

南海トラフ地震における高台移転の意思決定に関する考察

門田 覚（岡山理科大学大学院マネジメント研究科）

高橋 良平（岡山理科大学経営学部）

要約：.

本研究では、近年の発生が懸念されている南海トラフ地震における、災害発生前の住宅・事業所の高台移転に対する意思決定について考察をおこなう。東日本大震災以降、国内では南海トラフ地震の対策強化を目的に特措法が制定され、津波による被災が想定される地域において高台への移転を促す政策がとられている。しかしながら、移転を決断できない事業者が多く存在し、災害発生時にはそれにより大きな被害が発生する可能性を有している。本研究では、事業者の高台移転の意思決定に対して、事業者へのヒアリング調査でその要因を抽出し、ゲーム理論を用いて理論モデルを構築する。

キーワード：

南海トラフ地震，ゲーム理論，高台移転問題，意思決定論

1. はじめに

本研究では、今後発生が予想されている南海トラフ地震における、災害発生前の住宅・事業所の高台移転に対する意思決定について考察を行う。2011年3月11日、東日本大震災が発生し、震源地に近い東北の沿岸部では、地震による揺れによる家屋倒壊以上に、津波によって甚大な被害が生じた。その教訓を踏まえ、国は2014年3月、近年中に高い確率で発生が予想されている南海トラフ地震による津波避難対策の強化を目的とした南海トラフ地震対策特別措置法（以下、「特措法」と記す）を制定した。特措法では、地震の発生から30分以内に津波が到達し、30cm以上の浸水が生じるエリア及び特別強化地域の候補市町村に挟まれた沿岸市町村を「南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域」として指定し、地域防災対策が進められることとなった。この特別強化地域の定義に当てはまる地域は、千葉県から鹿児島県までの1都13県の139市町村に広がることとなる。

南海トラフ地震は、概ね 100 年～200 年間隔で繰り返し発生しており、前回の南海トラフ地震である、昭和東南海地震（1944 年）及び昭和南海地震（1946 年）が発生してから 75 年以上が経過している。このことから、現在、近年中の発生が懸念される自然災害の中でも最も事前対策が必要な災害となっている。

2. 研究の目的

本研究では、ヒアリング調査により南海トラフ地震における災害前の高台移転に対する事業者の意思決定について考察をおこない、ゲーム理論によってそれを理論モデル化する。具体的には、被災想定地域で経営を継続している事業者に対して防災意識や将来を見据えた高台移転の計画等をヒアリングし、その意思決定について検証をおこなう。抽出された意思決定要因をゲーム理論におけるコスト（負の利得）としてまとめ、理論モデル化する。

この南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域には、人口の多い都市部も含まれるが、同時に広域での被災が想定され、災害時に率先した公助が期待できない地方部もその対象範囲として広く分布する。本研究では、この地方部における高台移設の意思決定に注目したい。特に地方部では濃い人間関係によりコミュニティ内での結束が強いことが想定されるため、移転前後の地域コミュニティの形成や津波被害発生時の自助・共助についても調査の対象とする。

現状として、被災が想定される地域では、それらを見越した防災施策が実施されている。特措法に基づき、多くの市町村では、公共施設や企業等の高台への建て替え移設が進められている。しかしながら、事業者の中には、南海トラフ地震による家屋倒壊や津波の被害が想定されている地域において経営を継続する事業者も存在する。本研究ではそれら事業者へのヒアリング調査から、経営者の防災意識、事業継続計画（Business Continuity Planning）の策定状況、被災が想定される地域で経営を継続する事由などを調査し考察する。

本研究の調査における BCP の定義については、2006 年（平成 18 年）2 月に公開された『中小企業 BCP 策定運用指針－緊急事態を生き抜くために－』（中小企業庁）による「企業が自然災害、大火災、テロ攻撃などの緊急事態に遭遇した場合において、事業資産の損害を最小限にとどめつつ、中核となる事業の継続あるいは早期復旧を可能にするために、平常時に行うべき活動や緊急時における事業継続のための方法、手段などを取り決めておく

計画のこと」とする定義を採用する。

また、それらの事業者の移設における意思決定については、移設するコストと移設による便益を考慮して決断がおこなわれていることが考えられる。また意思決定には、コミュニティ内での意見や他者の行動なども関係してくることが想定される。これら複雑な意思決定をモデル化するにあたり、ゲーム理論を用いた考察をおこないたい。

3. 先行研究

3. 1 南海トラフ地震の発生可能性と被災の規模

本研究が対象とする災害である「南海トラフ地震」についての概略は次のとおりである。気象庁による定義によると駿河湾から遠州灘、熊野灘、紀伊半島の南側の海域及び土佐湾を経て日向灘沖までのフィリピン海プレート及びユーラシアプレートが接する海底の溝状の地形を形成する区域が「南海トラフ」と呼ばれる地域である。この南海トラフ沿いのプレート境界では、

- ① 海側のプレート（フィリピン海プレート）が陸側のプレート（ユーラシアプレート）の下に1年あたり数cmの速度で沈み込んでいる。
- ② その際、プレートの境界が強く固着して、陸側のプレートが地下に引きずり込まれ、ひずみが蓄積される。
- ③ 陸側のプレートが引きずり込みに耐えられなくなり、限界に達して跳ね上がることで発生する地震が「南海トラフ地震」と呼ばれる。

以上のメカニズムの①→②→③の状態が繰り返されるため、南海トラフ地震は繰り返し発生する（表1）。また過去に発生した南海トラフ地震の発生範囲には多様性があり、ときに宝永地震（1707年）のように駿河湾から四国沖までの広い領域で同時に地震が発生することもありうる。この際にはマグニチュード8クラスの大規模地震が隣接する領域で時間差をおいて発生している。他にも隣接する領域で地震が続発した事例では、安政東海地震（1854年）があり、この地震が発生した32時間後に安政南海地震（1854年）が発生している。また昭和東南海地震（1944年）の際には、2年後に昭和南海地震（1946年）が発生するなど、その時間差にも幅があることが知られている。

南海トラフ地震は、概ね100～200年間隔で繰り返し発生しており、前回の南海トラフ地震（昭和東南海地震（1944年）及び昭和南海地震（1946年））が発生してから75年以上が経過した現在では、次の南海トラフ地震発生の切迫性が高まってきている。

藤原・谷川(2017)の研究によると、現在の地震予測技術による近代的な機器による観測データだけでは、南海トラフ地震の発生メカニズムなど、その全貌をとらえることは不可能であるとされている。そのため現在の研究では、7世紀に遡る地震・津波の歴史記録によりその履歴が解明されてきた。このように南海トラフの歴史記録は約1300年間に及ぶが、それでも地震・津波像を正確に解明するには質・量ともに十分とは言えないといわれ、古い時代ほど信頼できる歴史記録は少なく、中には地震や津波の存在自体の真偽が疑われるものもあるとされている。

表1 過去に発生した南海トラフ地震

発生日時		名称	確実性のある震源域	周期
684年	11月	白鳳地震(天武地震)	土佐沖・紀伊水道沖	記録なし
887年	8月	仁和地震	土佐沖・紀伊水道沖	203年
1099年	2月	康和地震	土佐沖・紀伊水道沖・熊野灘	212年
1361年	8月	正平地震(康安地震)	土佐沖・紀伊水道沖	262年
1605年	2月	慶長地震	特異	244年
1707年	10月	宝永地震	土佐沖・紀伊水道沖・熊野灘・遠州灘	102年
1854年	12月	安政南海地震	土佐沖・紀伊水道沖・熊野灘・遠州灘	147年
1946年	12月	昭和南海地震	土佐沖・紀伊水道沖・熊野灘	92年

石橋(1999)をもとに筆者作成

国土交通省白書(国土交通省 2020)によると、南海トラフ地震において想定される最大クラスの地震では、揺れが太平洋沿岸の四国や近畿、東海などの広域に及び、規模ではマグニチュード8~9の巨大地震が予測されている。この地震が発生すると、巨大な津波が短時間で沿岸に襲来し、最大で死者は約32万人、経済的な被害は約220兆円にのぼると推定され、その被害は2011年に発生した東日本大震災を大きく上回ると予想されている。交通インフラの途絶や沿岸の都市機能の麻痺等の深刻な事態も想定され、その対策として、ハード対策(道路・防波堤)とソフト対策(情報・避難訓練)の両方が重要であると

白書では述べられている。

2011年3月、東日本大震災で甚大な被害を受けた日本では、次に高い確率で発生が予想されている南海トラフ地震による津浪避難対策の強化を目的とした「南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域」を2014年3月に制定した。その特措法で指定された地域では、津波避難タワーや高台に通じる避難路の整備費について国庫負担割合を通常の2分の1から3分の2に引き上げている。また沿岸部の集落が高台に集団移転しやすくなる対策に力点を置き、防災集団移転促進事業として、住宅とともに高台移転する学校や幼稚園、保育所、病院、福祉施設など要配慮者の利用施設の用地造成費を国が支援する。また、10戸以上の世帯がまとまって高台移転する場合、用地造成費の4分の3を国から補助される。しかしながら、沿岸部の集落の住宅と公共施設などが一体となり、安全な高台に移転するためのこの施策は、2016年時点において制度ができてからこれまでに利用された例はないと野呂(2016)が指摘している。その要因として、移転先の住宅の建設費は住民が自己負担しなければならず、住み慣れた地域から離れるのをためらう人が少なくないことが指摘された。

3. 2 防災による住居移転問題における意思決定へのゲーム理論の利用

ゲーム理論は、相手の行動を合理的に予想しながら、互いの意思決定・行動の相互依存関係メカニズムと、その帰結を分析する手法(入山2019)である。本研究の対象としている、津波被害からの高台移設問題においては、住民・事業者等が高台への移設における意思決定をする場合、周辺地域の住民、事業者、行政の行動によってその判断が変化する、相互依存の関係性が想定される。この複雑な関係性を検討するにあたり、ゲーム理論を援用することが有用であると考えられる。

ゲーム理論は、Von Neumannが発表した論文「Zur Theorie der Gesellschaftsspiele」(1928)で数学的基礎が確立し、1944年にVon NeumannとMorgensternの共著として発刊された「Theory of Games and Economic Behavior(邦題：ゲームの理論と経済行動)」にまとめられた。その後Nash(1951)が協力ゲーム・非協力ゲームという分類を提示した。これらの進歩によりプレイヤー同士が競合関係にある場合の分析・協力し合うことによってより多くの便益を得る場合の分析など、様々な事象をゲーム理論でモデル化することができるようになり、70年代に入ると経済学の完全競争市場における資源配分の問題だけでなく、不完全競争、外部性、企業組織、不確実性、情報の非対称性、制度などの広範

困な問題に応用され、様々な分野でゲーム理論が活用されるようになった(岡田, 2007)。

このように応用範囲が広いゲーム理論ではあるが、2001年9月11日の米国同時多発テロ以降、米国では危機管理への応用に関心が高まっている。災害における移転問題に関連する議論としては、Vicki, Yuqun & Honguru (2020)によって、海面上昇に伴う高潮による洪水被害が多発する米国沿岸部において、集落を水害が発生しない地域に移転する問題の解決に対し、これを行政と住民間の意思決定問題としてゲーム理論によってモデル化する試みがなされている。このゲームでは、頻繁に発生する洪水に対して政府が先手として、洪水の予想損失額と補助金の額の両方の予想正味現在価値を算出し、その額を最小化するために、リスクの低い内陸部に移転する沿岸住民に提供する補助金を決定する。後手となる住民は、補助金を差し引いた移転費用が将来の洪水損失の予想正味現在価値より小さくなる時期を判断して、移転時期を決定する。これに移転奨励の直接的な経済効果を加え相互が利得の最大化行動を取ったときの政府の負担額・移転を決断する住民の割合などを試算している。この結果では、住民の意思決定において洪水リスクがより明確になり、リスク意識を向上させる情報の存在によって、結果が大きく変わることを指摘している。

この高潮による移転問題のモデル化は、南海トラフ地震における高台移転問題に直接利用はできないものの、同様の手法により、複雑な意思決定問題のモデル化をおこなうことができ、有効なアプローチであると考えられる。

4. 被災想定地域での経営に関する調査

4. 1 調査目的と調査内容

前章の先行研究を踏まえ本章では、南海トラフ地震の津波被害想定地域で経営を続ける事業者の高台移転についての意思と、それを阻む実情を踏まえつつ実施したヒアリング調査をおこなった。

南海トラフ地震における高台移転に関する調査では、野呂(2016)が南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域に設定された全市町村139先を対象にアンケート調査をおこなっている。この調査では対象が自治体であり、高台移転の対象として、公共施設と住居の移転を対象としていた。この調査の中では、移転のための用地確保・財源確保が難しい、移転候補地が他市町村となるため、地域衰退につながりかねないなどの自治体視点での回答が報告されており、住民視点での回答では自費での移設が難しい高齢者が想定地域に残されることなどが問題となっていた。

本研究では、この調査結果を踏まえ野呂(2016)の研究では明らかにされていない、被災想定地域で経営を継続している”事業者”を対象とするヒアリング調査をおこなった。本調査では、2021年12月上旬～中旬にかけて、徳島県牟岐町・和歌山県由良町・高知県土佐清水市の3つ市町の災害想定地域で経営をおこなう事業所の経営者に対してヒアリングをおこなっている。

4. 2 調査項目

ヒアリング調査の調査項目の設計にあたり、野呂(2016)がおこなった南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域に設定された全市町村139先を対象に行った自治体アンケート調査を参考にした。調査項目は表2のとおりである。

表2 調査項目

質問項目	質問内容
災害を意識した経営	現在、被災想定地域での経営を継続されていますが、将来的に移転等をご検討されていますか。
	南海トラフ地震など大規模な災害が発生した際の事業の継続の意思について教えてください。
BCP (事業継続計画)	被災後に優先して継続したい、早期に復旧したい業務はどのような業務ですか。
	被災後に復旧させる事業について、その順序などをイメージされていますか。
	お客さまや仕入れ先と災害時の対応についてお話をされていますか。
	災害発生時の代替の仕入れ先など業務を止めない工夫をされていますか。
	災害が発生した際の対応について、従業員の方とお話はされていますか。
	災害発生から再開までの計画について文書等を作られている、もしくは考えをまとめられていますか。
その他	国や行政へ要望はありますか。

出所：筆者作成

調査項目では大きく分けて、「災害を意識した経営」と災害対策としての「事業継続計画」についての質問を用意した。

「災害を意識した経営」については、当然、被災想定地域で営業を継続していることを認識している経営者に対して、将来の高台移転の計画や被災後の経営継続の意思について問う内容となっている。ここでは移転意思・被災後の経営継続の有無も重要であるが、

なぜその判断を取るのかをヒアリングすることに重点を置いている。

また「事業継続計画」については、緊急事態の備えとしての事業継続計画 (BCP: Business Continuity Planning) をどこまで意識しているかについての質問をおこなっている。ここでは、事業者が具体的な計画を紙面として文書化しているか、ではなく、意識として災害時の事業再建の手順や、被災中の顧客・仕入先・従業員との関係性の想定や事前の被災時の対応をイメージできているかについて質問している。

以上の調査項目をヒアリング調査で明らかにしていくが、対話の中で出たキーワードによっては、それを深掘し内容を詳しく質問項目だけにとらわれない調査をおこなった。

4. 3 調査対象

本研究のヒアリング調査では、野呂(2016)のような全数調査は難しく、実際に取得できたデータとしては、徳島県牟岐町・和歌山県由良町・高知県土佐清水市の3市町から、事業者8人、事業所数では10社の事業者からヒアリングをおこなった(表3参照)。

表3 調査対象の事業所

<p>・事業者</p> <p>○高知県土佐清水市</p> <p>文具店(K.T氏)</p> <p><u>ガス事業</u>・<u>食品加工</u>(T氏)</p> <p><u>洋服店</u>・<u>小売業</u>(K.Y氏)</p> <p>フラワーギフト(B氏)</p> <p>家電販売店・商工会議所会頭(H氏)</p> <p>○徳島県牟岐町</p> <p>元小売業経営者・牟岐町商工会事務局長(Y氏)</p> <p>○和歌山県由良町</p> <p>元地域おこし協力隊・Videographer(M氏)</p> <p>旅館・観光協会会長(A氏)</p>

出所：筆者作成

また参考として高知県土佐清水市役所・徳島県牟岐町役場2つの自治体にも事業者向けの高台移転問題についてヒアリングをおこなっている。

5. 調査結果

5. 1 高台移転の意思と理由について

被災想定地域内で経営を継続している事業者 8 名の「防災を意識した経営」、高台への移転及び南海トラフ地震による被災後に経営を継続するかについてヒアリングの単純集計結果は表 4 のとおりである。

表 4 災害を意識した経営

	件数
移転予定	2 社 (20%)
移転しない	8 社 (80%)
被災後経営を継続する	7 社 (70%)
被災後経営を継続しない	3 社 (30%)

出所：筆者作成

ヒアリング調査した 10 社のうち、移転を検討していると回答した事業者は 2 社であった。

ワンオペレーション、在宅勤務で、勤務場所も賃貸だから移転コストがかからない
(和歌山県由良町 M 氏)

ガス事業は、高台に仕入れ先との土地を購入し事務所を設け、高台での安定供給を
目的に近々着工できる
(高知県土佐清水市 T 氏)

以上のように、場所を選ばず営業が可能で移転コストの小さな事業者は具体的に移転を考えていた。またガス事業のように災害後も社会的に事業継続が求められるインフラ事業者は、関連業者との共同で設備移設コストを下げることで移設を実現しようとしていた。また、移転しないと回答した事業者の主な回答では、

食品加工の事業は、水揚げから加工までの鮮度の関係上と新設したこともあり、高台
への移転は難しい
(高知県土佐清水市 T 氏)

南海トラフ地震の津波の影響は気になっていたが、増設したから移転するつもり
はない
(和歌山県由良町 A 氏)

高台はまだ発展していないため集客に問題があり、現在の生活圏(被災想定地域)が廃れてしまうから
(高知県土佐清水市 H 氏)

半額補助金が出たとしても半額支払わなければならなし、何より跡継ぎがいないから
(高知県土佐清水市 K. Y 氏)

以上のような理由が挙げられ、水産加工のように鮮度の関係上、漁港から離れた場所での設備設置が技術的に難しい事業者、現在沿岸部に住む住民からの集客に依存し、住民の生活の維持のために移転ができない事業者の存在が明らかになった。また、資金面での課題を挙げる事業者も存在している。

5. 2 被災後の経営継続の意思と理由について

南海トラフ地震が発生し、ある程度の被害を想定した上での経営の継続意思については、主に以下のような意見が得られた。

被災後、経営が継続できない場合は、現在の事業を辞め、新しい事業に転換する
(高知県土佐清水市 B 氏)

自宅が高台にあるため、命さえあれば店を修復して事業を継続する
(高知県土佐清水市 K. T 氏)

以上のように、ヒアリングした事業者からは、被災後は業態変更・修復して経営継続するといった意見が挙げられた。しかしながら、事業再開に向けてのコスト意識や、被災による損害、顧客喪失を意識した発言ではなく、やや楽観的な見通しを語る経営者の意見となっていた。

5. 3 BCP(事業継続計画)

移転を予定する、もしくは被災後も経営を継続する意思を持つ事業者は、全社が文書としての事業継続計画を用意している訳ではないものの、被災時の準備としての計画、腹案を全ての事業者が持っていた。

宿泊施設は浸水して使い物にならないので食事を提供することを優先に復旧させたい
(和歌山県由良町 A 氏)

仕入れ先とは、常に連絡を取っており災害時には商品の輸送もストップできるよ
うにしている (高知県土佐清水市 K. T 氏)

災害時に従業員の安否確認ができるようリストを用意していた
(徳島県牟岐町 Y 氏)

年に2回の避難訓練をおこなっている (高知県土佐清水市 H 氏)

5. 4 国や自治体への要望・その他の事項

国や自治体に要望したいことをヒアリングした結果としては、「防災無線が近くにな
かったため200m先の火事に気付けなかった」「南海トラフ地震による津波の影響で国道
などの道路が浸水し寸断されると予想されるため早急に修繕して欲しい」など設備のハー
ド対策についての指摘が散見された。

その他、防災意識の観点では地域差があり、被害想定が比較的大きい地域では、事業
継続を当初から諦める事業者も見受けられた。また事業者や住民が移転することで災害が
発生せずとも町の荒廃を早めてしまうのではないかという意見も挙げられていた。

また、筆者が想定していた防災に関連した補助金制度についての要望・意見は事業者
からは聞かれなかった。こちらから逆に補助金の要望について質問してみたところ、制度
への関心がみられず、補助割合の大小にかかわらず事業者側での負担にためらう意見が挙
げられた。

自治体へのヒアリングでは、補助金制度の事業者側からの相談等の有無を確認した
が、事業者から相談は皆無であるとの回答であった。特措法による補助金等の制度は、地
方自治体が政府に申請する仕組みとなっているが、事業者側からの相談や申請がないかぎ
りは、自治体が動くことはなく制度利用がされないという地域が数多く存在しているよう
である。

6. 事業者の高台移設問題に対するゲーム理論を用いた整理

6. 1 高台移転の事業者の意思決定におけるゲームの設定

ゲーム理論では議論の対象となる課題に対して、意思決定をおこなう複数の「プレイ
ヤー」と、そのプレイヤーが取りうる行動である「戦略」を定義し、プレイヤーの取る戦
略の組み合わせ毎の「利得」を考える必要がある(岡田 2007)。

本研究における意思決定をおこなう「プレイヤー」としては、事業者・地域住民・自

自治体、といった主体が想定される。また、事業者における意思決定として「高台移転をおこなう」「高台移転をおこなわない」の2つの戦略を想定できる。ここで高台移転とは、災害地の現営業拠点を完全に移設することのみを指すのではなく、現地での2点体制を取るなど、災害後も営業継続可能な対策を行うこととして検討する。

また自治体は、地域の被災時の損害を最小化し、現状の地域社会を維持するために、高台移転を進めるための、複数の政策メニューを戦略として持つことが想定される¹。

地域住民については、本来は事業者と同様に「高台移転をおこなう」「高台移転をおこなわない」の2つの戦略を各利得に従って判断するプレイヤーとする必要があるが、住民については経済環境・自治体による政策、つまり自治体の戦略によって、住民の何割が「高台移転をおこなう」かが決定される、住民移転率として、自治体・事業者に影響を与える変数として本研究では取り扱う。住民移転率については、移転可能な資金を用意できる住民数、平均余命内に災害が発生する確率、地域コミュニティの関係性の強さ、地域の利便性などが変数となることが想定される。

以上本研究では、事業者と自治体のプレイヤー2者が、事業者の高台移転の選択と、自治体の政策メニューの選択を戦略として実施するゲームとして記述することを試みる。また、本ゲームでは、時系列の中で自治体の政策メニューを元に事業者が行動を決定し、それらの結果を踏まえ自治体が政策メニューを実施する逐次手番で進行するものとして検討する。

6. 2 高台移転の事業者の意思決定における事業者の戦略と利得

以上、プレイヤーである事業者・自治体がそれぞれの戦略をもって、利得を得るのであるが、事業者の戦略決定においては図1のようなモデル構造となることが考えられる。

事業者は、「高台移転をおこなう」「高台移転をおこなわない」の2つの戦略のいずれかを選択する場合、両戦略におけるコスト（負の利得）を比較し、そのコストが小さくなる戦略を選択すると考えられる。ただし、ここで想定されるコストは、実際に移転・現状維持することによる実費用を意味するのではなく、既に投資してしまった設備に対する

¹政策メニューの一部には、国によるインフラ整備など自治体を超える内容を含む。しかしながら、“自治体の関与なく実施される国の政策は存在しない”（土佐清水市役所談）ため、本研究ではプレイヤーを「自治体」とした。

いわゆる sunk cost や、情報の不完全性による被害認識のバイアスによる甘い/過度なコスト認識補正、比較時におけるコストの現在価値の補正を経たものとなる。

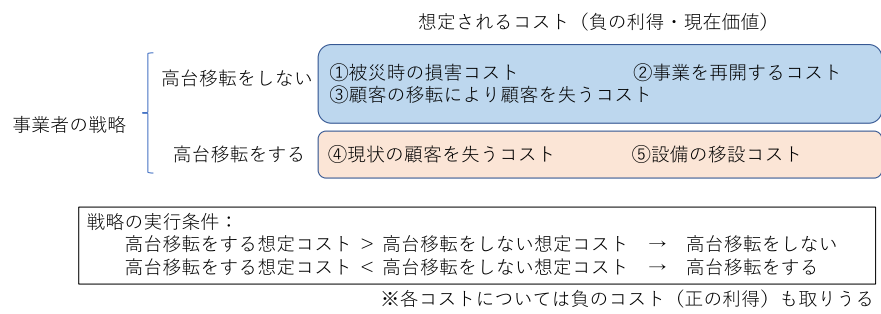


図1 事業者の戦略と利得 出所：筆者作成

具体的なコストとしては5章におけるヒアリング調査から次の項目を抽出した。

“高台に移設しない場合に発生するコスト”

- ① 「被災時の損害コスト」
- ② 被災後に「事業を再開するコスト」
- ③ 自社が災害想定地域に残った際に顧客だけが商圈から出ていってしまうために生じる「顧客の移転により顧客を失うコスト」

“高台に移設をする場合に発生するコスト”

- ④ 事業所・店舗を移設することによって「現状の顧客を失うコスト」
- ⑤ 今までの資産や投資を捨てての「設備の移設コスト」

6. 3 自治体の戦略と利得

前節で設定した、事業者のコストは自治体を実施する政策に影響を与えることが想定される。図2が調査から明らかになった事業者の高台移転の意思決定のコストに影響を与える自治体の政策である。自治体はこれらの政策の組み合わせを予算制約の中で複数選択する戦略といえる。自治体は政策メニューに対し、政策実施によるコストと被災コストの和である自治体の総コスト（負の利得）を最小化する戦略を自治体は選択する。被災コストは、被災によって想定される期待損失額であり、一定の期間における災害の発生確率によって算出ができる。

図2における、①～⑤は6-2で提示した、政策によって影響を受ける事業者の「高台に移設しない場合」、「高台に移設をする場合」それぞれのコスト①～⑤の想定される

影響の方向を示している。

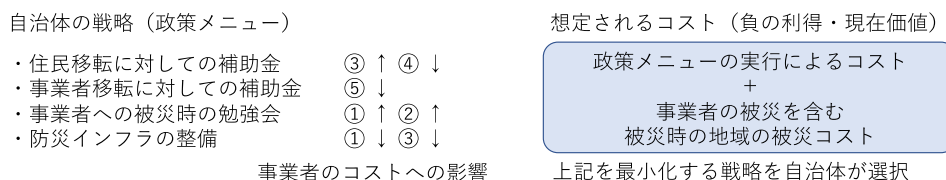


図2 自治体の戦略・利得と事業者コストへの影響 出所：筆者作成

「住民移転に対する補助金」を政策として実施した場合、住民の「高台移転」選択の割合が増加することが想定される。この場合、事業者にとって自社商圏からの顧客流出が想定されるため、③「顧客の移転により顧客を失うコスト」が上昇することが想定される。しかしながら、自治体による計画的な住民移転であれば、移転先にある程度の住民が確保されるため、事業者が移転することによって④「現状の顧客を失うコスト」は小さくなる。

また、「事業者の移転に対する補助金」を政策として実施した場合は、事業者にとって⑤「設備の移設コスト」を引き下げる効果が期待できる。

「事業者への被災時の勉強会」の政策については、現状、被災時・被災後の損害を甘く見積もっている事業者に対して、①「被災時の損害コスト」や②被災後に「事業を再開するコスト」の認識を是正する効果が考えられ、高台移転しない場合の想定コストを高める効果があると考えられる。

その他にも、防潮堤・津波避難タワーの整備などの「防災インフラの整備」を自治体がおこなうことによって、①事業所の被災リスクが減少することにより「被災時の損害コスト」が減少する可能性がある。その際は同時に、安全性が確保されるために移住の必要性が無くなった住民の「高台移転」選択の割合が減少し、結果的に③「顧客の移転により顧客を失うコスト」が減少する可能性が想定できる。

6. 4 ゲーム理論による事業者の高台移転問題のモデル化のまとめ

本章では、ゲーム理論による事業者の高台移設問題のモデル化についてその理論モデルの検討をおこなった。5章で実施した事業者アンケートの結果等から、事業者の高台移転を阻む要因が明らかになったが、それらをゲーム理論におけるコスト（負の利得）とし

て置くことにより、事業者の意思決定をゲーム理論における意思決定モデルとして整理できることを示すことができたと考えられる。

7. おわりに

7. 1 本研究のまとめ

近い将来に高い確率で発生が予想されている南海トラフ地震における、被災想定地域内では、公共施設等の高台移設が進みつつあるが、その中で営業を継続している事業者に対して、高台への移設という意思決定を促すことの可能性について本研究では検討をおこなった。実際に被災想定地域に赴き、被災リスクがある土地で経営を継続している事業者に対してヒアリング調査をおこなうことにより、高台移設の意思とその決定要因を抽出した。

また、事業者毎に異なる事情が絡まる高台移転に対する意思決定において、ゲーム理論的アプローチを用いて、平易な理論モデルに落とし込める可能性を示すことができた。

東日本震災では、住民だけでなく多くの事業者の設備が失われ、復興が進むものの地域の総生産の回復には長い時間を要することが想定される。個々の複雑な事情によって高台移設の意思決定が難しい事業者に対して、どのような政策をおこなうことで、事業者のコスト意識に働きかけ、高台移設の意思決定を促すことができるかを、ゲーム理論を用いた理論モデルを援用して整理した本研究の意義は小さくないと考えられる。

7. 2 今後の課題

本研究でのヒアリング調査は、移転の阻害要因を把握するために、移転をおこなっていない事業者のみを対象としている。しかしながら、既に移転した事業者からは積極的な移転誘因が抽出できる可能性があり、ヒアリング調査としても十分でないことが指摘できる。また、ゲーム理論では理論モデルをもとに、定式化をおこない、変数を推定することにより、事業者の移転意思決定の構造を定量的に分析が可能となる。これを実施するためには、さらなるヒアリング調査によって意思決定要因を抽出した上で、本研究における理論モデルを精緻化し、事業者へのアンケート調査による定量的なデータ収集が必要となってくる。また、今回住民はゲームに取り込まず、住民移転率という変数によって簡素化するモデルとしているが、住民移転率に関連する説明変数を明らかにする必要がある。それらについては、今後の課題となる。

参考文献

John F.Nash (1951) “Non-Cooperative Games,” *Annals of Mathematics*, Vol. 54, No. 2, pp. 286-295.

Vicki M.Bier, Yuqun Zhou & Houngru Du (2020) “Game-theoretic modeling of pre-disaster relocation,” *The Engineering Economist*, Vol. 65, No. 2, pp. 89-113.

石橋克彦（1999）「文献史料からみた東海・南海巨大地震 - 1. 14 世紀前半までのまとめ -」『地学雑誌』第 108 巻，第 4 号，399 - 423 頁。

藤原治 谷川晃一郎（2017）「南海トラフ沿岸の古津波堆積物の研究：その成果と課題」『地質学雑誌』第 123 巻，第 10 号，p. 831 - 842 頁。

野呂雅之（2016）「南海トラフ巨大地震の想定被災地における高台移転施策の財源と地域づくりの課題：南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域に指定された 139 市町村調査から」『災害復興研究』第 8 号，p. 1 - 13 頁。

岡田章（2007）「ゲーム理論の歴史と現在 -人間行動の解明を目指して-」『経済学史研究』第 49 巻，第 1 号，p. 137 - 154 頁。

入山章栄（2019）「世界標準の経営理論」ダイヤモンド社，151-179 頁。

国土交通省（2020）「令和 2 年度 国土交通白書」勝美印刷株式会社，126-127 頁。