-6 施策実施範囲の事業所数(業種分類a・事務所)

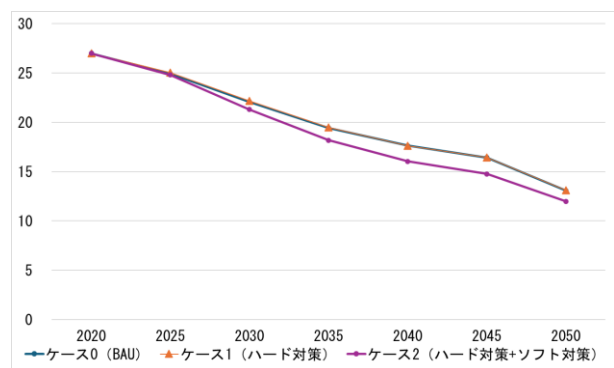


図-7 施策実施範囲の事業所数(業種分類a・工場)

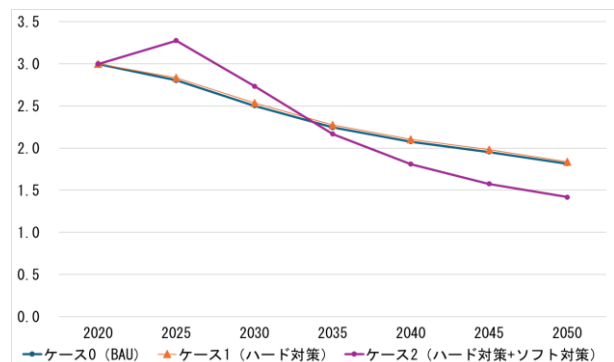


図-8 施策実施範囲の事業所数(業種分類a・倉庫)

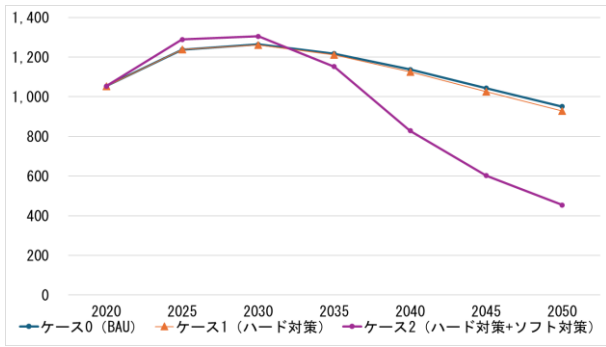


図-9 施策実施範囲の事業所数（業種分類 b・事務所）

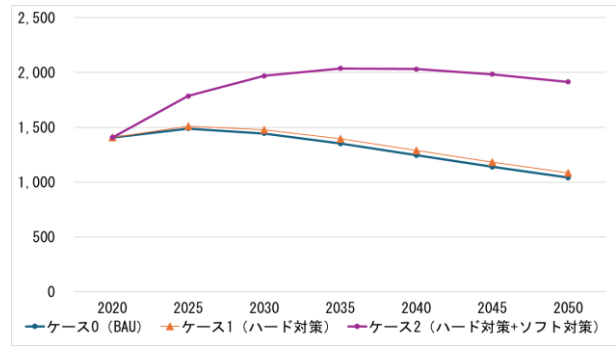


図-13 施策実施範囲の事業所数（業種分類 c・店舗）

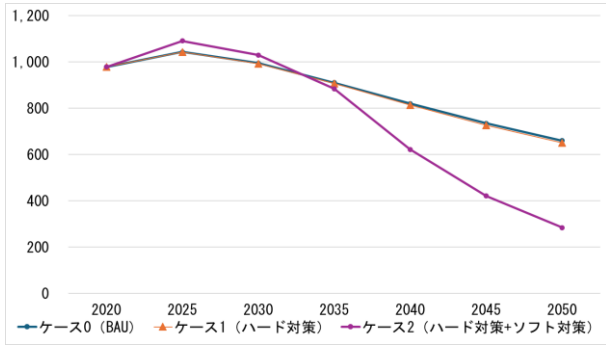


図-10 施策実施範囲の事業所数（業種分類 b・店舗）

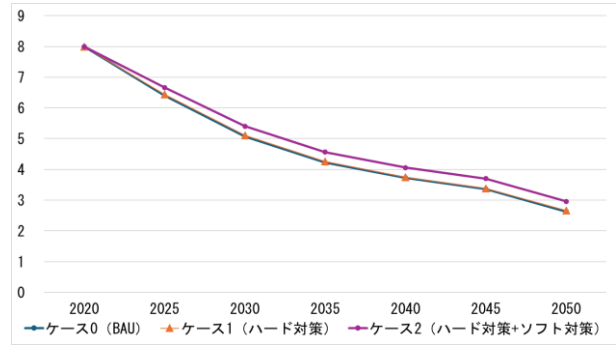


図-14 施策実施範囲の事業所数（業種分類 c・倉庫）

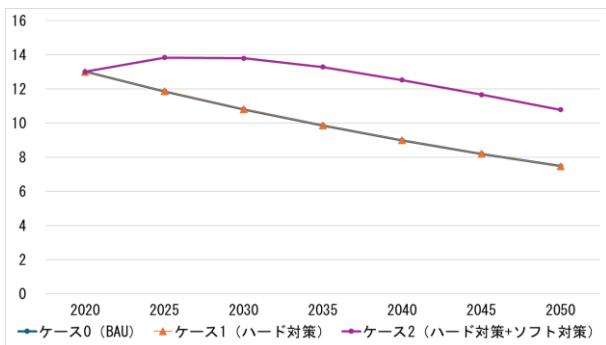


図-11 施策実施範囲の事業所数（業種分類 b・倉庫）

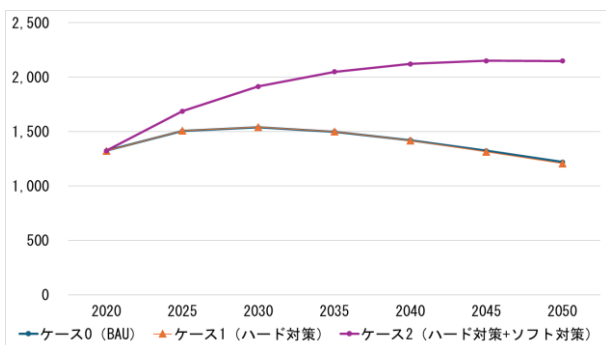


図-12 施策実施範囲の事業所数（業種分類 c・事務所）

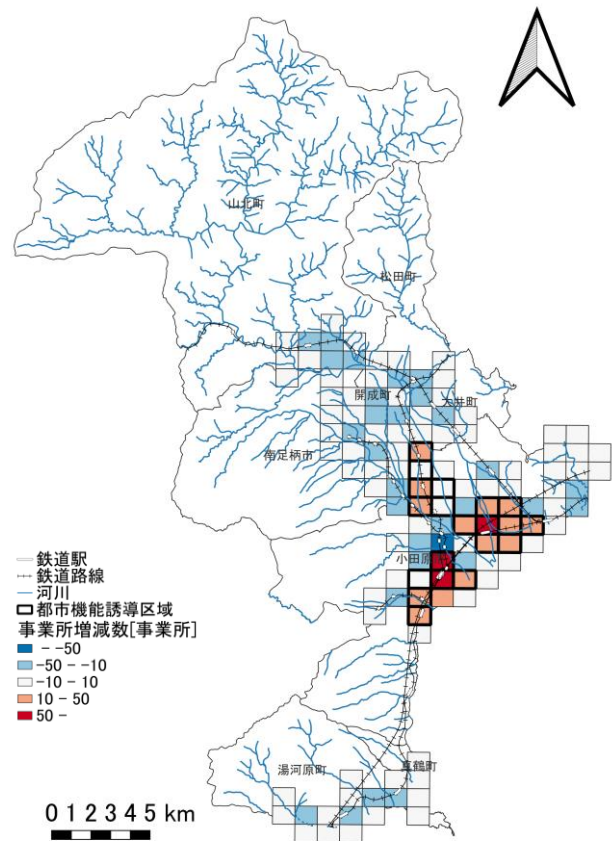


図-15 推計結果（ケース2-ケース0，2050年，事務所・店舗）

- 物流施設の立地選択分析, 土木学会論文集D3, Vol.76, No.5, pp.1225-1234, 2023. [Nakamichi, K., Kawasaki, T., Hanaoka, S., Lu, T., Hagino, Y., Kenmochi, T., Oka, H.: Analysis on impact of soft measures to mitigate flood risk on future population distribution in a city, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3, Vol.76, No.5, pp.1225-1234, 2023.]
- 9) 寺本雅子・市川温・立川康人・椎葉充晴: 水災害危険度に基づく土地利用規制の費用便益評価—世帯所得の分布を考慮して—, 土木学会論文集B, Vol.66, No.2, pp.119-129, 2010. [Teramoto, M., Ichikawa, Y., Tachikawa, Y., Shibata, M.: Cost-benefit analysis of landuse regulation strategy based on flood risk assessment using a location equilibrium model incorporating housing income distribution, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B, Vol.66, No.2, pp.119-129, 2010.]
- 10) 今井一貴・佐藤徹治・神永希・杉本達哉・高森秀司: ソフト施策による水害リスク軽減対策が将来の都市内人口分布に与える影響分析, 土木学会論文集D3, Vol.72, No.5, pp.423-434, 2016. [Imai, K., Sato, T., Kaminaga, N., Sugimoto, T., Takamori, S.: Analysis on impact of soft measures to mitigate flood risk on future population distribution in a city, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3, Vol.72, No.5, pp.423-434, 2016.]
- 11) 野口脩平・山田政義・木暮洋介・高森秀司・佐藤徹治: 小田原都市圏における浸水リスクと企業・家計の立地行動の関係を考慮した都市モデル, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), Vol.67, A11-1, 2023 [Noguchi, S., Yamada, M., Kogure, Y., Takamori, S., Sato, T.: Urban economic model considering relationship between flood risk and location behaviors of firms and households in Odawara metropolitan area, proceedings of infrastructure planning (CD-ROM), Vol.67, A11-1, 2023]
- 12) 小田原市: <https://www.city.odawara.kanagawa.jp/field/industry/corpo/kigyosien.html> (最終閲覧日2024年5月15日) [Odawara City: <https://www.city.odawara.kanagawa.jp/field/industry/corpo/kigyosien.html> (accessed on May 15 2024)]
- 13) 国土交通省国土政策局国土情報課 国土数値情報ダウンロードサービス: <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (最終閲覧日2023年12月22日) [Download service of digital national land information, National Land Information Division, National Spatial Planning and Regional Policy Bureau, MLIT of Japan: <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (accessed on December 22, 2023)]
- 14) 森田匡俊・鈴木克哉・奥貫圭一: 日本の主要都市における直線距離と道路距離との比に関する実証的研究, GIS—理論と応用, Vol.22, No.1, pp.1-7, 2014. [Morita, M., Suzuki, K., Okunuki, K.: An Empirical Study of the Ratio of the Road Distance to the Straight-Line Distance in Major Cities in Japan, Theory and Application of GIS, Vol.22, No.1, pp.1-7, 2014.]
- 15) 総務省統計局 e-Stat 政府統計の総合窓口: <https://www.e-stat.go.jp> (最終閲覧日2023年12月31日) [e-Stat Portal Site of Official Statistics of Japan, Statistics Bureau, Ministry of Internal Affairs and Communications: <https://www.e-stat.go.jp> (accessed on December 31, 2023)]

(Received March 5, 2024)