

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	幸山寛和
	産学協同研究部門特任准教授	小沢裕治
	産学協同研究部門特任助教	羽田野拓己
	共創社会連携領域教授	飛田潤
	副センター長・教授	富田孝史
	共創社会連携領域特任准教授	木作尚子
	共創社会連携領域特任助教	千葉啓広
	研究員	山崎暢
	研究員	野村一保
研究員	石原宏	
名古屋大学	名誉教授	福和伸夫
名古屋大学災害対策室	教授	護雅史
名古屋大学大学院工学研究科	教授	野田利弘

(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 年間の年次実施計画

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。新型コロナウイルス感染症（以下、COVID-19）による社会の活動委縮等と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：

産業復旧タイムライン構築に向けて、令和 2 年度に収集した構成要素データの拡張整備を行った。気象条件等の内生的な要因のほかに、社会情勢に起因したさまざまな外力の影響が電力需要量を左右していることを示した。そのうえで、地域産業の相互依存関係を抽出した。また、産業活動データを用いて産業への影響分析モデルを構築し、業種別の COVID-19 の影響を評価した。リアルタイムでの社会様相把握手法の開発のため、令和 2 年度に整備したリアルタイム振動モニタリングによりモニタリングデータの収集と社会様相との関連について検討した。産業活動に係る人流、物流のリアルタイム把握システムの構成を検討し、リアルタイムモニタリングの要素モデルを作成した。高密度・階層的な地震動モニタリングシステムを構築し、地盤条件の異なる近接 2 地点間の観測記録の差異を明らかにした。組織間を横断した災害情報共有の試行実験により、人的リソースと対応状況の効率的把握のための必要要素を示した。事態想定シナリオ構築に向けて、臨時情報発表時の社会萎縮に伴う事態想定シナリオのため、COVID-19 の都市インフラリアルタイムデータからみた事態想定を検討を行った。名古屋大学減災連携研究センター、自治体研究会、あいち・なごや強靱化共創センターと連携し、ワークショップを地域研究会活動として実施した。地域におけるモニタリング情報共有の協働参画手法の検討として、巨大地図へのプロジェクションマッピングを用いて、南海トラフ地震発生時のさまざまなリスク等を共有するとともに、南海トラフ地震臨時情報発表時の事態想定を学び、その際の取るべき行動や事前準備について考え、関係機関の現状や課題を共有することで、関係機関の連携強化を図った。

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ことを目的として、令和 3 年度に続いてイ

ンフラおよび個別産業種のデータの整備、分析を実施した。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した。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に向けた、対応ワークシート及び、臨時情報発表時の災害事象の要因分析手法の開発を行った。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のため、社会様相把握のため、水供給の視点から数値解析評価を実施した。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、共有促進のためのワークショップを実施した。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のための事態要素について構造化を行った。

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した。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するとともに、地域と建物群のモニタリングについて地域・観測情報の蓄積とリアルタイム社会様相把握のためのインターフェイス開発を行った。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するとともに、臨時情報発表時の産業活動の萎縮回避のための事前における検討手法についてワークショップの実践を通じて進めるとともに、具体的な事前防災投資による対策技術を検討した。

5) 令和6年度：

産業復旧タイムライン構築のため、令和5年度までに新型コロナウイルス COVID-19 感染症緊急事態制限下や令和4年5月明治用水頭首工大規模漏水事故をケーススタディとして構築した電力供給、工業用水供給に基づく地域産業構成要素データに基づき、地域産業の相互依存性関係を抽出し、地域産業構造の可視化モデルを構築した。また、令和6年能登半島地震での令和5年5月以降の群発地震や後発地震の恐れに伴う社会活動委縮や短期的な事前防災投資への影響を把握した。令和4年度までに構築したリアルタイムモニタリングシステムのデータ収集を継続的に実施し、モニタリングデータの高度化と地域での共有促進のための協働参画手法の探求、机上演習での状況付与データの検討を実施した。臨時情報発表時の事態想定シナリオ構築に向けて、臨時情報発表時の各主体の事後対応の構造化を行うとともに、多様な主体が参画可能な机上演習に活かすことができる事態想定シナリオについて、2024年8月8日臨時情報（巨大地震注意）発表時をケーススタディとして、臨時情報発表時の社会様相シナリオデータを構築し、多様な主体が参画可能な机上演習シナリオを構築した。また、個別事業者を対象に、臨時情報机上演習を実施し、個別企業における臨時情報机上演習手法として取りまとめた。

(e) 令和6年度業務目的

本研究業務が目指すべき到達目標は、地域や産業界と連携し、南海トラフ地震臨時情報発表時の机上演習に活用するための事態想定シミュレーション手法を構築するものである。したがって、机上演習において、地域や産業界の机上演習参画者に対して、

産業構造把握に基づく産業タイムライン、社会様相モニタリング、事態想定に基づいた状況付与を行うことが必要となる。すなわち、南海トラフ地震臨時情報発表という具体的かつ科学的成果に基づく状況付与に対して、参画者がどのように対応するのかを問いかけ、それらの対応に対して、産業タイムラインに基づく地域産業の活動状況、リアルタイムモニタリングで把握されうる地域社会の様相、事態想定シミュレーションで想定されうる状況、あるいは、サブサブ課題2(g)での多様な時間断面でのリスク情報を、状況を付与し、臨時情報対応について検討、検証するものである。これらのことから、今年度においては、産業復旧タイムライン構築に向けて、令和2年度に収集した構成要素データの拡張整備を行うとともに、地域産業の相互依存関係を抽出する。これまでに整備した地域の高密度地震災害モニタリングシステムについて、試験運用に基づくデータ分析により有効性を検証するとともに、戦略的な観測点設置や効率的な建物被災度把握手法の検討を行う。また地域の基盤情報と観測データを集約し、企業や自治体の災害対応と平常時の訓練・WSへの利用を想定したインターフェイスを構築する。事態想定シナリオ構築に向けて、臨時情報発表時の社会萎縮に伴う事態想定シナリオのため、COVID-19や2022年明治用水頭首工大規模漏水事故時の都市インフラリアルタイムデータからみた事態想定を検討とともに、官民における時間的・空間的な階層での臨時情報発表時の対応に関するデータ収集を行う。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究する。令和6年1月1日に発生した能登半島地震でのライフライン供給状況と社会様相、令和6年8月8日の日向灘の地震に伴う「臨時情報巨大地震注意」の発表に伴う社会様相も踏まえて昨年度までの検討結果の検証を行い、産業復旧タイムライン、リアルタイムでの社会様相把握、机上演習シナリオに活用可能な事態想定に関する調査研究を実施する。

(2) 令和6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

地震や風水害などの大規模な自然災害では、ライフライン、社会経済活動や産業活動に必要な施設や設備、ロジスティクス（物流）などが被害を受け、サプライチェーンが寸断されることによって、社会経済活動や産業活動が停止し、社会の萎縮が生じることは、これまでの事例からも明らかである。また、緊急事態宣言の発出などの「臨時情報」発表時においても、工場の操業停止、交通機関の運休などが起こりうる。すなわち、社会経済・産業や市民活動の不活性化を通じて、社会の萎縮が生じることになる。こうした萎縮状態は、GDP等の「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。一方で、社会の萎縮を予防、あるいは早期の解消を図る場合、リアルタイムで社会経済活動や産業活動の萎縮状態を予測・把握し、速やかに打ち手を講じることが重要である。

以上のことを踏まえ、南海トラフ巨大地震に関する「臨時情報」が発表された場合に懸念される産業活動の停滞状況についての予測手法等の確立が最終目標となる。

図2-5-①-1にこれまでの研究内容を踏まえて全体イメージを整理するが、「何かを観察して異常を検知し、その時の社会状況を知る」ことが目標となる。

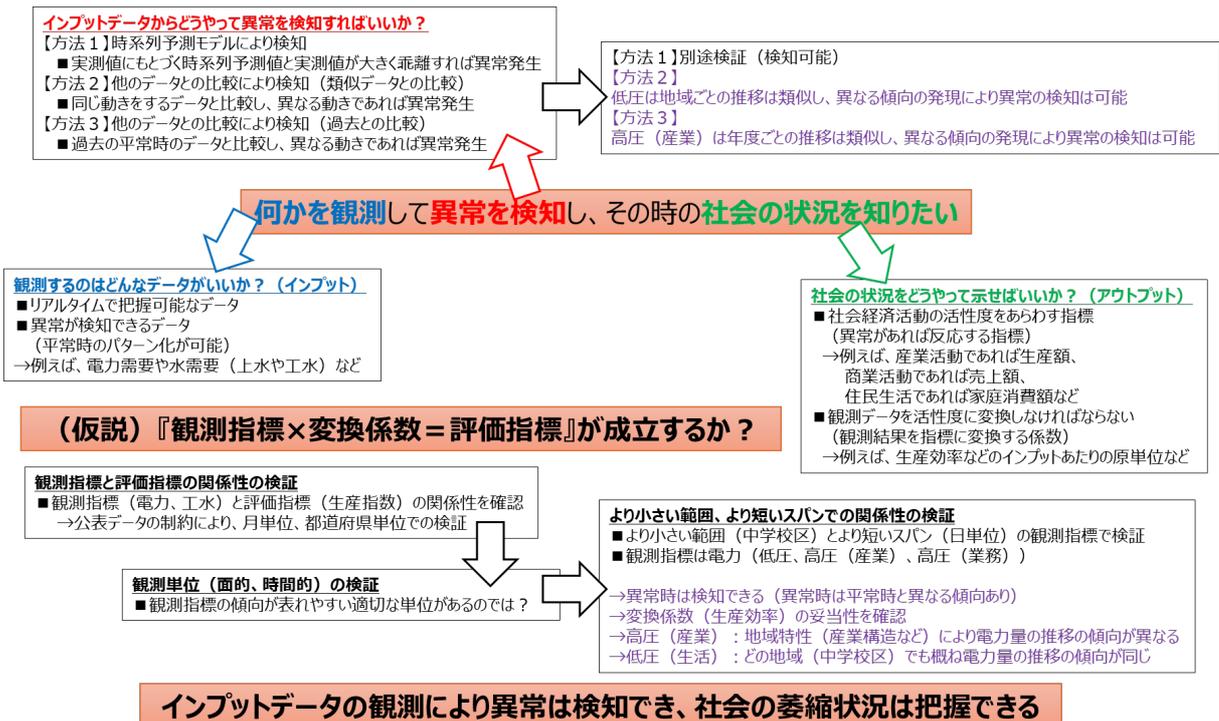


図 2 - 5 - ① - 1 研究の全体イメージ

(b) 業務の実施方法

南海トラフ巨大地震に関する「臨時情報」が発表された場合に懸念される産業活動の停滞状況について予測手法等の確立が最終目標となる。そこで、産業や市民生活に関わりの深い複数の都市インフラに焦点をあて、萎縮状態のモニタリングの可能性について検討した。

昨年度までに、地域産業の簡易構造モデルとして、input と output の関係性を検証し、input が把握できれば output が推計できることを見出した（図 2 - 5 - ① - 2 にイメージを示す）。



図 2 - 5 - ① - 2 地域産業の簡易構造モデル

これを踏まえて、今年度は地域を限定したうえで、よりリアルタイムに近い input データ（電力使用量）と地域産業の特性との関係性（地域特性の違いと電力使用量の違い）を確認するとともに、電力使用量にもとづく業種別生産額の推計モデルの構築を試みた。

「何かを観測する」とは、社会の状況を知るためには何を観測すればよいのか？どのようなデータを見ればよいのか？ということであり、これまでは、リアルタイムで

把握可能であり、異常が検知できる（平常時のパターン化が可能）なインプットデータとして、電力需要や工業用水道需要を取り扱ってきた。

図 2-5-①-1 における、「異常を検知する」については、インプットデータから異常を検知する方法として、以下の 3 つの方法を検討し、ここでは方法 2 と方法 3 を対象とする。

方法 1 時系列予測モデルにより検知：実測値にもとづく時系列予測値と実測値が大きく乖離すれば異常発生

方法 2 他のデータとの比較により検知（類似データとの比較）：同じ動きをするデータと比較し、異なる動きであれば異常発生

方法 3 他のデータとの比較により検知（過去との比較）：過去の平常時のデータと比較し、異なる動きであれば異常発生

また、異常検知のためのモニタリング実施にあたっては、「観測データの特性を把握」したうえで、「異常検知方法の選定」及び「観測単位の設定」を行う必要がある。この異常検知のためのモニタリングについて、表 2-5-①-1 に整理する。的確に観測データの特性を把握し、適切な異常検知方法の選定及び観測単位の設定を行うことで、異常検知度の精度向上を図った。

表 2-5-①-1 異常検知のためのモニタリング

①観測データの特性把握	②異常検知方法の選定	③観測単位の設定
・観測データに地域ごとの傾向がない 例) 電力需要（低圧）	【方法 1】 時系列予測モデルの推計値と実績値の乖離から異常を検知	観測したい単位で任意に設定
	【方法 2】 同時期における他地域との比較から異常を検知	
・観測データに地域ごとに傾向がある 例) 電力需要（高圧）、工業需要	【方法 3】 同地域における各年、各月などとの比較から異常を検知	観測データの傾向を分析したうえで、「モニタリングの目的」と「影響を与えている要素」から観測単位を設定 ※外的イベントに対して影響が表れやすいように（ぼやけないように）観測単位を設定
	【方法 1】 時系列予測モデルの推計値と実績値の乖離から異常を検知	

「社会の状況を知る」とは、異常を検知した時の社会の状況をどのように示すのか？ということであり、社会経済活動の活性度を表す指標（異常があれば反応する指標）として、産業活動であれば、生産額、商業活動であれば売上額、住民生活であれば家庭消費額などが考えられる。

また、観測指標（観測データ）を評価指標（活性度を表す指標）に変換する必要があり、『観測指標×変換係数＝評価指標』を成立させる変換係数、たとえば、生産効率などのインプットあたりの原単位が必要となる。

そこで、観測指標と評価指標の関係性の検証と観測単位（面的、時間的）の検証を行い、ここでは、より小さい範囲（中学校区）とより短いスパン（日単位）の観測指標（電力 低圧、高圧（産業）、高圧（業務））で検証する。

本報では、観測指標の特性を把握する（(c)-1）と共に、社会状況（産業活性度）の示し方（(c)-2）について検討した。

(c) 業務の成果

1) 地域特性による電力使用の差異

a) 検討の目的

昨年度（令和5年度）は、電力消費と生産額に関係性があるとの仮説を立て、これらの相関を検証することで、産業の活性度を電力使用の観測に基づいて把握する可能性を見出した。この中で、以下の2点が課題となっていた。

- i) 大口使用者である工場を対象として検証を実施した一方で、実際の「地域」では、電力使用の用途や業種が混在しているため、地域単位でも同様の傾向があるかを検証する必要がある。
- ii) 月単位の電力データを用いて検証を実施した一方で、日単位のリアルタイムに近いデータでも同様の相関が得られるかを検証する必要がある。

本年度は、対象を地域単位、電力データは日単位のものを用いることとし、本章では、小さい地域単位の電力使用状況は、その地域特性によってどのように差異が表れるか検証した。

b) 対象地域

刈谷市の一部、知多市全域、安城市全域、岡崎市の一部の国道1号線沿い付近の20箇所の中学校区を対象とした。図2-5-①-3に概要を示す。

また、各中学校区の地域特性は、その地域を優占している産業とした。これは、資本ストック量の割合により判断した。具体的な数値を表2-5-①-2~4、また安城市の数値を表2-5-①-2~5に示した。



図 2 - 5 - ① - 3 本研究の対象地域

表 2 - 5 - ① - 2 中学校別の資本ストック量 [1]

[単位：百万円]

No.	中学校区名	農林漁業	鉱業・建設業	製造業							
				飲食品	繊維工業	パルプ・紙	化学工業	石油製品・石炭製品	プラスチック製品	窯業・土石製品	鉄鋼・非鉄金属
1	富士松中学校	15,288	10,378	23,208	1,599	5,907	10,910	39,367	26,646	9,628	12,968
2	雁が音中学校	6,307	6,086	0	0	449	0	0	40,465	0	2,414
3	竜北中学校	5,272	5,246	5,994	3,481	0	17,793	104	12,066	14,669	2,733
4	知立中学校	4,899	5,205	550	160	0	0	0	3,662	364	2,760
5	知立南中学校	6,208	2,949	106	154	86	5,038	69	503	72	5,924
6	東山中学校	9,472	4,999	13,274	8,231	0	146	3,316	10,347	3,797	10,778
7	篠目中学校	4,698	3,134	39,235	585	7,063	0	35	5,520	14,474	245
8	安祥中学校	9,946	4,203	245	1,826	60	0	0	1,577	0	0
9	安城西中学校	16,434	6,483	2,499	4,972	2,001	841	0	10,602	16,175	1,386
10	安城南中学校	7,511	9,597	21,797	38	1,662	1,070	70	2,360	12,592	661
11	安城北中学校	7,980	5,017	7,585	4,275	2,774	116	0	111,640	636	3,511
12	明祥中学校	15,166	7,943	9,978	1,743	6,395	1,287	10,398	41,550	11,115	9,630
13	桜井中学校	20,777	8,275	6,642	3,275	395	6	87	46,650	983	797
14	矢作中学校	16,645	7,900	15,574	23,864	4,640	3,993	2,611	12,184	18,722	225
15	矢作北中学校	7,907	8,136	2,009	55,762	471	2,360	0	17,179	272	207
16	城北中学校	2,848	10,414	6,480	33,502	58	10,273	0	23,967	6,976	9,060
17	甲山中学校	5,217	10,941	5,781	4,049	174	14,686	0	3,080	12,402	741
18	竜海中学校	6,433	16,804	1,973	5,526	0	11,856	0	7,985	64	49
19	美川中学校	8,444	7,944	7,764	11,362	516	1,567	1,349	34,280	11,481	3,505
20	東海中学校	12,972	5,825	566	566	1,187	5,050	6,295	21,357	9,897	2,502
	計	190,424	147,478	171,258	164,967	33,839	86,991	63,700	433,621	144,318	70,097

表 2 - 5 - ① - 3 中学校別の資本ストック量[2]

[単位：百万円]

No.	中学校区名	製造業						
		金属製品	一般機械	電子部 品・デバ イス	電気機械	情報通信 機械	輸送機械	その他製 造業
1	富士松中学校	47,801	16,222	15	2,530	0	689,425	11,247
2	雁が音中学校	2,001	23,933	0	1,099	0	57,270	2,509
3	竜北中学校	16,650	47,303	1,290	4,476	0	59,390	9,831
4	知立中学校	10,284	18,448	46	3,913	0	85,985	9,111
5	知立南中学校	6,748	7,847	37	382	0	16,796	1,138
6	東山中学校	22,140	18,471	46	14,545	0	403,587	9,454
7	篠目中学校	1,953	4,400	0	35,740	0	6,520	2,604
8	安祥中学校	1,871	2,733	0	76	0	5,939	770
9	安城西中学校	8,096	32,808	122	1,061	0	758,526	9,525
10	安城南中学校	3,415	10,387	303	3,061	0	31,645	8,538
11	安城北中学校	8,535	68,515	0	2,896	0	33,875	8,609
12	明祥中学校	15,251	73,972	91	17,982	15	177,333	12,525
13	桜井中学校	1,169	4,770	138	4,831	0	732,719	1,479
14	矢作中学校	4,370	20,846	45	89	0	13,530	5,829
15	矢作北中学校	5,143	30,051	246	2,701	0	552,327	56,667
16	城北中学校	6,386	7,534	0	298	182	2,827	9,278
17	甲山中学校	691	4,177	0	2	0	306	6,048
18	竜海中学校	1,177	7,973	30	986	0	133	4,528
19	美川中学校	2,500	17,073	15	471	0	115,018	8,744
20	東海中学校	12,930	39,645	30	2,033	32	111,280	4,916
	計	179,111	457,107	2,455	99,174	230	3,854,430	183,352

表 2 - 5 - ① - 4 中学校別の資本ストック量[3]

[単位：百万円]

No.	中学校区名	業務									
		卸売・小 売業	金融・保 険業	不動産	運輸・郵 便業	情報通信 業	電気・ガ ス・熱供 給業	生活関連 サービス 業	教育・学 習支援業	医療・福 祉	その他 サービス 業
1	富士松中学校	27,140	1,896	10,932	9,056	431	39,026	11,397	12,280	9,029	14,179
2	雁が音中学校	16,999	1,113	7,006	9,181	59	33,730	6,456	2,147	3,508	17,122
3	竜北中学校	13,721	1,897	5,874	9,193	1,305	9,040	7,200	2,377	4,681	7,528
4	知立中学校	34,941	4,638	12,453	18,622	3,561	9,749	13,572	4,762	11,072	29,905
5	知立南中学校	6,868	316	4,068	8,085	493	6,087	2,094	1,259	6,694	7,190
6	東山中学校	24,043	2,170	6,632	14,694	4,472	20,358	5,351	1,665	2,899	16,572
7	篠目中学校	20,077	1,238	6,307	11,113	373	9,893	5,338	1,292	12,767	11,425
8	安祥中学校	7,239	1,284	2,809	11,861	63	8,874	14,821	1,602	22,265	3,346
9	安城西中学校	36,907	3,318	14,516	11,118	8,607	18,802	17,867	2,801	6,687	27,533
10	安城南中学校	34,583	12,471	13,829	26,130	4,308	17,551	15,137	9,824	11,998	37,537
11	安城北中学校	21,999	2,900	9,102	15,049	661	10,735	9,567	4,399	7,751	23,570
12	明祥中学校	11,131	535	1,089	5,595	30,088	21,906	4,608	253	3,067	6,049
13	桜井中学校	19,557	685	2,361	16,344	94	16,156	4,985	1,859	5,707	10,670
14	矢作中学校	15,055	1,513	3,901	15,333	993	29,266	2,827	2,188	2,902	9,778
15	矢作北中学校	21,967	1,518	4,078	12,108	3,589	7,397	6,628	6,866	2,681	41,400
16	城北中学校	48,370	23,227	18,348	10,381	33,962	8,621	20,105	2,606	9,293	34,288
17	甲山中学校	27,349	7,431	9,832	817	8,667	11,482	10,683	4,806	8,979	20,201
18	竜海中学校	46,144	32,053	24,164	14,757	9,471	15,763	19,504	6,011	13,433	52,145
19	美川中学校	32,146	812	4,499	12,258	2,170	8,260	11,257	8,568	27,991	7,660
20	東海中学校	9,462	1,042	1,502	18,975	1,612	27,396	2,252	1,918	16,711	15,298
	計	475,697	102,058	163,303	250,671	114,978	330,093	191,648	79,482	190,115	393,396

表 2-5-①-5 安城市の資本ストック量

[単位：百万]

資本ストック量		安城市	資本ストック量		安城市
農林漁業	農林漁業	91,983	サービス	卸売・小売業	175,535
鉱業・建設業	鉱業・建設業	49,651		金融・保険業	24,601
製造業	飲食品	101,254		不動産	56,645
	繊維工業	24,944		運輸・郵便業	111,904
	パルプ・紙	20,350		情報通信業	48,666
	化学工業	3,465		電気・ガス・熱供給業	124,276
	石油製品・石炭製品	13,905		生活関連サービス業	77,673
	プラスチック製品	230,247		教育・学習支援業	23,695
	窯業・土石製品	59,773		医療・福祉	73,141
	鉄鋼・非鉄金属	27,009		その他サービス業	136,701
	金属製品	62,430			
	一般機械	216,056			
	電子部品・デバイス	701			
	電気機械	80,194			
	情報通信機械	16			
	輸送機械	2,150,143			
	その他製造業	53,504			

c) 電力使用量

2020/4/1～2023/6/30の日単位の電力データ（高圧（業務用）、高圧（産業）、低圧の3種類）を用いた。これらのデータには、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）に対する緊急事態宣言発令を含めた感染対策の実施期間、明治頭首工事故発生から復旧までの期間が含まれている。

【非常時Ⅰ：コロナ禍による緊急事態宣言など（愛知県）】

倍煽ヲ畜機cm獣	2020/4/16 ↓	2020/5/14 ↑ 0点ヲ	←2020/4/7 ↓ 2020/5/25 ↑
倍煽ヲ畜機cm獐	2021/1/14 ↓	2021/2/28 ↑ 0点ヲ	←2021/1/8 ↓ 2021/3/21 ↑
㊦㊧佑睦架備kmhPa惊嘲獣	2021/4/20 ↓	2021/5/11	
倍煽ヲ畜機cm猿	2021/5/12 ↓	2021/6/20 ↑ 0点ヲ	←2021/4/25 ↓ 2021/6/20 ↑
㊦㊧佑睦架備kmhPa惊嘲獐	2021/6/21 ↓	2021/7/11	
㊦㊧佑睦架備kmhPa惊嘲猿	2021/8/8 ↓	2021/8/26	
倍煽ヲ畜機cm獨	2021/8/27 ↓	2021/9/30 ↑ 0点ヲ	←2021/7/12 ↓ 2021/9/30 ↑
㊦㊧佑睦架備kmhPa惊嘲獨	2022/1/21 ↓	2022/3/21	

【非常時Ⅱ：明治用水頭首工事故】

劣nF價架	2022/5/17 ↓
nAnF價架	2022/5/18 ↓
孫臏㊨30% nAnF	2022/5/19 ↓
孫臏㊨50% nAnF	2022/6/1 ↓
孫臏㊨75% nAnF	2022/6/27 ↓
孫臏㊨85% nAnF	2022/8/3 ↓
孫臏	2022/8/29 ↓

d) 中学校区ごとの電力使用に関わる分析

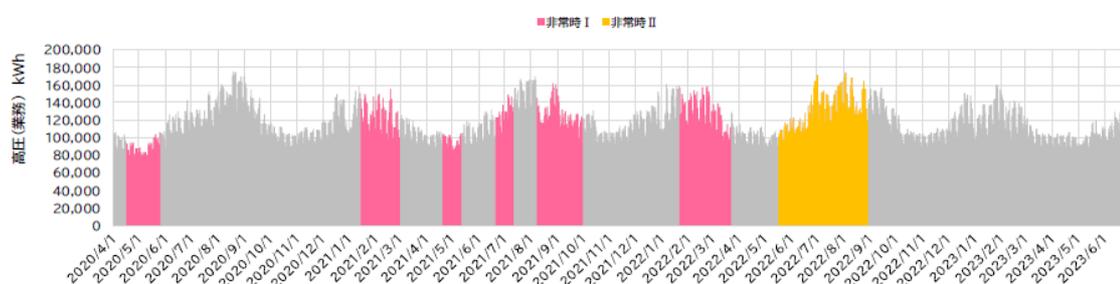
電力データの分析は、以下の4つの観点で実施した。なお、当該地域の産業の活性度に大きく影響するトヨタカレンダーの休日と第1回緊急事態宣言期間を除く日を平常時と定義する。

i) 電力使用量の推移

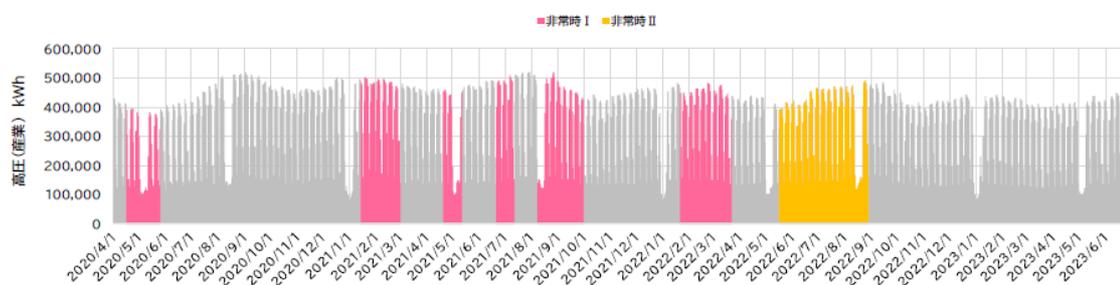
当該地域の電力使用量について、輸送機器産業が大部分を占める刈谷市富士松中学校区（図2-5-①-4）、飲食料品の割合が多い安城市篠目中学校区（図2-5-①-5）を例に推移を示した。

季節では夏と冬、曜日では平日に使用電力量が増える周期性は共通して確認できる。

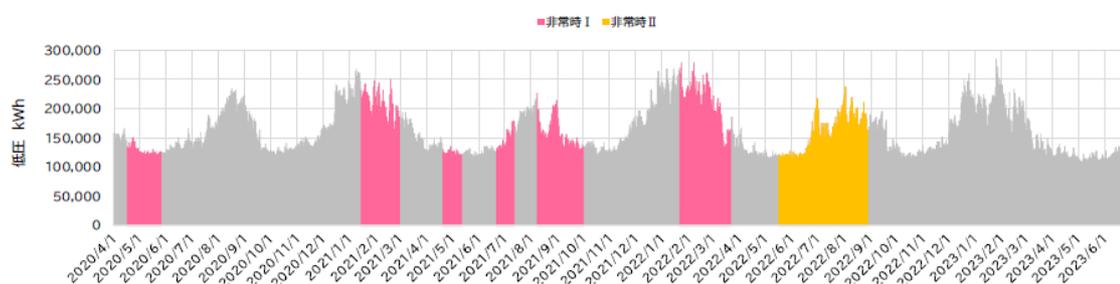
高圧（産業）においては、日使用量が多・中・少の3層に分かれる傾向が見られる。産業用途では、構成する業種の総電力使用量の差や、業種による週末の稼働の有無などが、その地域の特性（産業構成）により周期性が異なっている可能性が示唆された。



（高圧 業務用）

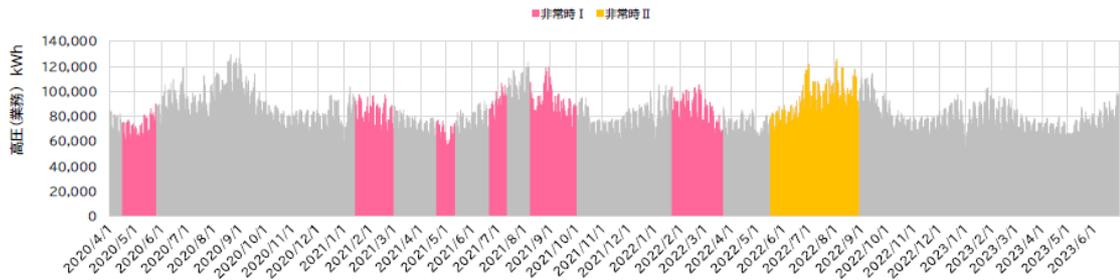


（高圧 産業用）

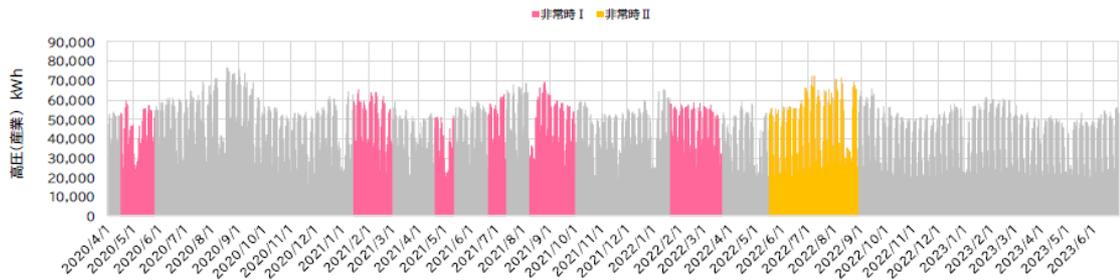


（低圧）

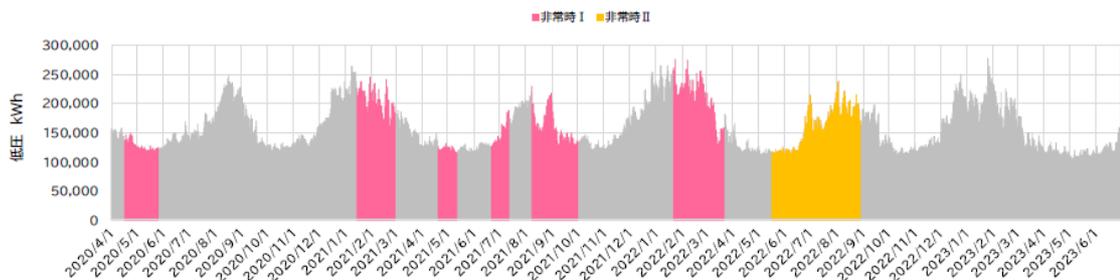
図2-5-①-4 使用電力量の推移（刈谷市 富士松中学校区）



(高圧 業務用)



(高圧 産業用)



(低圧)

図 2 - 5 - ① - 5 使用電力量の推移 (安城市 篠目中学校区)

ii) 曜日別電力使用量

地域ごとの周期性を曜日ごとの電力使用量により分析した。なお、非常時は 1 回目の緊急事態宣言時を対象とした。

表 2 - 5 - ① - 6 に刈谷市 富士松中学校区、表 2 - 5 - ① - 7 に安城市 篠目中学校区の曜日別電力使用量を示す。いずれにおいても、以下のような傾向がみられる。

○高圧(業務)：非常時は平常時よりも平均と標準偏差(ばらつき)が小さい

サービス業の需要停滞に代表される、社会活動の萎縮が電力量に反映されたものと判断できる。

○高圧(産業)：非常時は平常時よりも平均は小さく、標準偏差(ばらつき)が大きい
非常時の平均値の低下は、企業活動の縮小を反映したと考えられる。一方、ばらつきの増加は、企業や業態により非常時の対応に差異があったことを反映したものと推定される。

○低圧：非常時は、平常時よりも平均と標準偏差(ばらつき)が小さい

低圧は、家庭用用途や、企業の事務用途等の占める割合が高い。非常時には、会社の規模や業態で差異が生じる企業活動の縮小が、平均値の低下とばらつきの減少す

ることで、このような傾向になったものと考えられる。一方、在宅勤務の増加（巣ごもり）は、家庭用途では電力使用の差異が生じにくかったものと推察される。

表 2 - 5 - ① - 6 曜日別使用電力量（刈谷市 富士松中学校区）

（全期間） [単位：kWh/日]

全期間		月	火	水	木	金	土	日
高圧(業務)	平均	122,715	124,320	123,216	123,505	123,589	110,494	105,848
	標準偏差	19,908	20,485	20,715	20,211	19,729	15,386	14,640
	変動係数	16.2%	16.5%	16.8%	16.4%	16.0%	13.9%	13.8%
高圧(産業)	平均	358,302	426,092	426,387	422,224	393,873	216,772	142,013
	標準偏差	71,813	87,265	86,722	87,185	93,313	49,075	16,329
	変動係数	20.0%	20.5%	20.3%	20.6%	23.7%	22.6%	11.5%
低圧	平均	163,157	163,052	163,944	163,389	164,105	164,463	162,616
	標準偏差	38,772	39,696	41,237	41,648	41,296	40,194	39,792
	変動係数	23.8%	24.3%	25.2%	25.5%	25.2%	24.4%	24.5%

（平常時） [単位：kWh/日]

平常時		月	火	水	木	金	土	日
高圧(業務)	平均	123,790	125,313	124,262	124,702	124,743	111,426	106,700
	標準偏差	19,387	19,938	20,091	19,543	19,099	14,839	14,168
	変動係数	15.7%	15.9%	16.2%	15.7%	15.3%	13.3%	13.3%
高圧(産業)	平均	361,489	429,194	429,525	425,882	399,807	219,696	142,794
	標準偏差	69,297	84,552	83,875	84,542	88,611	47,353	15,947
	変動係数	19.2%	19.7%	19.5%	19.9%	22.2%	21.6%	11.2%
低圧	平均	164,441	164,113	164,985	164,617	165,366	165,655	163,906
	標準偏差	38,871	39,816	41,394	41,856	41,463	40,406	39,928
	変動係数	23.6%	24.3%	25.1%	25.4%	25.1%	24.4%	24.4%

（非常時；1回目 COVID 緊急事態宣言） [単位：kWh/日]

非常時		月	火	水	木	金	土	日
高圧(業務)	平均	93,519	91,772	88,710	90,801	92,043	85,183	82,706
	標準偏差	8,872	7,783	6,799	5,000	5,225	4,840	5,593
	変動係数	9.5%	8.5%	7.7%	5.5%	5.7%	5.7%	6.8%
高圧(産業)	平均	271,701	324,353	322,830	322,229	231,654	137,353	120,780
	標準偏差	91,448	123,207	124,533	107,161	74,831	20,532	12,562
	変動係数	33.7%	38.0%	38.6%	33.3%	32.3%	14.9%	10.4%
低圧	平均	128,294	128,261	129,592	129,835	129,656	132,083	127,570
	標準偏差	6,434	4,693	8,653	10,759	10,938	9,003	4,555
	変動係数	5.0%	3.7%	6.7%	8.3%	8.4%	6.8%	3.6%

表 2 - 5 - ① - 7 曜日別使用電力量（安城市 篠目中学校区）

（全期間）

[単位：kWh/日]

全期間		月	火	水	木	金	土	日
高圧(業務)	平均	87,125	88,696	88,574	88,868	88,681	78,668	76,206
	標準偏差	13,360	12,850	12,981	12,143	12,624	10,461	10,311
	変動係数	15.3%	14.5%	14.7%	13.7%	14.2%	13.3%	13.5%
高圧(産業)	平均	48,931	54,001	54,834	54,434	53,074	34,996	30,478
	標準偏差	9,119	8,881	8,847	8,132	8,795	5,724	8,496
	変動係数	18.6%	16.4%	16.1%	14.9%	16.6%	16.4%	27.9%
低圧	平均	160,014	160,213	160,640	160,566	161,415	163,338	161,804
	標準偏差	38,510	39,687	40,959	41,010	40,733	39,858	39,776
	変動係数	24.1%	24.8%	25.5%	25.5%	25.2%	24.4%	24.6%

（平常時）

[単位：kWh/日]

平常時		月	火	水	木	金	土	日
高圧(業務)	平均	87,481	89,063	89,050	89,350	89,135	79,024	76,561
	標準偏差	13,386	12,813	12,823	12,073	12,606	10,442	10,284
	変動係数	15.3%	14.4%	14.4%	13.5%	14.1%	13.2%	13.4%
高圧(産業)	平均	49,078	54,164	55,009	54,544	53,194	34,994	30,298
	標準偏差	9,095	8,758	8,724	8,180	8,779	5,768	8,471
	変動係数	18.5%	16.2%	15.9%	15.0%	16.5%	16.5%	28.0%
低圧	平均	161,249	161,247	161,643	161,737	162,616	164,499	163,083
	標準偏差	38,643	39,829	41,137	41,242	40,926	40,071	39,914
	変動係数	24.0%	24.7%	25.4%	25.5%	25.2%	24.4%	24.5%

（非常時；1回目 COVID 緊急事態宣言） [単位：kWh/日]

非常時		月	火	水	木	金	土	日
高圧(業務)	平均	77,466	76,660	72,860	75,688	76,269	68,994	66,549
	標準偏差	8,709	7,605	7,735	4,029	3,814	5,282	5,459
	変動係数	11.2%	9.9%	10.6%	5.3%	5.0%	7.7%	8.2%
高圧(産業)	平均	44,949	48,654	49,052	51,415	49,781	35,033	35,360
	標準偏差	9,731	12,262	11,972	6,537	9,410	4,805	8,386
	変動係数	21.6%	25.2%	24.4%	12.7%	18.9%	13.7%	23.7%
低圧	平均	126,473	126,308	127,534	128,556	128,574	131,800	127,061
	標準偏差	6,999	5,325	9,417	11,065	11,618	10,833	6,367
	変動係数	5.5%	4.2%	7.4%	8.6%	9.0%	8.2%	5.0%

iii) 電力使用量データの分布（箱ひげ図を用いた検証）

2020～2022年の平常時の電力使用量を比較した。その結果、高圧（業務）、高圧（産業）、低圧ともに年度による電力使用量の違いは見られない（図 2 - 5 - ① - 6）。

一方、第 1 回緊急事態宣言期間の電力使用量は、高圧（業務）と高圧（産業）は 2020 年よりも 2021 年の電力使用量が多く、2021 年よりも 2022 年の電力使用量は減少している。低圧は 2020 年から 2023 年にかけて減少傾向が見える（図 2 - 5 - ① - 6）。



(平日の電力使用量の年度比較)

(第1回緊急事態宣言期間および相当期間の電力使用量の年度比較)

図 2 - 5 - ① - 6 安城市の電力使用量 (箱ひげ図による評価)

iv) 高圧及び低圧の電力使用量の関係

高圧 (産業)、高圧 (業務)、低圧の電力使用量には、一方が増加するとまた一方が増加するような傾向がみられるが、これは季節的な影響が大きいと考えられ、それぞれの産業が連動するような傾向までは把握することは難しい(図 2 - 5 - ① - 7、8)。

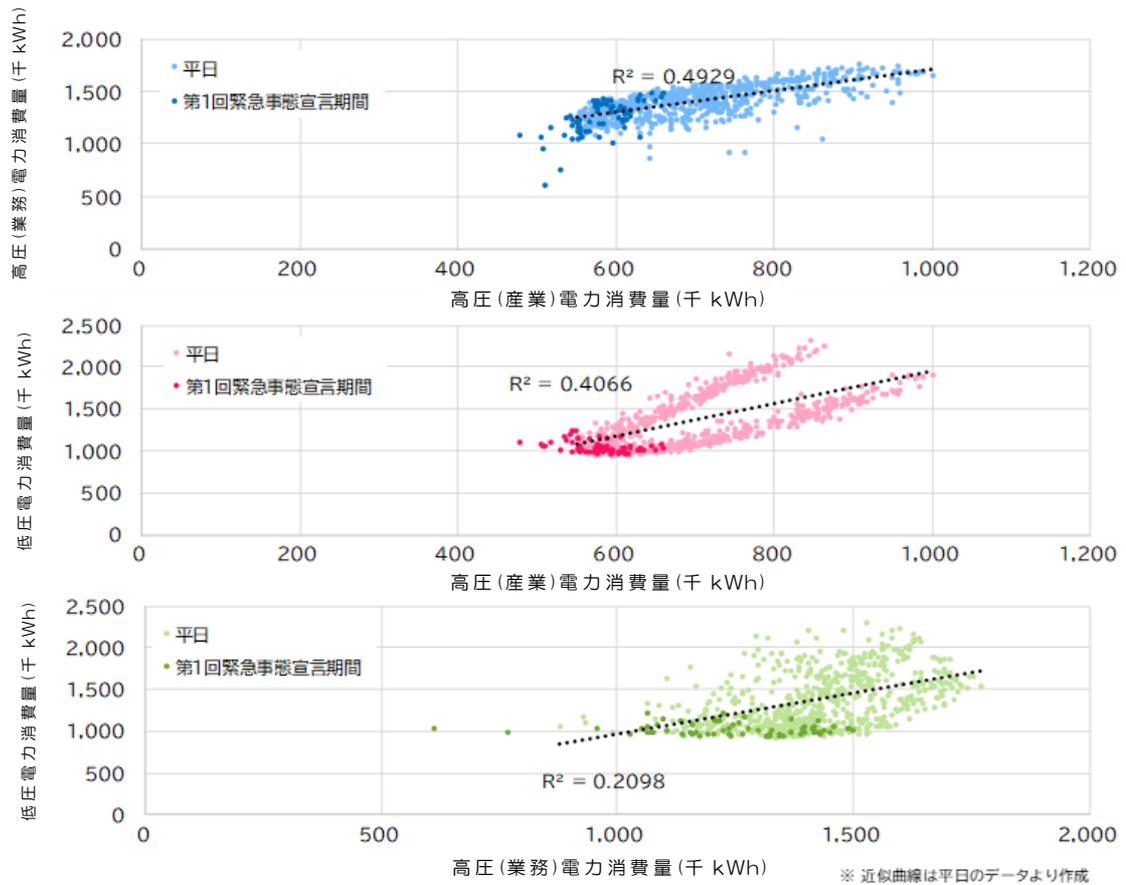


図 2 - 5 - ① - 7 安城市の電力の供給方法による使用量の比較

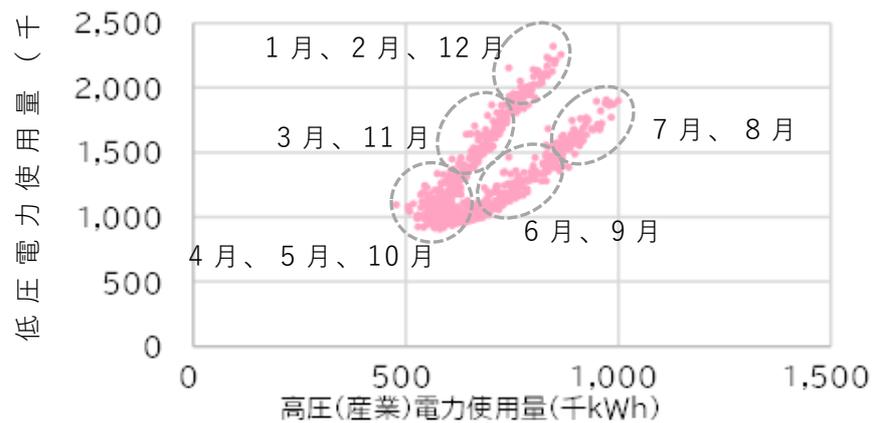


図 2 - 5 - ① - 8 高圧(産業)と低圧の関係(2020-2022)

d) 観測データの特性

i) 優占産業

安城市全体の資本ストック量は、輸送機械工業が占める割合が高い。よって、特に高圧（産業）の電力使用量の増減には、輸送機械工業の活性度の影響が起因すると考えられる。

ii) 生産指数

製造業及び輸送機械工業における生産指数は 2020 年後半から半導体不足の影響もあり減少傾向にある（図 2-5-①-9）。この生産量の減少に伴い、本来であれば、電力使用量も経時的に減少するとの仮説が立つ。高圧（産業）の使用量が 2020 年に対して 2021 年に増加したことは、2020 年の生産量が特異的に低下したことを意味しており、コロナ禍の影響が明確に反映されたものといえる。

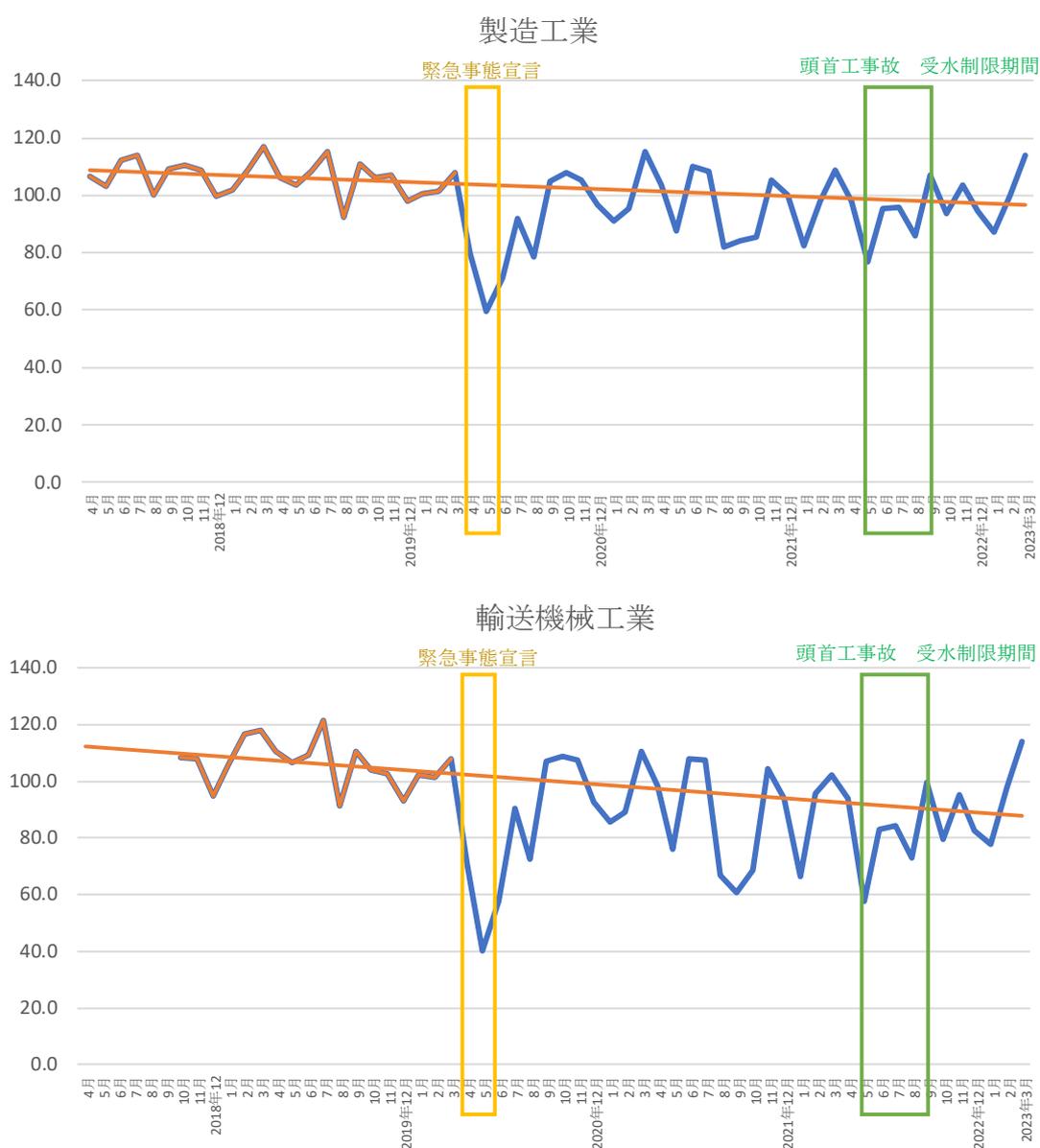


図 2-5-①-9 業種ごとの生産指数の推移（製造工業、輸送機器工業）

iii) 人口推移の影響

高圧（業務）と低圧の電力使用量は人の活動に影響を受ける。安城市全体の人口は表2-5-①-8の通り、2020年（令和2年）をピークに減少へ転じているため、高圧（業務）と低圧の電力使用量も減少傾向となるとの仮説が立つ低圧は。

高圧（業務）の使用量が2020年に対して2021年に増加したことは、2020年の使用量が特異的に低下したことを意味しており、生産量と同様に、コロナ禍の影響が明確に反映されたものといえる。

表2-5-①-8 安城市の人口・世帯数の推移

年次	調査時の市域 km ²	調査時の世帯数	調査時の人口			人口密度 1km ² 当たり	摘要
			総数	男	女		
平成元年	86.01	38,583	139,692	70,797	68,895	1624.1	
2	86.01	43,162	141,645	71,819	69,826	1646.8	
3	86.01	44,631	144,123	73,371	70,752	1675.7	
4	86.01	46,059	146,162	74,571	71,591	1699.4	
5	86.01	46,777	147,329	75,179	72,150	1712.9	
6	86.01	47,365	148,380	75,676	72,704	1725.1	
7	86.01	48,200	150,318	76,586	73,732	1747.7	
8	86.01	49,128	152,022	77,407	74,615	1767.5	
9	86.01	50,438	154,676	78,831	75,845	1798.3	
10	86.01	51,885	157,183	80,131	77,052	1827.5	
11	86.01	52,841	158,998	80,977	78,021	1848.6	
12	86.01	53,952	161,038	81,894	79,144	1872.3	
13	86.01	55,396	163,122	82,994	80,128	1896.5	
14	86.01	56,578	164,899	83,828	81,071	1917.2	
15	86.01	57,879	166,770	84,821	81,949	1939.0	
16	86.01	59,366	168,888	85,922	82,966	1963.6	
17	86.01	61,383	171,811	87,677	84,134	1997.6	
18	86.01	63,318	174,778	89,475	85,303	2032.1	
19	86.01	65,103	177,406	90,919	86,487	2062.6	
20	86.01	66,537	179,355	92,009	87,346	2085.3	
21	86.01	67,103	179,758	92,198	87,560	2090.0	
22	86.01	67,779	180,751	92,584	88,167	2101.5	
23	86.01	68,556	181,740	93,003	88,737	2113.0	
24	86.01	69,153	182,371	93,398	88,973	2120.3	
25	86.01	70,098	183,552	94,069	89,483	2134.1	
26	86.01	71,238	184,780	94,710	90,070	2148.4	
27	86.05	72,105	185,615	95,090	90,525	2157.1	
28	86.05	73,193	186,806	95,854	90,952	2170.9	
29	86.05	74,090	187,860	96,420	91,440	2183.1	
30	86.05	74,919	189,031	97,026	92,005	2196.8	
令和元年	86.05	76,114	190,007	97,589	92,418	2208.1	
2	86.05	76,868	190,155	97,477	92,678	2209.8	
3	86.05	77,360	189,543	97,134	92,409	2202.7	
4	86.05	78,014	188,999	96,876	92,123	2196.4	
5	86.05	78,680	188,456	96,391	92,065	2190.1	
6	86.05	79,692	187,867	96,196	91,671	2183.2	

備考 摘要欄に記入がない年は、10月1日現在の住民基本台帳・外国人登録による。

平成元年以前の世帯数については、準世帯を除く。

平成元年11月10日建設省国土地理院の公表により市域面積変更

平成27年1月国土交通省国土地理院の公表により市域面積変更

iv) 資本ストックと電力量の相関

○輸送機械が資本ストック量に占める割合と電力使用量

高圧（産業）の中央値に注目し、製造業に対する輸送機械の割合を横軸、縦軸を平日の平均値に対する緊急事態宣言期間の平均値の割合にして各校区への緊急事態宣言の影響を整理した（図2-5-①-10）。

- ・2020年のプロットは2021～2022年と比較して下がっていることから、どの中学校区においても緊急事態宣言期間内で影響があることがわかるが、その影響は中学校区によって異なっていることがわかる。
- ・2020年のプロットが右肩下がりとなっていることから、輸送機器が製造業に占める割合が低い中学校区よりも、割合が高い中学校区の方が緊急事態宣言による影響が大きいことがわかる。
- ・ただし、輸送機器が製造業に占める割合が高ければ緊急事態宣言による影響が大きいというわけではなく、輸送機器が製造業に占める割合が0.3～0.6の中学校区の方が近似直線の位置を下回っていることから、製造業が混在している地域の方が下がり幅は大きく、緊急事態宣言期間の影響が大きいことがわかる。
- ・飲食料品が多い篠目中学校区のみ例外的に2020年の電力使用量が4年間で最も多くなっており、他産業と緊急事態宣言期間の影響が異なることがわかる。

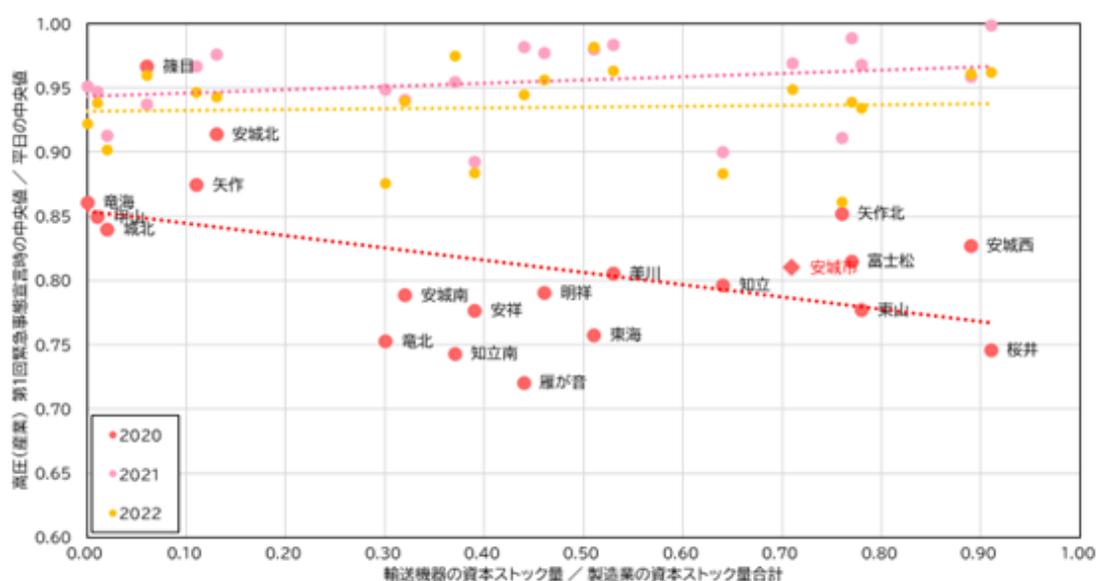


図2-5-①-10 輸送機械が資本ストック量に占める割合と緊急事態宣言時の電力使用量(高圧(産業))の変化率の関係

○製造業の資本ストック量-高圧（産業）

図2-5-①-11、12の通り、2020年は、2021年と2022年よりも近似直線が下に位置しており、どの中学校区においても緊急事態宣言の影響により電力使用量が小さくなっていることがわかる。

特に図2-5-①-11では、2021年と2022年が横ばいまたは右上がりの直線に対し、2020年はやや右下がりの直線となっていることから、資本ストック量が多い中学校区（安城市の場合、輸送機械がメインである中学校区が多い）では、より緊急事態宣言の影響が大きいことを示唆している。

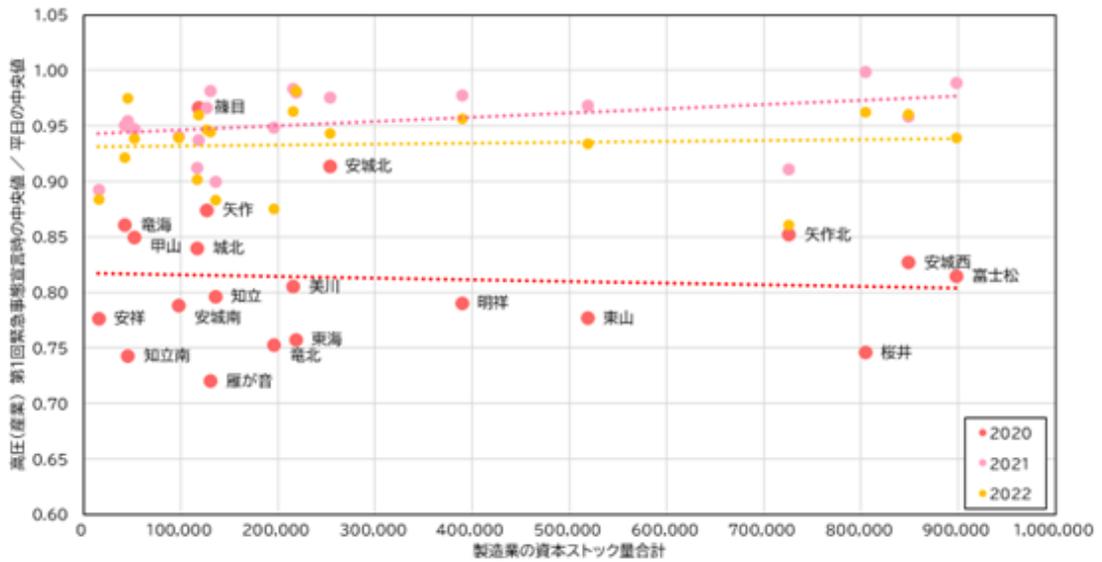


図 2-5-①-11 製造業の資本ストック量と緊急事態宣言時の電力使用量(高圧(産業))の変化率の関係

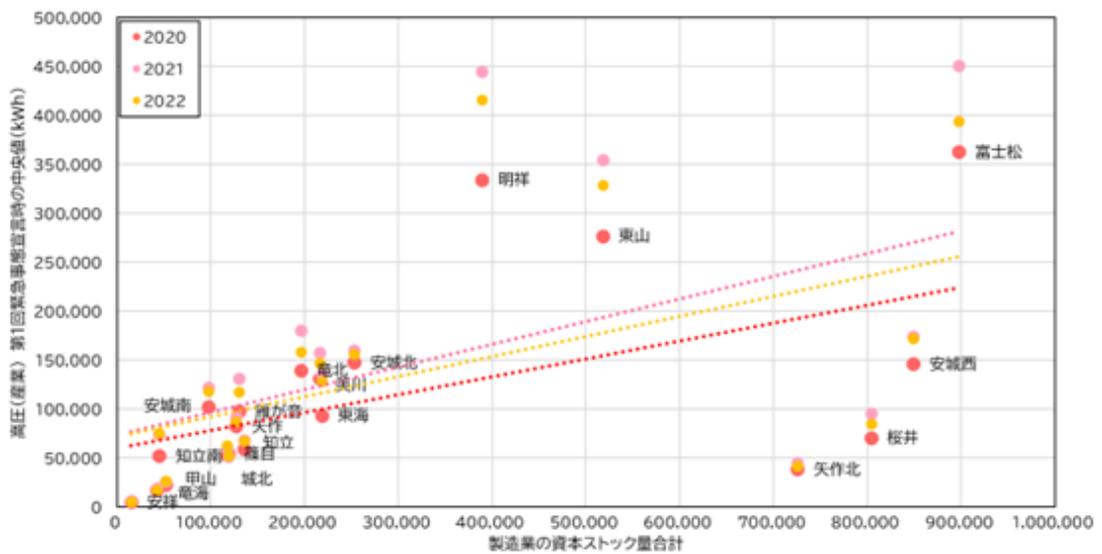


図 2-5-①-12 製造業の資本ストック量と緊急事態宣言時の電力使用量(高圧(産業); 中央値)の関係

○製造業の資本ストック量-高圧(業務)

図 2-5-①-13、14 の通り、2020 年は、2021 年と 2022 年よりも近似直線が下に位置しており、どの中学校区においても緊急事態宣言の影響により電力使用量が小さくなっていることがわかる。

また、図 2-5-①-13 では 2020 年はほぼ平行に位置していることから、どの業種においても緊急事態宣言の影響を受けていたことがわかる。

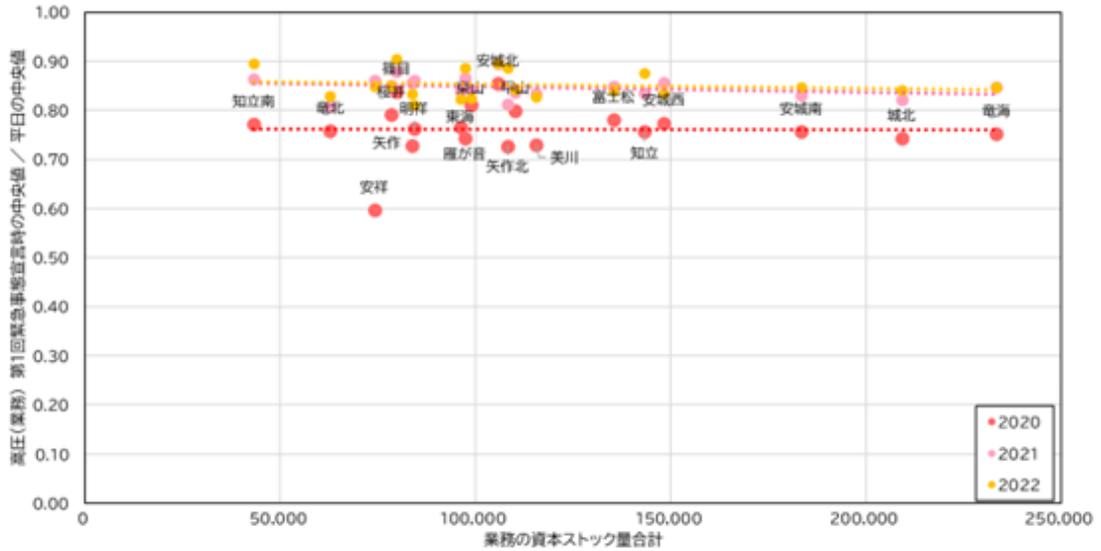


図 2 - 5 - ① - 13 製造業の資本ストック量と緊急事態宣言時の電力使用量(高圧(業務))の変化率の関係

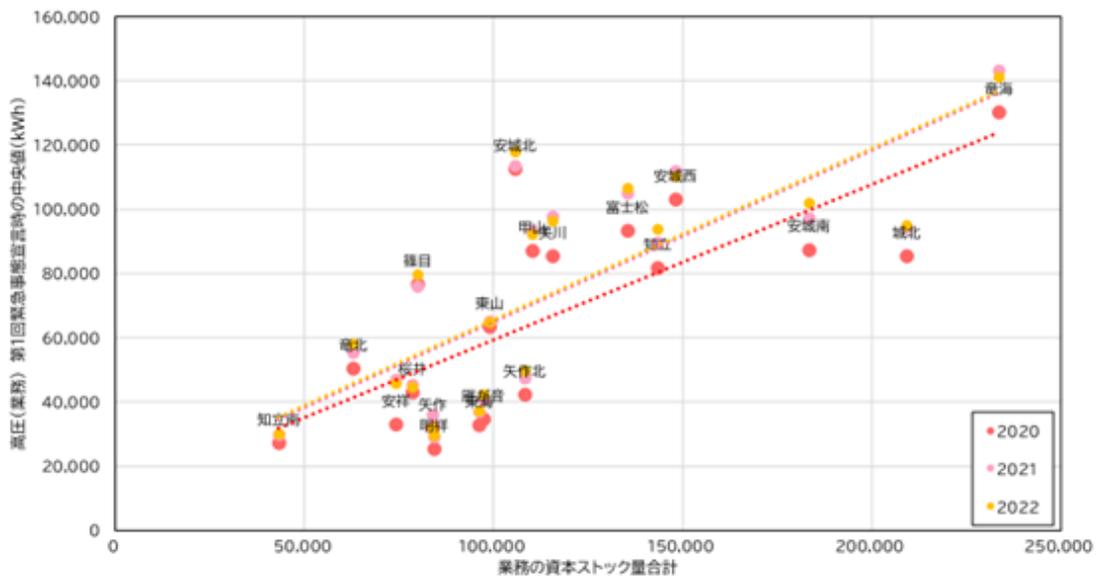


図 2 - 5 - ① - 14 製造業の資本ストック量と緊急事態宣言時の電力使用量(高圧(業務); 中央値)の関係

v) 人口と電力量の相関

図 2 - 5 - ① - 15、16 の通り、2020 年は、2021 年と 2022 年よりも近似直線が上に位置しており、どの中学校区においても電力使用が増えており、これは緊急事態宣言の影響による巣ごもり需要が高まったことによるものと考えられる。

また、図 2 - 5 - ① - 15 では 2020 年はほぼ平行に位置していることから、人口規模が異なっても、どの中学校区においても緊急事態宣言の影響を受けていたことがわかる。

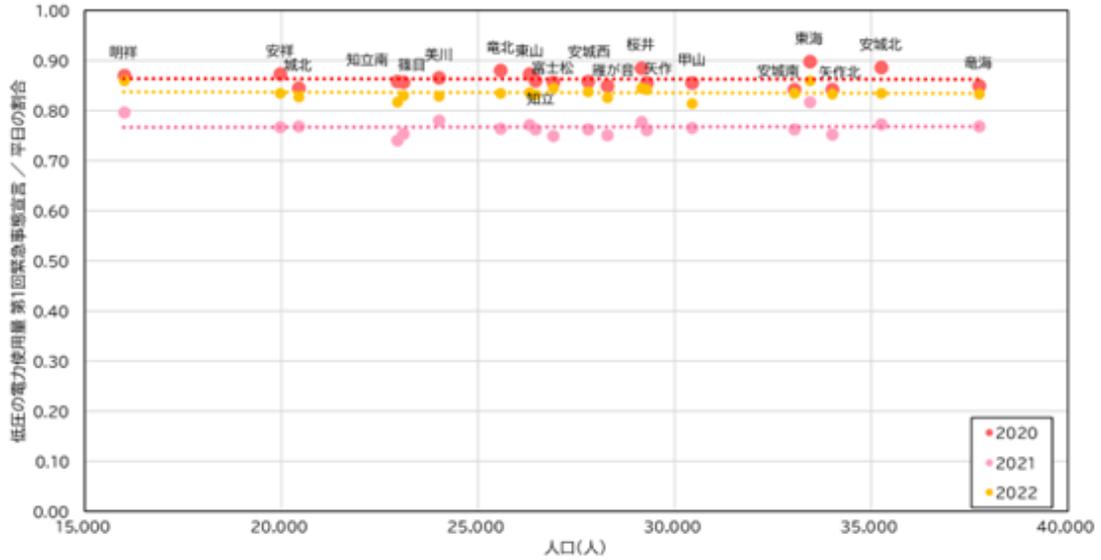


図 2-5-①-15 人口と緊急事態宣言時の電力使用量(低圧)の変化率の関係

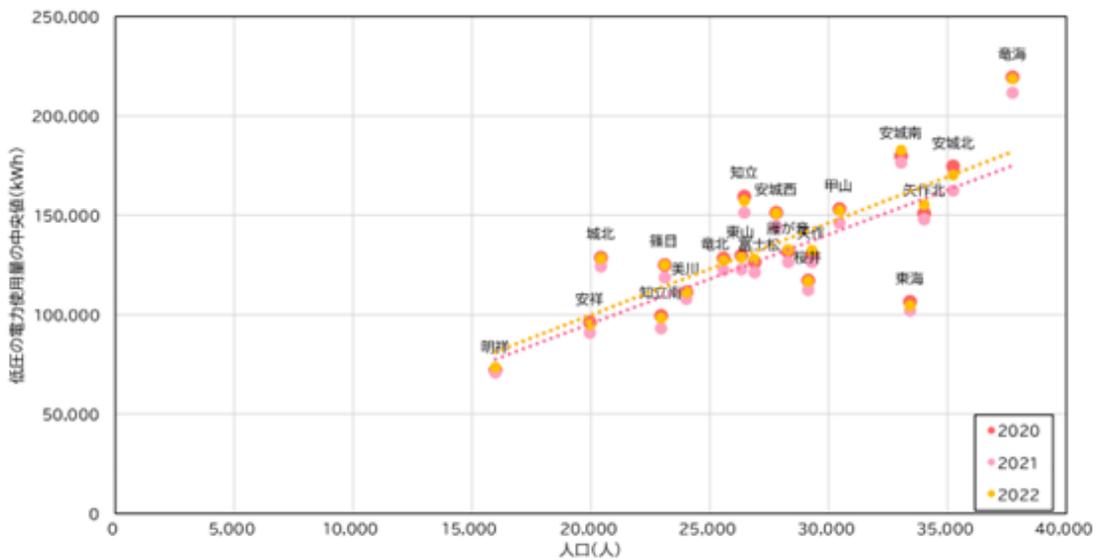


図 2-5-①-16 人口と緊急事態宣言時の電力使用量(低圧)中央値の関係

vi) 電力種別ごとの増減傾向

電力量の中央値に注目し、前年度から増減を一覧に整理したところ、高圧（産業）と高圧（業務）は中学校区によって傾向が異なることがわかる一方で、低圧の電力使用の傾向は全校区で類似している（表 2-5-①-9）。

これらの結果より、高圧（産業）や高圧（業務）については、地域によって電力の使われ方や影響する要因の違いなどの特性があり、一方で低圧についてはどの地域においても傾向が類似しているという特性があり、電力を観測データとして扱う場合は、その特性の違いを把握したうえで適切に扱う必要がある。

表 2-5-①-9 前年度と比較した増減傾向
(平常時) (緊急事態宣言期間)

※前年度と比較して、増加していれば▲、減少していれば▼

電力使用量 中央値	高圧(業務)				高圧(産業)				低圧			
	2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022	2023
富士松中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
雁が音中学校	-	▲	▲	▼	-	▼	▼	▼	-	▲	▲	▼
竜北中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
和立中学校	-	▼	▼	▼	-	▲	▲	▼	-	▲	▲	▼
和立南中学校	-	▼	▼	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
東山中学校	-	▼	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
篠目中学校	-	▼	▲	▼	-	▼	▼	▼	-	▲	▲	▼
安祥中学校	-	▼	▼	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
安城西中学校	-	▼	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
安城南中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
安城北中学校	-	▼	▲	▼	-	▲	▲	▼	-	▲	▲	▼
明祥中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
桜井中学校	-	▼	▼	▼	-	▲	▼	▲	-	▲	▲	▼
矢作中学校	-	▼	▼	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
矢作北中学校	-	▲	▼	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
城北中学校	-	▼	▼	▼	-	▲	▲	▼	-	▲	▲	▼
甲山中学校	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼	-	▲	▲	▼
竜海中学校	-	▼	▼	▼	-	▼	▼	▼	-	▲	▲	▼
美川中学校	-	▼	▼	▼	-	▼	▼	▼	-	▲	▲	▼
東海中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
安城市	-	▼	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼

※前年度と比較して、増加していれば▲、減少していれば▼

電力使用量 中央値	高圧(業務)				高圧(産業)				低圧			
	2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022	2023
富士松中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
雁が音中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
竜北中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▲	-	▲	▲	▼
和立中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▲	-	▲	▲	▼
和立南中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▲	▼	-	▲	▲	▼
東山中学校	-	▲	▼	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
篠目中学校	-	▼	▲	▼	-	▼	▲	▼	-	▲	▲	▼
安祥中学校	-	▲	▼	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
安城西中学校	-	▲	▼	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
安城南中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
安城北中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▲	-	▲	▲	▼
明祥中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
桜井中学校	-	▲	▼	▼	-	▲	▼	▲	-	▲	▲	▼
矢作中学校	-	▲	▼	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
矢作北中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
城北中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▲	▼	-	▲	▲	▼
甲山中学校	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼	-	▲	▲	▼
竜海中学校	-	▲	▼	▼	-	▲	▼	▲	-	▲	▲	▼
美川中学校	-	▲	▼	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
東海中学校	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼
安城市	-	▲	▲	▼	-	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼

vii) モニタリングに必要な観察対象

本検討では中学校区単位の電力使用を観察したが、中学校区単位では緊急事態宣言の影響を受ける産業と受けない産業が混在しており、高圧(産業)の電力使用量を観察することで産業に緊急事態宣言の影響がどの程度あるかを把握できる地域とできない地域があったことは、観測単位の設定に検討の余地があることがわかる。

一方で低圧はどの中学校区でも同様の傾向であったことから、低圧の電力使用量を観察することで生活に緊急事態宣言の影響がどの程度あるかを把握する場合は、中学校区単位ではない別の区切り方(市全体、町丁、メッシュ等)でも同様に影響を把握することができることがわかる。

このように、観測単位の設定はモニタリングで得られる結果に大きく影響を与えており、観測データの使われ方を分析したうえで、モニタリングの目的と使われ方に影響を与えている要素から観測単位を設定する必要がある場合と、観測したい単位で任意に設定できる場合があることに留意する必要がある。

e) まとめ

中学校区ごとの電力使用量を分析すると、高圧（業務、産業）は業種構造によって電力の使われ方に違いがあるものの、低圧はどの地域においても電力の使われ方に大きな違いはなかった。この電力使用の特性の違いは、地域の活性や異常の検知などのモニタリング手法に影響を与えうる。

また、電力使用量は高圧・低圧ともに季節性周期があることから、観測する時期も考慮しつつモニタリングを実施する必要がある。

どの地域においても電力使用の傾向が類似しているような低圧の場合、観測単位は任意に設定することが可能であり、観測時期は固定しつつ他地域と比較することでモニタリングは可能と考えられる。ただし、観測単位の違いにより生じる規模の違いについては留意が必要であり、絶対量が小さい地域と大きい地域を比較することで異常と誤差の違いをどう判定するか引き続き検討が必要である。

一方、地域によって電力使用の傾向が異なるような高圧の場合、観測単位は適切に設定する必要があるが、観測単位は固定しつつ過去の実績（同時期）と比較することでモニタリングは可能と考えられる。ただし、観測単位については、モニタリングの目的等によって適切に設定する必要があるが、その例として以下が挙げられるものの、観測単位の使い分けについては引き続き検討が必要である。

表 2-5-①-10 モニタリング単位の設定例

目的	観測単位
業種関係なく地域性に着目する場合	・ 中学校区 ・ 面積 ・ 地形
産業の活性に着目する場合	・ 用途地域
業務の活性に着目する場合 生活の活性に着目する場合	・ 人口
水害等局所的な影響に注目する場合	・ メッシュ

2) 電力使用にもとづく産業活性度のシミュレーションモデルの構築

実際の電力使用量のデータ（高圧（業務、産業）、低圧）を活用し、電力使用量から生産額を算定することで、産業活性度のシミュレーションモデルを構築した。

a) 使用データ

検討にあたり使用したデータを以下に示す。

- ・ 安城市の使用電力量¹⁾
- ・ 業種別の従業員数（愛知県、安城市）²⁾
- ・ 業種別の生産額（愛知県、安城市）²⁾
- ・ 業種別の使用電力量（愛知県）³⁾

b) データの関連性および構築手順

電力使用量から生産額の算定式を作成し、電力使用量のモニタリング結果として、生産額によって地域の活性度（社会の萎縮状態）を示すための検証を行う。

使用するデータの関係性を図 2-5-①-17、使用電力量から生産額算定までの構築手順を図 2-5-①-18 に示す。

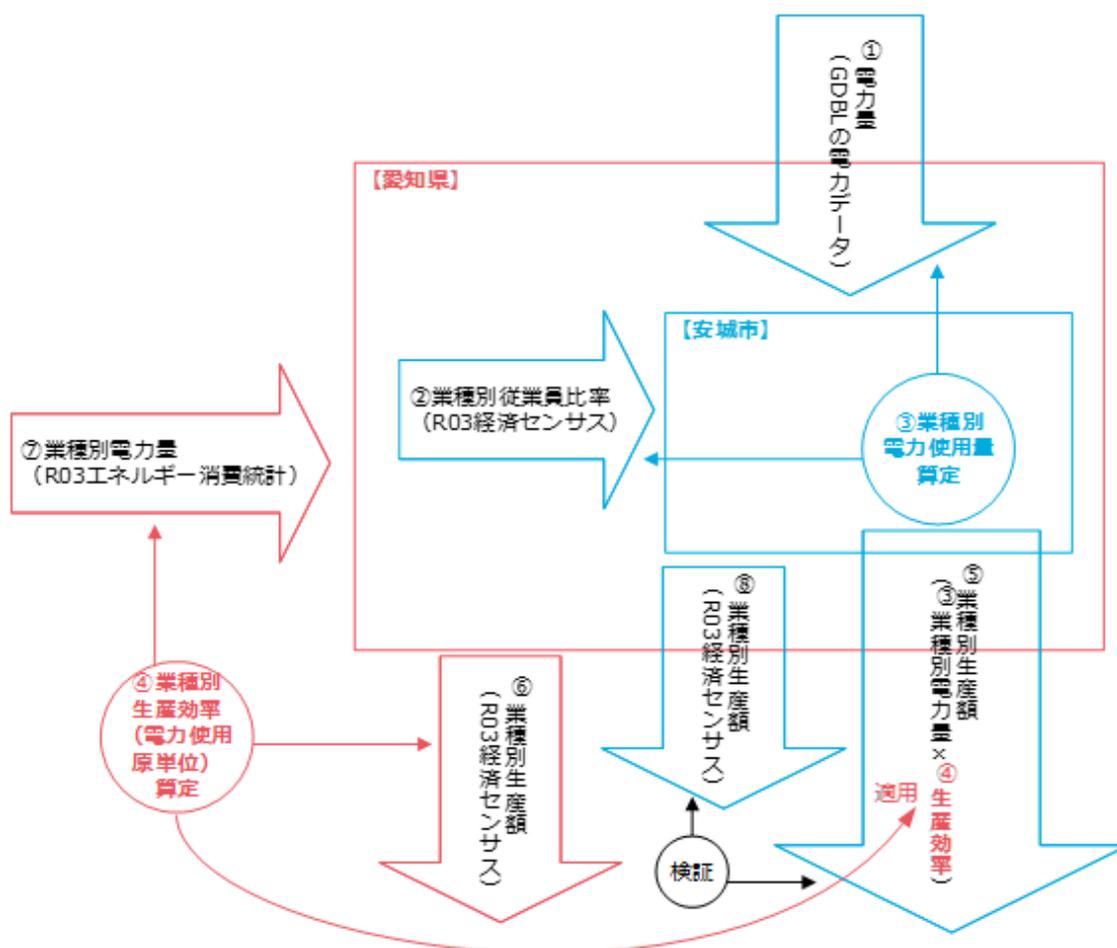


図 2-5-①-17 使用データとその関係性

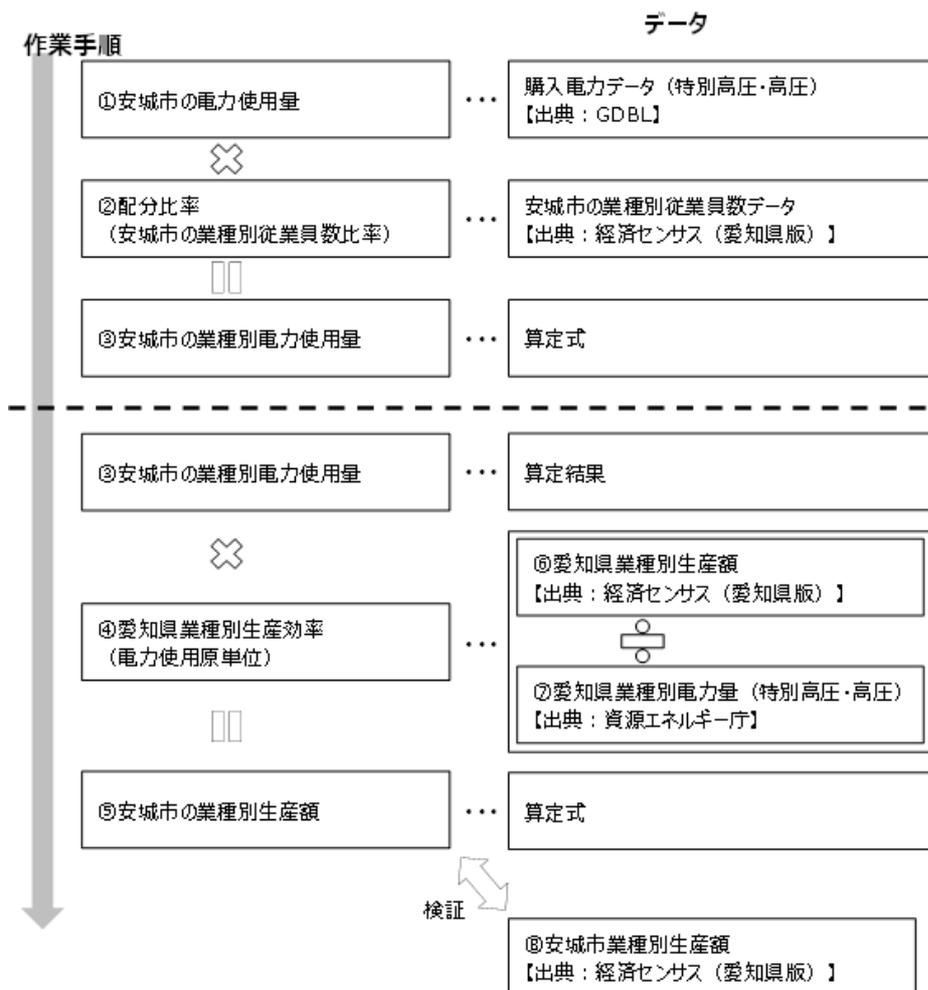


図 2 - 5 - ① - 18 使用電力量による生産額の推計手順

c) 電力使用量からの生産額の推計

i) 推計方法

電力使用量からの生産額の推計には、以下の算定式を用いた。

<p>安城市の電力使用量[1] × 配分比率[2] = 安城市の業種別電力量[3]</p> <p>安城市の業種別電力量[3] × 愛知県の生産効率（電力使用原単位）[4] = 安城市の業種別生産額[5]</p> <p>安城市の業種別生産額[5]（算定結果）≒ 安城市の業種別生産額[6]（公表データ）</p> <p>※算定結果の妥当性を検証</p> <p style="text-align: center;">< 補足 ></p> <p>[2]：業種別従業員数の比率、[4]：愛知県全体の電力量³⁾と生産額²⁾から算出</p>
--

ii) 推計結果

電力使用量からの生産額の推計結果を、表 2-5-①-11~13 に示す。

表 2-5-①-11 電力使用量からの生産額の推計①

出典 業種	経済センサス	エネルギー庁	計算
	⑥ 愛知県生産額 (円/年)	⑦ 愛知県電力量 (kWh)	④=⑥/⑦ 愛知県生産効率 (円/kWh)
食品飲料製造業	2,022,429,410,000	1,292,002,168	1,565
繊維工業	265,083,460,000	552,552,109	480
木製品・家具他工業	223,916,290,000	186,230,888	1,202
パルプ・紙・紙加工品製造業	325,217,970,000	518,195,123	628
印刷・同関連業	208,508,300,000	209,597,677	995
化学工業 (含 石油石炭製品)	1,710,752,090,000	835,346,061	2,048
プラスチック・ゴム・皮革製品製造業	1,820,547,890,000	1,511,722,923	1,204
窯業・土石製品製造業	560,971,200,000	876,820,857	640
鉄鋼・非鉄・金属製品製造業	3,943,315,010,000	8,351,408,287	472
機械製造業	21,432,259,350,000	9,075,175,414	2,362
他製造業	332,707,690,000	88,436,961	3,762
計	32,845,708,660,000	23,497,488,468	

表 2-5-①-12 電力使用量からの生産額の推計②

出典 業種	経済センサス		GDBL購入電力量		経済センサス		割合 (%)	
	安城市生産額 (円/年)	割合 (%)	① 安城市電力量 (kWh/日)	② 事業所数	② 配分比率	③=①×② 電力量按分 (kWh/日)		⑤=③×④×365 安城市生産額 (円/年)
食品飲料製造業	100,390,920,000	5.5		26	5.9	64,929	37,089,068,025	5.4
繊維工業	5,972,010,000	0.3		8	1.8	19,978	3,500,145,600	0.5
木製品・家具他工業	2,018,650,000	0.1		7	1.6	17,481	7,669,439,130	1.1
パルプ・紙・紙加工品製造業	20,072,570,000	1.1		16	3.6	39,957	9,158,943,540	1.3
印刷・同関連業	4,444,690,000	0.2		5	1.1	12,486	4,534,603,050	0.7
化学工業 (含 石油石炭製品)	3,912,170,000	0.2		5	1.1	12,486	9,333,534,720	1.4
プラスチック・ゴム・皮革製品製造業	74,119,830,000	4.1		56	12.6	139,848	61,457,602,080	9.0
窯業・土石製品製造業	3,444,440,000	0.2		14	3.2	34,962	8,167,123,200	1.2
鉄鋼・非鉄・金属製品製造業	65,655,010,000	3.6		70	15.8	174,810	30,116,266,800	4.4
機械製造業	1,545,720,950,000	84.6		231	52.1	576,873	497,339,519,490	72.6
他製造業	815,480,000	0.0		5	1.1	12,486	17,144,901,180	2.5
計	1,826,566,720,000		1,106,297	443		1,106,296	685,511,146,815	100.0

表 2 - 5 - ① - 13 電力使用量からの生産額の推計③

出典	経済センサス		GDBL購入電力量		経済センサス		割合 (%)	
	安城市生産額 (円/年)	割合 (%)	① 安城市電力量 (kWh/日)	②' 従業者数	②' 配分比率	③'=①×②' 電力量按分 (kWh/日)		⑤'=③'×④×365 安城市生産額 (円/年)
食品飲料製造業	100,390,920,000	5.5		3,203	8.2	91,073	52,023,174,425	6.3
繊維工業	5,972,010,000	0.3		321	0.8	9,127	1,599,050,400	0.2
木製品・家具他工業	2,018,650,000	0.1		172	0.4	4,891	2,145,828,430	0.3
パルプ・紙・紙加工品製造業	20,072,570,000	1.1		617	1.6	17,544	4,021,435,680	0.5
印刷・同関連業	4,444,690,000	0.2		121	0.3	3,440	1,249,322,000	0.2
化学工業 (含 石油石炭製品)	3,912,170,000	0.2		148	0.4	4,208	3,145,564,160	0.4
プラスチック・ゴム・皮革製品製造業	74,119,830,000	4.1		3,583	9.2	101,878	44,771,305,880	5.4
窯業・土石製品製造業	3,444,440,000	0.2		317	0.8	9,013	2,105,436,800	0.3
鉄鋼・非鉄・金属製品製造業	65,655,010,000	3.6		1,661	4.3	47,228	8,136,439,840	1.0
機械製造業	1,545,720,950,000	84.6		28,666	73.7	815,079	702,704,058,270	85.1
他製造業	815,480,000	0.0		99	0.3	2,815	3,865,360,950	0.5
計	1,826,566,720,000		1,106,297	38,908		1,106,296	825,766,976,835	100.0

d) 生産効率

i) 生産効率の調査と比較

図 2 - 5 - ① - 19~29 に各業種の都道府県別の生産効率を示す。また、以下に概略を記す。

- ・全国平均、愛知県ともに、生産効率が最も高い産業は、「機械製造業」、最も低い産業は、「鉄鋼・非鉄・金属製品製造業」である。
- ・この結果から生産効率が高い産業、低い産業を把握することができた。生産効率は、「機械製造業」「食品飲料製造業」「化学工業 (含 石油石炭製品)」で高く、「繊維工業」「窯業・土石製品製造業」「鉄鋼・非鉄・金属製品製造業」で低い結果となった。
- ・生産効率が高い産業が集中している地域で電力需要が落ち込めば、それだけ生産額への影響も大きいため、産業活動の活性度や萎縮状態の予測・把握にあたっては、業種ごとの生産効率を把握したうえでモニタリングを行うことが望ましい。
- ・「食品飲料製造業」や「印刷・同関連業」は、都道府県ごとのバラツキが比較的少なく、全国平均の生産効率を適用しても誤差は小さいといえる。一方で、その他の業種では都道府県ごとに生産効率のばらつきが大きい
- ・総じて、地域ごとに生産効率が大きく異なるため、各地域で全国平均などを一律に適用することは困難である。検証する地域の特性を踏まえた上で、生産効率を設定すべきである (基本的に、各業種の生産効率は各市町村の業種別電力量と業種別生産額から設定すべきである)。その場合、全体の電力量を業種別に按分する指標の選定 (業種別電力量の精度向上) が重要である。



図 2 - 5 - ① - 19 業種別都道府県別生産効率（食品飲料製造業）

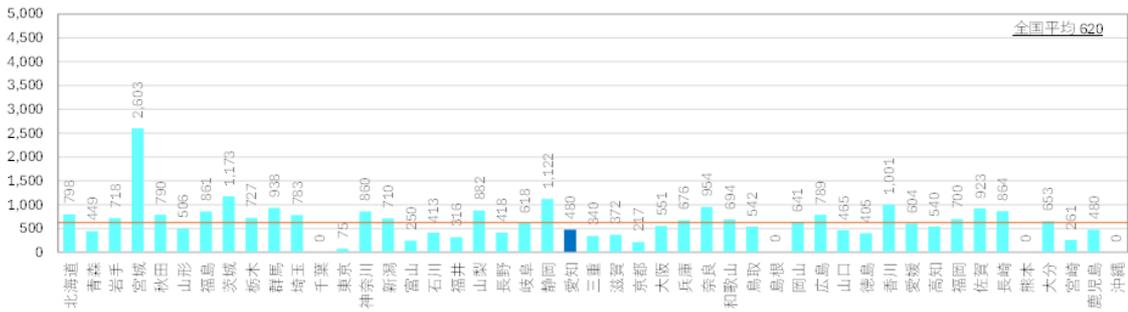


図 2 - 5 - ① - 20 業種別都道府県別生産効率（繊維工業）



図 2 - 5 - ① - 21 業種別都道府県別生産効率（木製品・家具他工業）



図 2 - 5 - ① - 22 業種別都道府県別生産効率（パルプ・神・紙加工品製造業）

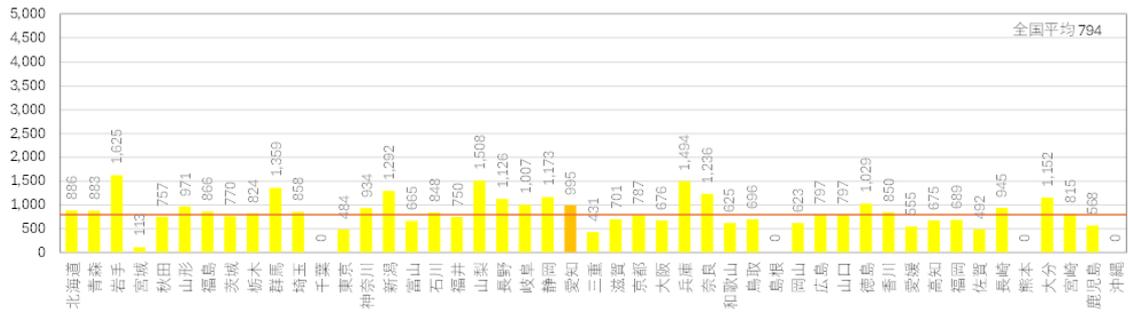


図 2-5-①-23 業種別都道府県別生産効率（印刷・同関連業）

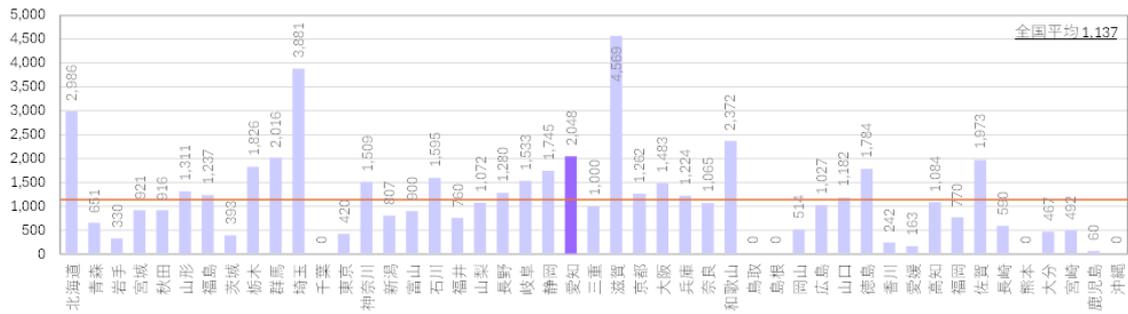


図 2-5-①-24 業種別都道府県別生産効率（化学工業(含石油石炭製品)）

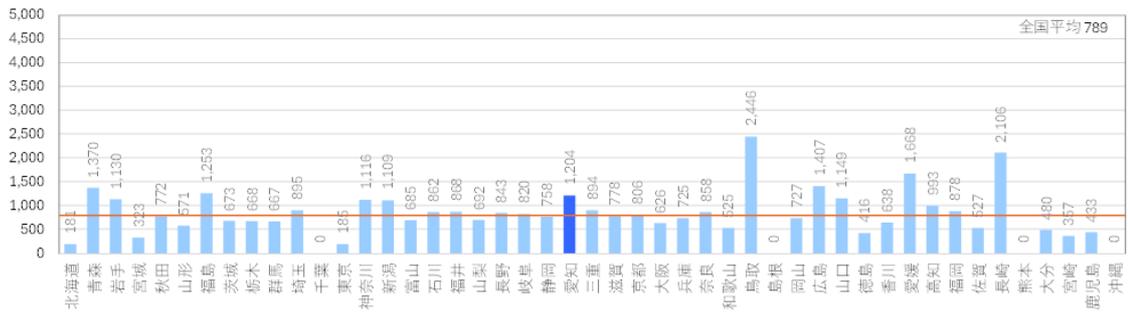


図 2-5-①-25 業種別都道府県別生産効率（プラスチック・ゴム・皮革製品製造業）

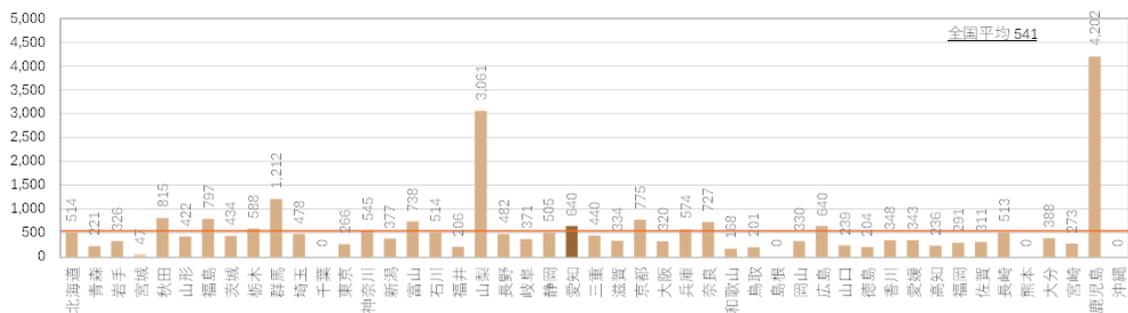


図 2-5-①-26 業種別都道府県別生産効率（採業・土石製品製造業）

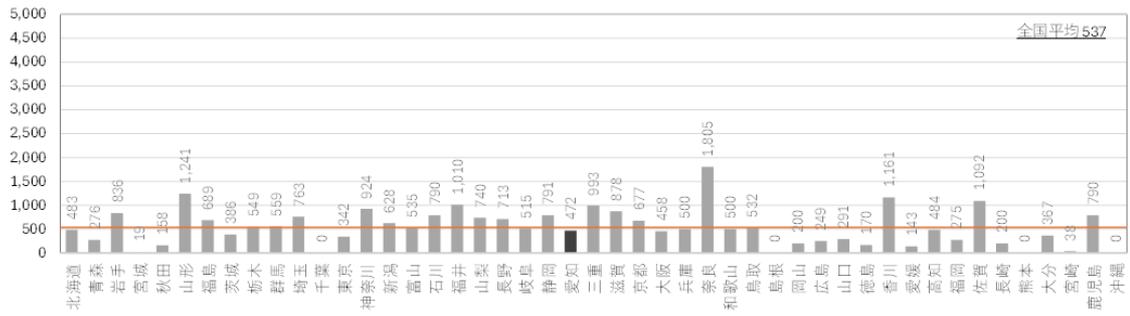


図 2-5-①-27 業種別都道府県別生産効率（鉄鋼・非鉄・金属製品製造業）

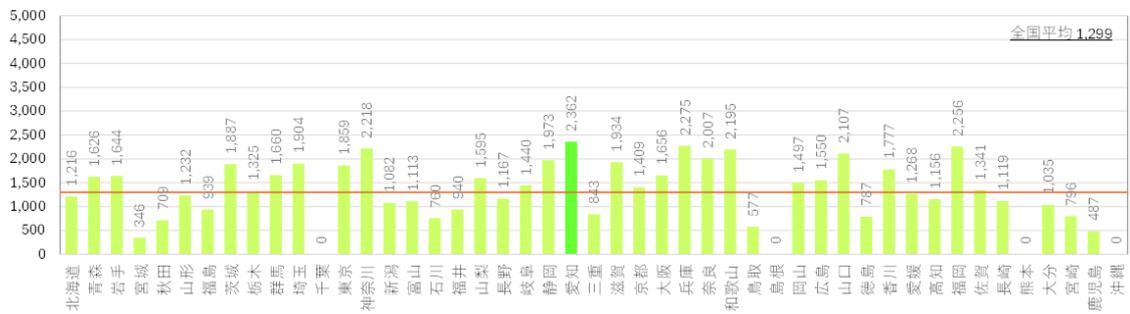


図 2-5-①-28 業種別都道府県別生産効率（機械製造業）

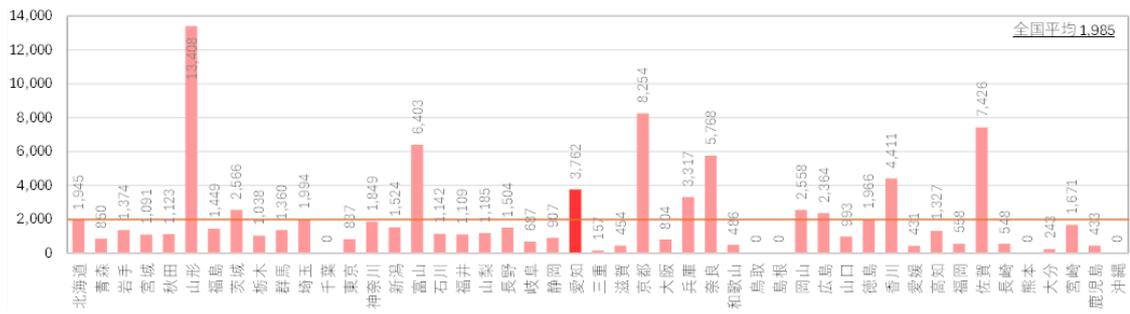


図 2-5-①-29 業種別都道府県別生産効率（他製造業）

表 2-5-①-14 愛知県と全国平均の生産効率の比較

業種	全国平均生産効率 (円/kWh)	愛知県生産効率 (円/kWh)
他製造業	1,985	3,762
機械製造業	1,299	2,362
食品飲料製造業	1,198	1,565
化学工業(含 石油石炭製品)	1,137	2,048
パルプ・紙・紙加工品製造業	844	628
木製品・家具他工業	810	1,202
印刷・同関連業	794	995
プラスチック・ゴム・皮革製品製造業	789	1,204
繊維工業	620	480
窯業・土石製品製造業	541	640
鉄鋼・非鉄・金属製品製造業	537	472

e) まとめ

今回提案する推計モデルによって電力データを基に算定した業種別生産額と愛知県経済センサスにおける安城市の業種別生産額の割合が概ね同じであることから（表2-5-①-15）、電力需要と生産額に関係性があることを示せた。

このことから、産業活動の活性度や萎縮状態を予測・把握するための観察指標として電力データが有用であることが言える。

表2-5-①-15 推計モデル算定結果と経済センサスの公表値の業種別生産額割合の比較

業種	生産額割合			実績との差分	
	実績	事業所数で電力量按分	従業者数で電力量按分	d=a-b	e=a-c
	a	b	c		
食品飲料製造業	5.5	5.4	6.3	0.1	-0.8
繊維工業	0.3	0.5	0.2	-0.2	0.1
木製品・家具他工業	0.1	1.1	0.3	-1.0	-0.2
パルプ・紙・紙加工品製造業	1.1	1.3	0.5	-0.2	0.6
印刷・同関連業	0.2	0.7	0.2	-0.5	0.0
化学工業(含石油石炭製品)	0.2	1.4	0.4	-1.2	-0.2
プラスチック・ゴム・皮革製品製造業	4.1	9.0	5.4	-4.9	-1.3
窯業・土石製品製造業	0.2	1.2	0.3	-1.0	-0.1
鉄鋼・非鉄・金属製品製造業	3.6	4.4	1.0	-0.8	2.6
機械製造業	84.6	72.6	85.1	12.0	-0.5
他製造業	0.0	2.5	0.5	-2.5	-0.5

また、簡易的な方法（使用電力量による生産額の推計モデル）によって、モニタリングデータ（電力使用量）から産業活性度（生産額）を定量的に把握する可能性を見出した。地域の特性（モニタリングする地域における企業の生産活動状況など）を把握したうえで、精度の高い業種別生産効率を設定することができれば、電力使用量のモニタリングにより、生産額による地域産業の活性度（社会の萎縮状態）を把握することも可能となる。

(d) 結論ならびに今後の課題

まず、西三河地域を対象とし、よりリアルタイムに近い input データ（電力使用量）と地域産業の特性との関係性（地域特性の違いと電力使用量の違い）を分析した。その結果、以下を明らかにした。

- ・あらかじめ地域の産業構成が分かっている地域では、電力使用を観察することで、その地域を優占している産業に対しての社会事象の影響を把握することができる。
- ・非常時において電力使用に変化が表れた地域については、外的イベントがその地域の主要産業に影響が出たと推論できる。
- ・非常時において電力資料に変化が表れなかった地域については、地域特性に合わせた観測指標を探す必要がある。

- ・緊急事態宣言のような外的要因で工場等が停止するような業種が多い地域では、電力使用がその指標になりうる。

地域単位では、外的イベントに対して影響が出る産業、出ない産業が混在しており、その混在割合が違うエリアを抽出して観察することで、非常時において電力使用に変化が表れた地域とそうでない地域を分けることができた。

次いで、変化が現れた地域として、愛知県安城市を対象として、電力使用量にもとづく業種別生産額の推計モデルの構築を試みた結果、以下のことが明らかとなった。

- ・分析に必要な生産額の推計において、資本ストック量データ及び愛知県の生産効率を活用することは、大枠で生産額への影響を検証するにあたっては問題ないと考えられる。
- ・簡易的な推計モデルにより、リアルタイムで参照できるデータである電力使用量を用いて、産業活性度（生産額）を把握する手法を検証した。これにより、電力使用量のモニタリングにより、生産額を媒介とした地域産業の活性度（社会の萎縮状態）を把握できる可能性を見出した。

変化が現れた地域のうち、さらに優占産業や人口の偏りの影響を把握するため、安城市内（一部隣接市を含む）の中学校区ごとの地域特性による電力使用の違いを分析した。その結果、高圧（業務、産業）は業種構造によって電力の使われ方に違いがあるものの、低圧はどの地域においても電力の使われ方に大きな違いはないことが判明した。この電力使用の特性の違いは、地域の活性度や異常の検知などのモニタリング手法に影響を与えると考えられる。また、電力使用量は高圧・低圧ともに季節性周期があることから、観測する時期も考慮したモニタリングを実施する必要がある。

なお、提案した推計モデルによって電力データから算定した業種別生産額と、愛知県経済センサスにおける安城市の業種別生産額について、その割合は概ね同等であった。すなわち、本モデルの要素となる電力需要と生産額に相関性があることが確認できた。

以上、産業活動の活性度や萎縮状態を予測・把握するための観察指標として、電力データは有用であると結論付けた。また、簡易的な方法（使用電力量による生産額の推計モデル）によって、モニタリングデータ（電力使用量）から産業活性度（生産額）を定量的に把握する可能性も示すことができた。

今後の課題としては、以下が挙げられる。

i) 観測指標の観測単位

- ・どの地域においても電力使用の傾向が類似しているような低圧の場合、観測単位は任意に設定することが可能であり、観測時期は固定しつつ他地域と比較することでモニタリングは可能と考えられる。ただし、観測単位の違いにより生じる規模の違いについては留意が必要であり、絶対量が小さい地域と大きい地域を比較することで異常と誤差の違いをどう判定するか引き続き検討が必要である。
- ・地域によって電力使用の傾向が異なるような高圧の場合、観測単位は適切に設定する必要があり、観測単位は固定しつつ過去の実績（同時期）と比較することでモニ

タリングは可能と考えられる。ただし、観測単位については、モニタリングの目的等によって適切に設定する必要があるが、一例として表 2-7 で整理したとおり挙げられるものの、観測単位の使い分けについては引き続き検討が必要である。

ii) 生産効率の精度向上

- ・地域の特性（モニタリングする地域における企業の生産活動状況など）を把握したうえで、精度の高い業種別生産効率を設定することができれば、電力使用量のモニタリングにより、生産額による地域産業の活性度（社会の萎縮状態）を把握することも可能となる。

(e) 引用文献

- 1) ㈱GDBL：電力データ（中学校区単位）
<https://www.gdbl.jp/>
- 2) 愛知県：Web 統計あいち 経済センサス-活動調査 産業別集計（令和 3 年）
<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/toukei/2021keisenkakuho.html>
- 3) 経済産業省 資源エネルギー庁：エネルギー消費統計 業種別電力使用量
https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/electric_power/ep002/

(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

発表した成果（発表 題目、口頭・ポスタ ー発表の別）	発表者氏名	発表した場所 （学会等名）	発表し た時期	国内・ 外の別
リアルタイム社会様 相把握に関する検討 （その 1）（口頭）	小沢裕治 羽田野拓己 幸山寛和 平田明寿 藤井俊二郎 土山美樹 都築 充雄	令和 6 年度土木学 会全国大会 第 79 回年次学術講演会	2024. 9	国内
リアルタイム社会様 相把握に関する検討 （その 2）（口頭）	羽田野拓己 幸山寛和 齋藤政治 小沢裕治 都築充雄	令和 6 年度土木学 会全国大会 第 79 回年次学術講演会	2024. 9	国内

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

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

災害後の応急復旧から地域経済の再立ち上げにいたるまで、さまざまな局面で必要となる種々の対応を的確に実施するためには、発災から復旧・復興に至るまでの時系列の中でその時々々の社会状況を適切に把握し、その状況に応じた対応行動を選択することが重要となる。特に、南海トラフ地震のように被害が広域かつ甚大な場合の対応行動の選択においては、被害状況を含む地域社会の様態の事前想定には限度があることから、被害の全体像の把握はもちろんのこと、その後の時間経過に応じた状況把握と判断が重要である。また、臨時情報発表時のような、直接の被害は生じていないものの社会活動の状態が変化する事態の出現が想定されるとき、その状況を把握することも重要である。

このような社会様相の変化の全般については、最終的には災害後の調査により正確に把握されるものであるが、広域大規模災害においては、深刻なダメージを受けている地域ほど状況把握に手間取ることが指摘されており、最も対応が必要な地域の確認が遅れ、その結果、対応が後手に回ることがしばしばあるとされる。そのような事態を回避するために、被害の有無やその程度を概括する手段が必要であり、本研究においては、これらを平常時から臨時情報発表時、発災時を通してシームレスに把握するためのシステム構築を目的としている。

南海トラフ地震のような大規模な自然災害では、ライフライン、社会経済活動や産業活動に必要な施設や設備、ロジスティクス（物流）などが被害を受け、サプライチェーンが寸断されることによって、社会経済活動や産業活動が停止し、社会の萎縮が生じることは、これまでの事例からも明らかである。また、緊急事態宣言の発出などの「臨時情報」発表時においても、工場の操業停止・交通機関の運休など社会の萎縮が生じることになる。昨年度までに、これらの社会様相をリアルタイムに把握することを目的に文献調査を行い、電力をはじめとするライフラインの稼働状況や需要量の推移、交通状況やさらには地震計によってとらえられた雑微動のデータなどにより社会の活性度合やその変化（災害時においては被災状況）を推定しうる可能性のあることを明らかにしてきた。

しかしながら、社会のモニタリング手法には様々な可能性があるとは言うものの、社会活動そのものは多様であり、かつ幅広いものであることから、災害対応という視点からは何のどのような状態変化を把握すべきなのか（把握したいのか）を整理し、

対象を絞ったうえで検討を深めていく必要がある。そこで、電力需要量に係る情報が社会状況（地域社会の活性度）を把握するには有効なこと、その情報は災害前から発災後にかけてほぼシームレスに利用できる可能性があることに着目して、昨年度の検討では、電力需要のモニタリングを社会状況把握に活用するための基礎検討事例として、明治用水頭首工漏水事故の影響を加味した電力需要を用いた時系列データ分析を行い、電力需要の予測式を構築した。

今年度は、同様の予測式を用い、市民の生活に深く関わる低圧電力の1時間ごとの電力需要データを用いた時系列分析を、2023年6月2日台風2号による浸水被害を受けた地域を対象に実施し、電力需要の観測による市民生活モニタリングについて検討する。

(b) 業務の実施方法

低圧電力を対象に2023年6月2日台風2号による被害状況によって選定した2校区（北部中学校区、南部中学校区）に対して、昨年度構築した手法により、1時間ごとの使用電力量データを用いた時系列分析を行い、1時間ごとの予測値と実測値の比較検討を実施した。電力データについては、一般社団法人電力データ管理協会より提供を受けたスマートメーターデータを用いた。

(c) 業務の成果

災害など日常生活に大きな影響を及ぼす外乱に遭遇した場合、人々の行動変容によって使用電力量も変化することから、電力の観測により災害時の市民生活の状況をモニタリングできるのではないかとの仮説から、2023年6月2日台風2号による浸水被害を受けた地域の中学校区に着目し、低圧電力を対象に時系列分析を実施する。本検討では、一般住宅（集合住宅を除く）を対象とするため、契約電力3kW～10kWの使用電力量データを用いる。

台風2号による豊川市および豊橋市の被害概要3)を図2-5-②-1～図2-5-②-4に、使用電力量※推移の年度比較を図2-5-②-5に示す。

分析対象の校区は下記のとおりである。

時系列分析の対象校区

豊橋市立 北部中学校区：台風2号による被害影響が大きいと推測される校区

豊橋市立 南部中学校区：台風2号による被害影響が小さいと推測される校区

※低圧電力データは、以下の建物分類ごとにデータが記録されているが、中部電力パワーグリッド管内においては、“1：一戸建て”の分類を保持していないため、“3：その他”に“2：集合住宅”以外のデータが記録されている。

建物分類

1：一戸建て

2：集合住宅

3：その他

(1) 人的被害

なし

(2) 物的被害

住宅被害 全壊：2 棟（土砂災害）

床上浸水：273 棟、床下浸水 276 棟（罹災証明書発行件数）

非住家被害：95 棟（罹災届出証明書発行件数）

車両被害：1,493 台（廃車 1,192 台、修理 301 台）

※参考：2023 年 9 月号広報とよかわ掲載（7 月 31 日現在の被害状況）

住宅被害 全壊：2 棟（土砂災害）

床上浸水：264 棟、床下浸水 263 棟

非住家被害：91 棟

(3) 河川の越水

17 河川（音羽川、佐奈川、西古瀬川、御津川 外 13 河川）

(4) 道路被害（市道）

のり面崩壊 62 カ所、道路陥没 15 カ所、土砂の流出 68 カ所、通行止め 33 カ所

(5) 林道被害

21 路線

(6) 農業被害

農林業施設被害 2 億 1,517 万円 農作物等施設被害 5 億 8,665 万円

農作物等被害 8 億 4,260 万円

(7) 学校被害

2 カ所（床上浸水【桜町小学校】、落雷【一宮東部小学校】）

(8) ライフライン被害

電力：土砂崩れによる電柱等の倒壊のため停電（東上町の一部）

(9) 公共交通被害

バス車両浸水（小坂井線：1 両）、タクシー車両浸水（6 台）

コミュニティバス運休（音羽線）

コミュニティバス計画運休（一宮線、御津地区地域路線）

豊鉄バス計画運休（新豊線、豊川線）、名鉄計画運休（豊川線、名古屋本線）

JR 東海計画運休（東海道本線、飯田線）

図 2 - 5 - ② - 1 豊川市の被害概要

(10) 被害箇所



6月2日大雨による被害概要 (小田淵、桜町、蔵子地区浸水被害)

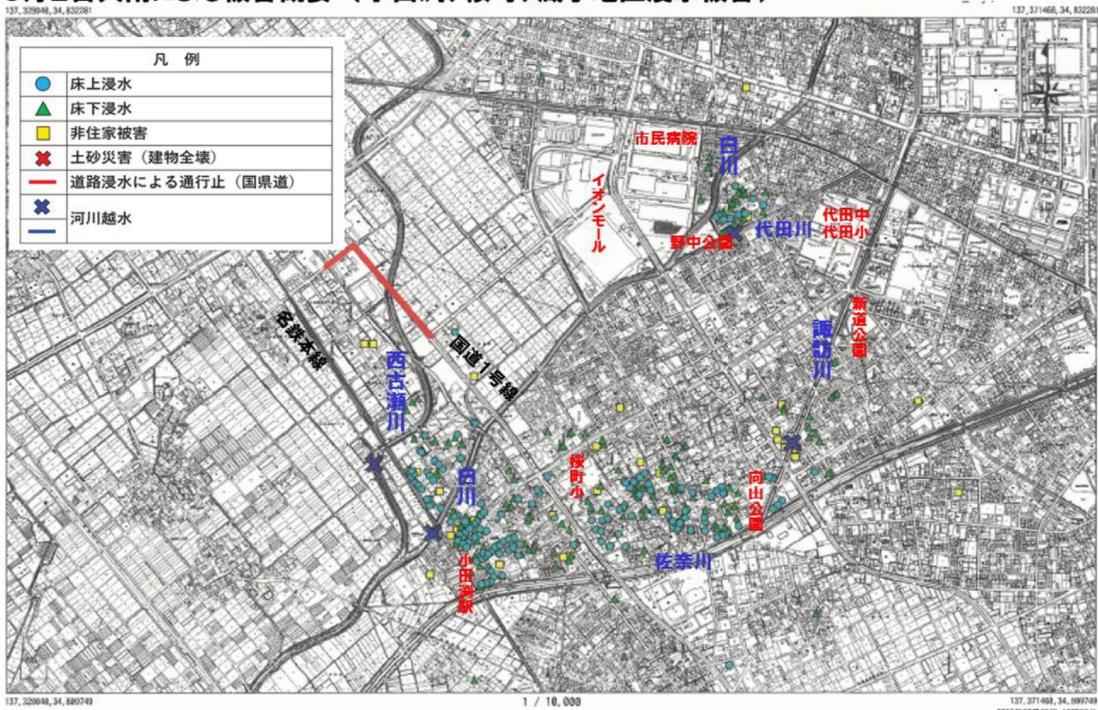


図 2 - 5 - ② - 2 被害箇所と中学校区の重ね合わせ図

(1) 人的被害

- 死者数：1名
- 負傷者数：4名（軽傷）

(2) 物的被害

- 住宅被害（浸水）：床上浸水 80 件、床下浸水 86 件（罹災証明件数 10.31 現在）
- 車両被害：132 件、事務所・工場等：145 件（罹災届出証明件数 10.31 現在）
- 公共施設被害
 - ・ 文教施設被害：28 か所、93,629 千円 ※地区市民館 1 か所含む
 - ・ 豊橋公園を含む 5 施設（被害額：3,924 千円）
 - ・ 県立高校：2 か所、2,848 千円
 - ・ その他 36 件
- 土木被害
 - ・ 道路損壊 11 か所（うち県道 3 か所）
 - ・ 橋梁破損 3 か所
 - ・ 河川法面崩落 13 か所（うち県管理施設 5 か所）、河川護岸損傷 1 か所（国管理施設）
 - ・ 水路破損・土砂堆積等 156 か所（7.31 現在）
 - ・ 土砂崩れ等 63 か所
 - ・ 公共土木施設被害額：280,000 千円
- 農林水産業（土木）被害
 - ・ 農地災害(事業主体は土地改良区) 10 件 38,000 千円
 - ・ ため池（大穴池）地山崩れ 50,000 千円
 - ・ 農業施設被害 113 件 380,188 千円（7.31 現在）
 - ・ 農作物被害 107.1ha 466,293 千円（7.31 現在）
 - ・ 水産施設被害 1 件 3,000 千円（7.31 現在）
 - ・ 水産物被害 2 件 93,330 千円（7.31 現在）
- 商工業被害（被害店舗・事務所・工場等）：51 件 219,652 千円
- 公共交通被害
 - ・ 豊橋鉄道：渥美線冠水による電気ポイント故障
 - ・ タクシー：水没により車両 15 台故障
- ライフライン被害
 - ・ 電力：土砂崩れによる電柱等の倒壊による停電 190 戸（石巻小野田町、石巻西川町、石巻平野町、石巻本町の一部）6月2日 21時 2分～6月3日 0時 1分

図 2 - 5 - ② - 3 豊橋市の被害概要

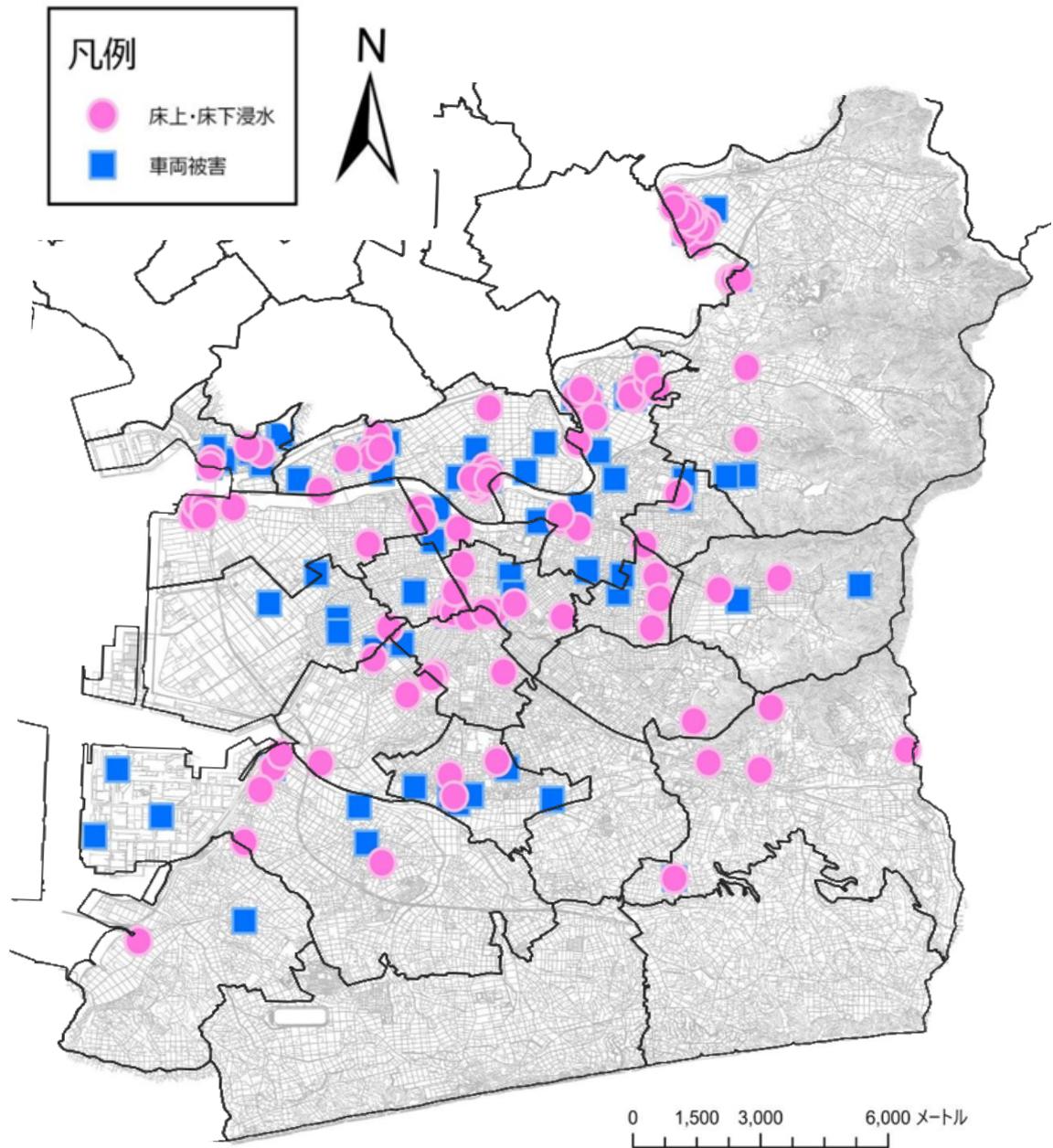


図 2 - 5 - ② - 4 被害箇所と中学校区の重ね合わせ図

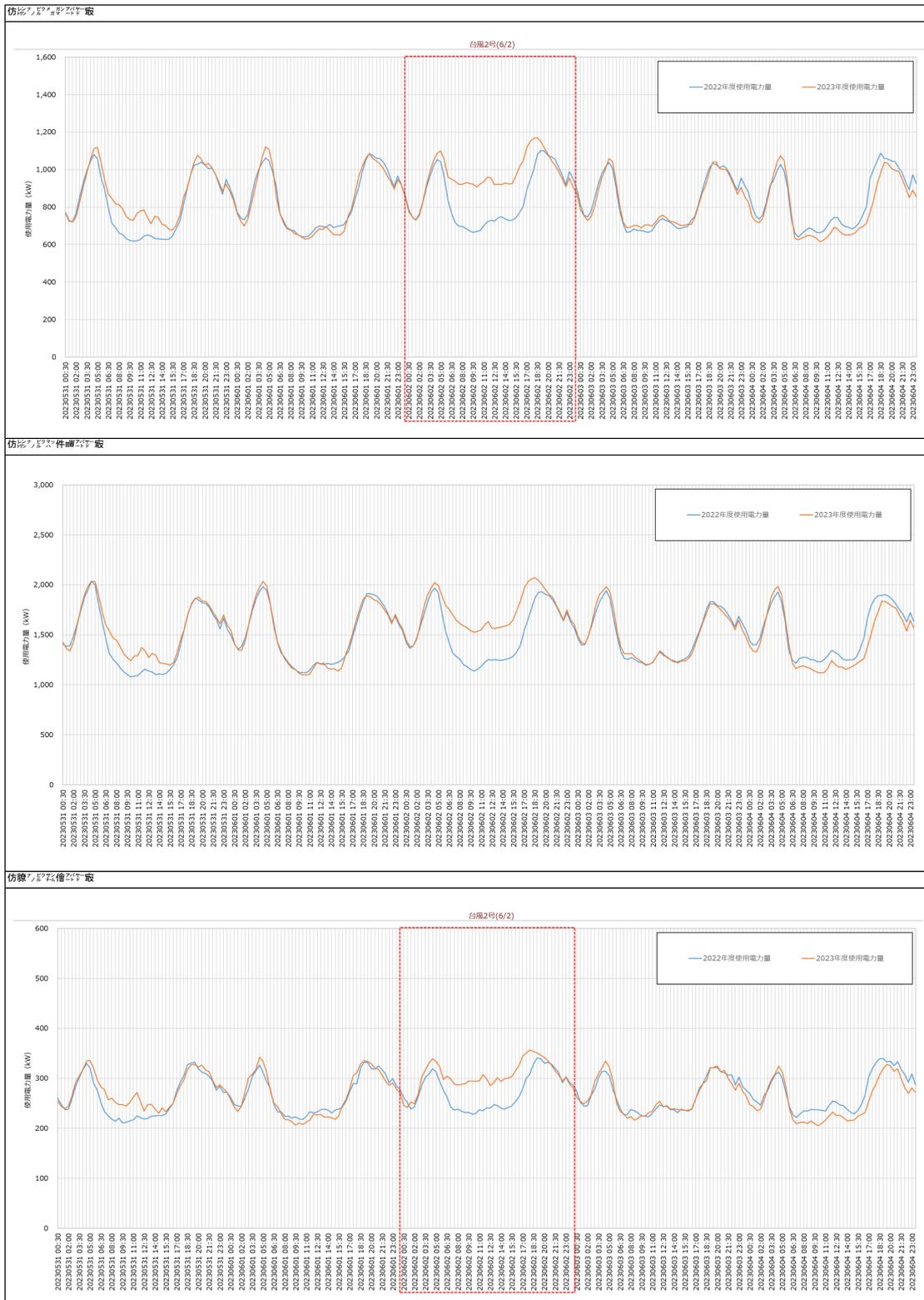


図 2 - 5 - ② - 5 (1) 使用電力量の推移 (年度比較)

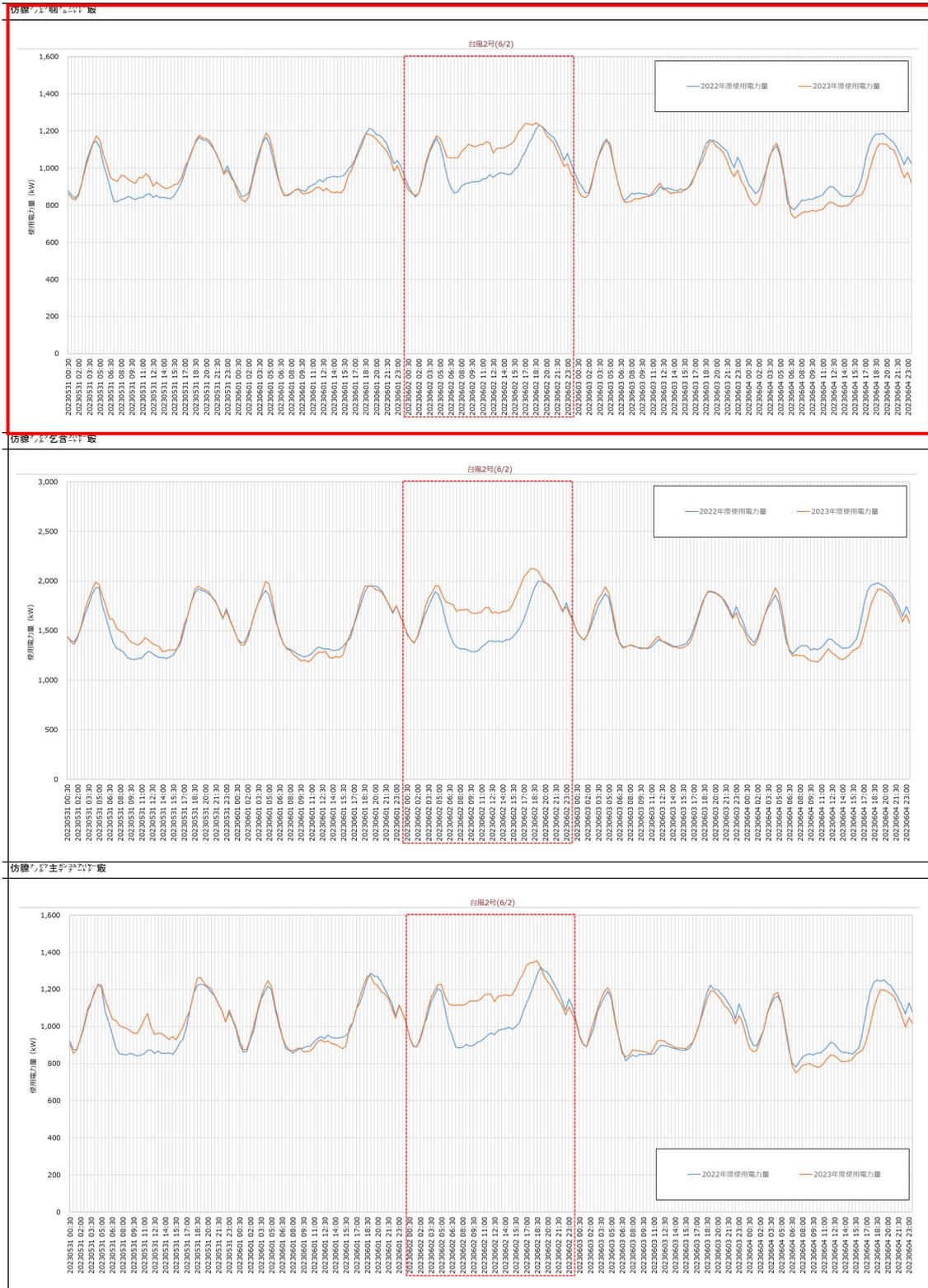


図 2 - 5 - ② - 5 (2) 使用電力量の推移 (年度比較)

1) 検討手法および対象地域・データの概要

・使用電力量データの概要

本検討では、2023年度台風2号期間中の豊橋市立北部中学校区および豊橋市立南部中学校区の使用電力量データに対して時系列データ分析を実施する。豊川市および豊橋市の中学校区を図2-5-②-6に、分析対象校区の低圧電力（建物分類3、契約電力3kW～10kW）の使用電力量の推移を図2-5-②-7に示す。

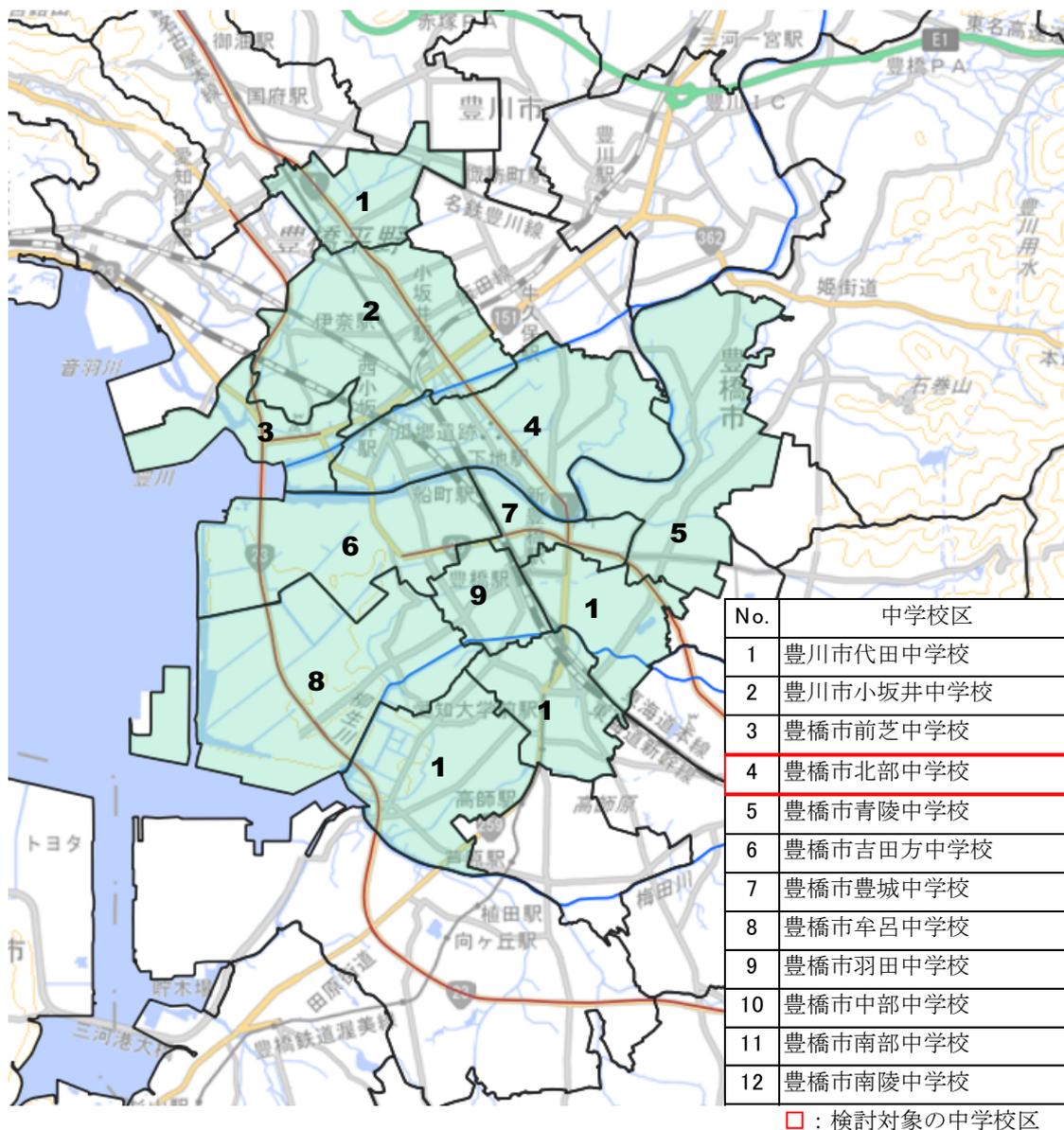
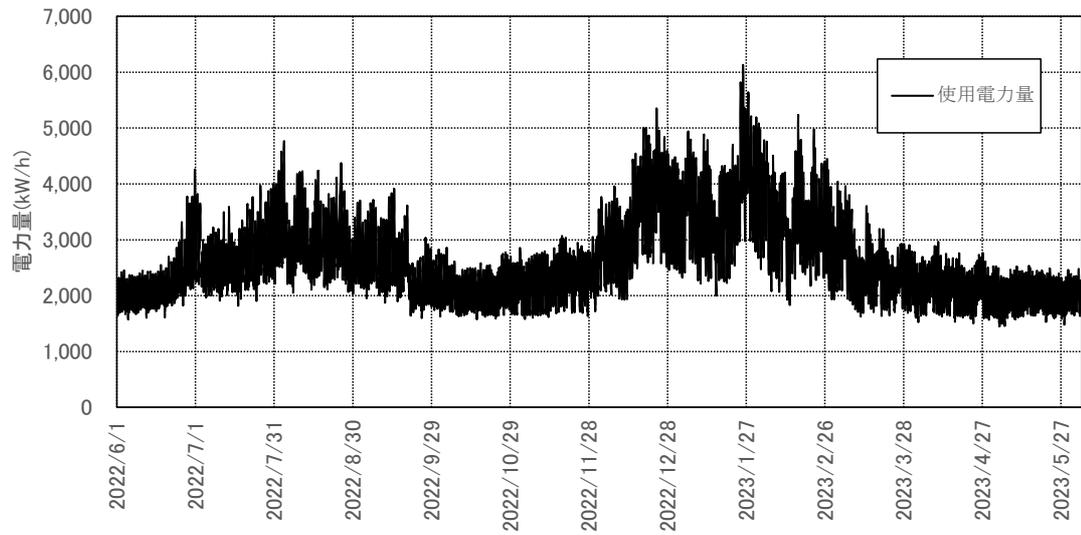


図2-5-②-6 豊川市および豊橋市の中学校区

使用電力量 (2022/6/1~2023/6/3)



使用電力量 (2023/5/25~2023/6/3)

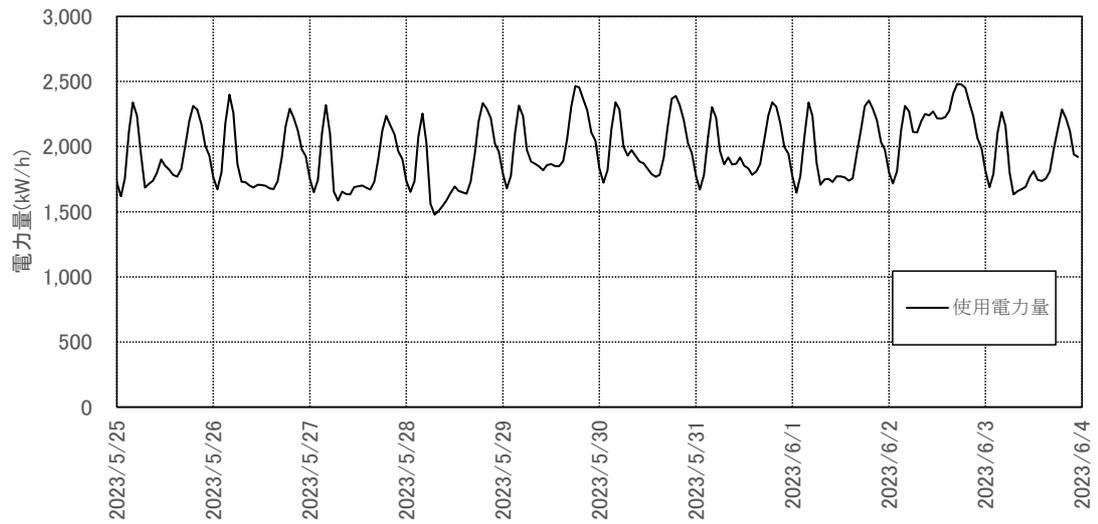


図 2 - 5 - ② - 7 (1) 低圧電力 (建物分類 3、契約電力 3 kW~10kW) の使用電力量の推移【豊橋市立 北部中学校】

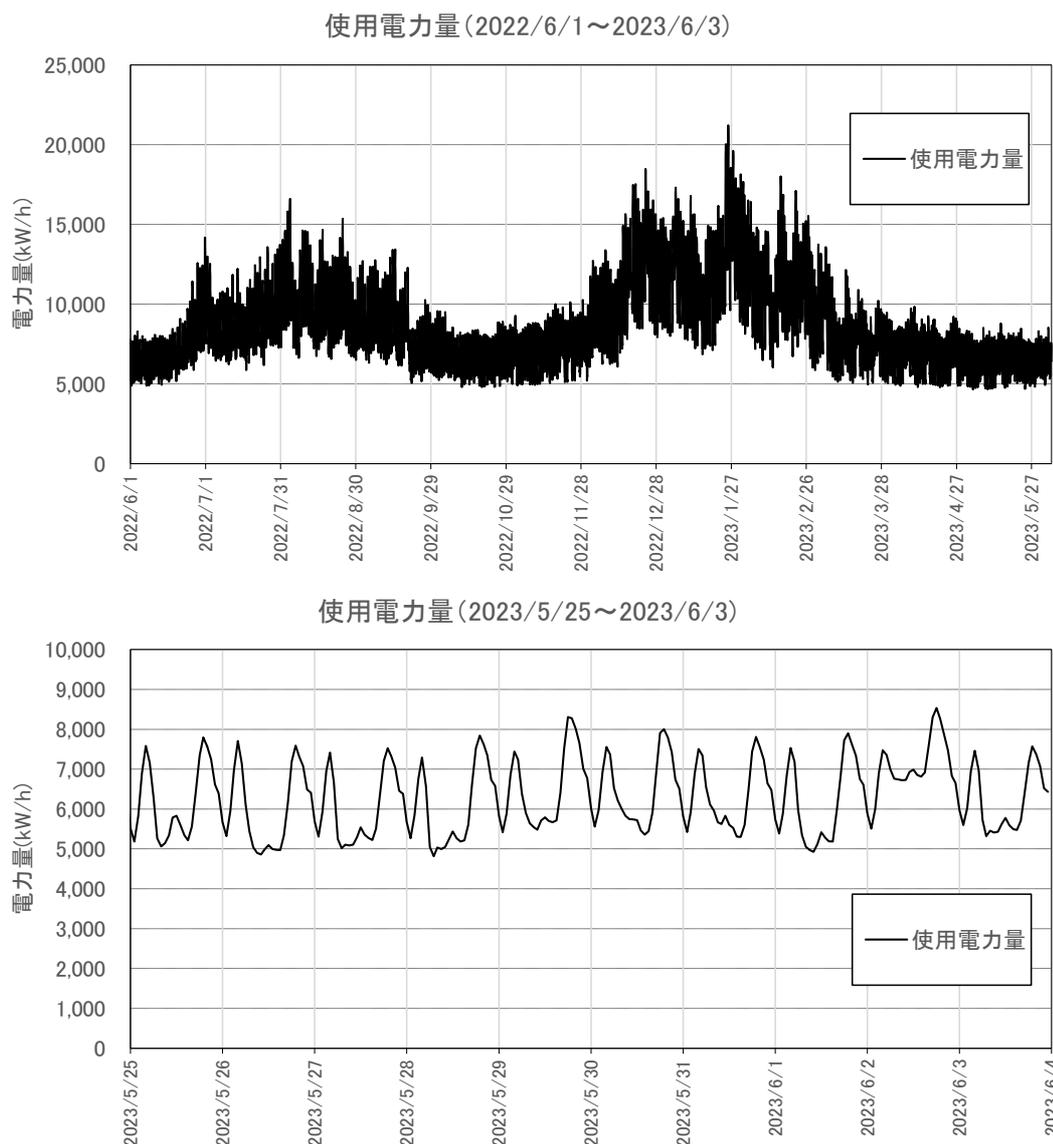


図 2 - 5 - ② - 7 (2) 低圧電力（建物分類 3、契約電力 3 kW~10kW）の使用電力量の推移【豊橋市立 南部中学校】

・分析用変数

時系列分析では、使用電力量を従属変数とし、独立変数には電力量に影響を及ぼすと考えられる項目を設定する。系統別の使用電力量データの推移から、1週間の周期で増減を繰り返すこと、気温の上昇に伴い電力量も増加傾向にあることから、既往検討と同様に a) 気温、b) 平日/休日を基本とした。詳細については、2)豊橋市立北部中学校の使用電力量を用いた時系列分析に記載する。

・時系列モデルの同定

時系列分析には、統計分析ソフト IBM SPSS Forecasting を用いる。時系列分析では、時系列データの季節性の判定、自己相関や偏自己相関を考慮したモデル次数の同定を行う必要があるが、同ソフトウェアのエキスパートモデラーを用いると、これら

の検討を機械的に実施することができる。本検討においては後述のとおり、エキスパートモデラーによる時系列モデルの同定の結果、いずれの系統についても ARIMA モデルが提案される。

時系列モデルの同定にあたり、下記項目に着目する。

- ・モデル適合度定常 R^2 乗

独立変数(説明変数)が従属変数(目的変数)のどれくらいを説明できるかを示す値である。

例えば、電力需給量を従属変数とし、独立変数に a)平均気温 b)平日/休日とした場合の ARIMA モデルが定常 R^2 乗=0.800 となった場合、電力需要の変動の 8 割を時系列データの周期性と気温および休日によって説明可能であることを示していることになる。

- ・残差に関する Ljung-Box 検定

残差に関する自己相関の有無を確かめる検定である。

仮説 $H_0: \rho(1)=\rho(2)=\dots=\rho(m)=0$ (1 次、2 次、…、 m 次の自己相関係数が 0) の有意確率が有意水準 0.05 より大きい場合、仮説 H_0 は棄却されない。

したがって、残差に自己相関がない(ホワイトノイズ)と判断できる。

- ・残差 ACF コレログラム

例として図 2-5-②-8 に示すような残差の自己相関係数(ACF)のコレログラムとその信頼限界(95%)において、すべての m 次の自己相関係数($m=1,2,3,\dots$)が信頼限界に入っているかを確認する。

信頼限界に入っている場合は「残差に自己相関はない」と言える。

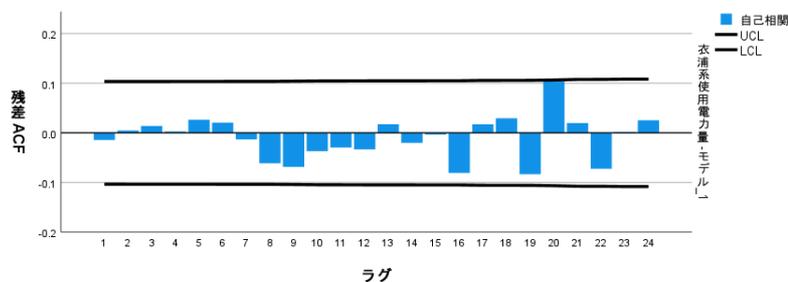


図 2-5-②-8 残差の自己相関係数のコレログラムとその信頼限界(例)

【ARIMA モデルについて】

ARIMA(Auto-Regressive integrated moving-average)モデルは、時系列データを自己回帰(p, P)、差分(d, D)、移動平均(q, Q)の3モデルを用いて複合的に表現したものである。ARIMAモデルを一般化した形、 $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)[s]$ のうち、(p, d, q)は季節に無関係な要素、(P, D, Q)は季節による要素である。また、 s は周期であるが、本検討では配水量が曜日とともに変動していることを踏まえ、 $s=24$ (24時間)としている。季節性を考慮したARIMAモデルはSARIMAモデルと呼ばれる。

- ・自己回帰

自己回帰の次数 (p, P) は、過去の観測値が及ぼす影響を表す。 t 時点での配水量を y_t とすると、自己回帰モデル $AR(p)$ は以下のように定式化できる。

$$Y_t = c + a_1 y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

ここで、 c は定数項、 a_p は $t-p$ 期の係数、 ε_t はホワイトノイズである。配水量は P 日前と Q 日前の値に影響を受けていることを前提としたモデルであることを示す。

- ・差分

差分の次数 (d, D) は、 t 時点での配水量と、 q 期前の配水量の差、 $y_t - y_{t-q}$ がモデルの説明項となっていることを示す。 D は周期単位であるため、 t と D 周期前(7 日前)との差分が説明項となる。

- ・移動平均

移動平均モデルである MA モデルは、 t 時点での配水量が当該時点および過去のホワイトノイズに影響を受ける状態を表現したものであり、次のように定式化される。

$$y_t = \varepsilon_t - b_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - b_q \varepsilon_{t-q}$$

ここで、 b_q は $t-q$ 期の係数、 ε_t はホワイトノイズである。 q 日前および Q 周期前までのホワイトノイズが t 時点の電力需要量に影響していることが示唆される。

2) 豊橋市立北部中学校区の使用電力量を用いた時系列分析

- ・検討概要

豊橋市立北部中学校は、周囲を豊川放水路と豊川に囲まれており、2023 年台風 2 号では浸水被害が多数報告された地域である。校区図を図 2-5-②-9 に示す。

本検討では、分析する使用電力量データを 1 時間ごとにし、1 時間ごとの予測値と実測値の比較検討を実施する。

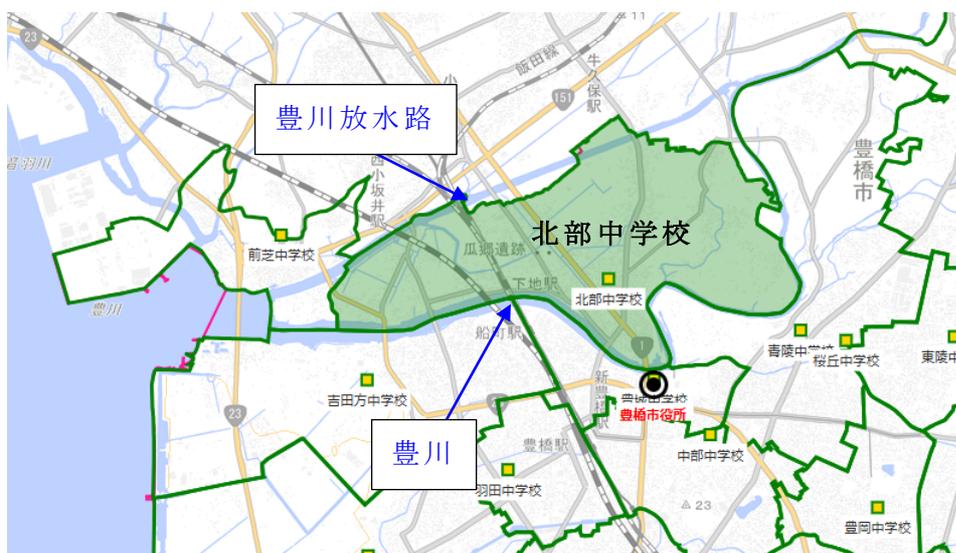


図 2-5-②-9 校区図

・使用電力量データと予測期間

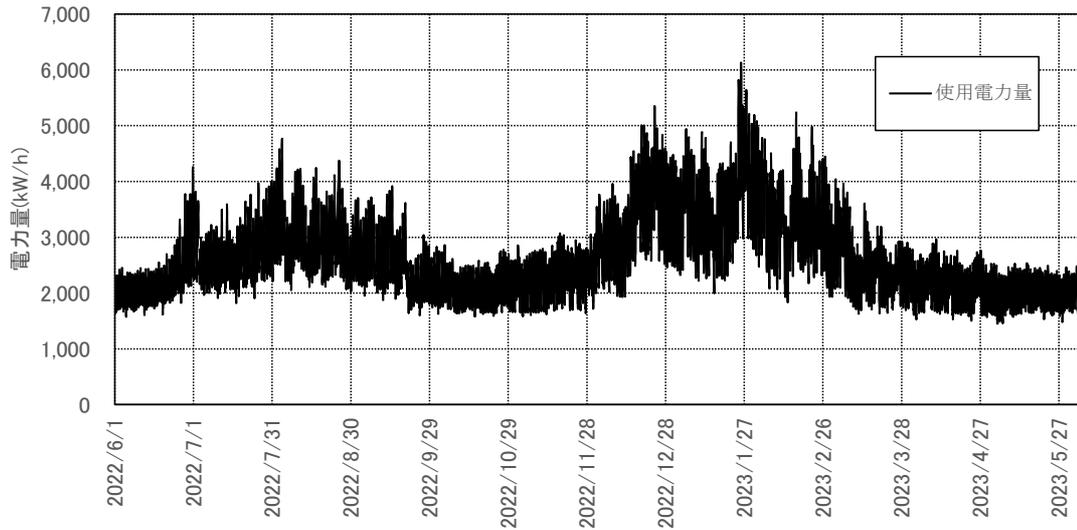
1 時間ごとの使用電力量を、過去 1 年間の使用電力量データを用いて同定した ARIMA モデルで予測する。

ARIMA モデルによる予測期間に対する ARIMA モデルの同定期間を表 2-5-②-1 に、北部中学校区の低圧電力の推移を図 2-5-②-10 に示す。

表 2-5-②-1 SARIMA モデルによる予測期間および同定期間

ARIMA (5月) (25)			ARIMA (5月) (28)		
有特km徳3点シ			有特km徳3点シ		
1	2023/6/1	0:00	2022/5/1	1:00	2023/5/31 23:00
2	2023/6/1	1:00	2022/5/1	2:00	2023/6/1 0:00
3	2023/6/1	2:00	2022/5/1	3:00	2023/6/1 1:00
4	2023/6/1	3:00	2022/5/1	4:00	2023/6/1 2:00
5	2023/6/1	4:00	2022/5/1	5:00	2023/6/1 3:00
6	2023/6/1	5:00	2022/5/1	6:00	2023/6/1 4:00
			↑		
			↑		
			↑		
68	2023/6/3	19:00	2022/5/2	20:00	2023/6/3 18:00
69	2023/6/3	20:00	2022/5/2	21:00	2023/6/3 19:00
70	2023/6/3	21:00	2022/5/2	22:00	2023/6/3 20:00
71	2023/6/3	22:00	2022/5/2	23:00	2023/6/3 21:00
72	2023/6/3	23:00	2022/5/3	0:00	2023/6/3 22:00

使用電力量 (2022/6/1~2023/6/3)



使用電力量 (2023/5/25~2023/6/3)

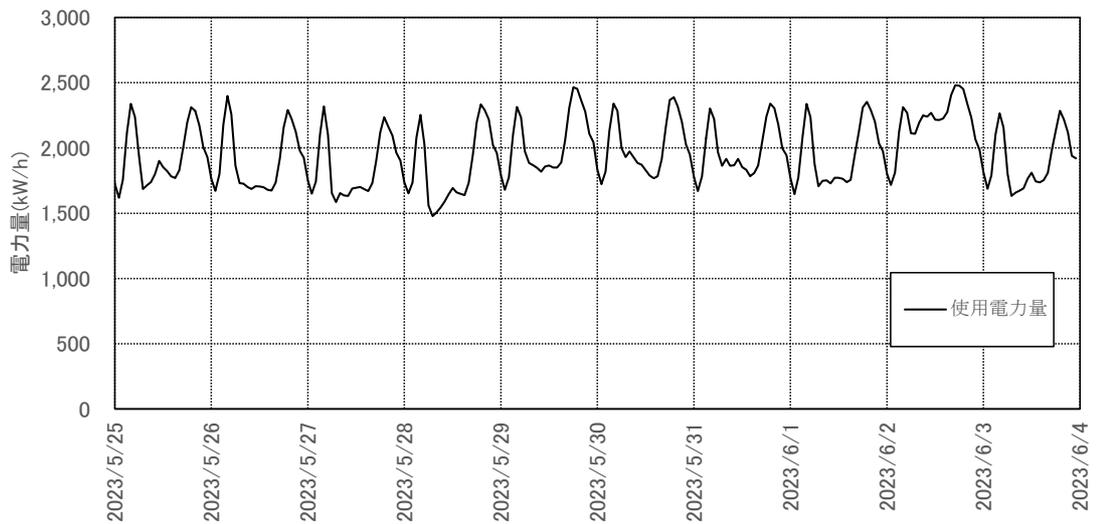


図 2 - 5 - ② - 10 1 時間ごとの使用電力量の推移【北部中学校, 低圧電力 (建物分類: 集合住宅, 契約電力 3 kW~10kW)】

・従属変数と独立変数

分析や予測で用いる時系列分析 SARIMA モデルでの変数の設定を表 2 - 5 - ② - 2 に示す。

独立変数には気温差分を設定した。気温は、冷暖房の消費電力等、使用電力量に影響を及ぼすと考えられる。分析や予測では、気象庁の公開する、豊橋市の平均気温を用いる。

表 2-5-②-2 従属変数と独立変数の設定内容

	変数名	設定内容
従属変数	使用電力量	SARIMA モデルの同定 同定期間は 2022/5/31~2023/5/31
独立変数	気温と気温の差分	同上

・季節性の考慮

1 日間（24 時間）を季節周期として設定する。

◎気温差分の設定方法

基準気温を境に正の相関と負の相関があることから、基準気温との差分の絶対値を独立変数に設定する。なお、基準気温は、正、負それぞれの相関が最大となる気温を 0.5℃刻みで求める。

使用電力量と平均気温の関係を図 2-5-②-11 に、使用電力量と平均気温の推移を図 2-5-②-12 に示す。

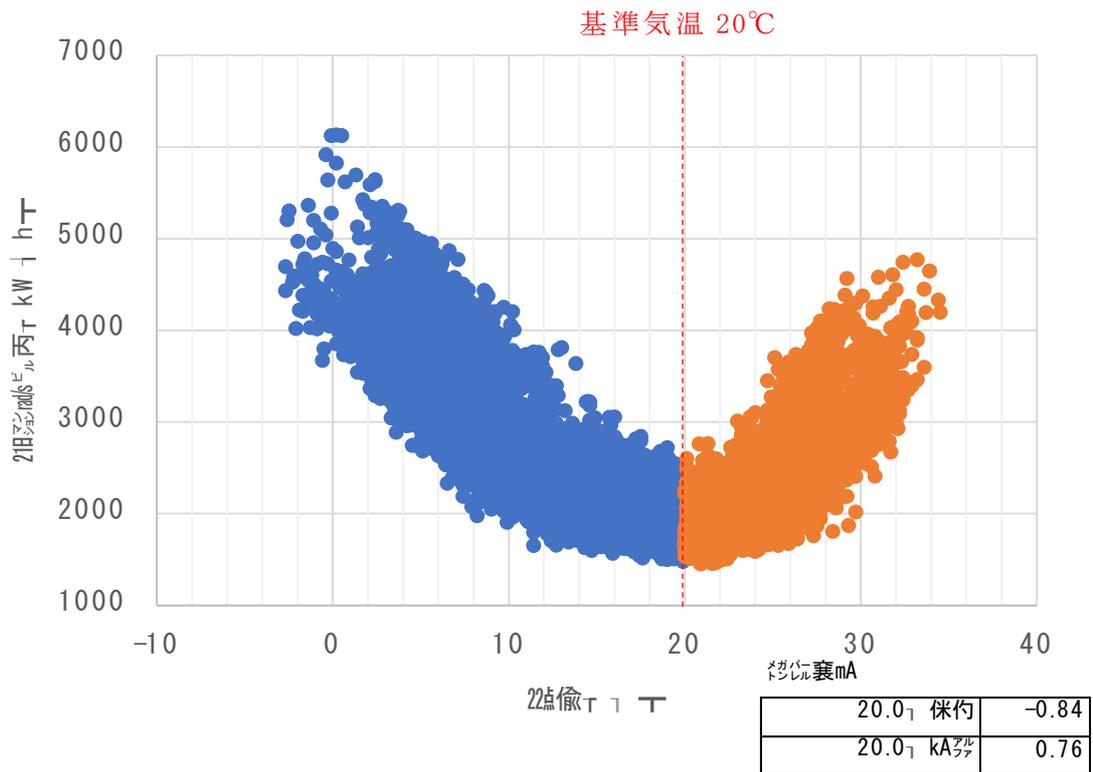


図 2-5-②-11 使用電力量と気温の関係

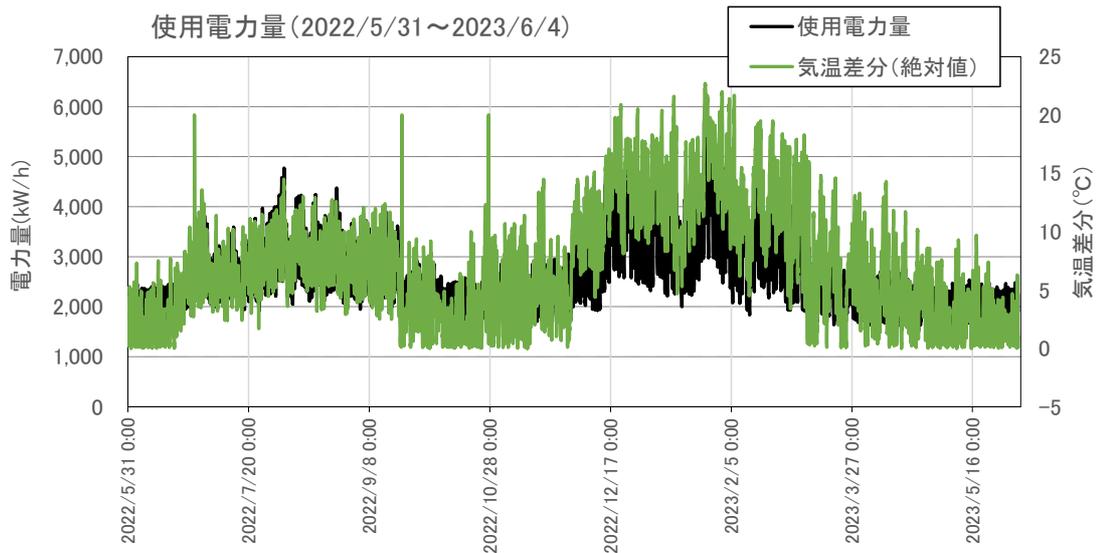


図 2 - 5 - ② - 12 使用電力量と気温差分の推移

・時系列モデルの同定および予測結果

予測期間の 2023 年 6 月 1 日 0:00 から 2023 年 6 月 3 日 23:00 までの ARIMA モデルの同定結果を以降に示す。全 72 ケースのモデル適合統計量 定常 R^2 乗, R^2 および 残差に関する Ljung-Box 検定で用いる有意確率を図 2 - 5 - ② - 13 に、同定結果一覧を表 2 - 5 - ② - 3 に示す。代表 1 ケースの結果を次頁に示す。

なお、本検討では、予測精度を向上させるために、全ケースにおいてエキスパートモデラーによる最適化された ARIMA モデルを用いて予測検討を実施している。

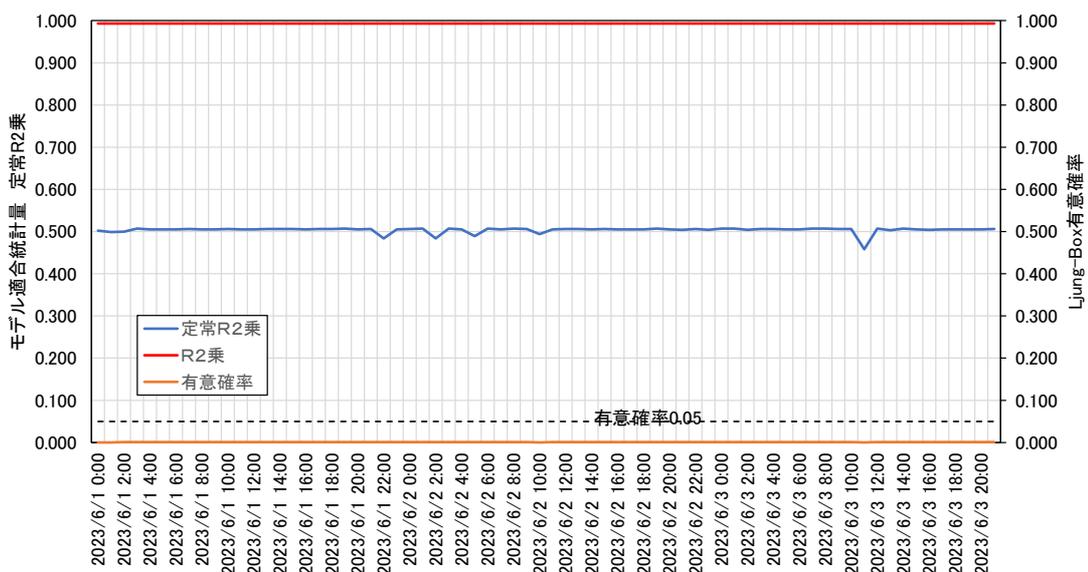


図 2 - 5 - ② - 13 モデル適合統計量 定常 R^2 乗, R^2 および Ljung-Box 有意確率

ここに、 R^2 ：データ全体の変動をどれだけモデルが説明できるかを評価するための指標、定常 R^2 ：トレンドや季節性を取り除いた「定常的な変動」をモデルが説明できているかを評価するための指標、である。

表 2 - 5 - ② - 3 (1) 同定結果一覧

	予測期間	ARIMAモデル	モデル適合度		残差に関するLjung-Box検定	
			定常 R^2 乗	R^2 乗	有意確率	有意水準
1	2023/6/1 0:00	ARIMA(1,1,11)(1,1,1)	0.502	0.993	0.000	< 0.05
2	2023/6/1 1:00	ARIMA(2,1,8)(1,1,1)	0.499	0.993	0.000	< 0.05
3	2023/6/1 2:00	ARIMA(2,1,4)(1,1,1)	0.500	0.993	0.001	< 0.05
4	2023/6/1 3:00	ARIMA(2,1,11)(1,1,1)	0.507	0.993	0.001	< 0.05
5	2023/6/1 4:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
6	2023/6/1 5:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
7	2023/6/1 6:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
8	2023/6/1 7:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
9	2023/6/1 8:00	ARIMA(2,1,12)(1,1,1)	0.505	0.993	0.001	< 0.05
10	2023/6/1 9:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
11	2023/6/1 10:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
12	2023/6/1 11:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
13	2023/6/1 12:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
14	2023/6/1 13:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
15	2023/6/1 14:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
16	2023/6/1 15:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
17	2023/6/1 16:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
18	2023/6/1 17:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
19	2023/6/1 18:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
20	2023/6/1 19:00	同上	0.507	0.993	0.001	< 0.05
21	2023/6/1 20:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
22	2023/6/1 21:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
23	2023/6/1 22:00	ARIMA(2,1,5)(1,1,1)	0.484	0.993	0.001	< 0.05
24	2023/6/1 23:00	ARIMA(2,1,12)(1,1,1)	0.505	0.993	0.001	< 0.05
25	2023/6/2 0:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
26	2023/6/2 1:00	同上	0.507	0.993	0.001	< 0.05
27	2023/6/2 2:00	ARIMA(2,1,5)(1,1,1)	0.484	0.993	0.001	< 0.05
28	2023/6/2 3:00	ARIMA(2,1,12)(1,1,1)	0.507	0.993	0.001	< 0.05
29	2023/6/2 4:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
30	2023/6/2 5:00	同上	0.489	0.993	0.001	< 0.05
31	2023/6/2 6:00	ARIMA(2,1,11)(1,1,1)	0.507	0.993	0.001	< 0.05
32	2023/6/2 7:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
33	2023/6/2 8:00	同上	0.507	0.993	0.001	< 0.05
34	2023/6/2 9:00	ARIMA(2,1,12)(1,1,1)	0.506	0.993	0.001	< 0.05
35	2023/6/2 10:00	ARIMA(1,1,5)(1,1,1)	0.494	0.993	0.000	< 0.05
36	2023/6/2 11:00	ARIMA(2,1,12)(1,1,1)	0.505	0.993	0.001	< 0.05

: 独立変数の気温と差分が採用されたケース
 : 独立変数の気温差分のみ採用されたケース

表 2 - 5 - ② - 3 (2) 同定結果一覧

	予測期間	ARIMAモデル	モデル適合度		残差に関するLjung-Box検定	
			定常 R ² 乗	R ² 乗	有意確率	有意水準
37	2023/6/2 12:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
38	2023/6/2 13:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
39	2023/6/2 14:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
40	2023/6/2 15:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
41	2023/6/2 16:00	ARIMA(2,1,11)(1,1,1)	0.505	0.993	0.001	< 0.05
42	2023/6/2 17:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
43	2023/6/2 18:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
44	2023/6/2 19:00	ARIMA(2,1,12)(1,1,1)	0.507	0.993	0.001	< 0.05
45	2023/6/2 20:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
46	2023/6/2 21:00	同上	0.504	0.993	0.001	< 0.05
47	2023/6/2 22:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
48	2023/6/2 23:00	同上	0.504	0.993	0.001	< 0.05
49	2023/6/3 0:00	同上	0.507	0.993	0.001	< 0.05
50	2023/6/3 1:00	同上	0.507	0.993	0.001	< 0.05
51	2023/6/3 2:00	同上	0.504	0.993	0.001	< 0.05
52	2023/6/3 3:00	ARIMA(2,1,11)(1,1,1)	0.506	0.993	0.001	< 0.05
53	2023/6/3 4:00	ARIMA(2,1,12)(1,1,1)	0.506	0.993	0.001	< 0.05
54	2023/6/3 5:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
55	2023/6/3 6:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
56	2023/6/3 7:00	同上	0.507	0.993	0.001	< 0.05
57	2023/6/3 8:00	同上	0.507	0.993	0.001	< 0.05
58	2023/6/3 9:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
59	2023/6/3 10:00	同上	0.506	0.993	0.001	< 0.05
60	2023/6/3 11:00	ARIMA(1,1,5)(1,1,1)	0.458	0.993	0.000	< 0.05
61	2023/6/3 12:00	ARIMA(2,1,12)(1,1,1)	0.507	0.993	0.001	< 0.05
62	2023/6/3 13:00	ARIMA(2,1,11)(1,1,1)	0.503	0.993	0.001	< 0.05
63	2023/6/3 14:00	ARIMA(2,1,12)(1,1,1)	0.507	0.993	0.001	< 0.05
64	2023/6/3 15:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
65	2023/6/3 16:00	ARIMA(2,1,11)(1,1,1)	0.504	0.993	0.001	< 0.05
66	2023/6/3 17:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
67	2023/6/3 18:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
68	2023/6/3 19:00	ARIMA(2,1,12)(1,1,1)	0.505	0.993	0.001	< 0.05
69	2023/6/3 20:00	ARIMA(2,1,11)(1,1,1)	0.505	0.993	0.001	< 0.05
70	2023/6/3 21:00	ARIMA(2,1,12)(1,1,1)	0.506	0.993	0.001	< 0.05
71	2023/6/3 22:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05
72	2023/6/3 23:00	同上	0.505	0.993	0.001	< 0.05

: 独立変数の気温と差分が採用されたケース
 : 独立変数の気温差分のみ採用されたケース

同定期間：2022年5月29日～2023年5月28日の同定結果

時系列分析モデル：

ARIMA(1, 1, 11)(1, 1, 1)[24]（[]内の数字は季節周期を表す、パラメータ推定値は下記参照）

モデル適合度 定常 R² 乗：

0.502

残差に関する Ljung-Box 検定：

有意確率=0.000 < 有意水準 0.05 のため、残差に有意な（意味のありそうな）自己相関がある。

図 2 - 5 - ② - 14 に ARIMA モデルの概要を示す。残差の自己相関係数のコレログラムとその信頼限界を表した図を図 2 - 5 - ② - 15 に示す。自己相関係数が信頼限界を超えているラグがあるため、残差はホワイトノイズであると判断できない。

しかし、ラグ 12 以降で信頼限界を超過する結果であることから 1 時間ごとの予測精度には問題ないと判断した。

モデルの説明

			モデルの種類
モデル ID	使用電力量	モデル_1	ARIMA(1,1,11) (1,1,1)

モデルの適合度

適合度の統計量	平均	標準誤差	最小	最大	パーセンタイル						
					5	10	25	50	75	90	95
定常 R2 乗	.502	.	.502	.502	.502	.502	.502	.502	.502	.502	.502
R2 乗	.993	.	.993	.993	.993	.993	.993	.993	.993	.993	.993
RMSE	64.246	.	64.246	64.246	64.246	64.246	64.246	64.246	64.246	64.246	64.246
MAPE	1.696	.	1.696	1.696	1.696	1.696	1.696	1.696	1.696	1.696	1.696
MaxAPE	20.593	.	20.593	20.593	20.593	20.593	20.593	20.593	20.593	20.593	20.593
MAE	44.465	.	44.465	44.465	44.465	44.465	44.465	44.465	44.465	44.465	44.465
MaxAE	460.585	.	460.585	460.585	460.585	460.585	460.585	460.585	460.585	460.585	460.585
標準化 BIC	8.337	.	8.337	8.337	8.337	8.337	8.337	8.337	8.337	8.337	8.337

モデル統計量

モデル	予測変数の数	モデル適合統計量	Ljung-Box Q(18)			外れ値の数
		定常 R2 乗	統計	自由度	有意確率	
使用電力量-モデル_1	2	.502	133.317	11	.000	0

ARIMA モデル パラメータ

				推定値	標準誤差	t 値	有意確率			
使用電力量-モデル_1	使用電力量	変換なし	AR	ラグ 1	.962	.007	132.454	.000		
			差分		1					
			MA	ラグ 1	.577	.012	50.142	.000		
				ラグ 2	.519	.011	47.661	.000		
				ラグ 4	-.017	.008	-2.163	.031		
				ラグ 11	-.081	.007	-10.994	<.001		
			AR、季節性	ラグ 1	.221	.013	16.619	<.001		
			季節差分		1					
			MA、季節性	ラグ 1	.865	.007	124.407	.000		
			気温	変換なし	分子	ラグ 0	2.924	.890	3.286	.001
					差分		1			
季節差分		1								
気温差分	変換なし	分子	ラグ 0	21.741	.941	23.115	<.001			
			ラグ 1	-15.584	.812	-19.191	<.001			
		差分		1						
		分母	ラグ 2	.443	.029	15.325	<.001			
		季節差分		1						

図 2 - 5 - ② - 14 構築した ARIMA モデルの概要

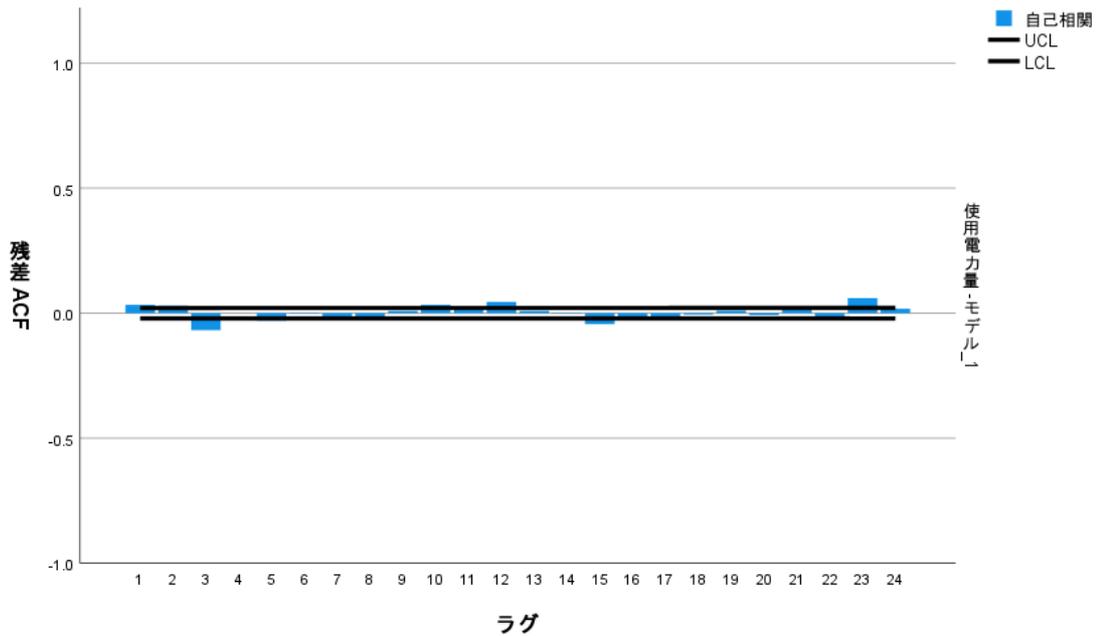


図 2-5-②-15 残差の自己相関係数のコレログラムとその信頼限界

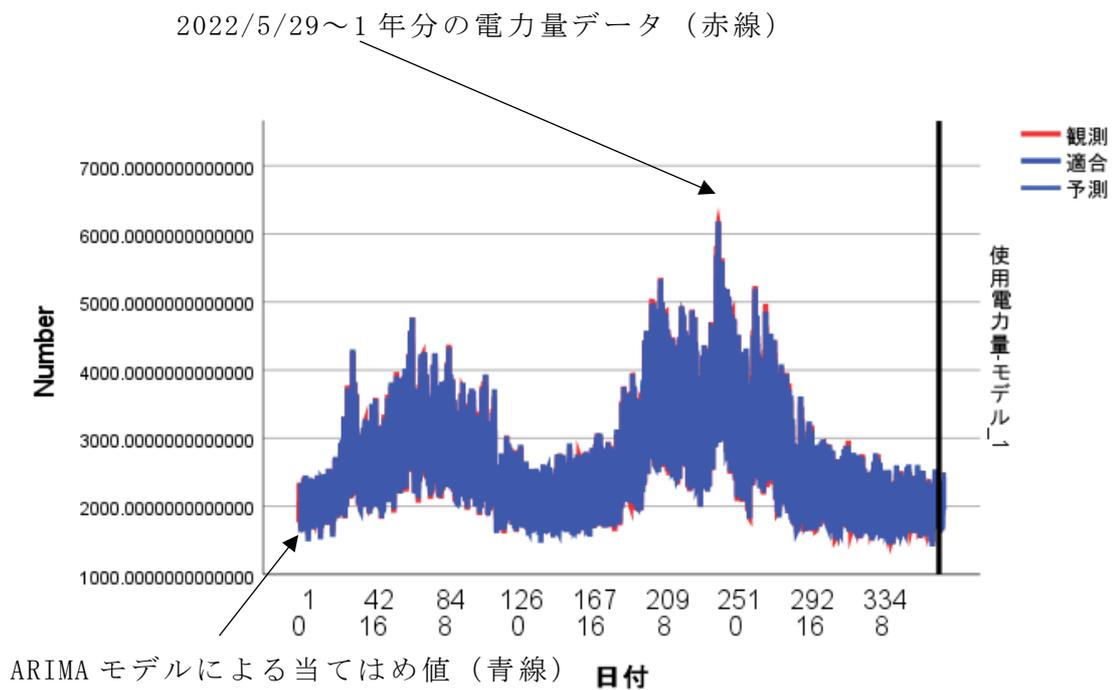


図 2-5-②-16 使用電力量データの実測値と予測値

・予測結果まとめ

使用電力量と当てはめ値の比較図 2-5-②-17 に示すが、2023 年 6 月 1 日 0:00 ~2023 年 6 月 3 日 23:00 までの使用電力量と予測値の比較を図 2-5-②-18 に示す。結果としては、以下のとおりである。

- ・全 72 ケース通して、モデル適合度 R^2 が 0.99 以上であることから、独立変数には「気温差分」が有効である。
- ・当てはめ値，予測値ともに使用電力量とよく一致する結果であった。

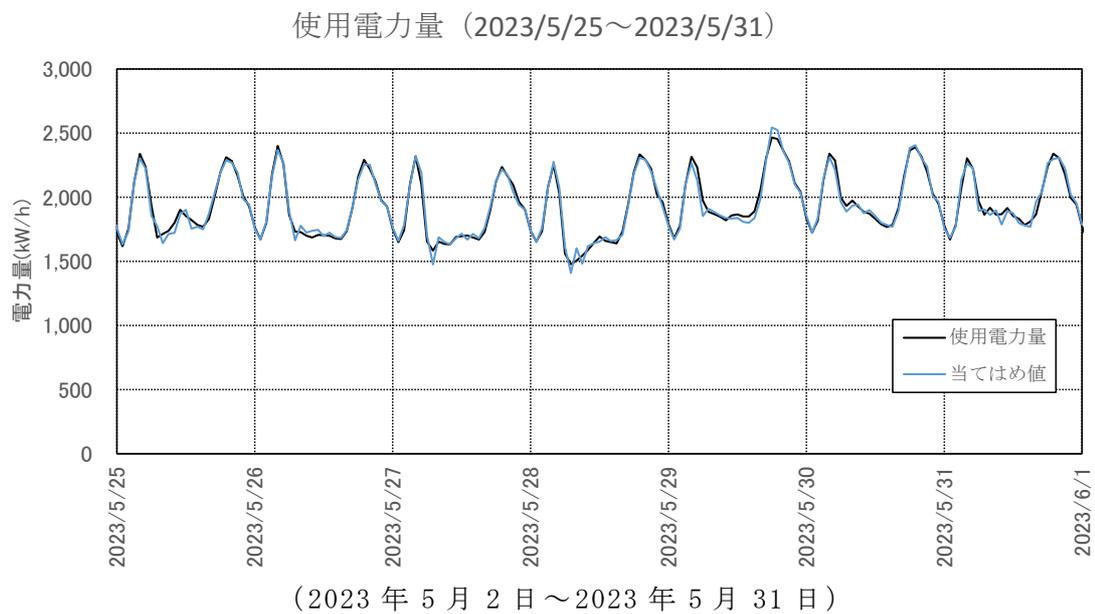
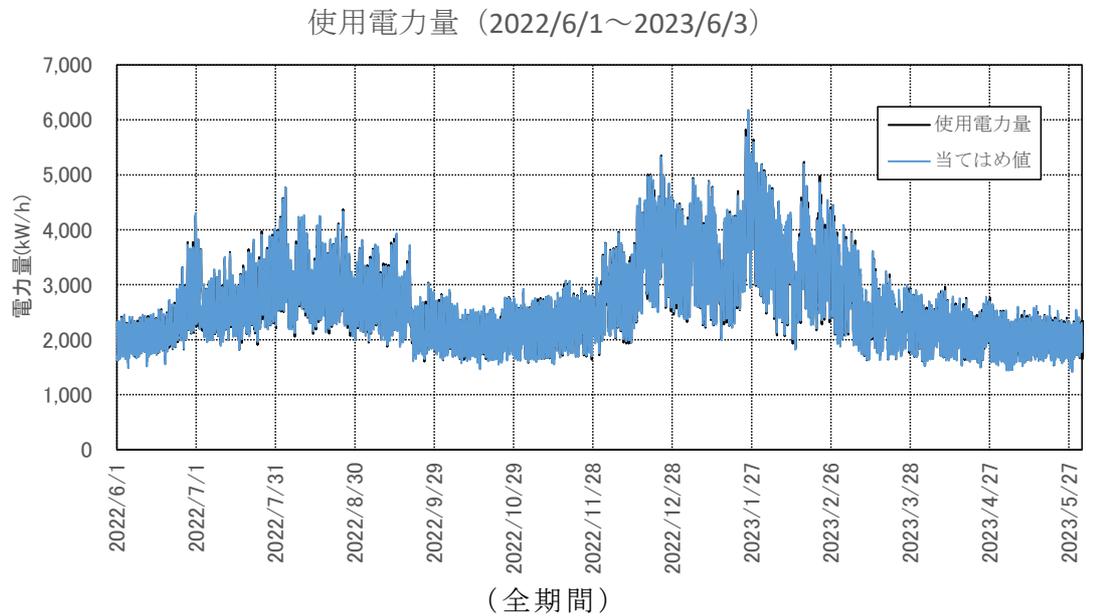


図 2 - 5 - ② - 17 使用電力量と当てはめ値の比較

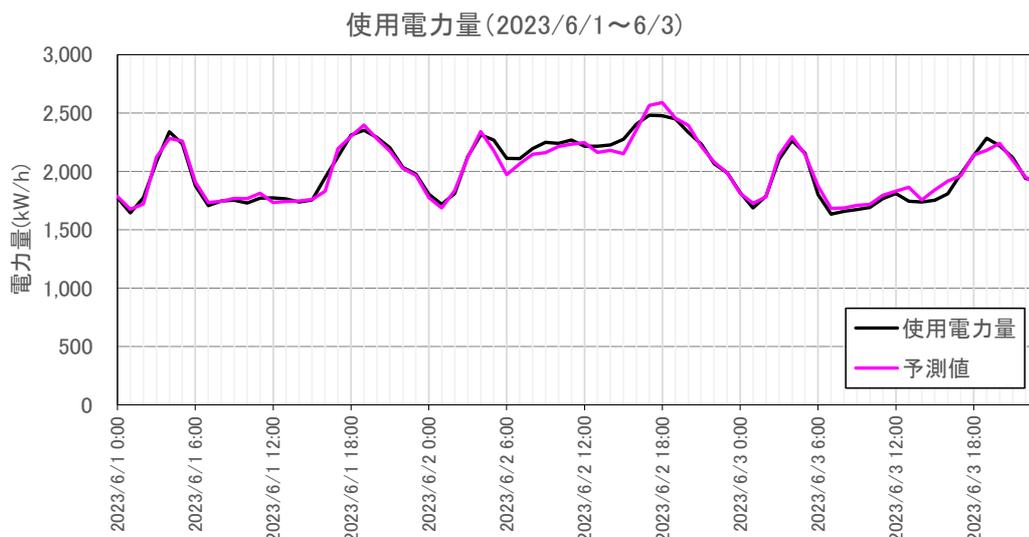


図 2 - 5 - ② - 18 使用電力量と予測値の比較

・ 予測誤差

既往検討と同様の方法で予測誤差を算定する。予測誤差の算定式を以下に示す。
予測誤差を下式より算定する。

$$\text{誤差} = \left| \frac{\text{予測値} - \text{実測値}}{\text{実測値}} \right| \times 100 \quad (\text{単位: \%})$$

実測値との差分一覧の上位 5 位を表 2 - 5 - ② - 4、予測誤差一覧の上位 5 位を表 2 - 5 - ② - 5 に示す。

また、予測値と実測値との差を図 2 - 5 - ② - 19 に予測誤差を図 2 - 5 - ② - 20 に、30 分ごとの使用電力量の推移を図 2 - 5 - ② - 21 に示す。

結果は下記のとおりである。

- ・ 予測結果については、実測値との乖離が大きい順に【6月3日 13:00】、【6月2日 6:00】、【6月1日 16:00】となった。6月3日の予測誤差が大きい要因としては、前日（6月2日）のデータ変動の影響を受けたものと推測される。
- ・ 一方で、2番目に実測値との乖離が大きい【6月2日 6:00】では、実測値に比べて使用電力量を少なく予測している。当該日時は、前年と比較して使用電力量が増えており、大雨により平常時とは異なる使用電力量の変化を捉えた可能性がある。前年と比較して使用電力量が増えた要因としては、自宅待機者が増えたことが影響している可能性がある。
- ・ その他には、台風通過前の【6月1日 16:00】も実測値との差分が大きい結果となった。これは、学生の帰宅や調理・炊事の開始などで使用電力量が急増する時間帯については、災害などのイベント有無にかかわらず、実測値との差が大きくなりやすいことを示唆している。

表 2 - 5 - ② - 4 実測値との差分一覧 (上位 5 位)

④記録	km徳冠\		ポト徳丸
	冠\	傳々丸	②②\
2023/6/3 13:00	6.9	6.9	121
2023/6/2 6:00	-6.7	6.7	-141
2023/6/1 16:00	-6.0	6.0	-118
2023/6/3 16:00	6.0	6.0	108
2023/6/2 15:00	-5.4	5.4	-124

表 2 - 5 - ② - 5 予測誤差一覧 (上位 5 位)

④記録	ポト徳丸②②\		km徳冠\
	\ギガ	傳々丸	
2023/6/2 6:00	-141	141	-6.7
2023/6/2 15:00	-124	124	-5.4
2023/6/3 13:00	121	121	6.9
2023/6/1 16:00	-118	118	-6.0
2023/6/2 18:00	114	114	4.6

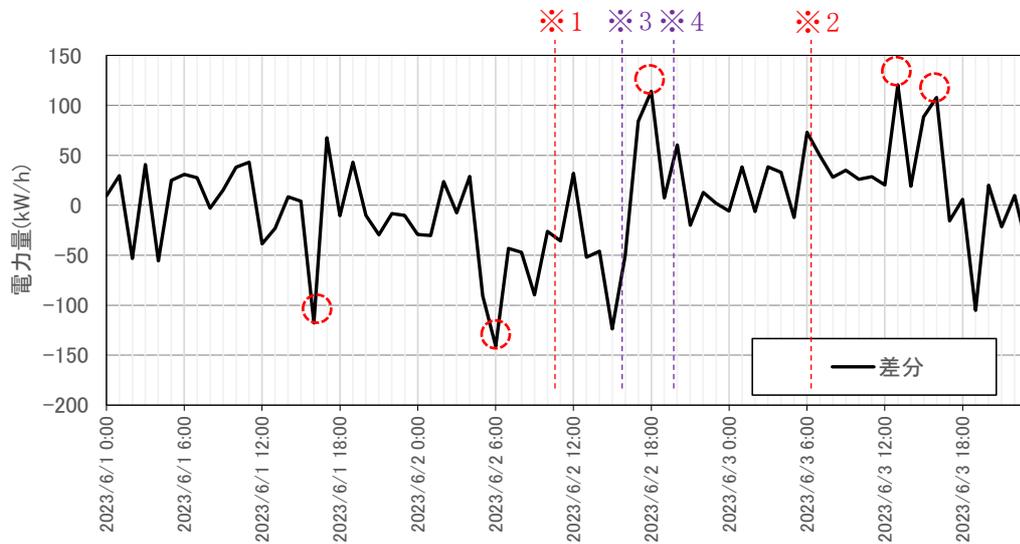


図 2 - 5 - ② - 19 予測値と実測値との差

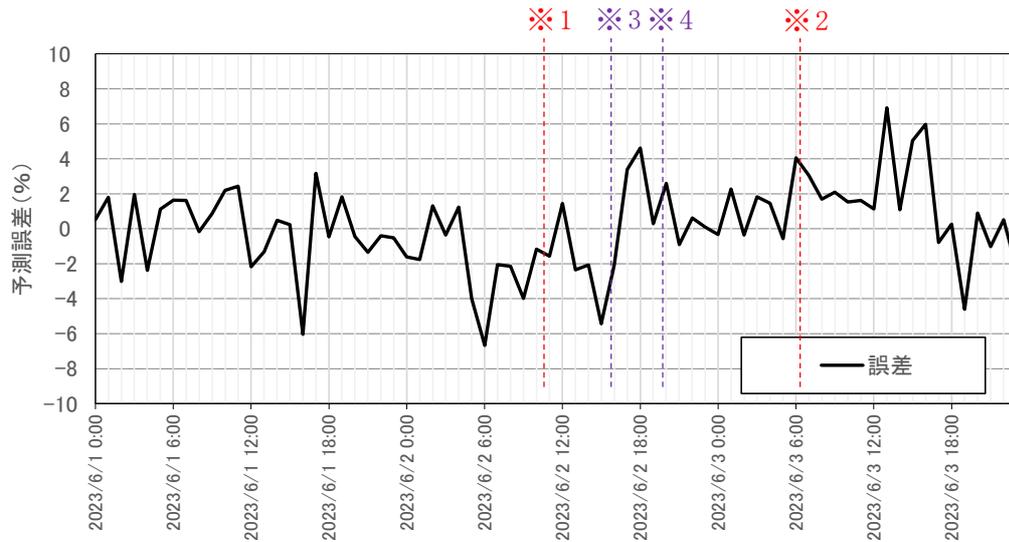


図 2 - 5 - ② - 20 予測誤差

気象情報

※1 大雨警報発令：6月2日10時43分

※2 大雨警報解除：6月3日6時34分

※3 顕著な大雨に関する愛知県気象情報第1号（6月2日15時51分発表）

※4 顕著な大雨に関する愛知県気象情報第2号（6月2日19時51分発表）

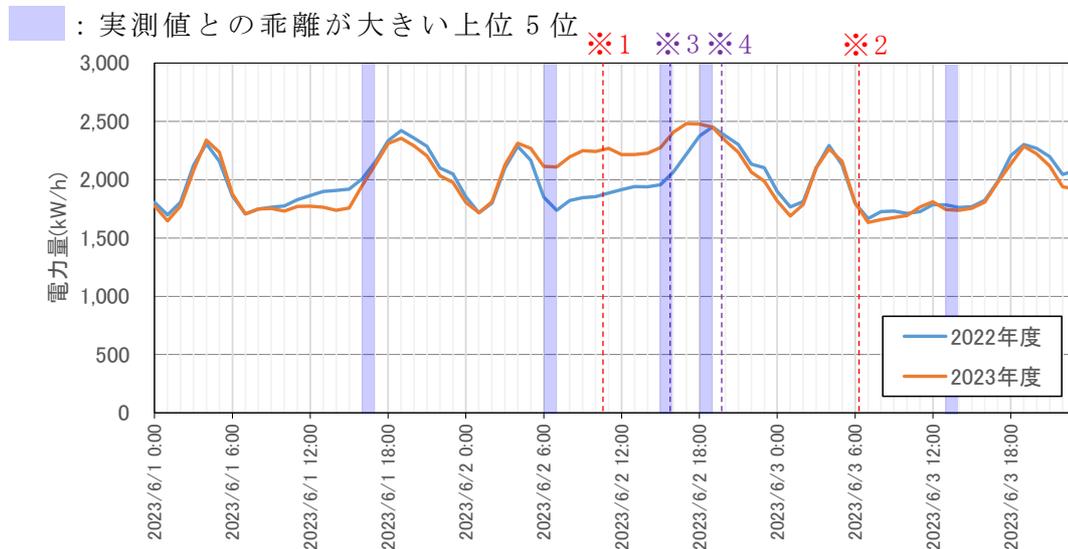


図 2 - 5 - ② - 21 使用電力量の推移（30分ごと）

※2022年度の使用電力量は、曜日による電力量変動を考慮し、2023年の曜日に合わせて表示している。

例) 2022年6月2日（木）のデータは、2023年6月1日（木）として表示

3) 結果の考察

・ 予測値－実測値比較した考察

豊橋市立 北部中学校区の予測結果を図 2-5-②-22 に、比較として豊橋市立南部中学校区の予測結果図 2-5-②-23 に示す。また、各校区の結果を以下に示す。

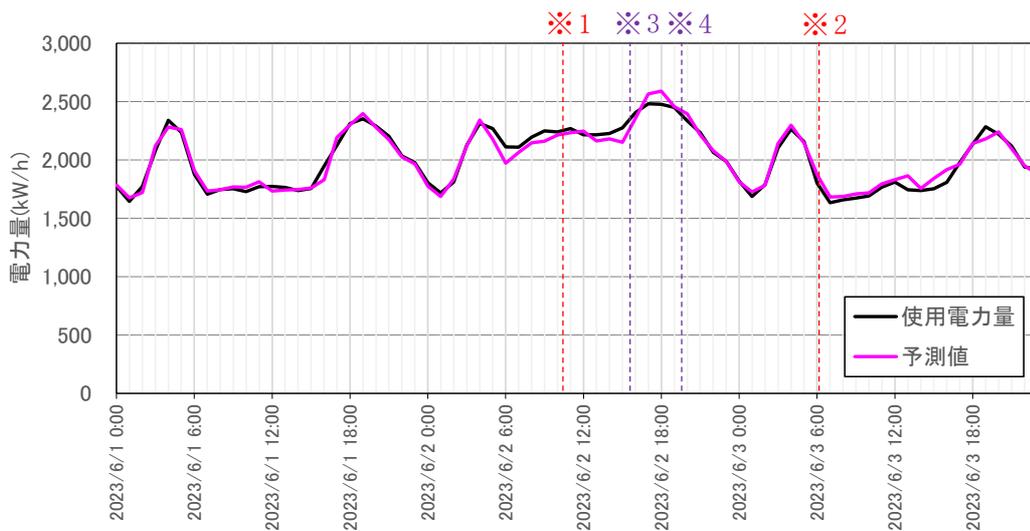
① 豊橋市立北部中学校区

- ・ 低圧電力（建物分類 3，契約電力 3 kW～10kW）の電力需要データを対象に時系列分析を行った結果、全 72 ケースでモデル適合度 R^2 が 0.99 以上であることから、独立変数には「気温差分」が有効である。
- ・ 当てはめ値、予測値ともに使用電力量とよく一致する結果であった。
- ・ 予測結果については、実測値との乖離が大きい順に【6月3日 13:00】、【6月2日 6:00】、【6月1日 16:00】となった。6月3日の予測誤差が大きい要因としては、前日（6月2日）のデータ変動の影響を受けたものと推測される。
- ・ 一方で、2番目に実測値との乖離が大きい【6月2日 6:00】では、実測値に比べて使用電力量を少なく予測している。当該日時は、前年と比較して使用電力量が増えており、大雨により平常時とは異なる使用電力量の変化を捉えた可能性がある。前年と比較して使用電力量が増えた要因としては、自宅待機者が増えたことが影響している可能性がある。
- ・ その他には、台風通過前の【6月1日 16:00】も実測値との差分が大きい結果となった。これは、学生の帰宅や調理・炊事の開始などで使用電力量が急増する時間帯については、災害などのイベント有無にかかわらず、実測値との差が大きくなりやすいことを示唆している。

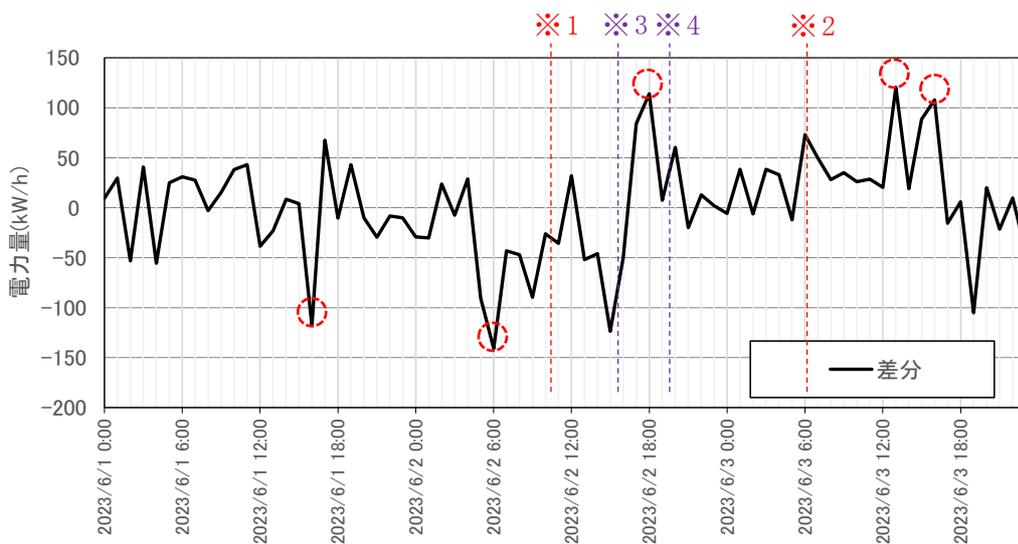
② 豊橋市立南部中学校区

- ・ 低圧電力（建物分類 3，契約電力 3 kW～10kW）の電力需要データを対象に時系列分析を行った結果、全 72 ケースでモデル適合度 R^2 が 0.99 以上であることから、独立変数には「気温差分」が有効である。
- ・ 当てはめ値、予測値ともに使用電力量とよく一致する結果であった。
- ・ 予測結果については、実測値との乖離が大きい順に【6月2日 6:00】、【6月1日 16:00】、【6月2日 18:00】となった。
- ・ 実測値との乖離が最も大きい【6月2日 6:00】は、実測値に比べて使用電力量を少なく予測している。要因は前述の北部中学校区と同様に大雨により平常時とは異なる使用電力量の変化を捉えた可能性があると考えられる。
- ・ その他には、台風通過前の【6月1日 16:00】も実測値との差分が大きい結果となった。要因は前述の北部中学校区と同様に使用電力量が急増する時間帯における変動であると考えられる。

北部中学校区と南部中学校区の予測結果を踏まえると、低圧（建物分類 3 契約電力 3 kW～10kW）においては、浸水被害状況によらず自然災害発生前後に予測モデルによる通常の使用電力変動値と実測値が乖離が大きくなっていることを確認した。



(使用電力量と予測値の比較)



(予測誤差)

図 2 - 5 - ② - 22 北部中学校区の予測結果

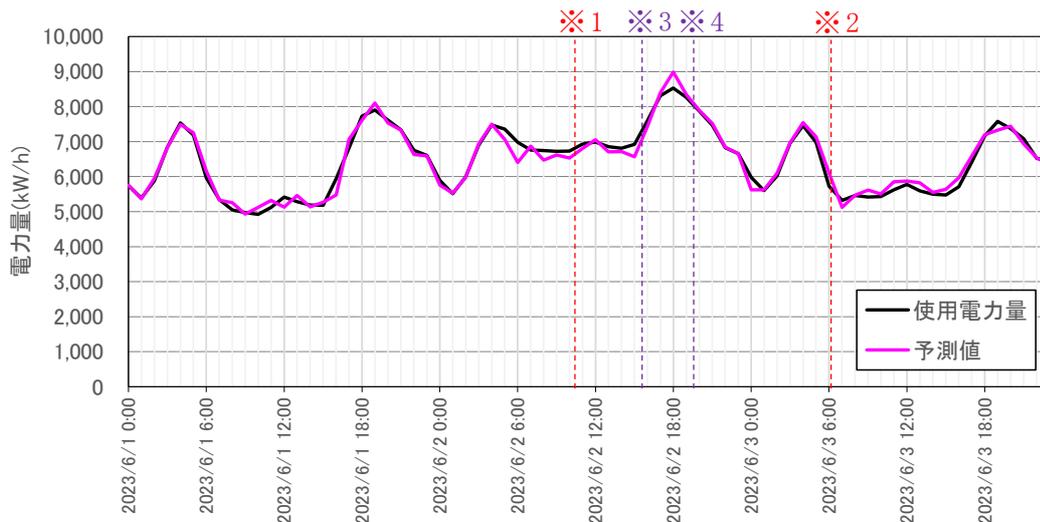
気象情報

※1 大雨警報発令：6月2日10時43分

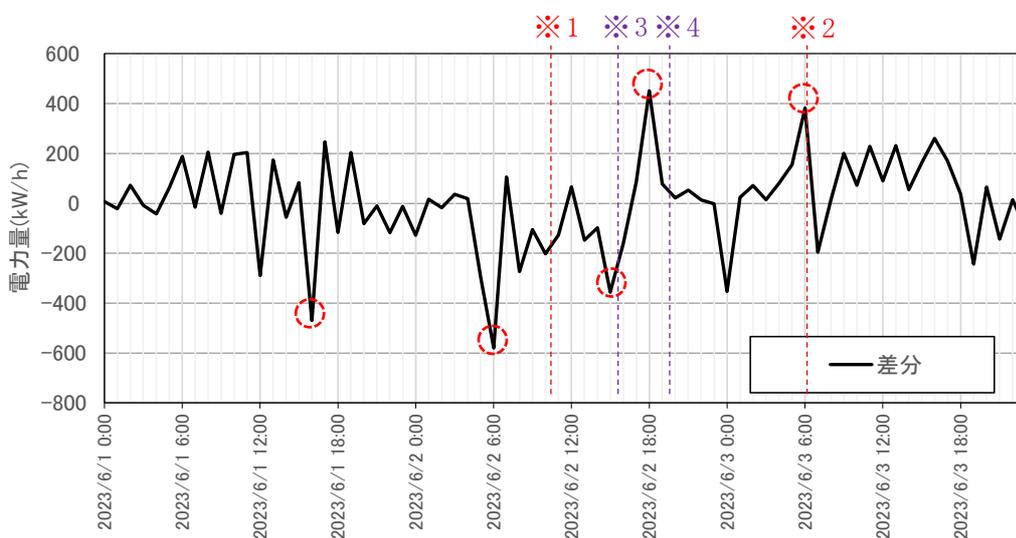
※2 大雨警報解除：6月3日6時34分

※3 顕著な大雨に関する愛知県気象情報第1号（6月2日15時51分発表）

※4 顕著な大雨に関する愛知県気象情報第2号（6月2日19時51分発表）



(使用電力量と予測値の比較)



(予測誤差)

図 2 - 5 - ② - 23 南部中学校区の予測結果

気象情報

※1 大雨警報発令：6月2日10時43分

※2 大雨警報解除：6月3日6時34分

※3 顕著な大雨に関する愛知県気象情報第1号（6月2日15時51分発表）

※4 顕著な大雨に関する愛知県気象情報第2号（6月2日19時51分発表）

4) 考察のまとめ

- ・ 低圧電力（建物分類3，契約電力3kW～10kW）の電力需要データを対象に時系列分析を行った結果、浸水被害状況が著しかった北部中学校と、浸水被害が比較的少ない南部中学校区ともにモデル適合度 R^2 が 0.99 以上であることから、独立変数には「気温差分」が有効である。

- ・当てはめ値，予測値ともに使用電力量とよく一致する結果であった。
- ・予測結果については、実測値との乖離が大きい時点についてはどちらの中学校区においても台風通過前に見られる傾向を確認した。これは台風通過前では外出せずに在宅率が通常の変動と比較した多かったことが原因と推察され、この理由により予測値および実測値の乖離が大きい時点を検出できたと考えられる。

(d) 結論ならびに今後の課題

本検討では、災害など日常生活に大きな影響を及ぼす外乱に遭遇した場合、人々の行動変容によって使用電力量も変化することから、電力の観測により災害時の市民生活の状況をモニタリングできるのではないかとの仮説から、2023年6月2日台風2号による浸水被害を受けた地域の中学校区に着目し、低圧電力を対象に時系列分析を実施した。

その結果、以下の事項が明らかになった。

- 昨年度の構築した電力需要の予測式は、低圧電力の予測においても有効である。
- 電力需要の予測を実施するにあたり、1時間毎のデータを用いることにより予測精度が向上する。また、独立変数には「気温差分」の設定が有効である。
- 本論で構築した時系列分析モデルによる予測値と実測値の乖離の把握により、社会の異常事象の検知が可能である。
- ただし本モデルにおいては、当該日の電力使用量は直前および前日の電力使用量との相関が強く反映されるため、異常事象の明らかな差分は継続しない。また、異常事象は、時間毎の予測値と実績値の差に表れているが、他の要因による誤差との差別化が必要。
- 以上より、異常事象の検知には、予測値と実測値の乖離とともに前年比較など他の指標を併せて考慮する必要がある。

いずれにせよ、電力使用量データは社会経済活動の状況を示していることから、災害時の地域の状況をモニタリングする上で有効なデータであると言える。

(e) 引用文献

- 1) 防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト 令和5年度 成果報告書
https://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/nankai-bosai/r05/nankai-bosai2_5.pdf
- 2) 令和5年6月大雨災害検証報告書
<https://www.city.toyokawa.lg.jp/material/files/group/2/kensyouthoukokusyo.pdf>
- 3) 豊橋市 令和5年6月大雨の記録（本編）
<https://www.city.toyohashi.lg.jp/secure/107545/%E4%BB%A4%E5%92%8C5%E5%B9%B46%E6%9C%88%E5%A4%A7%E9%9B%A8%E3%81%AE%E8%A8%98%E9%8C%B2%EF%BC%88%E6%9C%AC%E7%B7%A8%EF%BC%89.pdf>
- 4) SPSSによる時系列分析の手順 [第2版] (石村貞夫著、東京図書株式会社)

(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

発表した成果（発表 題目、口頭・ポスタ ー発表の別）	発表者氏名	発表した場所 （学会等名）	発表し た時期	国内・ 外の別
リアルタイム社会様 相把握に関する検討 （その1）（口頭）	小沢裕治 羽田野拓己 幸山寛和 平田明寿 藤井俊二郎 土山美樹 都築 充雄	令和 6 年度土木学 会全国大会 第 79 回年次学術講演会	2024. 9	国内
リアルタイム社会様 相把握に関する検討 （その2）（口頭）	羽田野拓己 幸山寛和 齋藤政治 小沢裕治 都築充雄	令和 6 年度土木学 会全国大会 第 79 回年次学術講演会	2024. 9	国内

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

③地域地盤・建物群の地震被災状況モニタリング検討

(a) 業務の要約

南海トラフ地震など広域が被災する大災害時における、企業・自治体等の組織の臨時情報発表時（特に半割れ）、発災時、発災後の対応にむけて、地域のリアルタイム社会様相把握の手法とシステムの検討を進めている。これまでに、製造業が集積する愛知県西三河地域において地盤の高密度地震動観測と建物群の地震応答・被災モニタリングを試行し、それらの結果を災害時の組織対応に活用するシステム構築を進めてきた。本年度は、以上の地域モニタリング体制を展開する際の一般的な知見を得る目的で、常時微動計測を多数行い、地盤については新規観測点設置に際する地点選定と観測記録に対する建物の影響の確認、建物に関しては簡易なモニタリングによる建物状況把握の検討を行う。また、これらのシステムを行政組織の事態想定訓練に活用した成果について述べる。

(b) 業務の実施方法

「地域地盤の高密度地震観測網の構築」では、地域の地震動・建物応答モニタリングについて、効果的な観測点展開の際に必要な地盤・建物特性の評価を常時微動観測により行う方法を検討するとともに、実際に観測された地震動特性と比較検討する。

「建物群の地震時被災モニタリングの検討」では、建物の被災評価を極力少ない観測点で実施するため、建物内1点観測の方法を検討するとともに、大地震で被災した建物の地震観測記録を用いて検証を行う。

「地域高密度モニタリングの災害対応と訓練への活用」では、検討してきた地域の地震動・建物応答のモニタリングシステムを、南海トラフ地震臨時情報を想定した行政組織の事態想定訓練に使用することで、その有効性と課題を明らかにする。

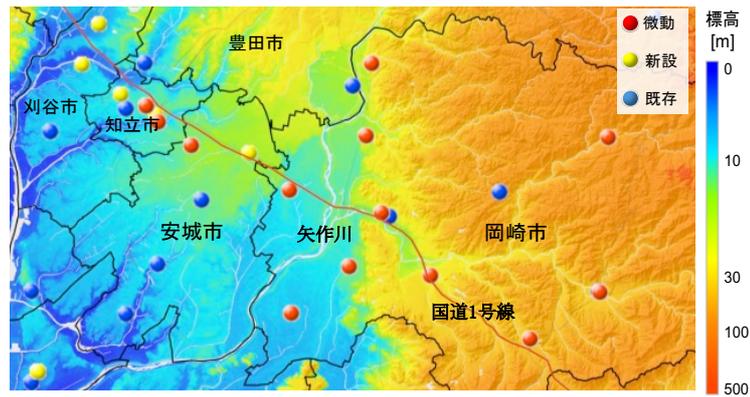
(c) 業務の成果

1) 地域地盤の高密度地震観測網の構築

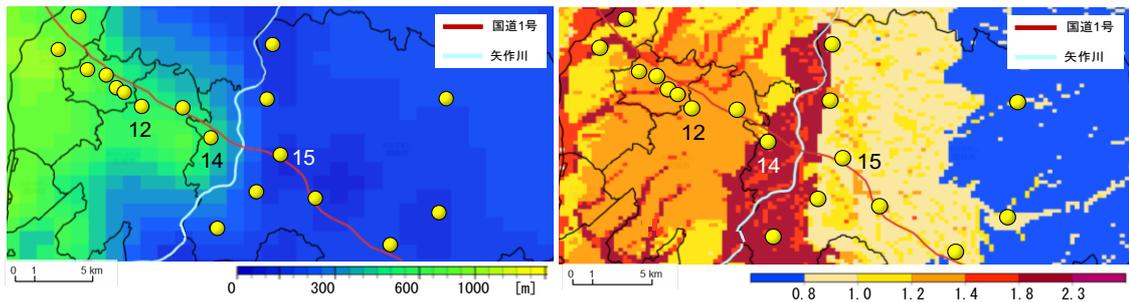
地盤・建物の多点に MEMS 地震計を設置し、LTE 回線でデータサーバと接続する高密度地震観測の試行を継続しており、製造業が集中する愛知県西三河地域を中心として地震観測記録が蓄積されつつある。現状の観測地点の分布と深部・浅部地盤構造の関係を図 2-5-③-1 に示す。(a)より、観測対象地域の既存震度観測点(青丸)は数 km~10km 程度の間隔であり、(a)~(c)に示す当該地域の表層地形と深部・浅部地盤状況を考えれば、必ずしも十分な地点数とは言えない。試行中の MEMS 地震計観測網(黄丸と赤丸、赤は後述の常時微動計測実施地点)は、既存観測点を補間するように設置され、数 km 以内の間隔である。

地震時の地域の詳細震度分布を求めるためには、既存観測点の震度観測情報をもとに、表層地盤の影響を除いた工学的基盤の面的補間を行い、表層地盤の増幅特性分布を用いて推定する手法が用いられている^{1),2)}。この結果は、既存観測点の密度と表層地盤増幅の精度に左右される可能性がある。現在の日本全国での震度観測点配置から、平均で 10km 前後の間隔で気象庁、防災科研、自治体等の観測点があることになる³⁾。一方で表層地盤の変化は地域により多様であり、メッシュ単位の表層地盤増幅率などの情報が整備されている²⁾が、特定地点との整合は必ずしも十分ではない。

本検討では、特定地域内に企業の拠点(本社、営業所、工場など)や自治体等の施設(庁舎、消防、病院、避難所など)が多数分布することを想定し、大規模地震災害発生時の各地点の震度や建物の被災状況の効率的な把握に向けて、簡易な機器による観測網を構築し、それらの記録を効果的に回収・分析・利用することを検討してきた。以下ではそのような観測体制を構築するにあたり、各地点の地盤状況や建物の影響を事前に把握する必要があることから、常時微動観測による検討について述べる。



(a) 既存震度観測点と MEMS 新設観測点、常時微動観測点



(b) 地震基盤上面深さ

(c) 表層地盤増幅率

図 2-5-③-1 愛知県西三河地域の地盤状況と高密度地震観測・微動観測

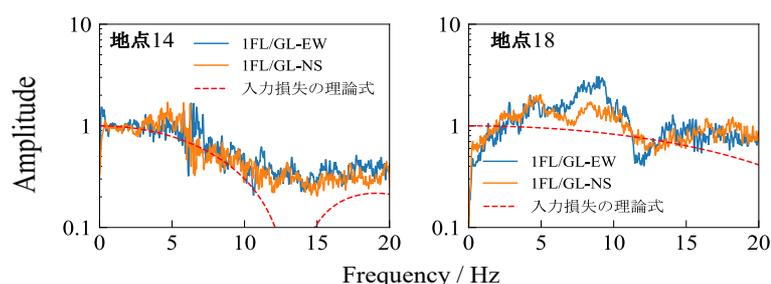
新規に展開した MEMS 地震計観測地点では、設置・管理を容易にするため建物内の 1 階床や基礎スラブ、あるいは土間コンクリートなどに設置している。各地点の地盤特性の把握と同時に建物の影響を把握するため、図 2-5-③-1 (a) の赤丸の MEMS 地震観測地点を対象に常時微動観測を行った。観測には加速度計を使用し、各地点の建物近傍の地盤上と建物内の地震計わきで 30 分強にわたり収録した。

表 2-5-③-1 に観測地点の建物の概要を示す。建物 1 階や基礎上で観測された地震記録を地表相当として扱うためには、地盤と建物の動的相互作用（入力損失⁴⁾）を考慮する必要がある。図 2-5-③-2 に、平面規模の異なる 2 建物について、常時微動の 1 階床/地表の伝達関数と建物・地盤条件から算定した入力損失を示す。高振動数で入力が低減する傾向がみられ、その特性は建物規模や地盤条件により異なり、入力損失の理論式とも対応することが分かる。また (a) 地点 14 では約 5 Hz、(b) 地点 18 では約 9 Hz にピークがあり、上部構造物による慣性の相互作用の影響も含まれると考えられる。

この特性を考慮すると、建物内での計測で地表の特性と考える場合は短周期成分の低減が大きく、最大加速度などへの影響は大きい。一方で比較的小規模建物を選択する限り計測震度への影響は大きくないことも想定される。実際、伝達関数の逆数で周波数特性の補正を行ったところ、計測震度への影響は場合によるが 0.2~0.3 程度になることを確認している。

表 2-5-③-1 観測地点の建物の概要

地点名	14	15	16	17	18
構造種別	RC造	RC造	RC造	RC造	RC造
基礎種別	直接基礎	杭基礎	直接基礎	直接基礎	直接基礎
階数(地上)	2	3	2	2	2
階数(地下)	0	1	0	0	0
長辺方向 [m]	40	40	50	30	15
短辺方向 [m]	15	20	10	15	10
建物高さ [m]	9	16	9	9	9



(a) 地点 14

(b) 地点 18

図 2-5-③-2 平面規模と地盤条件の異なる 2 地点の有効入力動の比較

次に、観測対象地点の選定で重要となる地盤特性の評価について、常時微動 H/V スペクトル（以下微動 H/V）などにより検討を行う。特に表層地盤については図 2-5-③-1 (c)に見られるように変化が大きいため、当該地点の地盤構造に関する情報などと合わせて、常時微動観測による評価が重要になる。また対象地点では複数の地震観測記録が得られているため、地震動の擬似速度応答スペクトル（以下地震動 pSv ）を比較する。

表 2-5-③-2 に観測された地震動の概要、図 2-5-③-3 に代表的な 3 地点について、微動 H/V、地震動 pSv 、地盤モデルによる伝達関数（地震基盤以浅、工学的基盤以浅）を示す。微動 H/V は明確な基盤層に対する卓越周期のピークが表れることが知られており、低振動数と高振動数域のピーク振動数が、それぞれ地震基盤と工学的基盤以浅の地盤の卓越振動数を表すと考えられる。3 地点の微動 H/V は異なるピーク形状を示すことが確認できる。

観測された複数の小地震記録に現れる地盤振動特性を考察する。複数の地震に共通する地震動 pSv のピークは、観測地点固有の地盤特性を表している可能性がある。微動 H/V と地震動 pSv のピーク振動数が対応する場合に、その振動数を図中に縦の破線で示した。

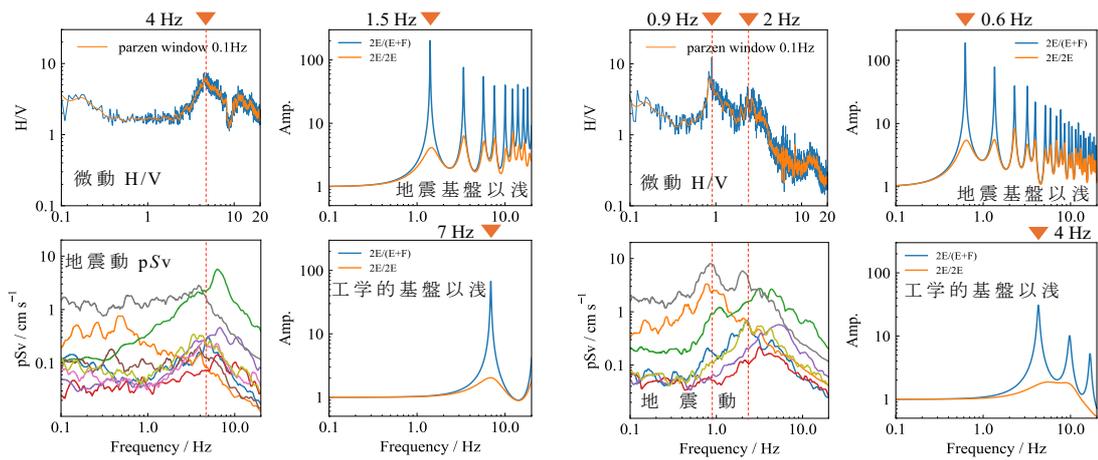
1 Hz より低い振動数域では、地点 12、14 における微動 H/V のピーク振動数は、特に遠方の大地震で地震動 pSv と地震基盤以浅の深部地盤の伝達関数のピーク振動数と対応しており、微動記録から地盤特性が捉えられることが分かる。一方、地震基盤の浅い地点 15 では、微動 H/V、地震動 pSv とともにピークが見られない。

次に 1 Hz より高い振動数域では、地点 14、15 における微動 H/V と地震動 pSv のピ

ーク振動数は概ね一致している。地点 12 では、微動 H/V と地震動 pSv のピークがともに明瞭ではない。これは地点 12 における工学的基盤の S 波速度のコントラストが小さい可能性がある。以上から、常時微動による H/V スペクトルから地盤特性が評価される場合も多いが、地盤条件によっては明確なピーク特性にならない場合もあることが分かる。

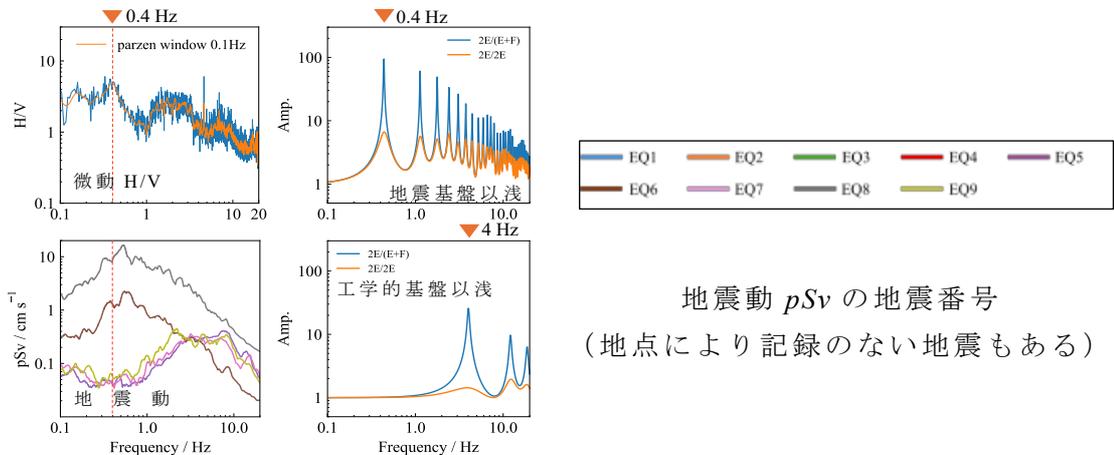
表 2-5-③-2 観測された地震の概要

番号	発生日	震源	深さ	最大震度		M	震央距離
				全国	愛知		
EQ1	2021/12/3	紀伊水道	20km	5弱	2	5.4	約200km
EQ2	2022/3/16	福島県沖	60km	6強	3	7.4	約500km
EQ3	2022/4/7	愛知県東部	10km	-	4	4.6	～約40km
EQ4	2023/4/5	愛知県西部	39km	-	2	3.7	～約30km
EQ5	2023/4/9	愛知県西部	40km	-	2	3.7	～約30km
EQ6	2023/5/5	石川県能登地方	12km	6強	2	6.5	約300km
EQ7	2023/8/12	愛知県西部	39km	-	2	3.9	～約30km
EQ8	2024/1/1	石川県能登地方	16km	7	4	7.6	約300km
EQ9	2024/6/20	愛知県三河湾	35km	-	3	4.4	～約40km



(a) 地点 12

(b) 地点 14



(c) 地点 15

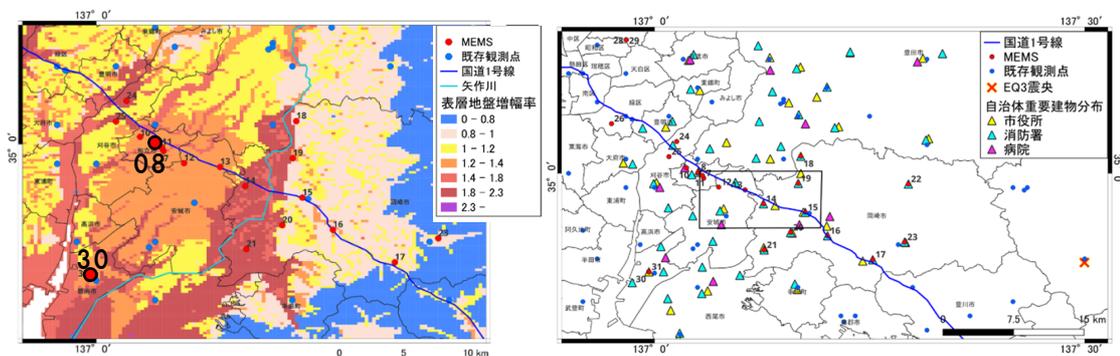
地震動 pSv の地震番号
(地点により記録のない地震もある)

図 2-5-③-3 微動 H/V、地震動 pSv 、地盤構造による増幅特性の比較

2) 建物群の地震時被災モニタリングの検討

多数の施設を管理する企業や自治体を想定して、MEMS 地震計により建物の地震時挙動を計測し、建物と室内の被災状況を概略判断することを目指して複数の建物でモニタリングを継続している。今年度はこれらのうち西三河地域の市庁舎2棟（低層 RC 造と中層 SRC 造）の観測記録を検討するとともに、これまでの大地震で被災した際の観測記録がある建物についての分析を行った。

図 2-5-③-4 (a)に対象地域の地盤状況、観測点配置と合わせて、今回の検討対象建物の位置を示す。地点 08 は4階建て RC 造、地点 30 は9階建て SRC 造の市庁舎である。(b)は同地域の自治体の庁舎、消防署、病院の配置を示しており、大規模災害時にはこれらの建物の状況を早期に把握することにより、災害対応の初動体制の確保や、被災対応が必要な建物の特定につながる。また観測対象建物の周辺地域の震度や被災度の把握にも有用である。(a)と合わせてみれば、各建物は相互に近距離であっても地盤状況が大きく異なる場合が多いことがわかる。



(a) 観測点分布

(b) 自治体建物分布

図 2-5-③-4 対象地域の観測点と自治体建物分布

各建物は底部と頂部の2か所で計測を行っており、地点 08 は4階建ての地下1階と屋上、地点 30 は1階と9階に設置されている。2建物で観測された地震記録の概要を表 2-5-③-3 に示す。EQ1~9 は表 2-5-③-2 と同一である。また中層 SRC 造では、以前から実施されていたサーボ型地震計の記録 S1~6 を含めて分析を行った。

低層建物(a)では、近地の EQ3、4、5 などでは底部と頂部の計測震度の増分が1を超え、加速度応答倍率も設計で想定している3倍を超えている。一方で遠地の EQ2、6 ではそれほど増幅していない。(b)の中層建物では全体に頂部での増幅が大きく、特に短辺方向の NS と遠地地震で増幅が大きい傾向があり、2023年・2024年能登半島地震 (EQ6、8) では震度増分で1.6~1.7、加速度増幅倍率で6.6~8.3と大きくなっている。

各地震における最大応答加速度と固有振動数・減衰定数の関係を図 2-5-③-5 に示す。(a)低層建物では振幅に対する傾向は明確ではなく、震度2程度の地震で変形が小さいためと考えられる。一方(b)中層建物では、振幅に対して固有振動数は低下、減衰定数は増大する傾向がある。ただし、大振幅の後の小振幅地震でも傾向に大きな変化はなく、損傷に伴う振動特性の変化よりは振幅依存特性と考えるほうが適切である。

図 2-5-③-6 に建物底部と頂部の非定常伝達関数を示す。1 地震中の固有振動数の変化は明確ではなく、損傷に伴う変化は現れていないと考えられる。今後、図 2-5-③-5、6 に現れるような傾向から大きく外れる記録があれば、何らかの構造損傷の可能性も考えられる。

図 2-5-③-7 は、底部の観測記録の卓越周期 T_g に対する応答倍率の傾向を示している。横軸は建物固有周期 T_s で正規化されており、建物の固有周期と入力地震動の卓越周期が近い場合に増幅が大きい傾向がみられる。また中層建物の NS 方向（短辺）で特に大きい 2 地震は石川県能登地方の地震であり、入力地震動の継続時間や建物の減衰特性が共振に影響していることが考えられる。

表 2-5-③-3 対象建物の地震観測記録の概要
(a) 地点 08・4 階建て RC 造 (b) 地点 30・9 階建て SRC 造

番号	震源	M	計測震度		最大応答加速度		応答倍率	
			底部	頂部	EW	NS	EW	NS
EQ1	紀伊水道	5.4	0.4	1.1	2.6	3.3	2.6	3.3
EQ2	福島県沖	7.4	2.0	2.1	4.6	4.6	1.4	1.1
EQ3	愛知県東部	4.6	2.2	3.4	49.0	58.0	3.9	4.0
EQ4	愛知県西部	3.7	0.1	1.3	6.1	7.1	3.0	4.6
EQ5	愛知県西部	3.7	0.0	1.1	5.1	6.6	4.5	5.9
EQ6	石川県能登	6.5	1.5	1.7	4.1	4.6	1.6	2.2

番号	震源	M	計測震度		最大応答加速度		応答倍率	
			底部	頂部	EW	NS	EW	NS
S1	大阪府北部	6.1	2.1	4.0	23.5	52.2	1.9	3.1
S2	静岡県西部	3.9	0.5	1.8	6.7	5.2	1.5	3.1
S3	愛知県東部	5.0	1.6	2.8	16.5	17.6	2.1	5.2
S4	三河湾	3.5	0.1	1.5	5.2	3.9	1.3	2.1
S5	静岡県西部	5.1	1.8	3.3	22.4	20.1	5.2	5.6
S6	愛知県西部	4.2	1.0	2.4	12.0	10.9	2.5	2.5
EQ3	愛知県東部	4.6	1.2	2.7	14.0	18.0	2.5	4.7
EQ6	石川県能登	6.5	1.4	3.0	7.5	13.9	2.9	8.3
EQ7	愛知県西部	3.9	0.1	1.6	4.3	3.9	4.2	4.2
EQ8	石川県能登	7.6	3.2	4.9	67.8	126	3.5	6.6
EQ9	三河湾	4.4	1.4	2.7	13.8	14.7	1.6	2.7

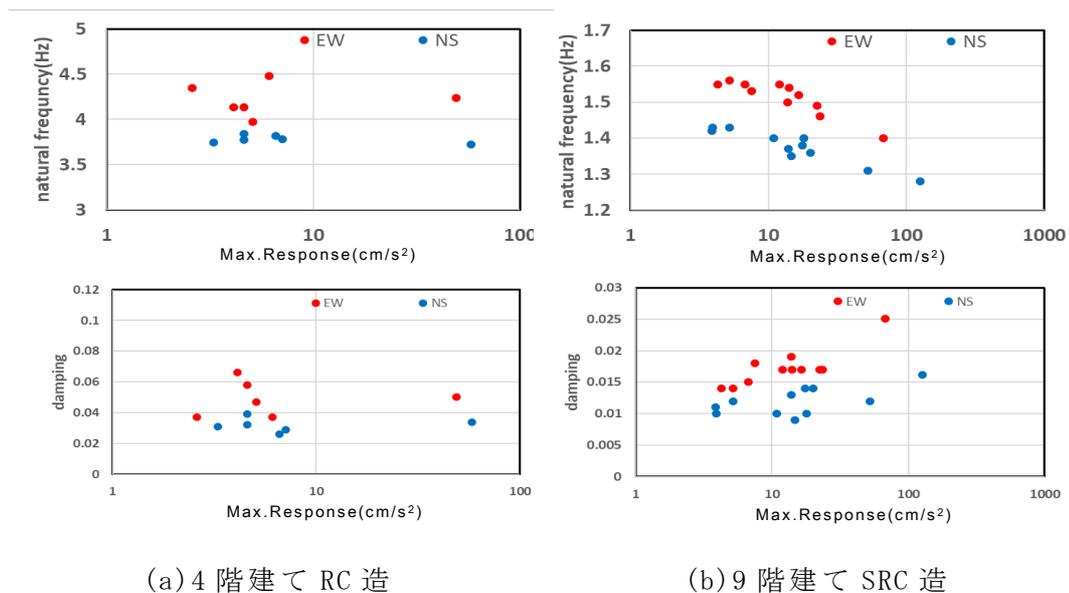
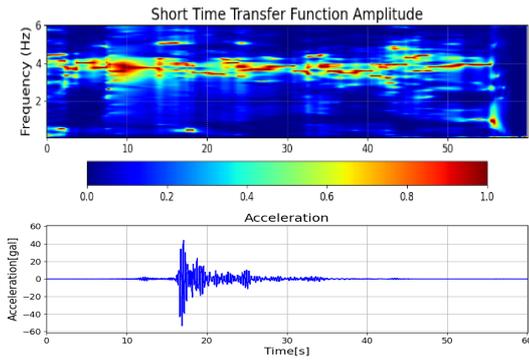
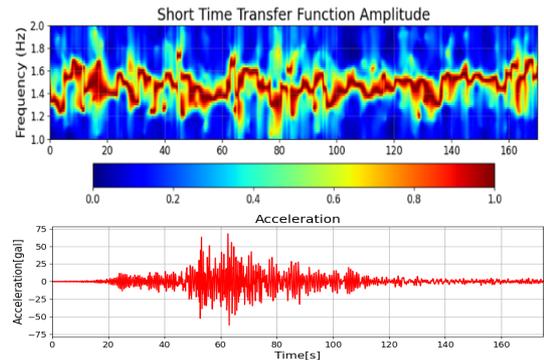


図 2-5-③-5 各地震で推定した固有振動数・減衰定数の振幅依存性

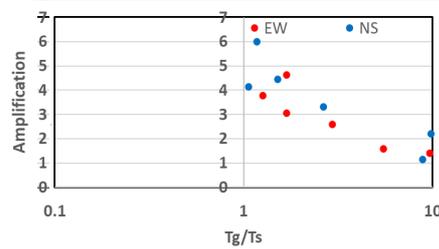


(a) 4階建て RC 造、NS 方向、EQ3

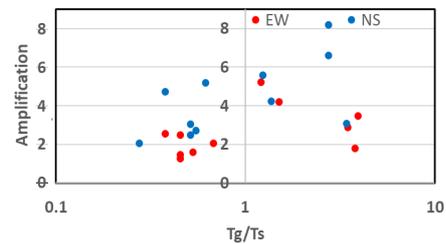


(b) 9階建て SRC 造、EW 方向、EQ8

図 2-5-③-6 1 地震中の非定常伝達関数



(a) 4階建て RC 造



(b) 9階建て SRC 造

図 2-5-③-7 入力地震動の周期特性と建物応答増幅倍率

以上から、建物の応答増幅や損傷、さらには室内被害などの状況を早期に把握する場合は、地域の面的な震度分布を推定するだけでは十分ではなく、対象建物における入力地震動と地震応答の観測が必要になることがわかる。これを多数の建物で実施するためには極力簡易な観測体制が必要であり、2点あるいは1点観測によるモニタリングを想定して、大地震時の記録による検討を次に行う。

建物内1点観測により応答周期特性の変化（長周期化）を捉える手法として、非定常フィルタなどの手法があるが、ここではウェーブレット解析⁷⁾の利用により特性変化の検出を試みる。これは次式に示すようにマザーウェーブレット $\psi_{a,b}(t)$ と、ある信号 $x(t)$ との内積により信号の時間周波数特性を評価する手法である。

$$X(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot \psi^* \left(\frac{t-b}{a} \right) dt$$

ここに、

$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi \left(\frac{t-b}{a} \right)$$

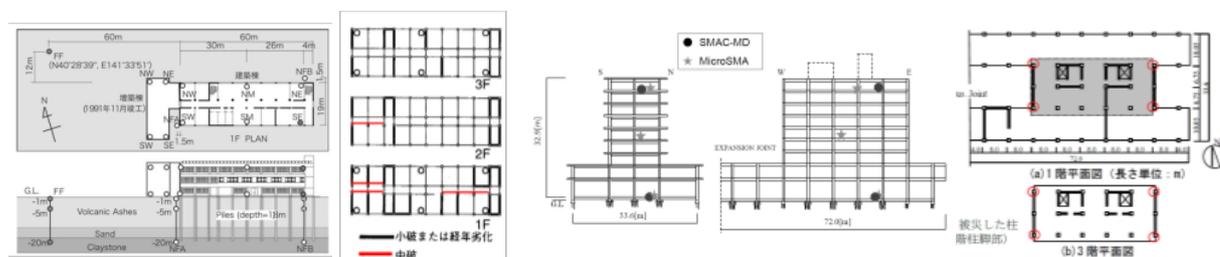
ウェーブレットの幅 a と位置 b を変化させることで、時間と周波数の両領域による信号の解析が可能である点がフーリエ変換とは異なる。

これまでに大地震により被災した建物の地震観測記録は多くないが、ここでは低層 RC 造と中層 SRC 造の例として、表 2-5-③-4 の建物と観測記録を用いて検討する。

低層建物は建物・地盤系に計 21 台の加速度計が設置されており、動的相互作用の検討も行いうる。中層建物は 1 階と最上階の簡易な計測体制である。

表 2-5-③-4 検討対象建物と観測地震の概要

建物名	八戸工業大学建築工学科棟	東北大学人間環境系実験研究棟
構造	RC 造 3 階	SRC 造 9 階
基礎	杭基礎	杭基礎
竣工	1977 年 8 月	1969 年 3 月
分析対象地震	三陸はるか沖地震	東北地方太平洋沖地震
観測日時	1994 年 12 月 28 日	2011 年 3 月 11 日
マグニチュード	7.5	9.0
最大応答加速度	1000gal (飽和)	908gal
建物被害	中破 (耐震壁ひび割れ)	大破 (柱のせん断破壊)



(a) 低層 RC 造

(b) 中層 SRC 造

図 2-5-③-8 検討対象建物、被災城状況と観測点配置の概要

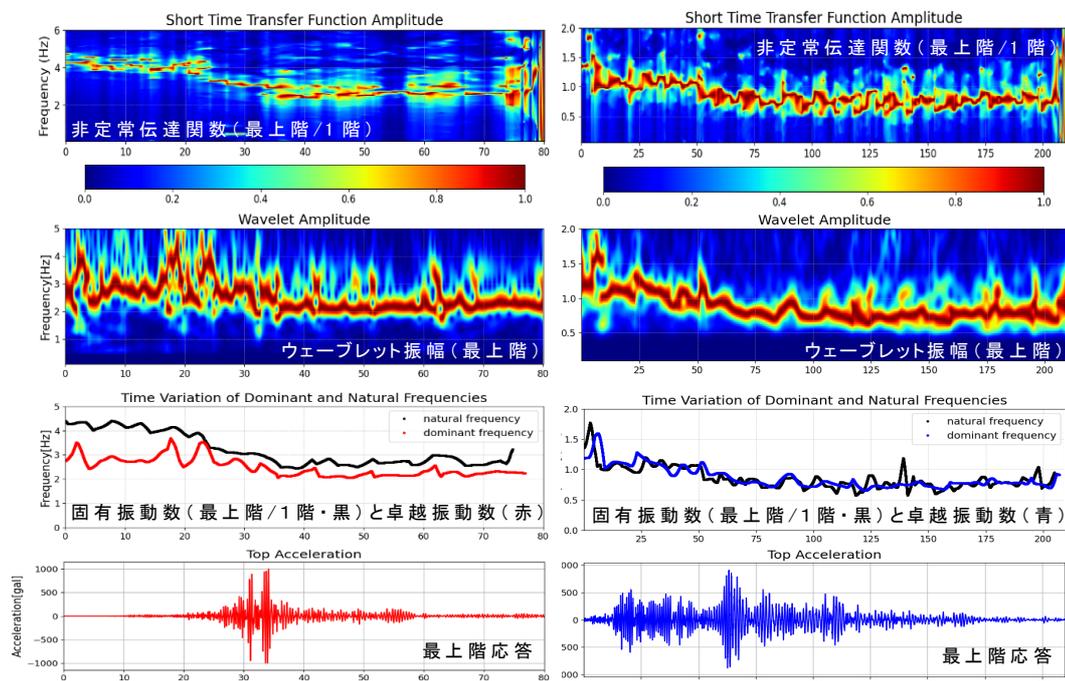
低層建物⁵⁾は 1987 年の観測開始時点で複数の中小地震と経年劣化等により躯体にある程度の損傷を受けており、耐震壁や床スラブに亀裂が生じていたが、三陸はるか沖地震 (1994 年 12 月 28 日) で東西方向の耐震壁に被害が集中した。中層建物⁶⁾は 1978 年宮城県沖地震などで被災しており、東西妻面の連層耐震壁が特に損傷を受けている。その後耐震補強がなされているが、東北地方太平洋沖地震 (2011 年 3 月 11 日) を受けて 3 階の 4 隅にある柱の脚部などが大破した。

図 2-5-③-9 に 2 建物の地震応答に関する最上階/1 階の非定常伝達関数、最上階のウェーブレット振幅、最上階/1 階伝達関数の固有振動数と最上階ウェーブレットから求めた卓越振動数の変化、最上階加速度応答記録を示す。各建物の構造被害の大きい方向について示している。

低層 RC 造建物では、最上階の卓越振動数 (赤線) に低下は見られるものの、上部構造の固有振動数 (黒線) よりも低い振動数で推移し、変化の程度も少ない。これは地盤と建物の動的相互作用によると考えられ、後に検討を加える。一方、中層 SRC 造建物では最上階の卓越振動数 (青線) と上部構造の固有振動数 (黒線) の変化はよく一致しており、地震前の 1.5Hz 前後から 0.8Hz 程度まで低下している。この建物であれば最上階の記録のみから固有振動数の変化を評価可能である。固有振動数の低下率は低層建物で 0.8~0.7 程度で剛性 1/2、塑性率 2 程度に対応し、中層建物では 0.5~

0.6程度とすれば、剛性で1/3~1/4、塑性率で2~3程度に達したことが想定される。これらは実際の被災状況とも整合する。

図2-5-③-10に低層建物について、最上階/地表、最上階/地中の伝達関数から評価した固有振動数（黒線）を、最上階の卓越振動数（赤線）と比較して示す。最上階/地中の固有振動数がよく一致することから、最上階の卓越振動数の変化は地盤・建物連成系の周期にほぼ対応することが確認される。低層建物では同様の状況が一般的に生じると考えられるが、地盤・基礎・建物系全体の被害状況に対応すると判断することになる。対象の中層建物は連装耐震壁やコアを持つものの、比較的良好な地盤に立地し、低層部が張り出した形状もあって、動的相互作用の影響が小さかったと考えられる。



(a) 低層 RC 造 (EW 方向) (b) 中層 SRC 造 (NS 方向)

図 2-5-③-9 2 建物の上部構造の固有振動数の変動

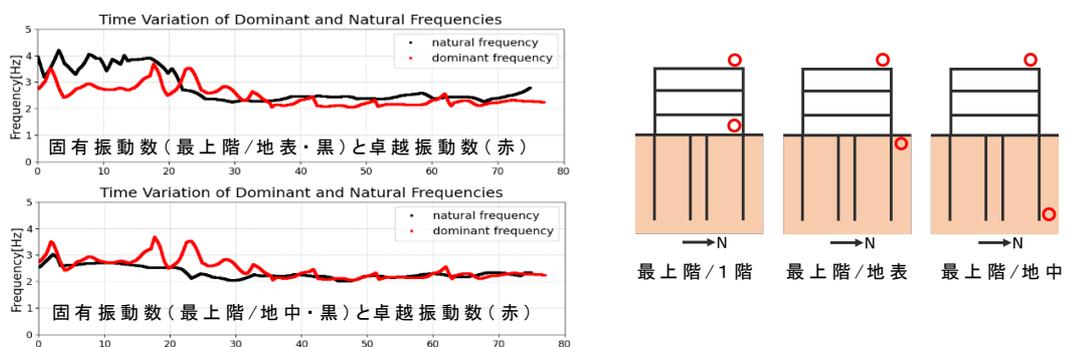


図 2-5-③-10 低層建物の地盤・建物系の固有振動数の変動

3) 地域高密度モニタリングの災害対応と訓練への活用

これまで述べた地震時モニタリングの結果は、多様な特性をまとめて表示することで、災害対応に有効に活用できるよう運用する必要がある。また平常時から、災害時の被災状況を設定した企業の災害対応訓練やWSへの活用が望まれる。そのために地震観測DBとWeb-GISの連携に基づくシステムインターフェースの開発を進めてきた。図2-5-③-11はその一例である。

地震災害発生時に、本システムによる情報が企業や自治体に提供された場合を想定して、名古屋市上下水道局の参加による臨時情報机上訓練(WS)で使用した。実施時の状況を2-5-③-12に示す。また、この訓練の全体像は本報告書の⑦南海トラフ地震臨時情報机上演習手法の開発と実践に示されている。

訓練の想定は南海トラフ地震の西半割れで、その際の関連施設の敷地における震度を推定したうえで、訓練情報として表示した。これにより名古屋市周辺における災害状況、関連する施設群全体の状況把握や災害対応活動への影響、今後のさらに大きな地震の発生の想定など、訓練を行う想定との付与としてリアリティのある情報となっている。参加者の感想では、このような特定施設のピンポイント情報が直ちに得られるのであれば、モニタリングの整備に意味があるとの発言もあった。一方で、他のデータとの連携は地域や組織の実情と災害発生状況によって変化するため、事象を想定した事前のチューニングが必要との知見も得られた。システムとしては使用可能な状態となったが、運用の工夫などは今後の課題となる。

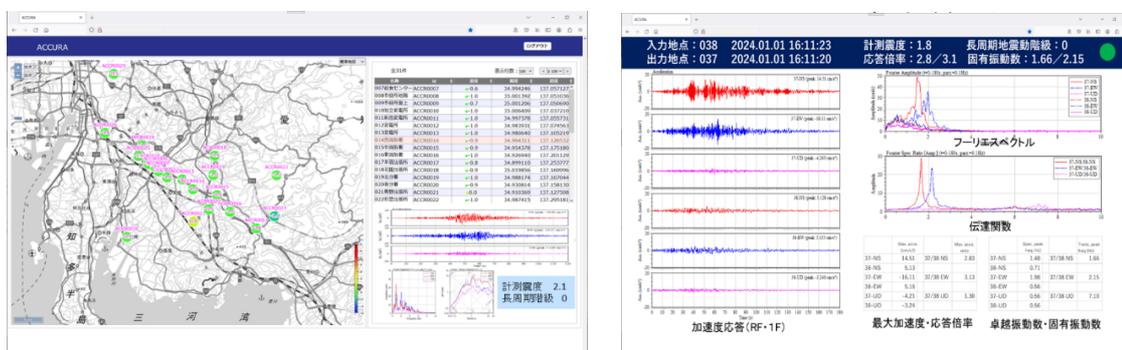


図2-5-③-11 地震観測データベースとWebGISの表示例



図2-5-③-12 臨時情報机上訓練のプロジェクトンマッピングの利用

(d) 結論ならびに今後の課題

- 1) 既存の震度観測網を補間する地域の高密度地震観測網を目的として、MEMS 地震計と 4G-LTE 接続による観測システムを構築し、愛知県西三河地域における試行を継続してきた。今年度は新たな観測点を設置する際の地盤状況や建物の影響などを常時微動観測により確認する方法を検討した。地盤については H/V スペクトル、建物については有効入力動の評価により、観測結果に及ぼす影響を評価できた。
- 2) 多数の建物の早期の被災状況把握にむけて、建物 1 階と最上階の 2 点観測に加えて、建物上部の 1 点観測を想定して、ウェーブレット解析による振動特性評価法を検討した。手法の検証のため、大地震で被災した建物の観測記録に適用し、妥当な結果が得られることを確認した。
- 3) モニタリング結果を企業や自治体の災害対応に活用するため、適切な表示システムを開発するとともに、これらを用いた災害対応訓練や WS を実施し、その有効性と課題を確認した。実際の災害時に本システムを活用するためには、被災状況や組織など他の情報を想定して、運用方法や技術を事前に準備する必要がある。

(e) 引用文献

- 1) 気象庁ホームページ：推計震度分布図の求め方について（参照 2025/3/1）
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/jishin/suikai/motomekata.html>
- 2) 防災科学技術研究所：地震ハザードステーション J-SHIS Map（参照 2025/3/1）
<https://www.j-shis.bosai.go.jp/>
- 3) 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、20 巻 7 号、pp.101-119、2020.
- 4) 山原浩：地震時の地動と地震波の入力損失（第 1 報）、日本建築学会論文報告集、第 165 号、pp.61-66、1969.
- 5) 飛田潤、滝田貢、毛呂眞、伊藤敬一：強地震動による低層 RC 造建物の振動特の変化、構造工学論文集、Vol.45B、pp.73-80、1999.
- 6) 源栄正人、ツォンバ・ツォグゲレル、吉田和史、三辻和弥：東北地方太平洋地震における被災建物の振幅依存振動特性の長期モニタリング、日本地震工学会論文集、12 巻 5 号、pp.117-132、2012.
- 7) 芦野隆一・守本晃：ウェーブレット解析とその応用、2003（参照 2025/3/1）
<https://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~ashino/pdf/ryukoku.pdf>

(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

発表した成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表した場所（学会等名）	発表した時期	国内・外の別
EARTHQUAKE OBSERVATION NETWORK FOR MONITORING OF REGIONAL SITUATIONS AFTER LARGE EARTHQUAKES（口頭）	M. Tsuzuki J. Tobita H. Kouyama	18 th World Conf. on Earthquake Engineering	2024.7	国外

大規模地震災害時の地域モニタリングに向けた地域・建物観測網 その4～5 (口頭)	大原杏奈 山下現生 幸山寛和 都築充雄 飛田 潤	日本建築学会 大会 (東京)	2024. 8	国内
---	--------------------------------------	-------------------	---------	----

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

④ 南海トラフ地震臨時情報発表時の事態想定シミュレーションの開発

(a) 業務の要約

南海トラフ地震臨時情報はこれまで発表されたことがなく発表された際の対応を考えるためには起こりえる事の想定が必要となっていた。加えて、南海トラフ地震臨時情報が出されるまでの仕組みについて、市民や企業人だけでなく、行政職員も理解できているとは言い難い。この状況は、2024年8月8日の日向灘の地震において、臨時情報の運用開始後初めて「臨時情報巨大地震注意」が発表されても全てが解消されたわけではない。すなわち、今回の発表は臨時情報が発表され得る状況の1パターンに過ぎず、「巨大地震警戒」については、未だ発表されたことがないからである。本研究では、昨年度に引き続き、南海トラフ地震の発災並びに南海トラフ地震臨時情報が発表された際の、自身や組織の想定や課題を検討するための勉強会ツールについて、構築した住民版を踏まえて、事業継続計画（BCP）の策定や改定を行う企業等を対象とした「企業版」の勉強会ツールの改良を行うとともに、完成したツールを用いた実践を行うとともに、今後の普及・社会実装に向けた課題検証を行った。

(b) 業務の実施方法

1) ツール開発の方針と方法

国は、「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【第1版】（以下、ガイドライン）」において、企業等における防災対応に関し、確定的な地震予測は困難であるとした上で「日頃からの地震への備えを再確認する等警戒レベルを上げることが基本に、個々の状況に応じて適切な防災対応を実施したうえで、できる限り事業を継続することが望ましい」とする方針を示している。臨時情報で発表されるのは、

あくまで「相対的な」地震発生の高まりであり、従来の東海地震予知情報のように「高い確率で地震が発生する」ことを伝えるものではない。企業等においては、こうした臨時情報の曖昧さを理解したうえで「適切な防災対策」と「可能な限りの事業継続」という絶妙なバランス感覚が求められている。本研究では、昨年度に着手（前年度までに開発を進めた住民版 WS の資料をベースに検討）した企業版の勉強会ツールの検討と開発を進めるとともに、開発したツールを用いて、防災啓発イベントにおいて、実践を行い参加に対する効果の検証を行った。企業版のツール開発にあたっては、昨年度設定を行った通り、以下の目的を達成できるよう検討した。a. 参加者に「臨時情報とは何か」について正しく理解してもらう、b. 臨時情報を南海トラフ地震の付加情報として捉え、防災対応を検討する際の想定時間軸に落とし込む、c. 臨時情報発表に伴う社会の変化が自社の事業継続にどのような影響を及ぼすのか洗い出す、d. 洗い出されたリスクを低減又は回避するための事前措置について検討する、e. B C P（事業継続計画）を作成している企業等においては、臨時情報を考慮した事前対策について記載することで内容の充実を図ることである。

2) 企業版勉強会ツールの開発概要

資料の作成については住民版 WS の資料をベースに検討を行い加筆・修正を加えた住民版 WS の資料では、南海トラフ地震の概要を説明した後に、南海トラフ地震に伴う付加情報として臨時情報があることを伝える構成にしている。企業版 WS の資料でもその流れは変わらないが、企業等を対象とした場合、その企業が抱える利害関係者を考慮すると、南海トラフ地震及び臨時情報が与える影響を住民版 WS よりも広い視野で捉える必要がある。つまり、企業等においては、自社が置かれている地域やそこで働く従業員だけでなく、グループ会社や取引先を含めたあらゆる関係者が受ける影響についても考慮しなければならない。そこで、企業版 WS の資料では「企業等に求められる対応とは？」という項目を新たに設け、「臨時情報発表時でも、企業等は可能な限りの事業継続が求められていること」、「後発地震の発生を見据えた事前の防災対策が企業等における操業度の低下抑制に繋がること」に関する内容を追加することで企業防災の重要性について意識付けができるよう工夫した。また、企業版 WS では、臨時情報について理解を深めるだけでなく、後述するワークの実施により、自らが所属する企業等の B C P の内容充実に繋げてほしいという狙いもある。そのため、ワーク後の参考資料として国のガイドラインで示されている企業等の防災対応の検討手順について要約した内容を追加した（図 2-5-④-1）。



図 2-5-④-1 企業版勉強会ツール

2) ぼうさいこくたい 2024 (熊本) における実践概要

令和 6 年 10 月 20 日 (日) に熊本城ホールほかで開催されたぼうさいこくたい 2024 (熊本) にて企業版の勉強会ツールを用いたワークショップを実施した (写真 2-5-④-1)。ワークショップの内容は、臨時情報が発表され得る状況を含めた南海トラフ地震の多様な発生形態を踏まえた事業継続を主な視点とした災害対応の課題をテーマとして WS (写真 2-5-④-1) を実施している。

参加者の業種の構成は、「大学教職員」「行政 (学校含む)」「大学生」「建設コンサル」「IT・通信」などの多様な構成で、15 名ほどが参加した。



写真 2-5-④-1 ぼうさいこくたい 2024 における実践の様子

ワークショップは、住民版と同様、勉強会パートにおいて臨時情報を含む南海トラフ地震に関する基礎的知識を共有した上で、ワークショップパートにおいて、企業としての発災時や臨時情報時の発表時の課題を考える構成とした。企業版の勉強会ツールのワークシートの構成を図2-5-④-2に示す。ワーク①で自治地域での発災を先に検討し、次いでワーク②で臨時情報巨大地震警戒（他地域発災）が発表された場合を考えて上で、それぞれのフェーズにおける影響を低減するために（事前対策を含め）できることを考えるワーク③を行う手順とした。南海トラフ地震に関わる2つのフェーズについて考えることは住民版と同様であるが、企業版では、ワーク①の自地域で発災したフェーズを先に考える手順としている。これは、臨時情報の認知度が低さを踏まえ、発災時の課題を先行して考えた方が、ワークの内容が理解しやすく、臨時情報が発表されるフェーズについてもより参加者が取組みやすいのではないかと考えたからである。参加者は、この手順にそってワークシートへそれぞれの考えについて記述を行った。

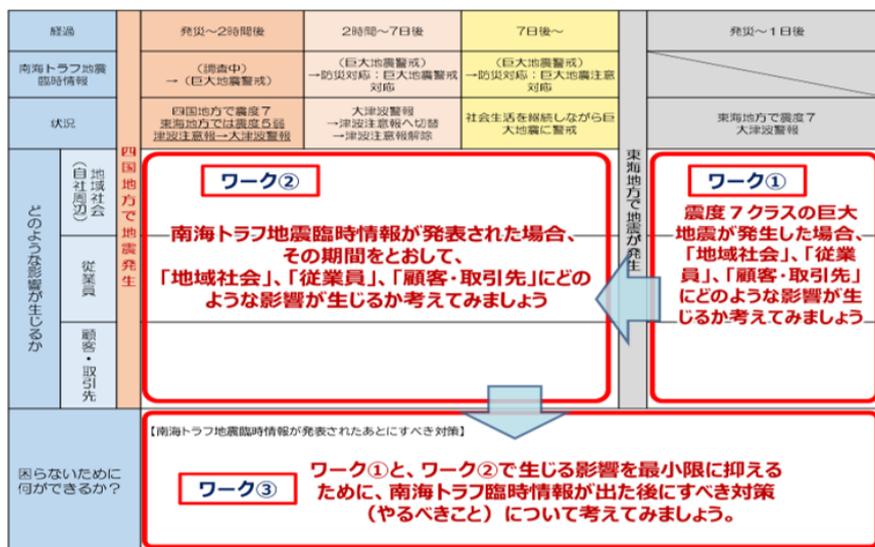


図2-5-④-2 企業版のワークシートの構成と使い方のイメージ

ワーク①～③の結果について、以下にそれぞれ述べる。ワーク①の結果を図2-5-④-3に示す。自身が居る地域で地震が起こった場合については、自社業務では「指定部署への応援体制に移行する」「BCPの行動を開始する」という非常時の対応についての回答が多く、従業員では「安否確認」「避難させる」などの回答がみられた。また、発災に困ることについては、安全確保や安否確認などがあげられ、事業継続や事業としての災害対応においても、事前に準備することが大事だとの視点で考えられていることが推測された。

居る地域で発災									
どのような影響が生じるか					困ること		困らないために		
自社業務		従業員		顧客・取引先					
非常時対応	7	安否確認	8	非常時対応	6	安全確保	4	事前調整	6
業務停止	4	出勤できない	4	安否確認	4	安否確認	4	マニュアル整備	4
インフラ障害	2	避難行動	3	業務停止	4	非常時対応	3	事前準備	4
安全確保	2	安全確保	2	安全確保	3	対応の混乱	2	訓練	3
安否確認	2	従業員の連携	2	避難誘導	2	避難行動	2	金策	2
通信障害	2	各自判断	1	混乱への対応	1	インフラ確保	1	事前協議	2
避難行動	2	帰れない	1	人手不足	1	データ消失	1	ライフライン確保	1
避難誘導	2	避難できない	1			ライフライン確保	1	関係づくり	1
片付け	2	非常時対応	1			帰れない	1	勤務調整	1
データ保持	1	物資の確保	1			帰宅困難	1	訓練実施	1
ライフライン障害	1	物資不足	1			業務停止	1	事前確認	1
業務継続判断	1					仕事とプライベート	1	事前啓発	1
通常	1					支援	1	人員確保	1
売上への影響	1					出勤できない	1	電源の確保	1
避難対応	1					人手不足	1	物資の確認	1
						電源の確保	1	物資の確保	1
						電源確保	1	優先順位	1
						犯罪対応	1		
						物資の確保	1		
						優先順位	1		

図 2 - 5 - ④ - 3 企業版のワーク①のまとめ

次にワーク②の結果を図 2 - 5 - ④ - 4 ~ 6 に示す。遠隔地域で地震が起こり、臨時情報巨大地震警戒が発表され得る場合については、発災当初は自社業務について「大津波警報に対する対応」など非常時の対応についての回答が多く、従業員では「安否確認」「避難させる」などの回答があった。困ることについては安否確認や事業継続判断があげられ、ワーク①と同様に、困らないために事前に準備することが大事だと考えられていた。遠隔地域で地震が起こり、2時間経過後の状況については、自社業務について「自地域での被害対応」など非常時の対応に加え、被災地に向けた支援の回答が見られた。困ることについては「ライフラインの確保」「事業継続判断」「物資の確保」など様々なことがあげられ、困らないために、こちらも事前に準備することが大事だと考えられている。遠隔地域で地震が起こり7日経過後の状況については、自社業務について「通常業務」に戻るという意見が見られた。また、引き続き被災地に向けた支援の回答も見られた。困ることについては

「お金の手配」「疲労」「物資の確保」など様々なことがあげられ、困らないために、人員確保を含めた事前調整が大事だと考えられている。

遠隔地域で発災 発災～2時間後						
どのような影響が生じるか						
自社業務	従業員	顧客・取引先	困ること		困らないために	
非常時対応	7 安否確認	7 安否確認	6 安否確認	2 事前調整	3	
業務停止	3 避難行動	5 業務停止	2 混乱への対応	2 事前準備	2	
安全確保	2 業務継続判断	2 非常時対応	2 事業継続判断	2 優先順位	2	
情報収集	2 安全確保	1 安全確保	1 人手不足	2 マニュアル確認	1	
人手不足	2 各自判断	1 関係機関との連携	1 関係機関との連携	1 マニュアル整備	1	
通常	2 帰宅困難	1 帰宅困難	1 業務継続判断	1 関係づくり	1	
業務継続判断	1 周知	1 業務継続判断	1 情報収集	1 金策	1	
被害確認	1 従業員の連携	1 混乱への対応	1 電源の確保	1 訓練	1	
避難誘導	1 非常時対応	1 需要への対応	1 物資の確認	1 人員確保	1	
物資の確認	1	人手不足	1 優先順位	1 物資の確認	1	
		避難行動	1	物資の確保	1	
		物資の確認	1			
		物資の確保	1			

図 2-5-④-4 企業版のワーク②のまとめ（直後）

遠隔地域で発災 2時間～7日後						
どのような影響が生じるか						
自社業務	従業員	顧客・取引先	困ること		困らないために	
非常時対応	8 非常時対応	4 支援	3 ライフラインの確保	1 事前調整	3	
支援	5 支援	2 非常時対応	3 関係機関との調整	1 事前準備	2	
安全確保	1 安否確認	1 人手不足	2 支援	1 優先順位	2	
業務への影響	1 業務継続判断	1 安否確認	1 支援物資	1 マニュアル確認	1	
勤務調整	1 業務再開	1 業務継続判断	1 事業継続困難	1 マニュアル整備	1	
事業継続判断	1 勤務調整	1 需要への対応	1 事業継続判断	1 関係づくり	1	
通常	1 出勤できない	1 出勤できない	1 受援体制	1 金策	1	
避難誘導	1 人手不足	1 避難行動	1 出勤できない	1 事前協議	1	
片付け	1 復旧対応	1	発災	1 情報収集	1	
	物資の確保	1	非常時対応	1 人員確保	1	
			物資の確保	1 物資の確保	1	

図 2-5-④-5 企業版のワーク②のまとめ（2時間後以降）

遠隔地域で発災 7日後～						
どのような影響が生じるか						
自社業務	従業員	顧客・取引先	困ること		困らないために	
通常	4 非常時対応	4 支援	3 金策	2 優先順位	2	
非常時対応	4 通常	2 人手不足	2 支援	2 事前調整	2	
支援	2 安否確認	1 通常	2 物資の確保	2 物資の確保	1	
移転	1 支援	1 事業継続判断	1 安否確認	1 物資の確認	1	
仮設住宅の手配	1 出勤できない	1 出勤できない	1 事前確認	1 人員確保	1	
記録	1 人手不足	1 避難行動	1 出勤できない	1 事前準備	1	
避難行動	1 調査	1 非常時対応	1 人員確保	1 事前検討	1	
	疲労	1	通常	1 金策	1	
	避難行動	1	電源の確保	1		
			疲労	1		
			非常時対応	1		

図 2-5-④-6 企業版のワーク②のまとめ（7日経過後以降）

(c) 業務の成果

1) 参加者アンケートの分析結果

ここでは、ワークショップ参加者に対して実施した事前事後アンケートの結果を示す。参加者15名中8名から回答があった。サンプル数が少ないため、十分な分析とはいえないが、昨年度までに開発した勉強会ツールをとくに企業のBCP等の検討時に用いる際の可能性や課題について、傾向を把握するためその結果を踏まえて考察を行う。なお、途中退席の参加者の為、事後アンケートの回答者は7名となっている。事前事後において共通項目を問う設問における比較については、評点の平均値を用いている。

まず、「南海トラフ地震臨時情報」についての自身の状況については（図2-5-④-7）、実施前と比較し、「言葉を知っている」は4.13ポイントから4.17ポイント、「発表される仕組みを知っている」は3.88ポイントから4.43ポイントに上昇しており勉強会等を通じて臨時情報への理解が進んだと推測される。勉強会・ワークショップの実施については（図2-5-④-8）、実施前と比較し「自身の地域で実施したい」と回答した人が3.5ポイントから4.29ポイントに上昇している。

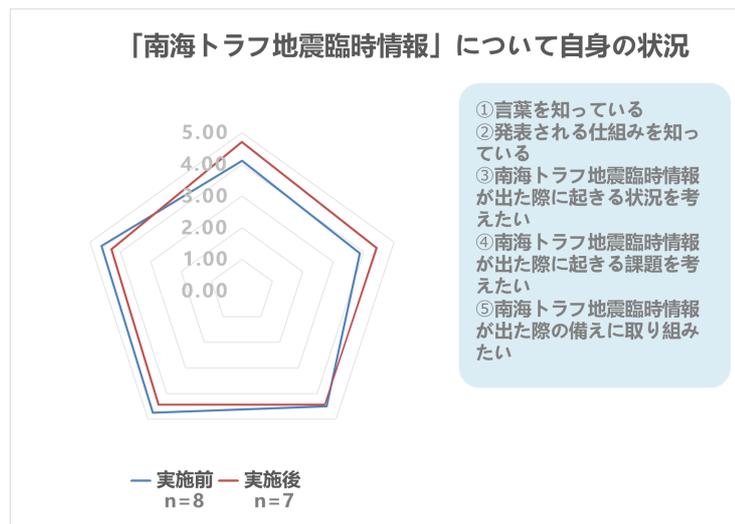


図2-5-④-7 アンケート結果①（臨時情報についての自身の状況）

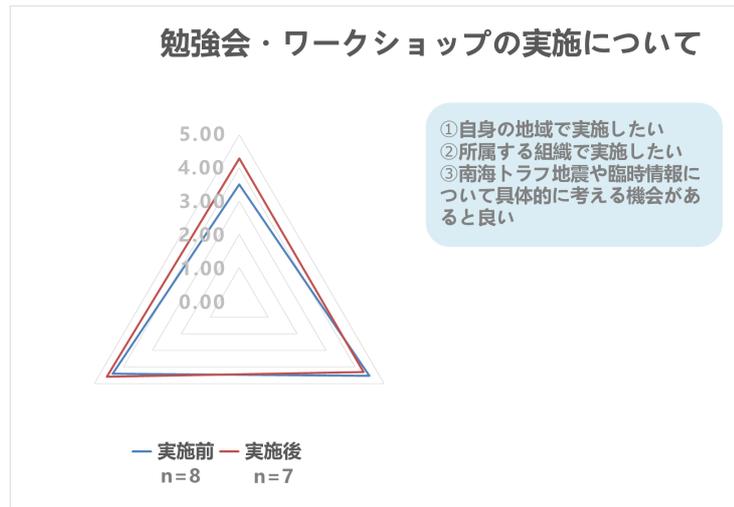


図 2-5-④-8 アンケート結果② (ワークショップの実施について)

以下は、実施後のみに示した設問の回答結果である。まず、「勉強会の満足度」については(図 2-5-④-9)、おおむね満足という結果を得られている。「勉強会の内容」については(図 2-5-④-10)、『南海トラフ地震』や『南海トラフ地震臨時情報』について理解が深まったと感じている参加者がほとんどで、自身の状況について実施前・実施後に伺った内容でポイント数が伸びていることと整合のある結果となった。

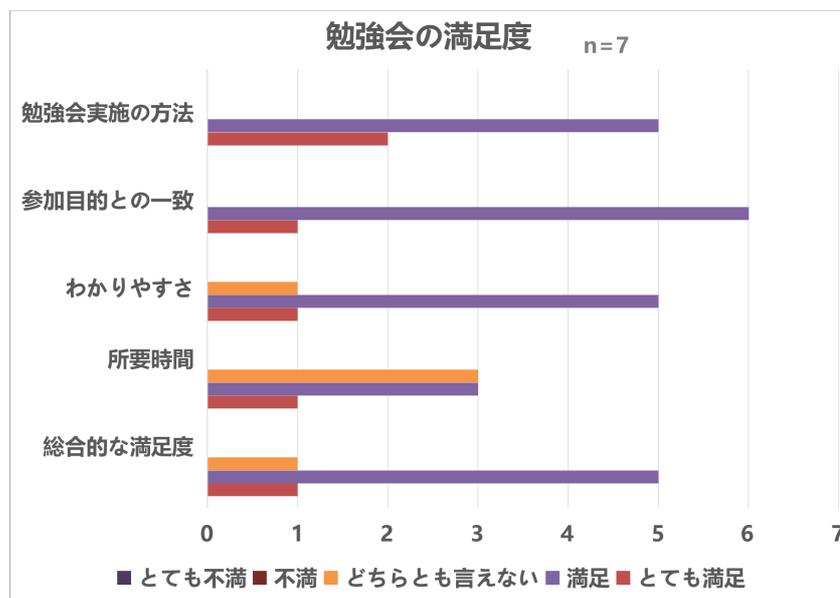


図 2-5-④-9 アンケート結果③ (勉強会の満足度について)

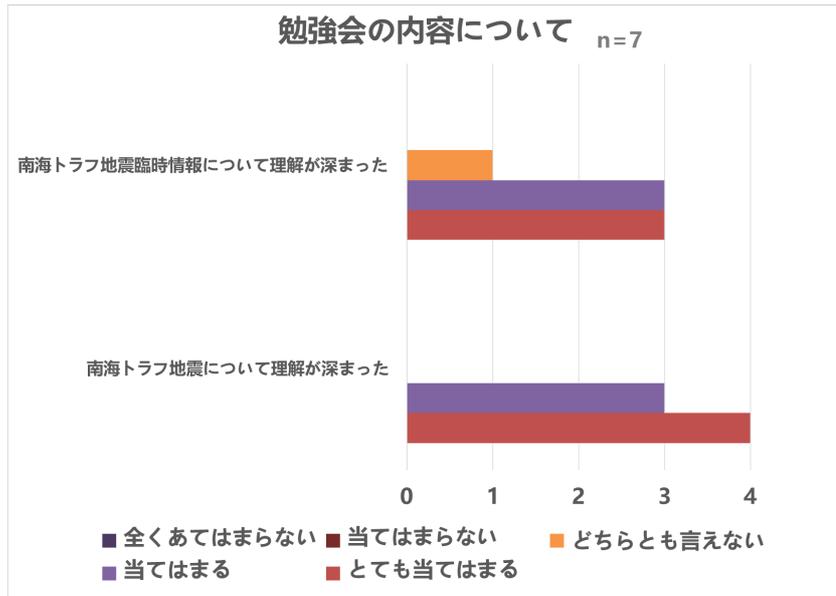


図 2 - 5 - ④ - 10 アンケート結果④（勉強会の内容について）

実践全体を通して今回は、実践を行ったイベントの形式上、事前予約 飛び入り形式であり、様々な性質の方が集まり（民間、学生、公務員、自主防災組織）、多様な対象に対する実践を行うことができた一方で、参加者の性質が始まってみないとわからず、目的や臨時情報の認知状況なども異なり、ワークショップ運営上の難しさもあった。具体的には、参加者によってどれくらいの成果（気づきのきっかけ・とっかかり、BCP作成・見直しの具体的な方針など）を目指しているか異なるため共通意識を持たせることが難しい状況であった。

以上のアンケート結果などから、住民版の勉強会ツールと同様に、企業版の勉強会ツールが、臨時情報が発表され得る状況も含めた南海トラフ地震の多様性を踏まえた災害対応に関わる事前の備えに一定の効果が推測される結果となった。一方で、ワークショップの実施においては、配慮すべき事項のあることも明らかとなった。

(d) 結論ならびに今後の課題

本研究では、前年度までに開発を進めた住民版 WS の資料に基づいて、企業版の勉強会ツールの検討と開発を進めた。また、開発したツールを用いて、防災啓発イベントにおいて、実践とその結果に基づく開発したツールに関して効果の検証を行った。その結果、参加者へのアンケート結果等から、企業版の勉強会ツールが、臨時情報が発表され得る状況も含めた南海トラフ地震の多様性を踏まえた災害対応に関わる事前の備えに一定の効果が推測される結果となった。一方で、ワークショップの実施においては、配慮事項も確認された。

以下に、今後の実践における配慮事項を整理する。まず、BCP作成・見直しの具体的な方針などを成果にする場合は、とくに企業版ワークショップは同じ性質の人たち（可能であれば同じ企業・組織など）を対象とすることで共通認識を持って議論し、議論の深まりを促せる可能性がある。また今回は、全国的な防災イベントにおける実践であった為、比較的普遍的な状況付与を行ったが、より具体的な被害想定を示すなど、

参加者の目的や事業所及び取引先などの関係するステークホルダーの所在地を踏まえた具体的な状況付与が必要であると考え。その場合は、ワークを実施する企業のBCP担当者等と協力して状況付与のシナリオを作成するなど実施主体を踏まえた研修パッケージの検討も有効であると考え。一方で、企業を対象とした実践においても、気づきのきっかけを成果として目指すのであれば、住民用の勉強会ツールを用いた研修の方がより適していると考え。本研究の中では十分な検証を行っていないが、今後の発展の可能性として、住民版と企業版の併用することで、BCP作成者や防災に関わる職員のみならず、一般職員も含めた企業・組織全体への臨時情報も含めた南海トラフ地震への対応力をより可能性もありより着実な社会実装を目指して、引き続き、実践を通じて検証を進めたい。

(e) 引用文献

なし

(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

⑤ 南海トラフ地震臨時情報発表時の社会事象と要因推定手法の開発

(a) 業務の要約

南海トラフ地震臨時情報（以下、臨時情報）は、地震発生の可能性が相対的に高まっていると評価された場合等に気象庁から発表される情報であり、適切に活用することで防災対策に利することが期待される¹⁾。一方で、内閣府が2023年に行った調査において「南海トラフ地震防災対策推進地域（以下、推進地域）」の住民に臨時情報の認知度を問う設問に対し、「知っている」と回答した者は、28.7%に留まり未だ認知度が低いことが報告されている²⁾。臨時情報は、気象庁が令和元年5月より南海トラフ地震に関連する情報を「南海トラフ地震臨時情報」と「南海トラフ地震関連解説情報」として発表する運用を開始³⁾して以降発表されたことがない状況が続き、社会的な認知度も低い状況から、発表に伴う社会の混乱も懸念される結果が示されていた^{4,5)}。2024年8月

8日の日向灘の地震にともなって、運用後初めて発表されたものの、その発表に至るパターンの1つを経験したに過ぎず（臨時情報巨大地震警戒の発表事例は無いなど）、以降もその懸念のすべてが払拭されたわけではない。

本研究では、昨年度と同様にサブ課題3の取組みである、情報発信検討会「事業継続」テーマの議論の場や前章の勉強ツールで得られた成果を活用し、臨時情報発表時のような認知度が低く、その際の社会状況も不透明で混乱も予測される対象に対する課題解決に向けた事前検討の場を設ける際に必要な、想定される課題や社会事象の整理のあり方について検討を行った。その上で、事前対策や災害対応に資することを念頭に、検討項目となる課題（想定課題）抽出を試みた。また、一定の人数が参加し学び合いのプロセスが起き得る図上訓練等への活用を意図し、効果的な問いかけの順序などの参考となるよう、抽出された課題や社会事象の項目間の関係性を踏まえ、実践時の活用にあ資する形で整理する手法を明らかにした。

(b) 業務の実施方法

研究方法は、官民の参加するWSを企画・実施し、臨時情報発表時に想定される社会事象や各主体（個人または、行政や企業などの職員）における対応に関するデータを収集・整理し、分析を行う。これらは、サブ課題2の各研究機関と連携して設計し、サブ課題3の創成情報発信の取組みである、情報発信検討会「事業継続」の場において実践を行ったワークショップや前章で示した勉強ツールの実践結果に基づいて行ったものである。まず、WSで示された参加者のアイデアカード（付箋）を参加者自ら整理・構造化した見出しを参考に、臨時情報発表時の社会事象や課題となる項目を抽出する。次に、各項目に対する参加者ごとの意見の該当の有無を整理したデータに対して、数量化Ⅲ類による分析を行い項目間の関係を整理する。また、各参加者の各項目への意見表出の該当・非該当の傾向を踏まえたクラスター分析により、臨時情報発表時の社会事象（想定課題）を項目群として抽出し、検討手順も踏まえて図上訓練等の実施にあ資する形で整理を行う。またこれらの検討は、2024年8月8日の日向灘の地震で運用後初めて発表された臨時情報発表後に実際に起きた事象と筆者らが実施したWSで予め示された事前想定課題との比較・考察も加味して行うこととした。

(c) 業務の成果

1) 南海トラフ地震臨時情報発表時の社会事象と要因推定手法の開発

a) 分析対象とする各WSと整理方法の概要

臨時情報発表時に想定される社会事象の項目抽出については、表2-5-⑤-1に示すWS①及び、WS②の2つのWSを対象としている。WS①が警戒情報、WS②が、注意情報の社会事象の検討を意図して実施している。WS②は、COVID-19の感染拡大防止の観点からオンラインで実施しているが、Microsoft PowerPointを用いて模造紙及び、付箋を模したワークシートをオンライン上に画面共有した。これにより、いずれのWSも親和図法に基づいてアイデアカードの表出とアイデアの構造化が行えるよう配慮して実施した。参加者の属性は危機管理に関わる職員とする共通の構成である。

次に、抽出した想定課題の項目間の関係を整理する。具体的には、2つのWSで表出された参加者の意見を項目ごとに該当または非該当の整理を行った上で、数量化Ⅲ類の分析を行う。分析対象は、注意情報を条件するWSは、上述の項目の抽出と共通でWS②である。一方で、警戒情報を条件とするWS①は、表出されたアイデアカードを参加者毎に整理できる状況になく、WS③において参加者から意見表出された警戒情報発表時の社会事象に関するアイデアを数量化Ⅲ類の分析対象とした。WS③の意見の表出方法は、ワークシートへの記入であるが、臨時情報発表時の社会事象（課題や困りごと）を想定することは共通している。意見の該当・非該当を分類する17項目は共通するものを用いた。WS③の参加者の属性は、一般住民となることは留意点である。ただし、南海トラフ地震及び、臨時情報の仕組みなどについて一定の認識が持てるように情報共有パートがあることについては、条件を同じくする。

各WSの与条件を示す。「警戒情報」は、気象庁及び、内閣府が示す「発表条件と対応する行動」に関する情報共有をした上で、WS①及び、WS③のいずれも他地域でM8クラスの地震が発生し、自地域には5強程度の揺れにより軽微な被害がある状況とした。WS②の「注意情報」に関しては、同じく発表条件と対応する行動に関する情報等を共有した上で、他地域に震度5強程度以上（気象庁M6.8以上）の地震が発生し、自地域には被害がない状況を条件として示した。

表2-5-⑤-1 分析を行ったワークショップの概要

no.	イベント名	実施日	実施場所	臨時情報の発表種別と条件	データ収集方法	参加者	参加者数	分析対象	事前避難対象地域の有無
WS①	R5年第1回度情報発信検討会	2021/9/28	名古屋大学	警戒情報 (他地域で半割れ発生)	親和図法 (付箋記入内容)	自治体職員 研究者	30名	30名	参加者の居住地・事業所所在地によって異なる
WS②	R3年度第1回情報発信検討会	2022/6/14	オンライン	注意情報	親和図法 (付箋記入内容)	自治体職員 民間企業職員 研究者	60名	38名	参加者の居住地・事業所所在地によって異なる
WS③	男女共同参画サテライトセミナー	2023/2/11	あま市	警戒情報 (他地域で半割れ発生)	ワークシート 記入内容	住民	47名	38名	指定あり

b) 臨時情報発表時の社会事象に関する項目抽出と結果の整理

表2-5-⑤-2に、WS①とWS②で示された付箋数を項目ごとに比整理した。WS①では、臨時情報の発表条件を警戒情報とし、参加者は愛知県内の基礎自治体を中心とする危機管理系の職員とした。また、WS②は臨時情報の発表条件を注意情報とし、参加者は関東及び、愛知県も含む西日本地域の行政と民間企業の危機管理系の職員及び、研究者とした。WSは、臨時情報発表時のそれぞれの条件において起こり得る社会事象に関するアイデアを付箋紙に記入し、それらを整理・構造化することを目的に下記の手順で実施した。まず、1. 臨時情報に関する概要と各WSで議論する条件（警戒情報または、注意情報）について話題提供を行った後、2. グループに分かれ、参加者の居住地（あるいは事業所の所在地等）で生じるイベントやそれぞれの主体の対応について、参加者の考えを付箋に記入しグループ内に共有する。最後に、3. 模造紙上に、付箋に示された参加者のアイデアを似通った状況等を手掛かりに構造化を行うこととした。

表 2 - 5 - ⑤ - 2 WS 時に表出された付箋数の比較

WS	班	参加者数	アイデアカードを整理した際の項目（見出し） ※数字は付箋数											出現項目数	付箋数	
			避難建物	物資お金	インフラ	生活	企業仕事	行政教育	情報報道	社会の判断	人々の行動	地域外の視点	その他		グループ全体の合計	一人当たりの平均
WS① (対面)	A	10	8	13	—	—	2	3	13	—	11	2	3	9	55	5.5
	B	10	5	22	7	—	12	4	6	—	16	—	—	8	72	7.2
	C	10	7	5	8	5	9	—	—	—	6	—	3	7	43	4.3
	合計	30	20	40	15	5	23	7	19	0	33	2	6	24	170	5.7
WS② (オンライン)	A	9	5	3	—	4	4	2	2	—	—	—	—	6	20	2.2
	B	10	5	5	2	—	4	12	2	—	—	—	4	7	34	3.4
	C	10	—	5	—	—	—	—	8	4	2	2	—	5	21	2.1
	D	9	2	6	1	—	—	2	5	1	—	—	—	6	17	1.9
	合計	38	12	19	3	4	8	16	17	5	2	2	4	24	92	2.4

凡例：グレーの網掛けは比較的付箋の表出が多かった項目を示す（10 件以上）

その結果、WS①では、30名の危機管理を担当する自治体職員と研究者が参加し、3グループに分かれて警戒情報発表時における社会事象や課題に関して付箋に記入しアイデアを出し合った。抽出された付箋数は各班で異なるが、概ね一人当たり5枚程度、全体平均で5.7枚であった。付箋に示された警戒情報発表時の社会事象に関するアイデアを例示すると、まず「食料品の購入のため住民が殺到する」や「通販に頼る人が急増し、物流が滞る」といった、物資の不足や物流への影響に関わる項目がみられた。また、「避難行動に支援が必要な人ほど事前避難対象地域に取り残される」や「事前避難しない人がいるが、その状況がわからない」といった、避難やその判断に関わる項目もみられた。また、「介護が必要な人の受け入れができない」といった、要配慮者に関わる懸念も示されている。また、社会や事業の停滞及び事業継続の判断に関わる事項として、「企業の事業活動に支障が出て休業・操業停止する」や「大型商業施設が臨時休業する」などの社会事象も示された。

WS②では、38名の危機管理を担当する行政及び民間企業の職員と研究者が参加し、4グループに分かれて注意情報発表時における社会事象や課題に関してオンライン上の付箋に見立てたシートにアイデアを出し合った。オンライン会議システムに慣れない参加者もいるため、付箋数は、WS①よりも少ない結果となったが、一人当たり2枚程度を目標にグループワークの進行を行った。その結果、表出された付箋数は各班で異なるが、平均して一人当たり2.4枚の付箋が表出された。付箋に示された注意情報発表時の社会事象に関するアイデアを例示すると、まず「パンのような日持ちのする食べ物が店頭からなくなる」や「食料や日用品の買い占め行動が起こる」といった、物資の不足に関わる項目がWS①と同様にみられた。また、「臨時情報の対応行動について判断に迷う」や「学校現場は、授業継続の方向が定まらず混乱する」といった、臨時情報発表時の判断に関わる項目がみられた。また、「高齢の両親が都市部の子供たちの住まいに自主避難してくる」といった、要配慮者に関わる懸念も示されている。また、社会や事業の停滞及び事業継続の判断に関わる事項として、「あらかじめ方針が決まっていない機関は困る」「企業の事業活動に支障が出て休業や操業停止する」や「観光業など自粛傾向となり停滞する」などの社会事象も示された。情報に関わる事項として、「通信負荷がかかり家族や会社と連絡が取りにくくなる」や「SNS等によるデマの拡散で社会が混乱する」などもみられ、内容の微細に違いはあるものの、WS①と共

通する項目がみられる結果となった。

WS①とWS②で示されたアイデアを構造化した際の見出しを参考にし、共通するものを一部集約した結果、分類の難しかった「その他」を除いて、10項目が抽出された。表2-5-⑤-3のグレーの網掛けは、比較的多くの付箋が表出された項目である。

「建物・避難：建物の安全や避難行動」、「物資・お金：避難時の物資やお金」、「インフラ：電気・ガス・水道・交通等」、「報道・情報：情報途絶や報道やSNS等の情報発信に伴う混乱」の4項目は、2つのWSで共通して付箋の表出が多かった。これらに加え、WS①では、「企業・仕事：企業及び個人の視点から業務への影響を懸念」、「人々の行動：個人的な視点を主とした判断や不安に伴う行動」などの2項目、WS②では、「行政・教育：行政や教育に関わる業務への影響」にも付箋の表出が多い結果となった。

「生活：生活への影響や不安」と「社会の判断：社会や業務に関わる判断や迷い」については、表出された付箋としては少なかったが、WS参加者が考えた構造化の結果として独立する項目と判断できたため、これら10項目を抽出した。さらに、この10項目を参考に、WS③における意見の表出状況も加味して項目の一部については、結合または分割を行い17項目に再構成した(表2-5-⑤-3)。主な再構成された項目は、「建物の安全」に関しては、自宅社屋の直接自身に関わるものと親類縁者関係機関等の他者の建物を分割した項目とした。「情報」は、主たる記述内容によって、情報そのものとデマも含む「混乱」に分けた。また、その一部は判断に振り分けた。「行政・教育」については、業務への影響と要配慮者(子ども)への影響のいずれかの記述内容により分割を行った。

表2-5-⑤-3 再構成後の社会事象(項目)

臨時情報発表時に課題と想定される項目		
a. 帰宅	g. 健康	m. 判断
b. 情報	h. 室内	n. 事業
c. 物資	i. 他者建物	o. マンパワー
d. ライフライン	j. 自宅社屋	p. 交通
e. 要配慮者	k. 混乱	q. 社会
f. 避難	l. 生活	

c) 臨時情報発表時の社会事象(想定課題)の抽出

分析の対象は、表2-5-⑤-1に示したWSの内、WS②(注意情報)とWS③(警戒情報)の2つのイベントで得られた、付箋またはワークシートに記入された臨時情報発表時の社会事象や課題に関する記述について参加者ごとに意見の表出状況を整理した。その上で、各項目に対する参加者ごとの意見表出の該当の有無(該当を1、該当なしを0とした)について表計算ソフトに一覧表として整理した。なお、出現の有無を整理する際は、各参加者の付箋等への記述内容が、表2-5-⑤-3に示した17項目に対して該当または、非該当であるか整理している。このように整理したデータに対して、項目間の関係を整理することを目的に、数量化Ⅲ類による解析を施した。数

量化Ⅲ類の解析を行うに当たり、相関係数が 0.5 以上の軸を一定の説明力があるとし、0.3 未満を説明力が弱いと判断することとした。分析においては、より説明力の高い 2 軸を採用し考察を行う。分析対象の各 WS の全参加者数を母数として、各項目の該当数が 10%未満の項目については除外することとした。また、「注意情報と警戒情報」の発表種別による相違についても比較を試みる。分析は、マルチ多変量 Ver. 2.4 (株式会社アイスタッド) を用いた。分析対象となるデータを取得した WS は、臨時情報発表時の社会事象について、設定された条件に応じて参加者各自が自由に考えを表出する基本的な部分は共通している。与条件の提示については、後述の通り各イベントともに、臨時情報あるいは南海トラフ地震に関する話題提供を行うなど一定の共通認識を参加者が得られるよう配慮した上で、意見の表出を行う時間を設けている。分析は、各イベント別に分析する。その上で、「注意情報と警戒情報」の情報種別の属性に応じた比較についても分析を実施し、考察を行う。以下に、注意情報のケース (他地域発災) 並びに、警戒情報のケース (他地域発災) の分析結果について、順に述べる。

i) 注意情報のケース (他地域発災)

分析対象とした WS は、表 2-5-⑤-1 の WS②である。実施は行政・企業・研究機関 (研究者) 所属の危機管理に関わる職員向けに行った。本 WS は、オンラインで実施し、参加者は、付箋に見立てたオンライン上のシート (以下、同様に付箋紙とする) に意見表出を行った。イベント全体の参加者 60 名の内 WS に参加した 38 名 (件) を分析対象とした。臨時情報の種別は他地域で南海トラフ地震の一部割れが発生し、「注意情報」が発表された状況における課題や困ることについて参加者各自の意見を記述するよう促した。発災に伴う震度は、南海トラフ地震の監視領域内で 5 強程度の地震が発生し、震源に近い地域では大きな被害はないものの一定の揺れを経験している一方で、自地域では震度が観測されていない状況で注意情報が発表されたことを共通認識とした上で行っている。また、注意情報発表時の状況理解を促す補足情報として、WS を開催した年次の 2022 年 1 月 22 日の深夜に発生した M6.6 の日向灘を震源とする地震⁷⁾を例に、あと少し規模が大きかった場合 (M6.8 以上)、臨時情報調査中を経て、注意情報が発表されていた可能性についても情報共有を行った。参加者の意見表出が 4 件未満 (分析対象とした 38 件を母数とした 10%未満) の項目は、分析から除外し 11 項目に対して分析を行った。なお、この処理は、以降の分析でも同様とする。

分析の結果を図 2-5-⑤-1 の a. に示した。1 軸の相関係数は 0.533 (小数点第四位以下四捨五入、以下同様とする)、2 軸の相関係数は 0.459 であった。1 軸は、避難や要配慮者及び物資などの項目との関連が推測される「避難準備」とライフラインや社会状況及び交通などの項目との関連から避難や安全確保に関わる「リソース」の軸と解釈した。2 軸は、社会状況や交通及び、避難や要配慮者などの項目との関連や影響が推測される「避難判断」とライフラインや生活への影響及び、情報の混乱や買い占め行動なども含めた物資などの項目との関連から「社会の混乱 (社会の停滞への懸念)」の軸と解釈した。

ii) 警戒情報のケース (他地域発災)

分析対象とした WS は、表 2-5-⑤-1 の no.2 に示す WS③である。実施は一般住民向けに行い、意見の表出はワークシートに行った。参加者は 47 名の内、記述が不十

分なものをのぞいた、38件を分析対象とした。臨時情報の種別は他地域で南海トラフ地震の半割れが発生し、「警戒情報」が発表された状況における課題や困ることについて、参加者各自の意見を記述するよう促した。発災に伴う住まいや事業所周辺の震度は5強程度で、一定の揺れはあるが自地域に大きな被害がない状況であることを共通認識とした上で行っている。なお、参加者の意見表出が4件未満の項目は、分析から除外し12項目に対して分析を行った。

分析の結果を図2-5-⑤-1のb.に示した。1軸の相関係数は0.624、2軸の相関係数は0.575であった。1軸は、自宅や室内の安全及び帰宅困難や情報などの項目との関連が推測される「安全確保」と要配慮者や判断基準及び、避難や交通などの項目との関連から避難に関わる行動や判断に関わる「避難判断」の軸と解釈した。2軸は、自宅や室内の安全及び、要配慮者や判断基準などの項目との関連が推測される「避難準備」と交通やライフライン及び、物資などの項目との関連から避難行動に関わる「リソース」の課題の軸と解釈した。

iii) 注意情報と警戒情報のケース比較

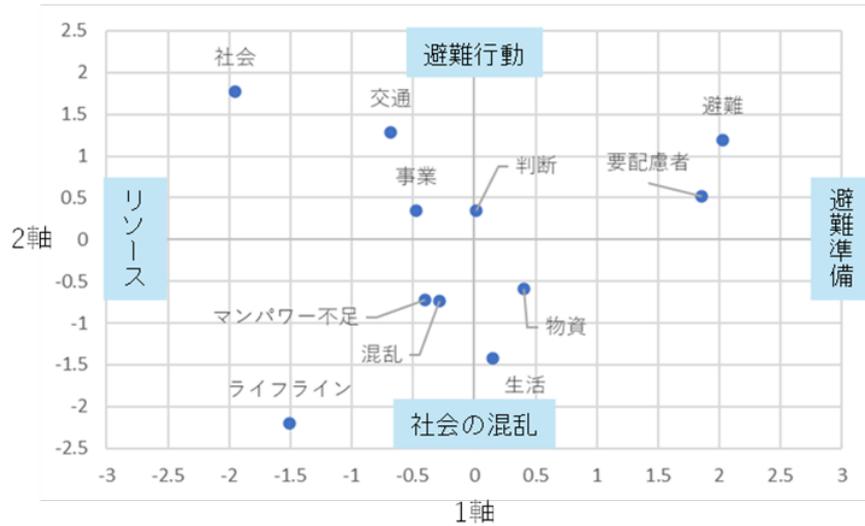
上記に示した注意情報と警戒情報の各ケースのデータを結合し、改めて数量化Ⅲ類による分析を行い、臨時情報の発表種別ごとの属性の重心点を加えて2軸のカテゴリースコアを示したのが図2-5-⑤-1のc.である。2ケースを合計した場合の分析対象は76件であり、8件未満の項目は除外し、12項目に対して分析を行った。分析の結果、1軸の相関係数は0.644、2軸の相関係数は0.522であった。1軸は、マンパワー不足や事業、生活への影響及び、情報の混乱などの項目との関連が推測される「社会機能の停滞」と情報や健康及び、ライフラインや物流などの項目との関連から、避難に関わる行動や判断との関連が推測される「避難生活の安定」に関する課題の軸と解釈した。2軸は、要配慮者や情報及び、避難に関わる項目との関連が推測される「避難行動」と交通やライフライン及び、情報の混乱やリテラシーの問題とも関わる物資などの項目との関連から「社会基盤」の課題の軸と解釈した。重心点の比較では、注意情報においては、交通への影響やマンパワー不足及び、情報の混乱やリテラシーの課題、生活への影響など、社会機能や社会基盤への影響を課題とする項目群に位置している。一方、警戒情報の条件では、避難の準備に関わる家族の安否も含めた情報収集や健康を保つことなど、避難生活や避難行動への影響を課題とする項目群に位置している。

また、項目に対するワード法（原点データのユークリッド距離）による変数クラスター分析を行い、参加者の各項目への意見の表出傾向（該当または、非該当）の類似状況について4つのクラスターにグルーピングした結果（変数クラスターの樹形図）を図2-5-⑤-2に、クラスター名と各クラスターに属する項目の整理については表2-5-⑤-5に示した。その結果、①物資やライフライン及び、安否確認を含む情報収集や自宅への帰宅に関わる項目を課題とする「初動対応」、②要配慮者や避難及び、健康状況を課題とする「避難行動」、③自宅や自社の社屋の建物やその内部の安全を課題とする「建物の安全」、④生活や事業・仕事への影響や避難や業務の継続に関わる判断、マンパワー不足など社会への影響を課題とする「社会の停滞」の4つのクラスターに分類された。

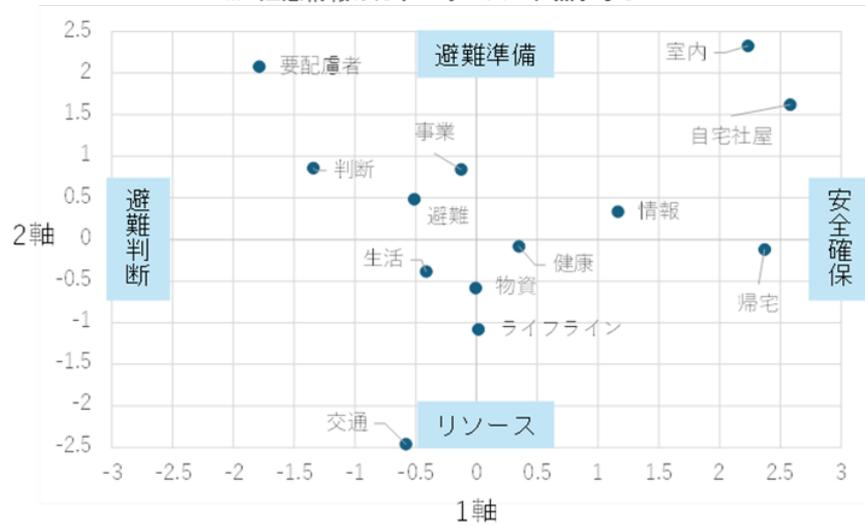
iv) 注意情報と警戒情報のケース比較

まず、注意情報と警戒情報において課題となる項目について、前者が自地域に具体的な地震動を感じていない状況イメージから、1軸では、避難の準備に関わる項目や物資やリソースに関わる項目が特徴となっている。2軸では、臨時情報発表に伴う判断も含めて避難行動に関わる課題とそれに伴う社会への影響や混乱を懸念する軸となっている。一方で、後者の警戒情報においては、一定の地震動を経験しており、先発地震（半割れ）による他地域の被害もイメージされる条件であり、安全確保の課題と避難やその判断に関わる項目を課題とする軸となっており、混乱や不安よりも具体的な災害時の対応行動に関わる課題を懸念する傾向が推測される結果となった。また、参加者の各項目に対する意見の表出傾向に関するクラスター分析の結果、臨時情報発表の課題となる項目群として4つのグループを見出した。

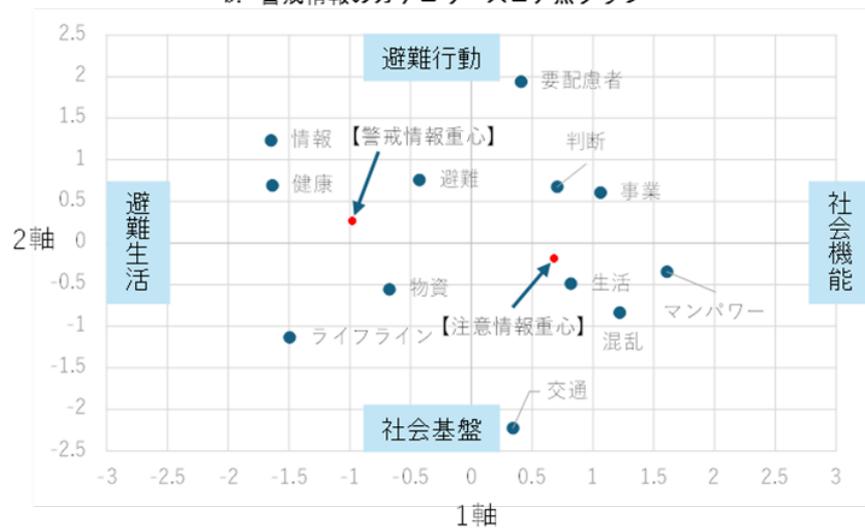
「建物の安全」及び「初動対応」クラスターの項目群は、図2-5-⑤-1のb.で示した警戒情報発表時の1軸の項目間の関係から、安全確保に関わる課題に対応し、対となる避難とその判断に関わる課題との関係が示唆される。「避難行動」クラスターの項目群は、図2-5-⑤-1のa.で示した注意情報発表時の2軸の関係から避難行動に関わる項目と対応し、社会の停滞や混乱に関わる課題との関係が示唆される。反対に、「社会の停滞」クラスターの項目群は、生活や事業・仕事への影響やマンパワー不足や情報の混乱などに対応し、注意情報発表時においては、「避難行動」との対応関係が示唆される結果となった。例えば、適切な避難行動や避難の判断をする上では、「建物の安全」及び「初動対応」クラスターの項目群の課題に関する事前対策の有無が、その後の避難行動の安全性や避難の判断のし易さに関わると考えられる。これらは、主として警戒情報の条件に基づく示唆ではあるが、注意情報の条件においても、2軸の安全確保と概ね一致しており事前の検討を要する項目であるといえる。「建物の安全」に関わる項目に関する対策を考えた上で、避難に関わる項目の検討を行うことでより相補的に検討が行えることが推測される。「社会の停滞」クラスターの項目群は、注意情報の条件における2軸の社会の混乱との対応が考えられ、その対応関係にある避難の判断との関係が示唆される。この項目の事前の対策があることで、避難行動における判断などにも影響あると考えられ、上記と同様に相補的に考えるとよい組み合わせといえる。



a. 注意情報のカテゴリースコア点グラフ



b. 警戒情報のカテゴリースコア点グラフ



c. 注意情報及び警戒情報の属性別カテゴリースコアと重心点

図 2-5-⑤-1 注意情報及び警戒情報の社会事象を WS 条件とした分析結果のカテゴリースコア点グラフ

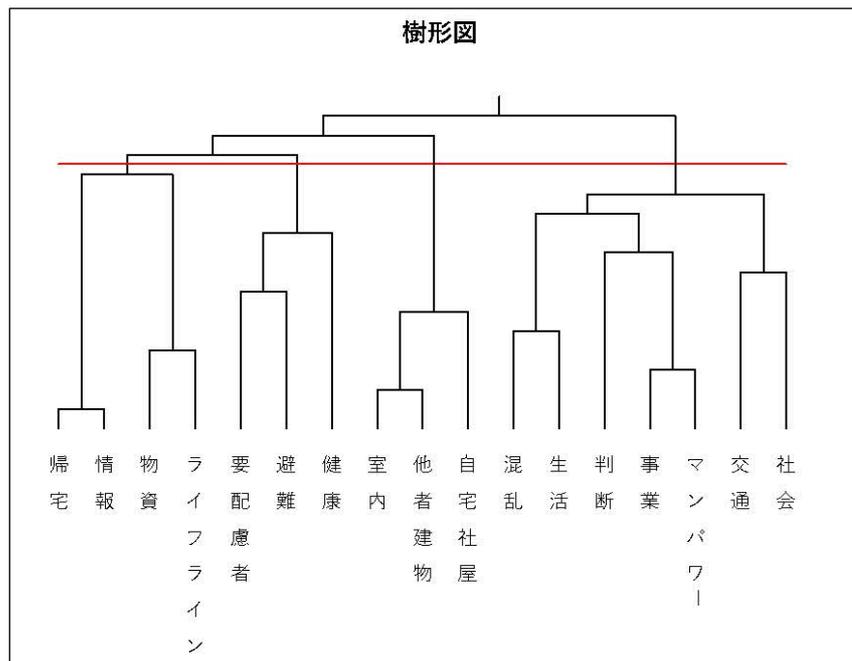


図 2-5-⑤-2 注意情報及び警戒情報の分析に用いたデータに対する変数クラスタの樹形図

表 2-5-⑤-5 クラスタ名と属する項目の整理

クラスタ名			
初動対応	避難行動	建物の安全	社会の停滞
項目名	項目名	項目名	項目名
a. 帰宅 b. 情報 c. 物資 d. ライフライン	e. 要配慮者 f. 避難 g. 健康	h. 室内 i. 他者建物 j. 自宅社屋	k. 混乱 l. 生活 m. 判断 n. 事業 o. マンパワー p. 交通 q. 社会

e) 考察及び分析結果の今後の活用に向けて

前章におけるクラスタ分けした臨時情報発表時に課題となる可能性のある4つの項目群について、事前に検討を図るべき想定課題とし、注意情報と警戒情報の異なる情報種別を関連づけながら事前検討を実施する際の検討手順のイメージを図2-5-⑤-3の通り整理した。なお、データ取得を行ったWSにおいては、津波や液状化などの具体的な災害に関する付箋への記述もみられたが、一部にとどまっており、分析上は除外している。図中に示す通り、実施する地域特性や事前避難対象地域の有無などに応じ、基本的な与条件として示すことが必要であると考えている。以下の節では、情報種別ごとに今後の取組みにおける課題や可能性について考察を示す。

i) 注意情報

上述の通り、注意情報発表時には、「避難行動」と「社会の停滞」のクラスターに属数する項目群は、図2-5-⑤-1のa.で示した注意情報発表時の2軸に関わる課題との対応関係が示唆される。「社会の停滞」クラスターの項目群の課題である、生活や事業・仕事への影響やマンパワー不足、情報の混乱など、リテラシーの向上も含めた対策の有無により避難行動などの対応行動への影響が考えられ、仮に十分な対策がない場合に、上述の先行研究⁵⁾に示される不必要な避難行動が見られる可能性も示唆される。とくに注意情報発表時の行動を検討する際は、臨時情報に関する基礎的な情報提供を行うことも事前検討を進める上で重要であると推測される。

ii) 警戒情報

警戒情報では、先にも述べた通り、図2-5-⑤-1のb.で示した2軸の関係も踏まえて、適切な避難行動や避難の判断をする上で、「建物の安全」と「初動対応」クラスターの項目群の課題に関する事前対策の有無が、その後の避難行動の安全性や避難の判断のし易さに関わると考えられる。

図上訓練等の検討手順としては、例えば自宅や企業の建物に対する耐震化などの対策状況などの「建物の安全」に関わる項目に関する対策を考えた上で、避難行動に関わる項目の課題について検討を行うことで、避難や対応行動に関するより検討すべき事項や対策の程度が明確になる可能性がある。そうした議論から、各主体の不足する備えが明示され事前対策の検討に資すると推測される。

以上の通り、本研究ではクラスター分析に基づく検討項目群と数量化Ⅲ類による項目間の関係性を踏まえた2つの軸を参考に、臨時情報発表時の想定課題について事前検討を行う際に、組み合わせることで効果的と推測される項目群を見出した。これらは、危機管理に関わる職員や住民が考える臨時情報発表時の課題であり、かつ各主体において現状未解決な事項といえ、事前に検討すべき項目として有用な可能性がある。すなわち、臨時情報発表時の対応行動は、基本的に備えに関わる事項であり、臨時情報発表時の状況も含め、明示された想定課題に対して事前対策を行うことで、起こり得る社会事象に対する備えにつながる可能性が示唆される。一方、本研究で整理した事前に検討すべき項目（想定課題）は、臨時情報発表時に起こり得る社会事象の一側面である可能性に留意するとともに、今後の実践の中で検証が必要である。

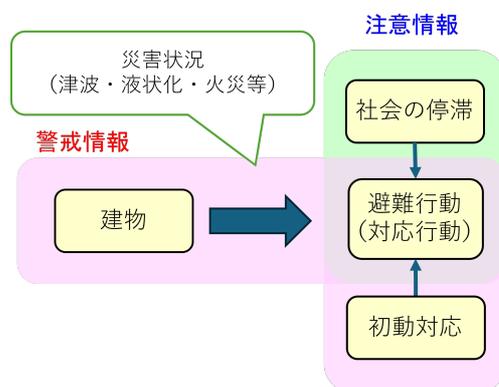


図2-5-⑤-3 検討項目群と図上訓練時の検討手順の試案

f) 事前想定課題と臨時情報発表時の事象の相違

2024年8月8日に発生した日向灘を震源とするM7.1(最大震度6弱)の地震により、臨時情報の運用開始後初めて、臨時情報調査中及び、巨大地震注意が発表された。ここでは、本研究で整理を行った事前の想定課題と今回の発表にともなう社会事象の比較について、筆者らが既報において新聞データベースを用いて整理した結果を踏まえて述べる^{8,9)}。さらにそれを踏まえて、今回の発表に伴う実際の社会事象に対して、本研究で整理・分析した事前の想定課題の顕在化の程度について、上述の各クラスター及び、項目に沿って順に整理する。

i) 今回の注意情報発表に伴う社会事象

今回の注意情報発表に伴う社会事象を表2-5-⑤-5に整理した。ここに、網掛け(黄):事前抽出課題と発表後の社会事象の一致したキーワード(具体的な社会事象)、網掛け(青):関連する行動等は確認されたが軽微と判断できるもの(学校等に関わる社会事象)、青文字:その他の顕在化が軽微だった社会事象、網掛け(緑):社会事象が確認された項目、網掛けなし(白):社会事象の顕在化が確認されなかった項目やキーワード(具体的な社会事象)、である。

表2-5-⑤-5 注意情報の発表に伴う社会事象と事前想定課題の比較

項目(数字は表出数の合計)	キーワード(数字は各キーワードの表出数)							
帰宅困難	0							
情報途絶・安否確認	3	通信負荷	1	連絡が取りにくくなる	1	親類等から多数の連絡	1	
情報の混乱	13	報道・行政の周知に伴う混乱	7	デマ・噂	4	サイバー攻撃	1	正確な情報発信に苦慮
室内の危険・設備の不具合	0							1
物資不足	23	備蓄品を普段より多く買う	14	品薄	7	事業活動停滞による品薄	1	対象地域外も品薄発生
自宅・社屋の安全	1	耐震性によって行動が変わる	1					1
緑地・関係機関の建物の安全	0							
ライフラインの確保	3	ガソリンスタンドに殺到	2	電気ガスなどの使用抑制	1			
要配慮者の避難行動	9	高齢者や子供の避難	4	休校で子供の見守りに困る	3	病院や福祉施設のケア停滞	1	諦める人と諦めない人がいる
避難態勢・環境の安全	11	自主避難・過剰な避難行動	4	津波避難ビル等が空いていない	3	マイカーによる避難	1	対象地域外がホテルが満室
安全・健康の確保(維持)	1	対応業務でストレスを抱える	1					1
避難・業務継続などの判断	25	対応や事業継続の判断	8	適切な行動・判断ができない	7	学校の登校や授業継続	4	避難の判断に迷う
交通障害	16	出張可否の判断	1	鉄道・道路管理者の事業継続	1			3
生活への不安・心配	15	物流の停滞	5	実家等へ圏外移動	4	鉄道の閉引き・道路の不通	3	避難行動に伴う混乱
事業の停滞	22	物資入手の遅れ、人流が活発	1	外国人の帰国	1			1
社会機能の低下・停滞	14	心配・不安が広がる	6	1週間で大丈夫かに関わり合わせ	2	便乗値上げの発生	2	臨時情報に伴う生活の支障
マンパワー不足	7	リスク地域は深刻に受け止める	1	適切な回答が無く市民が不満	1			2
		問い合わせによる業務停滞	8	観光・飲食業等の制限・自粛	5	稼働率低下・休止	3	学校は休校やリモート授業
		インフラ事業者が供給縮小	1	注意対応終了後も影響がつづく	1	保険会社への問い合わせ増加	1	2
		金融・経済への影響	6	学校を休ませる保護者がでる	3	社会の停滞が起きる	2	1
		家族対応に伴う人員不足	3	避難に伴う人員不足	2	問い合わせによる業務停滞	2	1

「判断」に関わる社会事象として、避難の判断に迷う住民の様子や避難所開設に関わる対応に悩む行政対応に関わる記事が示されている。「交通」では、新幹線の一部区間の徐行や在来線特急の運休などが該当した。「事業(停滞)」に関しては、観光やイベントに関わる事業の自粛・海水浴場の閉鎖、宿泊のキャンセル等、一部の産業に影響がみられた。「物資」については、スーパーマーケットやホームセンター等における飲料水やレトルト食品等の保存食の品薄、防災備蓄品の一部の商品の品薄が確認された。「ライフライン」については、今回の発表のきっかけとなった地震の震源域に近い宮崎県において、水道への影響が一部見られている。本研究における事前想定との与条件では、自地域に被害のない条件とした。しかし、注意情報においても震源に近い地域においては、一定の影響のあり得ることを与条件の設定時に留意すべきことが示さ

れる結果となった。「混乱（情報）」については、SNS 上等の誤った情報に対して注意喚起する行政の様子が示されている。また、注意情報における「建物」に関する想定課題は少なかったが、「自宅社屋」に関する事項について、震源に近い宮崎県において、地震発生直後に築年数の古い飲食店の来店者が店舗外へ退避したとの記事がみられた。「避難」や「要配慮者」に関わる事項として、自主避難の実施や高知県黒潮町において、高齢者等事前避難対象地域に対して避難の呼びかけが行われている。また、住民の不安を踏まえて避難所の開設を行った基礎自治体も確認された。以降では、上記に示した今回の発表に伴う社会事象に基づいて、本研究で抽出を行った想定課題の顕在化状況の整理を行う。

ii) 社会の停滞クラスターに属する項目の顕在化の状況

「混乱（情報）」の項目に関しては、誤った情報への注意喚起に関する記事はみられたが、情報面の大きな混乱は見られず顕在化の程度は低いといえる。「判断」の項目に関しては、避難の判断に迷う住民の様子や避難所開設に関わる対応に悩む行政対応に関わる記事が示されており一定の顕在化が示されている。「交通」では、新幹線の一部区間の徐行や在来線特急の運休などが該当した。「事業（停滞）」に関しては、観光やイベントに関わる事業の自粛・海水浴場の閉鎖、宿泊のキャンセル等、一部の産業に影響がみられた。「物資」については、スーパーマーケットやホームセンター等における飲料水やレトルト食品等の保存食の品薄、防災備蓄品の一部の商品の品薄が確認された。「ライフライン」については、今回の発表のきっかけとなった地震の震源域に近い宮崎県において、水道への影響が一部見られている。「混乱（情報）」については、SNS 上等の誤った情報に対して注意喚起する行政の様子が示されている。また、注意情報における「建物」に関する想定課題は少なかったが、「自宅社屋」に関する事項について、震源に近い宮崎県において、地震発生直後に築年数の古い飲食店の来店者が店舗外へ退避したとの記事がみられた。「避難」や「要配慮者」に関わる事項として、自主避難の実施や高知県黒潮町において、高齢者等事前避難対象地域に対して避難の呼びかけが行われている。また、住民の不安を踏まえて避難所の開設を行った基礎自治体も確認された。

iii) 初動対応クラスターに属する項目の顕在化の状況

「物資」の項目については、小売店等において飲料水等の一部の商品が品薄の状況が見られた。共同通信の報道によると今回の発表の翌日の8月9日の全国の小売店におけるミネラルウォーターの推計売上高は前年の同時期に比べ約2倍であり、地域別の集計では、四国地域が約4倍、東海地域が約3倍であるなど、とくに西日本の売り上げが高かったとの市場調査会社の調査結果を示している¹⁰⁾。事前の想定課題では、より広範な品目の買い占めや品薄が示されてはいるが、一定の顕在化がみられたといえる。「ライフライン」の項目に該当するものは、今回の発表のトリガーとなった地震の震源域に近い宮崎県内の水道に一部影響のあったことが確認されたが、社会事象の顕在化の状況は限定的であった。「情報」の項目に関しては、通信負荷により連絡が取りにくくなること等が挙げられているが、顕在化はみられてない。

iv) 建物の安全クラスターに属する項目の顕在化の状況

本クラスターに該当する項目に関しては、注意情報の条件に基づく事前の想定課題

は少なかったが、「自宅社屋」に関する項目について築年数の古い飲食店の店舗外への退避行動が見られた。そのほかは、本クラスターに該当する事象の顕在化状況は限定的だったといえる。

v) 避難行動クラスターに属する項目の顕在化の状況

「避難」や「要配慮者」に関する項目について、自主避難の実施や高知県黒潮町においては、高齢者等事前避難対象地域に対して事前避難の呼びかけが行われている。また、住民の不安を踏まえた避難所開設を行った自治体があったことも確認されており、一定の顕在化のあった項目である。

最後に、今回の発表に伴う想定課題の顕在化状況を踏まえて、本研究で行った事前検討手法をより実現象と近似した想定を行う上での可能性と課題について示す。

まず、事前の想定課題が、項目によって今回の発表時の顕在化の状況が異なった要因としては、以下の3点が考えられる。すなわち、1. トリガーとなるイベント（地震等）の発生箇所（震源域等）や時期の考慮が必要であること、また、関連して、今回の発表は、2. 臨時情報（注意情報）が発表される条件の1パターンに過ぎないこと、3. 臨時情報の認知不足である。

1. に関しては、今回の発表のトリガーとなった地震は、南海トラフ地震の監視領域の最西端付近かつ、注意情報の条件であるモーメント M7.0 以上～8.0 未満の下限に該当する。震源域がより大都市圏に近い場合やマグニチュードの大きい地震に基づく発表であった場合は、社会的にも大きな影響を及ぼし、今回顕在化しなかった項目も顕在化した可能性もあり得る。すなわち、あらゆる可能性を考慮して事象を想定し、その中から個々人や個々の事業者の状況に応じて事前の備えにつなげていくことが重要である。関連して2. については、今回の発表は、学校の夏季休暇中、製造業等はお盆休み期間中であり、学校や事業に関する項目の顕在化は少なかったと推定される。こうした項目も臨時情報の発表時期によっては影響がみられた可能性がある。これらのことから、臨時情報の発表に至る条件にはさまざまなパターンが考えられ、社会事象の顕在化の状況も多様であることが想像される。このため、今回の発表で全ての課題や社会事象が顕在化したとは言い切れず、引き続き検討が必要である。3. に関しては、運用上注意情報の条件では出されない「高齢者等事前避難」が発出されている。これは、臨時情報発表時の運用方法が明確になっていなかったことも要因であると推測される。

例えば、気象警報や注意報にともなう避難行動や災害対策もある種のズレも見込みながら¹¹⁾、実際に対象地域に気象災害が発生した時の最大の安全を考えて発令され、それを受けた住民や事業者は対応行動をとることになる。本手法においても、抽出された項目や具体的な社会事象について、予め対応することで、影響や混乱を低減できるかが重要であると考えられる。例えば本研究で抽出された「観光業等が自粛傾向となり停滞する」といった事業に関わる項目に事前の対応がなされていた場合、今回の発表時に一部でみられたように、自粛ではなく「安全に配慮しながら事業を継続する」といった対応行動が観光業において主体となった可能性もある。一方で、先行研究において、予測が外れることにより以後の災害に備える行動が消極的になる可能性も指摘

されている^{11,12)}。本研究に関しても、想定課題がどのような状況下で顕在化し易いのかより明確にすることが、事前の備えに寄与する上で重要な要素と考える。今回の発表後の状況や今後発表される臨時情報発表時の社会事象も踏まえて引き続き精査が必要である。

また、警戒情報は未だ発表の経験がない。今回の注意情報発表を踏まえて警戒情報発表時の想定課題を検討する際の進め方について考察を行う。以下に、今回の注意情報の発表を踏まえて、そのポイントとなり得る事項を3点示す。まず、1. 与条件をより明確にした上で、2. 複数パターンで事前検討を行うことの2点である。注意情報の発表時と同様に、警戒情報の発表時においても、トリガーとなるイベント(地震)の規模や震源域の位置の違い、発表時期により顕在化する社会事象も異なる可能性がある。事前検討を行う対象地域の特性も踏まえ、トリガーとなるイベントや発表の時期等を明確にした上で想定課題の検討が必要である。

今回の発表時には、顕在化しなかった想定課題もあるが、発生時期等、発表に至る状況や条件の異なる注意情報や今後の警戒情報発表時には、顕在化する可能性もある。例えば、警戒情報の発表のトリガーとなるイベントは、M8.0以上であり、震源域の位置にもよるが、今回の発表時よりも広い範囲で震度6弱以上の強震域が観測され、一定規模の被害も発生することも推測される。後発地震に備える地域においても、そうした被害を目の当たりにしての「特別な警戒行動の呼びかけ」に応じて行動することになる。したがって、過去の災害でもみられたように⁶⁾、本研究で整理した想定課題が、より広い地域かつより明確に顕在化することも推測される。また、注意情報においても震源に近い地域においては、ライフライン等にも一定の影響のある可能性も確認されている。今回の発表時の社会事象を参考に、各主体の状況に合わせた具体的な社会事象を想定することで事前の準備を参加者に促せる可能性もあることから、与条件に設定する時期別に複数パターンで検討を行う必要があると考える。

3点目として、3. 臨時情報に加え、津波警報等、発表される情報と取るべき対応行動の理解を各主体でより進める必要がある。今回の発表時においても、「特別な注意行動の呼びかけ」における対応行動に含まれていない高齢者等事前避難の発出がなされている。こうした、制度の理解とそれに付随する体制の準備がなされないことによる課題は、今後発表されることになる警戒情報発表時にも起こり得る。警戒情報においては、事前避難対象地域に住む居住者の事前避難の発出は運用通りとなるが、大津波警報等の津波に関わる情報との混同も想定される。このため、臨時情報の運用制度と既存の避難情報との関係性の理解をより高めた状態で、臨時情報発表時の想定課題を検討することが必要であるといえる。

(d) 結論ならびに今後の課題

本研究では、災害に関わる不確かな状況に対する課題の抽出方法及び、図上訓練等への活用も念頭に、抽出された課題や社会事象に対する整理方法を提示することを目的に、臨時情報発表時の状況を事例として、筆者らが企画・実践した官民の参加するWSで得られたデータに基づいて検討を行った。

この結果、官民の参加するWSで得られたデータに対する数量化Ⅲ類とクラスター分

析を用いた分析を行い、臨時情報発表時に想定される課題間の関係を整理し、項目群として抽出した。この抽出結果に基づいて、例えば「建物の安全」と「避難行動」の項目群のように、関連付けて検討すべき項目群を見出し得ること明らかにした。また、「避難行動」のように、注意情報と警戒情報に共通する想定課題については、より優先的に課題の解消に取り組むべき項目である可能性も認められる。また、今後の図上訓練等への活用に向けて、このような不確かな状況に関わる課題間の関係を踏まえた整理を行うことで、図上訓練等の進行役が、情報種別を切り替えながら地震への備えが必要な状況について問いかけを行うなど、より効果的な訓練等の検討手順を考える上で参考となる可能性を示し得た。

(e) 引用文献

- 1) 内閣府防災：南海トラフ地震臨時情報とは？
<https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/rinji/index3.html>
- 2) 内閣府：地震防災対策の現状調査に係る住民アンケート結果
(南海トラフ地震編) 令和5年11月, pp.39, 2023.
- 3) 気象庁：南海トラフ地震の予測可能性の現状と「南海トラフ地震に関連する情報」の運用開始に至る経緯。
<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/nteq/forecastability.html>
- 4) 安本真也, 石濱陵, 森野周, 関谷直也：「南海トラフ地震に関連する情報」に対する住民の反応, 災害情報, No.18-1, pp.95-105, 2020.
- 5) 倉田和己, 穴井英之, 荒木裕子, 新井伸夫：南海トラフ地震臨時情報に関する住民意識の現状と防災対応検討ガイドラインとのギャップに関する考察, 災害情報, No.20-1, pp.63-73, 2022.
- 6) 気象庁：令和6年8月8日16時43分頃の日向灘の地震について, 2024.
<https://www.jma.go.jp/jma/press/2408/08b/202408081745.html>
- 7) 気象庁：令和4年1月22日01時08分頃の日向灘の地震について, 2022.
<https://www.jma.go.jp/jma/press/2201/22/202201220310.html>
- 8) 千葉啓広, 羽田野拓己, 岡田恵実, 荒木裕子, 水井良暢, 中村洋光, 平山修久：臨時情報巨大地震注意の発表に伴う社会事象と事前抽出課題の比較に関する一考察, 日本災害情報学会第29回学会大会予稿集, pp.128-129, 2024.
- 9) 平山修久, 木作尚子, 千葉啓広, 野村一保, 福和伸夫：2024年8月8日日向灘の地震での臨時情報に係る新聞記事データベース解析臨時情報巨大地震注意の発表に伴う社会事象と事前抽出課題の比較に関する一考察, 日本災害情報学会第29回学会大会予稿集, pp.130-131, 2024.
- 10) 共同通信：飲料水売上高、前年の2倍に 南海トラフ地震臨時情報翌日,
<https://www.47news.jp/11356776.html>, 2024.
- 11) 渡辺 恵, 伊藤 舜将, 馬 文超, 山崎 大：アンサンブル洪水予測情報の活用におけるユーザーとの双方向コミュニケーションの重要性, 水文・水資源学会誌 35 (2), 104-121, 2022.
- 12) 片田 敏孝, 村澤 直樹：遠地津波に対する行政と住民の対応 に関わる現状と課題, 災害情報 7 (0), 94-103, 2009.

(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

発表した成果（発表 題目、口頭・ポスタ ー発表の別）	発表者氏名	発表した場所 （学会等名）	発表した 時期	国内・ 外の別
臨時情報巨大地震注 意の発表に伴う社会 事象と事前抽出 課題 の比較に関する一考 察（口頭）	千葉啓広 水井良暢 野村一保 高橋成実 中村洋光 平山修久	日本災害情報学会 第 29 回学会大会 （新潟）予稿集、 pp. 128-129	2024. 11	国内
2024 年 8 月 8 日日 向灘の地震での臨時 情報に係る新聞記事 データベース解析 （口頭）	平山修久 木作 尚子 千葉啓広 野村一保 福和伸夫	日本災害情報学会 第 29 回学会大会 （新潟）予稿集、 pp. 130-131	2024. 11	国内

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
南海トラフ地震臨時情 報発表時の社会事象の 事前検討に関する研究 （査読有）	千葉啓広 岡田恵実 荒木裕子 水井良暢 中村洋光 平山修久	地域安全学会論文 集 No. 46	2025. 3	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

⑥2024年8月8日向灘の地震での南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）発表時の社会様相把握

(a) 業務の要約

令和6年8月8日に発生したM7.1の日向灘の地震では南海トラフ地震（巨大地震注意）が初めて発表された。南海トラフ地震に関連する情報の運用開始後、初めて発表された臨時情報（巨大地震注意）に関して、新聞記事データベースを構築し、解析するとともに、住民の地震発生後や臨時情報発表時の行動や不安について、事前避難対象地域との関係を踏まえて把握するとともに、社会福祉施設における南海トラフ地震対策を把握し、南海トラフ地震臨時情報発表時の社会様相について考察する。

(b) 業務の実施方法

平成29年11月11日の南海トラフ地震に関連する情報の運用開始後、初めて発表された臨時情報（巨大地震注意）に関して、臨時情報に係る新聞記事データベースを作成するとともに、テキストマイニングにより、臨時情報（巨大地震注意）発表後の社会様相について把握することを試みる。

事前避難対象地域内外での住民の避難行動意向の差異を明らかにするため、豊橋市および名古屋市港区の市民を対象に社会調査を行い、住民の地震発生後や臨時情報発表時の行動や不安について把握を行う。また、地震発生後の避難では間に合わない可能性のある要配慮者が多く利用する社会福祉施設における臨時情報発表時の状況について把握するとともに、社会調査により対応の実効性を高める要因を探る。

(c) 業務の成果

1) 2024年8月8日日向灘の地震での臨時情報に係る新聞記事データベース解析

南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）が発表された2024年8月8日から、臨時情報（巨大地震注意）に伴う政府としての特別な注意の呼びかけが終了した8月15日の1週間後の8月22日までの2週間の新聞記事について、見出し、もしくは本文に「臨時情報」が含まれる記事を収集した。新聞データベースとして、朝日新聞クロスサーチ、ヨミダス歴史館、毎索、日経テレコン21、中日新聞・東京新聞記事データベースサービスを用いた。8月8日から8月22日の15日間で766記事があった。図2-5-⑥-1にデータベース別の記事数推移を示す。

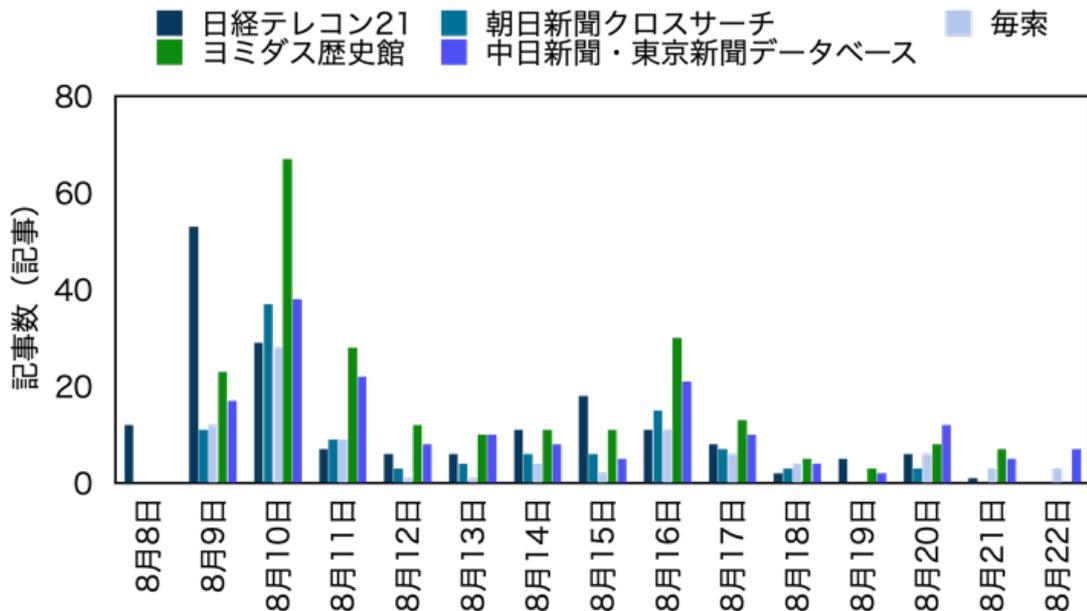


図 2 - 5 - ⑥ - 1 新聞記事データベース別の記事数推移

これより、ヨミダス歴史館で 228 記事、日経テレコン 21 で 175 記事、中日新聞・東京新聞データベースで 169 記事、朝日新聞クロスサーチで 104 記事、毎索で 90 記事となっている。日経テレコン 21 以外では、15 日間での最大記事数は 8 月 10 日となっている。日経テレコン 21 については、8 月 9 日の 53 記事が最大となっており、8 月 8 日にも 12 記事となっている。これは、日経テレコン 21 では、日経速報ニュースも含まれていることによる。なお、日経速報ニュースは 175 記事のうち 102 記事となっていた。また、中日新聞・東京新聞データベース 169 記事のうち、中日新聞は 112 記事、東京新聞は 57 記事であった。

政府としての特別な注意の呼びかけが終了した 8 月 15 日 17 時 00 分以降となる 8 月 16 日では、ヨミダス歴史館で 30 記事、中日新聞・東京新聞データベースで 21 記事、朝日新聞クロスサーチで 15 記事、毎索、日経テレコン 21 でそれぞれ 11 記事となっていた。なお、日経テレコン 21 は 8 月 15 日にも 18 記事がある。

これより、南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）が発表された翌日の 8 月 9 日ではなく、8 月 10 日に多くの記事が発信されていることがわかる。

ここでは、臨時情報に係る新聞記事データベースに関して、その見出しと本文を対象に、ユーザーローカル AI テキストマイニング（ユーザーローカル 2024）による分析を行った。見出しに対する分析について、図 2 - 5 - ⑥ - 2 に得られたワードクラウドを示す。ここに、青色が名詞、赤色が動詞、緑色が形容詞、灰色が感動詞である。南海トラフ地震のスコアが最も大きくなっている。単語出現頻度の結果からは、名詞では、南海トラフ地震、臨時情報、注意、巨大地震、備え、動詞では、備える、呼びかける、受ける、急ぐ、相次ぐ、形容詞では、ながい、激しい、高い、注意深い、乏しい、が高くなっていた。これより、南海トラフ地震、臨時情報について、備える、注意、呼びかける、というメッセージを社会として共有していたものと推定される。

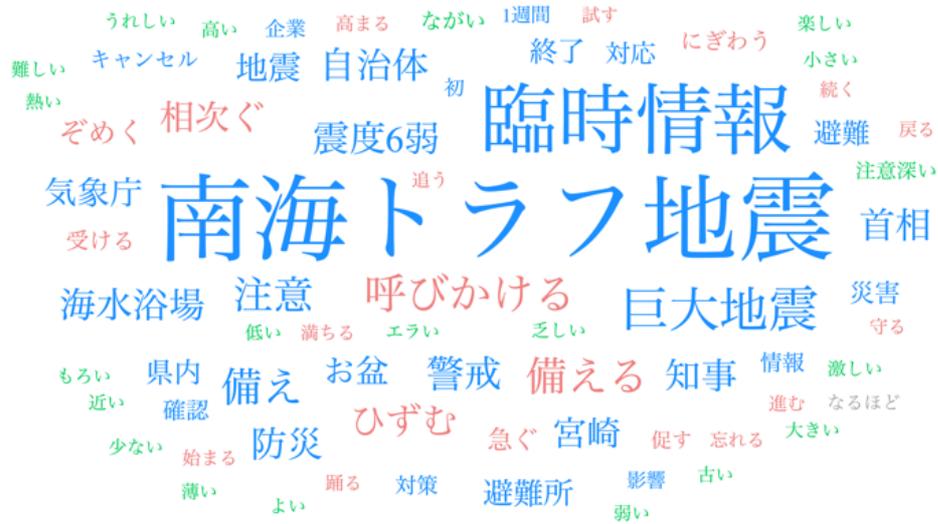


図 2-5-⑥-2 新聞記事の見出しに対するワードクラウド

新聞記事本文に対する分析では、766 記事の本文に対するテキストマイニングにより得られたワードクラウドを図 2-5-⑥-3 に示す。これより、見出しより得られたワードクラウドと異なり、臨時情報のスコアが最大となっており、呼びかける、南海トラフ地震、巨大地震のスコアが大きい。単語出現頻度では、名詞では、地震、南海トラフ地震、注意、臨時情報、巨大地震、動詞では、呼びかける、受ける、話す、起きる、できる、形容詞では、ほしい、多い、大きい、高い、難しい、の単語の出現頻度が高くなっている。

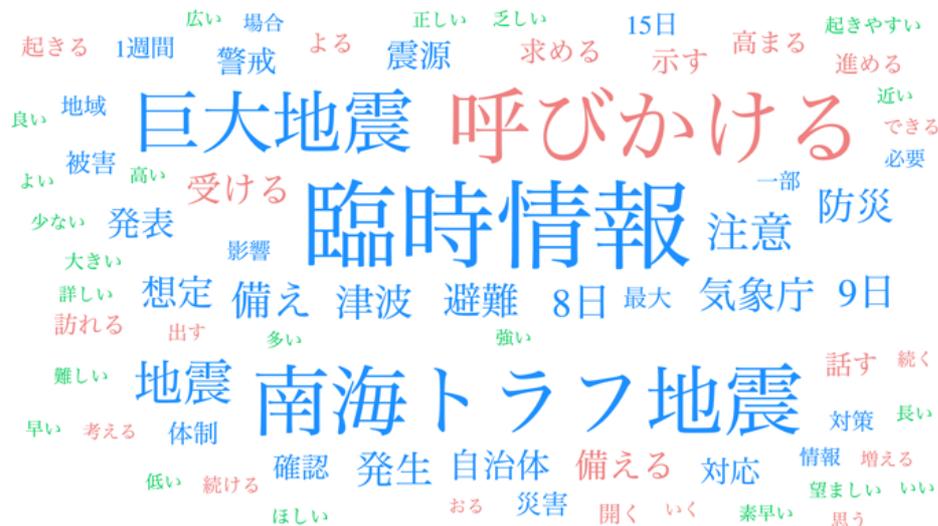


図 2-5-⑥-3 新聞記事本文に対するワードクラウド

図 2-5-⑥-4 に t-SNE 手法による 2 次元マップを示す。これより、臨時情報の近くには、受ける、警戒、南海トラフ地震、想定という単語が出現している。備えの近くには、注意、呼びかける、話す、地震、防災、発生、対応があり、見出しとは異なる結果となっている。南海トラフ地震の近くには 1 週間という単語が配置されている。

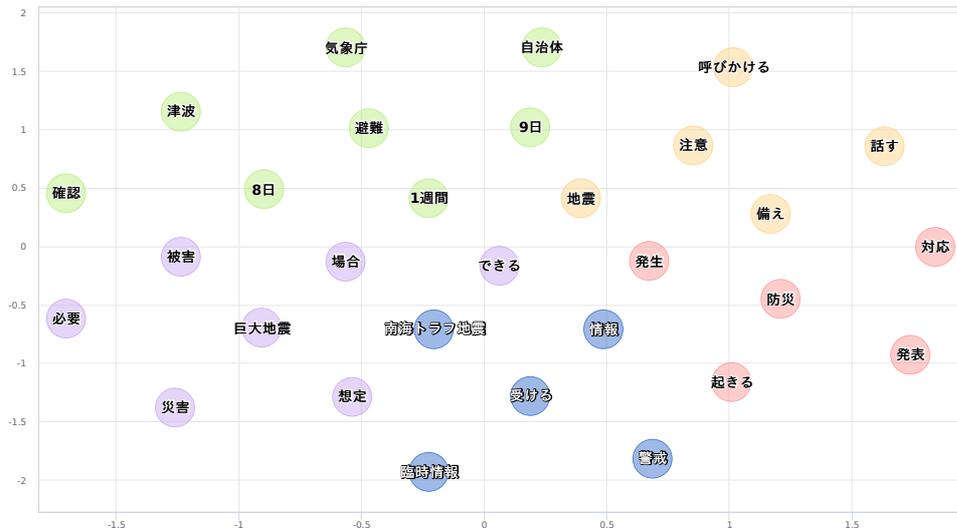


図 2-5-⑥-4 新聞記事本文の t-SNE 手法による 2次元マップ

単語出現頻度による見出しと本文との相違について表 2-5-⑥-1 に、名詞、動詞、形容詞の出現頻度とスコアの上位 5 つを示す。これより、注意、呼びかける、備える、という単語が見出しにも本文にも上位 5 つの単語に含まれており、係り受けについては、いずれも備えや確認がほしい、となっており、政府からの呼びかけとともに、初めて発表された臨時情報について、社会としてその認知と理解をしようとしていたものと推察される。これらのことから、臨時情報（巨大地震注意）が発表されたことで、社会の混乱、パニック、極端な活動萎縮などネガティブな社会とはならなかったものと考えられる。

表 2-5-⑥-1 名詞、動詞、形容詞の出現頻度とスコア上位 5 単語

出現頻度	名詞		動詞		形容詞	
	見出し	本文	見出し	本文	見出し	本文
1	南海トラフ地震	地震	備える	呼びかける	ながい	ほしい
2	臨時情報	南海トラフ地震	呼びかける	受ける	激しい	多い
3	注意	注意	受ける	話す	高い	大きい
4	巨大地震	臨時情報	急ぐ	起きる	注意深い	高い
5	備え	巨大地震	相次ぐ	できる	乏しい	難しい

スコア	名詞		動詞		形容詞	
	見出し	本文	見出し	本文	見出し	本文
1	南海トラフ地震	臨時情報	呼びかける	呼びかける	ながい	起きやすい
2	臨時情報	南海トラフ地震	備える	受ける	注意深い	大きい
3	巨大地震	巨大地震	ひずむ	備える	乏しい	ほしい
4	備え	地震	相次ぐ	示す	エラい	多い
5	注意	注意	急ぐ	求める	もろい	望ましい

以上のことから、2024年8月8日日向灘の地震での臨時情報（巨大地震注意）発表後の新聞記事に対するテキストマイニングにより、社会の様相について考察した。

今回の臨時情報の発表がお盆の直前であったこともあり、製造業等の企業では長期休暇のところもあった。本稿での結果からは社会の混乱や極端な萎縮は見られないが、冷静に対応することができたのか、もしくは、何をすればよいのかわからなかったのか、については明らかにすることができていない。今後、今回の課題を踏まえた上で、南海トラフ地震への備えを国民自らが実践していくことが必要であるといえる。

2) 臨時情報発表時の住民の避難行動意向と不安に関する分析

事前避難対象地域では、最初の地震に伴う大津波警報または津波警報切り替え後、避難指示や高齢者等避難を発令し、住民避難を継続する一方、事前避難対象地域外では基本的な社会活動が継続することが原則的な住民の行動規範となる。臨時情報発表時の対応を検討する上で、住民の避難行動意向を把握しないまま進めると、想定以上の避難行動を取る住民の存在により、避難所不足や社会活動の停滞につながる恐れがある。

より多様性に配慮した臨時情報発表時の対応に繋げることができるよう、本検討では、住民の地震発生後や臨時情報発表時の行動や不安について、事前避難対象地域との関係を踏まえて把握することを目的とした。事前避難対象地域内外での住民の避難行動意向の差異を明らかにするため、豊橋市および名古屋市港区の市民を対象に調査することとした。臨時情報発表時の不安については、多様性があることを想定し、具体的な回答を得ることや、できる限り多くの回答を得ることが必要であるとし、web アンケート調査を実施した。本調査については、2024年8月8日の臨時情報発表前での実施である。この調査で得られたアンケートの設計手法とその成果については、臨時情報発表後に実施する社会調査に活用可能となるものとした。

a) 調査概要

アンケート調査の概要を表2-5-⑥-2に示す。豊橋市在住の市民、ならびに豊橋市内に勤務地がある市民、また名古屋市港区の市民に対し、web 調査会社を通じたweb アンケート調査を実施した。回答者は計2,590名となった。

表2-5-⑥-2 アンケート調査の概要

項目	内容
実施期間	2024年3月15日～3月26日
調査対象者	豊橋市在住の市民ならびに豊橋市内に勤務地がある市民、名古屋市港区の市民
配布・回収方法	調査対象者に対し、web調査会社を通じて調査を実施した。 ①スクリーニング調査で、調査対象者を抽出 ②スクリーニング調査で抽出した調査対象者へ本調査を実施。1次締切、2次締切を設けるとともに、催促配信及びリマインド配信を実施し、できるだけ多くの回答を回収した。

項目	内容
回収状況	<ul style="list-style-type: none"> ・豊橋市在住の市民 1789名 ・名古屋市港区在住の市民 759名 ・その他の地域在住 (豊橋市内に勤務地がある)の市民 42名
調査内容	<ul style="list-style-type: none"> ・臨時情報の認知度 ・事前避難対象地域の認知度，住まいの立地 ・生活圏が事前避難対象地域に含まれるか ・地震直後の避難行動とその理由 ・臨時情報発表時の避難行動とその理由 ・避難生活をする場所に求めること ・臨時情報発表時の不安 ・学校や仕事先での臨時情報対応 ・一緒に住んでいる人数，要配慮者 ・住まいの被災リスク

本調査は、南海地震のエリアで地震が発生したと仮定し、「四国地方など離れた地域で大きな地震が発生し、名古屋市港区および豊橋市でも震度5程度の揺れを観測しています。大津波警報が出たほか、お住まいの地域でも大きな地震が発生する可能性が高まり、「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）」が発表されました。事前避難対象地域では自主避難（原則として知人・親戚宅へ避難）が必要で、一部学校が休校になっています。」という状況付与をした上で、避難行動や避難生活に関する質問を設定した。

b) 事前避難対象地域と回答者の居住地の関係

まず、事前避難対象地域の居住者の割合について整理した。表2-5-⑥-3に事前避難対象地域の居住者の割合の比較を示す。

表2-5-⑥-3 事前避難対象地域の居住者の割合

	豊橋市		名古屋市港区	
	実態	本調査	実態	本調査
全体	371,920人	1,789人	143,333人	759人
うち	6,735人	515人	8,004人	310人
事前避難対象地域	1.8%	28.8%	5.6%	40.8%

令和2年国勢調査結果によると、豊橋市には151,377世帯、371,920人が居住している（2020年10月1日現在）。また、豊橋市内の事前避難対象地域内には、3,103世帯6,735人が居住している（2020年6月1日現在）。つまり、豊橋市の人口の1.8%が事前避難対象地域に居住していることになる。本調査の回答者のうち、豊橋市に居住しているのは1,789人、うち事前避難対象地域に居住していると回答したのは515人であり、28.8%に相当する。

一方、名古屋市港区は人口が 143,333 人（2020 年 10 月 1 日現在）である。また、事前避難対象者は 8,004 人であり、人口の 5.6% である。本調査の回答者のうち、名古屋市港区に居住しているのは 759 人、うち事前避難対象地域に居住していると回答したのは 310 人で 40.8% に相当する。

c) 過去 3 年間に実施した「事前避難対象地域」に関する広報

豊橋市では令和 3 年 2 月に「豊橋市南海トラフ地震臨時情報に係る防災対応指針」を策定した。これに伴い、令和 3 年度からは事前避難対象地域に住家のある小学校区で「南海トラフ地震臨時情報勉強会」を実施した。この他、「広報とよはし」での特集、ラジオでの広報、各小学校区での防災訓練の際の講話の中に含める、臨海工業団地での講話、ウェブサイト上での情報発信を行っている。

名古屋市では、リーフレットを組回覧および全世帯等配布、地区防災カルテに事前避難対象地域を明記、なごやハザードマップ防災ガイドブックに掲載及び全戸配布、当該学区における勉強会や学区連絡協議会への説明、当該学区に啓発用 DVD や啓発冊子を配布、商業施設やイベントでの啓発、その他、「広報なごや」やウェブサイト、SNS、動画配信サイトにて情報発信を行っている。

d) 地震発生後の避難行動について

地震発生後の避難行動の集計結果を図 2-5-⑥-5 に示す。もし、あなたが自宅にいるときに、震度 5 程度の地震が発生し、津波警報が出た場合、まずはどこへ避難しますか？」と質問をしたところ、『事前避難対象地域』では、『事前避難対象地域（疑わしい）』や『事前避難対象地域外』、『知らない』に比べ「自宅近くの高いビル（津波避難ビルなど）へ避難する（22.3%）」「津波が来ない場所にある指定避難所へ避難する（10.5%）」が多くなっており、逆に「決めていない（3.2%）」が少ない。『事前避難対象地域外』では、他に比べ「自宅の安全な場所へ避難する（43.8%）」が多くなっている。事前避難対象地域か『知らない』場合、「決めていない（23.2%）」が多くなっており、地震や津波に関心が高くないことが伺える。

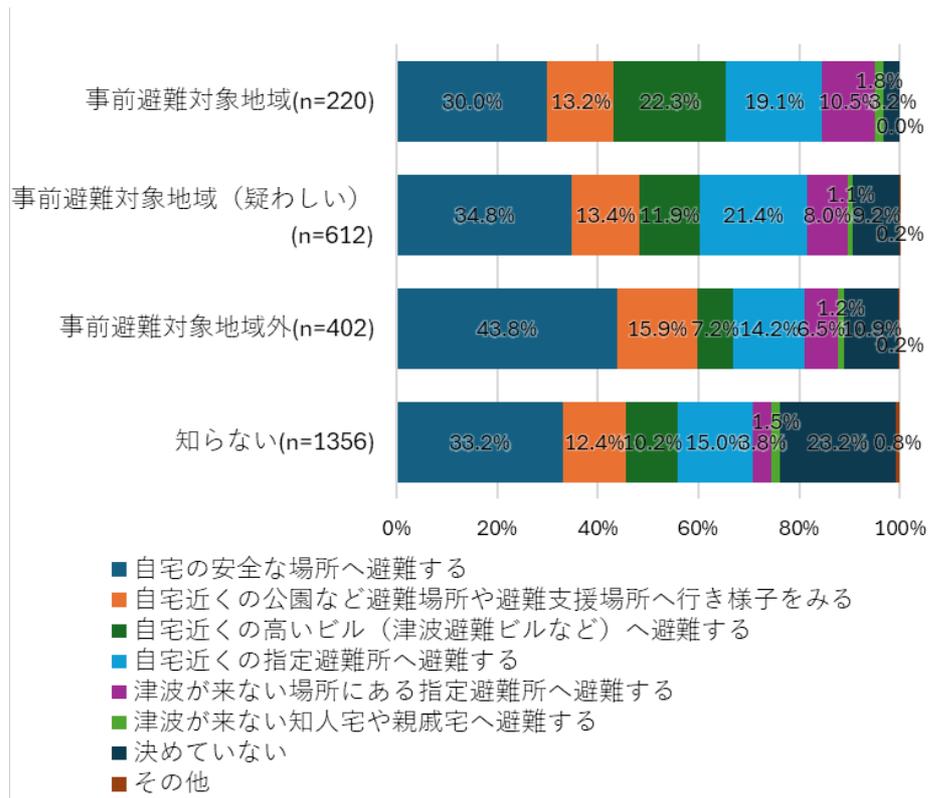


図 2 - 5 - ⑥ - 5 地震発生後の避難行動の集計結果

e) 臨時情報発表時の行動について

臨時情報発表時の避難行動に関する結果を図 2 - 5 - ⑥ - 6 に示す。南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）が発表され、事前避難対象地域で 1 週間程度の自主避難が呼びかけられた場合、避難しますか。」と質問したところ、居住地に関わらず、「自宅にとどまる」が半数以下となっている。

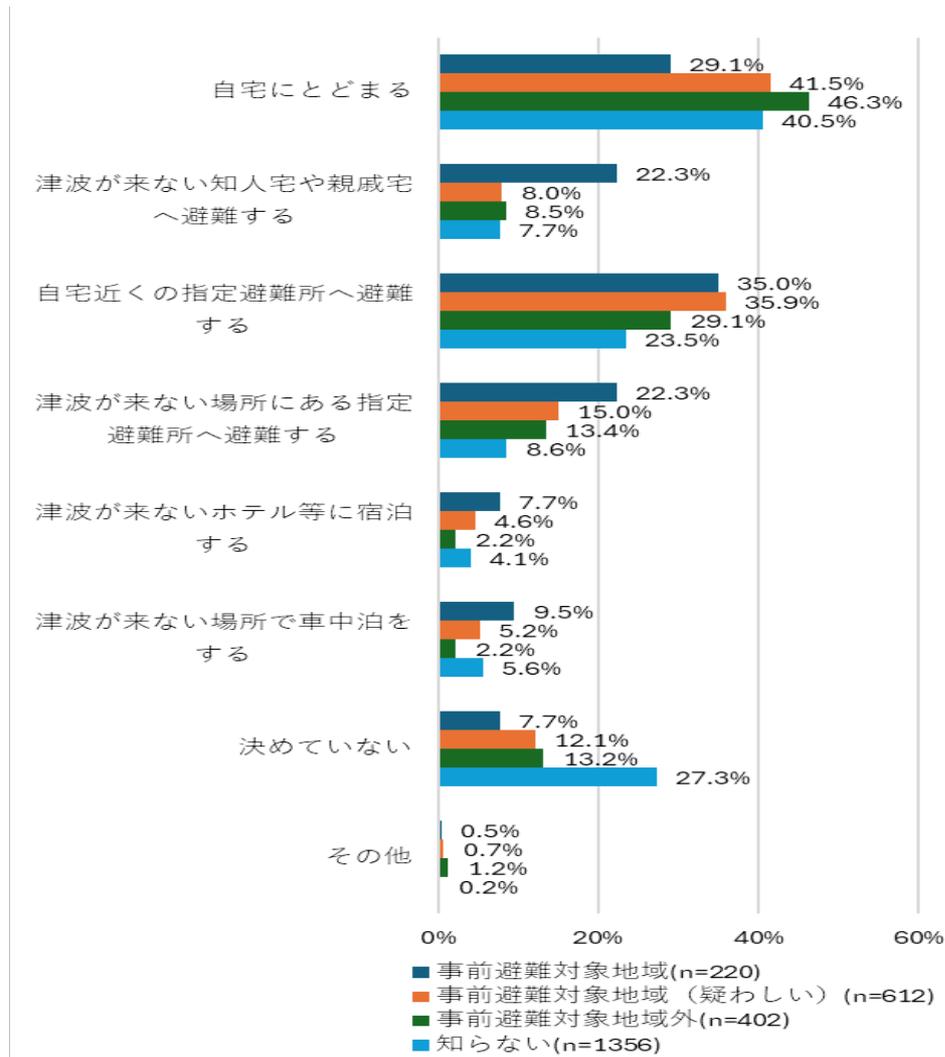


図 2 - 5 - ⑥ - 6 臨時情報発表時の避難行動に関する結果

事前避難対象地域では自主避難（原則として知人・親戚宅へ避難）が求められているため、『事前避難対象地域』では「津波が来ない知人宅や親戚宅へ避難する（22.3%）」が他に比べ多くなっている。しかし、知人・親戚宅への避難が難しい場合に市からの情報に従い、市が開設する避難所に避難することとされるが、調査結果によると、「自宅近くの指定避難所へ避難する（35.0%）」「津波が来ない場所にある指定避難所へ避難する（22.3%）」など、避難所の需要は高い。

また、『事前避難対象地域（疑わしい）』『事前避難対象地域外』『知らない』でも、「自宅近くの指定避難所へ避難する」との回答が3割前後あり、南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）を正しく理解していない恐れがある。安全を見て事前避難をすることが不適切とはいえないが、基本的には自主避難であることや社会生活は継続する必要があることを合わせて周知する必要がある。なお、事前避難対象地域がどうか『知らない』場合は、他に比べ「決めていない（27.3%）」が多くなっている。

次に「自宅にとどまる」、「決めていない」を選択した場合、その理由を尋ねた。その結果、『事前避難対象地域』では約半数の住民が「大津波警報が出たら避難する」とする一方、「どこへ避難すべきかわからない」「特に考えたことがない」がそれぞれ2

割程度となっている。『事前避難対象地域（疑わしい）』では「大津波警報が出たら避難する」が3割強、「考えたことがない」が3割弱となっている。『事前避難対象地域外』『知らない』では「特に考えたことがない」が最も多く、それぞれ3割強、4割強となっている。全ての居住地域において「自力での避難生活が困難である」「健康に不安がある」が1割弱となっている点が共通している。

f) 臨時情報発表時の不安に関する分析結果

臨時情報発表時に特に不安なことについて、「・・・だから、・・・なので、・・・」の形での自由記述を求めた。必ずしも上記の形とはなっていないが、具体的内容が書かれている文を分析対象とした。「ない」「わからない」「特になし」「なるようになる」等、具体的な内容が書かれていない文が217文あり、それらを除いた2373名から得られた計2784文が分析対象とした。

出現数が30以上であった語について、KH Coderを用いて、多次元尺度法により分析を行った。その結果を、図2-5-⑥-7に示す。ここに、バブルの大きさは、語が出現する回数に比例して大きくなっており、「避難所」「不安」「心配」「生活」「避難」「プライバシー」「自宅」等の語が頻出していることがわかる。また、次元1はプラス方向に地理的な課題や物的な課題、マイナス方向に精神的な課題と読み取れる。次元2はプラス方向に社会的な課題、マイナス方向に個別的な課題と読み取れる。

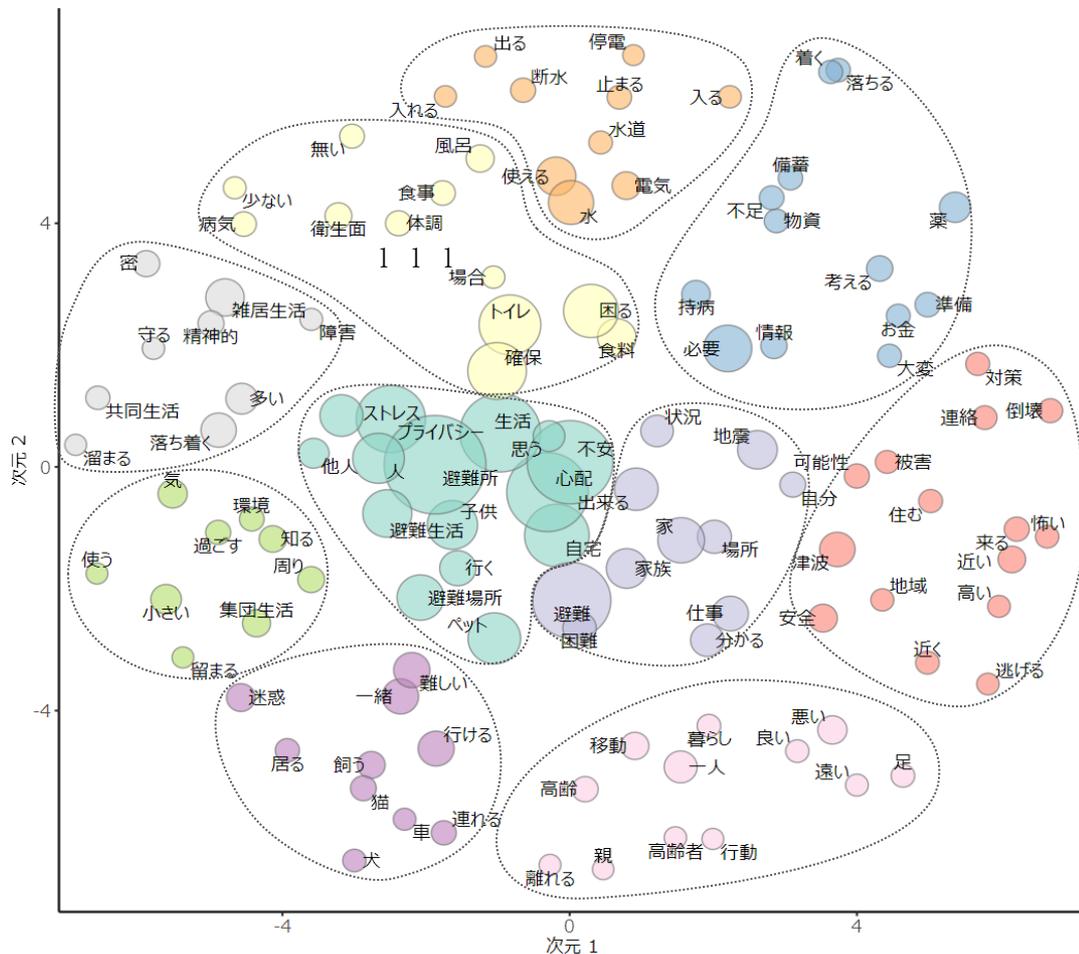


図2-5-⑥-7 臨時情報発表時における不安について多次元尺度法解析結果

3) 8月8日臨時情報（巨大地震注意）への対応に基づく社会福祉施設における南海トラフ地震対策

南海トラフ地震が及ぼす社会への影響や津波避難に関する研究、臨時情報や事前避難対象地域の認知度に関する調査研究、臨時情報発表時の住民避難に関する調査研究などがなされてきているが、地震発生後の避難では間に合わない可能性のある要配慮者が多く利用する社会福祉施設における臨時情報発表時の対応に関しては多くの課題がある。ここでは、臨時情報発表時の社会福祉施設の状況を把握するとともに、対応の実効性を高める要因を探ることを目的として、社会調査を実施した。

社会調査は、2024年9月23日から25日に、静岡県内の社会福祉施設約8100施設を対象として、メールで社会調査への依頼を行った。協力可能と回答があった施設に対して、2024年10月18日までにGoogleフォームへの入力、または調査票をメールで返信することを求めた。その結果、1856件の回答があった。

調査項目は、①施設概要、②被災リスク、③南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）発表を受けた対応、④今後の対応について、である。

回答のあった施設・事業所の種類を「高齢関連施設」「障害関連施設」「児童関連施設」に分類すると、表2-5-⑥-4に示すとおり、約半数が児童関連施設であった。また、サービス内容については、高齢者関連施設は半数以上が「入所（宿泊を含む）」を行っているのに対して、障害者関連施設は約7割、児童関連施設は約9割が「通所（日中のみの利用）」となっている（表2-5-⑥-5）。

表2-5-⑥-4 施設・事業所の種類

	高齢関連施設	障害関連施設	児童関連施設	その他施設
施設数	556	374	916	31
割合（％）	30.0	20.2	49.4	1.7

表2-5-⑥-5 回答があった施設のサービス内容

	高齢関連施設 (n=556)	障害関連施設 (n=374)	児童関連施設 (n=916)	その他施設 (n=31)
通所（日中のみ）	45.3	74.6	93.1	64.5
入所（宿泊含む）	56.3	23.5	2.0	32.3
その他	18.2	11.5	5.8	19.4
無回答	0.4	0.5	0.7	0.0

被災リスクについて、「震度6強以上の地震」が6割強あり、「津波」が約1割となっている。なお、事前避難対象地域に立地しているかの問いに対しては、16.0%の施設が「事前避難対象地域」と回答しており、被災リスクで「津波」と回答した施設より多くなっている。

図2-5-⑥-8に示す臨時情報発表時の対応について、計画やマニュアルに記載していたかについては、「記載していた」が約4割と最も多くなっている。「記載していなかったが、対応は検討していた」を含めると8割近くの施設で何らかの検討がなされていたことがわかる。

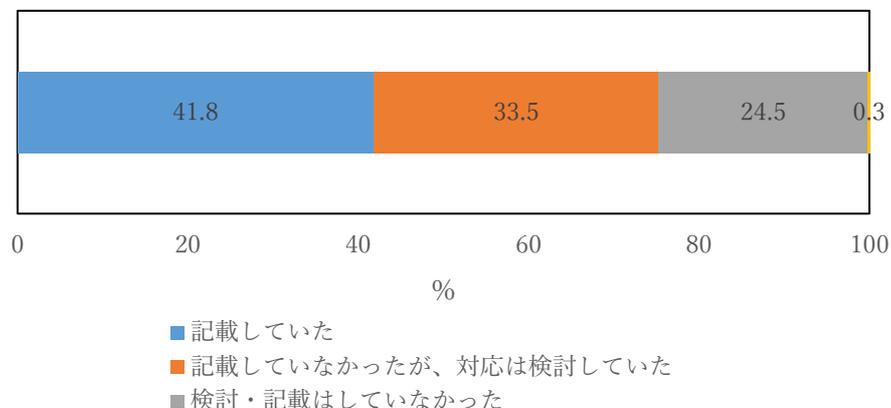


図2-5-⑥-8 臨時情報発表時の対応について

2024年8月8日に発表された臨時情報（巨大地震注意）を受けて実施したことについて図2-5-⑥-9に示す。これより、「食料や飲料水、衛生用品などの備蓄物資の確認」が約8割と最も多くなっている。「職員間で非常時優先業務の確認」「職員の連絡（安否確認）体制の確認」「利用者の緊急連絡先の確認」についても半数を超える施設で実施している。地震発生後の避難では間に合わない可能性のある住民の事前避難については、南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）発表時に行うことが期待されるものであるが、「避難施設や施設内の比較的安全な場所へ事前避難」を1割の施設で実施していたことがわかる。

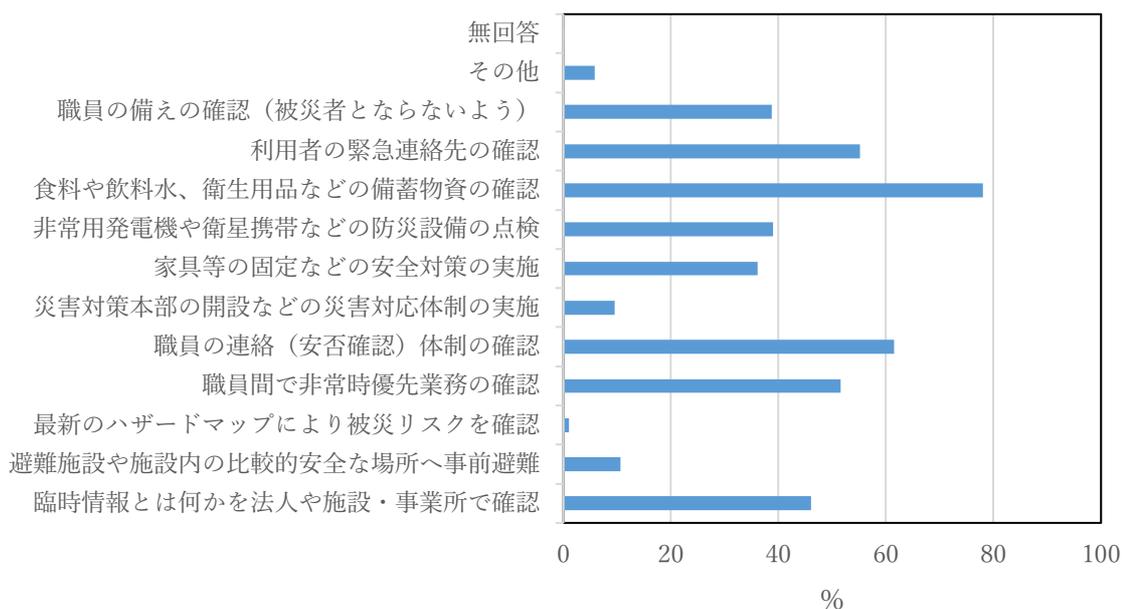


図2-5-⑥-9 8月8日臨時情報発表を受けて実施したこと

事前避難をした施設の傾向について分析する。2024年8月8日に発表された南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）を受けて、避難施設や施設内の比較的安全な場所へ事前避難を行った施設の特徴を捉えるため数量化Ⅱ類で分析した。その結果を表2-5-⑥-6に示す。これより、「事前避難」と実施した要因として、「事前避難準備地域」と回答していることが最も影響している。次いで、ハザードマップ上で津波の被災リスクがあることが影響を及ぼしている。一方、事前避難を実施しなかった要因としては、計画やマニュアルの記載・検討をしていなかったこと、事業内容に入所（宿泊を含む）が含んでいることが影響していることが明らかになった。

表2-5-⑥-6 事前避難した施設の傾向分析結果

外的基準	カテゴリー	度数	スコアの重心		相関比	判別的中率
事前避難	した	196	-0.559		0.037	77.4%
	していない・無回答	1660	0.066			
アイテム	カテゴリー	度数	スコア		レンジ	偏相関
入所（宿泊含む）	あり	420	0.545		0.705	0.058
	なし・無回答	1436	-0.159			
津波の被災リスク	あり	250	-0.744		0.860	0.055
	なし・無回答	1606	0.116			
事前避難対象地域	内	297	-1.298		1.545	0.105
	外・無回答	1559	0.247			
計画やマニュアルへの記載・検討	記載あり	775	-0.433		1.434	0.113
	記載ないが検討あり	621	-0.201			
	検討なし・無回答	460	1.001			

以上のことから、今回の8月8日の日向灘の地震では、南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）であったにも関わらず、約1割の施設・事業所が一時的に事前避難を実施していた。事前避難した施設・事業所は事前避難対象地域に立地していると回答している傾向にあり、南海トラフ地震による被災リスクを強く感じているといえる。

(d) 結論ならびに今後の課題

2024年8月8日日向灘の地震での臨時情報（巨大地震注意）発表後の新聞記事に対するテキストマイニングにより、社会の様相について考察した。その結果、今回の南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）では、社会の混乱、パニック、極端な活動萎縮などネガティブな社会とはならなかったものといえた。臨時情報の発表がお盆の直前であったこともあり、製造業等の企業では長期休暇のところもあったことから、社会の混乱や極端な萎縮は見られないが、冷静に対応することができたのか、もしくは、何をすればよいのかわからなかったのか、については明らかにすることができていない。今後、今回の課題を踏まえた上で、南海トラフ地震への備えを国民自らが実践していくことが必要であるといえる。

2024年8月8日日向灘の地震での臨時情報（巨大地震注意）の発表前での社会調査データに基づくものであるが、臨時情報発表時における不安について多次元尺度法により、南海トラフ地震臨時情報発表時の社会の不安要素について明らかにした。その

結果、10のカテゴリーがみられることを示した。また、臨時情報発表時の社会福祉施設の対応や状況について明らかにした。その結果、解析対象地域内の社会福祉施設の約8割が事前に対応を検討していたこと、臨時情報（巨大地震注意）発表時に、「食料や飲料水、衛生用品などの備蓄物資の確認」「職員間で非常時優先業務の確認」「職員の連絡（安否確認）体制の確認」「利用者の緊急連絡先の確認」が実施されたことがわかる。また、今回の8月8日の日向灘の地震では、南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）であったにも関わらず、約1割の施設・事業所が一時的に事前避難を実施していた。事前避難した施設・事業所は事前避難対象地域に立地していると回答している傾向にあり、南海トラフ地震による被災リスクを認知していることが明らかになった。

(e) 引用文献

- 1) 気象庁（参照年月日：2024.9.15）南海トラフ地震に関する情報、
<https://www.data.jma.go.jp/eew/data/nteq/index.html>
- 2) ユーザーローカル AI テキストマニングによる分析（参照年月日：2024.9.15）
<https://textmining.userlocal.jp/>
- 3) 豊橋市：南海トラフ地震について（その2）（参照年月日：2024.4.30）とよはしインターネットモニター 令和3年度アンケート結果、
<https://www.city.toyohashi.lg.jp/secure/89895/r36monota2.pdf>
- 4) 安本真也，石濱陵，森野周，関谷直也（2020）「南海トラフ地震に関連する情報」に対する住民の反応，災害情報，No.18-1，pp.95-105.
- 5) 倉田和己，穴井英之，荒木裕子，新井伸夫南海（2022）トラフ地震臨時情報に関する住民意識の現状と防災対応検討ガイドラインとのギャップに関する考察，災害情報，No.20-1，pp.63-73.
- 6) 豊橋市（2022）豊橋市の人口－令和2年国勢調査結果の概要－.
- 7) 豊橋市（2021）豊橋市南海トラフ地震臨時情報に係る防災対応指針.
- 8) 名古屋市港区役所：港区の世帯数と人口～令和2年人口動向調査～，2021.
- 9) 名古屋市 web ページ（参照年月日 2024.4.4）南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）発表時に事前避難が必要な地域があります（最終更新日 2021年7月2日），
<https://www.city.nagoya.jp/bosaikikikanri/page/0000142734.html>
- 10) 防災科学技術研究所（参照年月日：2024.2.19）SIP4D 情報共有サイト、
<https://sip4d.jp>
- 11) 防災科学技術研究所（参照年月日：2024.2.10）防災クロスビュー：
bosaiXview、<https://xview.bosai.go.jp>

(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

発表した成果（発表 題目、口頭・ポスタ ー発表の別）	発表者氏名	発表した場所 （学会等名）	発表した 時期	国内・ 外の別
2024年8月8日日 向灘の地震での臨時 情報に係る新聞記事 データベース解析 （口頭）	平山修久 木作 尚子 千葉啓広 野村一保 福和伸夫	日本災害情報学会 第29回学会大会 （新潟）予稿集、 pp. 130-131	2024. 11	国内
社会福祉施設におけ る南海トラフ地震対 策—令和6年8月8 日南海トラフ地震臨 時情報（巨大地震注 意）への対応—（口 頭）	木作尚子 平山修久 千葉啓広 野村一保 福和伸夫	日本災害情報学会 第30回学会大会 予稿集、pp. 41-42	2025. 3	国内

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

⑦南海トラフ地震臨時情報机上演習手法の開発と実践

(a) 業務の要約

発災時の企業の事業活動停止を防ぐためには、事前の防災対策が重要となる。実効性のある事前防災対策により企業の事業活動停止を防ぐためには、地域社会の構造を把握し、リアルタイム被災様相把握などの技術を活かし、地震津波発生時や臨時情報発表時の対応、行動やBCPに係る事態を理解したうえで、最新の科学的知見に基づくハザード情報を駆使し、演習や訓練を通じて、対応マニュアルやBCP見直し、継続的な研修への展開などの取り組みが不可欠である。ここでは、令和2年度から昨年度までの産業復旧タイムライン構築による地域社会の構造把握、動的な被害把握手法開発による地域社会の様相把握、臨時情報勉強会ツールや臨時情報ワークショップで導出

してきた対応・行動シナリオや社会様相シナリオを、統合的に取りまとめ、臨時情報机上演習シナリオデータとして構築し、ライフライン事業者を対象として机上演習を実践し、南海トラフ地震対策への展開を行う。

(b) 業務の実施方法

COVID-19、明治用水頭首工大規模漏水、令和6年能登半島地震をケーススタディとして、都市インフラ供給情報、社会活動、人流データとの関連分析から地域産業構造の可視化モデル、これまでに構築したMEMS地震計等によるリアルタイムモニタリングシステムにより取得、解析された社会様相データ、臨時情報勉強会ツールや臨時情報ワークショップで得られた事態想定シナリオの要素、さらに、サブ課題2gで開発にする地震防災基盤シミュレータと連携し、「半割れ」時の震度分布想定や津波浸水想定結果について、統合的に取り纏め、臨時情報机上演習シナリオデータとして構築する。この机上演習シナリオデータを用いて、名古屋市上下水道局職員を対象として、南海トラフ地震臨時情報机上演習を実施するとともに、机上演習参画者を対象としたアンケート調査により、机上演習の効果を明らかにし、名古屋市上下水道局のBCPの見直しや研修への展開について検討する。

(c) 業務の成果

本業務で成果として得られた南海トラフ地震臨時情報机上演習の実践的取り組み概要を図2-5-⑦-1に示す。ここでは、机上演習での状況付与は、本研究プロジェクトでの成果である地域産業の構造や依存関係、地域社会の様相把握、対応・行動シナリオ、サブ課題2gのハザード評価結果に基づき、机上演習シナリオデータベースを構築したうえで、臨時情報机上演習を実施した。したがって、状況付与においては、臨時情報発表時に想定されうる社会様相や対応・行動について付与することができる。また、机上演習シナリオデータベースには、サブ課題2gの地震防災基盤シミュレータによる半割れ時のハザード情報が含まれているため、半割れでのハザード情報に基づき対応を検討している際に、後発地震のリスクを付与したことで、具体的なリスクを想定しつつ対応を考えることを促すことができる。さらに、決定論的な議論ではなく、電力モニタリングデータ等により、地域産業の活動度に応じてどのような対応を行うのか、リアルタイム社会様相での建物被害に関するモニタリング情報が共有されるなど被害様相の把握程度に応じてどのような対応をとることができるのか、対応・行動シナリオについて、市民や地域社会の対応に応じてどのような対応をするべきなのか、また、それと異なる状況となった場合にはどのような対応となるのか、などの状況付与の手法をとることが可能となっている。すなわち、一般的な机上演習や図上演習と比較して、状況付与における不確実な様相について、研究成果に基づく根拠とともに、演習参画者に付与することで、臨時情報発表時の対応や事前の備えについて議論できるものとなっている。



図 2-5-⑦-1 南海トラフ地震臨時情報機上演習による実践的取り組み概要

南海トラフ地震臨時情報機上演習での手法を図 2-5-⑦-2 に示す。

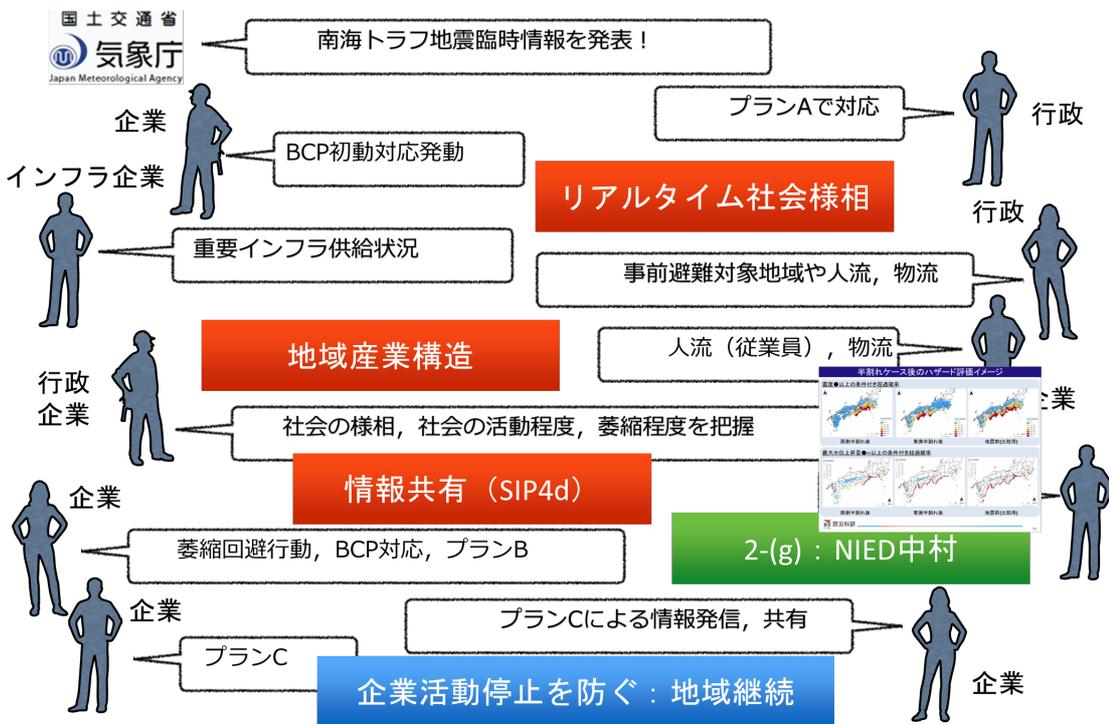


図 2-5-⑦-2 南海トラフ地震臨時情報機上演習での手法

ここでは、臨時情報机上演習におけるシナリオ、すなわち状況付与が重要となる。一般的な防災訓練とは異なり、机上演習では、状況付与に基づく机上演習参画者との対話が重要となる。例えば、南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）が発表された場合、どのような状況で何をするのかを、図表や床面地図等のマッピングデータ、映像等を活用して問いかけし、その回答に対して、さらなる問いかけや状況付与を行うものである。したがって、机上演習の状況付与のデータベースである臨時情報机上演習シナリオデータを構築することが必要である。

臨時情報ワークショップや臨時情報勉強会ツールで得られた事態想定シナリオを構成する要素について、時間軸や場所などのメタデータを追記するとともに、産業復旧タイムライン構築での産業構造可視化モデルに基づき、机上演習における状況付与シナリオデータを構築した。また、地域地盤・建物地震モニタリングシステムでの建物被災モニタリング状況やサブ課題 2 g の地震防災基盤シミュレータの成果である想定被災シナリオである想定震度分布や津波浸水想定を組み込むものとした。

令和 6 年 12 月 17 日、名古屋大学減災館において、名古屋市上下水道局職員技術系、事務系合わせて 25 名を参画者として、名古屋大学における研究分担者が机上演習における状況付与を担うコントローラーとして、南海トラフ地震臨時情報机上演習、ならびに名古屋市上下水道局 BCP 研修を実施した。名古屋市上下水道局においては、南海トラフ地震臨時情報についての理解を深めるとともに、災害発生時、臨時情報発表時の個人、組織の行動や対応について、何をすべきかを主体的に思考、想像することで、各職員の当事者意識を醸成すること、大規模地震発生後における対応業務やその手順、名古屋市上下水道局事業継続計画：BCP への理解を深め、各職員の防災意識を向上させること、災害事象の全体像を把握し、災害対応の課題を抽出することで、BCP の実効性を向上させること、を目的とした。

名古屋大学減災館床面地図を活用して、プロジェクションマッピングにより、南海トラフ地震ハザードについて、3 連動の震度分布、津波浸水分布、液状化分布、さらには、1854 年安政地震型での東割れの震度分布、津波浸水分布、西割れでの震度分布、津波浸水分布と名古屋市上下水道局の施設、水道管路、下水道管路、給水車配備施設と重ね合わせることで全体像を把握、理解を促した。

机上演習において、東割れについて、緊急地震速報、大津波警報発表、臨時情報（調査中）から臨時情報（巨大地震警戒）発表までを、床面地図ならびに壁面プロジェクタを用いて状況付与し、個人ならびに組織の対応について、コントローラーと参画者とのやり取りにより検討を進めた。さらに、季節や時間が異なった場合についても問いかけを行った。そのうえで、床面地図上で施設の被災状況について、LED ライトを用いて検討を進めた。さらに、外部からの応援について議論し、どのように応急対応するのかについて、マニュアルや BCP での確認を行った。さらに、事前対策についても議論した。

次に、西割れについて、東割れと同様に地震発生から臨時情報（巨大地震警戒）までを状況付与しつつ、壁面プロジェクタでは西日本を含む全体像を、床面地図では名古屋の状況を確認した。そのうえで、臨時情報（巨大地震警戒）発表時について、交通状況、店舗における水の在庫等について、臨時情報机上演習シナリオデータからの

状況付与について問いかけを行い、対応について議論を進めた。また、リアルタイム社会様相把握で、臨時情報発表時に被害様相が把握できた場合の対応についても議論し、名古屋地域においては西割れで被害が生じない耐震化対策とともに、リアルタイムでの施設や地域の状況把握を活用した災害対応の必要性について議論した。また、サブ課題 2 g の成果である後発地震のリスクを床面地図で状況付与しつつ、事前避難準備地域における漏水事故対応や臨時情報発表時の給水車配備について議論を行った。

南海トラフ地震臨時情報机上演習後に、BCP 研修を実施し、机上演習での議論を踏まえつつ、組織として実施すべき災害対応業務についてタイムラインを作成した。

図 2-5-⑦-3 に臨時情報机上演習の様子、図 2-5-⑦-4 に状況付与したハザード情報の一部、図 2-5-⑦-5 に BCP 研修の様子を示す。



図 2-5-⑦-3 南海トラフ地震臨時情報机上演習の様子

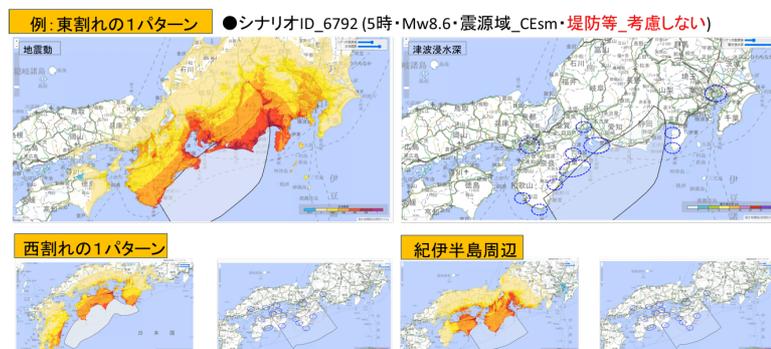


図 2-5-⑦-4 状況付与した想定 (被災シナリオ) の一部

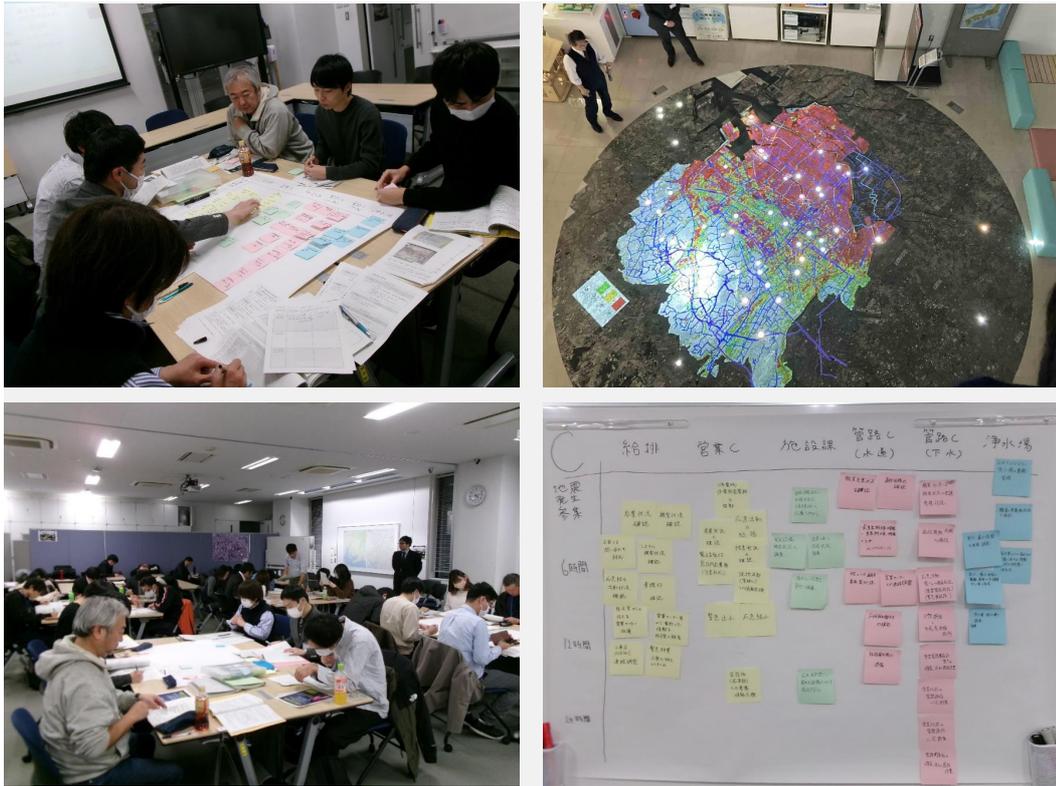


図 2-5-⑦-5 BCP 研修の様子

図 2-5-⑦-6 に示すチェックリストを、南海トラフ地震臨時情報机上演習、BCP 研修の前後に、参画者を対象に実施した。ここでは、地震発生時に取りべき行動の理解度、リソースの制限、他事業者との連携など大規模災害発生時の対応への理解度等について 12 問の設問に対して、4 段階で評価するものとした。なお、満点は 60 点となる。その結果、臨時情報机上演習前の参画者の平均点が 23.4 点（最高 46 点、最低 8 点）であったものが、机上演習後には 43.7 点（最高 60 点、最低 19 点）と大きく向上することができた。

No.	項目	十分理解 している	ある程度 知っている	聞いたこと がある	わからない
①	地震発生時に取るべき行動（安全確保、安否確認、家族状況等）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
②	自分が参集するべき地震の規模（震度）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
③	自宅周辺の想定発災規模（震度、津波、液状化等）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
④	自分の職場周辺の想定発災規模（震度、津波、液状化等）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑤	大規模地震時における自分の所属の役割	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑥	大規模地震時における自分の任務	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑦	「伊勢・三河湾」に大津波警報が発表された時の行動	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑧	自分の所属に関する応急活動マニュアルの保管場所	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑨	BCPに定められた自分の所属の災害対応業務	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑩	BCPに定められた自分の所属の休止業務	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑪	大規模災害時のリソース制限	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑫	大規模災害時の応援体制（局内、他都市等）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	チェック数	個	個	個	個
	点数	×5点	×3点	×1点	×0点
	小計	点	点	点	点
	合計	点			

図 2-5-⑦-6 チェックリスト

以上のように、産業復旧タイムラインの構築、動的な被害把握手法開発、勉強会ツールやワークショップによる社会様相把握、サブ課題 2 g の地震防災基盤シミュレータの成果を活かし、机上演習シナリオを構築し、机上演習を実施し、事前対策につなげる一連の手法を導出した。

(d) 結論ならびに今後の課題

令和 2 年度から昨年度までの産業復旧タイムライン構築による地域社会の構造把握、動的な被害把握手法開発による地域社会の様相把握、臨時情報勉強会ツールや臨時情報ワークショップで導出してきた対応・行動シナリオや社会様相シナリオを、統合的に取りまとめ、臨時情報机上演習シナリオデータとして構築し、ライフライン事業者を対象として机上演習を実践した。その結果、産業復旧タイムラインの構築、動的な被害把握手法開発、勉強会ツールやワークショップによる社会様相把握、サブ課題 2 g の地震防災基盤シミュレータの成果を活かした机上演習シナリオを構築し、机上演習を実施し、事前対策につなげる一連の手法を導出した。

なお、本研究事業ではライフライン事業者のひとつである名古屋市上下水道局を対象とした机上演習の実践となった。机上演習シナリオデータを構築したことから、上下水道以外のライフライン事業者への展開、実装していくことが可能である。これまでに、最悪シナリオによる対応検討では防災意識の向上や事前対策の必要性の理解醸

成には効果的であるが、具体的な対応では十分ではなく、臨時情報発表時の半割れのシナリオによる対応検討が、より具体的かつ実効性のある検討となることを指摘している。すなわち、産業復旧タイムラインにおいて、産業構造の可視化モデルを構築したことから、製造業等の産業界への展開についても、施設やサプライチェーンの情報を企業と連携して収集、分析することで、臨時情報机上演習の実践によって、企業における南海トラフ地震対策やBCPの見直しにつなげることが可能となる。

今後は、机上演習の対象や目的に応じて、今回構築した机上演習シナリオデータから機械学習により机上演習シナリオや状況付与を自動生成することで、臨時情報机上演習の実践を社会実装がより容易となる技術開発が必要であるといえる。さらに、対応マニュアルやBCP見直しや検証においては、臨時情報発表時のみならず、複合災害や時間軸を考慮した机上演習シナリオとその実践手法の開発が、国難災害を克服するために必要不可欠であると考える。

(e) 引用文献

なし

(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