

2. 5 発災時の企業の事業活動停止を防ぐ

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 「発災時の企業の事業活動停止を防ぐ」

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学減災連携研究センター	准教授	平山修久
	寄附研究部門特任准教授	都築充雄
	寄附研究部門特任助教	蛭川理紗
	産学協同研究部門特任准教授	菅沼淳
	産学協同研究部門特任助教	北川夏樹
	寄附研究部門特任教授	利藤房男
	寄附研究部門特任准教授	山崎雅人
	特任教授	新井伸夫
	特任准教授	倉田和巳
	特任教授	護雅史
	助教	平井敬
	副センター長・教授	野田利弘
	特任准教授	荒木裕子
	センター長・教授	福和伸夫
	教授	西川智
研究員	千葉啓広	
研究員	石原宏	
名古屋大学災害対策室	教授	飛田潤
名古屋大学大学院環境学研究科	教授	富田孝史

(c) 業務の目的

既往の調査研究プロジェクト成果を考慮した南海トラフ地震臨時情報（以下「臨時情報」とする）発表時に製造業を中心とする地域産業活動が継続するために必要となる要素を構造化し、事前防災対策と事後対応を構成要素とした産業タイムラインモデルを構築し、都市インフラとサプライチェーンの回復力のリスク評価を行う。地域の人流、物流に対しては、地震センサー、停電情報や都市インフラのスマートデータ、自動車センサーによるプローブデータに対する減災情報利活用の高度化等を行い、臨時情報発表時の俯瞰的かつ総合的なリアルタイムでの社会様相モニタリング手法を開発する。サブ課題2 (g)で開発する地震防災基盤シミュレータと連携し、様々な階層における社会様相モニタリングデータを用いたリスク評価手法によるマルチエージェントの時間断面での行動と資源を取り入れた事態想定シミュレーション技法を開発し、社会萎縮回避や事前防災投資のための地域産業回復シナリオを作成し、サブ課題3「創成情報発信研究」と連携し、情報提供できるようにする。

(d) 5か年の年次実施計画

1) 令和2年度：

産業タイムライン構築のため、必要な構成要素データを整備した。そのため、産業復旧タイムラインの都市インフラデータ（GIS）構築支援業務として、産業連関構造のモデル構築に関する調査・分析を行いつつ、災害時の社会状況モニタリングのための多様な情報共有システムの開発に取り組み、産業連関構造のモデル構築のためのデータを整備した。新型コロナウイルス COVID-19による社会の活動委縮等が南海トラフ地震臨時情報発表時の社会の活動萎縮との相違を踏まえ、人流、物流のリアルタイムでの把握システムを網羅的に整理した。リアルタイム振動モニタリングに関する基盤技術開発として、リアルタイム震動モニタリング基盤システムを開発するとともに、リアルタイムでの社会様相把握のための加速度センサー計測ソフトウェアの開発に従事した。リアルタイム社会様相把握のための社会様相に関するデータの収集調査、分析を行った。愛知県西三河地域を対象として、西三河防災減災連携研究会、あいち・なごや強靱化共創センター、国土交通省中部地方整備局と連携し、南海トラフ地震での臨時情報発表時の特徴的な時間断面での災害対応の図上演習シナリオを検討するための場づくりとして、ワークショップを実施し、地域におけるモニタリング情報共有の協働参画手法を探求した。

2) 令和3年度：

産業タイムライン構築を目指し、製造業の特定業種における産業タイムラインを構築する。リアルタイム社会様相把握手法の開発を目指してスマートメーターなどのビッグデータ解析手法を開発する。事態想定シミュレーション手法の開発のため、特徴的な時間断面における事態想定シナリオを導出する。そのために、具体的な地域を想定し、停電情報、都市インフラのスマートメーターのビッグデータのデータ解析手法の開発に加え、地域産業活動の継続という観点からモニタリングデータ共有を試行する。イベントツリーを活用した臨時情報発表時の特徴的な時間断面における事態想定シナリオを試作する。地域研究で社会萎縮回避、早期回復のための安全情報を検討する。

3) 令和4年度：

産業タイムライン構築を目指して暫定的なサプライチェーンと都市インフラの回復力による地域リスク評価手法を開発する。社会様相把握手法の開発のため地域のモニタリングデータの高度化とその共有手法の開発を実施する。事態想定シミュレーション手法の構築のため事態想定シナリオ作成手法の高度化を行う。地域産業活動が継続するために必要となる要素を構造化し、暫定的なサプライチェーンと都市インフラの回復力による地域リスク評価を実施する。地域の種々のセンサーを活用したモニタリングデータの高度化と地域研究と協働し、共有促進のための環境整備を行う。臨時情報発表時のエージェントの事後対応を考慮した事態想定シミュレーションを実施する。

4) 令和5年度：

事態想定シミュレーションの開発を目指し、産業タイムラインモデルとリアルタイム社会様相把握のためのビッグデータ活用による事前防災対策と事後対応の地域リス

ク低減効果を定量的に評価する。そのため情報発信研究でのフィードバックに基づき、リアルタイムでのモニタリングデータの社会への情報提供手法を検討し、事態想定シミュレーションによる地域の回復力評価を実施し、臨時情報発表時の産業活動の萎縮回避のための具体的な事前防災投資による対策技術を検討する。

5) 令和6年度：

産業タイムライン作成手法の高度化を目指し、産業タイムラインの妥当性を検証する。リアルタイム社会様相把握手法の実践を目指して社会様相モニタリングデータの共有手法を標準化する。事態想定シミュレーション手法の社会実装を目指し、事態想定シミュレーションを実施する。社会萎縮回避や事前防災投資における産業タイムラインモデルの妥当性をシミュレーションにより検証する。具体的な地域やステークホルダーを想定し、産業活動回復力向上のためのリアルタイムでの社会様相モニタリングデータの共有手法を導出する。産業タイムラインと社会様相モニタリングによる事態想定シミュレーション手法の妥当性を検証、さまざまな階層での社会萎縮回避、事前防災投資方針を数値解析により検討する。

(e) 令和2年度業務目的

産業タイムライン構築のため、必要な構成要素データを整備する。リアルタイムでの社会様相把握手法の開発を目指し、人流、物流のリアルタイム把握システムの調査を実施する。事態想定シミュレーション手法の構築のため、動的な被害予測手法を導出する。

そのために産業タイムラインの構成要素を定義し、構成要素データの収集、整備を行う。新型コロナウイルス COVID-19 による社会の活動委縮等を踏まえ、人流、物流のリアルタイムでの把握システムを網羅的に整理する。ETA (Event Tree Analysis) などリスク評価による被害予測手法を開発する。地域におけるモニタリング情報共有の協働企画手法を探究する。

(2) 令和2年度の成果

①産業復旧タイムライン構築に向けた都市インフラデータ整備

(a) 業務の要約

産業タイムライン構築のため、必要な構成要素データを整備した。そのため、産業復旧タイムラインの都市インフラデータ (GIS) 構築支援業務として、産業関連構造のモデル構築に関する調査・分析を行いつつ、災害時の社会状況モニタリングのための多様な情報共有システムの開発に取り組み、産業関連構造のモデル構築のためのデータを整備した。

(b) 業務の実施方法

新型コロナウイルス COVID-19 による社会の活動委縮等が南海トラフ地震臨時情報発表時の社会の活動萎縮との相違を踏まえ、COVID-19 による社会萎縮に関する都市インフラデータの整備を行った。また、新型コロナウイルスによる産業への影響調査を実施した。

(c) 業務の成果

1) リアルタイム観測データを用いた産業活動の「萎縮」状態の想定

a) はじめに

臨時情報の対象地域における企業の対応については、現在もなお議論・検討が続けられているが、工場の操業停止や交通機関の運休等の措置が講じられることも考えられる。こうした産業活動の「萎縮」による影響が、サプライチェーンや人流の停滞を通じて、社会全体の萎縮に繋がることも容易に想像できる。

こうした萎縮による影響は GDP など、経済活動の結果を示す指標を用いて、事後的に観測されるのが一般的である。しかしながら、社会の萎縮を予防、あるいは早期の解消を図る場合、リアルタイムで萎縮状態を把握しながら速やかに打ち手を講じることは重要である。本テーマでは産業や市民生活に関わりが深く、リアルタイムに観測されるデータに焦点を当て、これを通じて産業活動の萎縮状態をモニタリングすることを検討する。

今年度業務では①産業の状態を示すデータ、および②リアルタイムに観測されるデータについて整理する。また、②のデータを用いて①のデータをモニタリングするための、適切な分析手法についても探索する。

b) 産業の状態を示すデータの整理

産業の状態を示すデータとしては生産数(生産指数)、生産額(出荷指数)、販売額、利用者数等の産業活動や最終需要の動向を示すデータが挙げられる。あいちの統計(愛知県県民文化局県民生活部統計課)¹⁾では、主要指標(人口、鉱工業、電気・ガス、建設、運輸、商業・貿易、労働・賃金、物価、家計、金融、経済、福祉、環境、警察・消防)の月別データが公表されている。

一例として、表2-5-①-1に2020年1月から11月までの鉱工業指数を抜粋する。2020年はどの業種でも、4月から8月の期間で大きく生産量が減少していたことが伺えるが、この時期は新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、様々な活動の「自粛」が生じていた時期と重なる(とりわけ生産指数の低い5月は、「新型コロナウイルス対策の特別措置法に基づく緊急事態宣言」が発せられていた時期にあたる)。こうした“コロナ禍”での事例は臨時情報とは異なるが、産業の萎縮をもたらす要因の一つと考えることができよう。

表 2-5-①-1 愛知県の鉱工業指数（生産指数）の一部抜粋

年月	鉱工業	製造工業	鉄鋼・非鉄金属工業	鉄鋼業	非鉄金属工業	金属製品
2020年11月	105.3	105.4	105.5	106.6	98.7	103.1
10月	107.9	107.9	103.2	103.2	103.2	112.1
9月	105.0	105.0	99.6	99.8	98.7	100.8
8月	78.5	78.5	81.7	83.0	73.1	77.2
7月	91.8	91.8	79.3	78.1	87.3	94.0
6月	71.1	71.1	61.2	61.4	59.9	81.8
5月	59.6	59.6	61.2	62.3	54.8	65.2
4月	79.9	79.9	75.2	74.8	77.5	77.9
3月	108.1	108.1	101.1	101.6	98.1	96.1
2月	101.3	101.3	97.6	97.9	95.9	94.0
1月	100.7	100.8	94.4	94.6	92.8	96.0

一方、前項で述べた通り、こうした統計指標は事後的に観測されるものであり、社会の萎縮を即座に感知する目的では活用が難しい。

加えて、これらは月単位で集計されたデータである。同一月に産業の萎縮期間とそうでない期間が混在する場合、2つの期間が複合した値が観測されることになる（例えば2週間の萎縮期間における生産指数が「0.5」、その後2週間での同値が「1.0」だった場合、月単位の生産指数は「0.75」と算出される）。内閣府のガイドライン²⁾によると、南海トラフ地震臨時情報の発表後に当該地震が発生しなかった場合、およそ2週間程度で「通常的生活」に戻るシナリオが例示されている。月単位のデータではこのような事象における萎縮度が十分に表現されないことも懸念される。

次項では産業萎縮状態をモニタリングするためのデータについて検討するが、上記を踏まえて「リアルタイムに観測されるデータ」、「日単位等の、細かい期間のデータ」を可能な限り志向する。

c) 産業萎縮状態をモニタリングするためのデータの整理

産業に関連が深いデータとして代表的なものに、各種都市インフラのデータ（電力、都市ガス、水道等の消費量）が挙げられる（ただし、これらのデータの中には事業者が公開していないデータも含まれる。本項は全てのデータの入手可能性について、保証するものではない。）。これらのデータは、各インフラを運用する事業者毎に、リアルタイムで観測されていると考えられる。例えば、中部電力のホームページ³⁾では管内における当日の電力消費状況を、時間帯毎の変動の様子を含め閲覧することができる。

各種インフラと産業のつながりについては、愛知県の「年産業連関表」⁴⁾から確認できる。2015年に「都市ガス」から他の産業へ投入された財・サービスの合計額は

209,773百万円であったが、「自動車部品・同付属品(36,045百万円)」、「小売(19,586百万円)」、「飲食サービス(22,993百万円)」といった産業に対し、特に多くの投入がなされていたことがわかる。

統合小分類(186部門)		3421	3511	3521	3531
		電子計算機・同附属装置	乗用車	その他の自動車	自動車部品・同附属品
4621	都市ガス	46	7,818	1,648	36,045

統合小分類(186部門)		5111	5112	5311
		卸売	小売	金融
4621	都市ガス	3,127	19,586	229

統合小分類(186部門)		6632	6699	6711	6721
		機械修理	その他の対事業所サービス	宿泊業	飲食サービス
4621	都市ガス	2,223	4,118	2,701	22,993

図 2-5-①-1 都市ガス産業からの産出量が投入される主な産業

d) 想定する因果構造と分析手法の探索

冒頭でも述べた通り、本業務(次年度以降の検討も含む)では、リアルタイムに観測されている各インフラのデータを用いて、産業状態の指標について予測を試みる。

ここでは、図 2-5-①-2 のような因果構造を想定する。エネルギー消費量等のリアルタイム観測データは時々刻々と変動するが、その要因は様々である。気象条件や曜日、休日と平日の違いといった、産業の萎縮に直接関係しない要素が変動要因となりうる一方、臨時情報や「新型コロナウイルス対策の特別措置法に基づく緊急事態宣言」の発表といった、産業の萎縮に関係する要素によって変動することも考えられる(図 2-5-①-2 における、③と④)。

リアルタイム観測データは産業に投入される財やサービスの量を表すことから、その低下は生産指数等の、産業の状態を表す指標の低下を予期させる。ここでリアルタイム観測データの低下幅の内、産業の萎縮による部分(図 2-5-①-2 における、「④の影響力」)の大きさについて知ることができれば、それに伴う実際の産業萎縮の度合いについても大まかに把握できるものと想定できる。

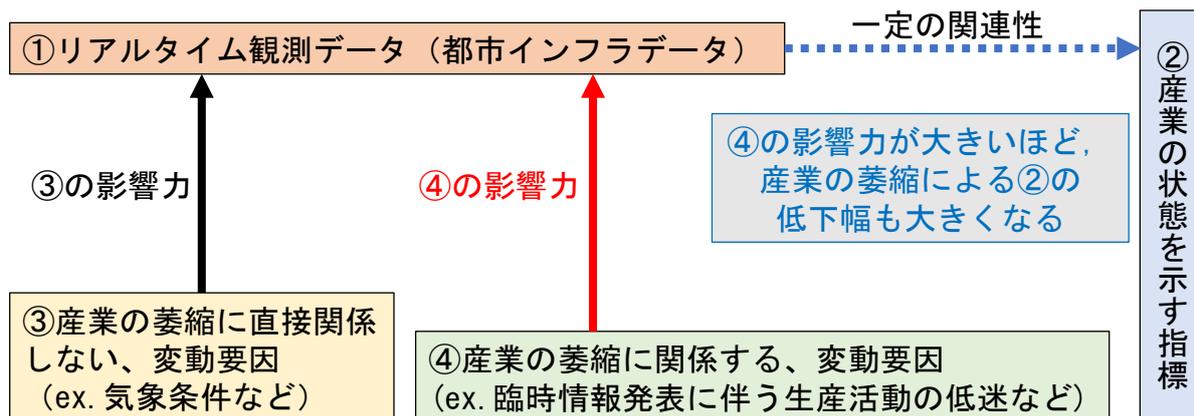


図 2-5-①-2 想定する因果構造

電力消費量をはじめとするリアルタイム観測データは、時間の流れとともに記録される「時系列データ」である。このようなデータの影響要因を分析する手法として、時系列データ分析が挙げられる。

時系列データ分析のイメージを図 2-5-①-3 に示す。例えば手元に、日単位の電力消費量データが十分な年数分、存在すると仮定する。電力消費量はその日の気象条件や曜日等に応じて変動していくが、ある時点で特異な変動要因（例えば、大規模な産業の萎縮）があった場合には、それまでの変動要因では説明できないような大きな幅の変動が表れる。時系列データ分析では、こうした変動量を評価することで、特異な要因の影響力について推計する。

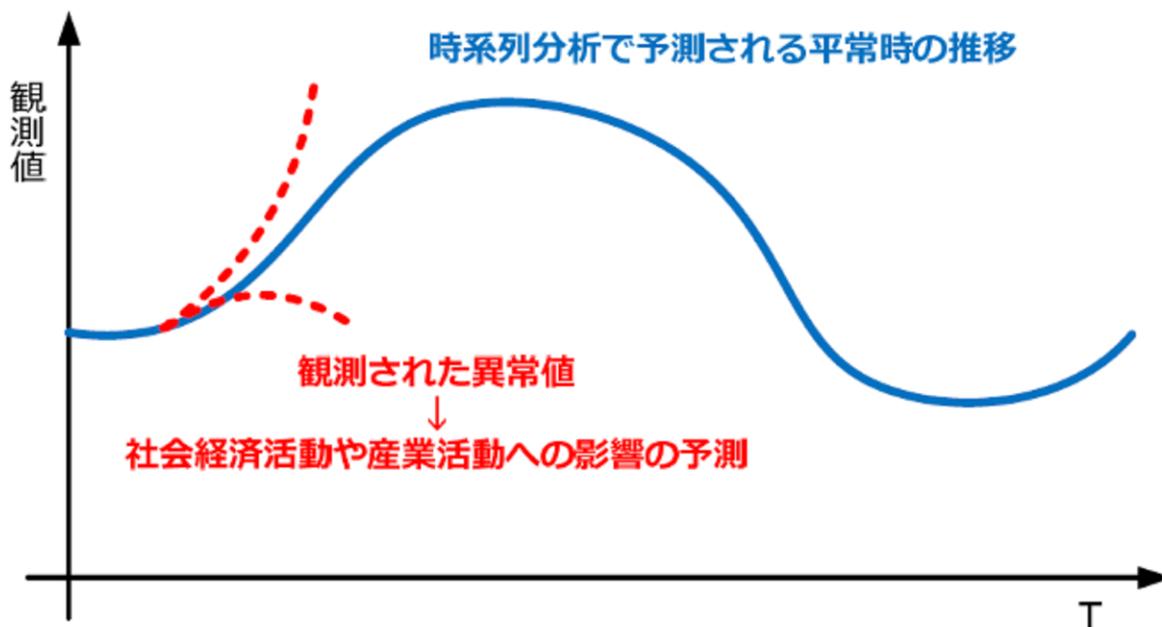


図 2-5-①-3 時系列データ分析イメージ

2) リアルタイム社会様相把握のための電力需要データ収集に関する調査・分析

a) 概要

本検討は、臨時情報発表時の俯瞰的かつ総合的なリアルタイムでの社会様相モニタリング手法の開発を目的として、コロナ禍の電力需要データを収集・分析したものである。電力需要データについては、電力会社のホームページ「でんき予報」⁵⁾~¹⁴⁾で公開されるエリア需給実績データを用い、各電力会社の管轄エリアごとに収集・分析した。また、電力需要の変動は気象の影響を受けやすいため、気象変量として、気象庁のホームページ¹⁵⁾で公開されている各エリアの主要都市の気温を収集・分析に用いた。なお、期間は2018年~2020年の3年間を対象とした。

b) データ収集・分析の結果

i) 日電力需要と気温の関係

日電力需要と気温の関係を図2-5-①-4に示す。北海道電力エリアでは、2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震による停電の影響が表れており、中部電力エリア他では、5月の大型連休や、8月の夏季休暇の電力需要の減少が表れている。また、冬季は気温が低いと、夏季は気温が高いと電力需要が増加する傾向が表れている。

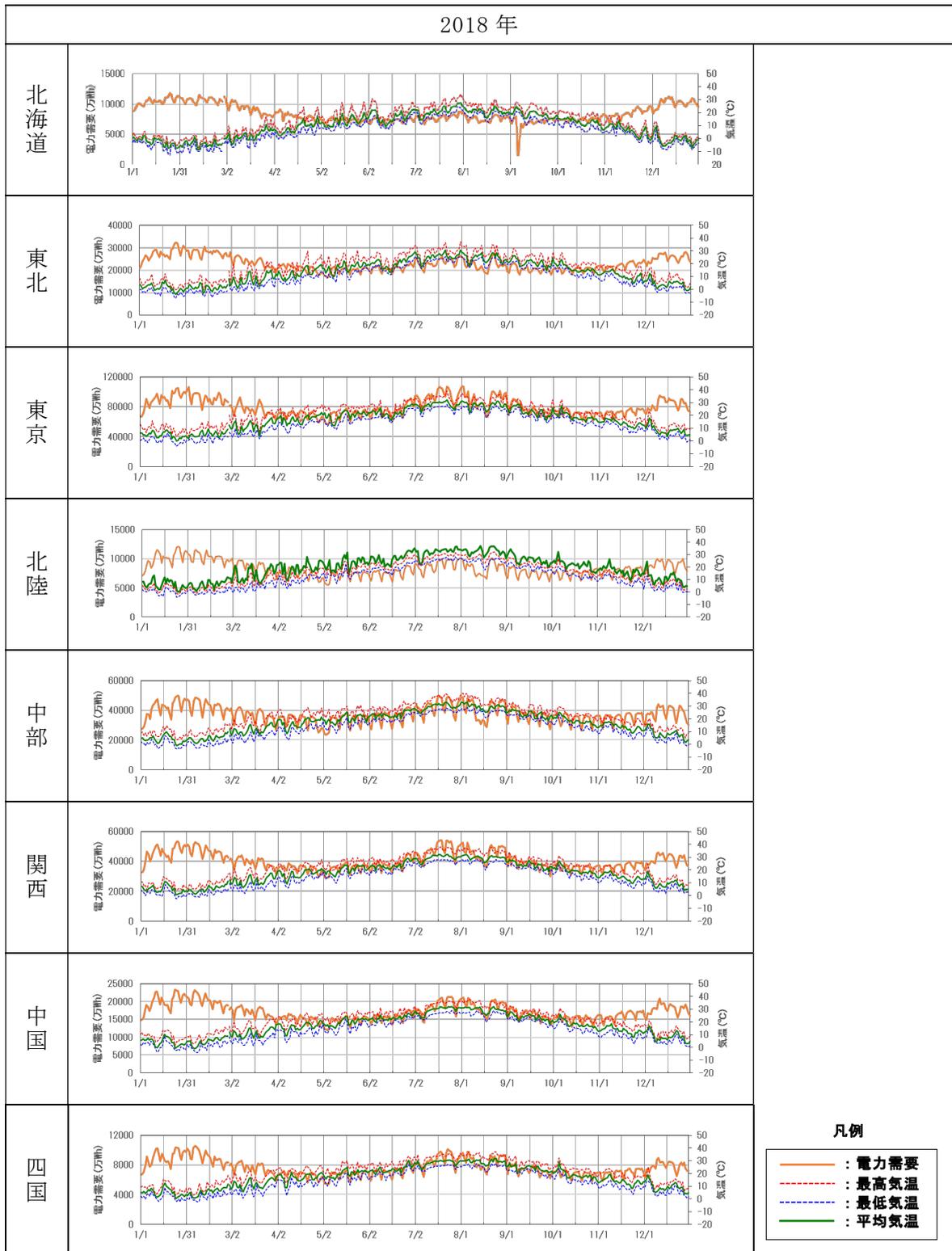


図 2-5-①-4 日電力需要と気温の関係 (1) - 1

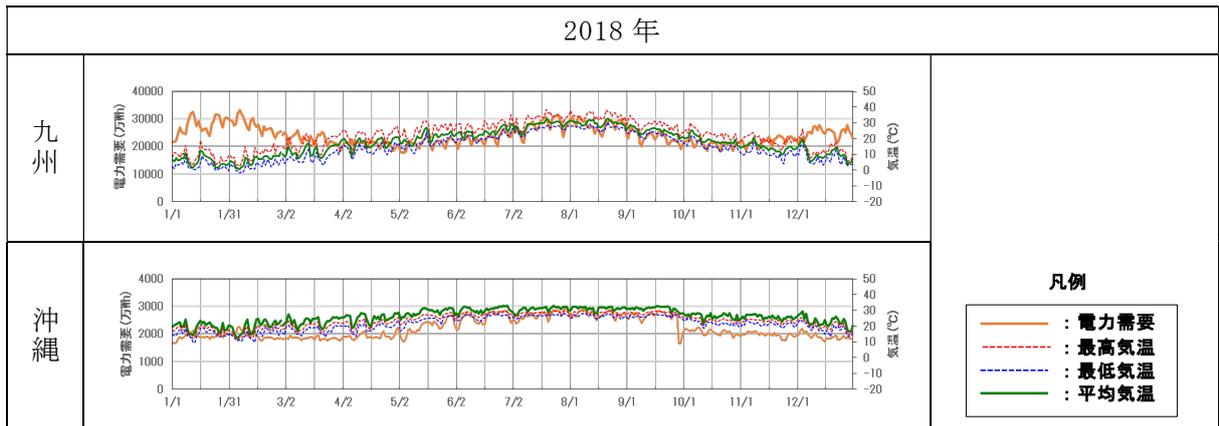


図 2-5-①-4 日電力需要と気温の関係 (1) - 2

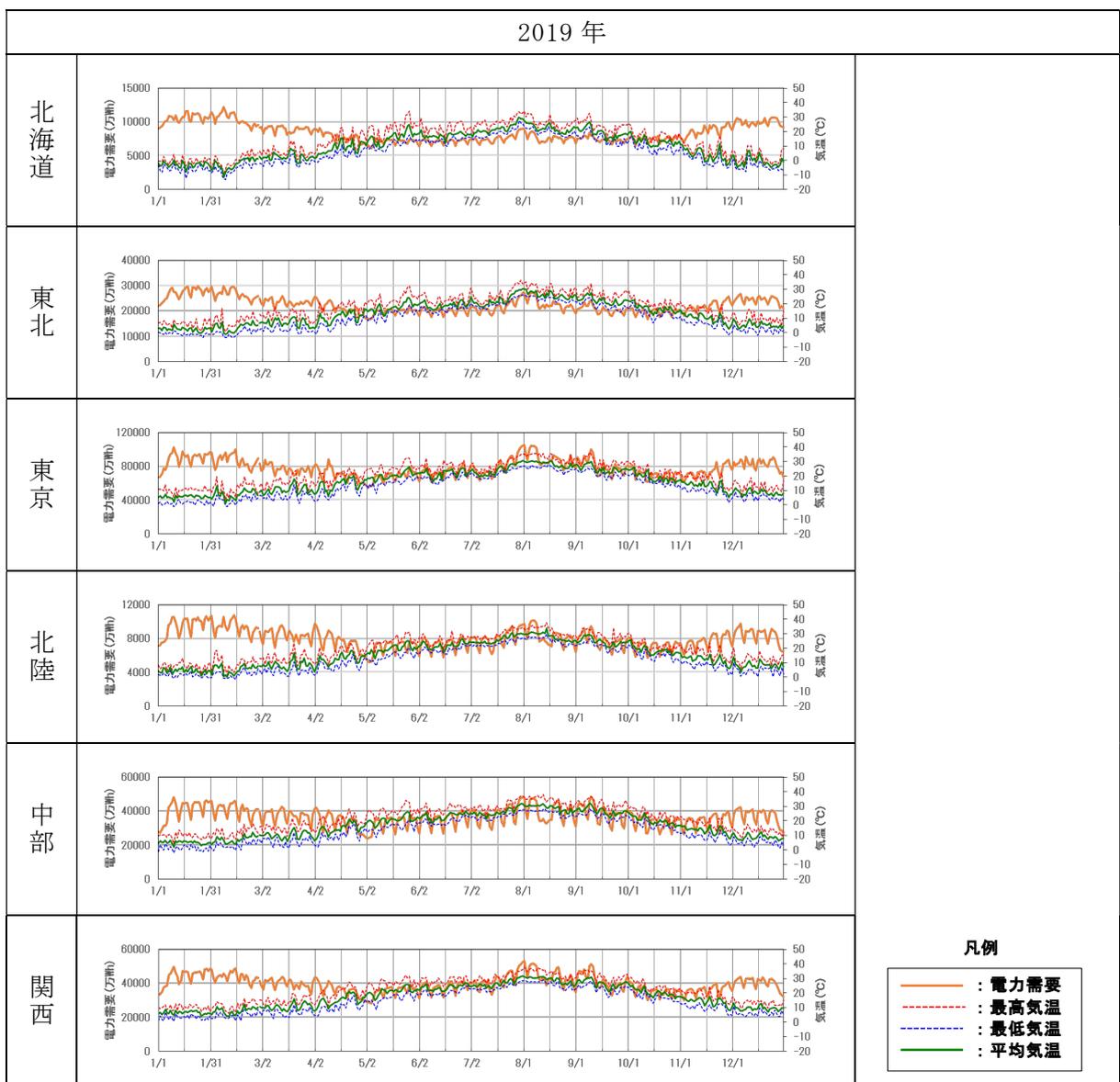


図 2-5-①-4 日電力需要と気温の関係 (2) - 1

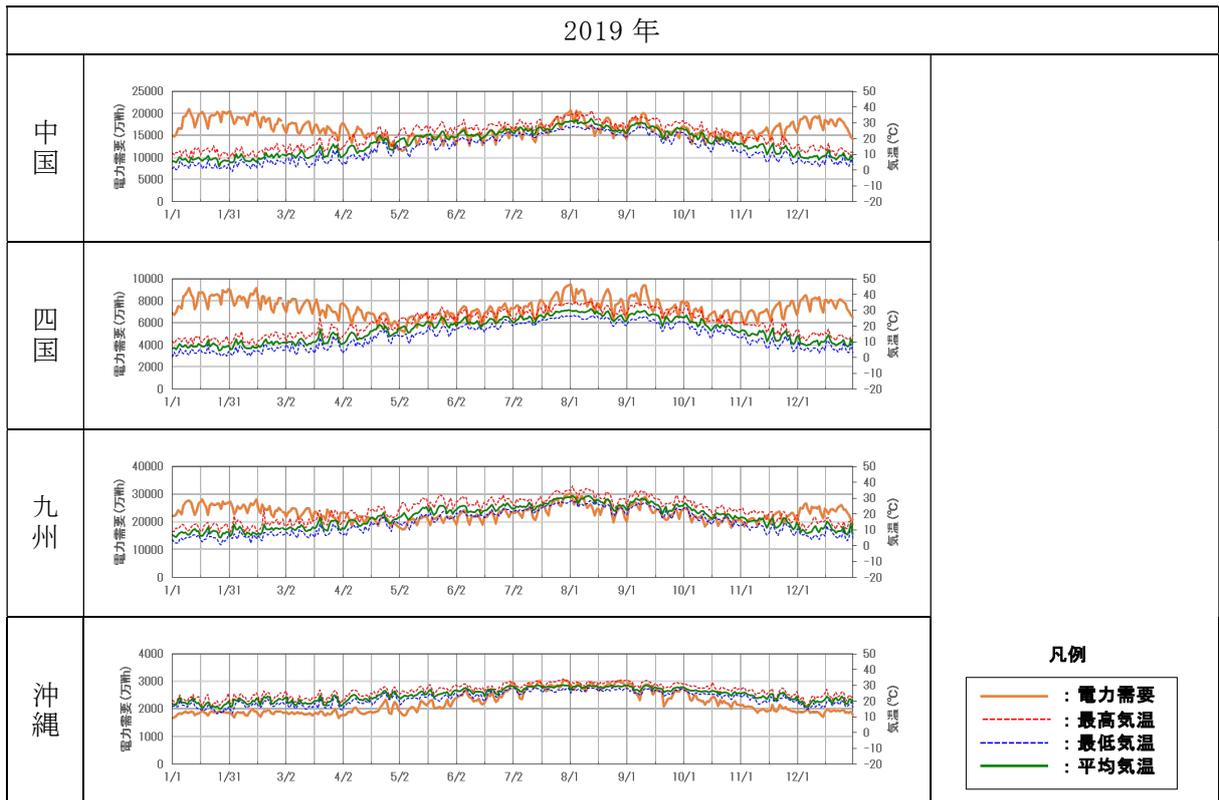


図 2-5-①-4 日電力需要と気温の関係 (2) - 2

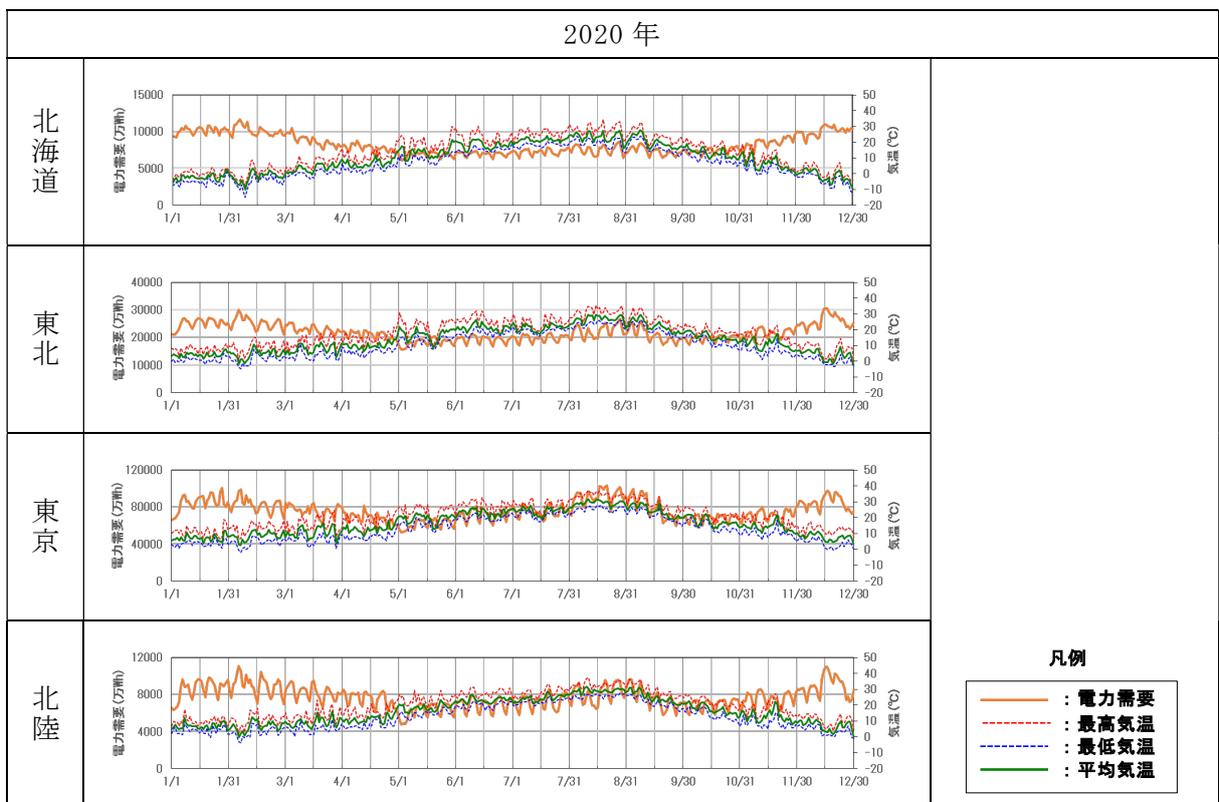


図 2-5-①-4 日電力需要と気温の関係 (3) - 1

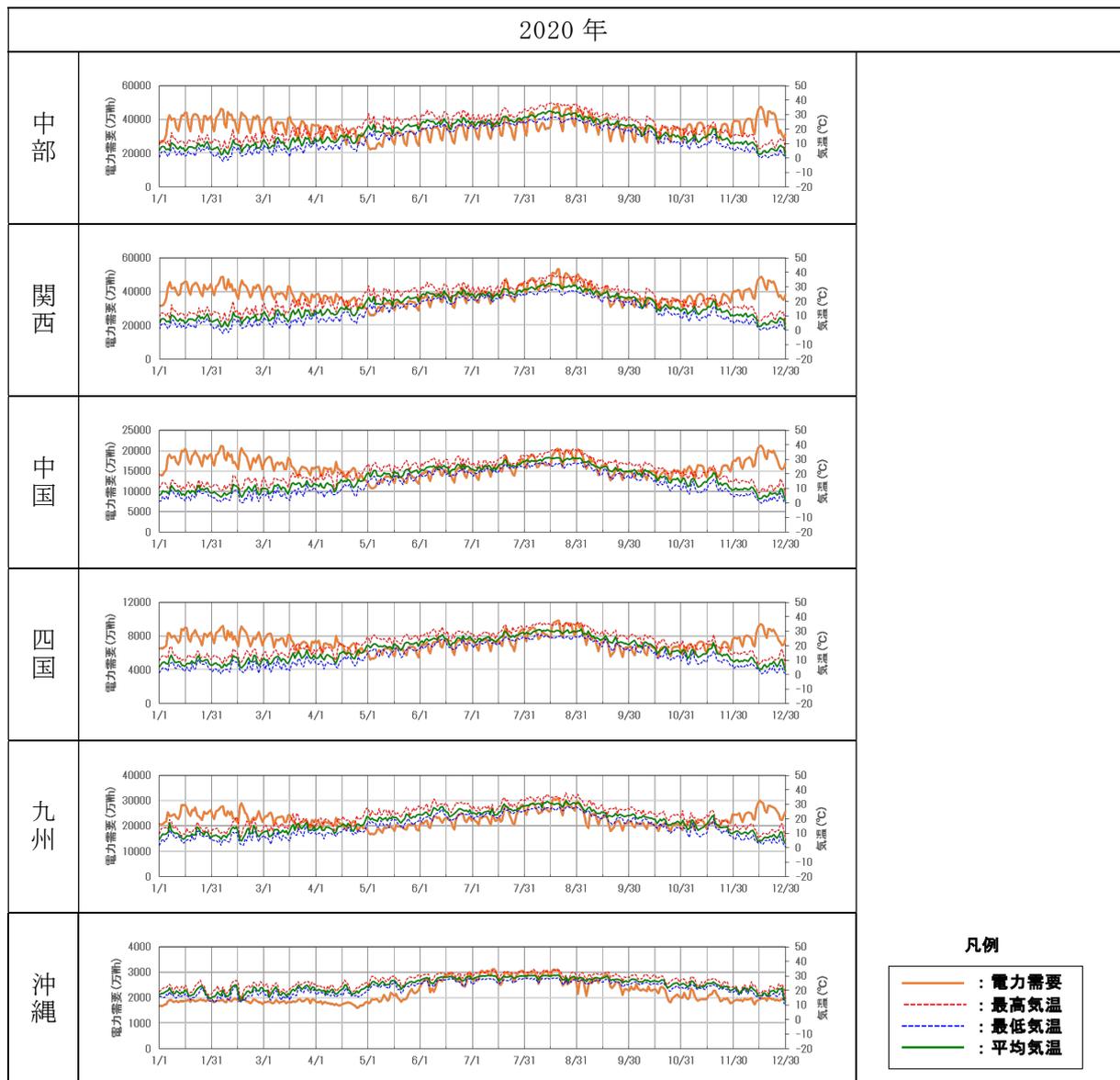


図 2-5-①-4 日電力需要と気温の関係 (3) - 2

ii) 2020年(コロナ禍)の電力需要と2018年～2019年の電力需要

コロナ禍の影響を受けたと考えられる2020年の電力需要について、2018年～2019年の電力需要と比較した。比較は、月ごとの日平均電力需要とし、2020年と、2018年～2019年の平均値を比較した。なお、気温についても合わせて比較した。

比較した結果を図2-5-①-5に示す。さらに、平日と、土日祝日に分別して比較した結果を図2-5-①-6～図2-5-①-7に示す。

比較の結果、中部電力エリアにおける2020年5月～6月の平日の電力需要が、2018年～2019年の平均値に対して顕著に小さくなっていることがわかる。

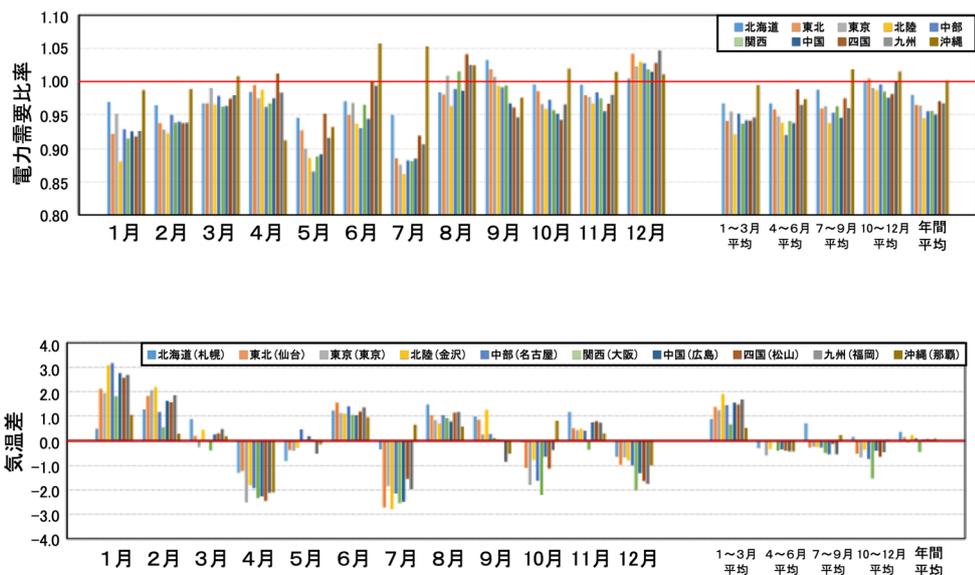


図 2-5-①-5 2020 年の電力需要と 2018 年、2019 年の電力需要および平均気温の比較

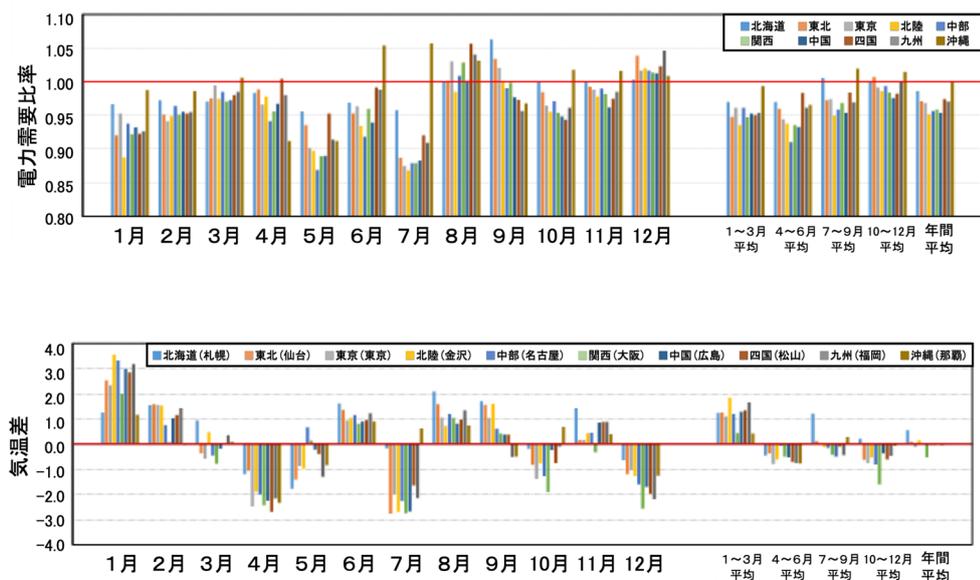


図 2-5-①-6 2020 年の電力需要と 2018 年、2019 年の電力需要および平均気温の比較 (平日)

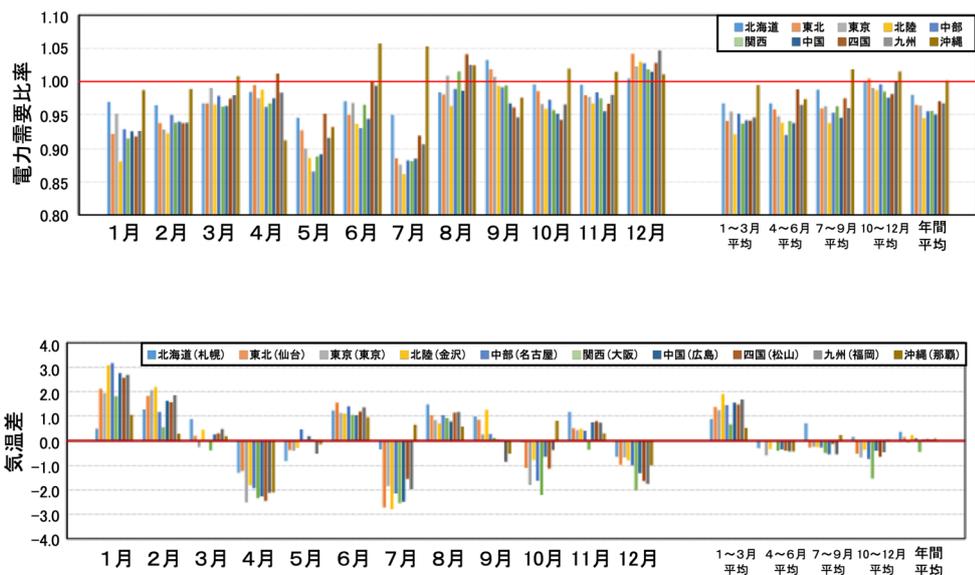


図 2-5-①-7 2020 年の電力需要と 2018 年、2019 年の電力需要および平均気温の比較（土日祝日）

c) 中部電力エリアの電力需要

i) 電力需要と気温の関係

前項では、電力需要と平均気温の関係を示した。本節では、平日と土日祝日を分別し、年毎に整理し、電力需要と平均気温の関係の近似式を図 2-5-①-8 に示す二次関数の標準形で整理した。整理した結果を表 2-5-①-2 に示す。電力需要と平均気温の関係の近似式を二次関数の標準形で表した時、各係数の示す意味は図 2-5-①-8 のとおりである。各電力エリアについてこの係数を整理・比較した結果、中部電力エリアは、土日祝日の電力需要は平日の 8 割程度となっており、他エリアに比べて顕著に小さいことがわかる。

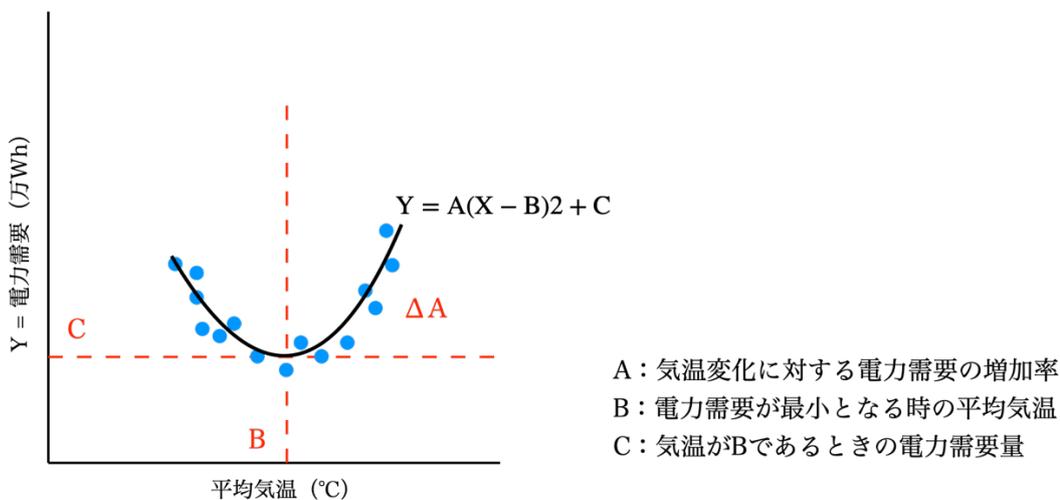
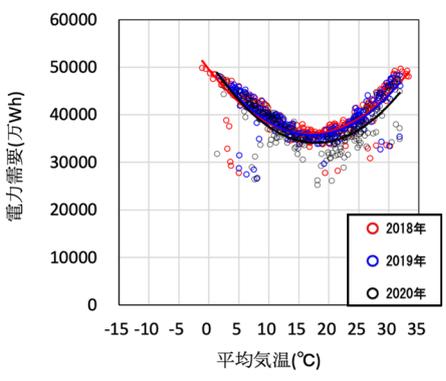
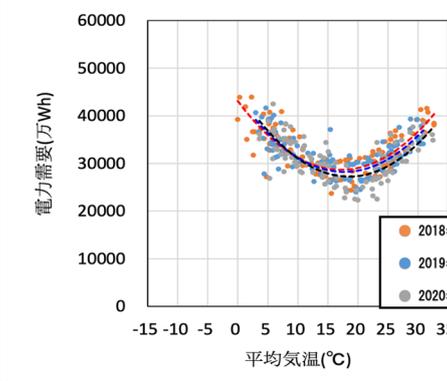


図 2-5-①-8 二次関数による電力需要と気温との近似式の意味

表 2-5-①-2 中部電力管内の電力需要と平均気温の関係

年ごとの比較	
平日	土日祝日
	
<p>[A]2020年の気温変化に対する電力需要の増加率 2018年比:1.14, 2019年比:1.05</p> <p>[B]2020年の電力需要が最小となる平均気温 2018年比:1.07, 2019年比:0.61</p> <p>[C]最小電力需要量 2018年比:0.95, 2019年比:0.95</p>	<p>[A]2020年の気温変化に対する電力需要の増加率 2018年比:1.08, 2019年比:1.05</p> <p>[B]2020年の電力需要が最小となる平均気温 2018年比:1.32, 2019年比:0.79</p> <p>[C]最小電力需要量 2018年比:0.95, 2019年比:0.97</p>
<p>[A] 2020年の気温変化に対する電力需要の増加率: 平日, 土日祝日問わず、2020年は、2018年、2019年と比べて1.05~1.14倍である。</p> <p>[B] 2020年の電力需要が最小となる平均気温: 土日祝日は、平日に比べて0.38~0.63高い。</p> <p>[C] 最小電力需要量: 平日, 土日祝日問わず、2020年は、2018年、2019年と比べて0.95倍程度である。土日祝日は、平日に比べて0.8倍程度である。</p>	

ii) 一日における電力需要の変化

前項では、中部電力エリアの平日と土日祝日の電力需要の差が比較的大きい結果が得られた。本項では次に、一日における電力需要の変化について整理した。

整理した結果（5月）を図2-5-①-9に示す。深夜の電力需要が最も小さくなっている時間帯においても、2020年の電力需要は2018年、および2019年に比べて小さくなっている。これは、引用文献(3)にも示されているとおり、24時間体制で生産をしている工場が休業したためと推測される。この傾向はどのエリアも同じであるが、中部電力エリアについては、この深夜の電力需要について平日と土日祝日の差が比較的大きい。これは、中部電力エリアの電力需要に占める工場の割合が大きいためと推測される。また、6時から10時にかけての電力需要が急増する時間帯を確認すると、大きさ自体は明らかに小さくなっているが、増分が小さくなったり、増加開始時刻が遅くなったりといった、時差出勤や在宅勤務の影響と考えられる電力需要の変化は確認できなかった。

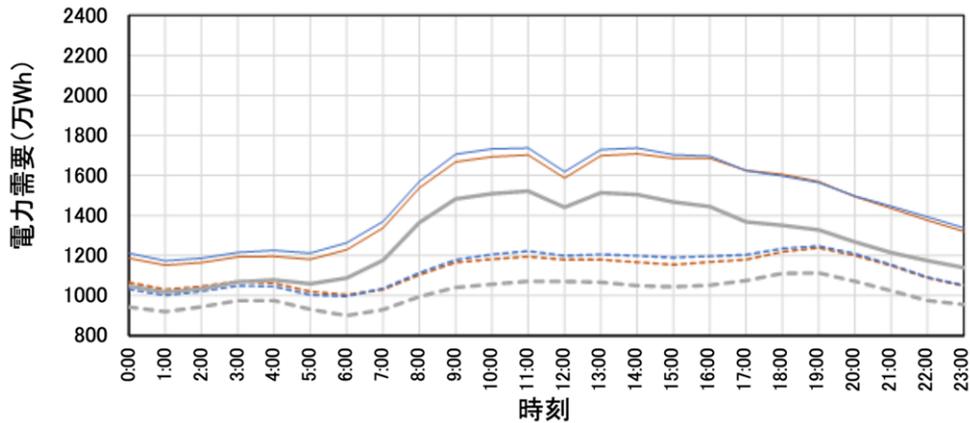


図 2-5-①-9 中部電力エリアの一日における電力需要の変化（5月）

3) 産業タイムライン構築のための都市インフラデータ整備

a) はじめに

南海トラフ地震における臨時情報発表時の産業タイムライン構築においては、産業構造を把握し、社会様相シミュレーションでのシナリオ構築に資するモデルを構築することが必要である。新型コロナウイルス感染症（COVID-19）での社会経済活動の停滞と臨時情報発表時の社会の委縮に伴う地域経済活動停止との類似性の観点から、COVID-19 感染症拡大防止対策における配水量分析、需要量解析ならびに配水量と地域経済活動の関連性分析が求められる。まずは、COVID-19 感染症拡大防止策のひとつである緊急事態宣言時における上水道の配水量への影響について明らかにする。

b) 配水量データ収集について

札幌市、仙台市、川崎市、横浜市、横須賀市、名古屋市、京都市、神戸市、愛知県企業庁、広島市、福岡市を対象として、浄水場、配水池、配水管網における流量データ（分単位、時間単位、日単位）、データ期間として 2019 年 1 月から 4 月、2020 年 1 月～4 月についてデータ提供依頼を行い、データ収集を行った。

c) 名古屋市、京都市における分析

ここでは、分析の一例として名古屋市、京都市における分析について述べる。図 2-5-①-10 に名古屋市における供給エリアならびに名古屋市全市に対する水供給量について緊急事態宣言下の 2020 年 4 月と 2019 年 4 月の曜日別の平均時間変動を示す。これより、水供給量の時間変動は、基本的には午前と午後とに 2 つのピークがある変動となる。午前 7 時から午前 9 時にあるピークが、緊急事態宣言下の 2020 年は 2019 年よりもゆるやかになっていること、12 時過ぎにかけての水供給量のピークからの下がり方が、2019 年は傾きが大きく、2020 年はなだらかになっている。図 2-5-①-11 に 2019 年 4 月をベースとした曜日別の 2020 年 4 月の配水量比の時間データを、図 2-5-①-12 に配水量比が 1.0 以上となる時間区分数と時間割合を示す。緊急事態宣言下である 2020 年 4 月の配水量が 2019 年 4 月より多くなる場合には配水量比が 1.0 以上となる。火曜日以外は 2019 年よりも配水量が多くなった時間区分数割合が 0.5 以上となり、平日の月曜日、水曜日、金曜日は昼間時間を中心に 78～91 の時間区分で配水量が増加している。土曜日、日曜日についても、2019 年より配水量が増大し

ていることがわかる。これらのことは、2020年4月は緊急事態宣言下において、人々が休校やテレワークや土日の外出自粛により、昼間も自宅で過ごすこととなり、昼間時間帯における自宅での使用量が増大したことによるものといえる。

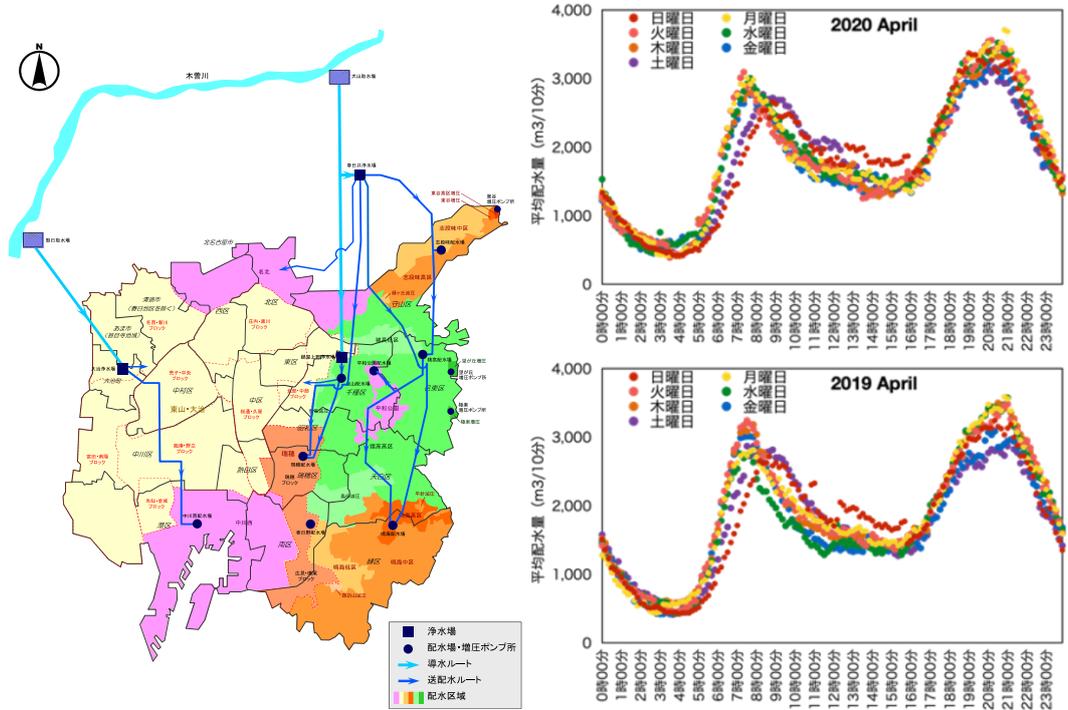


図 2-5-①-10 名古屋市上下水道局水供給エリアならびに名古屋市水供給量における緊急事態宣言下の 2020 年 4 月と 2019 年 4 月の曜日別の平均時間変動

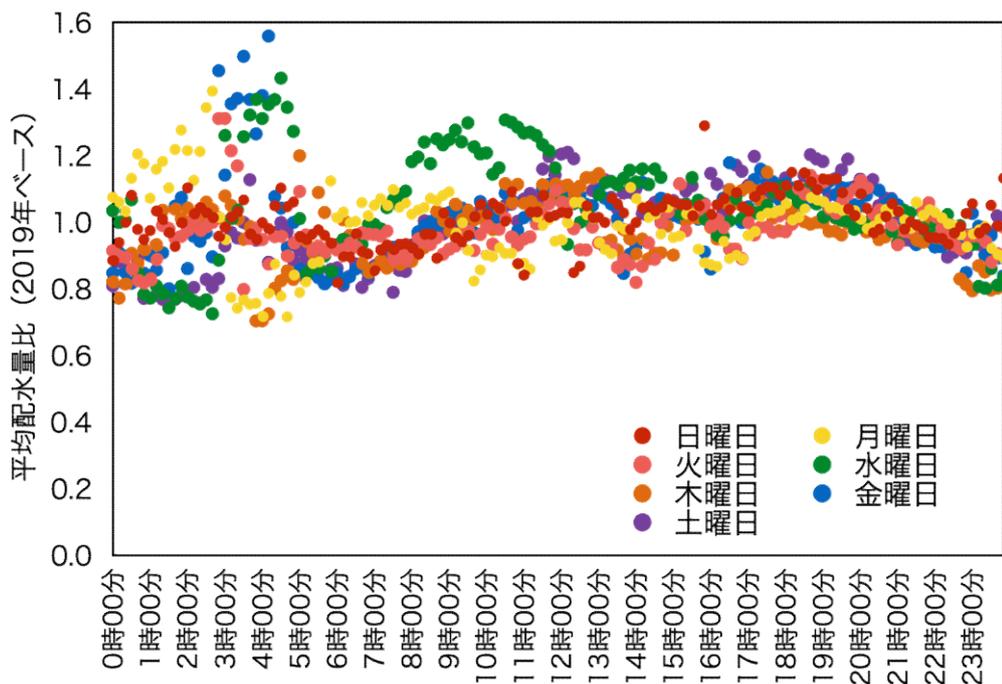


図 2-5-①-11 名古屋市 2020 年 4 月における水供給量比 (2019 年 4 月ベース)

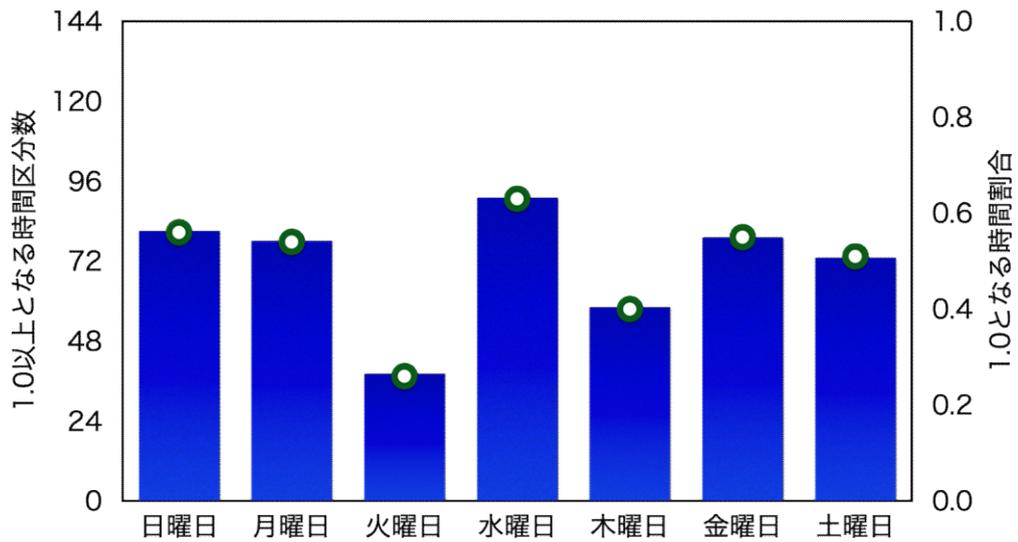
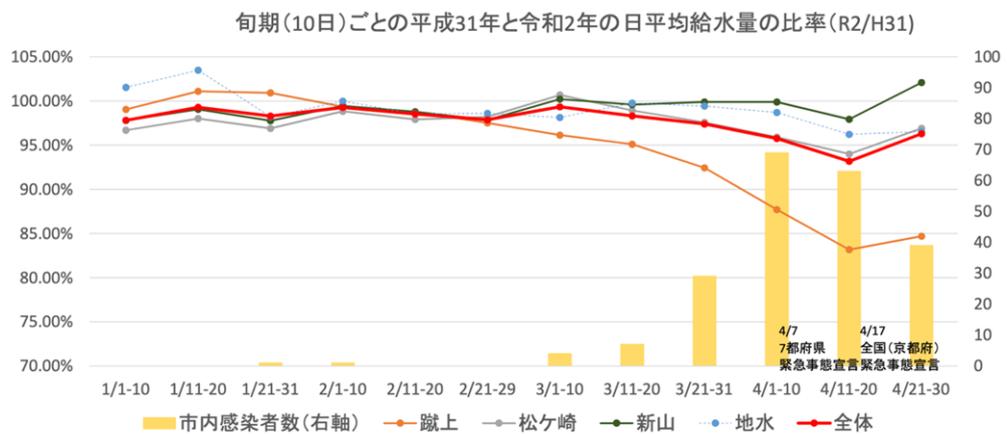


図 2-5-①-12 曜日別の水供給量が 1.0 以上となる時間帯

図 2-5-①-13 に示す京都市における 2020 年 4 月の緊急事態宣言前後の日平均給水量推移を示す。ここでは配水区別の日平均給水量（10 日間）を示す。松ヶ崎、新山は住宅地が多く存在する一方、蹴上は祇園、四条烏丸などのオフィス街や繁華街が配水区に存在している。図 2-5-①-13 より、2020 年 3 月から蹴上配水区の日平均給水量は減少しており、京都市における緊急事態宣言後には、15%減となっている。一方、住宅地区への供給が多くを占める新山配水区では、緊急事態宣言後には配水量が増大していることがわかる。以上のことから、COVID-19 による社会活動の萎縮やテレワークによる人々の生活様式の変化が、水配水量に出現していることがわかる。すなわち、水供給量のモニタリングにより、社会経済活動の萎縮や人々の生活様式変化を地域別に把握することが可能であり、これらをモデル化することで、産業活動の萎縮や停滞を表現することが可能となる産業構造モデルを検討することができるであろう。



4/10 京都市：緊急事態宣言の要請

図 2-5-①-13 京都市における 2020 年 4 月緊急事態宣言前後の日平均給水量（10 日平均）の推移

d) 水道からみた産業活動評価モデルの構築

水道管路被害による地域経済産業活動への影響を評価する経済機会損失評価モデルを構築する。

i) 経済機会損失モデルの構築

経済活動主体への給水状況を把握するため、地震による被害個所を特定することが必要である。ここでは、水道管路被害を離散的に推定する手法¹⁶⁾を用いる。具体的には、水道管網を構成する個々の製品である水道管に着目し、既往の地震被害による管路データベースに基づく管路の標準被害曲線を用いて、モンテカルロ法による確率論的手法を用いて管路の被害を離散的に推定する。

被害管路を応急復旧班による応急復旧作業により応急復旧する数値解析モデルを構築する。ここでは、技術職員数から応急復旧班数を算定し、応急復旧班による1日の仕事量に基づき応急復旧速度を推定する。

応急復旧期間において、水道管路の被害に伴い経済活動主体が受水できずに経済活動が停滞し、その活動低減割合の積分値を経済機会損失(%・日)とする。本稿では、工業統計¹⁷⁾における製造品出荷額を用いて活動低減割合を算出することとした。

ii) 南海トラフ地震での評価結果と考察

愛知県N地域の経済活動主体を解析対象とした。まず、愛知県N地域の経済活動主体に水供給している管路に対して、内閣府による南海トラフ地震の被害想定結果から、離散的管路被害推定手法を用いてモンテカルロ法(N=1,000)により水道管路の被害を推定した。その結果、平均管路被害件数は114.5件と推定された。

応急復旧班数は、平成29年度水道統計における技術職員数¹⁸⁾を用いて、N地域への給水量の全休水量に対する割合を考慮し、かつ、南海トラフ地震が巨大広域災害であることから、応援はないものとして設定した。

経済機会損失については、平成29年工業統計調査¹⁷⁾を用いて、産業中分類24項目別、市町別に年間製造品出荷額を算出した。解析対象の管路が枝状管網であることから、本稿では被害管路より末端の経済活動主体は、受水できずに経済活動が停滞するものとした。応急復旧期間における産業分類別、市町別の製造品出荷額の減少額を推定し、日毎に活動低減割合を算出した。そのうえで、南海トラフ地震におけるN地域の経済機会損失を推定した。

応急復旧の優先順位について、浄水場からの距離、製造品出荷額、活動主体数、配水システムの4つのシナリオで検討した。図2-5-①-14に南海トラフ地震でのN地域の経済機会損失の推定結果を示す。これより、製造品出荷額の大きな被害管路を優先するシナリオが、N地域全域では経済機会損失が小さくなっている。しかしながら、市町によっては、応急復旧戦略シナリオにより経済機会損失が大きく異なる。したがって、地域の早期の経済産業活動の回復のためには、応急復旧戦略シナリオの検討とともに、事前の経済機会損失低減に効果的な耐震化が必要であるといえる。

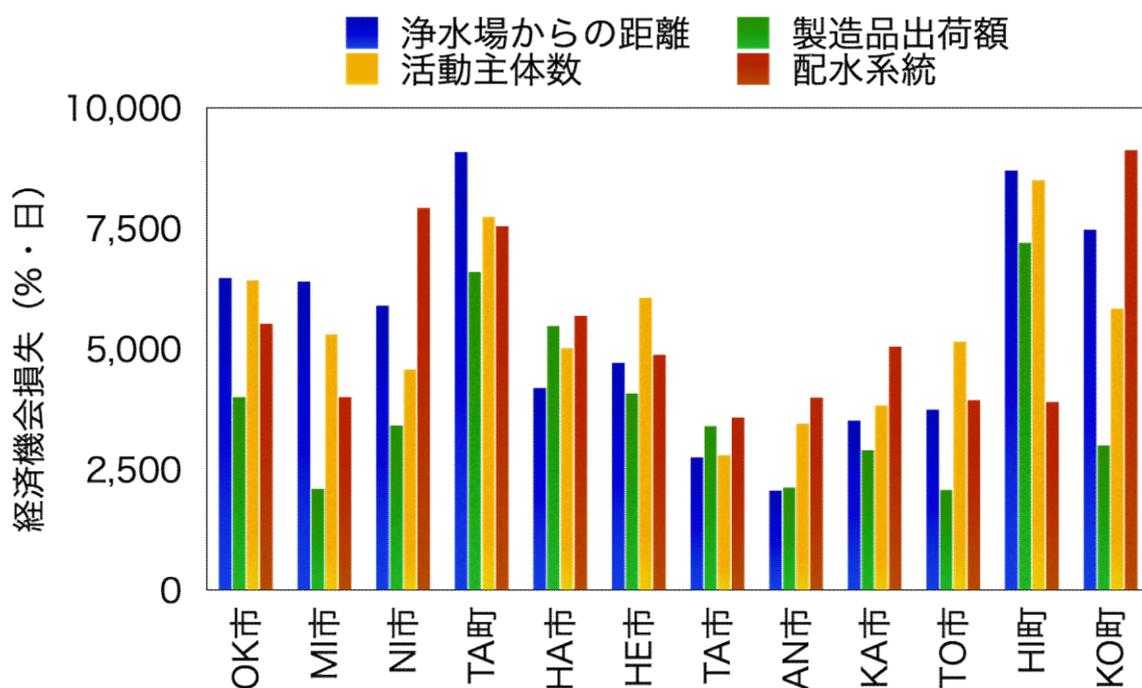


図 2-5-①-14 応急復旧シナリオ別の南海トラフ地震での N 地域の経済機会損失推定結果

4) 新型コロナウイルスによる産業への影響調査

南海トラフ地震臨時情報が発表された場合における産業への影響を検討するための基礎資料として、新型コロナウイルスの発生・感染拡大が産業へ及ぼす影響に関する既存の調査資料や時系列的な各種統計データを収集・整理した。また、南海トラフ臨時情報が発表された場合における人・物の動きの変化が経済活動へ与える影響を推計するモデル構築のための基礎データとして、人・物の地域間移動に関する時系列データを収集・整理した。

a) 新型コロナウイルスによる産業への影響に関する情報収集・整理

i) 信用調査会社の調査レポートの収集と時系列整理

信用調査会社が 2020 年 2 月から 2020 年 12 月末まで WEB 上で公開した新型コロナウイルス関連の調査レポートを収集し時系列で整理した。対象とした信用調査会社は東京商工リサーチと帝国データバンクの 2 社である。東京商工リサーチ（以下、TSR）、帝国データバンク（以下、TDB）の両調査会社は、全国の企業を対象に企業意識に関するアンケートを実施し、その結果をまとめている。アンケート結果の第一報は、TSR は 2020 年 2 月 20 日¹⁹⁾、TDB は 2020 年 4 月 3 日²⁰⁾に発表した。その後、両調査会社は約 1 ヶ月に一報の頻度でアンケートの結果を発表している。TDB では、企業の意識調査「地方版」として、各県の企業に対して同様のアンケート調査を実施している。このうち、静岡県と愛知県の企業意識調査の結果を収集・整理した。また、上場企業の業績修正動向調査結果も併せて収集・整理した。収集した資料は、以下の 4 つの期間に分けて整理した。

- (1) 緊急事態宣言発表前（2020年2月ごろ）
- (2) 緊急事態宣言期間中（2020年3月～5月ごろ）
- (3) 緊急事態宣言解除後（2020年6月～7月上旬）
- (4) GoTo事業開始以降（2020年7月下旬以降）

国からの緊急事態宣言は、当初2020年4月7日～5月7日までとされていたが、感染拡大の状況を考慮し5月25日まで延長された。緊急事態宣言期間中に3月を含めたのは、地方自治体独自に緊急事態宣言を発出したことを考慮したためである。

【1. 緊急事態宣言発表前（2020年2月ごろ）】

2020年2月以降、中国の経済活動の停滞が国内企業に影響を及ぼし始めた。中国企業と取引のある企業やインバウンド関連の業種では、今後の業績に不安を抱えているとみられる。一方で、内需を中心に展開する企業は、新型コロナウイルス拡大の影響は、穏やか、もしくはプラスの影響があるととらえている。

- ・ 2月20日時点で業績に「影響がある」と回答した企業は全国で66.4%であった（TSR）。
- ・ 業績に「影響がある」と回答した企業のうち約4割（構成比35.9%）が「現地サプライヤーからの仕入れが困難となった」と回答した（TSR）。
- ・ 業績に「マイナスの影響がある」と回答した企業を業種別にみると「家具類小売」ではすべての企業（100%）、「飲食店」では98.2%、「繊維・繊維製品・服飾小売」では97%が「マイナスの影響がある」と回答した（TDB）。
- ・ 業績に「プラスの影響がある」と回答した企業を業種別にみるとスーパーマーケットなどの「各種商品小売」の20.4%が「プラスの影響がある」と見込んでいる（TDB）。
- ・ 愛知県内の企業のうち業績に「マイナスの影響がある」と回答した企業は66.7%で、1ヶ月後の2020年4月3日発表の結果では、80.3%に増加した（TDB）。
- ・ 中部国際空港では、中国便、韓国便を中心とした路線の運休で国際線が週200便を割り込んだ（TDB）。
- ・ 静岡県内の企業のうち業績に「マイナスの影響がある」と回答した企業は63.9%であり、全国（63.4%）よりも高かった（TDB）。

【2. 緊急事態宣言期間中（2020年3月～5月ごろ）】

感染拡大の影響を受け外出の制限が浸透した2020年3月以降、感染者の発生による業務停止やサプライチェーン、物流の滞りが企業活動に影響を及ぼし始めた。また、緊急事態宣言に伴う外出自粛や休業要請のほか移動制限により大型連休が事実上消滅したことが企業の業績に影響を及ぼしている。

- ・ 「売り上げが減少した」と回答した企業は、3月は75.0%、4月は83.7%、5月は87.4%と増加した（TSR）。
- ・ 「売り上げが減少した」と回答した企業を業種別にみると、「宿泊業」と「飲食業」の全ての企業が「すでに影響が出ている」と回答していた（TSR）。
- ・ 上場企業の業績に関しては、3月3日時点で業績を下方修正した上場企業は50社であったが、5月27日時点では累計701社まで増加した（TDB）。

- ・ 業績を下方修正した業種別にみると「製造業」が構成比 44.2%で最も高かった (TDB)。
- ・ 全国での新型コロナウイルス関連倒産は 192 件に上った (TDB)。
- ・ 静岡県内の企業のうち業績に「マイナスの影響がある」と見込む企業を業種別にみると「農・林・水産」「金融」「小売」のすべての企業 (100%)、「運輸・倉庫」の 94.7%の企業が「マイナスの影響がある」と回答した (TDB)。
- ・ 愛知県内の企業のうち「マイナスの影響がある」とした企業が 3 月 14 日時点 82.3%であったが 5 月 21 日時点では 91.6%に増加した (TDB)。
- ・ 愛知県内の企業のうち「マイナスの影響がある」とした企業を従業員別にみると「5 人以下」が 94.5%で最多、次いで「6～20 人」が 93.2%と続き中小企業で影響を大きく受けている (TDB)。
- ・ 売り上げに占める家賃負担(売上家賃率)は大企業の多くが「3 割以下」(92.2%)もしくは「2 割以下」(90.1%)であるのに対し、中小企業は「3 割以下」が 88.9%、「2 割以下」が 84.5%と企業規模が小さいほど家賃負担が重い構図が浮き彫りとなった(TSR)。
- ・ 政府の支援策「新型コロナウイルス感染症特別貸付」や「セーフティネット貸付・保証」の利用は、大企業の 5.5%、中小企業の 25.7%が利用し、利用割合が最も高いのは「織物・衣服・身の回り小売業」であった(構成比 66.6%)。「道路旅客運送業」は 59.5%が利用している (TDB)。
- ・ 業績に「プラスの影響がある」と回答した企業を業種別にみると、スーパーマーケットなどの「各種商品小売」の 33.3%、「飲食料品小売」の 18.4%が「プラスの影響がある」と回答した (TDB)。

【3. 緊急事態宣言解除後 (2020 年 6 月～7 月上旬)】

5 月 25 日に「緊急事態宣言」が解除、6 月 19 日に都道府県をまたぐ移動自粛が緩和され、経済活動が再開したことを受け、減収企業の減少がみられたが依然 8 割以上の企業が業績に「影響がある」と回答している。一方で「新しい生活様式」に対応する商品やサービスを開発、提供を始める企業が増えている。

- ・ 6 月の減収企業は、3 月以降最悪だった 5 月の 87.4%から回復し 81.6%となった (TSR)。
- ・ 7 月 9 日時点で「マイナスの影響がある」と回答した企業は 84.5%となり 5 月時点の調査よりも回復した (TDB)。
- ・ 業績に「マイナスの影響がある」と回答した企業の業種別にみると、「家具類小売」は 4 か月 (3 月～6 月)、「旅館・ホテル」は 3 か月 (4 月～6 月) 連続ですべての企業が「マイナスの影響がある」と回答した (TDB)。
- ・ 新型コロナウイルスに関連した国や自治体、金融機関の各種支援策を「利用した」と回答した企業は 44.7%、「今後利用する可能性がある」と回答した企業は 23.9%で合計 68.6%の企業が利用について言及している (TDB)。
- ・ 国や自治体、金融機関の各種支援策を「利用した」と回答した企業のうち大企業は 22.2%、中小企業が 49.1%であった。(TDB)
- ・ 国や自治体、金融機関の各種支援策を「利用した」と回答した企業を業種別に

みると「道路旅客運送業」が97.5%で最も多かった（TDB）。

- ・業績に「プラスの影響がある」と回答した企業にインターネット接続業などの「電気通信」が20.0%みられた（TDB）。
- ・愛知県や静岡県内の企業のうち業績に「マイナスの影響がある」と回答した企業は両県ともに前回の回答から減少した。
- ・愛知、静岡両県で業績に「マイナスの影響がある」と回答した企業を業種別にみると「運輸・倉庫」、「卸売」、「製造」、「不動産」が両県ともに高い数値であった。

【4. GoTo 事業の開始以降（2020年7月下旬以降）】

7月22日からGoToトラベル事業が始まり、10月1日から地域共通クーポンが開始、GoToイートのオンライン予約適用が開始された。5月以降、減収や業績にマイナスの影響があると回答する企業は減少したものの、新型コロナウイルスの影響が長引いているため、国や自治体からの金融支援を活用する企業が増加していた。

- ・業績の下方修正を発表する企業は累計1099社に上り、修正額の合計は10兆979億6100万円となり、10兆円を超えた（TDB）。
- ・「娯楽サービス」、「飲食店」の2業種は4月、5月の売り上げが50%を下回るとする企業が「娯楽サービス」、「飲食業」では半数を超えていたが、7月では2割程度に減少した（TDB）。
- ・業績に「プラスの影響がある」と見込む企業は、飲食料品を取り扱う業種に加え、スーパーマーケットを含む「各種商品小売」が30%以上の数値を維持している（TDB）。
- ・愛知県内企業のうち業績に「マイナスの影響がある」と回答した企業は、8月は83.1%、9月は82.2%、10月は81.8%と4月の回答（91.6%）以降減少傾向となった（TDB）。
- ・新型コロナウイルスの終息が長引いた場合、廃業（すべての事業の閉鎖）を検討する可能性のある中小企業は、8月は8.51%、9月は8.82%、10月は8.62%、11月は7.69%で推移した（TSR）。
- ・新型コロナウイルスに関連した国や自治体、金融機関の各種支援を「利用した」と回答した企業を企業規模別にみると中小企業は、8月は49.9%、9月は55.3%、10月は57.9%、11月は61.1%で最も高く、12月は60.0%で推移した（TSR）。
- ・11月25日発表時点の新型コロナウイルスに関連した国や自治体、金融機関の各種支援を「利用した」と回答した企業が利用した支援等の内容は、「雇用調整助成金」が50.1%、「持続化給付金」が49.2%、「民間金融機関の実質無利子・無担保融資（信用保証付き）」が48.2%であった（TSR）。

ii) 国・自治体が公表した統計データ

2010年4月以降2020年12月末日までに国・自治体が公表した統計データのうちWEB上で公表されているものを収集し、時系列で整理を行った。

表 2-5-①-3 収集対象とした統計データと収集期間^{21)~35)}

No.	統計データ	期間	備考
1	GDP 統計	2010年4月～2020年9月	四半期
2	全産業活動指数	2010年4月～2020年7月	月次
3	鉱工業指数	2010年4月～2020年11月	月次
4	貿易統計	2010年4月～2020年12月	月次
5	消費動向調査	2010年4月～2020年12月	月次
6	全国企業短期経済観測調査	2010年4月～2020年12月	四半期
7	法人企業統計調査	2010年4月～2020年9月 2010年4月～2020年3月	四半期 一部年度
8	家計調査	2010年4月～2020年10月	月次
9	商業動態統計	2010年4月～2020年11月	月次
10	新車販売台数	2016年1月～2020年12月	月次
11	旅行業者取扱額	2010年4月～2020年11月	月次
12	住宅着工戸数	2010年4月～2020年12月	月次
13	毎月勤労統計調査	2010年4月～2020年11月	月次
14	労働力調査	2010年4月～2020年11月	月次
15	Trade Statics	2016年1月～2020年11月	月次

GDP 統計²¹⁾については、東日本大震災が発生した2011年3月以降、国内総生産は上昇傾向であったが、国内で新型コロナウイルスの感染が拡大した2020年2月以降、国内総生産は急激に落ち込んだ。2020年5月に緊急事態宣言が解除されて以降は回復傾向にある。

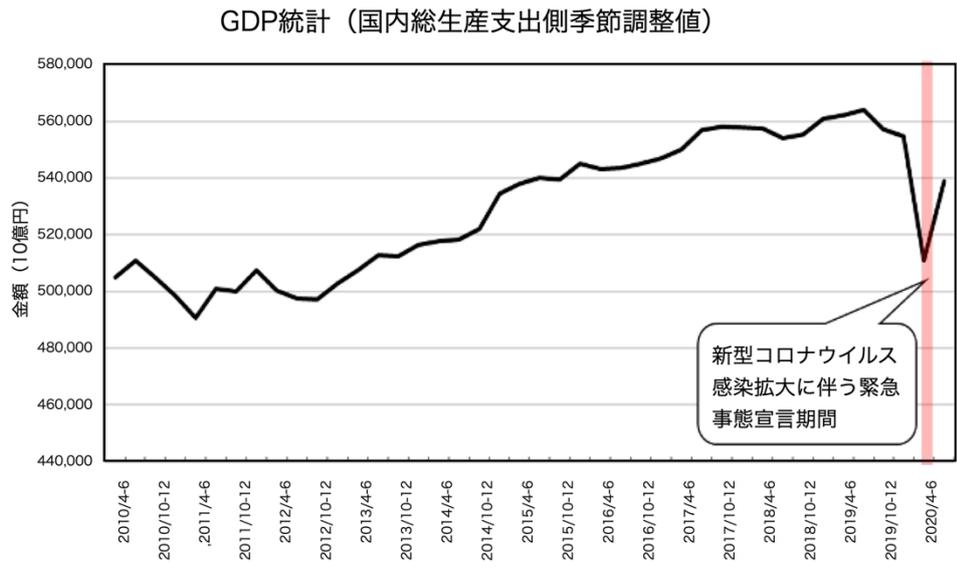


図 2-5-①-15 GDP 統計国内総生産 (支出側)

全産業活動指数²²⁾は、東日本大震災が発生した 2011 年 3 月以降にわずかに低下し、2020 年 4 月以降の緊急事態宣言期間は、調査対象期間中で最も数値が低くなった。

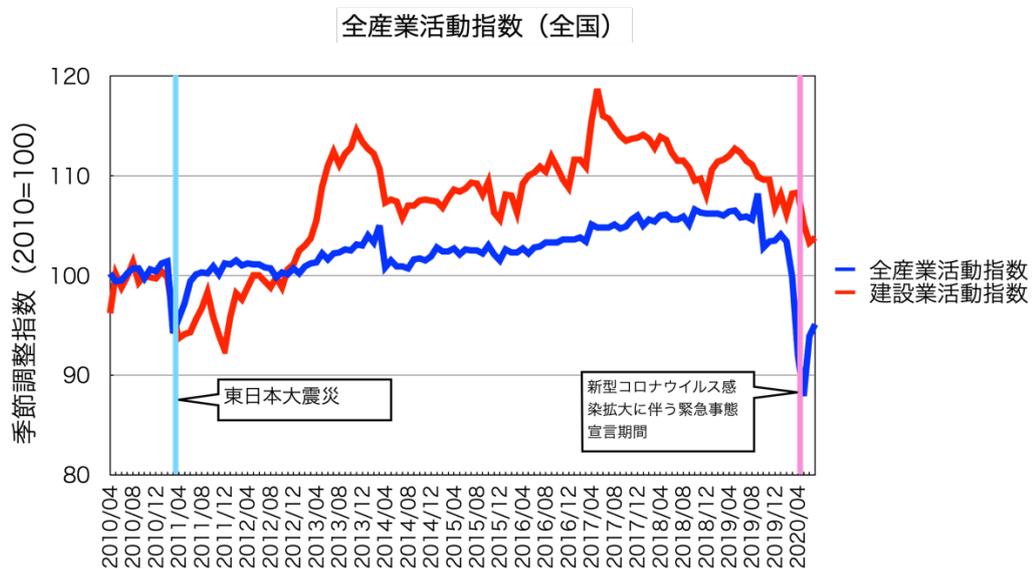


図 2-5-①-16 全産業活動指数の推移

鉱工業生産指数²³⁾では、乗用車は、2020 年 2 月ころからの国内の感染拡大の影響を受けて急激に数値が下落している一方、電子計算機は、在宅勤務推奨の影響を受けて、緊急事態宣言期間中及び宣言解除後も生産指数は上昇傾向にある。

貿易統計²⁴⁾においては、乗用車その他自動車の 2020 年 5 月は、東日本大震災時に大きく輸出額が低下して以来の大きな輸出額低下であった。自動車部品も同時期の落込みが激しい。

消費動向調査²⁵⁾では、2020年2月以降、消費者態度指数・消費者意識のうち「雇用環境」の指数が最も低く、営業時間の短縮要請や休業要請の影響が消費者意識へ影響を及ぼしたと考えられる。

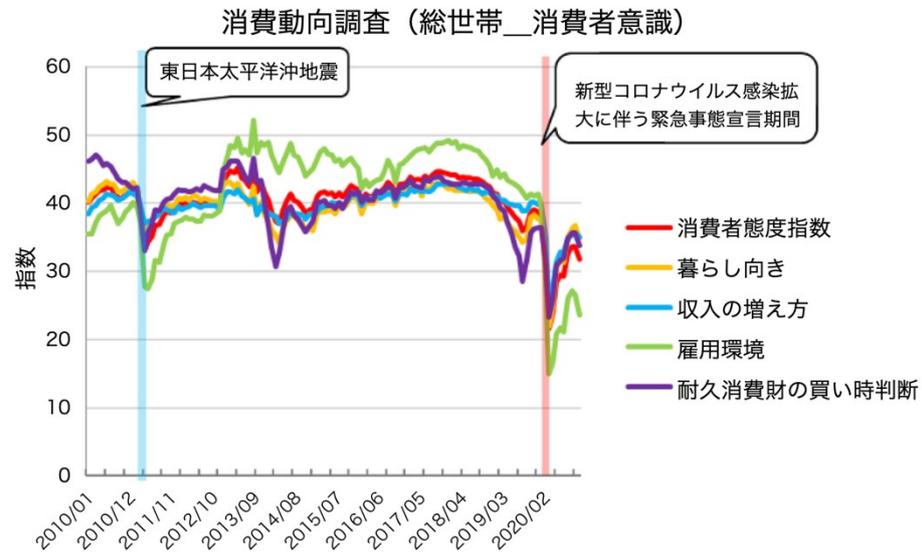


図 2-5-①-17 消費動向（消費者意識）の推移

全国企業短期経済観測調査²⁶⁾では、大企業と中小企業の収益を中心とした業況の全般的な判断を整理した。短観の調査指標は、調査対象企業からの回答を DI (Diffusion Index) で示した。「業況」場合、回答選択肢は「1. 良い」、「2. さほど良くない」、「3. 悪い」であり、DI がマイナスである場合は、「3. 悪い」を回答した企業が多かったことを示す。2020年4月以降の緊急事態宣言期間中は、大企業と中小企業ともに DI が調査対象期間中で最も低く、中小企業は大企業に比べ DI が回復傾向に至るまでに時間を要している。

法人企業統計調査²⁷⁾では、製造業に比べ、非製造業の方が緊急事態宣言以降売上高の減少が大きくなっており、新型コロナウイルスの影響を受けていることが分かる。

家計調査²⁸⁾においては、消費支出が大きく減少したのは、2011年の東日本大震災、2014年の消費税増税、2020年の新型コロナウイルスの影響を受けた3回であるが、中でも2020年の新型コロナウイルスの影響が減少の割合が最も大きかった。

商業動態統計²⁹⁾では、国内での感染が拡大した2020年2月以降、自動車小売業は、急激に値が減少し、緊急事態宣言期間中に最も低い値となり、「新車販売台数」と同様の推移であった。一方で医薬品・化粧品小売業は、マスクや消毒液等の需要を受けて大幅に販売額が増加している

新車販売台数³⁰⁾において、新車販売台数は、緊急事態宣言期間中～緊急事態宣言解除後の5月が最も低くなった。6月以降は、徐々に回復傾向にあり2020年10月には、前年同月比を超える結果となった。

旅行業者取扱額³¹⁾より、2020年2月以降、国内旅行と海外旅行ともに前年同月

比の1桁台まで急激に低下したのち、国内旅行はGoToトラベル事業の影響もあり2020年11月には前年同月比の70%まで回復したが、海外旅行は現在も出入国に制限があるため、前年同月比1桁台から回復していない。

住宅着工戸数³²⁾において、緊急事態宣言期間は大きな落ち込みがみられるが、それ以外の期間は7万戸程度の水準で推移しており、緊急事態宣言の一時的な影響はあったもののその後の回復は早かった。

毎月勤労統計調査³³⁾においては、緊急事態宣言以降、対象期間中最も低い数値となったが、緊急事態宣言解除後は回復傾向にある。

労働力調査³⁴⁾では、2010年4月以降、完全失業率は減少傾向であったが、2020年2月以降の国内で感染が拡大して以降、徐々に完全失業率が上昇し、緊急事態宣言後も上昇傾向が継続している。

Trade Statics³⁵⁾からは、乗用車、鉄又は非合金鋼フラットロール製品、光ダイオード及び圧電結晶素子、集積回路、自動車部品のすべてにおいて2020年1月から減少が始まり、同年4～5月に輸入額が底を打った。6月以降は増加傾向となったが、11月に再び大きく減少した。

b) 地域間移動に関連するデータの収集・整理

人・物の地域間移動に関連するデータの収集・整理を行った。

表2-5-①-4 収集データ一覧

No.	公表機関	収集データ	対象期間
1	国土交通省	鉄道輸送統計調査	2011年4月以降 2021年1月末
2	国土交通省	自動車輸送統計調査	2011年4月以降 2021年1月末
3	国土交通省	内航船舶輸送統計調査	2011年4月以降 2021年1月末
4	国土交通省	航空輸送統計調査	2011年4月以降 2021年1月末

鉄道輸送統計調査から、旅客輸送に関するデータでは、2020年2月以降旅客輸送人数が減少傾向となり同年4月に最小値となった。鉄道貨物輸送に関するデータでは、2020年4月以降に前年よりも貨物輸送量の減少傾向がみられるものの、旅客輸送に比べると減少傾向はわずかであった。

鉄・軌道旅客輸送

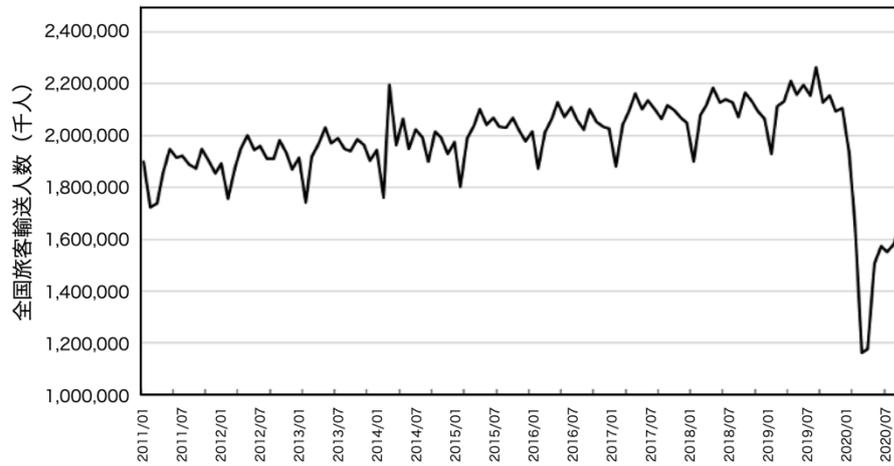


図 2-5-①-18 鉄道旅客輸送量の変化

鉄道貨物輸送

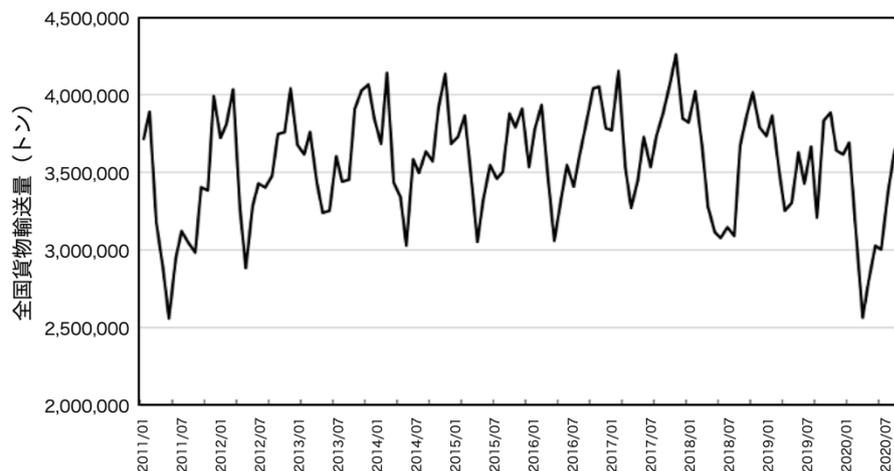


図 2-5-①-19 鉄道貨物輸送量の推移

自動車輸送統計調査より、輸送人員に関するデータでは、2020年3月以降に輸送人員の減少傾向がみられる。貨物輸送量は、減少もしくは上昇傾向はみられなかった。

自動車輸送統計調査_輸送人員

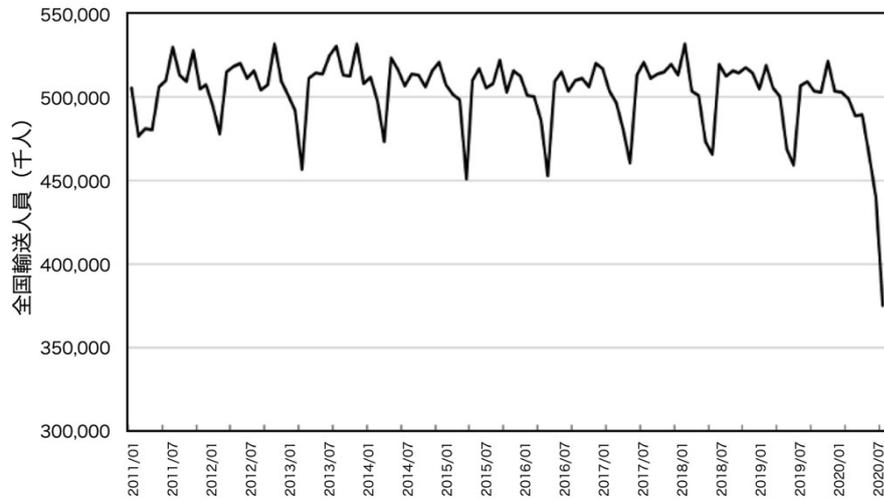


図 2-5-①-20 自動車輸送人員の推移

自動車輸送統計調査_輸送トン

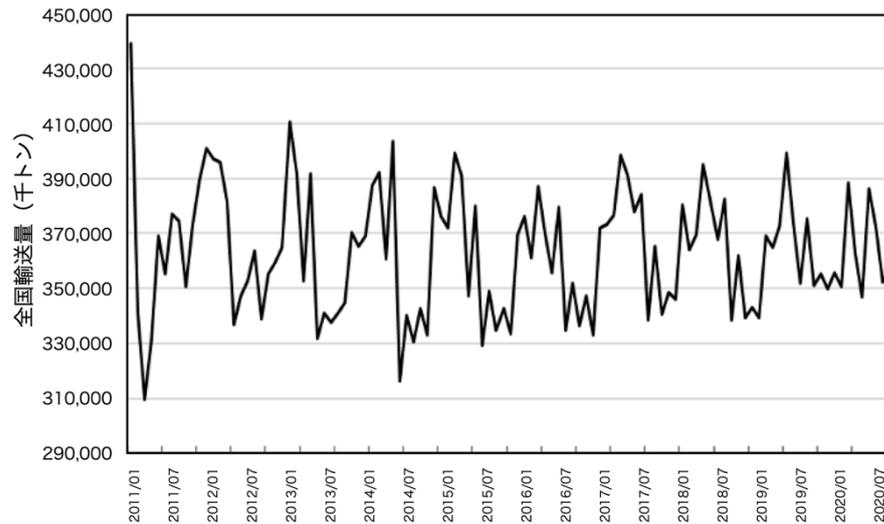


図 2-5-①-21 自動車貨物輸送の推移

内航船舶輸送統計調査より、品目別貨物輸送量に関するデータでは、鉄鋼、輸送用機械で2020年1月以降から減少傾向がみられ、同年5月または6月に最小値となった。

内航船舶輸送統計

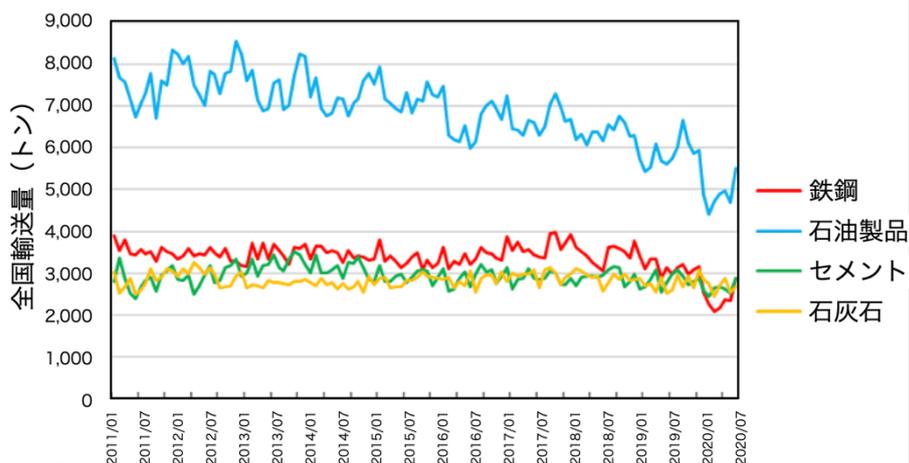


図 2-5-①-22 内航船舶主要 4 品目の輸送量推移

航空輸送統計調査において、国内定期航路の旅客輸送数に関するデータでは、2020年2月以降に減少傾向がみられ、同年5月に最小値となった。国内定期航路の貨物輸送量に関するデータでは、2020年1月から減少傾向がみられ、同年5月に最小値となった。国際貨物に関するデータでは、対中国の貨物量が2020年2月に落ち込んだものの、同年3月以降には回復傾向がみられ、対ヨーロッパの貨物量は同年4月に底値となり5月以降の回復傾向は対中国と比較すると緩やかであった。

航空輸送統計_旅客輸送（国内定期航路）

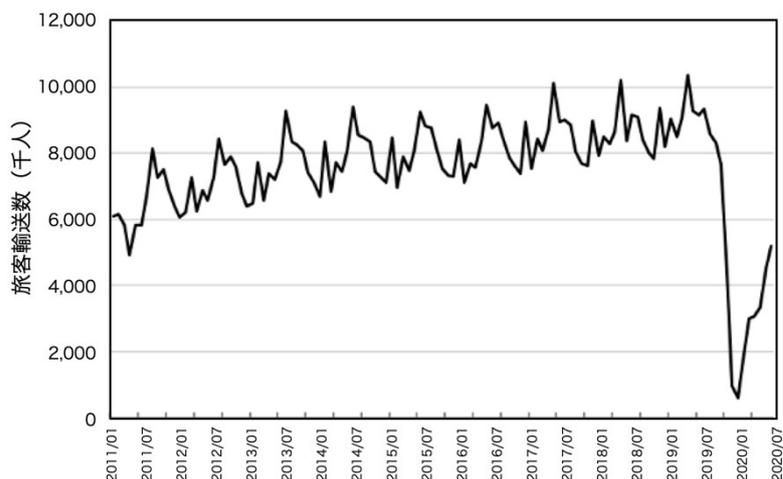


図 2-5-①-23 航空輸送-国内定期航路旅客輸送の推移

航空輸送統計_貨物輸送（国内定期航路）

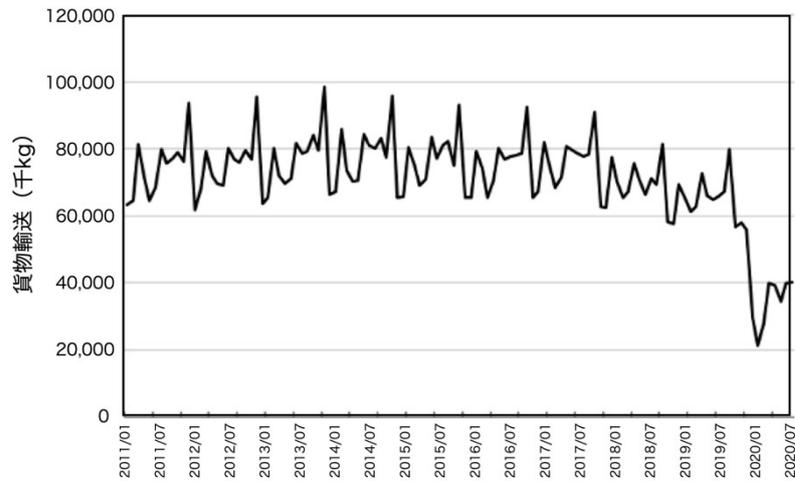


図 2-5-①-24 航空輸送-国内定期航路貨物輸送の推移

航空輸送統計_国際貨物



図 2-5-①-25 航空輸送-国際線貨物輸送量の推移

(d) 結論ならびに今後の課題

1) リアルタイム観測データを用いた“産業活動萎縮”状態の想定

今年度業務では産業の状態を示す指標や産業の萎縮をモニタリングするためのデータについて整理するとともに、臨時情報発表等の特異な変動要因による産業へのインパクトを推計する手法として時系列データ分析を参照した。今後は「新型コロナウイルス対策の特別措置法に基づく緊急事態宣言」の発表時における時系列データを用いたケーススタディを行い、同事例における産業萎縮効果について試算を試みる。

2) リアルタイム社会様相把握のための電力需要データ収集に関する調査・分析

今後は、コロナ禍が電力需要に及ぼす影響を、詳細かつ定量的に明らかにするため、気温の影響を取り除いた電力需要データを作成して分析を進める必要がある。

① 2018年～2019年の電力需要について気象・暦を説明変数とした重回帰分析をおこ

- ない、気象と電力需要の相関係数を数値化する。
- ② ①の相関関係にもとづき、2020年の電力需要について、平均気象からの日々の気象の乖離分による電力需要への影響量を推定する。
 - ③ 2020年の電力需要の実測データから②を取り除き、気象調整済みの電力需要を作成する。
 - ④ ③と実測値の差分の分析、気温以外の説明変数の調査を行う。

3) 産業タイムライン構築のための都市インフラデータ整備

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）での社会経済活動の停滞と臨時情報発表時の社会の委縮に伴う地域経済活動停止との類似性の観点から、COVID-19感染症拡大防止策のひとつである緊急事態宣言時における上水道の配水量への影響について明らかにした。その結果、COVID-19による社会活動の萎縮やテレワークによる人々の生活様式の変化が、水配水量に出現していることを指摘した。すなわち、水供給量のモニタリングにより、社会経済活動の萎縮や人々の生活様式変化を地域別に把握することが可能であり、これらをモデル化することで、産業活動の萎縮や停滞を表現することが可能となる産業構造モデルを検討することができるといえた。南海トラフ地震を対象として、水道管路被害による地域経済産業活動への影響を評価する経済機会損失評価モデルを構築した。

以上のことから、今後、COVID-19による社会活動の萎縮やテレワークによる人々の生活様式の変化と水配水量に関する分析を行うとともに、都市インフラ供給による経済活動評価モデルをサブモデルとし、産業タイムライン構築のための産業構造のモデル化を行うことが課題である。

4) 新型コロナウイルスによる産業への影響調査

南海トラフ地震臨時情報が発表された場合における産業への影響を検討するための基礎資料として、新型コロナウイルスの発生・感染拡大が産業へ及ぼす影響に関する既存の調査資料や時系列的な各種統計データ及び人・物の地域間移動に関する時系列データを収集・整理した。今回収集・整理した資料は、第1回目の緊急事態宣言発表前の2020年2月ごろから、その解除後の2020年10月～12月頃までのデータである。その後、新型コロナ感染は2020年末～2021年1～2月に第3波、更に2021年4月に第4波と繰り返している。今後の課題として、コロナ終息に至るまでの情報を更に収集・整理し、コロナ感染開始から終息までの間のコロナ禍が産業活動に及ぼす影響をみていく必要がある。更に、並行して、南海トラフ地震臨時情報が出された場合の心理的な側面と、今回のコロナ禍による心理的な側面の共通点を抽出し、その課題と対応策を検討していく必要がある。

(e) 引用文献

- 1) 愛知県ホームページ：あいちの統計バックナンバー，
<https://www.pref.aichi.jp/toukei/jyoho/history/history.html>（令和3年4月12日閲覧）
- 2) 内閣府：南海トラフ地震の多様な発災形態に備えた防災対応検討ガイドライン，2019.

- 3) 中部電力パワーグリッド株式会社ホームページ：中部エリアの電力需給（送電端）のお知らせ，<https://powergrid.chuden.co.jp/denkiyoho/>（令和3年4月12日閲覧）
- 4) 愛知県ホームページ：2015（平成27）年愛知県産業連関表，<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/toukei/io2015.html>（令和3年4月12日閲覧）
- 5) 北海道電力ネットワーク株式会社. 北海道エリアのでんき予報.，
http://denkiyoho.hepco.co.jp/area_forecast.html（令和3年1月7日閲覧）
- 6) 東北電力ネットワーク株式会社. 東北6県・新潟エリアでんき予報.，
<https://setsuden.nw.tohoku-epco.co.jp/graph.html>（令和3年1月7日閲覧）
- 7) 東京電力パワーグリッド株式会社. でんき予報.，
<https://www.tepco.co.jp/forecast/>（令和3年1月7日閲覧）
- 8) 北陸電力送配電株式会社. エリア需給実績について.，
http://www.rikuden.co.jp/nw_jyukyudata/area_jisseki.html（令和3年1月7日閲覧）
- 9) 中部電力パワーグリッド株式会社. 中部エリアの電力需給（送電端）のお知らせ.，
<https://powergrid.chuden.co.jp/denkiyoho/>（令和3年1月7日閲覧）
- 10) 関西電力送配電株式会社. 関西エリアの需給実績の公表.，
<https://www.kansai-td.co.jp/denkiyoho/area-performance.html>（令和3年1月7日閲覧）
- 11) 中国電力ネットワーク株式会社. でんき予報.，
<https://www.energia.co.jp/nw/jukyuu/>（令和3年1月7日閲覧）
- 12) 四国電力送配電株式会社. でんき予報（四国エリアの電力使用状況），
<https://www.yonden.co.jp/nw/denkiyoho/index.html>（令和3年1月7日閲覧）
- 13) 九州電力送配電株式会社. でんき予報.，
https://www.kyuden.co.jp/td_power_usages/pc.html（令和3年1月7日閲覧）
- 14) 沖縄電力株式会社. 需給関連情報（需給実績）の公表.，
<http://www.okiden.co.jp/business-support/service/supply-and-demand/index.html>（令和3年1月7日閲覧）
- 15) 国土交通省気象庁. 過去の気象データ検索.，
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>（令和3年1月7日閲覧）
- 16) 岡野泰己，平山修久，林光夫，確率論的アプローチによる水道管の離散的被害推定手法の構築，土木学会論文集 G（環境），74(6)，pp.II.111-II.119，DOI.
https://doi.org/10.2208/jscej.74.II_111，2018.
- 17) 経済産業省，平成29年工業統計調査，2019.
- 18) 日本水道協会，平成29年度水道統計，2019.
- 19) 東京商工リサーチ，新型コロナウイルスに関するアンケート調査，2020.02.20，
https://www.tsr-net.co.jp/news/analysis/20200220_04.html（令和3年1月閲覧）

- 20) 帝国データバンク, 新型コロナウイルス感染症に対する企業の意識調査 (2020年3月), 2020.4.3, <https://www.tdb.co.jp/report/watching/press/p200402.html>
(令和3年1月閲覧)
- 21) 内閣府経済社会総合研究所, 国民経済計算 (GDP 統計),
<https://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/menu.html>
- 22) 経済産業省, 全産業活動指数,
<https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/zenkatu/index.html>
- 23) 経済産業省, 鉱工業指数 (生産・出荷・在庫、生産能力・稼働率)、製造工業生産予測指数, <https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/iip/>
- 24) 財務省, 貿易統計, <https://www.customs.go.jp/toukei/info/index.htm>
- 25) 内閣府経済社会総合研究所, 消費動向調査,
https://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/menu_shouhi.html,
- 26) 日本銀行, 全国企業短期経済観測調査,
<https://www.boj.or.jp/statistics/tk/index.htm/>
- 27) 財務省財務総合政策研究所, 法人企業統計調査,
<https://www.mof.go.jp/pri/reference/ssc/index.htm>
- 28) 財務省統計局, 家計調査, <https://www.stat.go.jp/data/kakei/index.html>
- 29) 経済産業省, 商業動態統計,
<https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/syoudou/index.html>
- 30) 日本自動車販売協会連合会, 車種別販売台数,
<http://www.jada.or.jp/data/month/m-r-hanbai/m-r-type/>
- 31) 国土交通省, 旅行業者取扱額, 統計情報,
<https://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/toukei/toriatsukai.html>
- 32) 国土交通省, 建築・住宅関係統計データ, 統計情報,
https://www.mlit.go.jp/statistics/details/jutaku_list.html
- 33) 厚生労働省, 毎月勤労統計調査 (全国調査・地方調査), 統計情報・白書,
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/30-1.html>
- 34) 総務省統計局, 労働力調査, <https://www.stat.go.jp/data/roudou/index.html>
- 35) Ministry of Finance Japan, Trade Statistics of Japan,
https://www.customs.go.jp/toukei/info/index_e.htm
- 36) 国土交通省, 鉄道輸送統計調査, 交通関係統計資料,
<https://www.mlit.go.jp/k-toukei/tetudouyusou.html>
- 37) 国土交通省, 自動車輸送統計調査, 交通関係統計資料,
<https://www.mlit.go.jp/k-toukei/jidousya.html>
- 38) 国土交通省, 内航船舶輸送統計調査, 交通関係統計資料,
<https://www.mlit.go.jp/k-toukei/naikouyusoutoukei.html>
- 39) 国土交通省, 航空輸送統計調査, 交通関係統計資料,
<https://www.mlit.go.jp/k-toukei/koukuuyusoutoukei.html>

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

- 1) 学会等における口頭・ポスター発表
なし
- 2) 学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載した論文 (発表題目)	発表者氏名	発表した場所 (学会誌・雑誌等名)	発表した 時期	国内・外 の別
Emergency Restoration Strategy for Water Distribution System from the Viewpoint of Disaster Resilience Curves (査読有)	Nagahisa Hirayama, Taiki Okano, Jotaro Tamai	ASCE Lifelines 2021-22 (査読通過)	2021年2月	国外
水道管路被害による地 域産業の経済機会損失 評価モデルの構築 (査読 無)	玉井 丈 太 郎, 岡野泰 己, 平山修 久	令和2年度水道研究 発表会講演集, 680-681	2020年11 月	国内

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

- 1) 特許出願
なし
- 2) ソフトウェア開発
なし
- 3) 仕様・標準等の策定
なし

②リアルタイム社会様相把握システム構築に関する検討

(a) 業務の要約

ここで対象とする「社会様相」とは、南海トラフ地震発生時、ならびに臨時情報発表時のヒト・コト・モノの状況全般を指す。例えばそれは、リアルタイムの人口分布であり、ライフライン等社会基盤の稼働・供給状況であり、地域社会の様々な活動の状況である。災害発生時においては、災害対応のためのリソースの分布状況といったこともこれに含まれる。臨時情報発表時の社会の極端な萎縮を回避するため、また、災害発生後の応急復旧から地域経済の再立ち上げにいたるまでのさまざまな局面において必要となる種々の対応を的確に実施するためには、その時々々の社会様相を適切に把握し、その状況に応じた対策を選択することが重要となる。さらに、社会様相は、時間の経過とともに姿を変えるものでもあることから、ある時間断面における状況把握にとどまらず、時間の経過に応じた推移の把握も重要である。このように、社会様相は極めて多様な面を持っており、その全てを単一の視点から同時に、かつ完全に把握することは極めて困難と言える。言い換えれば、社会様相を把握するアプローチには、複数の視点と複数の手法が求められるということである。

本研究では、社会様相をモニタリングする仕組みの構築を目指しており、本年度は以下の3点を進めた。まず、物流やライフラインの供給状況の把握など、すでに世の中に存在し平時の活動の円滑化、効率化を目的として展開されている各種モニタリングシステムを対象に、社会状況の観測可能性、およびその目的に照らし現行で活用できると思われる手段の整理を実施した。

- (1) リアルタイム社会様相把握システム構築を支えるデータ基盤)。また、震災後の迅速・的確な対応を支援するための基礎情報として重要となる地震動特性を、効率よく、かつ十分な空間分解能をもって把握するための階層的なネットワーク構築の第一歩として、MEMS センサーの稼働試験や運用環境整備を実施した。
- (2) リアルタイム振動モニタリングに関する基盤技術開発)。さらに災害対応に関わる人をセンサーとして活用し社会様相を把握する仕組みの構築を目指し、システム開発を共同で試行する機関との調整・協議を実施した。
- (3) リアルタイムでの社会様相（対応リソース、状況、人）把握システムを構築した。

(b) 業務の実施方法

「リアルタイム社会様相把握システム構築を支えるデータ基盤」研究においては、社会状況の観測可能性、およびその目的に照らして、現行で活用できると思われる手段や将来像について、文献調査を実施する。

「リアルタイム振動モニタリングに関する基盤技術開発」については、社会状況をモニタリングする際の一つの柱として、地震災害時の詳細な震度分布や重要施設の多点モニタリングのための振動計測について、役割やレベルの異なる複数の観測システムを併用する階層的観測体制を導入し、具体的な機器としてローコストな MEMS センサーの活用可能性を検討する。またプロトタイプ観測システムの運用テストを行うべく、複数の基礎自治体やライフライン企業と連携した体制の準備を進める。

「リアルタイムでの社会様相（対応リソース、状況、人）把握システム構築」においては、社会様相把握に必要となる多様なデータを収集するための一つの切り口として、災害対応に関わる人そのものをセンサーとした枠組みを提案することを目指す。具体的には、インフラの維持管理に関わるステークホルダーによる情報収集システムの構築を目指すこととし、愛知県内にて水道事業を展開している愛知県企業庁と連携し、リアルタイムでの情報収集を図るための情報基盤整備に向けて、協議・調整を実施した。ヒューマンセンシングという用語は、ウェアラブルデバイスや人感センサー等を用いて「人の行動や身体状況」を計測し、ビッグデータとして活用する概念であるが、ここでは災害時、人そのものが優秀なセンサーとなりうると解釈し、彼らの位置情報、彼らの見たもの、感じたことを広域、かつ詳細に集約することで、社会様相把握のための重要な手がかりとする基盤技術を開発することを目指している。

(c) 業務の成果

1) リアルタイム社会様相把握システム構築を支えるデータ基盤

- ①「産業復旧タイムライン構築に向けた都市インフラデータ整備」においてもコロナ禍での社会様相の変化をライフラインの供給量の変化等から推定しうる可能性を示

したが、それら以外にも、例えば三菱総合研究所¹⁾は、休業や外出自粛といった対策が電力需要に与える影響を分析し地域比較を行っている。電力需要の減少は、外出自粛等による家庭部門の需要増加より、工場閉鎖等による産業部門の需要減が大きいことから生じたと分析し、この傾向は日本よりも米国やイタリアで顕著であること、その理由として企業の休業要請に係る強制力の差があげられることを示している。また、電力広域的運営推進機構²⁾は、コロナ禍における電力量と他の複数年の平均電力量を比較し、家庭用電力量が増加している反面、産業用電力量は減少の傾向にあり、特に飲食業、宿泊業、生活娯楽関連サービスでの減少が大きいことを示している。また、輸送機械工業（自動車産業）の生産の落ち込みも一時的ではあるが産業用電力量に大きく影響していることを指摘している。これらの既往の分析からも、社会活動の活性化度をライフラインの供給量などから推定しようと考えられる。

また、災害後の被害状況の把握においても、ライフラインの供給量の変化をもとに推定する方法が検討されている。災害直後の電力供給量は、被災による供給支障と需要の落ち込みの2つの影響を受けるが、電力復旧は比較的短期間で達成されることから、災害直後を除けば電力供給量をモニタリングすることで被災の程度を測ることができると考えられる。例えば、秦³⁾では、以下の項目が成果として取りまとめられている。

- ・地震後1週間以降の電力供給量の変動が建物被害と高い相関がある。
- ・深夜電力を採用することにより高い推定精度が得られる。
- ・水害にも適用可能である。

図2-5-②-1には、兵庫県南部地震における低層戸建住宅の全壊・火災率と、電力供給量の低下の程度を建物被害率と見做した場合の比較を示す。図2-5-②-2は電力供給比を地域の冠水エリア比として、浸水実績と浸水評価エリアを比較したものである。いずれの場合においても、電力供給量に基づき推定される被害状況は、実被害とよく一致していることが伺える。

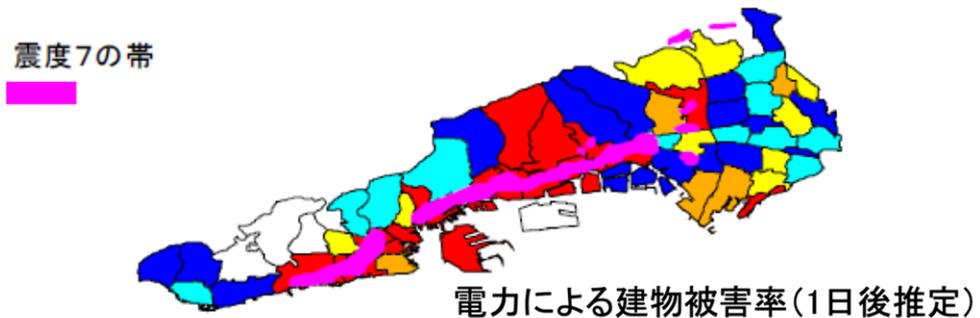
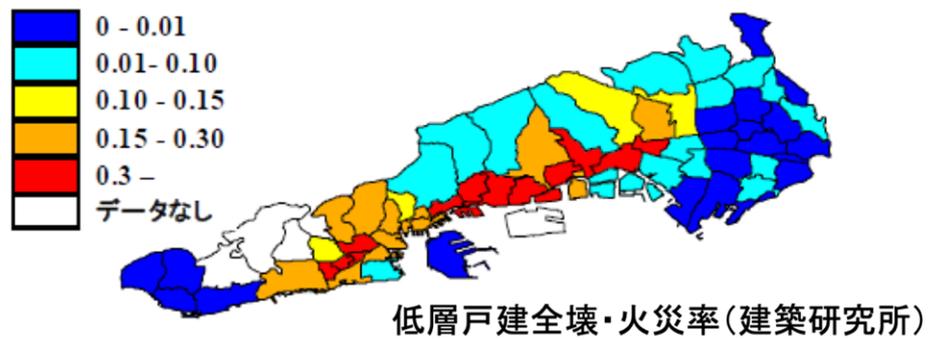


図 2-5-②-1 夜間電力量に基づく被害率³⁾

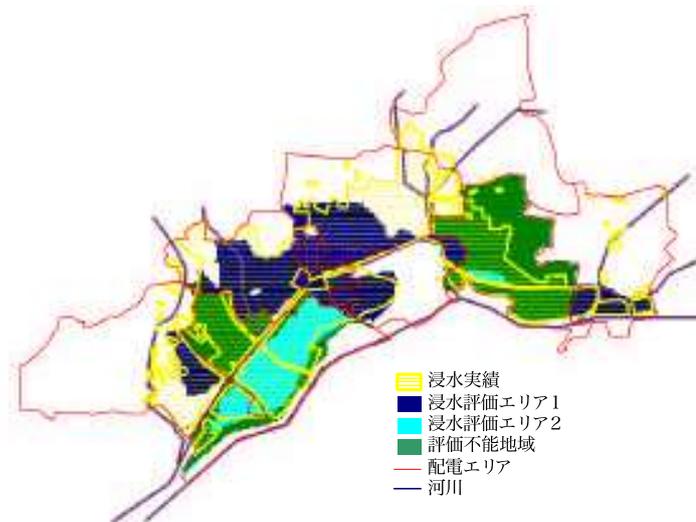


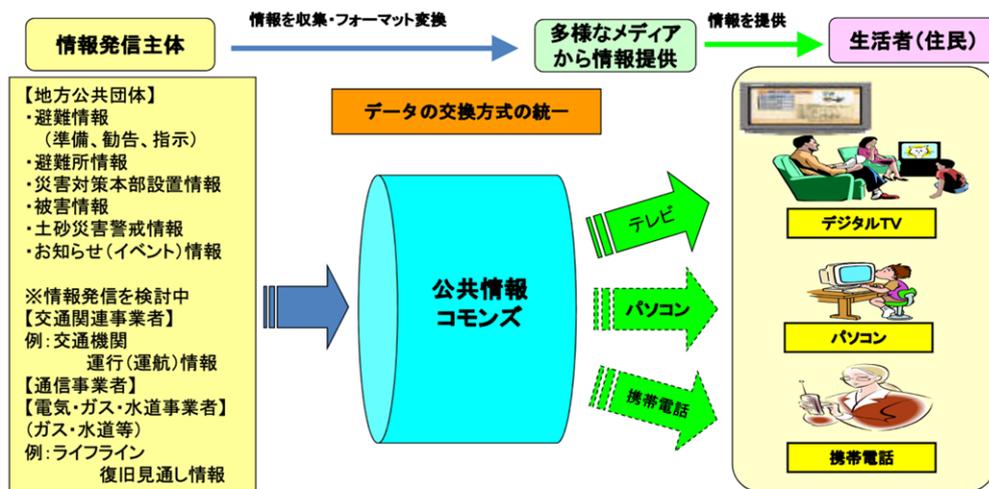
図 2-5-②-2 浸水実績と浸水評価エリア³⁾

これらのことから、電力供給量をモニタリングすることで、発災前から発災後にかけての一連の社会状況の推定が、電力供給量の把握により叶う可能性があることがわかる。

このように、ライフラインの供給状況から社会状況の把握を行い得る可能性を示したが、それらのモニタリングやその他補足的な状況把握に活用しうる可能性のあるデータ（群）として、公共コモンズ、あるいはベース・レジストリがある。

我が国では、2007年新潟県中越沖地震の際の経験を発端として公共情報コモンズ⁴⁾を整備してきた。その概要を図 2-5-②-3 に示す。この仕組みを利用すれば、被

害に関する地方公共団体の直接的な情報の他、ライフライン事業者の活動についてもモニタリング可能であることがわかる。また近年では、デジタル社会におけるデータ管理としてベース・レジストリ⁵⁾が整備されつつあり、このデータベースも活用が可能と考えられる。



総務省情報流通行政局地域通信進行課, 2013

図 2-5-②-3 公共情報コモンズの概要⁴⁾

そのほか、JR 東日本では、SIP4D (Shared Information Platform for Disaster management) との連携によるデータ (地表震度、建物被害道路通行規制、病院、避難) と自社が保有するデータを地理情報システム上で統合し活用している。図 2-5-②-4 に SIP4D との連携による災害情報の地図表示例を示す。

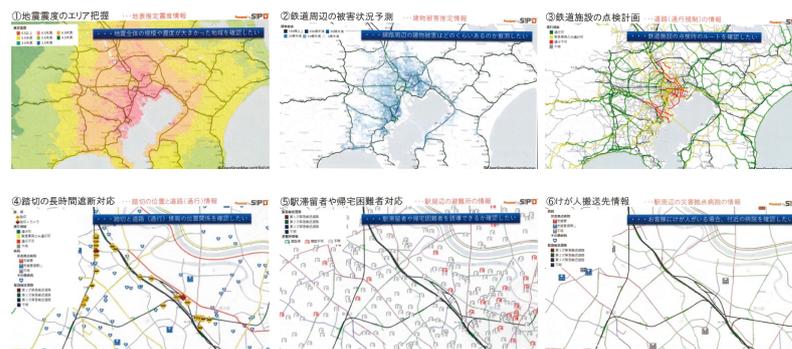


図 2-5-②-4 SIP4D との連携による災害情報の地図表示⁶⁾

また、走行する車両から得られる位置情報や運転挙動等の情報 (プローブカー情報) をサーバーで収集処理し配信するシステムはプローブカーシステム (図 2-5-②-5) と呼ばれ、自動車会社やカーナビメーカーで実用化されている。現在ではプローブカー情報の減災利用についても検討が行われており、最近の災害において「通れた道マップ」の提供が行われている。

電力会社では、家庭に設置された次世代型電力計「スマートメーター」のデータを

災害時に自治体や自衛隊に提供することとなった⁷⁾。なお、スマートメーターの普及率は2020年3月の時点において全国で6割程度であり、2024年度末に大手電力10社全てで導入完了の予定である。

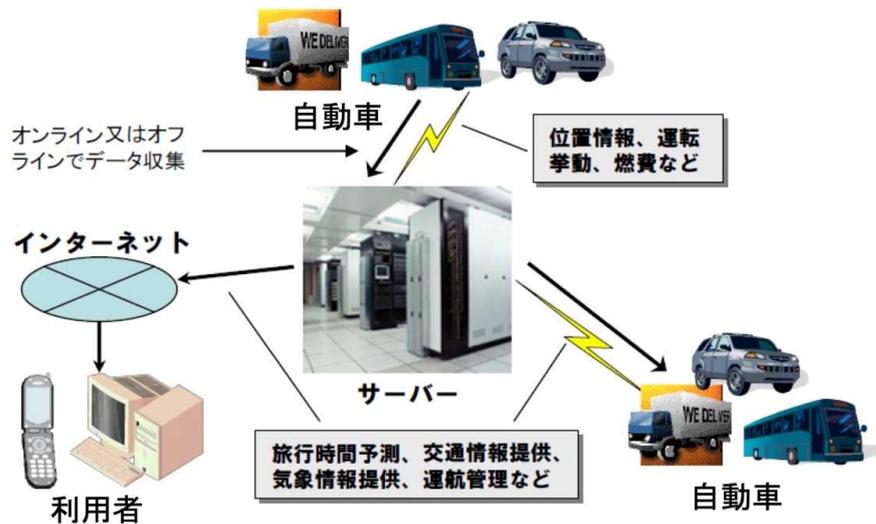


図 2-5-②-5 プローブカーシステム⁸⁾

その他、警備会社の通報情報や顧客監視情報、エレベータ監視会社の管制運転情報等も、災害時のモニタリング情報として活用することが期待される。

災害後の比較的早い時期から長期に亘って活用できる情報として電力供給量があり、また、プローブカー情報なども活用可能性が高いと考えられる。今後は、発災から復興に至るタイムラインの中で、より効果的に災害を定量化できる社会状況指数の抽出とそのモニタリング方法を検討していく予定である。

2) リアルタイム振動モニタリングに関する基盤技術開発

地震災害の発生を想定すれば、初期の状況把握と災害対応、二次災害の抑止などを効率的に実施するために、高密度地震観測網による震度分布の把握が有用である。また、重要施設の被災状況を一次的に把握するためにも、各敷地や建物内での観測記録が利用できる。ここでは、災害を想定した社会様相把握の一環として、物理的な観測の中でも基本的な地震動特性の把握について考察するとともに、実際的な機材の確認やデータ回収・運用システムへの展開を想定して基盤技術の開発に着手した。

現在、全国を覆う震度観測網は、1995年阪神・淡路大震災以降に急速に整備されたものと言える。この背景には、1980年代にはじまる計測震度の検討と計測震度計の開発があり、気象庁の計測震度観測地点は1994年に約300点、1996年には約600点に急増した。また自治体の災害対応のため、消防庁による震度観測ネットワークが1996年ころから各市町村に順次整備され、現在は全国で約3000点ある。さらに防災科学技術研究所の強震観測網K-NETが約1000点に設置された(震度発表は2004年からで約800点)。これらはいずれも高精度の観測機器からネットワークでデータが回収され、震度は一元化されて地震発生後の早期に情報が公開される。合計で約4370点、全国の

面積を単純に地点数で除せば約 86km²、約 10km 間隔となる。

全国の震度計測点の配置を図 2-5-②-6 に示す⁹⁾。特に人口の多い都市域で密度が高く、数 km 程度の間隔である。このような観測点密度の相違が観測震度に影響したと考えられる例を図 2-5-②-7 に示す⁹⁾。大阪府北部の地震（2018 年 6 月 18 日）と島根県西部の地震（2018 年 4 月 9 日）はいずれも M6.1、震源深さ 12~13km であるが、観測された最大震度は 6 弱と 5 強で 1 段階の差がある。この図から明らかに大阪の観測点密度が高く、震源近くに多数の観測点がある。さらに地盤条件の差異等により震源距離が同様でも震度が異なる地点も読み取れる。最大震度は速報値として被害状況の判断にかかわり、自治体等の災害対応の基準ともなることから、最大値を取りこぼすことなく捉える高密度化は重要である。

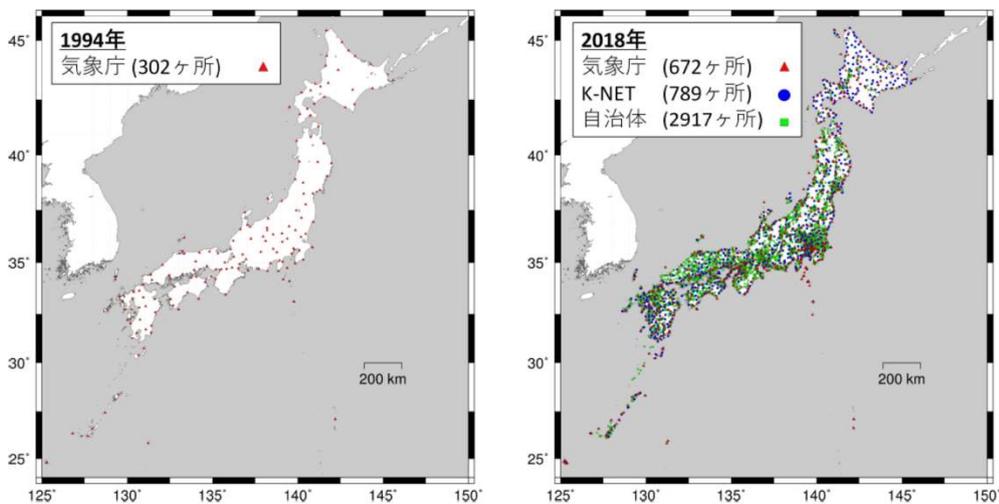


図 2-5-②-6 全国の震度観測点分布とその変化⁹⁾

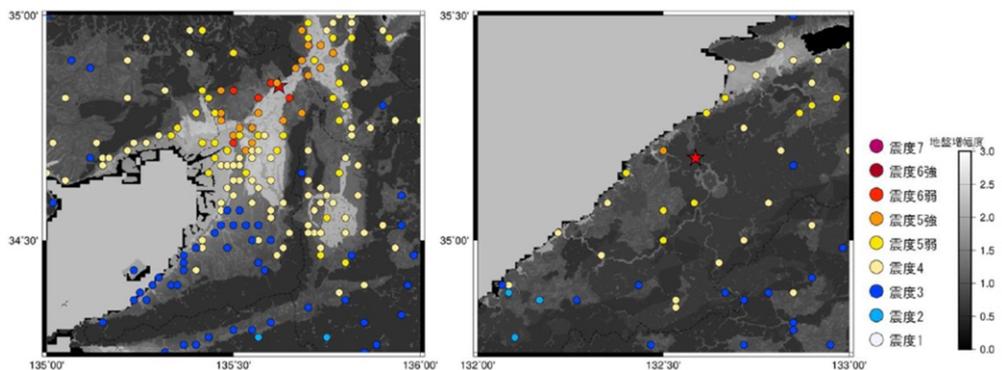


図 2-5-②-7 震度観測点密度の相違と観測地の分布⁹⁾

一方で、高精度観測網は設置・維持経費や運用負荷が大きく、さらなる高密度化は容易ではない。必ずしも高精度の機器でなくても、目的によっては十分な情報として扱うる場合もある。特に設置数を大幅に増加できれば、個々の記録だけでなくビッグデータとしての意味もあるため、波形記録の精度は必ずしもさほど重大ではない。また、災害時の通信環境も想定すれば、データ転送は最小限が望ましく、センサー側で代表値に処理したうえで、少ないデータ量で役に立つ情報を提示できればメリット

が大きい。

さらに観測網の設置・維持主体として、地域に密着した設備ネットワークを運用する電気、ガス等のライフライン事業者による観測もすでに実施されている。スマートメーターなど、本来業務のセンサー+ネットワークを活用した観測の展開により、当該事業者の災害対応と地域災害情報の両面での活用も現実的である。通信事業者の基地局網の活用なども考えられる。また店舗等の広範なネットワークを持つ事業者（流通、小売り等）や、多数のユーザーを抱える住宅事業なども、観測結果がそれぞれの業務に関する災害対応に活用できる面もある。

観測主体をさらに個別分散で想定すれば、個人レベルでの情報を集約することが想定される。個人で所有する携帯端末により人口分布とその変化をモニタリングする手法はすでに実用化され、感染症に対応した社会状況モニタリングなどに応用されている。個人レベルで使用する乗用車についてはコネクテッドカーの普及が進んでおり、必要なセンシング技術を開発することによりビッグデータとしての活用が期待できる。将来的な自律分散社会におけるモビリティの位置づけと合わせて、災害対応に活用できる可能性は高い。これらで使用されるセンサーはローコストが第一目的であり、限定された性能をビッグデータの密度でカバーする位置づけとなる。

以上のように、将来的な高密度災害情報（例えば震度情報）を考えると、複数の階層を想定し、それらの役割分担と統合利用を考慮することが必要となる。またその結果として、単一のネットワークに依存しないレジリエンスも向上できると考えられる。本検討では、中間的な位置づけの観測システムの例として、簡易・安価である程度の精度を有する MEMS 加速度センサ（震度情報も出力可）を活用し、設置状況に応じて携帯電話ネットワークなども活用した多様な接続を検討する。さらにネットワーク経由で集約したデータを活用するシステムとして、本研究で実施する社会状況モニタリングの多様な情報と一元化して利用する方策を検討する。

なお、ここまでの議論は主に地盤の地震動分布を想定したものであるが、別な面として建物の地震時被災モニタリングも重要である。この分野は、特定の建物に関して、詳細な地震応答等の計測等に基づく構造損傷（あるいは健全度）モニタリングの実用化が進んでいるが、コスト面からも、超高層建物など大都市圏の少数の大規模・重要建物に限定されている。また構造損傷だけでなく、建物の機能障害のモニタリングも重要となる。たとえばエレベータ停止状況などは、高層建物の災害対応やその後の機能維持に直結する。企業や自治体であれば、関連する重要施設（主要な営業拠点や工場、ライフライン拠点、役所支所、病院、消防、避難所など）の被災状況把握は初動対応に必須である。この際に、個々の建物の詳細なモニタリングは困難としても、該当する施設の敷地内での地震動特性や、建物の代表点の応答特性だけでも基礎的な情報として有用である。また簡易なセンサーの観測情報も、建物・地盤等の設計時検討や事前調査等と合わせれば十分な可能性がある。

今年度に主な検討を行ったセンサーは MEMS (Micro Electro Mechanical System) である。このタイプの加速度センサーは小型で安価であり、携帯端末の姿勢把握やエアバッグの衝撃検出など工業製品に多数が使用されている。一方で、地震観測分野では比較的low振動数成分が主であり、加速度時刻歴の精度が求められるため、ごく小型

のセンサーモジュールでは制約が多いと考えられている。携帯端末の内蔵センサーの地震観測への利用はかなり以前から検討されており¹⁰⁾、アプリとしても入手可能である。また制度の比較的高いセンサーを使用して地震計として開発された製品もいくつか出ており、MEMS の中でもコストや性能のバランスで選択できる状況となっている。今回主に使用したセンサーは、震度計として開発され、気象庁検定も受けた製品である。

図 2-5-②-8 に稼働テストの状況を示す。ネットワーク接続と電源供給を PoE ハブで行っており、この状態では複数の同時稼働を実施しているが、実際には 1 か所に 1 台ずつ設置を想定している。精度の高い加速度計とともに加振することで、震度計としての機能は震度 0～1 相当から上限まで十分な性能を持つことを確認したが、小振幅の加速度波形にはある程度のノイズが避けられない(図 2-5-②-9)。また、他のセンサーとの性能比較も行っている。実際に使用するうえでの重要な点は、性能もさることながら、稼働安定性と耐久性である。今年度の数か月程度の連続稼働テストでは問題なかったが、将来的に現場の悪条件下での長期テストで確認する必要がある。

ネットワーク接続については、有線ネットワークが使える場所では問題ないが、情報セキュリティ方針の制約から、建物内 LAN への接続や建物外への通信は制限されている場合がほとんどである。その際は、4G 携帯電話回線でデータ通信を利用することが一般的である。図 2-5-②-10 に稼働テスト例を示す。電波状況などにより差はあるが、都市域であれば、この目的には十分なデータ転送性能が得られている。災害時を想定すれば MEMS センサーと通信機器のいずれも電力消費は比較的小さいため、電源は UPS 等で賄える。回線の安定性は被災状況次第であるが、震度情報のみを送信するのであればデータ量はごく小さく、悪条件に強いと考えられる。



図 2-5-②-8 MEMS センターの有線ネット接続による稼働テスト

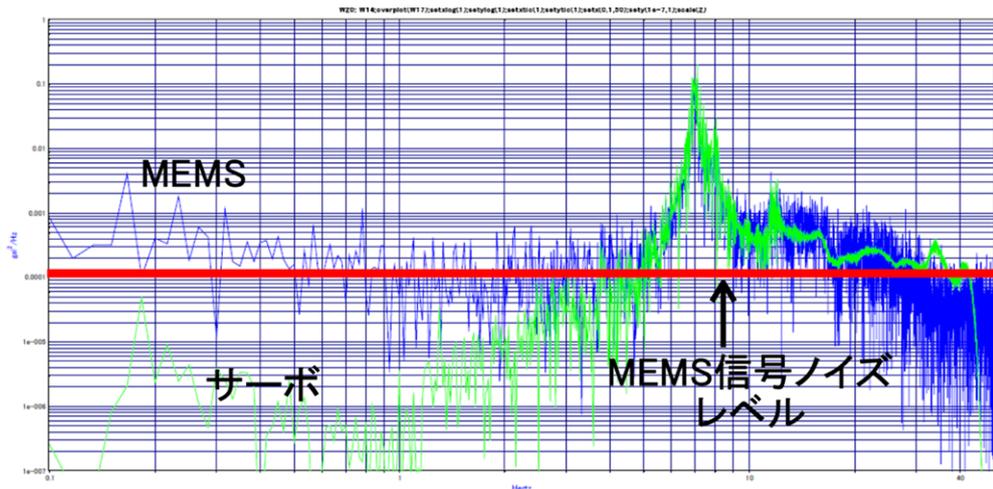


図 2-5-②-9 MEMS とサーボのパワースペクトルの比較



図 2-5-②-10 MEMS センターの LTE 無線ネット接続による稼働テスト例

接続先のシステムについては、実際にサーバーシステム（仮想を含む）がある場合と、すべてクラウドに依存することも考えられる。クラウドであれば災害も機能する可能性がある。今年度はデータを実際のサーバーに送ってデータベース化するシステムまでを試験的に開発したが、今後は多様な接続を想定したシステムのプロトタイプを検討する。

このようなシステムの運用テストに向けて、これまでも連携活動を実施してきた愛知県西三河地域の市町およびライフライン事業者との連携体制を準備した。これらの自治体は、ほとんど市街地のみの小規模自治体、津波避難を必要とする沿岸域を持つ自治体、合併により広大な市域や山間部を持つ自治体、製造業の大規模拠点を持つ自治体など多様である。またライフライン事業者は、ネットワークの稼働のための情報網を運用しているが、変電所等の主要施設の建物を考慮する点が重要である。このような連携体制から、震度計による詳細震度分布把握や重要建物被災把握のニーズ確認を進めている。それぞれで精度の高い観測を別途保有する中で、精度とコストのバランスの異なる観測体制の活用についての議論を行っている。

3) リアルタイムでの社会様相（対応リソース、状況、人）把握システム構築

大規模災害時、各種インフラの被害状況並びに復旧状況を子細に把握することを目指し、インフラの維持管理に関わるステークホルダーによる情報収集を目指す。今年度は愛知県企業庁（以下、企業庁）と連携し、同県内の水道インフラを例に、状況をリアルタイム把握するためのプラットフォーム開発を試行した。

本研究で用いるシステムは名古屋大学が独自に開発してきた災害情報収集基盤「CASI-KA」¹¹⁾をベースとしており、同システムは汎用的なスマートフォン端末にインストールするアプリケーションと、サーバサイドで動作する管理アプリケーションの組み合わせで成り立っている。基本的な動作は、センサーとなる一人ひとりの人間（調査員）が現場で写真や動画による情報収集を行い、それらをリアルタイムでサーバーに集約することで、管理者（本部）が状況判断や調査員への指示を行うものとなっている。この基本的な概念を図2-5-②-11に示す。



図2-5-②-11 CASI-KAの基本概念

CASI-KAは本来災害発生直後の被害調査ツールとして開発してきた経緯があり、様々な組織や災害種別に応じて汎用的に利用できるような設計になっている。本研究ではこれを活用し、平常時のインフラ管理においてメンテナンス情報共有ツールとして利用するとともに、南海トラフ地震発生時に水道インフラの被害状況と復旧状況、ならびに現場の対応リソース等について把握するためのツールとして用いる。

より具体的には、企業庁の各事務所における水道管路管理担当者がスマートフォンの地図画面で管路網を確認しながら、管路の被害状況や復旧状況に関する情報登録を行い、企業庁本庁においてリアルタイムな状況把握と指示を可能とすることを目指している。なお同システムを用いてこれまでに同種の実証実験を各地で行ってきており、

災害時と平常時で同一のシステムをシームレスに活用することが肝要であることが分かっている¹²⁾。実証実験の様子を図2-5-②-12に示す。そのため本研究では、平常時の管路メンテナンス作業への活用を先行して試行している。



図2-5-②-12 CASI-KAを用いた地域情報収集実験の様子¹³⁾

今年度（令和2年度）は、次年度以降の本格的な運用を見据えた環境整備を行った。具体的には、以下に示す通り愛知県企業庁をフィールドとした、各関係者への説明および事業の承認と、そのためのシステムの整備である。

まず、本システムの主たる導入先は愛知県企業庁本庁である。本庁の技術監および水道部長に計画の了承を得た後、水道事業課と水道計画課の各担当にシステムの説明を行った。また、本庁と連携する水道事務所として、愛知用水水道事務所（尾張旭出張所を含む）、尾張水道事務所の2事務所の担当者にも同様の説明を行った。これらの担当者は、普段から管路網の維持管理に携わり、漏水などのトラブルを発見・報告することを担っている。さらに、実際の復旧工事にあたっては各地域の事業者がおり、必要に応じてこの事業者とも情報共有を行っている。

前述のとおり平常時の管路メンテナンス、例として管路設備点検や漏水事故を対象として情報共有を行うことで合意した。運用を通じて対象とする事案や利用者（事務所や事業者）を拡大していくこととした。また、企業庁では管路情報システムを運用しており、過去の管路メンテナンスの電子データベースを有している。将来的にはこちらのシステムとの接続を視野に入れている。またシステムの利用者が増えるにつれ、管理者および利用者の階層的な管理が必要になることも議論の中で明らかになった。具体的には、本庁、各事務所で管理できる情報や利用者をグルーピングし、情報の共有範囲を柔軟に制御する等である。このようなシステムの改修は次年度以降の課題である。管理者の利用画面イメージを図2-5-②-13に示す。



図 2-5-②-13 CASI-KA 本部画面による情報集約のイメージ

システムの運用開始にあたり、企業庁から管路網 GIS データを提供され、これをシステムに登録した。これにより、スマートフォン画面においては管路網を地図上で確認しながら、正確な位置情報を伴った動画や写真を収集することが可能となった（図 2-5-②-14）。次年度は平時の管路メンテナンスにおいて運用を開始するとともに、2021年9月の企業庁防災訓練において南海トラフ地震発生を模したシステムの稼働訓練を行うことを予定している。



図 2-5-②-14 スマートフォン画面による水道管網表示（調査員）画面

(d) 結論ならびに今後の課題

1) リアルタイム社会様相把握システム構築を支えるデータ基盤

ライフラインの稼働状況や供給量の推移などにより社会の活性度合やその変化（災害時には被災状況）を推定しうる可能性のあることを明らかにした。今後、ライフライン事業者においてスマートメーターなど個別、かつ詳細なデータの取得を可能とする仕組みの導入が進み、さらに公共情報コモンズやベース・レジストリといった社会活動に関連するデータの活用基盤の整備が進むことで、社会様相を多様な視点からモニタリングすることが可能となることが期待される。臨時情報発表時、あるいは災害発生時に生じる可能性のある社会経済活動の変化を想定し、その変化の有無や程度は、どのようにすれば確認できるのかを検討すること、具体的なモニタリングの手法を明らかにしていくことが、今後検討すべき課題である。

2) リアルタイム振動モニタリングに関する基盤技術開発

社会モニタリングの基盤技術の一つとして、高密度震度観測網の効果を検討するとともに、そのための方針として階層的震度観測体制を議論した。このなかで、中間の階層の例として、比較的性能の高いMEMSセンサーによる震度計製品について性能確認と運用体制の検討を行った。結果として想定する目的のためには十分な性能と運用可能性を確認した。実際的な稼働テストに向けて、複数の基礎自治体やライフライン事業者と連携できる体制を構築し、一方でネットワーク接続技術やサーバシステムの開発に着手した。今後は実際的な設置状況での性能把握、長期の安定運用の確認、他の情報と一元利用するためのシステム構築、実際的なユーザーのニーズ把握などが課題となる。

3) リアルタイムでの社会様相（対応リソース、状況、人）把握システム構築

汎用的なリアルタイム情報収集・集約ツールを応用することで、災害対応に関わる人員そのものをセンサーとした社会様相把握のための枠組みについて検討した。今後、平常時のインフラ管理においてシステムの試用を進めるとともに、人員の習熟やシステムの改善、ならびに南海トラフ地震発生のような有事を模した訓練などを行い、リアルタイムの社会様相把握のためのデータ収集の可能性について検証を行っていく。本項では水道管路網をテストケースとしているが、その他の社会インフラへの応用展開やその際の課題を整理し、本研究課題全体で開発する高度なモニタリングシステムのモジュールとして完成させていく必要がある。

(e) 引用文献

- 1) 三菱総研：新型コロナによる電力需要への影響（2021.4.15 アクセス）
<https://www.mri.co.jp/knowledge/mreview/202006-1.html>
- 2) 電力広域的運営推進機関：電力需給検証_新型コロナウイルスによる電力需要への影響評価（2021.4.15 アクセス）
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/pdf/028_s02_00.pdf
- 3) 秦康範：電力供給量情報を利用した災害モニタリングシステム，第5回（社）土木学会地震災害マネジメントセミナー，2004
- 4) 総務省：「公共情報コモンズ」とは（2021.3.15 アクセス）

<https://www.soumu.go.jp/soutsu/shinetsu/sbt/bousai/bousai-kanren-4.htm>

- 5) 例えば、データ戦略タスクフォース、ベース・レジストリ・ロードマップ（案）、2020.12.8、デジタル・ガバメント閣僚会議、データ戦略タスクフォース 第一次とりまとめ、2020.12.21
- 6) 防災科学技術研究所：<https://xview.bosai.go.jp>（2021.3.20 アクセス）
- 7) 西日本新聞記事：電力データ災害時活用 家庭用，自治体へ提供可能に 国会に法改正案，2021.2.17
- 8) 秦康範，鈴木猛康，下羅弘樹，目黒公郎，小玉乃理子：新潟県中越沖地震における通れた道路マップの提供とプローブカー情報の減災利用実現に向けた課題と展望，日本地震工学会論文集，第9巻第2号，pp.148-159，2009.2
- 9) 杉山充樹，吉岡優樹，平井敬，福和伸夫：震度観測体制の年代差・地域差の定量評価と震度情報の解釈，日本地震工学会論文集，第20巻第7号，pp.101-119，2020
- 10) 平山義治，飛田潤，福和伸夫：携帯情報端末の内蔵センサを用いた簡易地震計の性能と建物モニタリングへの展開，日本建築学会学術講演梗概集，発表番号 21314，2012.9
- 11) 平常時と災害時の両面で活用できる地域災害情報収集・共有システムの開発と適用：倉田和己，新井伸夫，千葉啓広，上園智美，福和伸夫，災害情報 No.15-2，pp.187-196，2017.7
- 12) Various Issues in Regional Implementation of Real-time Information Sharing System Using Smartphone: Kurata Kazumi, Arai Nobuo, Chiba Yoshihiro, 2018 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES FOR DISASTER MANAGEMENT (ICT-DM), 2018.12
- 13) ケーブルテレビ四日市：ケーブル NEWS2018年9月18日放送より

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

- 1) 学会等における口頭・ポスター発表
なし
- 2) 学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載した論文 (発表題目)	発表者氏名	発表した場所 (学会誌・雑誌等名)	発表した 時期	国内・外 の別
南海トラフ地震に対する杭基礎中層庁舎建物の応答評価とその防災対策への活用	護雅史、 飛田潤、 福和伸夫	日本建築学会大会学術講演梗概集、 269-270	2020年9 月	国内
モバイル空間統計に基づく南海トラフ地震臨時情報発表時の津波防災対応計画に向けた浸水域の人口特性の把握	松原健太郎、 飛田潤、 福和伸夫	日本建築学会大会学術講演梗概集、 261-262	2020年9 月	国内

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

③事態想定シミュレーション手法の構築に関する検討

(a) 業務の要約

事態想定シミュレーション手法の構築のため、動的な被害予測手法導出のため、リアルタイム社会様相把握のための都市インフラデータの収集を行うとともに、人・物の地域間移動に関する時系列データ収集を行う。

また、事態想定シナリオ構築のため、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）での社会経済活動の停滞と臨時情報発表時の社会の委縮に伴う地域経済活動停止との類似性の視点から、新型コロナウイルス感染症対策での対策本部のあり方に関する検討を行うとともに、産業タイムラインや産業構造を組み込んだ事態想定を表現するための手法について検討する。

(b) 業務の実施方法

都市インフラに係る産業構造モデルを構築し、南海トラフ地震での臨時情報発表時の事態想定シミュレーション手法を検討するためには、都市インフラ（水道、電気、ガス等）と社会における人流、物流との関連について検討することが必要である。そこで、南海トラフ地震での臨時情報発表時の社会活動の萎縮が、新型コロナウイルス感染症 COVID-19 での緊急事態宣言発表時の事態と相似であるとの仮定に基づき、都市インフラのセンシング情報と人流データ、産業活動との関連を分析するための、人流データの集計手法の検討とデータ整備を行う。愛知県西三河地区を対象とし、COVID-19 の緊急事態宣言発表前後の 2020 年 1 月、2 月、4 月、5 月における 4 分の 1 地域メッシュ（250m）で人流データを収集した。

COVID-19（新型コロナウイルス感染症）への対策は危機管理上重大な課題である。厚生労働省は新型コロナウイルス感染症対策の基本的対処方針¹⁾を示し、「3 つの密（密閉・密集・密接）」を徹底的に避ける等の感染拡大防止対策が求められている。また、緊急事態宣言解除後においても、基本的な感染対策の継続など感染拡大を予防する「新しい生活様式」やニューノーマル（新常态）を社会に定着させていくことが必要である。現在、感染症と自然災害の複合災害については、災害時の避難所における新型コロナウイルス感染症対策等の検討がなされてきている^{2), 3)}。本稿では、被災水道事業体に設置される水道給水対策本部において 3 つの密を回避するために求められることを検討し、ポスト新型コロナウイルス感染症のニューノーマルにおける水道事業体における対策本部のあり方について考察した。

(c) 業務の成果

ユーザーの利用許諾を得たスマートフォンアプリからフリーWi-Fi への接続情報を取得し、アプリユーザーの属性偏りや毎月増加するユーザー数を考慮し、拡大補正した。そのうえで、月ごと、曜日ごと、1時間ごとに、あるメッシュにいるユーザーを集計し、曜日平均人数と、その居住地の内訳を集計した。さらに、推定居住地ごとに合計し、曜日平均を計算した。表 2-5-③-1 にレコードレイアウトを、表 2-5-③-2 に作成したサンプルデータの一例を示す。

表 2-5-③-1 収集したレコードレイアウト

カラム名	形式	説明
week_code	I	曜日 (Sun=1, Mon=2, Tue=3, Wed=4, Thu=5, Fri=6, Sat=7)
timezone	A	時間帯(t00~t23) ※本業務ではt09~t17のみ
mesh250m	I	当該時間帯に滞在したメッシュ ※愛知県西三河地区のみ
sum_users	I	上記メッシュに当該時間帯に滞在したユーザーの1ヶ月間の曜日別平均ユーザー数
lp_gun	K	上記メッシュに滞在したユーザーの推定居住地の郡名 ※愛知県のみ
lp_city	K	上記メッシュに滞在したユーザーの推定居住地の市町名 ※愛知県のみ
lp_tokubetsuku	K	上記メッシュに滞在したユーザーの推定居住地の特別区名 ※愛知県のみ
lp_mesh10km	I	上記メッシュに滞在したユーザーの推定居住地を10kmメッシュコードにしたもの
cnt_lp_users	F	上記メッシュに滞在したユーザーの推定居住地毎の曜日平均ユーザー数

形式凡例
 I: 整数 (半角)
 F: 小数点付き半角数字 (半角)
 A: 半角英数字記号
 K: 全角文字

表 2-5-③-2 サンプルデータの一例

week_code	timezone	mesh250m	sum_users	lp_gun	lp_city	lp_tokubetsuku	lp_mesh10km	cnt_lp_users
1t10		5236670221	30		名古屋市	西区	523667	10
1t10		5236670221	30		名古屋市	守山区	523667	10
1t10		5236670221	30		瀬戸市		523760	10
1t10		5236670222	45		名古屋市	西区	523667	5
1t10		5236670222	45		春日井市		523770	10
1t10		5236670222	45		長久手市		523760	20
1t10		5236670222	45		日進市		523750	10
1t10		5236670223	8		名古屋市	緑区	523647	7
1t10		5236670223	8	知多郡	東浦町		523637	1
1t10		5236670224	26		名古屋市	昭和区	523657	5
1t10		5236670224	26		瀬戸市		523770	6
1t10		5236670224	26		瀬戸市		523760	7
1t10		5236670224	26		名古屋市	中川区	523656	8

当該曜日、当該時間帯にいたユーザーがそれぞれどの推定居住地から平均何人来ているかを示しています。

ポスト COVID-19 のニューノーマルにおける水道給水対策本部のあり方について考察した。今後、オフラインで災害対応を実施することの意義を理解しつつ、ICT 技術による災害対応業務を変革するという視点から、オフかオンではなく、一定の密を許容しつつ、感染リスクを減らすために新常态での水道給水対策本部をどうすべきか検討することが必要不可欠であることを示した。

(d) 結論ならびに今後の課題

事態想定シミュレーション手法の構築のため、動的な被害予測手法導出のため、リアルタイム社会様相把握のための都市インフラデータの収集を行うとともに、人・物の地域間移動に関する時系列データ収集を行った。今後は、事態想定シミュレーションのためのデータ整備や、事態想定シナリオの作成に向けたデータ分析を行うことが必要であ

る。

新型コロナウイルス感染症対策での対策本部のあり方に関する検討を行うとともに、産業タイムラインや産業構造を組み込んだ事態想定を表現するための手法について検討した。その結果、対策本部における意思決定や情報発信などのさまざまな階層における対応や行動を事態想定シナリオに組み込むとともに、統一モデリング言語（UML, Unified Modeling Language）を用いて、南海トラフ地震臨時情報発表時の社会様相や事態想定を記述する手法の検討が今後の課題である。

(e) 引用文献

- 1) 厚生労働省：新型コロナウイルス感染症対策の基本的対処方針，令和2年3月28日（令和2年5月25日変更），新型コロナウイルス感染症対策本部，2020.
- 2) 防災学術連携体：https://janet-dr.com/070_seimei/071_seimei200501.html，2020.（accessed on 令和3年1月15日）
- 3) JVOAD：新型コロナウイルス避難生活お役立ちサポートブック0529版，2020.

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

- 1) 学会等における口頭・ポスター発表
なし
- 2) 学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載した論文 (発表題目)	発表者氏名	発表した場所 (学会誌・雑誌等名)	発表した 時期	国内・外 の別
ポスト新型コロナウイルス感染症のニューノーマルにおける水道給水対策本部のあり方に関する一考察（査読無）	平山修久	令和2年度水道研究発表会講演集， 718-719	2020年11 月	国内

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

- 1) 特許出願
なし
- 2) ソフトウェア開発
なし
- 3) 仕様・標準等の策定
なし

④臨時情報発表時における地域情報共有連携手法の構築

(a) 業務の要約

臨時情報発表時における地域情報共有連携手法を検討するにあたり、遠隔型のワークショップ及び訓練ツールを開発し、遠隔型のワークショップを試験的に開催し、関係機関の臨時情報発表時における現状の体制及び課題について共有、意見交換を実施した。

表 2-5-④-1 にワークショップ開催概要を示す。

表 2-5-④-1 遠隔型ワークショップの開催概要

実施日	令和3年2月5日
会場	名古屋大学減災館減災ホール 参加者は Zoom ミーティングで参加
参加機関	約 70 機関がリモート主体で参加 ※西三河防災減災連携研究会会員市町（9市1町）、愛知県、名古屋大学減災連携研究センター、トヨタ自動車（株）、中部電力（株）、東邦ガス（株）、内閣府、名古屋地方気象台、中部地方整備局、国立研究開発法人防災科学技術研究所、（一社）中部経済連合会 他
参加者数	約 200 名
実施目的	巨大地図プロジェクションマッピングの手法を用いて南海トラフ地震発生時の津波浸水被害等の様々な「リスク」等を共有すると共に、情報収集及び情報共有内容や方法等を確認し、関係機関の連携強化を図る。
ワークショップの流れ	『前半：ワークショップ』 <ul style="list-style-type: none"> ・ 南海トラフ地震臨時情報発表時の想定について（四国沖で地震発生） ・ 南海トラフ地震発生時の想定について（三重県南東沖で突発地震発生） 『後半：意見交換』 <ul style="list-style-type: none"> ・ 南海トラフ臨時情報発表時の各機関が抱える課題について ・ 南海トラフ地震発生時に各機関が共有すべき情報について



写真 2-5-④-1 遠隔型ワークショップの様子

西三河防災減災連携研究会ワークショップを開催しました

【概要】	
■日 時:	令和3年2月5日(金) 午後2時～午後4時頃 ※【前半】WS(60分)【後半】意見交換(60分)
■場 所:	名古屋大学減災館 ※WEB(Zoom) 混合開催
■主 催:	西三河防災減災連携研究会
■参加者:	約70機関(約200名)がリモート主体で参加 ※西三河防災減災連携研究会会員市町(9市1町)、愛知県、名古屋大学減災連携研究センター、トヨタ自動車(株)、中部電力(株)、東邦ガス(株)、内務府、名古屋地方気象台、中部地方整備局、国立研究開発法人防災科学技術研究所、(一社)中部経済連合会 外
■目 的:	巨大地震「プロジェクトンマッピング」の手法を用いて南海トラフ地震発生時の津波風水被害等の様々な「リスク」等を共有すると共に、情報収集及び情報共有内容や方法を確認し、関係機関の連携強化を図る
■内 容:	【前半: WS】 ①南海トラフ地震発生時情報発表時の想定について(四国沖で地震発生) ②南海トラフ地震発生時の想定について(三重県南東沖で突発地震発生) 【後半: 意見交換】 ①南海トラフ臨時情報発表時の各機関が抱える課題について ②南海トラフ地震発生時に各機関が共有すべき情報について
	※西三河防災減災連携研究会会員市町 岡崎市、碧南市、刈谷市、豊田市、安城市、西尾市、高浜市、みよし市、幸田町、知立市



図 2-5-④-1 ワークショップ実施概要¹⁾

(b) 業務の実施方法

1) 当日の会場設営など事前準備

ワークショップ当日は、メイン会場である名古屋大学減災館1F減災ホールに西三河地域の巨大地図を設置し、プロジェクションマッピングのシステムを準備した。また、メイン会場を一望できる形でカメラを設置し、Web (Zoom)にてメイン会場の様子を参加者に配信、メイン会場の正面スクリーンには配信映像を投影し、メイン会場のファシリテーターとWeb (Zoom)参加者がリアルタイムでコミュニケーションをとれるように設定した。

ワークショップ参加者は、全てWeb (Zoom)での参加とし、参加者は当日にWeb (Zoom)と連動して情報共有に活用する特設Webサイトへのスマートフォン・PCでの接続を依頼した。また、参加者が閲覧する特設サイトの映像をメイン会場のスクリーンに投影し、参加者が閲覧しているZoom映像と特設サイト映像をワークショップのファシリテーターがリアルタイムで確認できるように配慮した。

また、今回は更なる臨場感を演出することを目的とし、中部日本放送アナウンサーによる臨時ニュース放送ブースをメイン会場に設営した。



写真 2-5-④-2 ワークショップ会場設営

2) ワークショップの全体進行シナリオ

ワークショップは2部構成とした。第1部は南海トラフ地震臨時情報発表時の想定についてのワークショップとして、四国沖で地震が発生した想定で、発災直後から気象庁による臨時情報（調査中⇒巨大地震警戒）が発表されるまでの各機関の対応について議論を行った。

第2部は南海トラフ地震が発生（突発地震を想定）した想定で、発災直後から各機関が発災直後に実施すべき事象（災害対策本部の設置、被害情報の収集）についてファシリテーターによる解説を交えて、確認、意見交換を行った。

ここでは臨時情報に関して議論を行った第1部における実施方法及び成果について述べる。

表 2-5-④-2 ワークショップの進行シナリオ（臨時情報発表時）¹⁾

時間	事象	項目	内容	対応機関	モニター(Zoom)	巨大地震	スマホ	
1. 南海トラフ地震臨時情報の発表（四国沖で地震発生）【0分】								
14:10	(1) 四国沖で地震発生（西日本各地で震度7を観測） ※愛知県では震度4を観測	①	地震発生	【WS開始】	事務局	会場		
		②	速報ニュース	緊急地震速報	CBCアナウンサー	速報ニュース		
				地震映像（西側） 地震の揺れ（東側）	事務局	内閣府動画 （ビル街減等）	地震動伝播の様子	
				（震度速報により予測されない場合）	震度速報、大津波警報	CBCアナウンサー	速報ニュース	
③	避難指示	沿岸地域の避難/緊急避難場所への避難 （避難指示発令区域を西三河で共有）	福和教授→ 西尾市、（碧南市）	発言者				
(2) 南海トラフ地震臨時情報の発表（調査中⇒巨大地震警戒）		④	速報ニュース	津波の到来（西側） 臨時情報（調査中）の発表	CBCアナウンサー	速報ニュース 津波の動画	津波伝播の様子	
		⑤	気象庁会見	地震・津波について 臨時情報の発表について	名古屋地方気象台 事務局	事前録画映像		
				（補足）	臨時情報の説明等 （種類、流れ、発表文等）	福和教授→ 名古屋地方気象台	発言者	
		⑥	臨時情報発表時の事態想定 （各機関の対応）	臨時情報発表時の事態想定 （各機関の対応）	【社会の事態想定】 ・沿岸部は大津波警報に伴い宴会等へ避難中だが、 震度4のため、揺れに伴う大きな被害は無い様子 ・そんな中臨時情報が発表され、住民は混乱 ・道庁に避難しようとする人で主要道路が渋滞 ・揺れ、大津波警報等により路上・減速中の救急は、 臨時情報発表に伴い、再開の目途が立たない ・主要駅では帰宅困難者等であふれている 等	福和教授	会場	
					【政府の対応について】 ※緊急災害対策本部、大臣会見予定等 ※臨時情報発表時の臨時への呼びかけ （日頃の備えを再確認するとともに、津波の危険性が 高い地域では一週間避難を継続する等）	福和教授→内閣府	会場、発言者 発言内容	
					【行政・住民の対応】 ※災害の体制、事前避難対象地域、学校、津波浸水 区域、急傾斜地、耐震性の低い家屋等の対策（よび かけ等）	福和教授→ 愛知県、岐阜市、豊田 市 （他はチャット報告）	会場、発言者 発言内容	
					【中部地域の対応】 ※災害の体制、西側への応援、道路の対応等	福和教授→中部地区	会場、発言者 発言内容	
					【企業の対応】 ※計画策定の検討段階について （行政・ライフライン対応に左右される）	福和教授→中電、東邦 ガス、中経連等	会場、発言者 発言内容	
					【国（内閣府）の対応】 ※中部連絡会等の取り組み紹介	福和教授→内閣府	会場、発言者 発言内容	
	留地（案）	⇒まだまだ課題は山積み、後半の意見交換で各機関が抱える課題を整理しましょう。						

(c) 業務の成果

ワークショップは、四国沖で地震が発生した想定に基づき、地発生直後から約2時間まで想定されるタイムラインに従って発表される各種情報及び想定される状況を参加者全員で共有した後、参加各機関が臨時情報発表時にどのような体制・対応を行うのか、情報交換を行った。

1) 発災から南海トラフ地震臨時情報発表までの想定

発災後に想定される状況と、ワークショップで示した各資料を順に述べる。

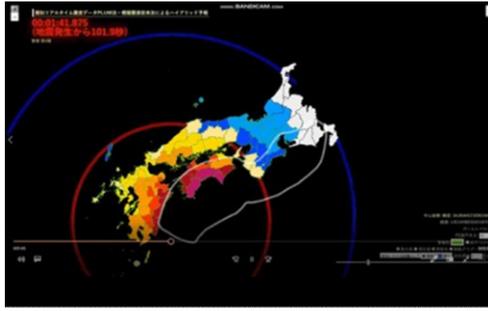
a) 地震発生

【ワークショップ1の地震発生時の前提条件】

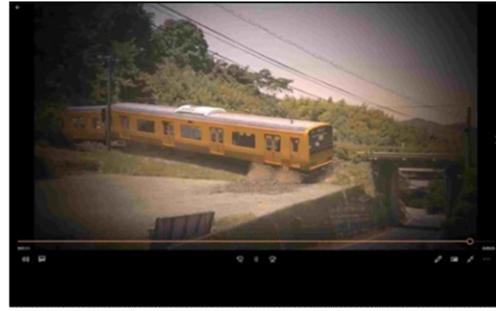
- ・時刻：令和3年2月5日の14時
- ・天候：晴れ
- ・気温：6度
- ・風力：1 m/s 北西の風
- ・状況：各自の職場で勤務中

b) 緊急地震速報の発表

四国沖で地震 強い揺れに警戒から九州全域、四国全域、中国全域、近畿一部の地域とし、図2-5-④-2に示す揺れの伝播想定²⁾を提示するとともに、アナウンサーによる速報ニュース実況を行った（写真2-5-④-3）。図2-5-④-3に想定地震の震度分布と津波警報発表状況³⁾を示す。



揺れの伝播想定



想定動画

図 2-5-④-2 四国沖震源による地震の想定動画²⁾



写真 2-5-④-3 アナウンサーによる速報ニュース実況

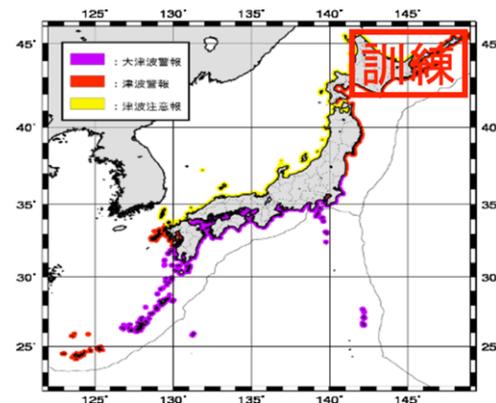
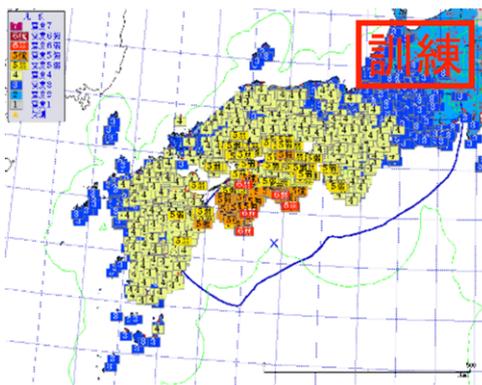


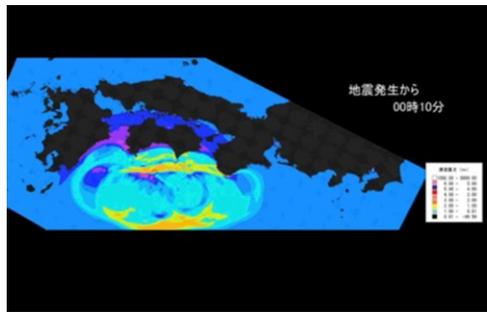
図 2-5-④-3 想定地震における震度分布、津波警報発表状況（名古屋地方気象台作成）³⁾

c) 避難指示

沿岸地域の避難/緊急避難場所への避難（避難指示発令区域を西三河で共有）⇒避難指示発令によって、西三河の各市町はどのような対応を行うのか？

d) 南海トラフ地震臨時情報（調査中）発表

アナウンサーによる速報ニュース実況とともに、四国沖地震による津波の想定動画を提示した。



津波の伝播想定動画



東日本大震災時の名取市沖の津波動画

図 2-5-④-4 四国沖震源による津波の想定動画²⁾

e) 気象庁による記者会見

名古屋地方気象台による動画により、気象庁による記者会見を提示した。



写真 2-5-④-4 気象庁による記者会見の動画

f) 臨時情報（巨大地震警戒）発表

臨時情報（巨大地震警戒）が発表されたことを共有した。

2) 臨時情報発表時の対応に関する共有

発災直後から臨時情報（巨大地震警戒）発表までの流れを参加者全員で確認した後、参加機関から現時点で想定している臨時情報発表時の体制等について、情報共有を行った。

3) ワークショップによるグループディスカッション

ワークショップ参加者はZoomのブレイクアウトルーム機能を用いて、(1)臨時情報に関して各機関が抱える課題、(2)南海トラフ巨大地震発生時に各機関が共有すべき情報、についてグループディスカッションを行った。

なお、グループは西三河の各市町を等分に分け、オブザーバー参加の愛知県、中部地整、中部電力、東邦ガス及び名古屋大学減災連携研究センター教職員をランダムに分配した。各グループのファシリテーターは、西三河各市町の担当者が担い、各グループ発表した。

その結果、以下のような課題、共有すべき情報が抽出された。

a) 臨時情報に関する各機関の課題

臨時情報の周知、社会側の理解不足、臨時情報発表初期の情報収集、臨時情報に対する自治体間の温度差、学校に対する対応及び要請、広域的な視点での判断基準

b) 南海トラフ巨大地震発生時の共有すべき情報

各市町村の被災情報、ライフライン（緊急輸送道路、電気、ガス、水道、広域下水道、通信）に関する被災情報や復旧見込み

(d) 結論ならびに今後の課題

関係機関の臨時情報発表時における現状の体制及び課題に関する意見交換の場として前述のワークショップを開催した。その結果、各機関で臨時情報発表時の体制について検討状況にばらつきがあり、必要な議論、検討が不十分であることが示された。これは、臨時情報が発表された際、社会がどのように変化するのかを関係機関で共有、検討、議論されておらず、想定している社会情勢が各機関によって異なることによるものと考えられる。また、臨時情報に対する地域社会の認知度が低く、臨時情報発表時の社会情勢を十分に考察できる状況に至っていない点を指摘した。

臨時情報発表時における地域情報共有連携手法を構築するためには、臨時情報発表によって生じる地域社会全体の変化、課題について関係機関が議論、共有し、それに対する具体的な対応内容を相互で理解することが必要不可欠であると考えられる。

このような課題を解決する手段として、関係機関が一堂に会するワークショップの実施は有益であると考えられる。今回実施した遠隔型のワークショップは物理的な移動の必要性がないため、従来の参集型ワークショップと比較して、非常に多くの関係機関が参加可能な取り組みであり、臨場感を演出する各種ツールなどを導入することでより実効性、有効性の高い取り組みとなることが確認できた。今後コロナ禍が終息したとしても、遠隔型のワークショップの需要は絶えることはないといえよう。

今後もこのような手法を用いて、臨時情報発表時における地域情報共有連携手法を関係機関と協力の上での検討が求められる。また、ここで検討したワークショップ手法は、①産業タイムラインや産業構造、②リアルタイム社会様相、③UMLなどによる社会様相シナリオを、ワークショップや図上演習における提示シナリオとして構築するとともに、参加者の対応や判断を社会様相シナリオとして構築することが可能となると考える。

(e) 引用文献

- 1) 名古屋大学減災連携研究センター：令和2年度南海トラフ地震による総合啓開における社会経済活動の早期復旧に関する研究報告書，2021
- 2) 内閣府，南海トラフ巨大地震、首都直下地震の被害と対策に係る映像資料，http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/nankai_syuto.html

3) 名古屋地方気象台：南海トラフ巨大地震想定地震における震度分布、津波警報発表状況に係る資料，2021

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

1) 学会等における口頭・ポスター発表

なし

2) 学会誌・雑誌等における論文掲載

なし

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし