

COVID-19 まん延対応の分析に基づく南海トラフ地震対策に資する研究

名古屋大学大学院 環境学研究科 都市環境学専攻

博士課程前期課程 2 年 護研究室 鳥居稜矢

表 1 本稿で用いたモバイル空間統計の概要

日付	「平常時」		「コロナ禍」	
	2017年 6月3日(土)	2017年 7月12日(水)	2020年 4月22日(水)	2020年 4月26日(日)
天気	晴	曇	曇	曇
時間	24時間のうち、4, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 18, 19, 20, 21, 22時の12時間			
性別	男・女(2区分)			
年齢区分	15~19歳, 20代, 30代, 40代, 50代, 60代, 70代の7区分 (2020年は80代も)			
住所	都道府県, 市区町村			

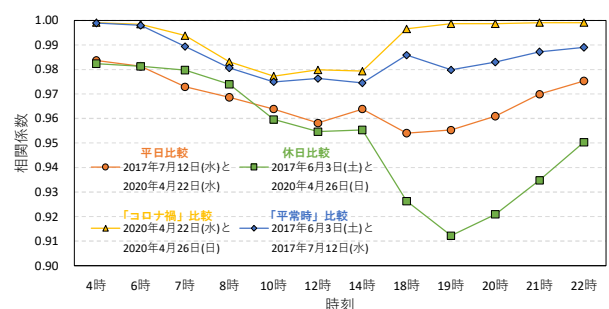


図 1 各日付間の相関係数の時間変化

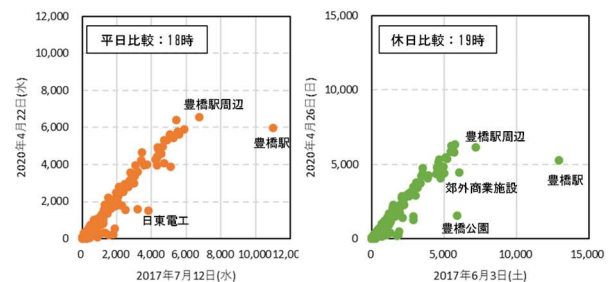


図 2 各日付間の人口分布の比較

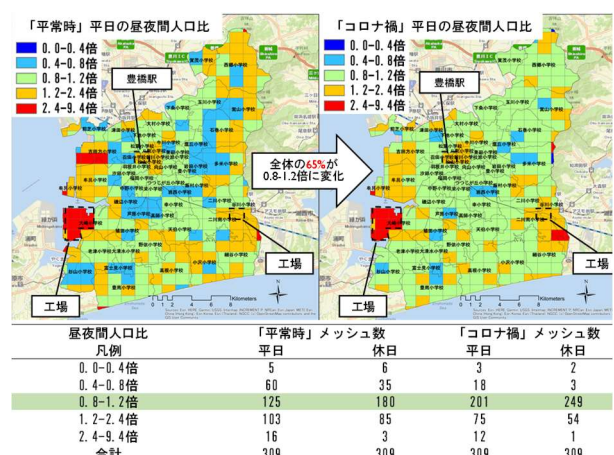


図 3 平常時(左図)とコロナ禍(右図)の昼夜間人口比率

されていた。本稿では2017年6月3日(土)と2017年7月12日(水)を「平常時」、緊急事態宣言発出中である2020年4月22日(水)と2020年4月26日(日)を「コロナ禍」と定義する。

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症(以下、COVID-19)は世界保健機関(WHO)が2020年3月11日に「世界的な大流行(パンデミック)」と表明し、本邦でも2020年4月7日に緊急事態宣言が発出され、日本国全体での外出自粛要請がなされた。さらに、地震本部では南海トラフ地震が今後30年間に於いて発生確率が70%~80%と発表しており、COVID-19 まん延状態での発生も懸念される。既存の南海トラフ地震の被害想定で想定されている地震発生時刻は、①冬深夜5時、②夏昼12時、③冬夕方18時の3パターンに限られており、国勢調査などの静的な人口統計が用いられている。しかしCOVID-19がまん延する社会においては、外出自粛による人口流動の変化によって、従来想定されている被害予測とは異なる様相となる可能性がある。

また国の「南海トラフ地震推進基本計画」[1]が令和元年5月31日に修正され、気象庁では南海トラフ地震臨時情報(以下、臨時情報)[2]の運用が開始された。臨時情報の種別として、「調査中」「巨大地震警戒」「巨大地震注意」「調査終了」のいずれかが発表される。いずれの情報も、通常の社会生活を可能な限り維持しつつ、後発地震に備えることが大切である。この臨時情報発表後の社会生活は、COVID-19 のまん延がみられる昨今の社会状況と類似性があるのではないかと。物資の不足、デマや未確認情報、相次いだ「中止・延期・自粛」による社会的活動レベルの低下、経済活動の停滞による暮らしや地域社会への打撃など、これらは臨時情報が発表されたときに予想される社会の反応を思い起こされる。

そこで本研究ではCOVID-19を2つの観点で分析を行い、地震災害時の事態想定具体化や対策におけるに寄与する有効な知見を示すことを目的とする。2節及び3節でCOVID-19下での地震被害様相の検討を述べ、4節及び5節で緊急事態宣言と臨時情報の比較から地震災害への活用を述べる。

2. COVID-19による人口流動の変動

本節ではモバイル空間統計を用いて愛知県豊橋市を対象にCOVID-19による人口流動の変化や地域の特性を確認する。

2.1 モバイル空間統計の概要と特性

モバイル空間統計は携帯電話サービスを行う基地局ごとに、エリア内の携帯電話台数を定期的に集計する。それを基に、住民基本台帳人口データを用いて、年齢別等の属性別人口を1時間単位で推計するものである。本稿で用いたモバイル空間統計の概要は表1に示した通りである。留意点として2020年4月10日から5月25日まで愛知県下でCOVID-19感染拡大防止のため緊急事態宣言が発出

2.2 モバイル空間統計による日付間分析

本研究で用いるモバイル空間統計の4日間を用いて「平常時」と「コロナ禍」の平日間及び休日間、「平常時」と「コロナ禍」の曜日による変化を分析する。各日付間の相関係数の時間変化を図1に示す。4時時点の相関係数はどの日付間も0.98以上と高い相関関係となっている。平日間は18時で0.9541、休日間は19時時点で0.9122と最も低い値となっており、「平常時」と「コロナ禍」で人口流動の変化が大きい時間帯は夕方以降であることが分かる。さらに各日付間の最も相関係数の低かった時間帯での人口分布の比較を図2に示す。平日比較では特に豊橋駅や工場が位置するメッシュで滞在人口の減少が見られ、通勤通学で駅を利用する人の減少や工場停止による影響が示唆できる。休日間では特に豊橋駅や郊外の商業施設、豊橋公園の位置するメッシュで滞在人口の減少が見られ、「コロナ禍」でレジャーや買い物目的の外出の減少が示唆できる。さらに図3に「平常時」と「コロナ禍」の平日における昼夜間人口比率を示す。「コロナ禍」においても沿岸部の工業地域で昼夜間人口比が大きくなることが確認できる。また「平常時」に比べコロナ禍では0.8倍～1.2倍の変動が小さい地域が76メッシュ増加しており、豊橋市全体の25%以上のエリアで人口流動変化の減少を確認した。

3. COVID-19 が地震災害に及ぼす影響

本節ではモバイル空間統計による時間的要因を踏まえた人口動態傾向と地震ハザードの組み合わせから、

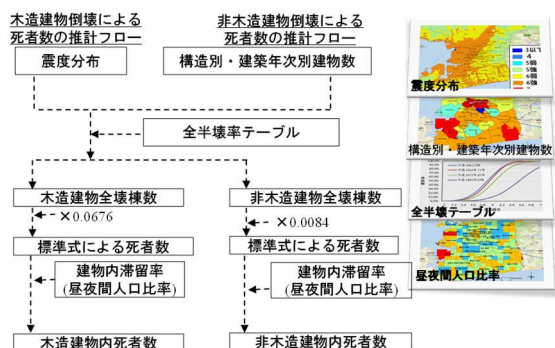


図4 死者数の推計フロー

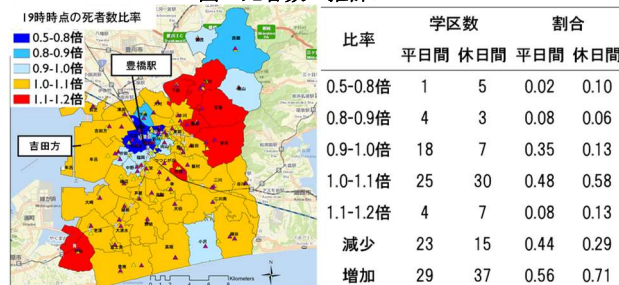


図5 「平常時」に対する「コロナ禍」の19時時点の死者数の比率

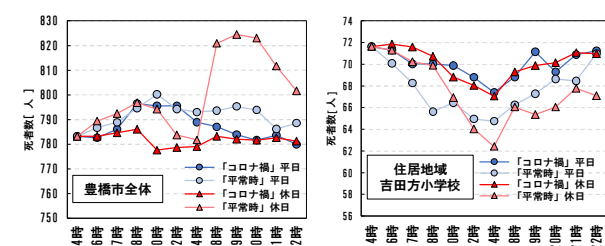


図6 死者数の時間変化

COVID-19 が「南海トラフ地震における地震災害」に及ぼす影響について考察する。

3.1 死者数の時間変化

死者数の推計方法は豊橋市被害予測調査報告書 [3]にモバイル空間統計を組み込んでいる。木造建物と非木造建物では、死者等の発生の様相が異なることから、木造建物、非木造建物を区別して死者数を想定している。また震度は内閣府による強震断層パラメータ [4]による震源域を用いて距離減衰式により作成し、建物被害棟数は作成した震度と構造別・築年別の建物被害率との関係から算出した。図4に推計フローを示す。本検討では建物内滞留率を、モバイル空間統計を用いた昼夜間人口比率を使用している。図5に「平常時」に対する「コロナ禍」の休日19時台の死者数の比率を示す。被災者数が豊橋駅周辺では5学区で20%以上減少するが、全体では住居地域の郊外住宅地を中心に平日で約55%、休日で約70%の地域で増加することを確認した。図6に豊橋市全体と吉田方小学校区の死者数の時間変化を示す。豊橋市全体では被災者は減少しており、特に休日19時台で減少幅が大きい。一方で平日では29、休日では37の学区で被災者は増加し、住居地域に該当する吉田方小学校区に焦点を当てると平日・休日ともに14時から19時にかけて被災者が増える。

3.2 避難者数に対する避難所収容人数の対応関係

2021年2月13日土曜日23時7分、福島県沖でM7.3、最大震度6強の地震が発生した [5]。避難の状況は避難所数3か所、避難者数35人であった。COVID-19 がまん延状態であり、災害発生時に住民が数多く身を寄せる避難場所は、集団感染の危険性が指摘されているため、避難を躊躇する住民が大勢いたと報道された [6]。そこで本節では「コロナ禍」の避難者数に対して、避難所の収容人数との対応関係を推計し、災害時の初期対応の一助となるような資料作りを目的とする。本研究で扱う避難者数の推計にあたっては、突発的な地震災害に備えた対応策の考案するため、発災当日及び1日後について考える。

津波浸水地域を考慮した避難者数の想定

内陸部(津波浸水域外)及び津波浸水域の避難者数の推計フローを図7に示す。豊橋市被害予測調査報告書(2014) [3]を参考に内陸部は震度と建物の構造別・築年別の被害率関係から建物被害を算出し、そこにモバイル空間統計を用いて避難者数の推計を行った。津波浸水域は豊橋市津波避難行動指針 [7]で避難行動対象地域に指定されている地域のメッシュに対してモバイル空間統計を用いて避難

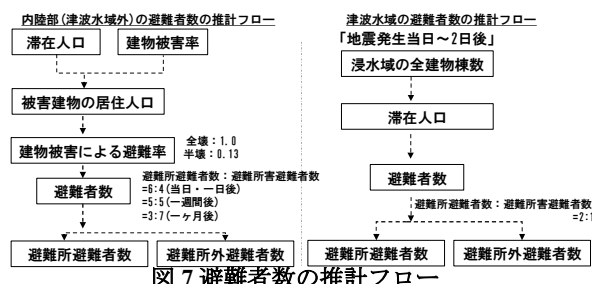


図7 避難者数の推計フロー

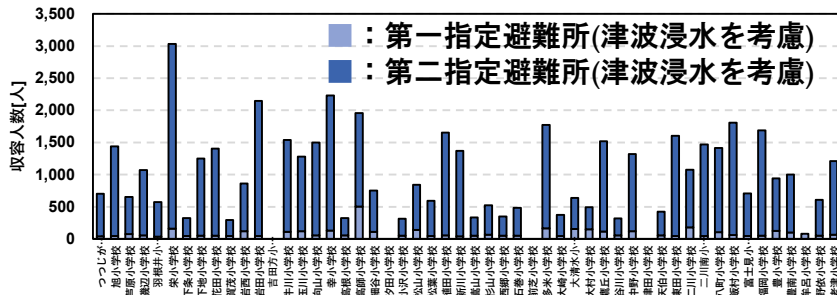


図 8 津波浸水を考慮した指定避難所の収容人数

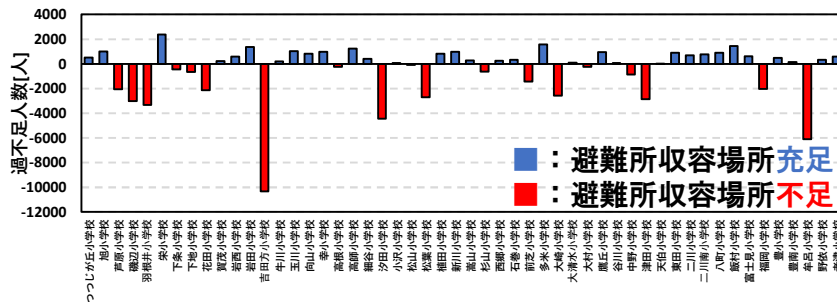


図 10 津波浸水を考慮した避難者数に対する避難所収容人数

者数の推計を行った。

また人とみらい防災センター [8]では COVID-19 がまん延状態での避難所でのレイアウトイメージを公表しており、平時の収容人数に比べ約 50%に減少するとしている。本検討では COVID-19 まん延状態での収容人数を平時の収容人数の 50%として対応関係を算出した。また指定避難所の概要は豊橋市避難所運営マニュアル [9]を参考にした。豊橋市防災ガイドブック [10]によると、津田、前芝、磯部、牟呂、汐田、吉田方小学校区の一部の避難所は津波で浸水して使えない場合があるとしている。本節では上記の避難所での収容人数を 0 人として避難者数との対応関係を考察する。図 8 に第一・第二指定避難所収容人数を示す。さらに図 9 に避難者数の時間変化を示す。「平常時」では平日と休日で 10142 人の差が生じるが「コロナ禍」では時間による変化が少なく最大で約 1535 人の差となった。「平常時」と「コロナ禍」の平日及び休日を比較すると平日では最大 2248 人の増加、休日では 9881 人の減少を確認した。図 10 及び図 11 に津波浸水を考慮した COVID-19 まん延状態での指定避難所収容人数に対する避難者数を示す。内陸の震度が小さい地域では収容人数に余裕がある学区があるが、浸水域を中心に 18 の学区で不足する可能性があり、全体で約 22860 人分、避難者数の 31%の収容場所が不足する、COVID-19 まん延状態での災害対応として、分散した避難の検討やホテルや旅館などの指定避難所以外の収容場所の検討をし、事業者との事前協定を結ぶ必要である。

4. 緊急事態宣言の分析を基にした臨時情報への活用法

本節では COVID-19 のまん延により発出された緊急事態宣言を分析し、臨時情報への活用に向けた検討を行う。

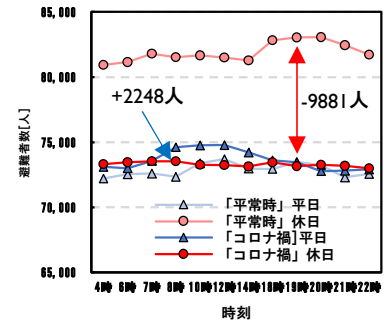


図 9 避難者の時間変化

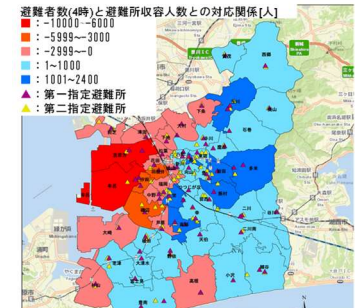


図 11 避難者数に対する避難所収容人数

4.1 緊急事態宣言発出時の社会への影響

本研究では、KH coder [11]を分析ツールとして緊急事態宣言時の新聞記事のテキストマイニングを行った。テキストマイニングを用いることで定性的な特徴を持つテキストに対して形態素解析を行い、出現頻度、関係性を定量的に把握することができる。本研究では中日新聞の総合面の新聞記事を対象とし、使用した記事の期間と記事数について表 2 に示す。また抽出する品詞は名詞・サ変名詞・固有名詞・組織名・人名・地名・未知語・タグ（新型コロナウイルスなど）とした。さらに、出現頻度や共起ネットワーク分析等を行うにあたって、語の出現頻度が僅かなものまでを対象とすると分析結果の解釈が困難になることから、出現頻度の閾値を設定するのが一般的である。本検討では抽出語の平均出現回数に対して 5 倍を閾値とした。各回の緊急事態宣言と共起関係が高い抽出語を図 12 に示す。緊急事態宣言の 1 回目と「経済」や「給付」と強い共起関係を結んでいる。2 回目では「病床」や「患者」などの情報を発表している。3 回目になると「ワクチン」「接種」と強い共起関係を結んでいる。4 回目では「空港」などの水際対策の問題に触れてはいるものの海外情勢や任期満了に伴う選挙など COVID-19 とは別の話題と共起関係を結んでいる語が増えており、経済と医療のマネジメントのバランスや注目項目の移り変わりを確認した。図 13 の COVID-19 関連記事の時間変化では、総合面では 1 回目の約 66%から 4 回目では約 39%に減少しており、全面でも同様に緊急事態宣言の回数を重ねるごとに割合が減っている。国民が必要としている情報が他分野へ移行しており、COVID-19 への関心が薄まっていることが定量的に示唆している。その背景には時間経過とともに物資の蓄えや未知な現象から既知な現象へと変化していることが大きな影響を与えているのではないかと考える。

4.2 臨時情報発表時の活用に向けた検討

緊急事態宣言発出時の新聞記事のテキストマイニング分析を基に臨時情報発表時の影響についての親和図法による意見収集・構造化及び南海トラフ地震の多様な発生形態に備えた防災対応検討ガイドラインから緊急事態宣言と臨時情報の類似性を抽出する。渡辺(2021) [12]は「コロナ禍」の人々の行動変容のメカニズムを提示しており、本研究では図14のように「健康被害」「政府の介入」「行動変容」「結果」「支援」の観点から緊急事態宣言と臨時情報の整理を行った。以下に類似性から抽出できる事象の一例を述べる。「健康被害」では地震規模、人的被害、建物被害などの情報を国民は情報を得ようとする。「政府の介入」では被害軽減を目的とした災害リスクの高い地域への人流抑制する。さらに気象庁の調査、臨時情報の詳細情報、災害対策本部の発足から対策情報の提供される。これらの情報を基に国民の「行動変容」がおこる。旅行の中止、娯楽の自粛、在宅勤務など自宅に滞在する動きをとる。家具固定、耐震診断の実施など地震災害に備えた非日常的な動きをとる。さらに食料品や救急箱、防災備蓄などの買い占めが発生する。これらの「結果」として外出自粛による観光・交通業界の低迷や津波浸水域への施設休業となる。そして「支援」として、マスクが配布されたように物資の供給がされ、給付金やGOTOトラベルが実施されたように事業支援や住宅耐震支援、医療機関の支援をしたように避難所の確保や病床の確保などがされる。これらの抽出された事柄に対して具体的な事前想定をすることが必要である。南海トラフ地震防災対策推進地域に滞在する個人、公助を担う行政担当者や共助を担う自治会・NPO法人等、経済を支える事業者の自助に対して、臨時情報発表時の対策行動策定の一助となる活用方法としてのプロトタイプとして提案する。

5. まとめ

本研究はモバイル空間統計を用いた COVID-19 下での地震被害様相の検討、緊急事態宣言の分析から臨時情報への活用という2つの視点で行った。「平常時」と「コロナ禍」の1日を通じた人口動態の地域差と地震ハザードから時間的要因を踏まえた地域災害特性を把握し、災害時事態想定の実体化や対策における課題や優先度の把握に寄与する分析を行なった。COVID-19 まん延状態では避難所収容人数が50%に減少し、豊橋市では避難者数に対して収容場所が約22860人分不足する可能性を示唆した。従来と比べて住宅での滞在時間が長くなり住宅で被災する可能性が高くなっていること、さらに被災した場合には避難所へ行っても収容できない可能性があるためこれまで以上に住宅の耐震化や避難先の事前確保が必要となる。さらに臨時情報発表時には緊急事態宣言発出時と同様に人々の行動変容が変化し、個人の活動だけでなく産業にも大きな影響をもたらすことが考えられる。臨時情報発表備えて個人や事業者に対して共有を図り、各々の対策を具体的に考えることが必要である。

表2 緊急事態宣言の発出期間と抽出記事数

発出回数	緊急事態宣言期間	抽出期間	新聞記事数(総合面全記事)
1	2020年4月16日～5月14日	2020年4月16日～4月22日	173
2	2021年1月14日～2月7日	2021年1月14日～1月20日	133
3	2021年5月12日～6月20日	2021年5月12日～5月18日	145
4	2021年8月27日～9月30日	2021年8月27日～9月2日	141

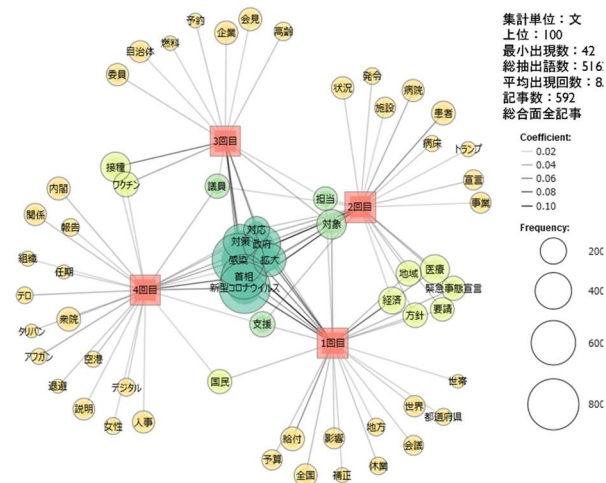


図12 各回の緊急事態宣言と相関関係が高い抽出語

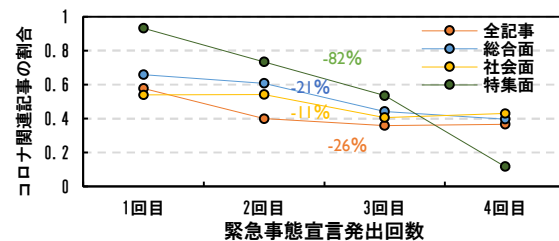


図13 COVID-19 関連記事の時間変化

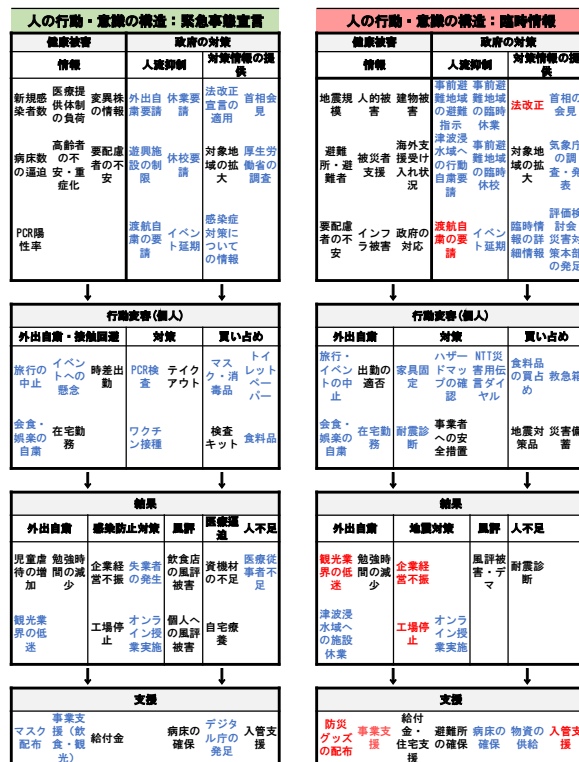


図14 臨時情報と緊急事態宣言の類似性の抽出

- 参考文献
- [1] 内閣府, “南海トラフ地震防災対策推進基本計画,” 2019年.
 - [2] 気象庁, “南海トラフ地震について,” <https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/nteq/nteq.html> [アクセス日: 12月 2021]
 - [3] 豊橋市, “豊橋市災害予備隊報告書,” 必用地政株式会社, 2014年.
 - [4] 内閣府, “南海トラフの巨大地震モデル検討会,” <http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/>.
 - [5] 内閣府, “福島県沖を震源とする地震に係る被害状況等について,” http://www.bousai.go.jp/update/03/hokushima_eq_0213/index.html, 2021年.
 - [6] 陸奥新報, “福島県沖地震「コロナ禍の対応と知見を得る」,” <http://www.matushinpo.co.jp/shuatsu/2021/02/63725.html>, 2月 2021年.
 - [7] 豊橋市, “豊橋市津波避難行動指針,” 豊橋市, 2021年.
 - [8] 人とみらい防災センター, “避難所開設での感染を防ぐための事前準備チェックリスト,” 2020年.
 - [9] 豊橋市, “豊橋市避難所運営マニュアル,” 豊橋市, 2017年.
 - [10] 豊橋市, “豊橋市防災ガイドブック,” 豊橋市, 2019年.
 - [11] 樋口勝一, “社会調査のための計量テキスト分析—内容分析の継承と発展を目指して— 第2版,” 2020年.
 - [12] 渡辺勇, “コロナ危機と行動変容,” 季刊 個人金融, 2021年.