

## 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
	センター長・教授	飛田潤
	教授	富田孝史
	特任准教授	木作尚子
	名誉教授	福和伸夫
	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か年の年次実施計画

1) 令和2年度：

産業タイムライン構築のため、必要な構成要素データを整備した。そのため、産業復旧タイムラインの都市インフラデータ（GIS）構築支援業務として、産業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について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：

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

(e) 令和5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。本調査では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検討を行っており、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、事態想定について把握することで、昨年度までの検討結果の検証ならびに臨時情報発表時の社会様相把握に資するものとなることから、能登半島地震におけるライフライン供給状況についての調査研究を実施する。

## (2) 令和5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を効果的に予測する手法の確立を目標として本研究に取り組んだ。

#### (b) 業務の実施方法

本プロジェクトにおける研究の一環として、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。

今年度は、地域産業への input（投入されるもの）と地域産業からの output（生み出されるもの）に着目し、地域産業の状況を表す簡易構造モデルを構築することを目指すこととし、この簡易構造モデルにより、input をモニタリングすることで地域産業の萎縮状況（萎縮の有無、萎縮程度等）が把握の可否を検証した。

具体的には、西三河地区（西三河工業用水道の供給先）の input データと output データを整理・分析するとともに、簡易構造モデルの重回帰式を作成し、input データの変化により output データが影響を受けることを確認し、簡易構造モデルの妥当性を検証した。

### (c) 業務の成果

#### 1) 地域産業の簡易構造モデル

地域産業の構造モデルを簡略化したものを以下に示す。

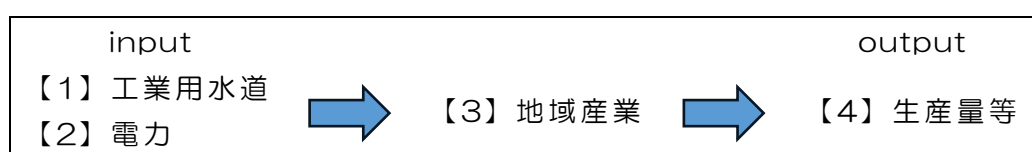


図 2-5-①-1 地域産業の簡易構造モデル

この簡易構造モデルに基づいて input データと output データの相関関係を分析することで、以下に整理する平常時及び非常時Ⅰ～Ⅲの検証が可能となる。本業務ではコロナ禍の緊急事態宣言<sup>1)</sup>と明治用水頭首工事故<sup>2)</sup>に着目して、input データ及び output データの推移の変化や相関関係の分析を行う。よって、検証の対象は以下の項目のうち、平常時及び非常時Ⅰ～Ⅱとする。

#### 【平常時】

- ・発生している現象：【1】、【2】が投入されて、【3】が活動して、活動の結果が【4】になる。
- ・分析等：【1】、【2】、【4】の時系列データの相関関係

#### 【非常時Ⅰ 産業が誘因（ex コロナ禍の緊急事態宣言）】

- ・発生している現象：【3】が止まる（萎縮する）と、【1】、【2】の投入量が減少し、【4】も減少する。
- ・構造の解釈：input 側が誘因ではないので、【1】、【2】と【4】を観測すれば、産業の萎縮は把握できる。
  - ※【1】、【2】はリアルタイムデータであるため、産業の萎縮がリニアに観測できる。
  - ※【4】は統計データを使うとすれば、タイムラグが生じる。
- ・分析等：【1】、【2】、【4】の時系列データの相関関係

#### 【非常時Ⅱ インプットが誘因（ex 明治用水頭首工事故）】

- ・発生している現象：【1】が止まる（減少する）と、【3】が萎縮し、【2】の投入量が減少し、【4】も減少する。

- ・構造の解釈：【2】と【4】を観測すれば、産業の萎縮は把握できる。
- ※【2】はリアルタイムデータであるため、産業の萎縮がリニアに観測できる。
- ※【4】は統計データを使うとすれば、タイムラグが生じる。
- ・分析等：【1】、【2】、【4】の時系列データの相関関係

ただし、明治用水頭首工事故の場合は、【1】、【2】の時系列データは相関関係が確認できないはず。つまり、【2】を観測してもそれほど減少していないという結果になれば、【1】のinputが【3】の活動に影響が小さいと推測でき、実際、代替手段として上水道からの供給、自家用井戸などからのinputが想定される。即ち、上水道の供給水量や用途別（例えば工場用）の供給水量を確認できれば、【1】が減って上水道の供給水量が増えるなどの関係性が見えると考えられる。

※広域長期間停電の場合は、自家用発電機があっても全量は賄えないと考えられ、【1】に影響が出る（【1】で観測できる）と推測される。産業連関表から、自動車産業などはinputに占める電力の割合が大きいので、影響が出やすい。

【非常時Ⅲ 需要が誘因（ex 遠隔の需要地が被災など）】※検証対象外

- ・発生している現象：【4】が減少して、【3】が委縮し、【1】、【2】の投入量が減少する。
- ・構造の解釈：【1】、【2】を観測すれば、産業の萎縮は把握できる。
- ※【1】、【2】はリアルタイムデータであるため、産業の萎縮がリニアに観測できる。
- ・分析等：【1】、【2】、【4】の時系列データの相関関係

## 2) 西三河地域のinputデータ

### a) 工業用水道データ

#### i) 工業水道データの概要

愛知県企業庁から提供された西三河工業用水道事業の供給先企業の情報<sup>3)</sup>に基づいて、独自に企業の所在地、業種等を整理した。なお、業種は「日本標準産業分類—中分類」<sup>4)</sup>に基づいて設定した。以下に、西三河工業用水道事業のおおよその配水系統分類<sup>5)</sup>を示す。

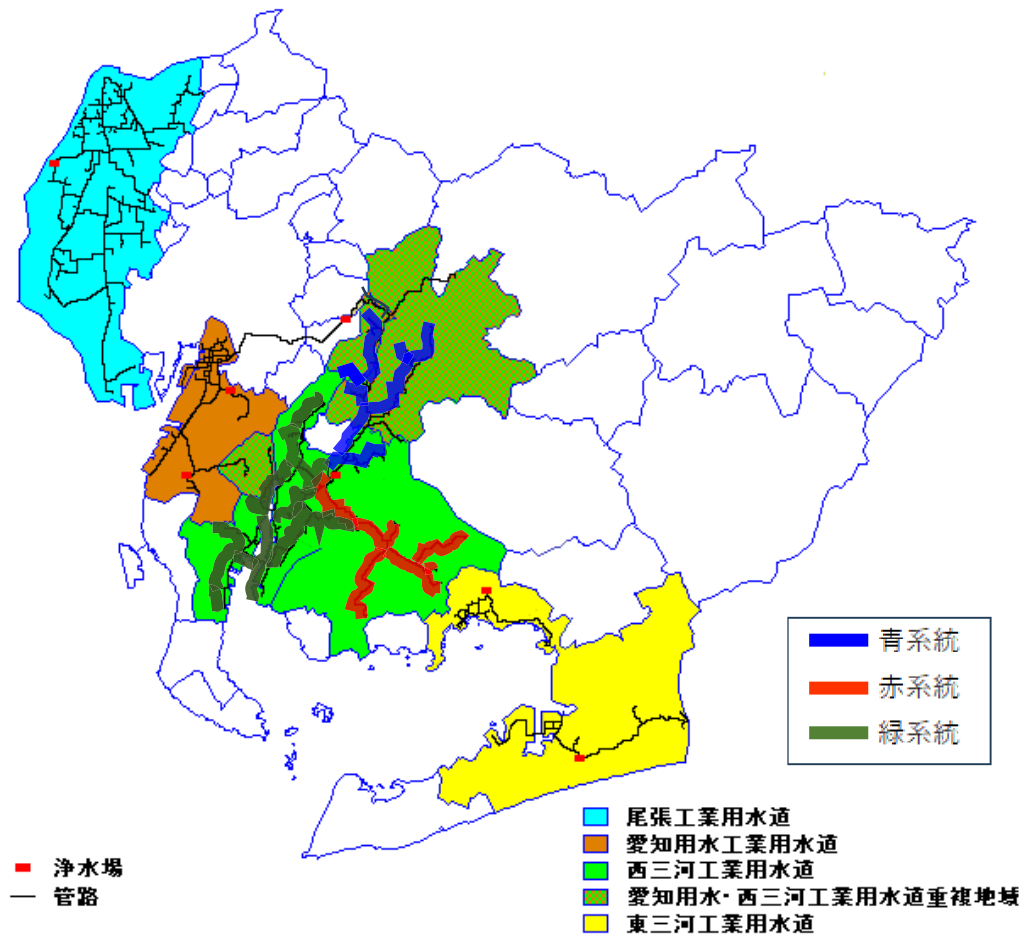


図 2 - 5 - ① - 2 西三河地域主力浄水場からの系統別の工業用水供給先のイメージ

なお、企業の所在地と業種から、配水系統（図 2 - 5 - ① - 2 に基づき、以降、青系統、赤系統、緑系統と称す）毎の特徴なども確認した。西三河工業用水道全体の業種別契約水量比率（独自で推定）を、図 2 - 5 - ① - 4 と比較すると、その割合は概ね整合していることが確認でき、業種の想定に妥当性があるといえる。

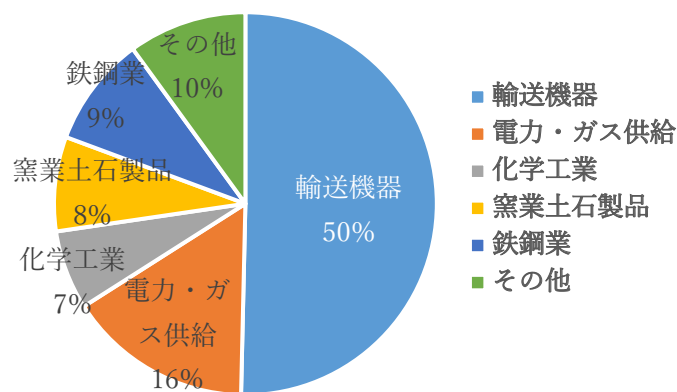


図 2 - 5 - ① - 3 西三河工業用水道の業種別契約水量比率

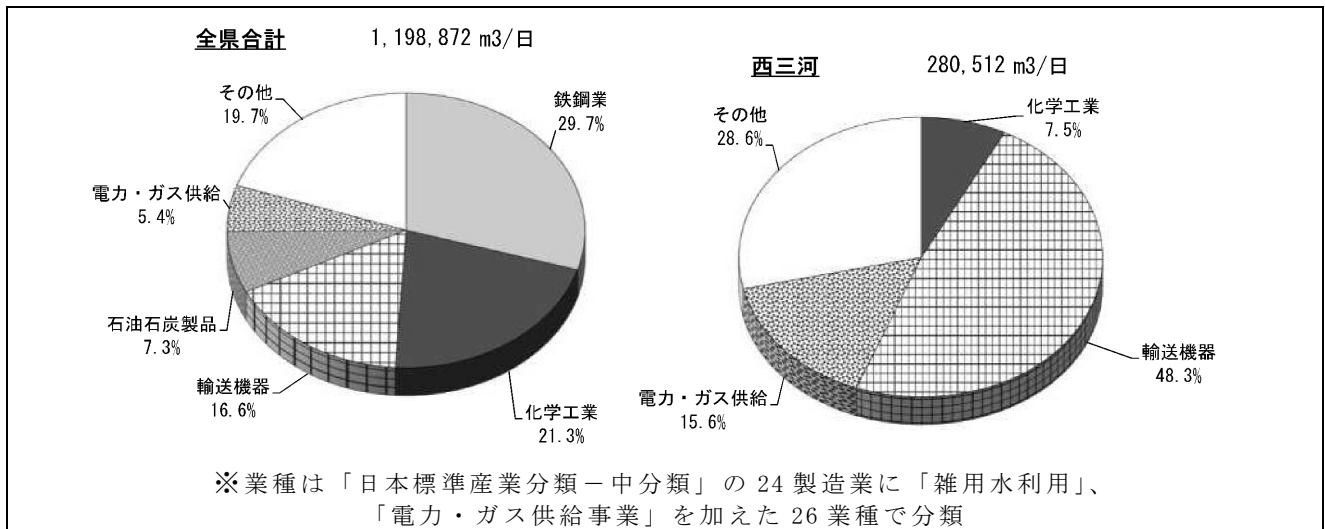


図 2-5-①-4 業種別契約水量比率（令和2年度末 公表データ）

この結果を踏まえて、企業の所在調査結果に基づいて、配水系統別に分類した結果、配水系統ごとに以下の特徴があることが確認できた。

- ・青系統、赤系統  
輸送機器に占める割合が高い。
- ・緑系統  
輸送機器だけでなく、様々な業種が供給先となっており、電力・ガス供給の割合が最も高い。

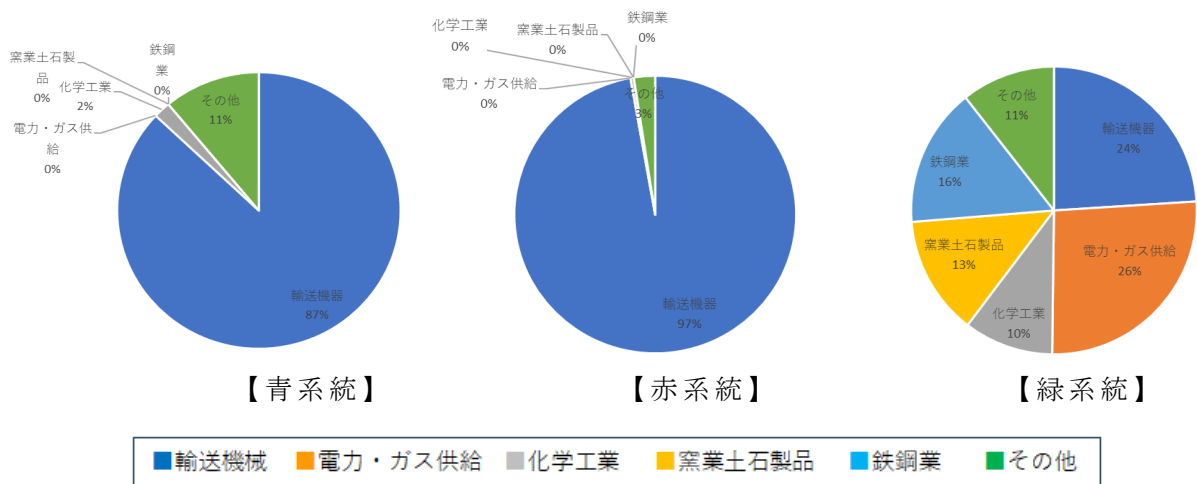


図 2-5-①-5 業種別契約水量割合

ii) 工業用水道データの推移

水道事業者より提供を受けた西三河地域主力浄水場の水量データ（取水量、全配水量、青系統配水量、赤系統配水量、緑系統配水量 2017年4月1日～2022年10月26日時間別水量データ）について、水需要等の推移を整理する。なお、0時～24時までのデータを1日として、集計等を行った。



図 2-5-①-6～図 2-5-①-10 は縦軸に 7 日間移動平均の 1 日水量（グラフ毎の水量を考慮してレンジを最適化）とした推移を示す。また、着目すべき外的要因のイベントは以下に示すとおりである。

表 2-5-①-1 イベント発生時の経緯

【非常時Ⅰ：コロナ禍による緊急事態宣言など（愛知県）】

緊急事態宣言①	2020/4/16	～	2020/5/14	（最長：2020/4/7～2020/5/25）
緊急事態宣言②	2021/1/14	～	2021/2/28	（最長：2021/1/8～2021/3/21）
まん延防止等重点措置①	2021/4/20	～	2021/5/11	
緊急事態宣言③	2021/5/12	～	2021/6/20	（最長：2021/4/25～2021/6/20）
まん延防止等重点措置②	2021/6/21	～	2021/7/11	
まん延防止等重点措置③	2021/8/8	～	2021/8/26	
緊急事態宣言④	2021/8/27	～	2021/9/30	（最長：2021/7/12～2021/9/30）
まん延防止等重点措置④	2022/1/21	～	2022/3/21	

【非常時Ⅱ：明治用水頭首工事故】

取水停止	2022/5/17	～
受水停止	2022/5/18	～
通常の30%受水	2022/5/19	～
通常の50%受水	2022/6/1	～
通常の75%受水	2022/6/27	～
通常の85%受水	2022/8/3	～
通常	2022/8/29	～

2020 年と 2022 年にコロナ禍による緊急事態宣言と明治用水頭首工事故の影響が確認できる。

- ・ コロナ禍による緊急事態宣言は 5 月中旬までであるが、その影響が 8 月下旬（お盆休み明け）まで継続していることも確認できる。
- ・ 明治用水頭首工事故による受水制限の影響から段階的に回復していることが確認できる。しかし、受水制限が解除されても過年度の取水量や配水量まで回復していないことが確認できる。
- ・ 配水系統（青系統、赤系統、緑系統）でも傾向は異なっていることが確認できる。例えば、コロナ禍による緊急事態宣言による影響として、図 2-5-②-8（青系統）と図 2-5-①-10（緑系統）では配水量の減少が確認できるが、図 2-5-②-9（赤系統）では配水量の減少は確認できなかった。

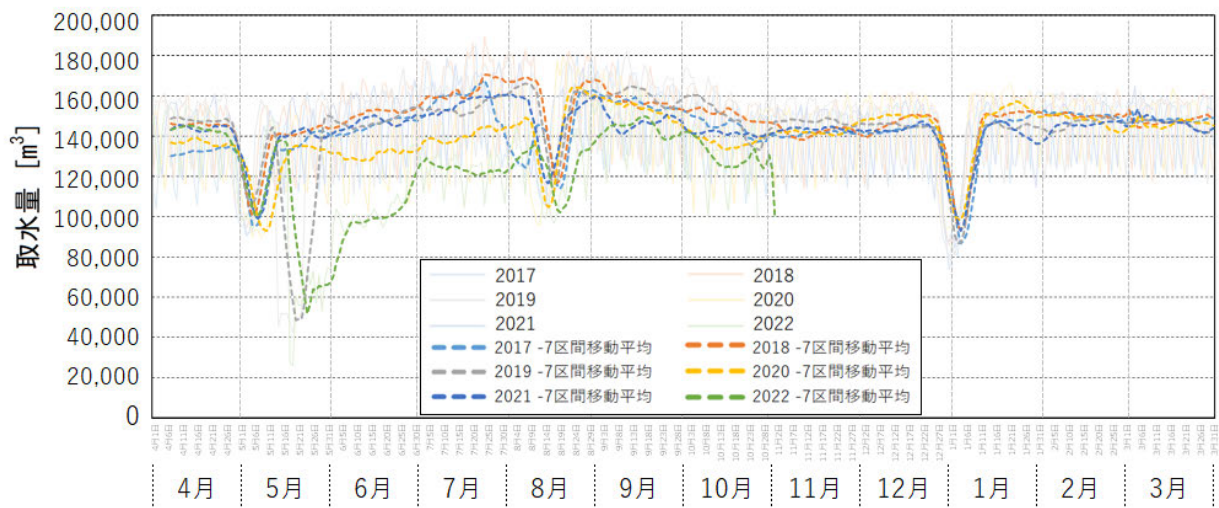


図 2 - 5 - ① - 6 西三河地域主力浄水場の取水量の推移（7日間移動平均）

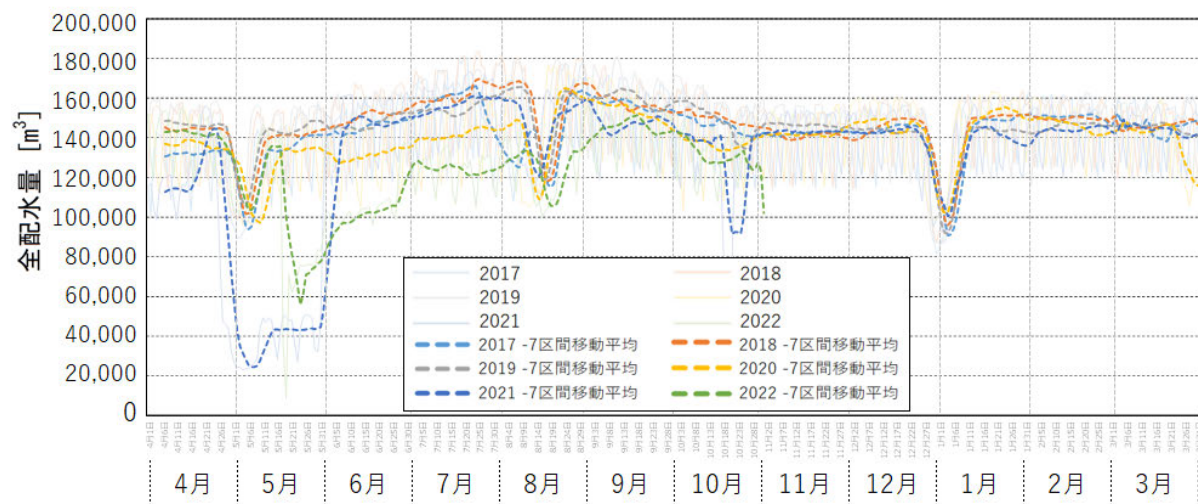


図 2 - 5 - ① - 7 西三河地域主力浄水場の全配水量の推移（7日間移動平均）

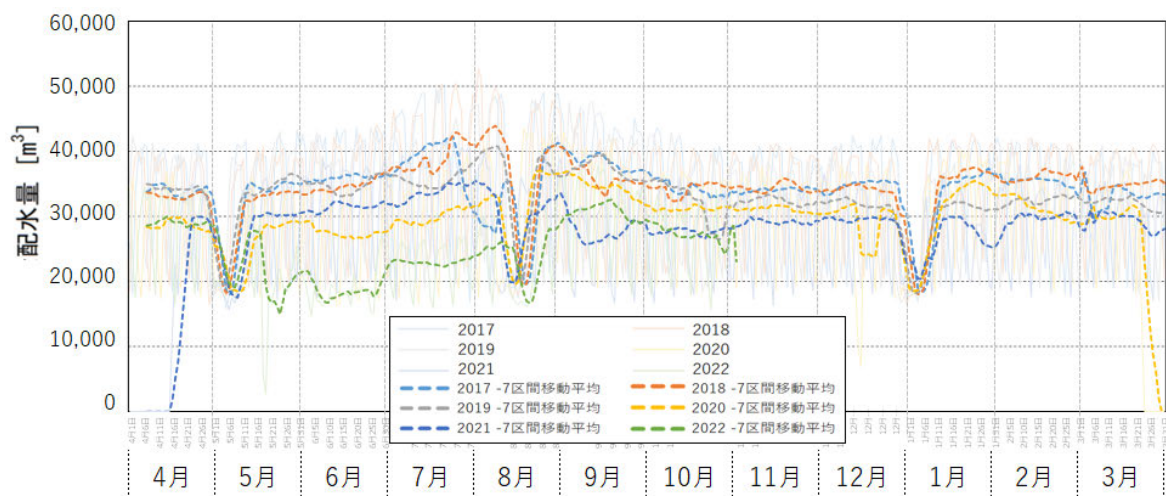


図 2 - 5 - ① - 8 西三河地域主力浄水場の青系統配水量の推移（7日間移動平均）

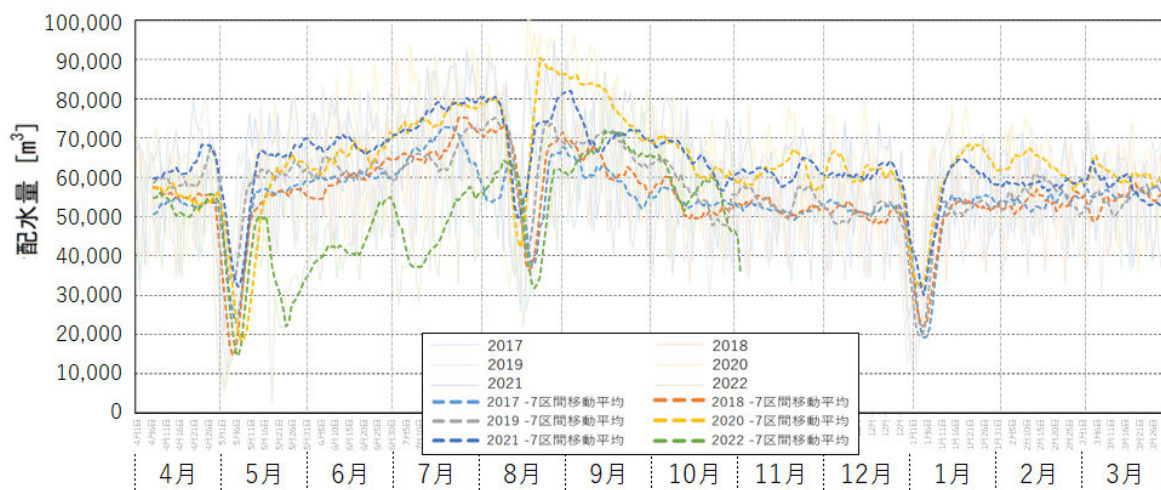


図 2 - 5 - ① - 9 西三河地域主力浄水場の赤系統配水量の推移（7日間移動平均）

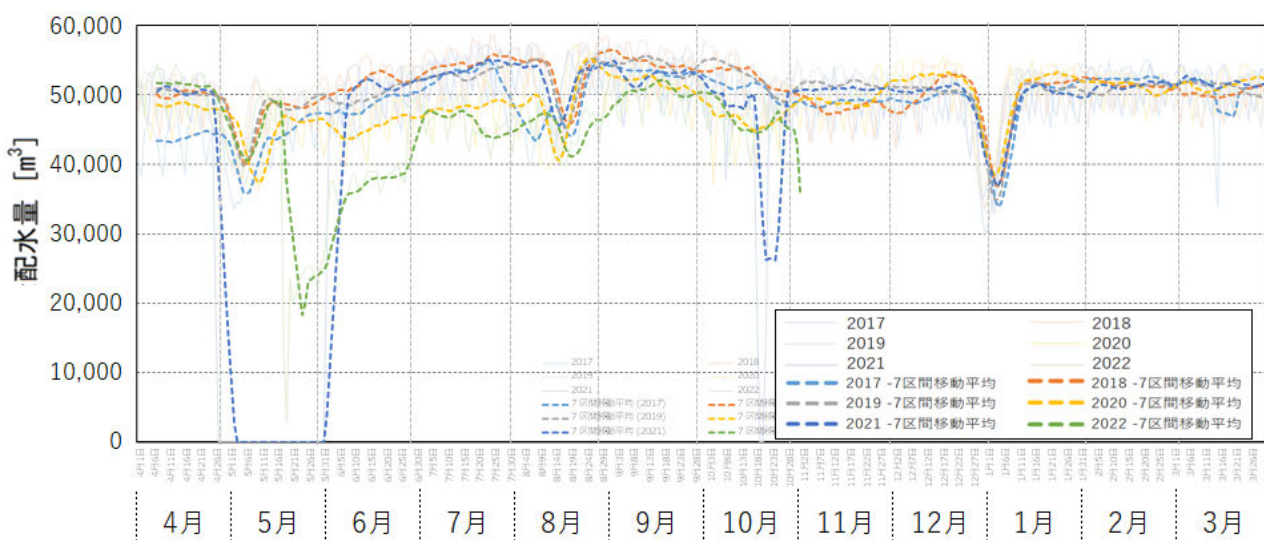


図 2 - 5 - ① - 10 西三河地域主力浄水場の緑系統配水量の推移（7日間移動平均）

b) 電力データ

i) 電力データの概要

工業用水道データと整合を図るため、工業用水道の供給先企業が位置する 250m メッシュ内の電力需要データを株式会社 GDBL から購入した。なお、工業用水道の供給先企業は主に大規模な電力が必要となる施設や工場であることから、購入する電力データは高圧電力と特別高圧電力のみを対象とした。

ii) 電力データの推移

株式会社 GDBL から購入した系統別の電力需要データ（青系統電力需要量、赤系統電力需要量、緑系統電力需要量 2020 年 4 月 1 日～2023 年 2 月 28 日 時間別電力データ）について、電力需要等の推移を整理する。なお、0 時～24 時までのデータを 1 日として、集計等を行った。

図 2 - 5 - ① - 11～図 2 - 5 - ① - 13 は縦軸に 7 日間移動平均の 1 日電力量（グラフ毎の電力量を考慮してレンジを最適化）とした推移を示す。

また、着目すべき外的要因のイベントは「非常時Ⅰ：コロナ禍による緊急事態宣言」と「非常時Ⅱ：明治用水頭首工事故」とする。

2020年の緊急事態宣言の影響は確認できるが、2022年の明治用水頭首工事故の影響は大きくない。

- ・ コロナ禍による緊急事態宣言期間において、各系統で2020年度は他年度よりも落ち込んでいることが確認できる。
- ・ 明治用水頭首工事故期間において、各系統で2022年度は2021年度より落ち込んでいるが、コロナ禍の影響が大きいと想定される2020年度よりは落ち込んでいないことが確認できる。
- ・ 配水系統（青系統、赤系統、緑系統）の傾向は概ね同じであることが確認できる。

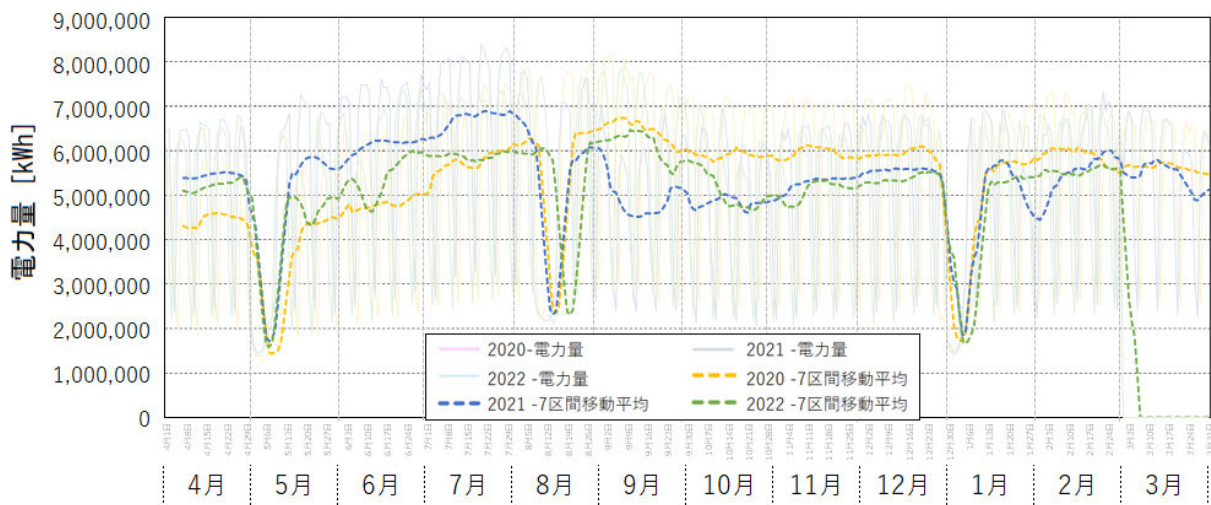


図 2 - 5 - ① - 11 青系統電力量の推移（7日間移動平均）

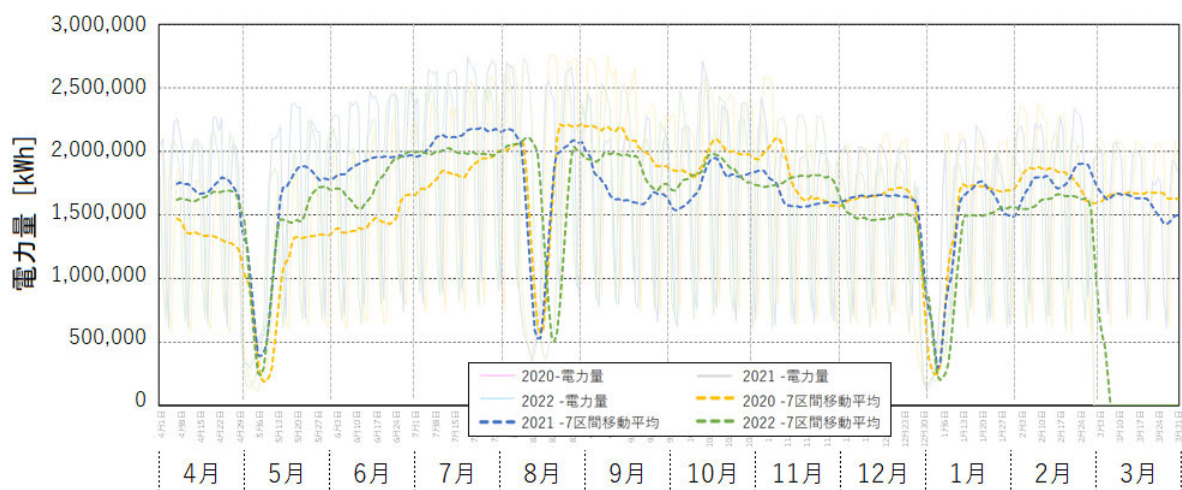


図 2 - 5 - ① - 12 赤系統電力量の推移（7日間移動平均）

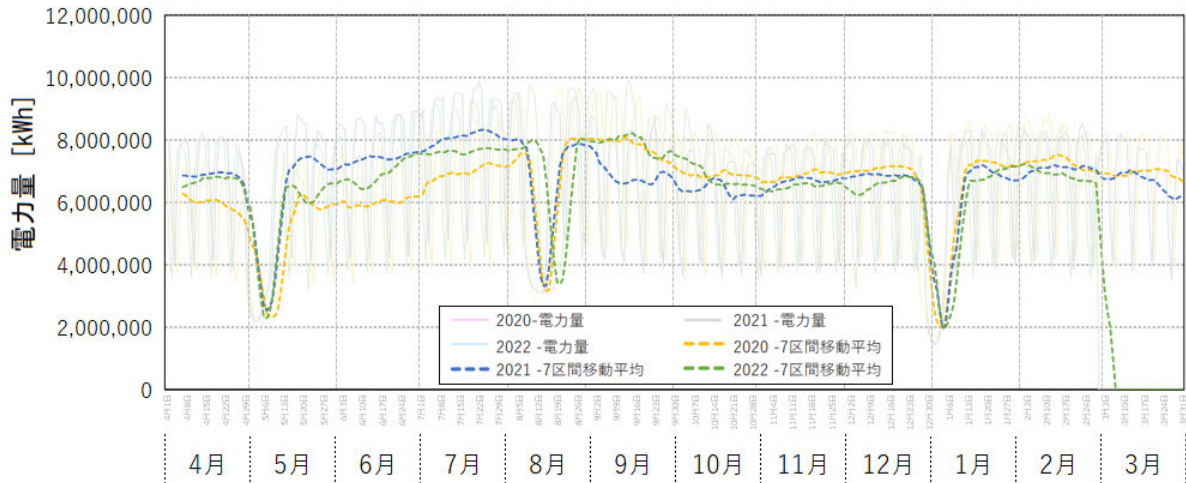


図 2 - 5 - ① - 13 緑系統電力量の推移（7日間移動平均）

iii) 工業用水道と電力の関係性

ここでは、「非常時Ⅰ：コロナ禍による緊急事態宣言」と「非常時Ⅱ：明治用水頭首工事故」の期間に着目して、工業用水道と電力の関係性（工業用水道データと電力データの推移の違い）について考察する。

図 2 - 5 - ① - 14～図 2 - 5 - ① - 16 は縦軸に 7 日間移動平均の 1 日水量・電力量（グラフ毎の水量・電力量を考慮してレンジを最適化）とした推移を示す。

【非常時Ⅰ：コロナ禍による緊急事態宣言】

- ・ 2020 年度の工業用水道は緑系統のみ他年度より落ち込むが、青系統と赤系統は他年度と同程度の値で推移している。
- ・ 2020 年度の電力は各系統で他年度よりも落ち込む。

【非常時Ⅱ：明治用水頭首工事故】

- ・ 2022 年度の工業用水道は各系統で他年度よりも落ち込む。
- ・ 2022 年度の電力は 2021 年度より落ち込んでいるが、コロナ禍の影響が大きいと想定される 2020 年度よりは落ち込んでいない。

非常時Ⅰ（生産活動自体が縮小や停止）、非常時Ⅱ（input が減少や停止）それぞれで、工業用水道と電力の推移に違いがあることが確認された。

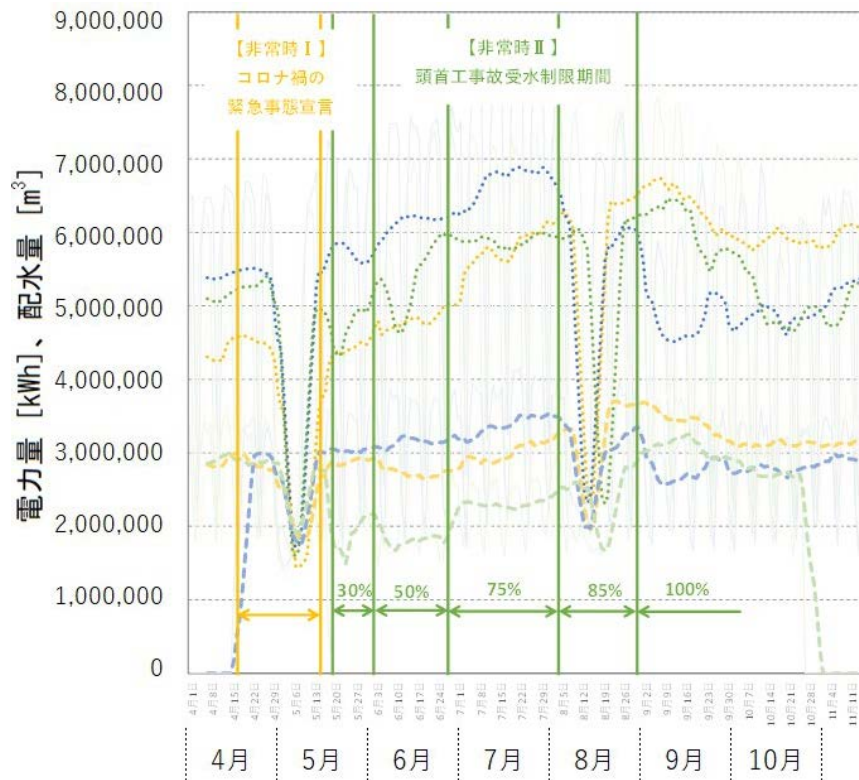


図 2-5-①-14 青系統電力量の推移（7日間移動平均）

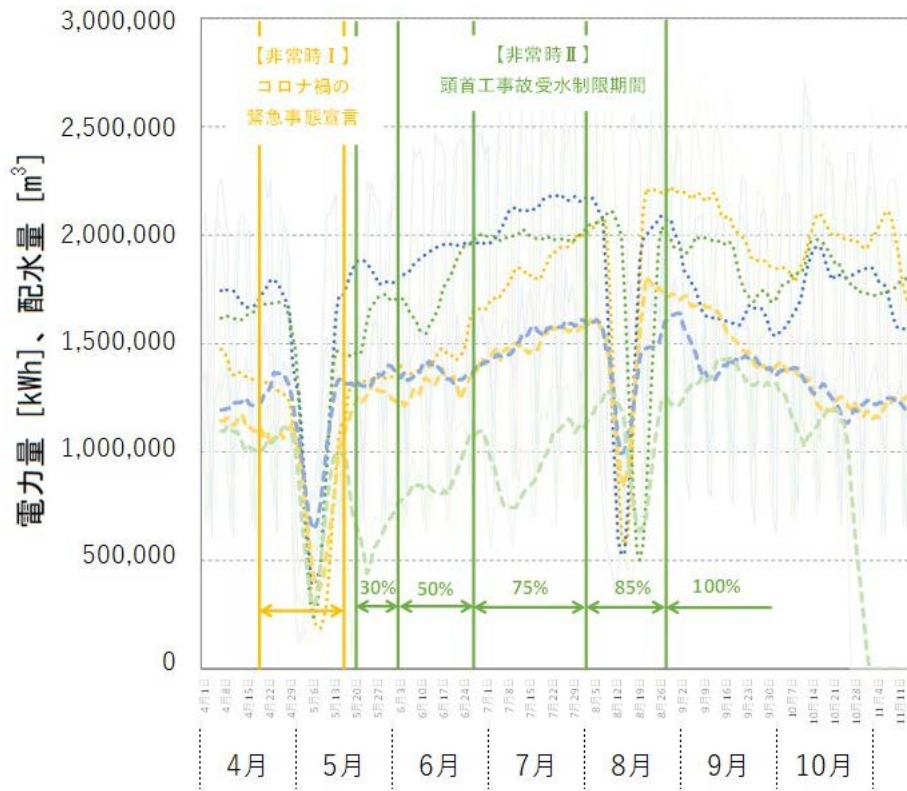


図 2-5-①-15 赤系統電力量の推移（7日間移動平均）

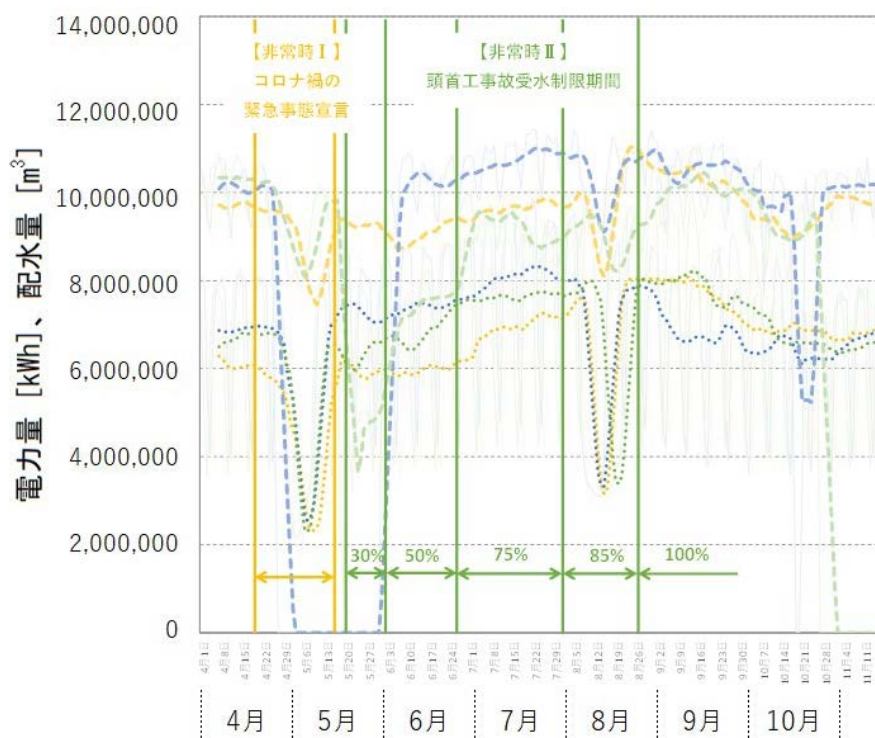


図 2 - 5 - ① - 16 緑系統工業水道と電力量の推移（7日間移動平均）

### 3) 愛知県の地域産業における生産量（output）データ

#### a) 生産量データの概要

愛知県では、県内の鉱工業の活動状況を明らかにすることを目的に、生産指数、生産者出荷指数、生産者製品在庫指数及び生産者製品在庫率指数の4つの指数を作成しており、これらを総称して「愛知県鉱工業指数」としている。そのうち、生産指数は、鉱工業生産活動の全体的な水準の推移を示す指標で、鉱工業指数の中心となる。

国内外の景気が良くなれば国内需要や海外需要が増加し、これらの需要に対応するため国内の生産活動が活発になる。逆に不景気になれば沈滞する。生産指数は国内における毎月の生産活動の状況（大きさ）を的確に表していることから、愛知県の生産指数を観察することにより県内の生産活動の状況把握が可能となる重要な経済指標の一つである。

よって、本検討では、愛知県の生産指数<sup>6)</sup>を地域産業の簡易構造モデルにおける生産量データとして扱う。下表の分類における業種ごとの生産指数が整理されている。

表 2 - 5 - ① - 2 愛知県の統計における鉱工業分類

分類1	分類2	分類3	分類4
鉱工業	製造工業	鉄鋼・非鉄金属工業	鉄鋼業
			非鉄金属工業
		金属製品工業	-
		生産用機械工業	-
		汎用・業務用機械工業	汎用機械工業
			業務用機械工業
		電子部品・デバイス工業	-
		電気・情報通信機械工業	電気機械工業
			情報通信機械工業
		輸送機械工業	自動車工業
			輸送機械工業(除、自動車工業)
		窯業・土石製品工業	-
		化学工業	無機・有機化学工業
			化学工業(除、無機・有機化学工業)
		石油・石炭製品工業	-
		プラスチック製品工業	-
		パルプ・紙・紙加工品工業	-
		繊維工業	-
		食料品工業	-
	その他工業	ゴム製品工業	
家具工業			
印刷業			
木材・木製品工業			
その他製品工業			
鉱業	-	-	

b) 生産量データの推移

Web 統計あいちから収集した愛知県の生産指数データ(2018年4月～2023年3月、月別生産指数データ)<sup>6)</sup>について、その推移を整理する。

図 2 - 5 - ① - 17～図 2 - 5 - ① - 22 に、分類 1 で鉱工業に該当する各業種の月ごとの生産指数の推移を示す。なお、推移は分類 1 から 4 の各段階の業種毎に整理した。

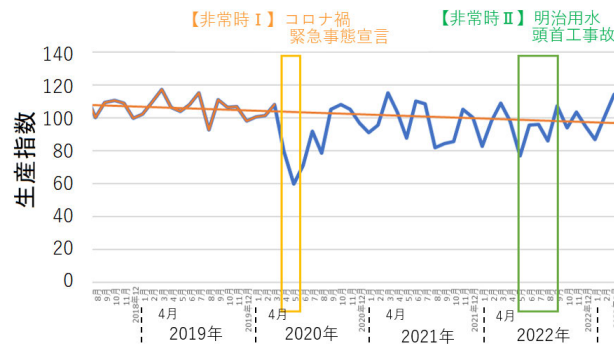
また、着目するべき外的要因のイベントは「非常時Ⅰ：コロナ禍による緊急事態宣言」と「非常時Ⅱ：明治用水頭首工事故」とした。

大部分の業種で 2020 年コロナ禍による緊急事態宣言の影響が確認できるが、明治用水頭首工事故については業種によって影響の出方が異なった。なお、影響の有無の判断は、以下の手順により、前年度の同じ月の生産指数と比較して 10%以上減少している場合は「影響あり」、10%未満もしくは現状程度～増加の場合は「影響なし」とする。

- ・ コロナ禍前の 2019 年の 1 年間を外部要因の影響がない平常時と想定し、生産指数の推移について全業種で近似直線を作成した。近似直線は、図 2 - 5 - ① - 17～図 2 - 5 - ① - 22 中に赤色の直線で示した。
- ・ 近似直線による減少幅を確認した結果、全業種のうちの 73% (33 業種中 24 業種) が 10%以内であったことから、平常時の自然減少と特異な減少(産業の萎縮)の閾値を 10%と設定した。

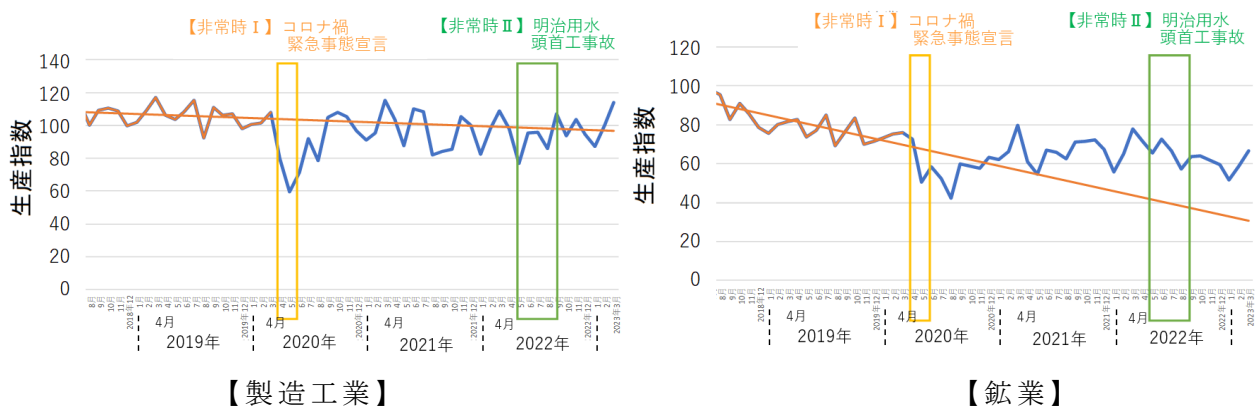


各業種の影響有無の評価結果を表2-5-①-3に示す。なお、業種によって外的要因のイベントの影響度は異なる。



【鉱工業】

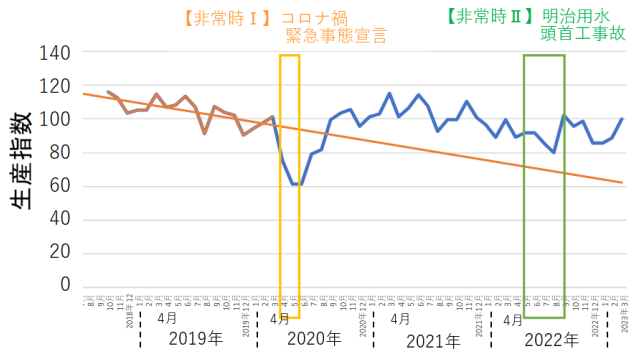
図2-5-①-17 各産業の生産指数の推移（分類1）



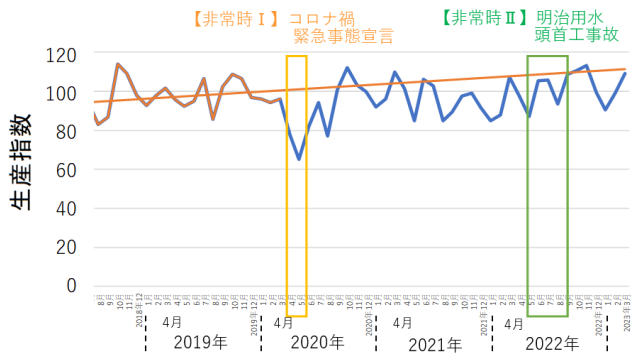
【製造工業】

【鉱業】

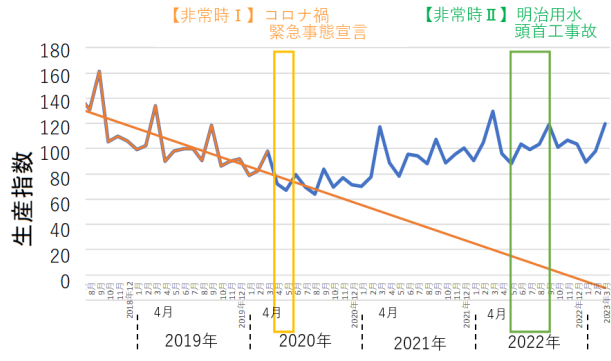
図2-5-①-18 各産業の生産指数の推移（分類2）



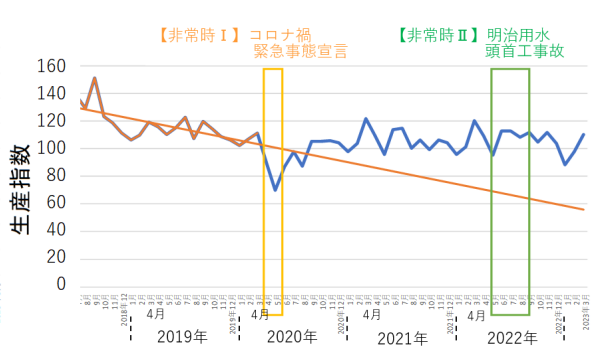
【鉄鋼・非鉄工業】



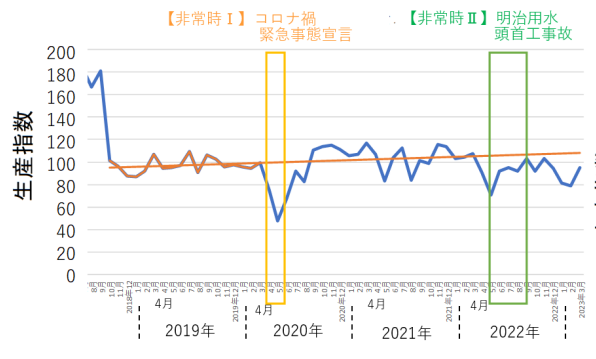
【金属製品工業】



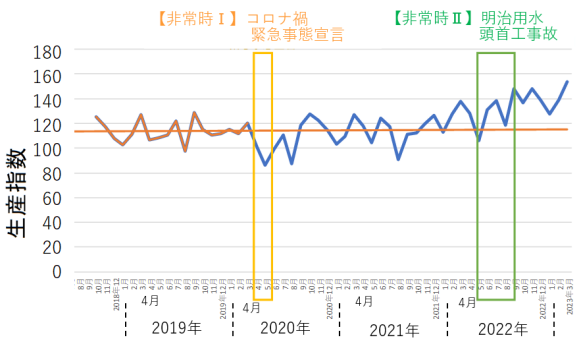
【生産用機械工業】



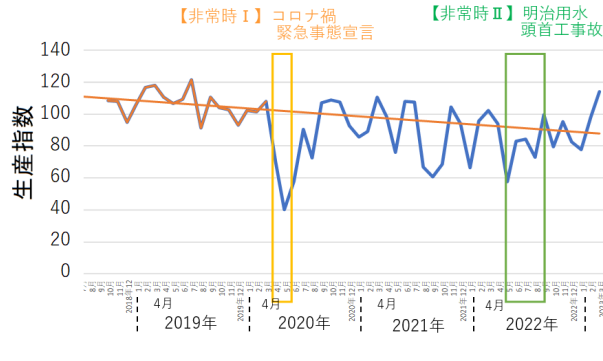
【汎用・業務用機械工業】



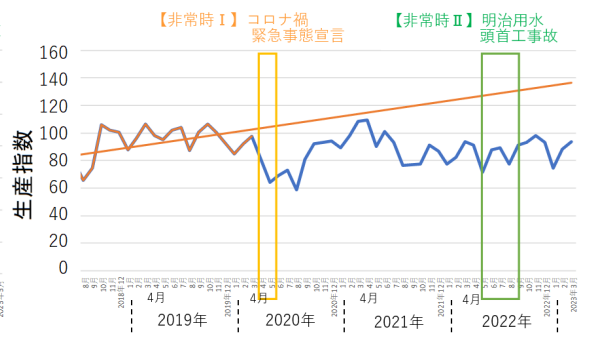
【電子部品・デバイス工業】



【電気・情報通信機械工業】

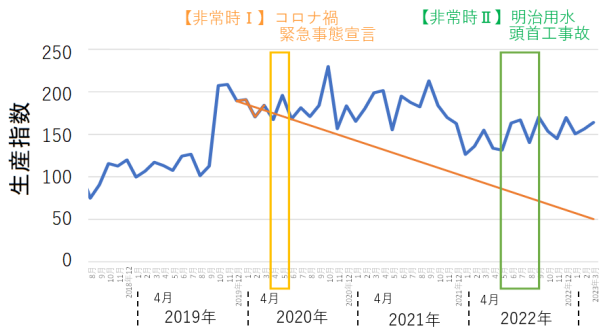


【輸送機械工業】

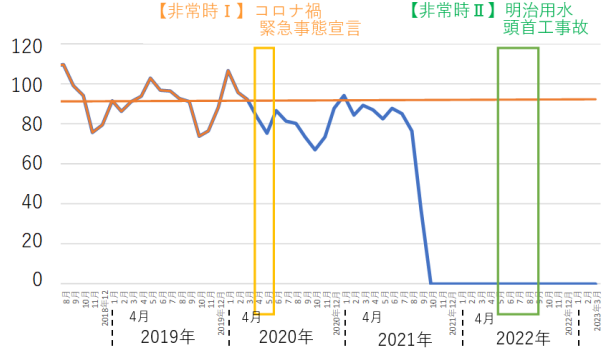


【窯業・土石製品工業】

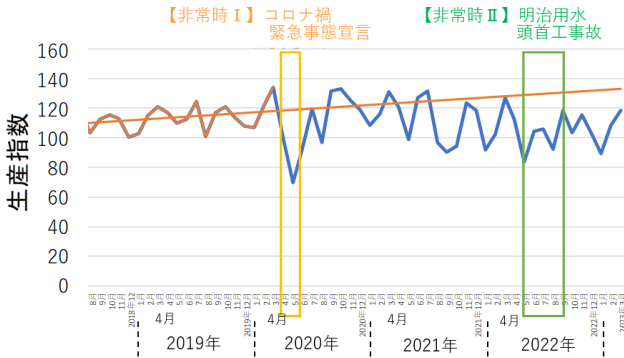
図 2 - 5 - ① - 19 各産業の生産指数の推移 (分類 3 ; その 1)



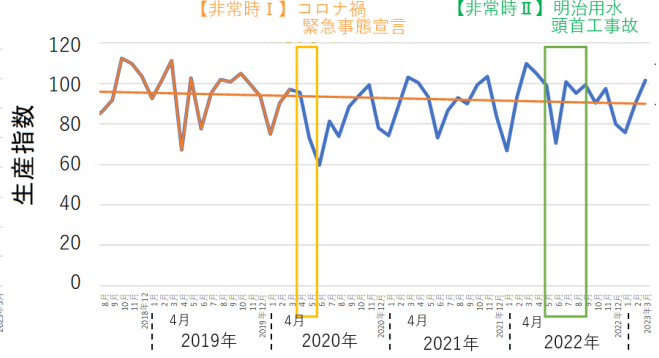
【化学工業】



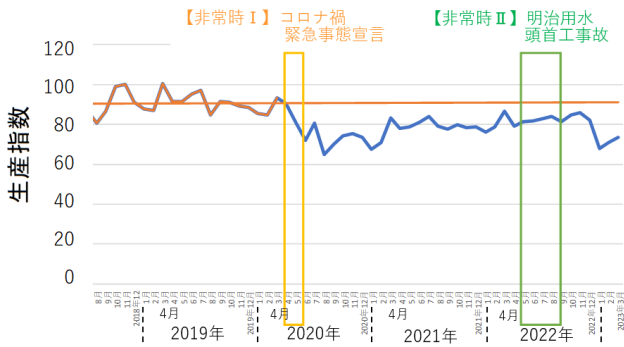
【石油・石炭製品工業】



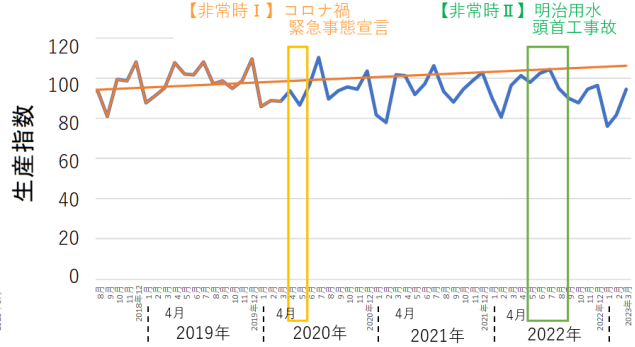
【プラスチック製品工業】



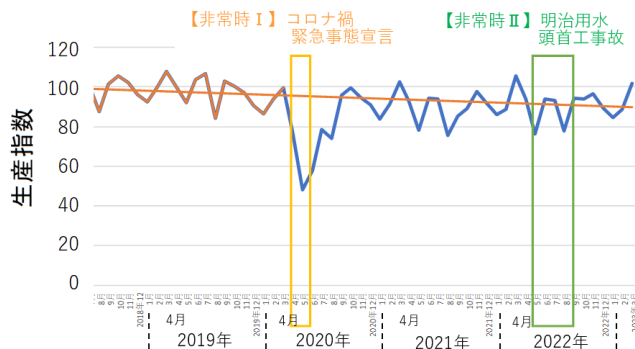
【パルプ・紙・紙加工品工業】



【繊維工業】

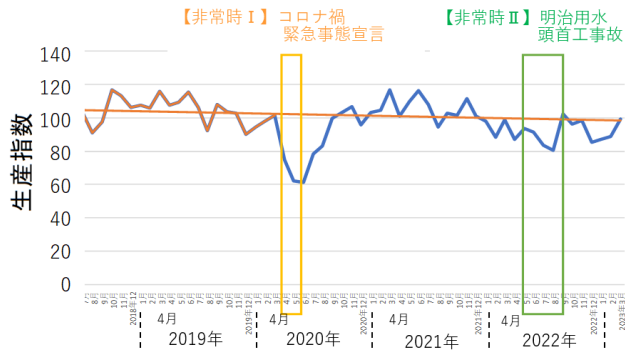


【食料品工業】

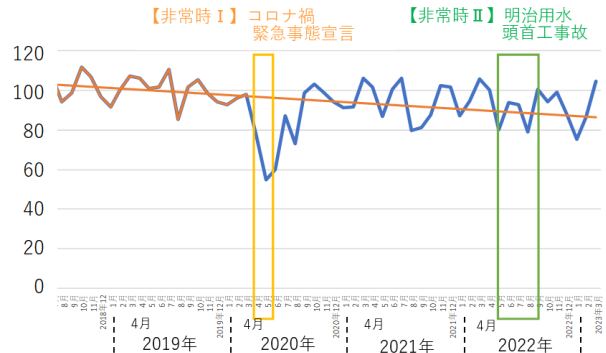


【その他工業】

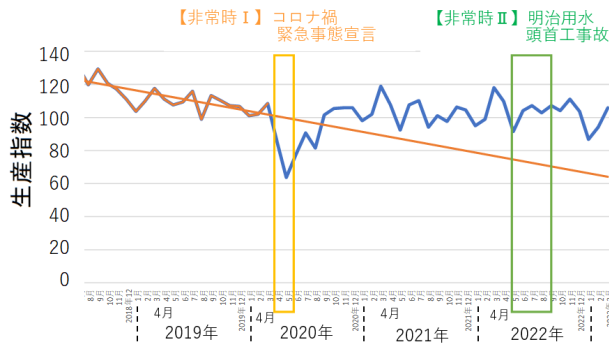
図 2 - 5 - ① - 20 各産業の生産指数の推移 (分類 3 ; その 2)



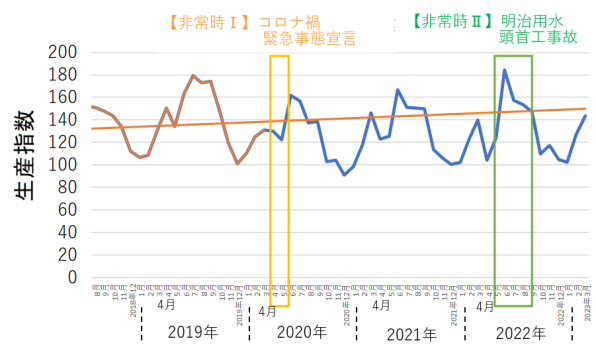
【鉄鋼業】



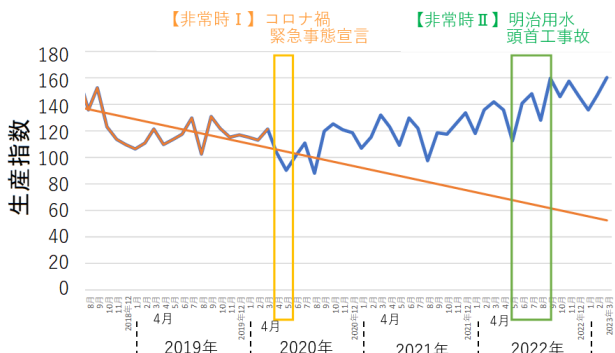
【非鉄金属工業】



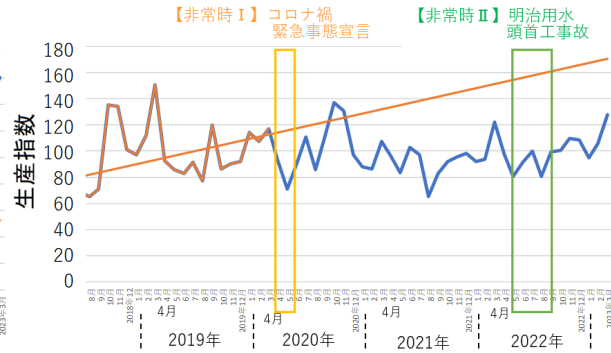
【汎用機械工業】



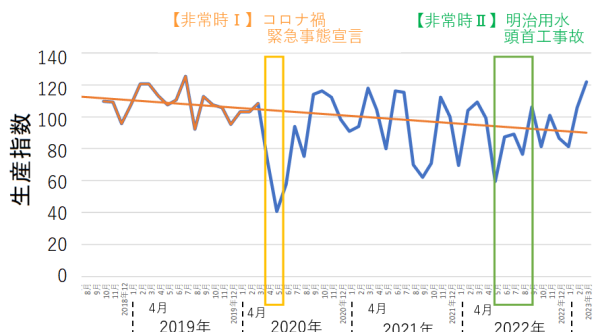
【業務用機械工業】



【電気機械工業】



【情報通信機械工業】

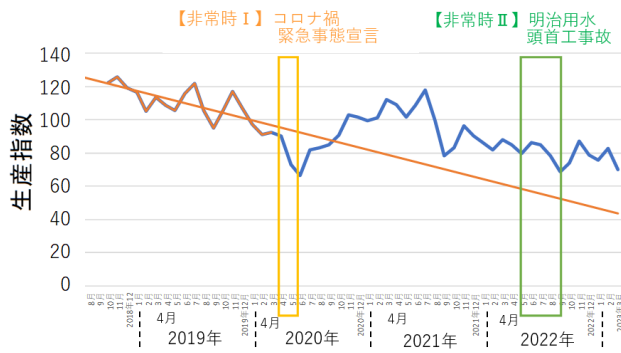


【自動車工業】

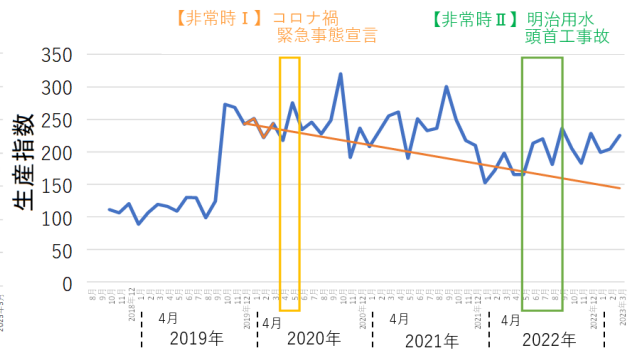


【輸送機械工業(除、自動車工業)】

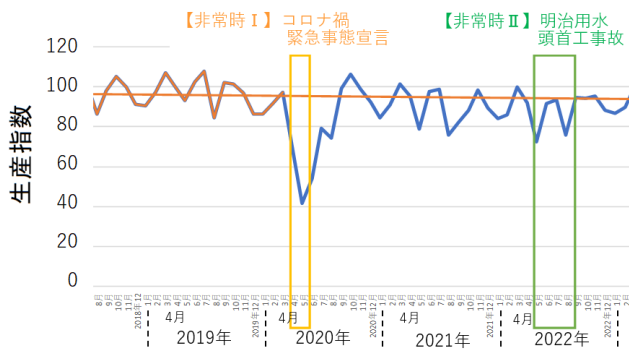
図 2 - 5 - ① - 21 各産業の生産指数の推移 (分類 4 ; その 1)



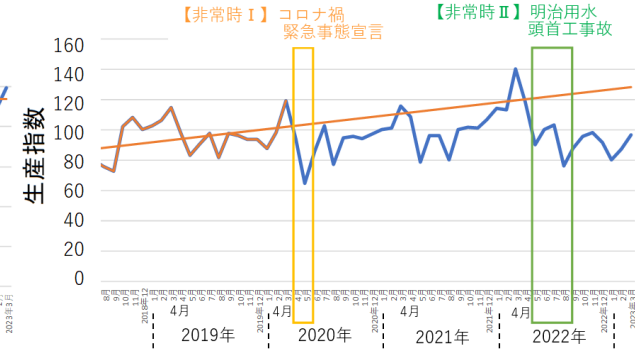
【無機・有機化学工業】



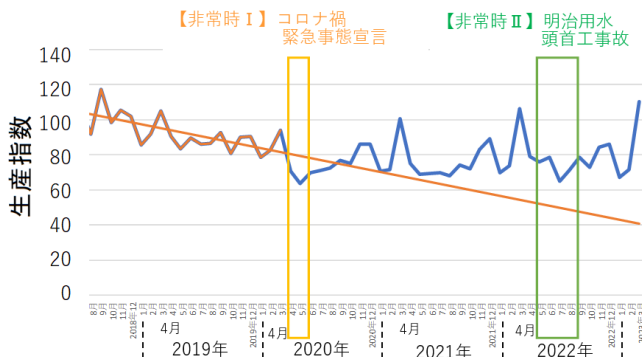
【化学工業(除、無機・有機化学工業)】



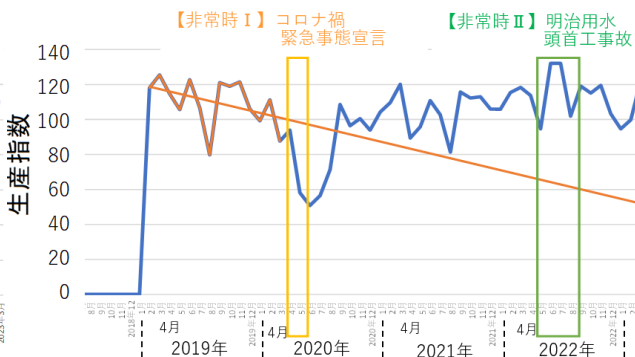
【ゴム製品工業】



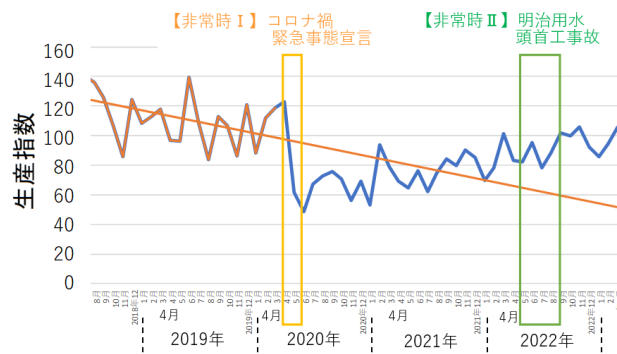
【家具工業】



【印刷業】



【木材・木製品工業】



【その他製品工業】

図 2-5-①-22 各産業の生産指数の推移 (分類 4 ; その 2)

表 2 - 5 - ① - 3 各業種の生産指数への影響

分類	業種	非常時 I コロナ禍緊急事態宣言	非常時 II 明治用水頭首工事故
分類 1	鉱工業	影響あり	影響あり
分類 2	製造工業	影響あり	影響あり
	鉱業	影響あり	影響なし
分類 3	鉄鋼・非鉄金属工業	影響あり	影響あり
	金属製品工業	影響あり	影響なし
	生産用機械工業	影響あり	影響なし
	汎用・業務用機械工業	影響あり	影響なし
	電子部品・デバイス工業	影響あり	影響あり
	電気・情報通信機械工業	影響あり	影響なし
	輸送機械工業	影響あり	影響あり
	窯業・土石製品工業	影響あり	影響あり
	化学工業	影響あり	影響あり
	石油・石炭製品工業	影響あり	(データなし)
	プラスチック製品工業	影響あり	影響あり
	パルプ・紙・紙加工品工業	影響あり	影響なし
	繊維工業	影響あり	影響なし
	食料品工業	影響あり	影響なし
その他工業	影響あり	影響なし	
分類 4	鉄鋼業	影響あり	影響あり
	非鉄金属工業	影響あり	影響なし
	汎用機械工業	影響あり	影響なし
	業務用機械工業	影響なし	影響なし
	電気機械工業	影響あり	影響なし
	情報通信機械工業	影響あり	影響なし
	自動車工業	影響あり	影響あり
	輸送機械工業 (除、自動車工業)	影響あり	影響あり
	無機・有機化学工業	影響あり	影響あり
	化学工業 (除、無機・有機化学工業)	影響なし	影響あり
	ゴム製品工業	影響あり	影響なし
	家具工業	影響あり	影響なし
	印刷業	影響あり	影響なし
	木材・木製品工業	影響あり	影響なし
その他製品工業	影響あり	影響なし	

#### 4) input データと output データの相関分析

前章までで整理した工業用水道、電力 (input) データと生産量 (output) データの相関関係の分析により、地域産業における簡易構造モデルで示した非常時 I、II の検証を行う。

##### a) 分析データの概要

input データは西三河地域の系統別に整理した月ごとの工業用水道、電力の需要量、output データは愛知県全体の月ごとの生産指数を用いる。

※工業用水道、電力 (input) データは西三河地域の系統別 (青系統、赤系統、緑系統) の値としたことに対し、生産量 (output) データは愛知県全体での値を使用した。

なお、西三河地域と愛知県の生産指数には差異があるが、本研究で対象とした業種に占める製造業の割合が高い。製造業における愛知県内での西三河地区のシェアは、56.8% (2019 年度調査)<sup>7)</sup> であるため、愛知県の数値で代替することとした。

各系統における生産量 (output) データは、西三河工業用水道の配水系統ごとの業種別契約水量割合に基づき、以下の産業の生産指数とする。

- ・青系統：全体の 87% を占める輸送機器工業の生産指数
- ・赤系統：全体の 97% を占める輸送機器工業の生産指数
- ・緑系統：各産業の比率に応じた生産指数

##### 緑系統：各産業の比率に応じた生産指数の作成方法

例) 輸送機器の指標値が 90・化学工業の指標値が 95、鉄鋼業の指標値が 80 として、輸送機器の割合が 60%・化学工業の割合が 20%、鉄鋼業の割合が 20% の場合  
 $90 \times 0.6 + 95 \times 0.2 + 80 \times 0.2 = 89.5$

分析期間は工業用水道、電力 (input) データと生産量 (output) データの 3 つのデータが揃う 2020 年 4 月～2022 年 10 月とし、「非常時 I：コロナ禍による緊急事態宣言 (2020 年 4 月～2020 年 5 月)」と「非常時 II：明治用水頭首工事故 (2022. 5～2022. 8)」に着目して、相関分析を行う。

##### b) 分析ケースの設定

地域産業における簡易構造モデルで示した平常時及び非常時 I、II の検証を行うための分析ケースを以下のとおり設定する。

- ・ケース 1：平常時 (コロナ禍の緊急事態宣言と明治用水頭首工事故を除く期間)  
⇒2020 年 6 月～2022 年 4 月、2022 年 9 月～2022 年 10 月
- ・ケース 2：非常時 I (平常時+コロナ禍の緊急事態宣言期間)  
⇒2020 年 4 月～2022 年 4 月、2022 年 9 月～2022 年 10 月
- ・ケース 3：非常時 II (平常時+明治用水頭首工事故期間)  
⇒2020 年 6 月～2022 年 10 月

c) 分析方法

目的変数を output データ（生産指数）、説明変数を input データ（電力指数と工水指数）とした重回帰分析を行い、分析結果から input データと output データの関係性（工業用水道データや電力データが地域産業の萎縮状態などをリニアに観測するための指標として活用できるか）を考察する。

具体的な分析方法を以下に整理する。

（分析方法 1）

- 各ケースの重回帰分析結果の比較  
→補正  $R^2$ （自由度調整済み決定係数）や有意 F などの評価指標に着目し、各ケースの変化量を分析する。

（分析方法 2）

- 非常時期間における実績値と作成した重回帰式による予測値の比較  
→非常時期間における実績値と平常時の重回帰式から得られる予測値の乖離状況を分析する。

（参考）重回帰分析に関する指標

- 重決定  $R^2$   
重決定  $R^2$  は、回帰分析における決定係数のことである。  
「寄与率」とも呼ばれ、回帰分析から得られた回帰式が目的変数の値の変動をどの程度説明できているかを表す指標である。1 に近ければ近いほど回帰式の精度が高いことを意味する。
- 補正  $R^2$   
補正  $R^2$  は、自由度調整済み決定係数である。  
重決定  $R^2$  は説明変数の個数が多いほど 1 に近づく性質がある。これに対し、補正  $R^2$  は普通の決定係数がデータ数の増加とともに無条件に上昇することを補正した決定係数である。
- 有意 F  
回帰分析で使用した説明変数だけでは目的変数を説明できない確率を示すものである。この数値が小さいほど目的変数をよく説明できる回帰式といえる。目安としては、有意 F が 0.05 未満（モデルの妥当性を特に厳しく評価する場合は 0.01 未満）であれば、有用な回帰式を得られた可能性が高いと判断できる。
- P 値  
各説明変数が目的変数に対して関係があるかを示す指標である。  
一般的に、P 値が 0.05 未満であれば、その説明変数が目的変数に対して「関係性がありそう」と判断することができる。
- t 値  
各説明変数が目的変数に与える影響の大きさを示す指標である。  
目安としては、t 値の絶対値が大きければ大きいほど説明変数は目的変数を説明できていることを示す。絶対値が 2 よりも小さい場合は、統計的に判断して、その説明変数は目的変数に影響していないと判断することができる。



d) 分析結果

i) 青系統

青系統の平常時の重回帰分析結果を以下に示す。補正 R<sup>2</sup> 値は 0.570 のため、生産指数に対する電力指数と工水指数の説明力は中程度といえる。説明変数の影響度としては、t 値が大きい電力指数の影響が大きく、工水指数の影響は小さい。

表 2-5-①-4 青系統 重回帰分析結果 (ケース 1)

概要								
回帰統計								
重相関 R	0.778							
重決定 R <sup>2</sup>	0.606							
補正 R <sup>2</sup>	0.570							
標準誤差	15.460							
観測数	25							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F			
回帰	2	8088	4044	16.92	0.000			
残差	22	5258	239					
合計	24	13346						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-7.799	50.282	-0.155	0.878	-112.076	96.479	-112.076	96.479
電力指数	1.815	0.554	3.273	0.003	0.665	2.965	0.665	2.965
工水指数	-0.833	0.986	-0.845	0.407	-2.877	1.211	-2.877	1.211

得られた回帰式に緊急事態宣言時(非常時 I)と明治用水頭首工事故時(非常時 II)の電力指数と工水指数を入力した結果、非常時 I には生産指数の実績値は予測値を下回り、非常時 II には実績値は予測値を上回った。

表 2-5-①-5 青系統 予測値と実績値の比較

緊急事態宣言

	電力指数	工水指数	生産指数		
			予測値(A)	実績値(B)	B/A
2020/04	100	100	90	100	▲11%
2020/05	75	87	55	57	▲4%
2020/06	110	96	111	82	▼27%

↑ 非常時 I

明治頭首工事故

	電力指数	工水指数	生産指数		
			予測値(A)	実績値(B)	B/A
2022/04	114	100	116	133	▲15%
2022/05	90	74	94	82	▼13%
2022/06	124	65	163	118	▼28%
2022/07	128	79	159	120	▼25%
2022/08	118	86	135	104	▼23%
2022/09	137	107	151	141	▼6%

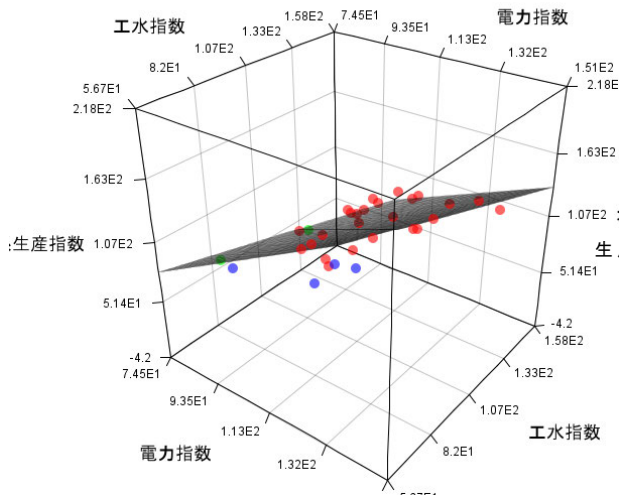
↑ 非常時 II

平常時の重回帰式を面で表現し、平常時・非常時 I・非常時 II 3 色の 3 次元プロットで表現した。

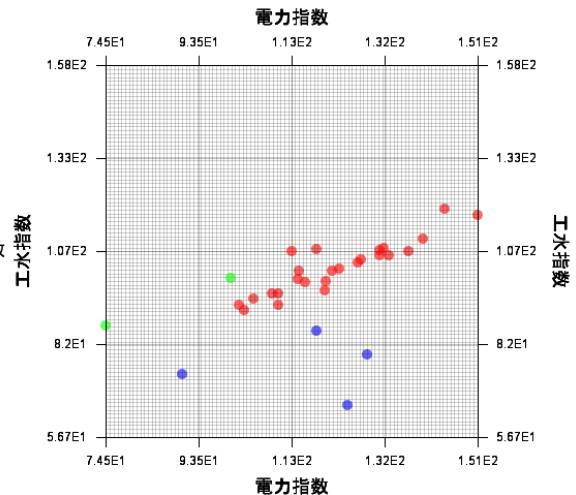
3 次元プロットから、非常時 I は重回帰式の面より上、非常時 II は重回帰式の面より下にプロットがされている。

工水指数-生産指数のプロットから、平常時において、工水指数の増減が小さく、生産指数のプロットのばらつきも小さいが、非常時Ⅰには工水指数の減少に伴い生産指数に減少傾向がみられる。非常時Ⅱには、工水指数が減少しても、生産指数は大きくは変わらない。

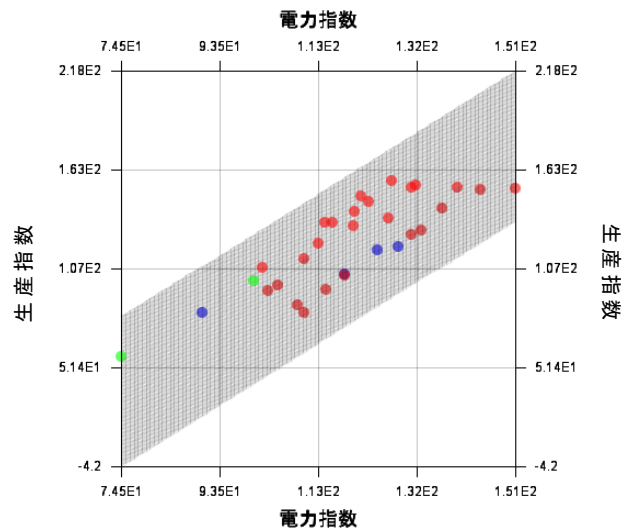
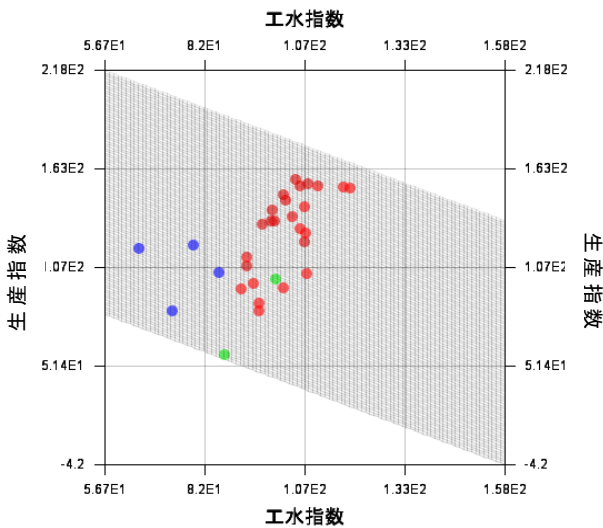
電力指数-生産指数のプロットから、平常時において電力指数の増加に伴い生産指数が増加する傾向がみられ、非常時Ⅰや非常時Ⅱにも同様の傾向がみられる。



【3次元図】



【平面図】



【平面図】

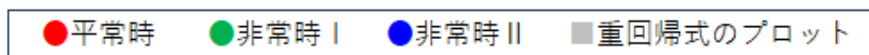


図 2 - 5 - ① - 23 青系統 重回帰分析結果

平常時に非常時Ⅰを加えて重回帰分析をした結果（ケース2）、ケース1と比較して有意水準  $f$  値は小さくなり、補正  $R^2$  値は大きくなった。

表 2 - 5 - ① - 6 青系統 重回帰分析結果 (ケース 2)

概要								
回帰統計								
重相関 R	0.845							
重決定 R <sup>2</sup>	0.715							
補正 R <sup>2</sup>	0.691							
標準誤差	14.895							
観測数	27							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F			
回帰	2	13343	6671	30.07	0.000			
残差	24	5324	222					
合計	26	18667						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-12.746	47.490	-0.268	0.791	-110.760	85.268	-110.760	85.268
電力指数	1.685	0.398	4.233	0.000	0.863	2.506	0.863	2.506
工水指数	-0.628	0.824	-0.762	0.453	-2.329	1.072	-2.329	1.072

平常時に非常時Ⅱを加えて重回帰分析をした結果(ケース3)、ケース1と比較して有意水準 f 値は小さくなり、補正 R<sup>2</sup> 値は大きくなった。

表 2 - 5 - ① - 7 青系統 重回帰分析結果 (ケース 3)

概要								
回帰統計								
重相関 R	0.796							
重決定 R <sup>2</sup>	0.633							
補正 R <sup>2</sup>	0.605							
標準誤差	14.961							
観測数	29							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F			
回帰	2	10034	5017	22.41	0.000			
残差	26	5820	224					
合計	28	15854						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-54.002	27.431	-1.969	0.060	-110.388	2.384	-110.388	2.384
電力指数	1.200	0.261	4.591	0.000	0.663	1.738	0.663	1.738
工水指数	0.338	0.296	1.143	0.264	-0.270	0.946	-0.270	0.946

ii) 赤系統

赤系統の平常時の重回帰分析結果を下表に示す。補正 R<sup>2</sup> 値は 0.376 のため、生産指数に対する電力指数と工水指数の説明力は高くはない。説明変数の影響度としては、t 値が大きい電力指数の影響が大きく、工水指数の影響は小さい。

表 2 - 5 - ① - 8 赤系統 重回帰分析結果 (ケース 1)

概要

回帰統計	
重相関 R	0.654
重決定 R2	0.428
補正 R2	0.376
標準誤差	18.622
観測数	25

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	2	5717	2858	8.24	0.002
残差	22	7629	347		
合計	24	13346			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	69.397	36.628	1.895	0.071	-6.565	145.360	-6.565	145.360
電力指数	1.383	0.341	4.060	0.001	0.677	2.090	0.677	2.090
工水指数	-1.031	0.391	-2.635	0.015	-1.843	-0.220	-1.843	-0.220

得られた回帰式に非常時 I と非常時 II の電力指数と工水指数を入力した結果、非常時 I と非常時 II のどちらにおいても生産指数の実績値は予測値を下回った。

表 2 - 5 - ① - 9 赤系統 予測値と実績値の比較

緊急事態宣言

	電力指数	工水指数	生産指数		
			予測値(A)	実績値(B)	B/A
2020/04	100	100	105	100	▼4%
2020/05	70	86	78	57	▼26%
2020/06	111	118	101	82	▼19%

↑ 非常時 I ↓

明治頭首工事故

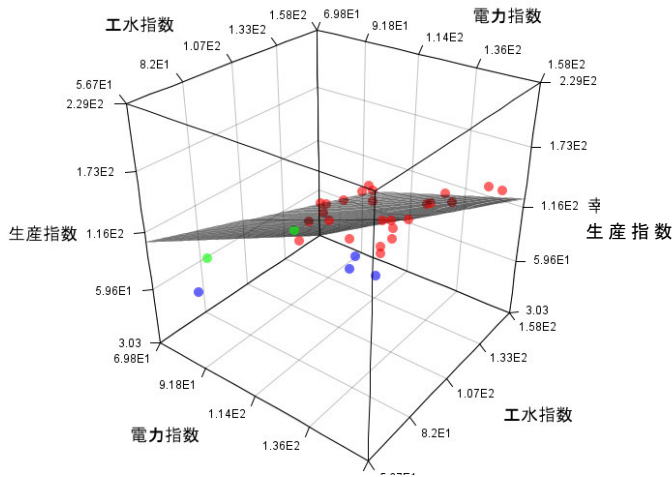
	電力指数	工水指数	生産指数		
			予測値(A)	実績値(B)	B/A
2022/04	119	94	137	133	▼2%
2022/05	93	57	139	82	▼41%
2022/06	135	82	171	118	▼31%
2022/07	144	83	182	120	▼34%
2022/08	127	98	144	104	▼28%
2022/09	140	121	138	141	▲2%

↑ 非常時 II ↓

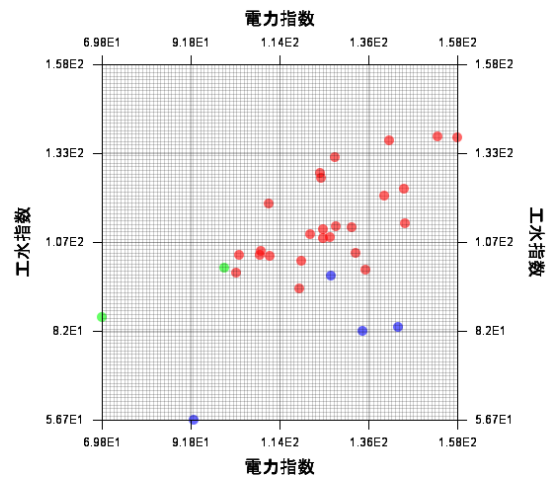
平常時の重回帰式を面で表現し、平常時・非常時 I ・非常時 II を 3 色の 3 次元プロットで表現した。3 次元プロットから、非常時 I と非常時 II は、重回帰式の面より下にプロットがされている。

工水指数-生産指数のプロットから、平常時において、工水指数の増減に関わらず、生産指数のプロットは分散しているが、非常時 I と非常時 II には工水指数の減少に伴い生産指数も減少傾向がみられる。

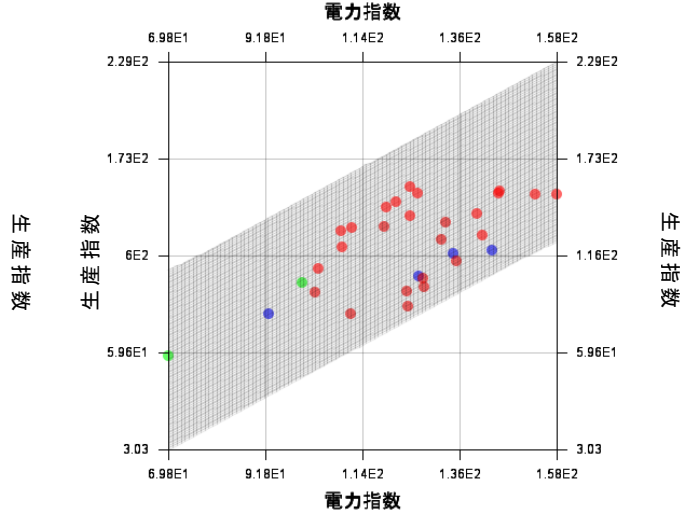
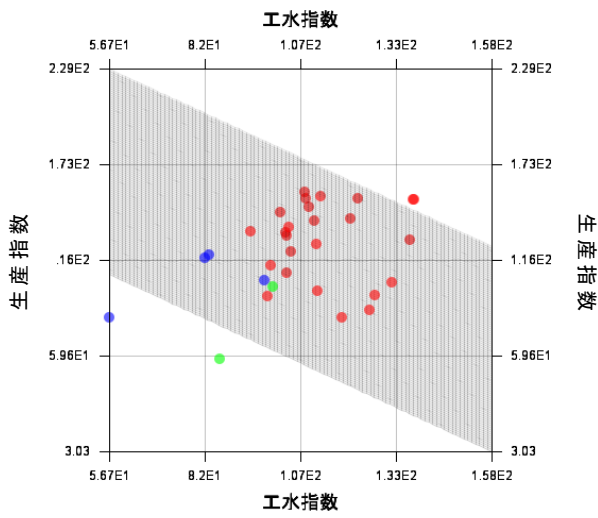
電力指数-生産指数のプロットから、平常時において電力指数の増加に伴い生産指数が増加する傾向がみられ、非常時 I や非常時 II にも同様の傾向がみられる。



【3次元図】



【平面図】



【平面図】

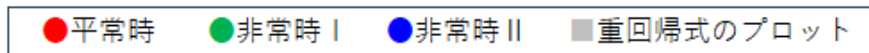


図 2 - 5 - ① - 24 赤系統 重回帰分析結果

平常時に非常時Ⅰを加えて重回帰分析をした結果（ケース2）、ケース1と比較して有意水準  $f$  値は小さくなり、補正  $R^2$  値は大きくなった。

表 2 - 5 - ① - 10 赤系統 重回帰分析結果 (ケース 2)

概要									
回帰統計									
重相関 R	0.760								
重決定 R <sup>2</sup>	0.578								
補正 R <sup>2</sup>	0.543								
標準誤差	18.117								
観測数	27								
分散分析表									
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F				
回帰	2	10790	5395	16.44	0.000				
残差	24	7877	328						
合計	26	18667							
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%	
切片	52.904	29.520	1.792	0.086	-8.022	113.831	-8.022	113.831	
電力指数	1.530	0.281	5.453	0.000	0.951	2.110	0.951	2.110	
工水指数	-1.055	0.380	-2.778	0.010	-1.839	-0.271	-1.839	-0.271	

平常時に非常時 I を加えて重回帰分析をした結果 (ケース 2)、ケース 1 と比較して有意水準 f 値は小さくなり、補正 R<sup>2</sup> 値は大きくなった。

表 2 - 5 - ① - 11 赤系統 重回帰分析結果 (ケース 3)

概要									
回帰統計									
重相関 R	0.531								
重決定 R <sup>2</sup>	0.282								
補正 R <sup>2</sup>	0.227								
標準誤差	20.920								
観測数	29								
分散分析表									
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F				
回帰	2	4476	2238	5.11	0.013				
残差	26	11378	438						
合計	28	15854							
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%	
切片	22.666	33.483	0.677	0.504	-46.160	91.491	-46.160	91.491	
電力指数	0.835	0.301	2.770	0.010	0.215	1.454	0.215	1.454	
工水指数	-0.035	0.264	-0.133	0.895	-0.577	0.507	-0.577	0.507	

### iii) 緑系統

緑系統の平常時の重回帰分析結果を下表に示す。補正 R<sup>2</sup> 値は小さいため、生産指数に対する電力指数と工水指数の影響は小さい。説明変数の影響度としては、t 値が大きい工水指数の影響が大きく、電力指数の影響は小さい。

表 2-5-①-12 緑系統 重回帰分析結果 (ケース 1)

#### 概要

回帰統計	
重相関 R	0.686
重決定 R <sup>2</sup>	0.471
補正 R <sup>2</sup>	0.420
標準誤差	9.934
観測数	24

#### 分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	2	1844	922	9.34	0.001
残差	21	2072	99		
合計	23	3916			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-88.523	51.439	-1.721	0.100	-195.496	18.450	-195.496	18.450
電力指数	0.039	0.270	0.145	0.886	-0.522	0.600	-0.522	0.600
工水指数	2.088	0.598	3.492	0.002	0.844	3.331	0.844	3.331

得られた回帰式に非常時 I と非常時 II の電力指数と工水指数を入力した結果、非常時 I には生産指数の実績値は予測値を下回り、非常時 II には実績値は予測値を上回った。どちらの非常時においても、予測値は実測値と乖離した。

表 2-5-①-13 緑系統 予測値と実績値の比較

#### 緊急事態宣言

	電力指数	工水指数	生産指数		
			予測値(A)	実績値(B)	B/A
2020/04	100	100	124	100	▼19%
2020/05	80	91	104	96	▼7%
2020/06	102	94	112	101	▼10%

↑ 非常時 I ↓

#### 明治頭首工事故

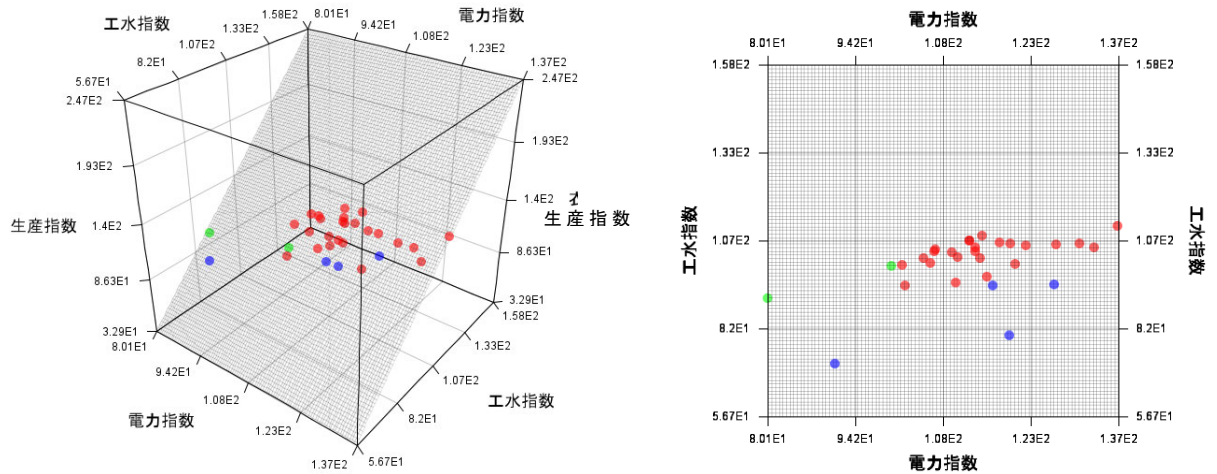
	電力指数	工水指数	生産指数		
			予測値(A)	実績値(B)	B/A
2022/04	110	104	133	122	▼8%
2022/05	91	72	65	105	▲61%
2022/06	119	80	83	139	▲67%
2022/07	126	95	114	138	▲21%
2022/08	117	94	113	114	▲1%
2022/09	133	105	136	130	▼4%

↑ 非常時 II ↓

平常時の重回帰式を面で表現し、平常時・非常時 I・非常時 II を 3 色の 3 次元プロットで表現した。3 次元プロットから、非常時 I は重回帰式の面より下、非常時 II は重回帰式の面より上にプロットがされている。

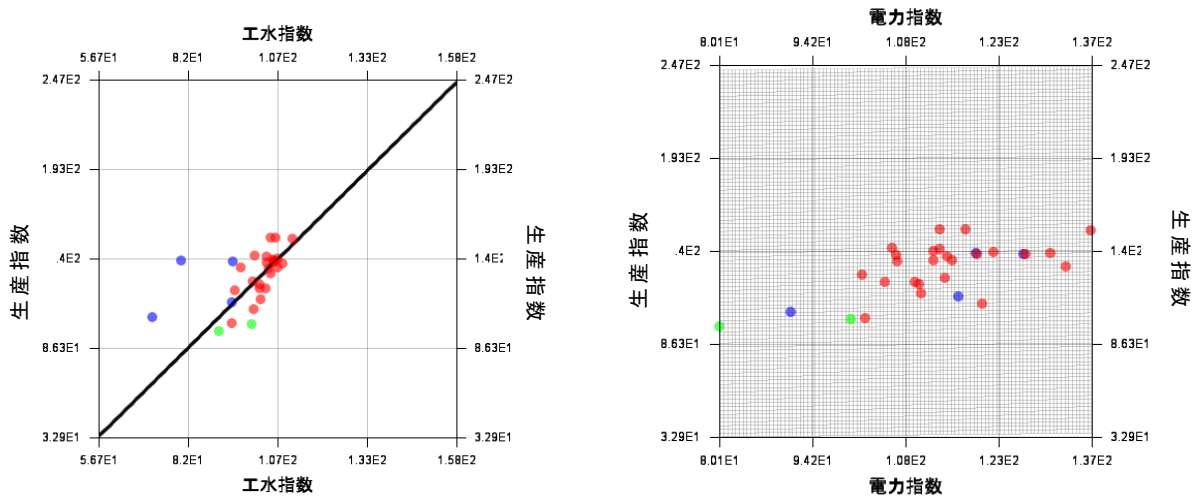
工水指数-生産指数のプロットから、平常時において電力指数の増加に伴い生産指数が増加する傾向がみられ、非常時Ⅰと非常時Ⅱには工水指数の減少に伴い生産指数も減少傾向がみられる。

電力指数-生産指数のプロットから、工水指数の増減に関わらず、生産指数のプロットは分散しており、非常時Ⅰや非常時Ⅱにも同様の傾向がみられる。



【3次元図】

【平面図】



【平面図】

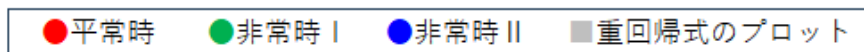


図 2 - 5 - ① - 25 緑系統 重回帰分析結果

平常時に非常時Ⅰを加えて重回帰分析をした結果（ケース2）、ケース1と比較して有意水準 f 値は小さくなり、補正 R<sup>2</sup> 値は大きくなった。



表 2 - 5 - ① - 14 緑系統 重回帰分析結果 (ケース 2)

概要									
回帰統計									
重相関 R	0.599								
重決定 R <sup>2</sup>	0.359								
補正 R <sup>2</sup>	0.307								
標準誤差	11.409								
観測数	28								
分散分析表									
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F				
回帰	2	1820	910	6.99	0.004				
残差	25	3254	130						
合計	27	5074							
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%	
切片	18.855	30.104	0.626	0.537	-43.144	80.855	-43.144	80.855	
電力指数	0.454	0.246	1.847	0.077	-0.052	0.961	-0.052	0.961	
工水指数	0.595	0.289	2.059	0.050	0.000	1.190	0.000	1.190	

平常時に非常時Ⅱを加えて重回帰分析をした結果(ケース3)、ケース1と比較して有意水準 f 値は大きくなり、補正 R<sup>2</sup> 値は小さくなった。

表 2 - 5 - ① - 15 緑系統 重回帰分析結果 (ケース 3)

概要									
回帰統計									
重相関 R	0.599								
重決定 R <sup>2</sup>	0.359								
補正 R <sup>2</sup>	0.307								
標準誤差	11.409								
観測数	28								
分散分析表									
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F				
回帰	2	1820	910	6.99	0.004				
残差	25	3254	130						
合計	27	5074							
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%	
切片	18.855	30.104	0.626	0.537	-43.144	80.855	-43.144	80.855	
電力指数	0.454	0.246	1.847	0.077	-0.052	0.961	-0.052	0.961	
工水指数	0.595	0.289	2.059	0.050	0.000	1.190	0.000	1.190	

#### iv) 考察

本検討では、地域産業の活動状況を表現する簡易構造モデルを構築し、その妥当性を検証した。3つの系統の分析結果をまとめると、以下のとおりである。

ケース1とケース2の結果より、非常時Ⅰのような状況を想定する場合には、inputデータの観測により産業の活性度合いを把握することが可能であると言えるものの、非常時Ⅱのような状況を想定する場合には、観測対象の input データの見直し等が必要となる。

- ・ 工業用水道の使用水量と電力の使用量のいずれか、または双方の増減に伴って生産指数も増減する傾向はみられる

平常時の生産指数を工業用水道と電力量の2つの説明変数を用いた簡易構造モデルで表すことで、工業用水道の使用水量と電力の使用量の増減に伴って生産指数も増減するという関係性を確認することができた。産業の活性度を把握するために、リアルタイムデータである工水や電力需要を観察することは有用である。

- ・ 非常時Ⅰでは、簡易構造モデルの妥当性を示すことができる

非常時Ⅰのように、産業活動の委縮に伴い、電力や工水の投入量が減少する場合は、平常時の回帰式の延長上にプロットが乗るため、結果的に回帰式の精度が高くなった。これより、Input(工水と電力)が増減すれば、それに連動してoutput(生産)も増減するという傾向が確認でき、簡易構造モデルの妥当性を示すことができる。

- ・ 非常時Ⅱでは、簡易構造モデルの妥当性を示すことができない

非常時Ⅱのように、工水のみが減少し、電力や生産が減少しない場合、平常時の回帰式の延長上にプロットが乗らないため、結果的に回帰式の精度が低くなった。これでは、Input(工水と電力)が増減すれば、それに連動してoutput(生産)も増減するという傾向が確認できず、簡易構造モデルの妥当性を示すことができない。

要因として、工水が生産に大きな影響を及ぼさないことが挙げられる。特に、青系統と赤系統では工水が回帰式に与える影響が小さかった。

青系統と赤系統の主たる産業は輸送機械工業である。産業中分類別に水源別用水量を見ると、輸送機械工業は94%が回収水であり、工業用水道の供給量はわずか3%である(トヨタにおいては99%の水を再利用している)。輸送機器が主たる産業である青系統と赤系統では、非常時Ⅱにおいて、工水の再利用や緊急時井戸を活用することで、工水の投入量低下が生産活動に大きな影響を及ぼさなかったことが考えられる。

- ・ 生産指数に対して、青系統と赤系統では電力指数の影響が大きく、緑系統では工水指数の影響が大きい

生産指数に対する工水需要と電力需要の関係をみる重回帰式の相関( $R^2$ 値)は高くはないため、説明変数2つの簡易構造モデルで複雑な産業構造をすべて説明しようとするのは難しいといえる。例えば、生産指数に対する影響は、緑系統では電力需要よりも工水需要のほうが大きく、青系統と赤系統では工水需要よりも電力需要の影響が大きいという点からも、産業構造によって指数の影響度が異なることが伺える。

参考検討として、工水指数と電力指数を分けて生産指数との関係を再整理したものを後述する。

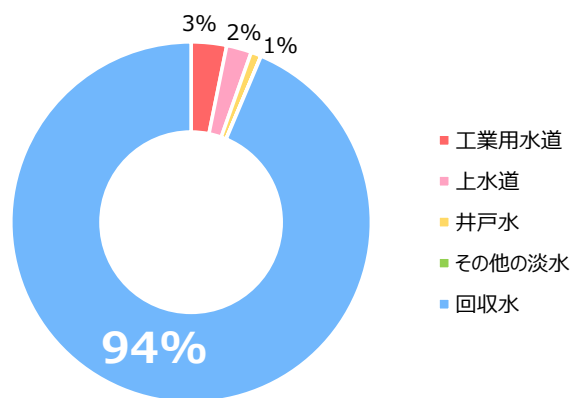


図 2-5-①-26 輸送機械工業 一日当たり水源別用水量 (愛知県) 8)

表 2-5-①-16 重回帰分析結果の比較まとめ

		衣浦系	北部系	幸田系	
ケース① 平常時 緊急事態宣言と明治頭首工事故を除く 2020.6~2022.4、2022.9~2022.10	補正 R2	0.42	0.57	0.38	
	有意 F	0.001	0.000	0.002	
	t	電力	0.15	3.27	4.06
		工水	3.49	-0.85	-2.63
	P-値	電力	0.89	0.00	0.00
		工水	0.00	0.41	0.02
ケース② 非常時 I 平常時+緊急事態宣言期間 2020.4~2022.4、2022.9~2022.10	補正 R2	0.54	0.69	0.54	
	有意 F	0.000	0.000	0.000	
	t	電力	0.82	4.23	5.45
		工水	3.34	-0.76	-2.78
	P-値	電力	0.42	0.00	0.00
		工水	0.00	0.45	0.01
ケース③ 非常時 II 平常時+明治頭首工事故 2020.6~2022.10	補正 R2	0.31	0.60	0.23	
	有意 F	0.004	0.000	0.013	
	t	電力	1.85	4.59	2.77
		工水	2.06	1.14	-0.13
	P-値	電力	0.08	0.00	0.01
		工水	0.05	0.26	0.90

< 参考検討 >

横軸に工水指数及び電力指数を、縦軸に生産指数をとって散布図を作成した。

近似式は、平常時のプロットを基に算出した式である。

産業活動が停滞する非常時 I においては、どの散布図においても平常時よりも左下に位置しており、生産指数の低下に伴い、工水及び電力指数が低下することが分かる。

また、産業構造が似ている地域の生産指数と工水指数の関係に着目すると、青系統では正の相関があり、赤系統では無相関である。これは工場の分類や工場での水使用状況など、より詳細な要因が影響していると考えられる。

○青系統

工水指数は、平常時の傾向（工水指数の減少に伴いと生産指数も減少する）が非常時 I では確認できるものの、非常時 II では工水指数が減少しても生産指数に影響を与えていない。

一方、電力指数は、平常時の傾向（電力指数の減少に伴い、生産指数も減少する）が非常時Ⅰと非常時Ⅱでも確認することができる。

簡易構造モデルとしては、工水指数と電力指数を用いた重回帰式ではなく、電力指数による単回帰式によるモデルが望ましい可能性がある。

#### ○赤系統

工水指数は、平常時においても工水指数と生産指数に相関がないことが分かる。これは、重回帰式による検証でも同様の結果が得られている。

一方、電力指数は、平常時の傾向（電力指数の減少に伴い、生産指数も減少する）が非常時Ⅰと非常時Ⅱでも確認することができる。

簡易構造モデルとしては、工水指数と電力指数を用いた重回帰式ではなく、電力指数による単回帰式によるモデルが望ましい可能性がある。

#### ○緑系統

工水指数は、平常時の傾向（工水指数の減少に伴いと生産指数も減少する）が非常時Ⅰでは確認できるものの、非常時Ⅱでは工水指数が減少しても生産指数に影響を与えていない。ここで、愛知県内全体の工業における淡水使用量を見ると、回収水の割合が多い（75%）ことや、工業用水道などの補給水に対するバックアップが用意されていることなどの理由から、前述と同様に、工水の減少は生産活動に影響しなかったためと考えられる。

一方、電力指数は生産指数と相関がないことが分かる。これは、重回帰式による検証でも同様の結果が得られている。

簡易構造モデルとしては、工水指数と電力指数を用いた重回帰式ではなく、工水指数による単回帰式によるモデルが望ましい可能性がある。ただし、緑系統は青系統や赤系統とは産業構造が異なり、複数の業種が混在していることから、非常時の考え方や対応は業種ごとに異なることも想定され、青系統や赤系統との統一的なモデルや統一的な指標から判断できるものではないことは、留意が必要であるといえる。

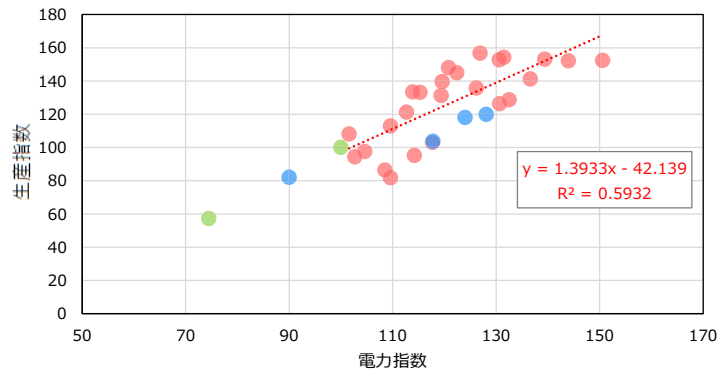
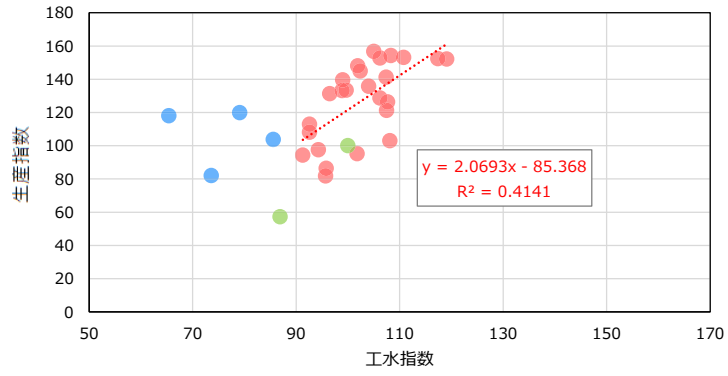


図 2 - 5 - ① - 27 青系統生産指数 - 工水指数、電力指数 散布図

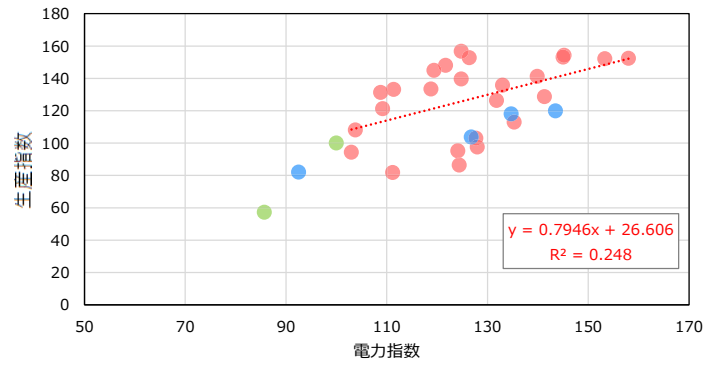
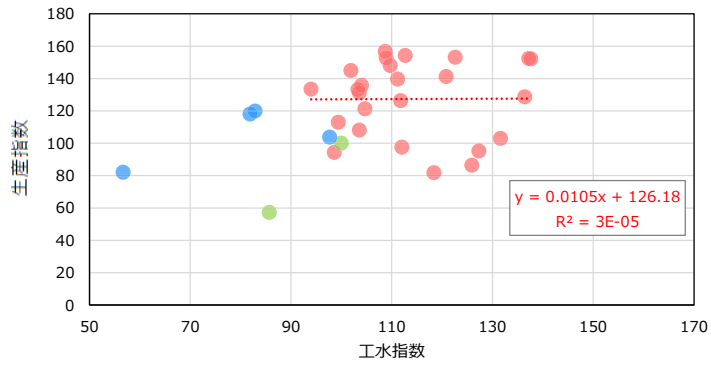


図 2 - 5 - ① - 28 赤系統生産指数 - 工水指数、電力指数 散布図

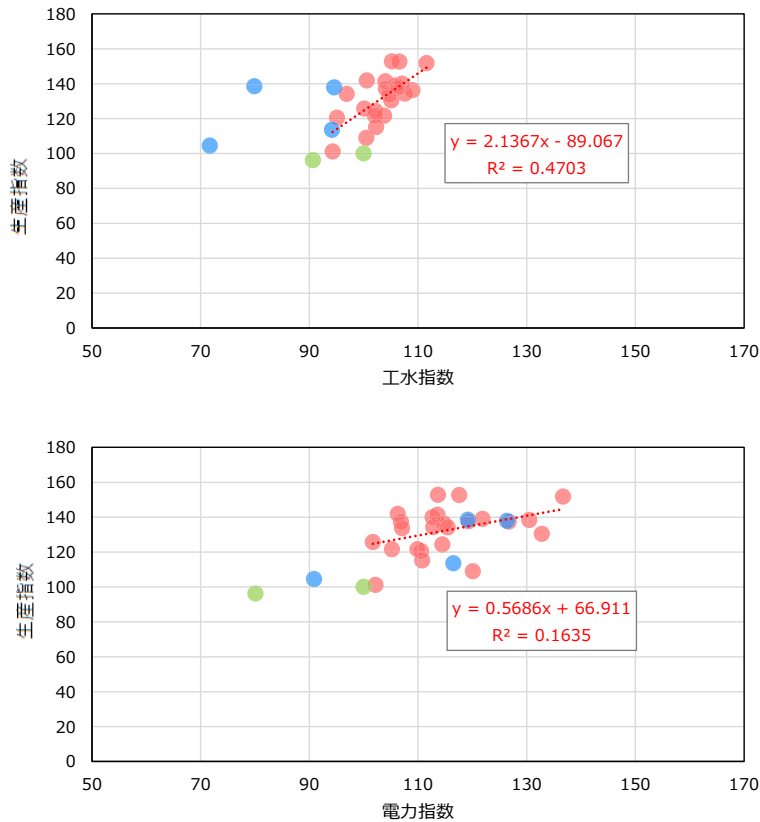


図 2 - 5 - ① - 29 緑系統生産指数 - 工水指数、電力指数 散布図

(d) 結論ならびに今後の課題

西三河地区の工業を対象として、簡易構造モデルを構築し、input 情報をモニタリングすることで、工業の活動状況（生産指数）が把握できるか否かについて、簡易構造モデルを重回帰式で表現して検証を行った。

産業活動が要因となる場合（生産活動自体が縮小や停止：非常時Ⅰ）では、簡易構造モデルの input（電力や工業用水）をモニタリングすることで、産業活動を output から把握できることがわかり、簡易構造モデルの妥当性が確認できた。

一方で、input が要因となる場合（input が減少や停止：非常時Ⅱ）では、地域ごとの検証結果が異なっていた。これは地域特性、たとえば、地域の業種構成、input に対するバックアップを保有しており、input の減少や停止が産業活動に対してはさほど影響を及ぼさないなどによることが確認できた。このような場合は、簡易構造モデルで把握することは難しく、地域特性等に合わせた調整が必要であると言える。

今後は、今回検証対象外とした非常時Ⅲ（需要が誘因たとえば遠隔の需要地が被災など）の検証に取り組むとともに、地域特性に合わせた簡易構造モデルの構築（モニタリング指標の選定など）も検討する必要があると考えている。

(e) 引用文献

1) 首相官邸ホームページ：新型コロナウイルス感染症対策本部 資料

[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/novel\\_coronavirus/taisaku\\_honbu.html](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/novel_coronavirus/taisaku_honbu.html)

（令和 6 年 3 月 21 日閲覧）

- 2) 東海農政局 報道発表資料 明治用水頭首工の漏水事故への対策について  
[https://www.maff.go.jp/tokai/press/nochi\\_seibi/220803.html](https://www.maff.go.jp/tokai/press/nochi_seibi/220803.html)  
(令和6年3月21日閲覧)
- 3) 愛知県企業庁：令和3年度決算付属書
- 4) 総務省ホームページ：(平成25年10月改定) (平成26年4月1日施行) 一分類項目名一中分類  
[https://www.soumu.go.jp/toukei\\_toukatsu/index/seido/sangyo/02toukatsu01\\_03000044.html](https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/index/seido/sangyo/02toukatsu01_03000044.html)  
(令和6年3月21日閲覧)
- 5) 愛知県ホームページ：事業概要 (工業用水道事業)  
<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/kigyo-suiji/0000007047.html>  
(令和6年3月21日閲覧)
- 6) 愛知県ホームページ：統計データ－愛知県鉱工業指数 (2023年12月分)  
<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/toukei/iip.html>  
(令和6年3月21日閲覧)
- 7) 愛知県企画課：あいちビジョン2030 第2部第2章 県内各地域の現状と本件の主な取り組み (西三河地区) p257  
[https://www.pref.aichi.jp/kikaku/aichivision2030report2022/2-2\\_nishimikawa.pdf](https://www.pref.aichi.jp/kikaku/aichivision2030report2022/2-2_nishimikawa.pdf)  
(令和6年3月21日閲覧)
- 8) 愛知県ホームページ：統計データ－令和3年経済センサス - 活動調査 産業別集 製造業・詳細版) 第1表5  
<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/toukei/seizou-3.html>  
(令和6年3月21日閲覧)

(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

## 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えるものの、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、COVID-19 にかかる緊急事態宣言がもたらした社会活動の活性度合の低下を電力需要量の変動から把握し得るかという点について検討を行った。その結果、電力需要量のリアルタイムモニタリングは、地域社会の状態把握を目的とする場合には十分活用可能であることがわかった。

今年度は、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する。



時系列データ分析は、西三河工業用水の管路を3系統に分割し、各系統別に検討を実施する。既往検討の時系列データ分析では、新型コロナウイルス感染症拡大に伴い発出した第1次緊急事態宣言期間に着目していた。一方で、本業務では明治用水頭首工漏水事故に着目するため下記の項目に対して検討し、電力需給の予測式を構築する。

- 【1】 独立変数について
- 【2】 同定期間について
- 【3】 季節性周期について
- 【4】 予測期間について

#### (b) 業務の実施方法

愛知県西三河工業用水を対象に、2020年4月から開始されたCOVID-19感染症対策としての行政措置と2022年5月から8月にかけて発生した明治用水頭首工事故に伴う取水制限を外乱イベントとして、地域産業における工業用水の供給量と電力需要の推移を分析した。工業用水データについては、愛知県企業庁から提供された西三河工業用水の水量データを、電力需要データについては、株式会社GDBLより提供を受けた高圧及び特別高圧のスマートメーターデータを用いた。

#### (c) 業務の成果

##### 1) 使用電力量データの概要

本検討では、西三河工業用水の管路を独自に青系統、赤系統、緑系統の3系統に分割し、各系統における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。西三河工業用水の管路図を図2-5-②-1に、例として緑系統の2020年4月1日～2023年2月28日までの需要家が使用した電力量として使用電力量データ、および需要家発電設備による電力会社が受電した電力量として受電電力量データを図2-5-②-2、図2-5-②-3に示す。

使用電力量データの推移としては、系統別によらずに以下の特徴がみられる。

- 【1】 1週間の周期で増減を繰り返す。
  - 【2】 4月から9月にかけて増加傾向にあり、9月頃がピークとなる。その後は、11月頃まで減少し、1、2月頃に再び増加傾向になる。
  - 【3】 2021年9月以降は、前年同時期と比較して減少傾向にある。
- 【3】の考えられる要因としては、新型コロナウイルス感染症の影響による世界的な半導体不足の影響があると考えられる。特に、自動車関連産業が多い青系統で顕著である。

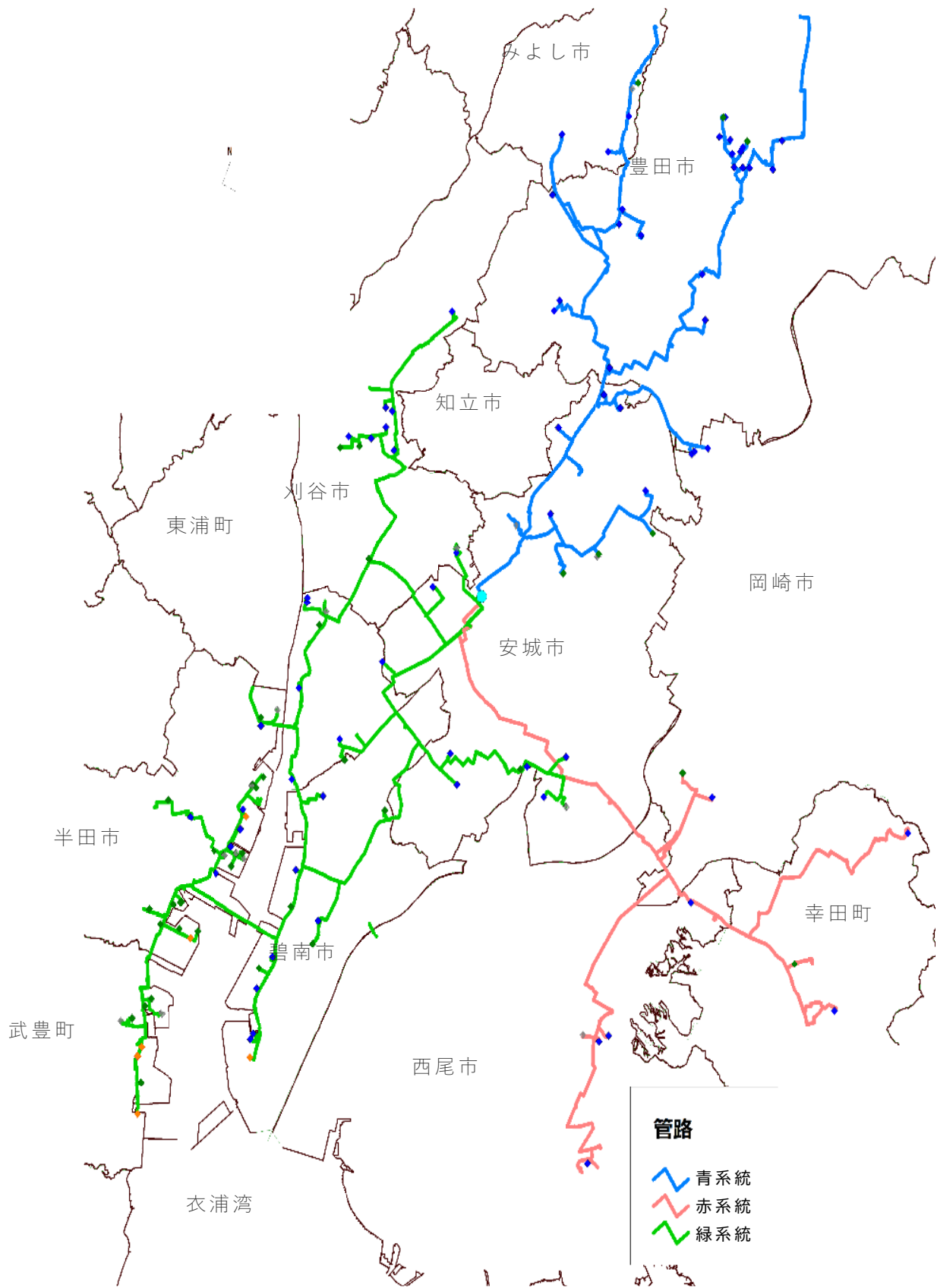


図 2-5-②-1 愛知県営工業用水道事業の給水区域<sup>1)</sup>

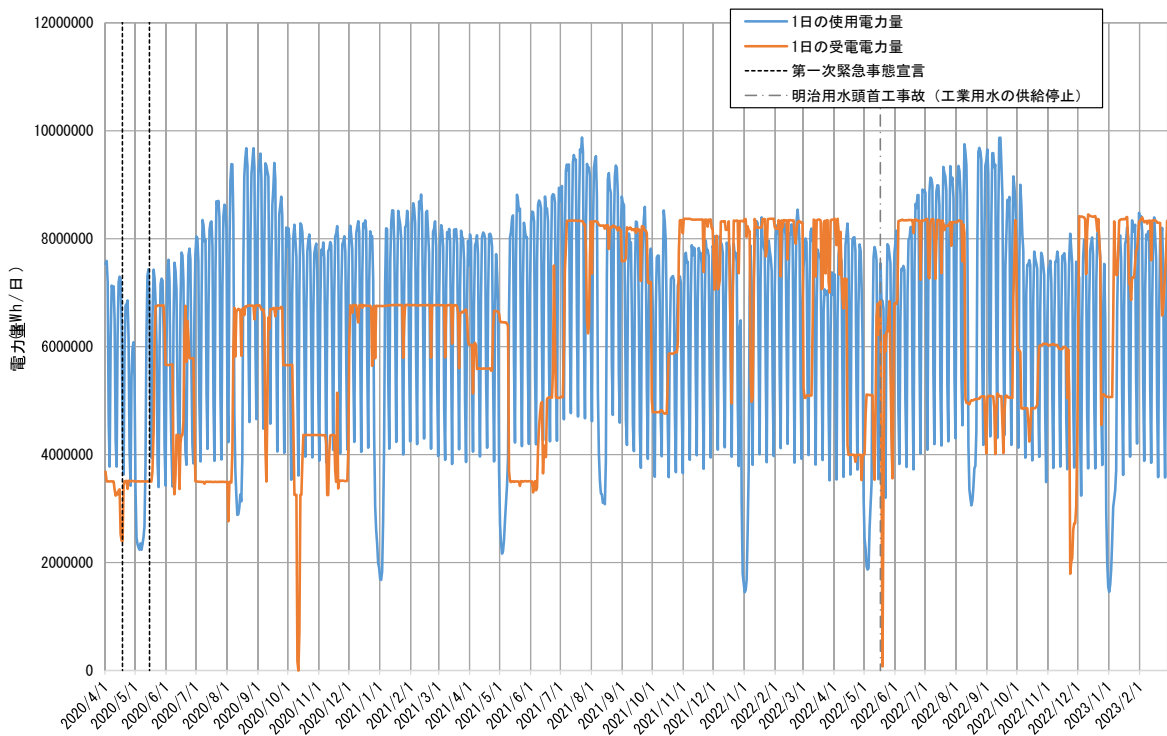


図 2 - 5 - ② - 2 緑系統の 1 日ごとの使用電力量と受電電力量  
(2020 年 4 月～2023 年 2 月)

赤字：工業用水の供給状況

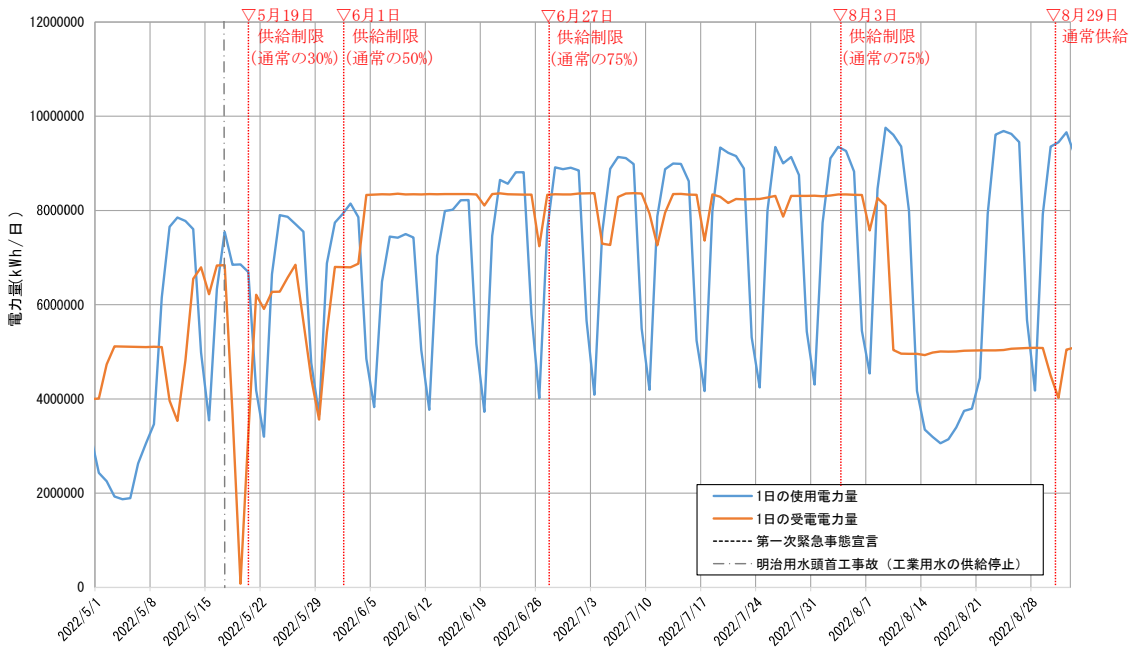


図 2 - 5 - ② - 3 緑系統の 1 日ごとの使用電力量と受電電力量  
(2022 年 5 月～2022 年 8 月)

## 2) 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1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、3. 各種パラメータ検討、4) 電力需要の予測検討に記載する。

## 3) 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 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

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, …)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。

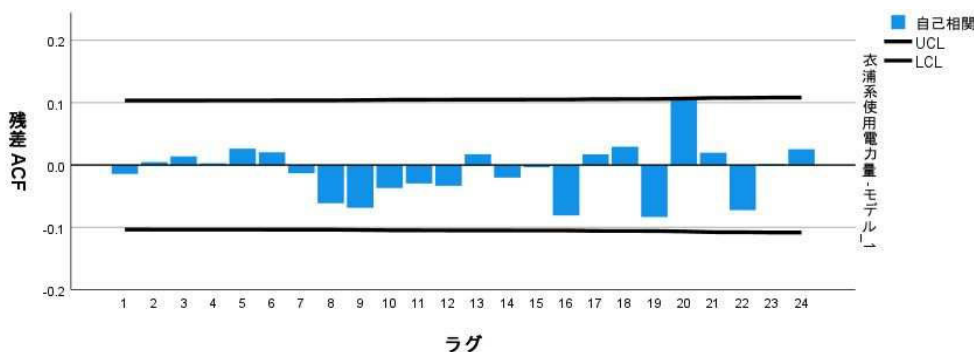


図 2-5-②-4 残差の自己相関係数のコレログラムとその信頼限界(例)

### 【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、本検討では電力需要量が曜日とともに変動していることを踏まえ、s=7 (7 日間) 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 は t-p 期の係数、 $\varepsilon$  はホワイトノイズである。電力需要量は 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 は t-q 期の係数、 $\varepsilon$  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。

## 4) 電力需要の予測検討

### a) 検討概要

明治用水頭首工漏水事故は、令和 4 年 5 月 17 日に工業用水の供給を停止し、その後、段階的に供給制限を解除し 8 月 29 日に通常供給となった。

本検討では、各種パラメータ検討で構築した予測式に対して、工業用水の供給制限解除に伴う使用電力量の増加過程を予測可能か検証する。

### b) 使用電力量データと予測期間

1 日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 SARIMA モデルで予測する。

SARIMA モデルによる予測期間に対する SARIMA モデルの同定期間を表 2-5-②-1 に示す。なお、同定した SARIMA モデルのモデル診断において、残差はホワイトノイズであると判断できる緑系統の電力量データについて分析および予測を行う。

表 2-5-②-1 SARIMA モデルによる予測期間に対する SARIMA モデルの同定期間

	予測期間	ARIMAモデルの同定期間
(1)	2022/5/10	2021/5/10 ~ 2022/5/9
(2)	2022/5/11	2021/5/11 ~ 2022/5/10
(3)	2022/5/12	2021/5/12 ~ 2022/5/11
(4)	2022/5/13	2021/5/13 ~ 2022/5/12
(5)	2022/5/14	2021/5/14 ~ 2022/5/13
}		
(110)	2022/8/27	2021/8/27 ~ 2022/8/26
(111)	2022/8/28	2021/8/28 ~ 2022/8/27
(112)	2022/8/29	2021/8/29 ~ 2022/8/28
(113)	2022/8/30	2021/8/30 ~ 2022/8/29
(114)	2022/8/31	2021/8/31 ~ 2022/8/30

c) 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。従属変数は使用電力量、独立変数は使用電力量に影響を及ぼすと考えられる気温（平均気温とした）、休日（トヨタカレンダー）の 2 点に着目した。

i) 気温

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、気象庁の公開する緑系統の主要都市である大府市の平均気温を独立変数として用いる。

ii) 平日/休日

企業活動が停止することなどから、平日に比べ休日は使用電力量が少なくなる。分析や予測では、「平日」「休日」に区分する独立変数として用いる。

表 2-5-②-2 SARIMA モデルにおける変数設定の考え方

	変数名	設定内容
従属変数	使用電力量	SARIMA モデルの同定：期間は表 2-5-②-1 通り 日ごとの使用電力量データ
独立変数	平均気温	SARIMA モデルの同定：期間は表 2-5-②-1 に通り 日ごとの大府市の平均気温データ SARIMA モデルによる 予測：期間は表 2-5-②-1 に通り 日ごとの大府市の平均気温データ
	休日	SARIMA モデルの同定：表 2-5-②-1 に通り 休日の場合 1、平日の場合 0 SARIMA モデルによる予測：表 2-5-②-1 に通り 休日の場合 1、平日の場合 0

d) 季節性の考慮

年月日を横軸、使用電力量データを縦軸にした時系列分布を見ると、電力量は概ね水曜日に山、日曜日に谷を繰り返す周期的な変動をしている。このことから、本分析では7日間（1週間）を季節周期として設定した。

e) 時系列モデルの同定および予測結果

・ 同定結果

予測期間の2022年5月10日から2022年8月31日までのARIMAモデルの同定結果を以降に示す。全114ケースのモデル適合統計量定常R<sup>2</sup>乗および残差に関するLjung-Box検定で用いる有意確率を図2-5-②-5に示す。全ケースで残差はホワイトノイズであると判断できる結果である。

なお、本報告書では代表ケースの同定結果のみ記載する。

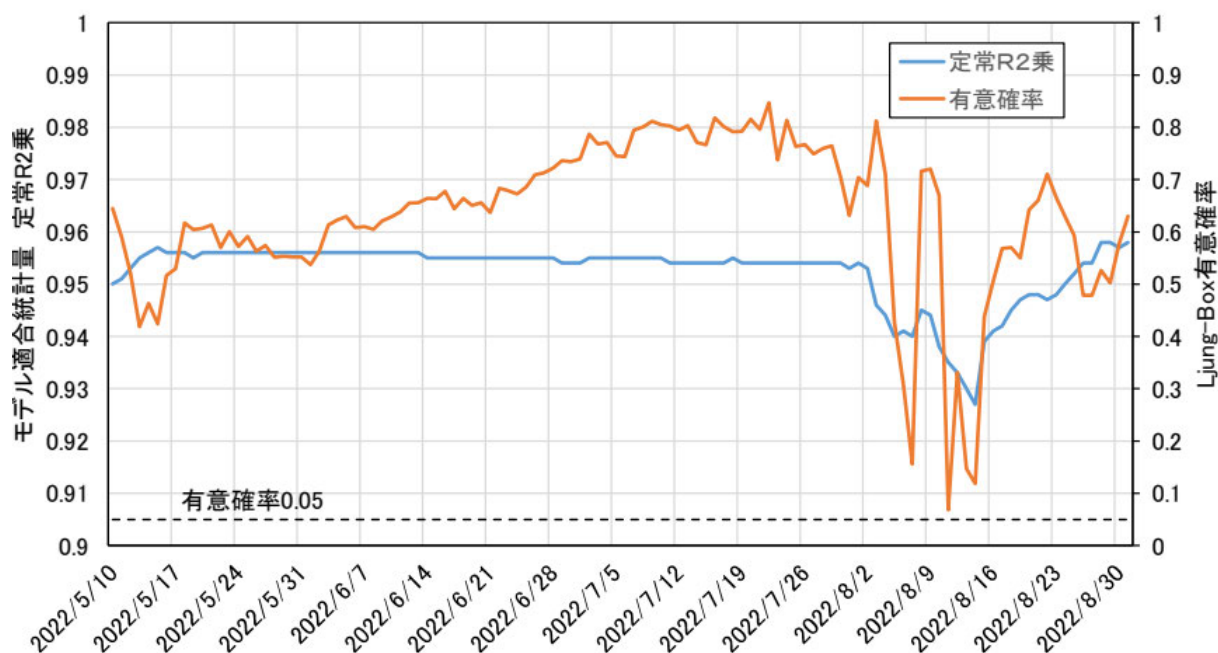


図2-5-②-5：モデル適合統計量定常R<sup>2</sup>乗およびLjung-Box有意確率

・時系列分析 SARIMA モデルによる使用電力量の予測結果

明治用水頭首工事故周辺期間（2022年5月～2022年8月）の1日ごとの予測値をつなぎ合わせた結果を図2-5-②-6に示す。

事故翌日の5月18日については、実測値と予測値に乖離がみられる。一方で、工業用水の供給制限の段階的に解除し始めた5月19日以降については、実測値と概ね予測できている。

このことから、緑系統については、下記の設定であれば予測可能であると考えられる。

<条件設定>

独立変数：平均気温（大府市）、平日／休日（トヨタカレンダー）

時系列モデル：ARIMA

同定期間：1年間

季節周期：1週間

予測期間：1日ごと

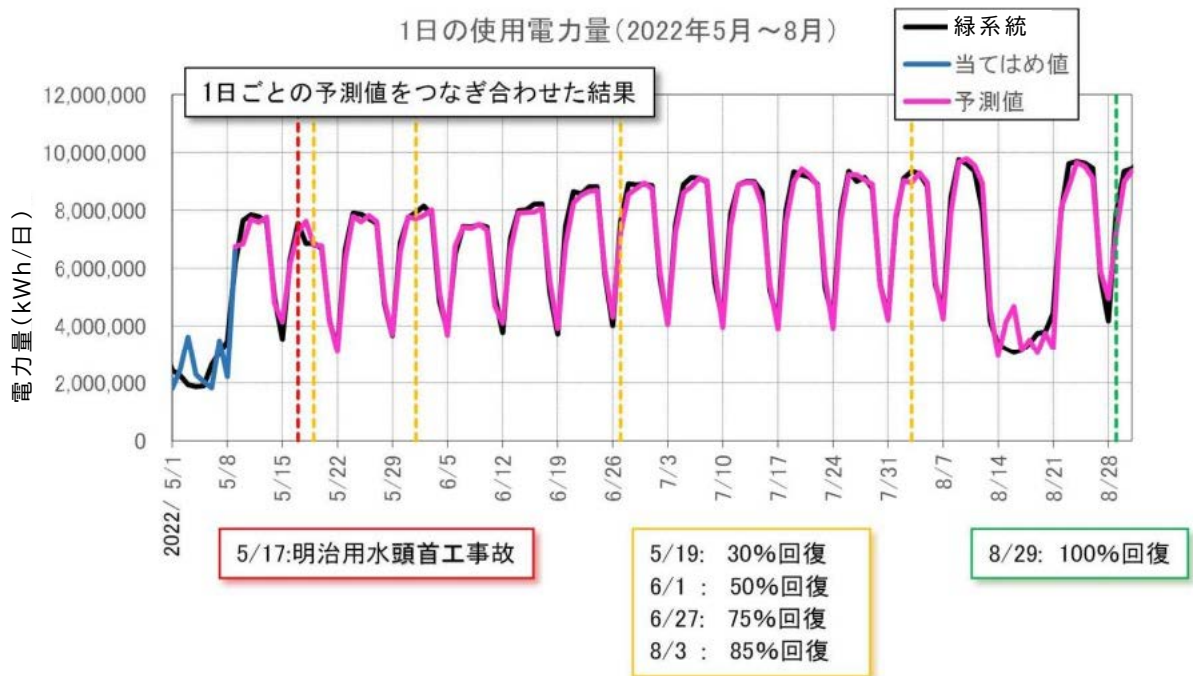


図2-5-②-6：使用電力量データの実測値とARIMAモデルによる1日ごとの予測値の比較（緑系統）



## 5) 災害時電力需給における異常値検出の閾値検討

### a) 検討概要

平常時における実測値と予測値の比較検討結果を2. 平常時における電力需要の予測検討に示した。結果としては、長期休暇期間を除けば概ね一致する結果が得られた。実測値と予測値の比較検討結果を図2-5-②-7に示す。

本検討では、明治用水頭首工漏水事故を対象に、平常時における予測誤差から設定した閾値に対し、事故翌日等の電力需給を異常値として検出可能かを検証する。

検討手順としては、以下のとおりである。

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

#### 【1】 平常時の予測誤差

平常時を a) 平日、b) 休日、c) 長期休暇に分けて予測誤差を算定する。予測誤差を下式より算定する。

#### 【2】 災害時の予測誤差

【1】で算定した予測誤差を明治用水頭首工漏水事故区間の予測誤差に適用する。事故翌日等の電力需給挙動を異常値として検出可能かを検証する。

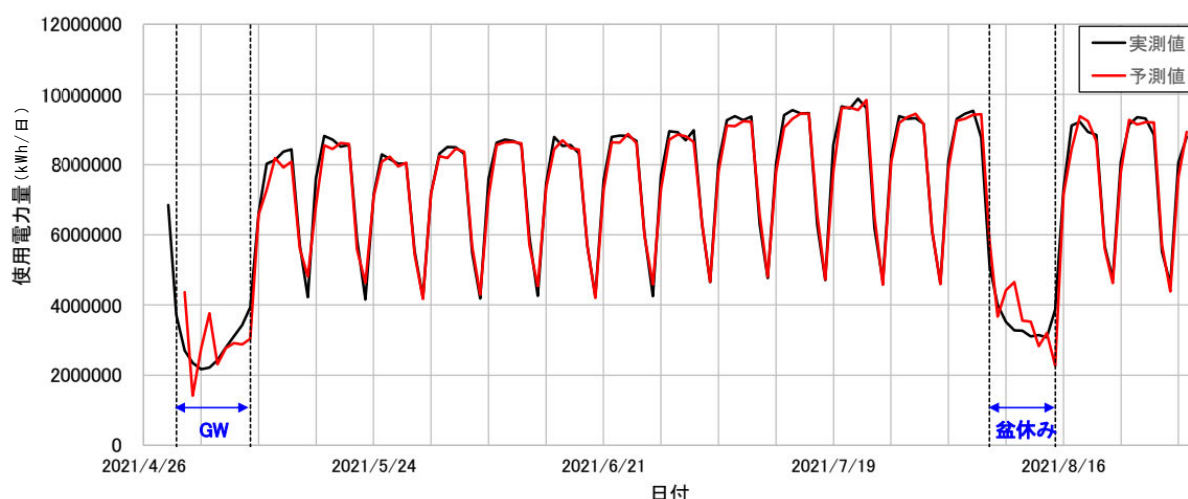


図2-5-②-7：使用電力量データの実測値とARIMAモデルによる1日ごとの予測値の比較(緑系統)

### b) 平常時の予測誤差

平日、休日および長期休暇の予測誤差一覧を表2-5-②-3に、予測誤差に許容予測誤差を重ね書きした図を図2-5-②-8に示す。また、平日、土日および長期休暇のARIMAモデルによる1日ごとの予測誤差を求め、下記結果を得た。

平均誤差は、平日2.4%、土日3.3%、長期休暇23.1%となった。

本検討では、平均値 $\pm 3\sigma$ を平常時の許容予測誤差をした。したがって、平常時の許容予測誤差は、平日9.0%、土日13.3%、長期休暇82.1%となる。

表 2 - 5 - ② - 3 : 予測誤差および標準偏差

		平日	土日	長期休暇
平時 2021年5月1日 ~ 2021年8月31日	最大誤差	10.3	14.2	69.7
	最小誤差	0.1	0.2	0.8
	誤差(平均値) $\mu$	2.4	3.3	23.1
	誤差(中央値)	1.7	2.2	14.9
	標準偏差 $\sigma$	2.2	3.3	19.6
	$\mu + 1\sigma$	4.6	6.6	42.8
	$\mu + 2\sigma$	6.8	10.0	62.4
	$\mu + 3\sigma$	9.0	13.3	82.1

平均値  $\pm 1\sigma$  : 68.27%

単位 : %

平均値  $\pm 2\sigma$  : 95.45%

平均値  $\pm 3\sigma$  : 99.73%

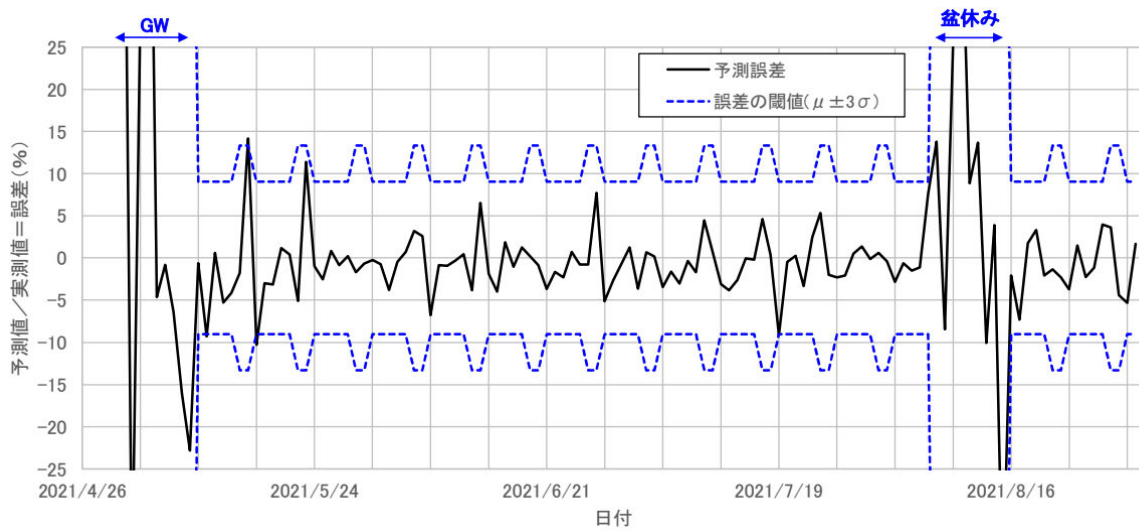


図 2 - 5 - ② - 8 : ARIMA モデルによる 1 日ごとの予測誤差

c) 災害時における異常値検出

明治用水頭首工漏水事故を対象に事故周辺期間（2022年5月9日～2022年8月31日）の予測値と実測値の比較結果を図2-5-②-9（図2-5-②-6の再掲）に、予測誤差を図2-5-②-9に示す。予測誤差には、前項3.2平常時の予測誤差で設定した許容予測誤差値を併記する。

異常値判定結果を表2-5-②-4に示すが、事故翌日の5月18日の他、長期休暇前後もしくは長期休暇明けの日曜日など社会様相が変化する期間を異常値として検出する結果となった。

表2-5-②-4：異常値判定結果

異常値検出日	異常値判定			備考
	誤差		許容誤差	
2022/5/10 火	10.6	>	9.0	長期休み明け2日目
2022/5/15 日	16.7	>	13.3	長期休み明けの日曜日
2022/5/18 水	11.3	>	9.0	事故翌日
2022/8/12 金	11.8	>	9.0	長期休み前日
2022/8/28 日	18.5	>	13.3	長期休み明けの日曜日

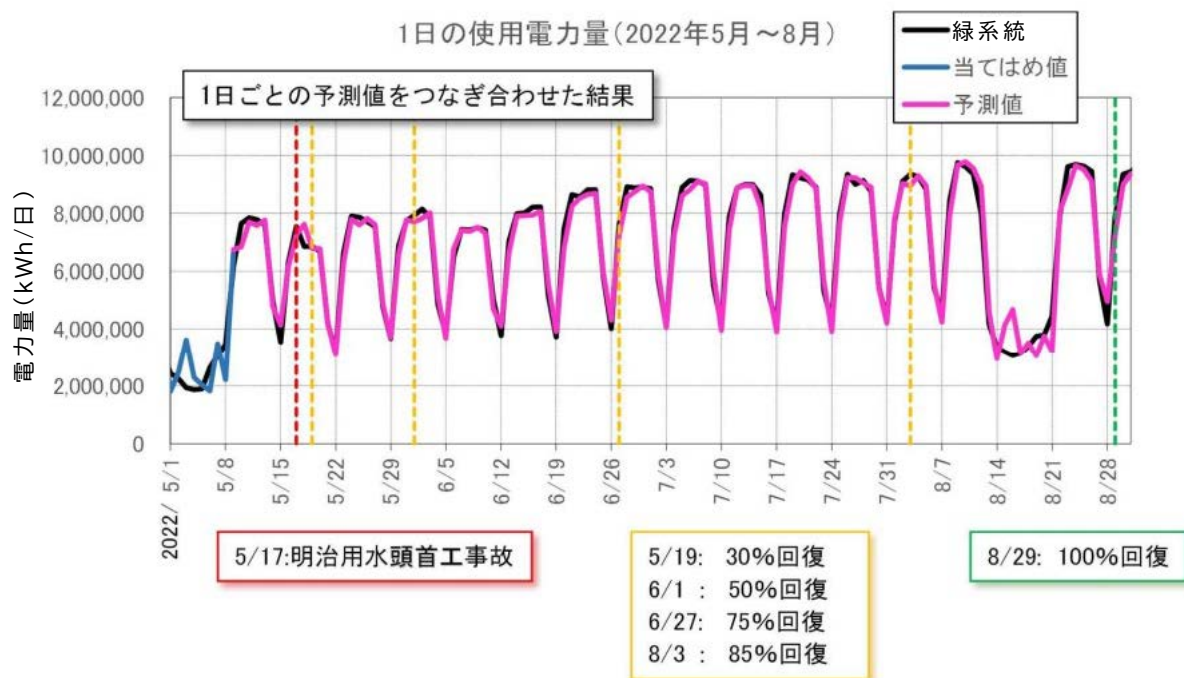
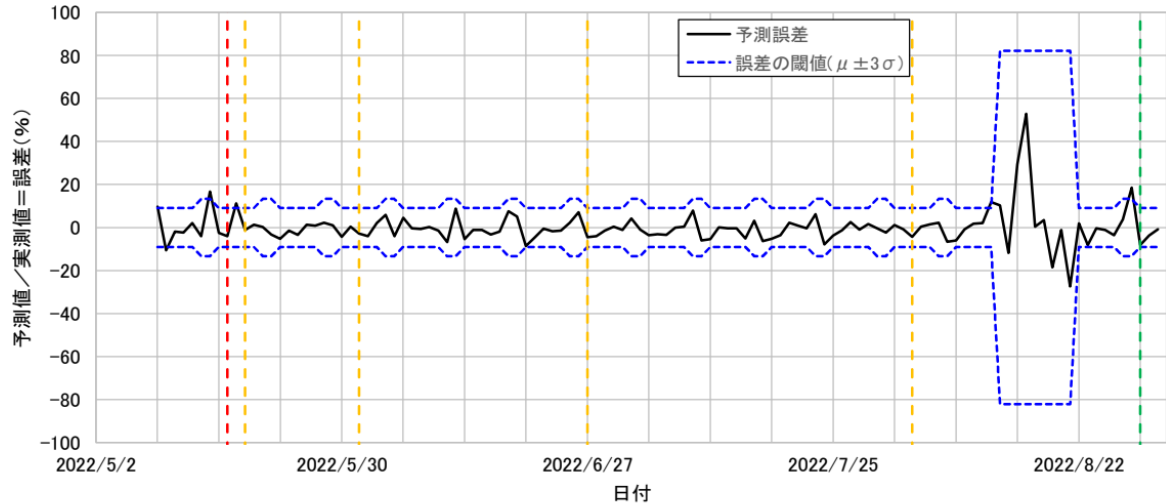
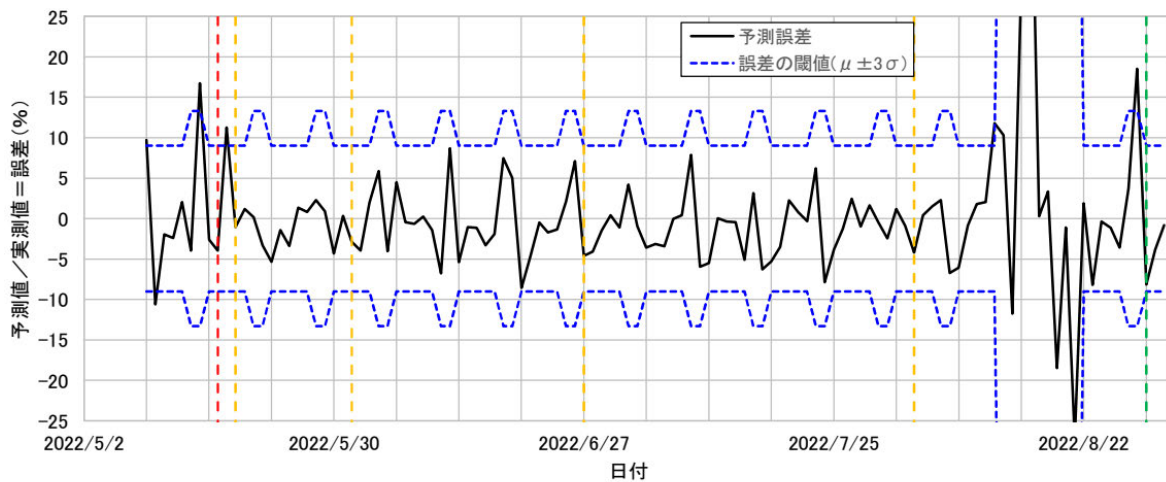


図2-5-②-6：使用電力量データの実測値とARIMAモデルによる1日ごとの予測値の比較（緑系統）



(全体)



(拡大)

2022/5/17: 明治用水頭首工事故

2022/5/19: 30%回復  
6/1: 50%回復  
6/27: 75%回復  
8/3: 85%回復

2022/8/29: 100%回復

図 2-5-②-9 ARIMA モデルによる 1 日ごとの予測誤差

(d) 結論ならびに今後の課題

本検討では、明治用水頭首工漏水事故を対象に、平常時における予測誤差から設定した閾値に対し、事故翌日等の電力需給を異常値として検出可能かを検証した。よって、発災前後の使用電力量の動的変動における異常値により、社会へ影響を与える外因発生を検出できることから地域社会の状態把握へ活用できることがわかった。

1) 平常時の予測誤差

- ・ 2021 年 5 月 1 日～2021 年 8 月 31 日を平常時と仮定し、実測値と予測値の誤差から許容予測誤差を設定した。
- ・ 許容予測誤差は、平日 9.0%、土日 13.3%、長期休暇 82.1%とした。(平均値 $\pm 3\sigma$ )

2) 災害時における異常値検出

- ・異常値として検出した日は、以下の通りである。

事故翌日や長期休暇前後などの社会様相が変化する期間を異常値として検出した。

異常値検出日

- 5月10日：長期休暇明け2日目
- 5月15日：長期休暇明けの日曜日
- 5月18日：事故翌日
- 8月12日：長期休暇の前日
- 8月28日：長期休暇明けの日曜日

(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

### 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

南海トラフ地震で広域が被災する際の企業等の対応を想定し、臨時情報発表時（特に半割れ）、発災時、発災後の地域のリアルタイム社会様相把握システムの検討を進めている。これまでに、都市・社会に関する基盤情報の検討と整備、地盤の高密度地震動分布と建物群の地震応答・被災モニタリング、さらには社会様相把握の試行を行っている。本項では特に、被災・社会状況把握の基礎情報となる地域の地盤・建物群の地震動・地震応答モニタリングについて、試行観測の成果と改良、観測点配置戦略の検討、企業や自治体等の事態想定の実施への応用にむけたプロトタイプシステムの構築を行う。

#### (b) 業務の実施方法

「リアルタイム地域被災モニタリングの基盤技術構築」では、地域の地震動・建物応答モニタリングについて、プロトタイプシステムの運用に基づく新たな地震観測記録や観測に関する知見を整理するとともに、戦略的な観測点配置の選定基準を検討する。

「建物群の地震時被災モニタリングの基礎的検討」では、建物群の観測の展開、新たな観測記録の特性の検討、および地震時の建物状況の簡易な判定を目指して1点観測の可能性を検討する。

「地域高密度モニタリングの災害対応と訓練への活用」においては、多様なモニタリングと地域基盤データを合わせて表示するプロトタイプシステムを構築し、企業や行政の災害時の対応や、その訓練への利用を検討する。

#### (c) 業務の成果

##### 1) リアルタイム地域被災モニタリングの基盤技術構築

地盤・建物の多点に MEMS 地震計を設置し、4G 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、産業集積地域であ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ている。今年度は令和6年1月1日能登半島地震が観測されている<sup>1)</sup>。また、新たな観測点の設置や戦略的な配置計画の検討も実施している。

図2-5-③-1に対象地域の表層地盤増幅率<sup>2)</sup>と観測点配置、表2-5-③-1に現状（令和6年3月1日）の観測点・建物の状況を示す。表層地盤増幅率の分布からわかるように、当該地域は河川に沿って地盤特性の変化が大きい傾向があり、狭い範囲で地震動特性の相違が大きい可能性がある。観測点は設置と維持管理の容易さから基本的に建物1階にあり、相互作用の影響には配慮して当該地点の地震動として扱っている。また、いくつかの建物では上階に2点目が設置され、建物の応答と被災状況把握の可能性の検討を行っている。

表2-5-③-2に多数の地点で記録が得られた地震を示す。これらの地震は規模や震源距離が異なっており、各観測地点固有の特性を比較抽出するためにも有用と考えられる。今年度に新たに観測された令和6年能登半島地震の加速度記録と擬似速度応答スペクトルを図2-5-③-2～5に示す。南北に流れる河川（矢作川）に対して東側は地震基盤がごく浅く、西側は濃尾平野に向けて深くなっている。記録の特性は、西側の地点では震度が大きめで、応答スペクトルでは地震基盤以浅の卓越周期が

長周期側で明確である。一方東側では、地震基盤が急に浅くなっていることから、主に表層地盤の影響と思われる短周期成分が卓越し、地点間のばらつきが大きい。以上の傾向は、遠方の大地震であるEQ2（福島沖）でも同様である（昨年度の本プロジェクト報告書図2-5-③-6など）。

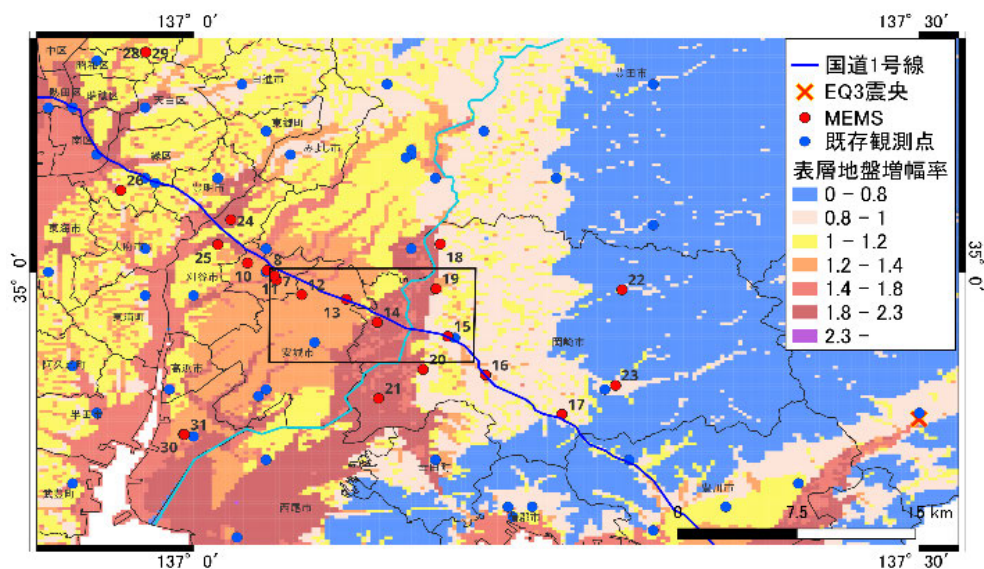


図2-5-③-1 西三河地域の地震計の配置（赤丸が本研究のMEMS設置点）

表2-5-③-1 MEMS地震計の設置点と主要な観測記録の震度

地点	対象・位置 (特記以外1階)	表層地盤増幅率	EQ1	EQ2	EQ3	EQ4	EQ5	EQ6	EQ7	EQ8	建物状況
07	自治体施設1	1.69	0.6	1.9	2.4	0.4	0.5	1.3	記録無	記録無	S造平屋
08	自治体施設2(BF)	1.31	0.4	2.0	2.2	0.1	0.0	1.5	記録無	記録無	RC造5階
09	自治体施設2(RF)		1.1	2.1	3.4	1.3	1.1	1.7	記録無	記録無	同上
10	電力施設3	1.21	0.7	1.9	2.8	0.8	記録無	1.5	1.7	3.3	RC造平屋
11	電力施設4	1.25	0.6	2.0	2.5	0.5	0.4	1.4	1.2	3.4	RC造2階
12	電力施設5	1.33	未設置	未設置	未設置	記録無	0.9	1.5	1.0	3.4	RC造平屋
13	電力施設6	1.28	未設置	未設置	未設置	記録無	記録無	記録無	1.1	3.3	RC造平屋
14	自治体施設3	1.94	0.9	1.9	2.5	0.3	0.8	記録無	0.8	3.1	RC造2階
15	自治体施設4	0.95	0.4	0.8	3.0	0.2	1.0	0.7	0.7	2.7	RC造3階
16	自治体施設5	1.23	未設置	0.7	3.4	0.8	1.2	0.7	1.4	記録無	RC造2階
17	自治体施設6	1.03	未設置	0.5	3.2	0.5	1.3	0.4	1.0	2.4	RC造2階
18	自治体施設7	0.90	未設置	0.7	3.4	0.4	1.4	0.5	0.6	2.3	RC造2階
19	自治体施設8	1.30	未設置	1.2	2.4	0.9	1.4	1.2	記録無	3.3	RC造平屋
20	自治体施設9	2.06	未設置	1.0	3.7	0.6	1.1	1.3	記録無	記録無	RC造平屋
21	自治体施設10	2.13	未設置	1.9	2.7	記録無	記録無	記録無	記録無	記録無	RC造2階
22	自治体施設11	0.98	未設置	未設置	3.2	記録無	記録無	記録無	0.7	記録無	RC造2階
23	自治体施設12	0.86	未設置	未設置	2.2	0.0	0.2	0.1	0.0	2.1	RC造2階
24	電力施設1	2.18	未設置	未設置	未設置	0.6	0.4	1.6	1.6	3.4	RC造平屋
25	電力施設2	1.15	未設置	未設置	未設置	記録無	記録無	記録無	記録無	3.5	RC造平屋
26	研究施設1	1.34	未設置	未設置	未設置	1.8	1.3	1.8	1.8	記録無	RC造5階
30	自治体施設13(1F)	1.31	未設置	未設置	未設置	未設置	未設置	1.4	0.1	3.2	SRC造9階
31	自治体施設13(RF)		未設置	未設置	未設置	未設置	未設置	3.0	1.6	4.9	同上
32	自治体施設14(1F)	2.09	未設置	未設置	未設置	未設置	未設置	未設置	記録無	3.5	RC造5階
33	自治体施設14(5F)		未設置	未設置	未設置	未設置	未設置	未設置	記録無	3.7	同上

34	自治体施設 15(B1)	2.16	未設置	未設置	未設置	未設置	未設置	未設置	記録無	3.3	RC造4階免震
35	自治体施設15(1F)		未設置	未設置	未設置	未設置	未設置	未設置	記録無	3.6	
36	自治体施設15(4F)		未設置	未設置	未設置	未設置	未設置	未設置	0.8	3.7	

震度 1  
 震度 2  
 震度 3  
 震度 4  
 震度 5弱

表 2-5-③-2 観測された主な地震

番号	発生日時	M	位置	深さ	最大震度(全国)	最大震度(愛知)
EQ1	2021/12/3 9:28	5.4	紀伊水道	18km	5弱(和歌山)	2
EQ2	2022/3/16 23:36	7.4	福島県沖	60km	6強(福島,宮城)	3
EQ3	2022/4/7 9:30	4.6	愛知県東部	10km	4(愛知)	4
EQ4	2023/4/5 6:24	3.7	愛知県西部	39km	2(愛知)	2
EQ5	2023/4/9 11:51	3.7	愛知県西部	40km	2(愛知)	2
EQ6	2023/5/5 14:42	6.5	石川県能登地方	12km	6強(石川)	2
EQ7	2023/8/12 3:09	3.9	愛知県西部	39km	2(愛知)	2
EQ8	2024/1/1 16:10	7.6	石川県能登地方	16km	7(石川)	4

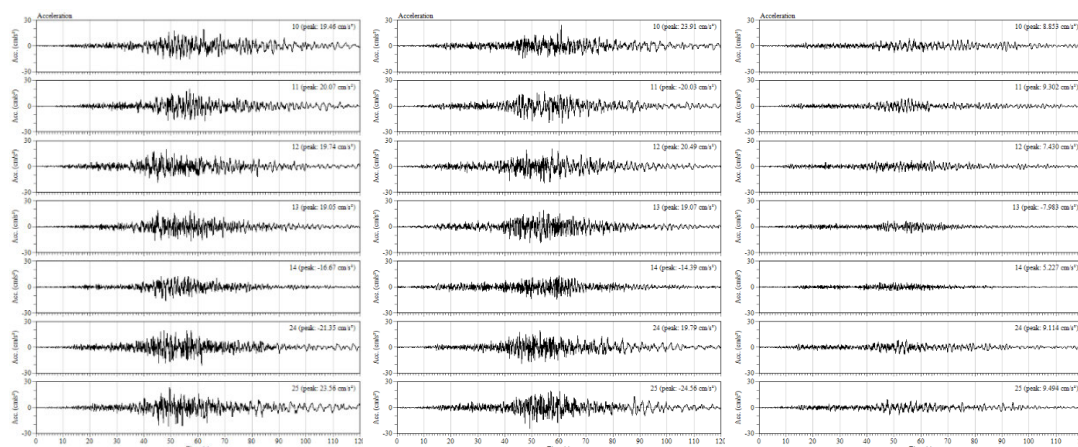


図 2-5-③-2 EQ8 の西側各地点の加速度波形

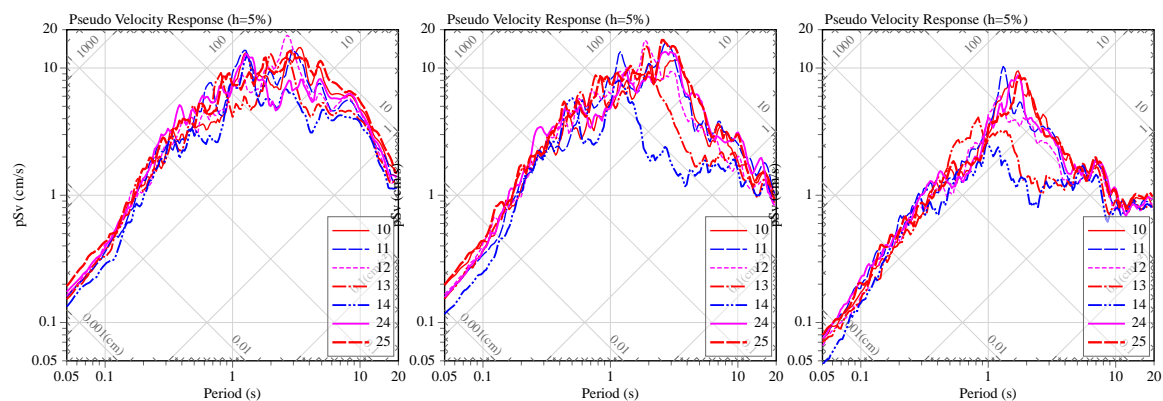


図 2-5-③-3 EQ8 の西側各地点の擬似速度応答スペクトル



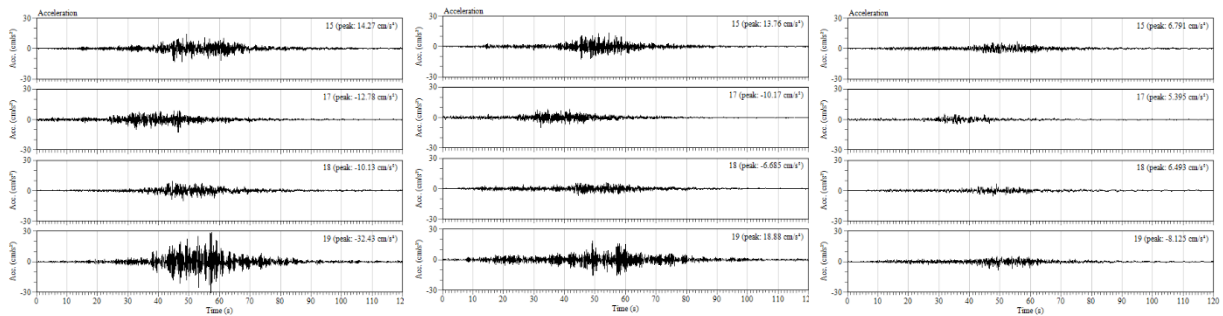


図 2-5-③-4 EQ8 の東側各地点の加速度波形

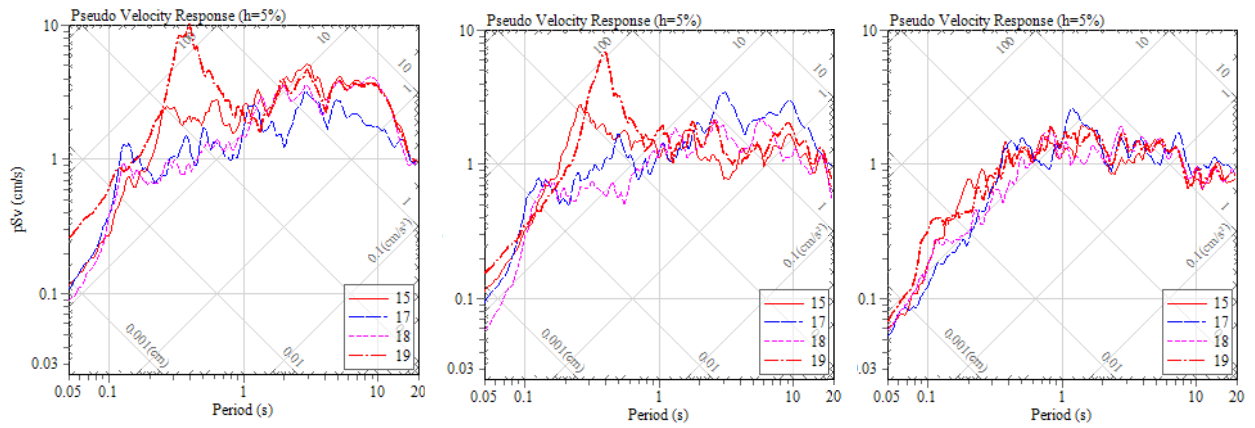


図 2-5-③-5 EQ8 の東側各地点の擬似速度応答スペクトル

隣接する 2 地点の観測記録を比較する。地点 14 と 15 は矢作川の両側に当たり、約 5 km の間隔であるが、図 2-5-③-6 に示すように表層地盤増幅率と深部地盤構造(地震基盤深さ)のいずれも大きく異なっている。両地点の EQ1~7 の擬似速度応答スペクトル(南北方向)の比較を図 2-5-③-7 に示す。それぞれの地点では、遠地の大規模地震(EQ2: 福島県沖、EQ8: 能登半島など)では深部の影響が明確に表れ、近地の地震(EQ3: 愛知県東部など)では震央距離と表層地盤の特性が影響する傾向がみられる。

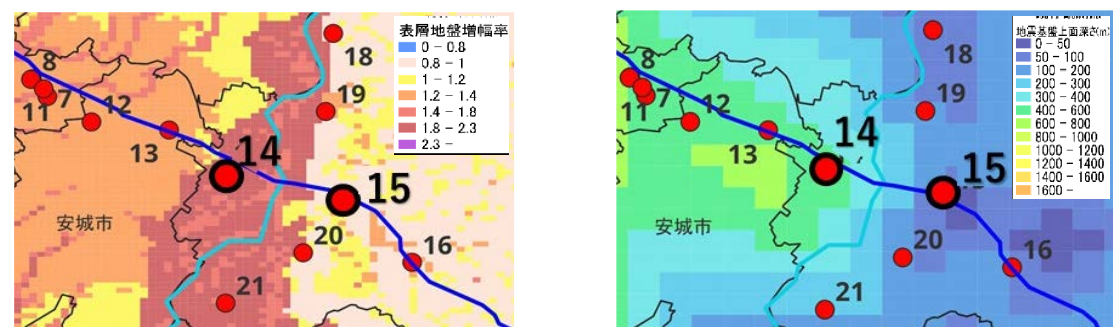


図 2-5-③-6 隣接する 2 地点の比較 (左: 表層地盤増幅率、右: 地震基盤深度)

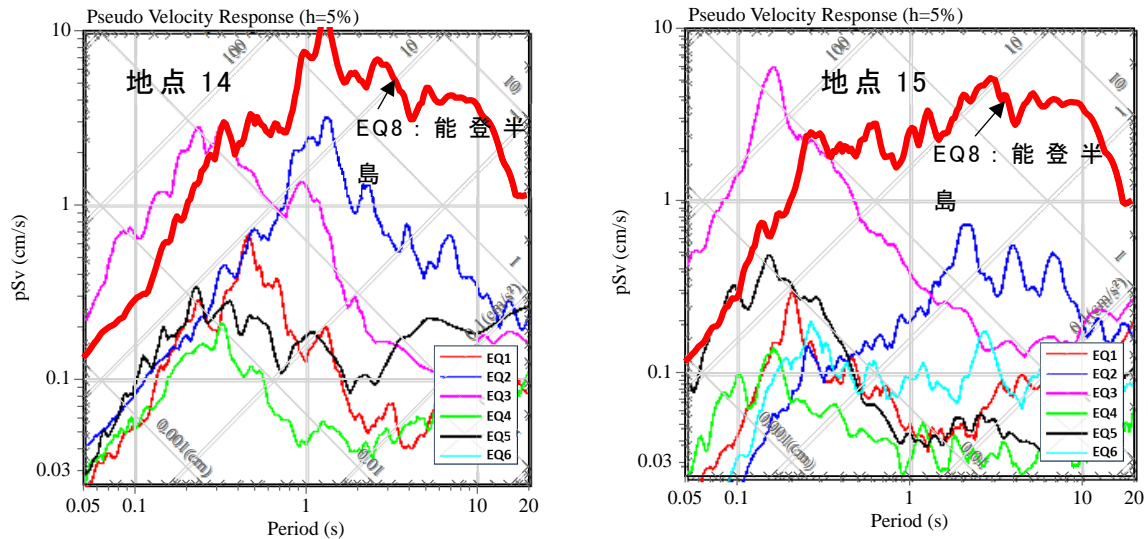


図 2-5-③-7 隣接する 2 地点の比較（複数地震の周期特性）

測線上の計測震度の変化について図 2-5-③-8 に示す。地点 14 と 15 の間で地震により変化傾向が異なっており、近接する地点であっても計測震度で 1 以上の差を生じることから、数 km の範囲でも高密度観測を行う意義が認められる。

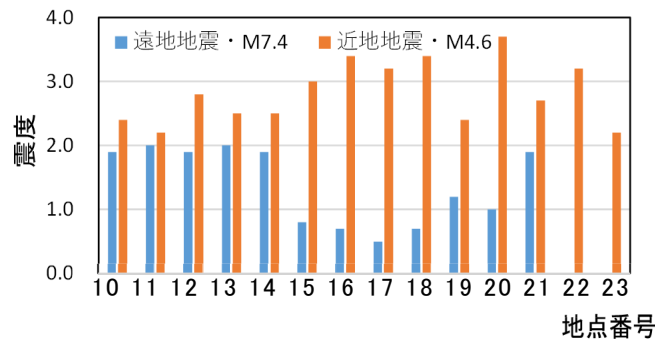


図 2-5-③-8 測線上の計測震度の差

以上の結果から、既存の観測網がある地域に新たな観測点を設置する際に、その効果を客観的に検討する必要がある。そのためには、地盤や都市の状況も含めた判断を要するため、ここではまず空間的な領域分割法であるボロノイ分割を用いて基本的な検討を行った。

図 2-5-③-9 は、既存の観測点（K-NET、気象庁、自治体など）がある場合に、今回展開した MEMS 地震計観測点の有無により、各地震計がカバーする領域の変化を示している。上図は各地震計がカバーする領域の表層地盤増幅率の平均値と、観測点位置の表層地盤増幅率を色で示している。これより、領域の平均に対して観測点の増幅率が大きく異なる場合は、周辺地域の代表点として必ずしも良好ではないといえる。下図は領域内での表層地盤増幅率の分散を示したもので、領域が細分化されれば分散も小さくなる傾向がある。ここでは地盤条件だけを考慮しているが、社会条件（例えば人口分布や建物分布）を考慮した検討が必要となる。

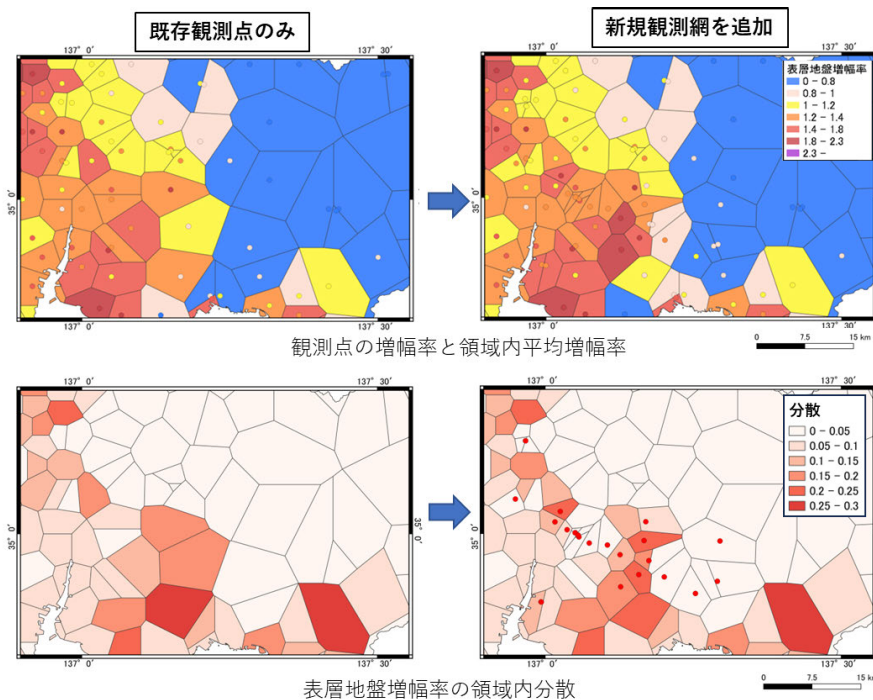


図 2-5-③-9 ボロノイ分割による地震観測地点配置の検討

以上のモニタリングの試行を開始して2年が経過し、多数の機器類の長期稼働の安定性や、通信の状況などの知見も蓄積されている。地震計の動作が継続しない状況もあり、その場合の対処法などの検討も行った。1台当たりのコストが比較的低いことから、1地点分をパッケージにして、現場では修理作業は最低限とする方針が適切と考えられる。また大規模地震災害時の携帯電話ネットワークの途絶が懸念されるが、通信設備等の被災が大きくなければ、まず初期の輻輳が発生する以前の段階で、データ量の少ない情報をいち早く送信する戦略が考えられる。また携帯電話ネットワークは、災害時の復旧を早める状況にあることも勘案して、必要なバックアップ装置類を準備する必要があるだろう。

## 2) 建物群の地震時被災モニタリングの基礎的検討

多数の重要施設を管理する企業や自治体を想定して、できるだけ簡易な方法で建物の地震時挙動を計測し、被災状況の概略を判断することを目的として、複数の建物でモニタリングを試行している。また現状のプロトタイプシステムによらず、これまでに継続的に観測がなされてきた建物の記録も使用して、モニタリング手法の検討を行った。建物の下層と上層の2点観測による応答特性と建物振動特性の把握を主としているが、今年度はさらに簡易な1点観測の検討も行っている。

モニタリング対象として、西三河地域以外の濃尾平野でRC造5階の庁舎建物とRC造4階の免震庁舎建物を加えた(表2-5-③-1の自治体施設14、15)。いずれも令和6年能登半島地震で記録が得られており、基本的な分析を行っている。また従来から観測を実施していたSRC造10階建物(表2-5-③-1の自治体施設13)では、屋上階で震度5相当の応答となり、2点の観測点から推定された固有周期は従来の観測結果の振幅依存傾向と整合しているが、減衰はやや大きくなっている(図2-5-③-10)。

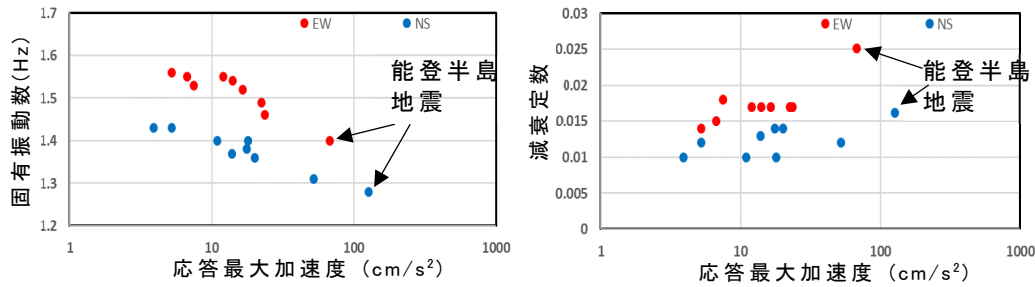


図 2 - 5 - ③ - 10 SRC 造 10 階建物の 2 点の伝達関数より求めた  
固有振動数・減衰定数と応答最大加速度の関係

多数の建物について、可能な限り簡易な観測により被災状況を判断するために、建物内 1 点観測による方法が複数提案されている。これらは大別して、応答レベルと応答周期特性の変化（長周期化）を判断基準としている。前者は計測震度などから構造体の損傷や室内被災を推定するものが多い。後者は非定常フィルタにより振動特性の長周期化を捉える手法がある。ここではウェーブレット解析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。

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

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。

図 2 - 5 - ③ - 11 に、中層 SRC 造建物の上階で観測された EQ8 の NS 方向の記録について、ウェーブレット解析結果とウェーブレット変換係数から求めた卓越振動数の変化を示す。これより、地震の前半では振幅の増大に対応して卓越振動数が低下する傾向がみられ、地震の後半では徐々に回復していることが分かる。地震応答により建物の損傷が生じた場合には、その程度に応じて卓越振動数が低下し、地震後も初期の値までは回復しないことが知られており、構造損傷モニタリングに利用できる可能性がある。

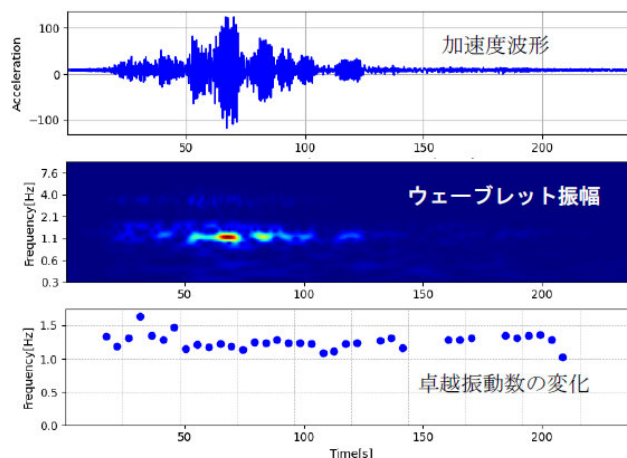


図 2 - 5 - ③ - 11 SRC 造 10 階建物の上層階加速度波形、ウェーブレット振幅、卓越振動数の時刻変化

### 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ワークショップへの活用が望まれる。そのために地震観測 DB と Web-GIS の連携に基づくインターフェイスの開発を進めている。

図 2-5-③-12、13 に開発中の画面例を示す。地域全体の地震観測状況をウェブ GIS 上に表示するとともに、その基本的な特性を分析し、また地域の地盤や施設等と合わせて被災状況を検討できる機能を有する。また各建物のモニタリングは、2点計測を基本として、1点計測にも対応でき、建物データベース（耐震性などの事前情報）と合わせて表示できる。このシステム上に仮の地震動特性や建物応答状況を設定することにより、地域と建物の被災状況の概略を読み取り、その後の対応に活かす訓練やワークショップが可能である。

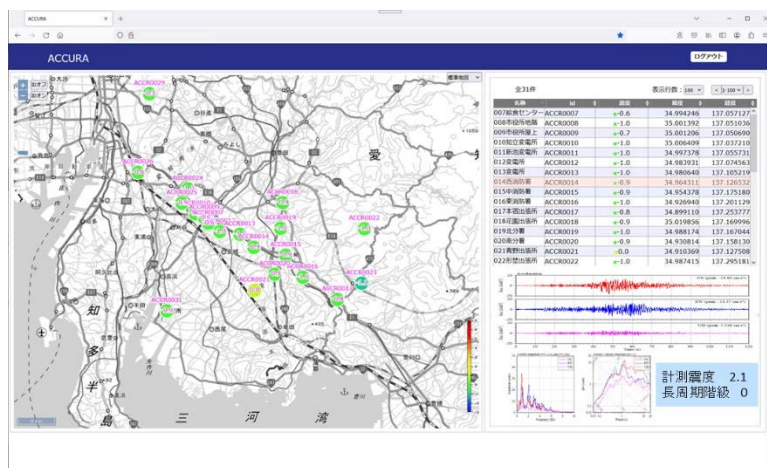


図 2-5-③-12 地震観測データベースと WebGIS の統合画面

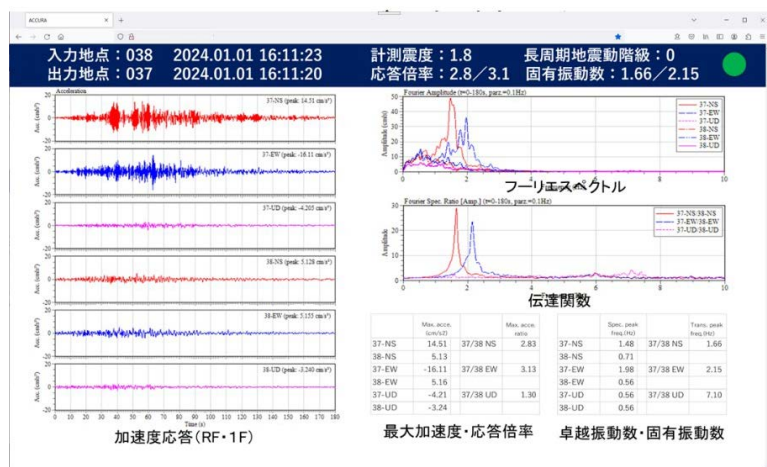


図 2-5-③-13 建物の構造・室内被害モニタリング

(d) 結論ならびに今後の課題

- 1) 既存の地震観測を補間する高密度観測網を目的として、MEMS 地震計と 4G-LTE 接続による観測体制を構築し、愛知県西三河地域における試行観測を継続している。今年度は令和 6 年能登半島地震が観測され、その分析も含めて地域の高密度観測網の必要性を示した。それらに基づき、新規観測点を設置する際の効果をボロノイ分割により評価した。また長期の観測に基づく機器や運用に関する知見を整理した。
- 2) 多数の建物の早期の被災状況把握にむけて、観測対象建物の分析を継続している。能登半島地震では建物上部で震度 5 弱相当の応答が得られている。またより簡易な評価法に向けて、従来の 2 点観測に加えて、建物上部の 1 点観測について検討し、ウェーブレット解析に基づく手法の有効性を確認した。
- 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のインターフェイスのプロトタイプを構築した。今後はこれらを実際に災害対応訓練やワークショップで利用することで、その可能性や有効性を検証する必要がある。

(e) 引用文献

- 1) 気象庁ホームページ：震度データベース検索（参照 2024/3/1）  
<https://www.data.jma.go.jp/eqdb/data/shindo/index.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 2024/3/1）  
<https://www.j-shis.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
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 1～3 口頭	幸山寛和 都築充雄 飛田潤 斎藤侑賢 山下現生	日本建築学会 大会（京都）	2023.9	国内
大規模地震災害時の地域モニタリングに向けたMEMS地震計観測網 口頭	都築充雄 幸山寛和 飛田潤 斎藤侑賢 山下現生	日本地震工学 シンポジウム （横浜）	2023.11	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る。一方で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。このため本研究では昨年度に引き続き、南海トラフ地震臨時情報発表時の事態想定を検討するため、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の開発を行政職員と共に行った。また、これまでの開発段階では、主として市民・住民向けのツールであったものを事業継続計画（BCP）の策定や改定を行う企業等を対象とした「企業版」の勉強会ツールにするための検討を進めた。

##### (b) 業務の実施方法

###### 1) 勉強会ツールの実践と企業版の検討

###### a) 開発の方向性検討

名古屋大学減災連携研究センターでは企業や自治体から受託研究員を受け入れている。本研究は昨年度から引き継いだ7つの基礎自治体からの受託研究員と名古屋大学の研究者で構成される自治体研究会南海トラフ地震臨時情報グループ（以下、臨時情報グループ）において勉強会ツールの改良と実践を行った。未だ発表された事例のない臨時情報の扱い方や考え方について自治体をはじめとする多くの機関が苦慮しているところであるが、現状のままでは、臨時情報が発表された場合、「臨時情報とは何なのか」、「臨時情報をどのように受け止め、どのような行動をすればよいのか」といった問合わせの対応に忙殺され、本来の災害対応業務が滞ってしまうことが懸念される。臨時情報グループでは、こうした事態を未然に防ぐため、自治体が「住民・企業等が臨時情報を知り、考える」ことを支援し、「臨時情報発表時に住民・企業等が困ること・必要なものを把握」するきっかけとなるツールの開発に名古屋大減災連携研究センターと協働で取り組んできている。令和5年度は、令和4年度に開発した住民向けのワークショップ（以下、住民版WS）の改良と実践及び、企業向けのワークショップ（以下、企業版WS）の設計に着手することとした。

###### b) 東三河防災カレッジにおける住民版WSの実施

令和6年1月18日（木）に豊橋技術科学大学安全安心地域共創リサーチセンター主催で開催された東三河防災カレッジにて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、昨年度開発した住民版WS（図2-5-④-1）を採用し、受講者は、会社経営者、行政職員、会社員など30名ほどが参加した。



写真 2 - 5 - ④ - 1 東三河防災カレッジにおける実践の様子

### ワークの流れ

**①「災害想定」の共有**  
 どんな時間に、どんな災害が起こり、みなさんはどんなことをしているのかという「災害想定」をお伝えします。

**②ワークシートへ記入**  
 「災害想定」を踏まえて、ワークシートに記入します。  
 まずは「すること」を全て書き出しましょう。  
 その後、書き出した「すること」を思い浮かべながら「困りそうなこと」を書き出します。  
 そして、「困らないために」どうしたらいいか書き出しましょう。

西側で地震が起きる「ケース①」と、東側で地震が起きる「ケース②」の2回に分けて実施します。  
**※地震は西側から起こるとは限りません**

		ケース①		ケース②	
		発災～2時間後	2時間後～1週間後	発災～2時間後	2時間後～1週間後
南海トラフ地震臨時情報	巨大地震発生	(巨大地震発生) → (巨大地震注意)	(巨大地震注意) → (巨大地震発生)		
状況	南海トラフ地震臨時情報	巨大地震発生 → 巨大地震注意	巨大地震注意 → 巨大地震発生	巨大地震発生 → 巨大地震注意	巨大地震注意 → 巨大地震発生
②	どこで?	前半：ケース① 自分がどのような状況に置かれるか 「どこで」、「だれと」、「なにを」しているか考えてみましょう		後半：ケース② 自分がどのような状況に置かれるか 「どこで」、「だれと」、「なにを」しているか考えてみましょう	
	だれと?				
	なにを?				
	困りそうなこと	そのとき自分が困りそうなことは何でしょうか?		そのとき自分が困りそうなことは何でしょうか?	
③	困らないために	困らないためには？ 事前にやっておくことを考えます		困らないためには？ 事前にやっておくことを考えます	

### 災害想定【ケース①西側で地震発生】

**1. 災害発生状況：2023年2月13日(月)**

- 7時50分頃、四国地方を中心に地震が発生
- 高知県各市の震度は7
- 四国方面では大津波警報が発令され、大きな被害が予想される
- 愛知県内では震度5弱を観測
- 愛知県外海及び伊勢・三河湾において津波警報が発令され、浸水想定区域にお住まいの方は避難が必要となります

**2. 皆さんの状況**

- 緊急地震速報が鳴った後に揺れが強い、周辺の物が落ちるなどしている

**3. この後、皆さん、若しくはご家族の方はどのように行動するか考えて下さい**

- 南海地震発生～2時間後
  - 30分後に南海トラフ地震臨時情報 (調査中)
  - 2時間後に南海トラフ地震臨時情報 (巨大地震警戒)
- 2時間後～1週間後
  - 1週間後に南海トラフ地震臨時情報 (巨大地震注意)

### 災害想定【ケース②東側で地震発生】

**1. 災害発生状況：2023年2月22日(水)**

- 14時45分頃、東海地方を中心に強い地震が発生
- 愛知県では沿岸部自治体で震度7～6強、内陸部自治体で震度6強～5強を観測
- 沿岸部では大津波警報が発出され内陸部でも大きな被害が予想されるが被害状況は不明

**2. 皆さんの状況**

- 緊急地震速報が鳴って直ぐに非常に強い揺れが襲い、建物が激しく揺れ電気も消えた

**3. この後、皆さん、若しくはご家族の方はどのように行動するか考えて下さい**

- 発災～2時間後
- 2時間後～1週間後

図 2 - 5 - ④ - 1 南海トラフ地震・臨時情報対応想定ワーク



## 2) 企業版WSの検討

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。したがって、企業版WSの設計にあたっては、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い、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. BCP（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

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BCP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2-5-④-2）。

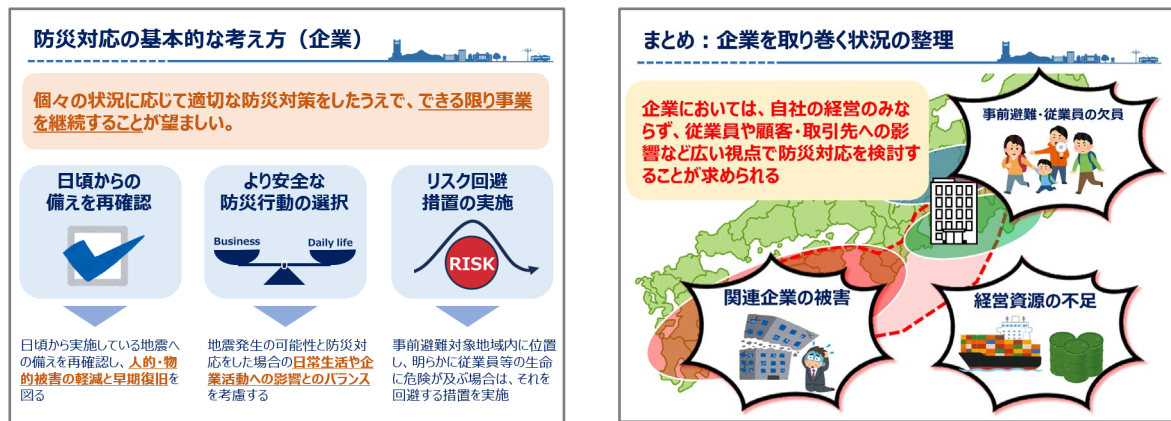


図 2 - 5 - ④ - 2 南海トラフ地震・臨時情報勉強会・ワークショップ

(c) 業務の成果

1) 勉強会・ワークショップ実施（住民版 WS）と企業版 WS の検討成果

a) 勉強会・ワークショップ（住民版）の実践結果

昨年度開発した住民版WSを用いて、会社経営者、行政職員、会社員など30名ほどが参加した東三河防災減災カレッジの場で実践を行った。その結果、多様な背景を持つ参加者を対象とした実践であったが、ワークシートには多くの記述が見られツールの開発目標の1つである、事前の知識によらず、臨時情報を含めた南海トラフ地震の多様性を踏まえた社会事象への対応を考えることのできるツールであることが実践の観察から確認された。

企業版WSの検討と開発については、企業版における勉強会資料の検討と作成を通じて、伝えるべき内容とワークを通じて考えるべき内容を整理し、住民版WSのワークシートをベースに、企業版WSのワークシートの試案を作成した(図 2 - 5 - ④ - 3)。

ワークシートでは、災害対応の時間軸を、以下に挙げる2つのケースに分けて示している。

- ・ 【ケース①】：南海トラフ震源域の西側（四国地方）で震度7クラスの地震が発生し、東海地方に臨時情報が発表された場合
- ・ 【ケース②】：ケース①から1週間以上が経過し、東海地方で震度7クラスの地震が発生した場合

参加者はケースごとに「（企業等が置かれている）地域社会」、「従業員」、「顧客・取引先」の3つの視点に立って「何に困りそうか」を考えてもらう。その後、「困らないために何ができるのか」をシートに書き込むという流れでワークを進めていく。このワークの効果として、災害時の状況を時間軸に沿って想像しながら、起こり得るリスクを洗い出し、企業等におけるリスク回避措置の検討に役立ててもらおうことを期待している。

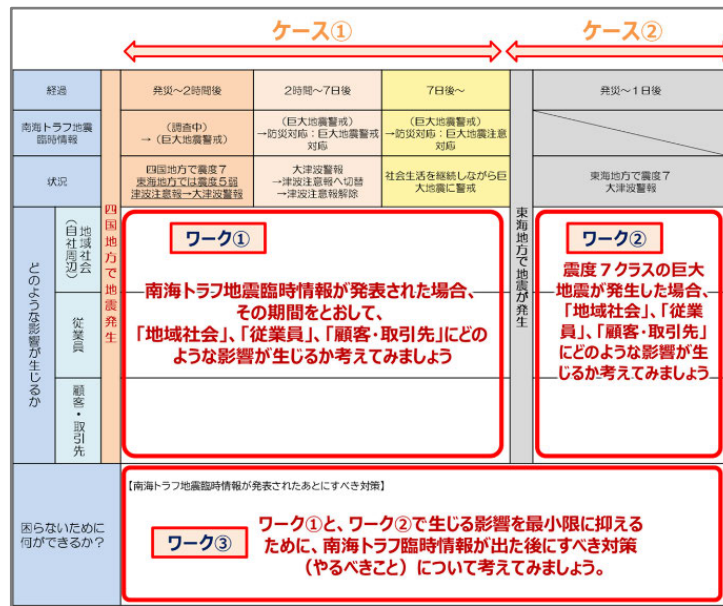


図 2 - 5 - ④ - 3 災害想定ワーク (企業版)

(d) 結論ならびに今後の課題

1) 勉強会・ワークショップ (住民版 WS) の実践

本研究では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の改良と実践を行政職員と協働で行った。その結果、市民、企業人、行政職員に対し、勉強会・ワークショップを実施し、多様な背景を持つ参加者向けに、参加者の知識によらず考える事のできるツールであることが確認された。昨年度の課題であった、南海トラフ地震並びに臨時情報について認知度を高める役割を担う人材の育成についてはまだ課題が残っているが、勉強会資料の改良により、講師役が特定のスキルによらず実践のしやすい形態となり、引きつづき実践の中でそうした人材が増えるよう検討していく。

2) 勉強会・ワークショップ (企業版 WS) の検討

勉強会・ワークショップ (住民版 WS) の勉強会ツールをひな形として、企業版 WS の勉強会ツールの検討を行い、勉強会に用いる資料とワークシートの試作を行った。ただし、企業版の WS については、まだ完成したわけではなく、実用化にあたっては以下に挙げる課題を解決した上で、実践を行い必要な修正を加える必要があると考える。

(ア) 取り組みやすい企業版 WS の設計について

企業版 WS を設計するにあたり、住民版 WS よりも資料内容を増やしている。これにより、臨時情報発表時における企業等を取り巻く社会の変化について、より理解を深めることができるようになったが、いまだ臨時情報自体の認知度が低いことを鑑みると、単発のワークショップの内容としては詰め込み過ぎてしまったきらいがある。

ワークショップを目的ごとに細分化し、複数回に分けて実施することもアプローチの1つとして挙げられるが、参加者の負担が増してしまうことで「気軽に取り組めるワークショップ」からは離れてしまうことが懸念される。

(イ) 企業版 WS に適した内容の精査

本稿で提示した災害行動想定ワークシートでは、想定されるリスク (困ること) を「地

域社会」「従業員」「顧客・取引先」の3つに大別したが、本グループにおける検討の過程において、上記以外に「設備」や「財務」、「人事・労務管理」など他にも考慮すべき項目があるのではないかという意見も挙げられた。項目を細分化することで、より企業等の抱える問題に迫ることができる一方で、参会者自身が、所属する企業等の業務内容について、一定以上の広い知識と理解を有していることが求められる。

また、「企業等」と一括りにしているが、企業規模や業種・業態などによって、洗い出すリスク項目や対処するリスクの優先度は異なると考えられる。

企業版ワークシートの内容・構成を検討する上では、あらゆる企業等が参加することを考慮しなければならず、自治体職員だけでは最適解を出すことは難しい。そのため、本稿の企業版WSをたたき台とし、企業人を交えた実践を重ね、広く意見を聴取しながら内容を精査する必要がある。

#### (ウ) B C P未策定の企業等へのアプローチ

臨時情報発表時であっても、企業等においては可能な限りの事業継続が求められていることから、企業版WSでは、洗い出されたリスクに対し、「後発地震に備えてどのような対応が取れるのか」を考え、南海トラフ地震に関するB C Pの見直しに繋げることを期待している。しかしながら、企業におけるB C Pの策定率は、東京商工会議所が実施した令和4年度調査において、大企業では71.4%、中堅企業では27.6%となっており、企業規模によって差が生じていることがうかがえる。

B C Pはその作成の過程で自社のビジネスに関する理解と、抱えるリスクに対する脆弱性の評価がなされるため、B C Pの作成の有無により、ワーク開始時点で参加者間の知識にばらつきが生じていることが考えられる。あらゆる企業等の参加を想定している企業版WSにおいては、このような事情を踏まえて資料内容を精査する必要がある。

住民版WSでは「臨時情報が発表された場合にどうするか」を考える際、その範囲は自分と家族など近い範囲に限られていたため比較的行動を想定しやすかった。一方、企業版WSでは自社を含む利害関係者全体まで視野が広がる。そのため、想定されるリスクの洗い出しや必要な対策を検討するには、臨時情報発表時における社会全体の変化や企業等に求められる防災対応について説明する必要があり、ワークに臨む前の勉強資料の追加やワークシートの見直しを行った。企業版WSの本年度の検討と開発は、たたき台の位置づけであり、次年度は企業等を対象に実践を重ね、多くの意見を取り入れながら改善をしていくことが必要であり、次年度の取組みにおいて手法の確立を目指す。

#### (e) 引用文献

- 1) 岡田恵実, 高橋拓也, 荒木裕子, 新井伸夫, 平山修久: 南海トラフ地震臨時情報を住民と一緒に考える勉強会の実践, 地域安全学会第50回研究発表会(春季)梗概集, pp.237-241, 2022年5月
- 2) 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年1月

(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
南海トラフ地震と臨時情報について理解を深めるための災害行動想定ワークの開発と実施（口頭）	岡田恵実 柴田智隼 町屋弦一郎 人見幸希 千葉啓広 荒木裕子 平山修久	地域安全学会第52回研究発表会（春季）梗概集， pp. 185-188	2023. 5	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
南海トラフ地震が時間差で発生した場合の行動を考える勉強会ツールの開発と実践（査読あり）	岡田恵実 町屋弦郎 西尾吏啓 千葉啓広 荒木裕子 平山修久	地域安全学会論文集、No. 43, pp. 137-146	2023. 11	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

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

南海トラフ地震は、南海トラフ地震臨時情報（以下、臨時情報）が発表され得る状況も含めて、その発生形態の多様性が知られている。東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえ、起こり得る最大の外力による被害を念頭に各地域・各階層で防災減災対策が進められている。一方で、孫ら（2014）<sup>1)</sup>は、大きな被害想定を突き付けられたことにより住

民や行政の中に諦めのムードが生まれ、事前検討を進めることの難しさを報告している。一方で平松・平山<sup>2)</sup>は、最大クラス（M9）の想定に基づく事前検討の難しさの一方で、中規模（M8 想定）クラスの想定に対する検討では、災害対応における検討手順の整理が行える可能性を示している。事業継続も含め、個々の状況に応じた防災及び、減災対応を進める上では、臨時情報が発表される状況も踏まえたあらゆる状況を想定した備え・準備が必要であるが、現状では最大想定に対する検討が主流となっている。

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」テーマの議論の場を活用し、産官学民の参加に基づくワークショップを実施した。研究の方法は、まず、南海トラフ地震の半割れシナリオに対する地域社会の耐災性を考えるワークショップを実施した。ワークショップは、南海トラフ地震の多様性を踏まえて、自機関の所在地に M8 クラスの先発地震が発生した条件における、直接被害と間接被害を考え共有した上で、現状で直ぐできる対策について議論を行うワークショップ形式の議論の場を企画・実践した。実践結果に基づいて、参加者の当日の総合討論における意見やグループワークのファシリテーター及び記録者を担当したスタッフへの意見聴取に基づいて、中規模クラスへの事前検討の課題や利点の整理を行い、こうした議論を行う上での改善点について考察を行った。これらを踏まえて、中規模クラスの想定に基づく検討手法のあり方について、整理し明らかにした。

#### (b) 業務の実施方法

まず、サブ課題2の各研究機関と連携し、地域社会の耐災性を考えるワークショップ①及び、ワークショップ②を設計し、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」テーマの場を実践の場とした。①と②のワークショップは、2回に分けて実施し、いずれも名古屋大学を主会場とし、オンライン併用で行った。実施概要としては、まずワークショップ①で得られた臨時情報発表時に起こり得る社会様相結果について構造化し、想定される「災害事象」として整理する。さらに、その整理した災害事象に基づいて、ワークショップ②で、その要因分析を試行し、その結果について整理を行い、その考察に基づいて、事前対策の検討に資する災害事象の要因分析手法のあり方について検討する。

#### (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) はじめに

東北地方太平洋沖地震以降、国が平成24年8月29日に公表した「最大クラスの地震・津波モデル」に基づき、都道府県レベル及び基礎自治体レベルにおいても、特に「命を守る」という観点で想定外をなくすことを念頭にあらゆる可能性を考慮した最大クラスの被害想定を示している（例えば、愛知県：2014）<sup>3)</sup>。こうした想定により、起こり得る最大の外力による被害を念頭に各地域で対策が進められる。一方で、孫ら（2014）や平松・平山（2023）は、大きな被害想定を突き付けられたことにより住民や行政の中に諦めのムードが生まれ、事前検討を進めることの難しさを報告している。内閣府は、2019年3月に「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（以下、ガイドライン）」<sup>4)</sup>を公表するとともに、同年5月の「南海トラフ地震防災対策推進基本計画」<sup>5)</sup>の変更に伴い、時間差により発生する可能性も含め、多様な発生形態をとる可能性があることに十留意する必要性を示している。そうした多様な発生形態を踏まえた対応の1つとして、同月より気象庁は、「南海トラフ地震臨時情報」（以下、臨時情報）の運用を開始した。上述のガイドラインでは、突発的な地震発生に備えて対策を進めていくことが基本としつつ、防災対応を取るべきケースとして、半割れ（大規模地震 M8.0 以上）、一部割れ（前震可能性地震 M7.0 以上 M8.0 未満）、ゆっくりすべり（プレート境界の固着状態の変化）の3つの状況を示している。臨時情報は、このような状況を前兆現象として、その後に発生する可能性のある南海トラフ地震への備えを促す情報として活用することを意図して発表されるものである。これまでの既往研究の多くは、例えば金ら<sup>3)</sup>や倉田ら<sup>4)</sup>のように、南海トラフ地震の多様性のある発生形態の内、「臨時情報」の発表条件である前兆現象を受けて、今後の発災に備えた対応や起こり得る社会状況を整理し課題を示す研究が中心である。上述の平松・平山の研究では、最大クラスの想定に基づく事前検討の難しさと合わせて、中規模クラス（M8 クラスの想定）の検討を行うことで、災害対応における検討手順の整理が行える可能性も示されているが、このような南海トラフ地震の多様性を踏まえた、中規模クラスへの事前検討の課題や利点の整理を行う研究はまだ少ない。

そこで本研究では、南海トラフ地震の多様性を踏まえて、自機関の所在地に M8 クラスの先発地震が発生した条件における、直接被害と間接被害を考え共有した上で、現状で直ぐできる対策について議論を行うワークショップ形式の議論の場を2回、企画・実践した。実践結果に基づいて、参加者の当日の総合討論における意見やグループワークのファシリテーター及び記録者を担当したスタッフへの意見聴取に基づいて、中規模クラスへの事前検討の課題や利点の整理を行い、こうした議論を行う上での改善点について考察を行う。これらを踏まえて、臨時情報発信時の状況の想像も含め、南海トラフ地震の発生形態の多様性を踏まえた想定される災害事象に対する検討手法について検討を行った。

表 2-5-⑤-1 ワークショップの概要

ワーク	ワークショップ①	ワークショップ②
実施日	2023年9月4日（月）	2024年1月31日（月）
会場	名古屋大学環境総合館（Zoom併用）	名古屋大学減災館（Zoom併用）
イベント名	情報発信検討会「事業継続」テーマ	情報発信検討会「事業継続」テーマ
参加者数	67名（内WS参加者28名）	52名（内WS参加者17名）
内容	①南海トラフ地震の多様な発生形態に関する話題提供	①南海トラフ地震の多様な発生形態に関する話題提供
	②ワークショップ形式の議論（GW）	②ワークショップ形式の議論（GW）
	③GWの振り返り（全体共有）と総合討論	③GWの振り返り（全体共有）と総合討論

b) 南海トラフ地震の多様性を踏まえた社会の耐震性を考えるワークショップの企画  
 ワークショップは、2023年9月4日及び、2023年1月31日に開催された、サブ課題3が行う、情報発信検討会「事業継続」テーマの中で、名古屋大学減災連携研究センターも含む、サブ課題2の研究機関の連携により、企画運営を行い実施した。本ワークショップには、行政職員及び、指定公共機関も含む民間企業と研究機関に所属する研究者が参加し、社会の耐震性を考えるワークを行った。参加者数は、9月4日のワーク①は27名、1月31日のワーク②は、17名が参加した（表2-5-⑤-2）。

表2-5-⑤-2 ワークショップの参加者構成

班	参加方法	ワークショップ①				ワークショップ②			
		GWの参加者数(人)				GWの参加者数(人)			
		行政	企業	研究機関	合計	行政	企業	研究機関	合計
A	対面	1	3	1	5	1	3	1	5
B	オンライン	4	0	3	7	2	0	4	6
C	オンライン	5	1	1	7	2	1	1	4
D	オンライン	8	0	0	8	0	1	1	2
合計		18	4	5	27	5	5	7	17

c) ワークショップ手法

本研究では、臨時情報の発表が行われる状況も含めたM8クラスの南海トラフ地震の発生時をシナリオの条件とした社会の耐震性を考えるワークショップの手法について、ワークショップ①とワークショップ②の2回の実践を通じて検討と改良を行うものである。災害シナリオとしては共通する条件とし、最大クラスではない「M8クラスの南海トラフ地震」の発生状況について、筆者らワークショップ主催者が提示した震度分布から参加者の所属機関が最も被害の大きい図面を選び考えることを前提とした。また、参加者構成は、産官学からの主体からの参加であることも共通している。以下に、それぞれのワークショップ手法の概要を示す。

i) ワークショップ①：社会の耐震性を考えるワークショップの検討と実践

ワークショップ①は、2023年9月4日に、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の事業の中で、行政や民間企業と研究者との情報交換の場でもある、『情報発信検討会「事業継続」テーマ』の取組みの一環として実施された。当日は、第1部で南海トラフ地震の発生形態の多様性に関する話題提供を行った後、第2部として社会の耐震性を考えるワークショップを実施した。参加形態は、対面での参加者も募るハイブリッド開催とした。オンラインでの参加者はweb会議システムであるZoom Meetings（以下、Zoom）を介して参加した。グループワーク（以下、GW）時には、本システムのブレイクアウトルーム機能（以下、BR）を活用し、参加者24名を、5～8名の4班に分けて行った。この内、A班の5名が会場参加であり、対面によるワークショップを行った。



ii) ワークショップ②：社会の耐震性を考えるワークショップの改良と実践

ワークショップ②は、2024年1月31日に、ワークショップ①と同様に『情報発信検討会「事業継続」テーマ』の取組みの一環として実施された。第1部で南海トラフ地震の発生形態の多様性に関する話題提供を行った後、第2部として社会の耐震性を考えるワークショップを行った実施形態も同様である。参加形態も同様に、Zoomを用いたハイブリッド開催とした。参加者17名の内、を、2～6名の4班に分けて行った。この内、A班の5名が会場参加であり、対面によるワークショップを行った。

d) ワークショップの設計

i) ワークショップの設計：社会の耐震性を考えるワークショップ

ワークショップ①は、まず南海トラフ地震の発生形態の多様性に関する話題提供を行った後、BRを用いて4グループに分かれ、最大クラスではないM8クラスの想定に基づいた、参加者の所属機関における直接被害・間接被害を考えた上で、それらの課題に対する今すぐに行える対策について考えることとした。参加者は、オンライン上の付箋に見立てたシートに記録者が入力してBR内の参加者全員に共有する。次に、オンライン上の模造紙を模したワークシートを用いて、付箋のアイデアを時系列で構造化を行うこととした。このとき、Zoomのホワイトボード機能を用いて、参加者のアイデアを表出し集約した。その後、各グループがワークシートを共有した上で発表を行い、相互に質疑応答を行った。

ワークショップの概要と実施手順は、表2-5-⑤-1の下段の内容の欄に示した通りである。①ワークショップでイメージする発生シナリオとして、「東割れ」「紀伊半島周辺」「西割れ」3つの図面の中から(図2-5-⑤-1)、自社がより甚大に被災するものを参加者に選択させ、本ワークショップにて提示する3つのテーマについて考え課題や意見を出すワーク内容であることを説明した。この際、サブ課題2サブ(g)の研究グループが検討を進める「地震防災基盤シミュレータ」より、上記3つの発生イメージの参考となるようなM8クラスの地震動及び、津波浸水深のマップをそれぞれ提示し、参加者の所属機関の被災イメージの手掛かりとなるよう配慮した(対面参加者には紙面、オンライン参加者には画像データを配布)。②GWで議論するテーマとして、発生シナリオの内、最も自機関に影響が大きい先発地震としてM8クラスの地震が発生した条件における、自機関への1)直接被害、2)間接被害、3)すぐできる事前対策の3つのテーマごとに、付箋と模造紙を使用して参加者からの意見集約を行った。③最後に、グループワークの結果についてそれぞれ参加者全員に共有を行い、また、各GWでの意見を踏まえて、M8クラスの災害対応の課題について総合討論を行った。なお、オンラインのGWでは、Zoomのホワイトボード機能を用いて、対面と同様にオンラインの付箋に書き込み意見表出する方法により、対面での意見表出と近い環境となるよう配慮した。

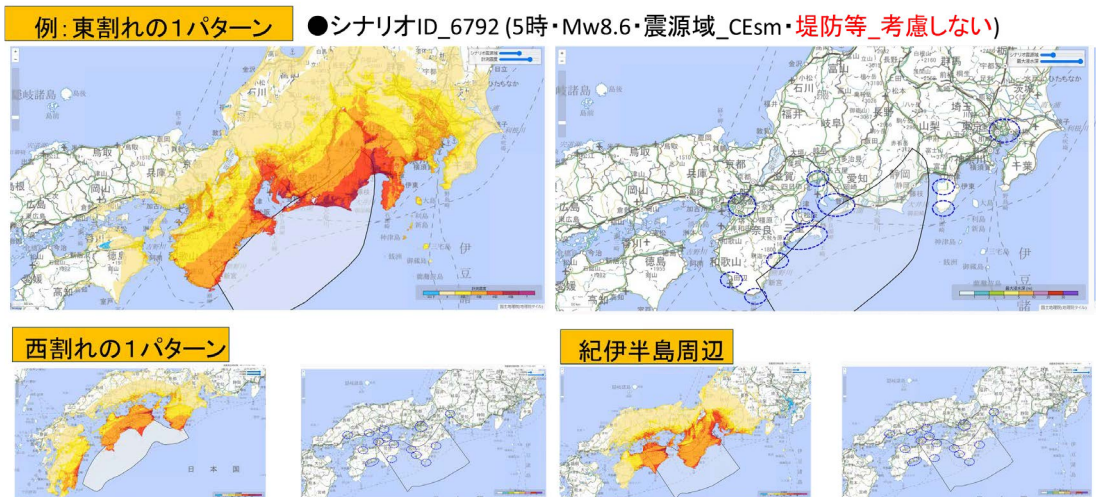


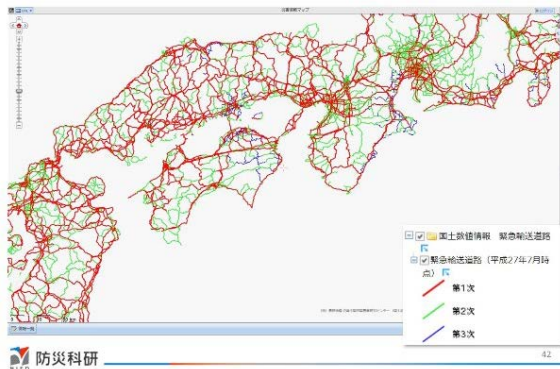
図 2-5-5-1 提示した半割れ（一部割れ）パターンの図面

※サブ 2g 地震防災基盤シミュレータの構築の研究成果から提供された図面に基づく

ii) ワークショップ②の改良：社会の耐震性を考えるワークショップ（改良版）

ワークショップ②は、ワークショップ①と同様に臨時情報に関する概要について話題提供を行った後、オンライン参加者を 3 グループ、会場（対面）参加者を 1 グループとする 4 グループに分かれて行った。ワークショップ①で示された被災状況がイメージすることが難しいといった意見も踏まえて、「道路」「電力（停電）」「建物被害（令和 6 年能登半島地震の状況等）」に関して提示する情報を補強した上で（図 2-5-5-2、図 2-5-5-3）、グループワークを行った。ワーク内容はワークショップ①に準ずるが、M8 クラスの想定に基づいて自機関への影響と被害を考えた上で、それらに対する対策や備えを考え、対策の優先順位を検討することとし、提示情報と合わせて検討手順も一部改良を行った。アイデアカードの集約については、ワークショップ①同様に、対面のグループは模造紙と付箋にアイデアを表出し構造化を行った。また、オンラインのグループについても、模造紙と付箋を模したオンライン上のワークシートに集約する方法は共通するが、事前のテストで Zoom の機能であるホワイトボードへのアクセス管理の仕様変更により外部参加者が記入できないことが確認され、参加者のアイデアの表出をチャットに入力することとし、記録係が Microsoft の PowerPoint 内でアイデアカードの集約や構造化に関わる整理を行い、その作業を画面共有することで参加者に共有し意見交換を行う手順とした。グループワーク後は、各グループがワークシートを共有した上で発表を行い、相互に質疑応答を行った。

緊急輸送道路(参考)



主要な発電所の場所(参考)

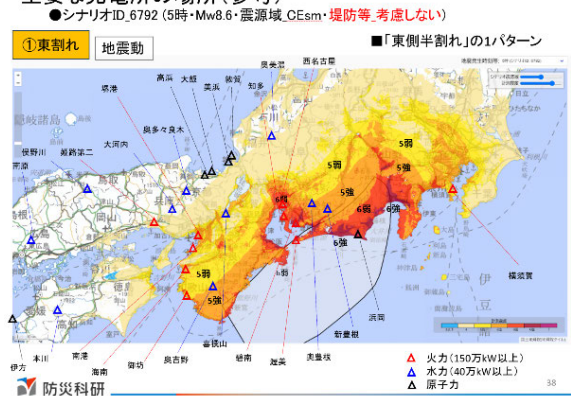


図 2-5-⑤-2 提示したインフラに関する図面

令和6年能登半島地震

南海トラフにもつながる教訓

図 2-5-⑤-3 提示した建物被害のイメージに関する図面

e) ワークショップの結果

i) ワークショップ①の結果：臨時情報発表時の社会様相を考える

ワークショップ①の実践の結果、表出された各班のアイデアカードを表 2-5-⑤-3 に示す。各班にて表出された項目毎のアイデアカードの数を整理した。本稿では 3 つのテーマの内、直接被害に関するアイデアカードの整理を行う。表出されたアイデアは、全 4 班で 71 件のアイデアカードである。尚、1 枚の付箋に複数の項目を記載することを認めたため、アイデアカードと項目数は必ずしも一致しない。

対象とした GW においては、「災害対応」「建物」「浸水」「ライフライン」に関わる影響に関する 4 つの項目に分類された。被災シナリオが M8 クラスであったこともあり、「災害対応」に関する参集困難等のソフト的な影響に関するものが 24 件、ライフラインの内、情報通信に関わるものが 23 件の 2 つの項目に比較的意見が集まった。被災が軽微であることや災害対応が可能であることをイメージしているアイデアの項目も見られ、今回の WS によって、M8 クラスの被害像を一定程度参加者が想像することを可能とした事が推測された。

表 2-5-⑤-4 は、GW 後の全体での総合討論での意見交換の結果を整理したも

のである。A 班の GW 結果に対する意見交換では、最大クラスとは異なり、所属機関の建物や人員不足などが起きない状況での災害対応を想像できた一方で、参集条件は決まっているが、M8 クラスの地震時にどう行動するは、明確に決まっていなかったことが明らかになった。

B 班では、とくに行政の場合の間接被害のイメージがしにくい状況が確認された。また、自分の所が被害を受けた半割れでは、ある程度外部支援も期待できるとの意見のあった一方で、臨時情報が出ると外部支援は期待できないという相反する意見が示され、半割れシナリオでの検討の難しさも明らかになった。

C 班では、事前対策として、M8 クラスへの対応や備えについての啓発が重要であることが確認された一方で、後発地震の可能性もあり、臨時情報が出る条件であることは認識するものの、啓発の中身に関する突っ込んだ議論はなかった。また、シナリオを先発地震の地域として考えるとき、臨時情報への議論にはなりにくいことも推測された。

D 班では、最大ではない地震への訓練も大事だが、それを実践する為のシナリオの準備が困難であるとの実践上の課題が示された。一方、「M8」クラスでは、対象が絞られ対策の優先順位づけがしやすく事業継続の事を考える上でも良いとの意見も示され。特に最大クラスの被害想定により大きな被災が示される地域が諦めのムードから脱却し、異なる被害想定を対象とした現実的な対策を考える機会を生み出す可能性が示された。

また、表 2-5-⑤-5 に、GW の総合討論時に各テーマの議論のし易さや難しさに関する各グループの代表者から述べられた感想及び、事後に GW のファシリテーター及び記録者の担当者にスタッフとして関わった中で感じたグループワークの進行やテーマ設定などの課題や良かった点について意見聴取を行った結果を整理した。

GW 時の各テーマの議論のし易さ（活発に議論できたか）や難しさについては、参加者とスタッフ側では必ずしも一致していない。スタッフ側の所感としては、比較的直接被害が活発議論でき、間接被害の議論が進まない様子であったことが示されているが、A 班では、間接被害の方が活発とのスタッフ側の所感となっている。また、スタッフ側から見た改善点として、これまでの最大クラスの被害想定に引きずられ M8 クラスを上手く想像できない状況があり、参加者により被害イメージの共有ができるような工夫が必要であることが示されている。その他、発災からの経過時間を区切り場面を限定して議論することや、建物被害状況や住民の避難率、鉄道の運行状況等の条件設定の情報があるとよいといった意見も見られた。

ワークショップ①では、M8 クラスの「半割れ」の状況を条件として、各機関の対応状況やその課題を整理・抽出するワークショップ手法を検討し、実践を行った。その結果、M8 クラスの震度想定を示したことで、自機関の被災状況を踏まえた対応状況を考える事を可能としたが、「最大想定ではない状況」への対応を考える事に慣れていない様子も見られた。今回のワークショップにおける GW は、行政機関に所属する参加者が多くを占め、企業からの参加者が少ない等、限られた条件に基づく実践であるが、M8 クラスの被災シナリオの特徴を捉えた、災害対応やライフラインへ影響を及ぼすような条件提示を具体的に示すことで、被災イメージが明確になり、事前準

備や事前対策に向けた検討や訓練を行うことに寄与する可能性が示された。また、優先順位が明確になるなど、最大クラスとは異なる M8 クラスの被災シナリオに基づいた検討を行うことの意義も参加者から示されている。

これら手法の課題に向けては、参加者が発災時の被災様相をより想像しやすい情報の工夫の必要性が示されており、次に示すワークショップ②の実践では、こうした点を改良した上で実践を行うこととした。

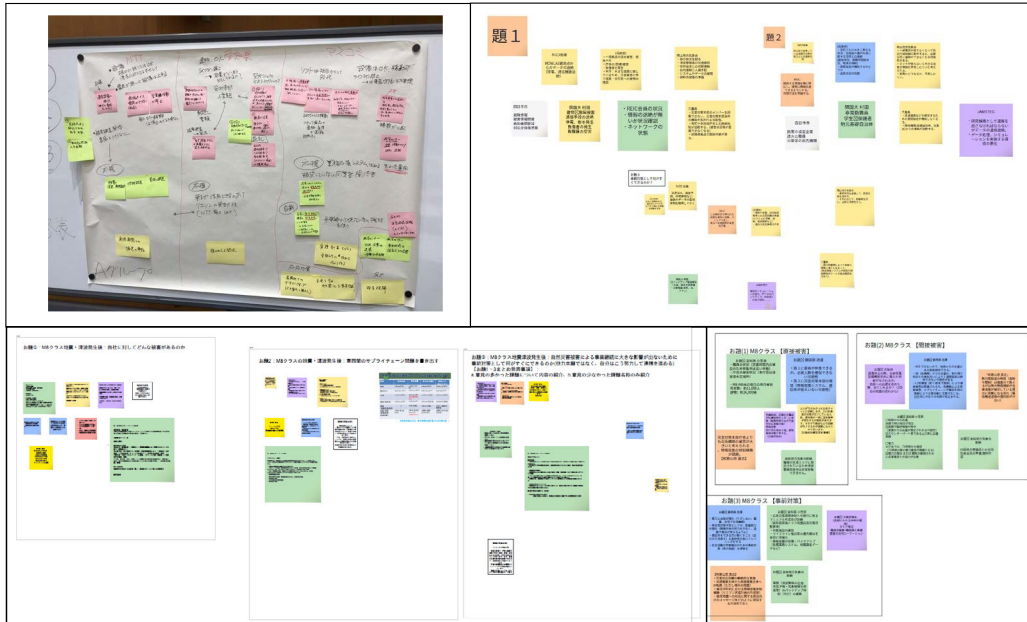


図 2-5-5-4 ワークショップ①で表出された各班のアイデアカード

表 2-5-5-3 付箋の表出数と被災状況に関する項目の整理

班	災害対応		建物				浸水		ライフライン				総計	
	業務継続可能	業務継続困難	建物被害	建物内の被害	関連施設の被災	エレベーター	被害あり	被害軽微	ライフ全般	電気	水道	道路		情報通信
A	—	5	—	1	—	—	—	—	3	—	—	—	5	14
B	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	21
C	1	7	1	—	2	1	2	—	1	2	1	1	4	23
D	5	3	1	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	13
合計	6	24	2	1	2	1	2	2	4	2	1	1	23	71

表 2-5-⑤-4 各班の議論の結果を踏まえた総合討論時の意見交換の内容

班	総合討論時の意見交換の内容
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最大クラスとは異なり、所属機関の建物や人員不足などが起きない状況での災害対応を想像した</li> <li>・参集条件は決まっているが、M8クラスの地震時にどう行動するかは明確に決まっていない</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>・直接被害に比べると間接被害はイメージがしにくい</li> <li>・自分の所が被害を受けた半割れでは、ある程度外部支援も期待できるとの意見と臨時情報が出ると期待ができないといった、相反する意見のでて興味深い議論となった</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>・M8クラスへの対応や備えについての啓発が重要である</li> <li>・後発地震の可能性もあり、臨時情報が出る条件であるが、啓発の中身に関する突っ込んだ議論はなかった</li> <li>・先発地震の地域として考え、臨時情報についての議論にはならなかった</li> </ul>
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最大ではない地震への訓練も大事だがシナリオの準備が困難</li> <li>・一方、最大クラスではあれもこれもとなり、課題が多すぎて絶望感を感じる。M8クラスでは、対象が絞られ対策の優先順位づけがしやすく事業継続上も良い</li> </ul>

表 2-5-⑤-5 各テーマに対する議論のし易さに関する事後評価

班	テーマ	各テーマに対する議論のし易さに関する意見				スタッフ側から見た改善点等
		活発		難しい		
		グループ代表	スタッフ	グループ代表	スタッフ	
A	①	—	—	—	○	・これまでの被害想定に引きずられてしまい「M8クラス」の被害状況を上手く想像できない
	②	—	○	—	—	・参加者の被害イメージの共有が重要
	③	—	—	—	—	
B	①	○	○	—	—	・行政の立場から、間接被害のイメージがしにくい状況があった
	②	—	—	—	○	・後発地震の発生時期・場所・規模が不確実で検討が難しい
	③	—	—	—	—	・燃料や外部支援者の宿泊先等の確保可能な時期の情報が必要
C	①	—	○	—	—	・インフラ、道路啓開範囲などが表になっているといいと感じた
	②	—	—	—	○	・先発地震の地域として考えると臨時情報は議論になりにくい
	③	—	—	—	—	
D	①	○	○	—	—	・検討範囲が膨大で議論が発散してどうまとめるか苦労した
	②	○	—	○	○	・発災から何時間後、何日後などと場面を限定するほうが考えやすい
	③	○	—	—	○	・建物被害状況や住民の避難率、鉄道の運行状況の情報があるとよい

ii) ワークショップ②の結果：社会の耐震性を考えるワークショップ（改良版）

上述の通り、ワークショップ①では、自機関の所在地にM8クラスの南海トラフ地震先発地震が発生した場合に、直接被害と間接被害、およびその対策についてのワークショップを企画・実践を行った。実践の結果、優先順位をつけて対策を考えることが可能であることが明らかになった。しかし、参加者がM8クラスの被害様相を想像する上では課題もみられた。そこで、ワークショップ②では、能登半島地震の被害状況を提示するなどのワークショップにおける付与シナリオを具体化し、南海トラフ地震の半割れ条件での改良版のワークショップを企画・実践した。また、ワークショップの成果物について、KH Coderを用いたテキストマイニングにより、付与シナリオの条件設定と結果との関連性の検討を行った。ワークショップ②の結果、表出された各班のアイデアカードに対してテキストマイニングを行った。ワークショップ②の会場の様子を図2-5-⑤-5に示す。また、各班のグループワークで示されたお

題①の頻出用語と想起ネットワーク図を図2-5-⑤-6に示す。また、同様にお題②の頻出用語と想起ネットワーク図を図2-5-⑤-7に示す。

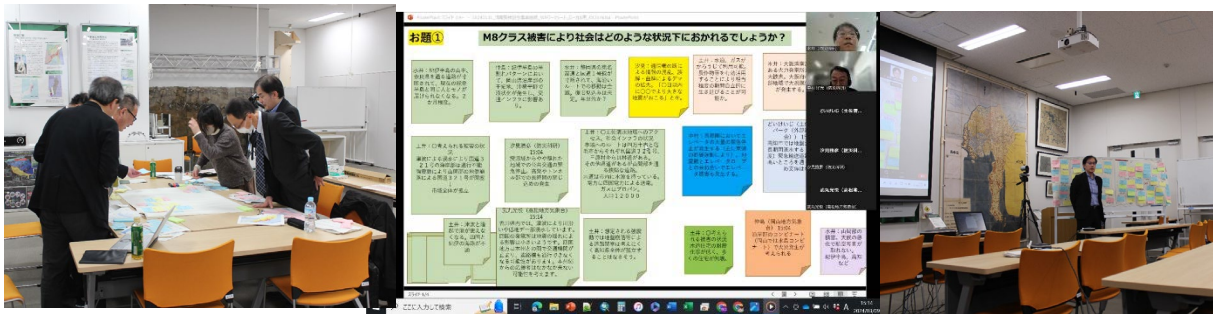


図2-5-⑤-5 ワークショップ②の実践の様子

左：対面の班のグループワーク 中央：オンライン上のグループワーク  
右：総合討論の様子

災害事象	頻度 (内類似語)	類似語
津波	18(5)	浸水
地震	9(6)	強震、余震、地震動、揺れ
液状化	7(0)	該当なし
天候	6(4)	台風、積雪、豪雨、土砂
地盤	5(2)	地割れ、断層
火災	4(1)	火事場
影響対象	頻度 (内類似語)	類似語
道路	24(0)	
住宅・建物	12(3)	建築
停電	8(0)	
公共交通	6(0)	
通信	6(0)	
帰宅困難	5(0)	
通行	5(0)	
孤立	4(0)	
倒壊	4(0)	
避難	4(0)	
トイレ	4(0)	
水道	3(0)	
物資	3(0)	
ガス	2(0)	
コンビニート	2(0)	
エレベーター	3(0)	

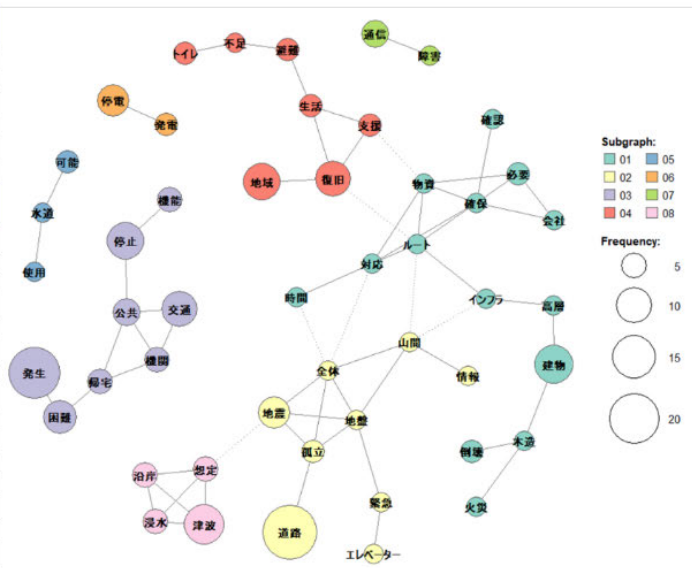
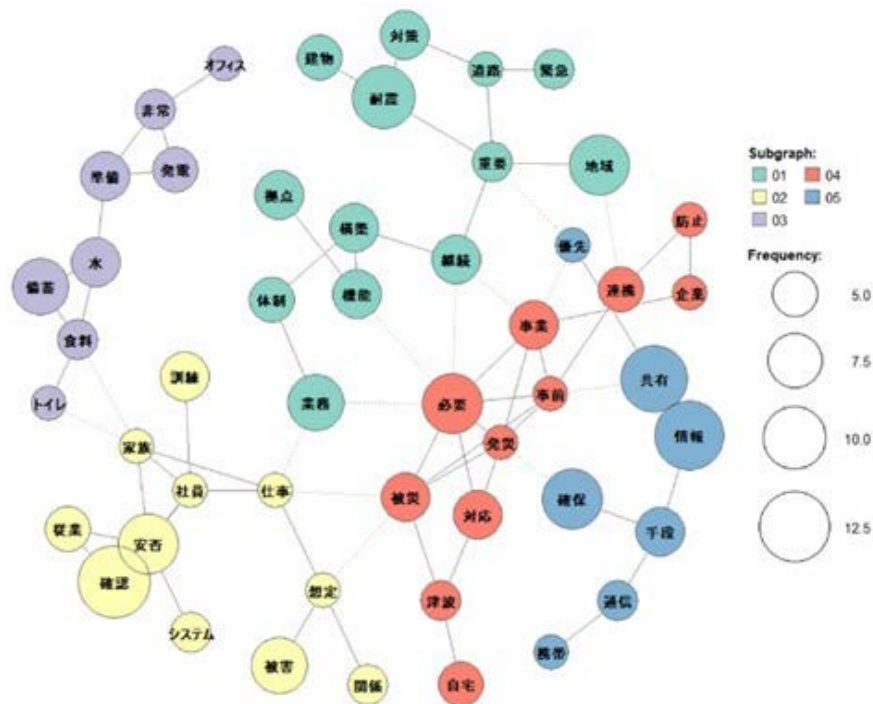


図2-5-⑤-6 ワークショップ②の頻出用語と想起ネットワーク図（お題①）



対策項目	頻度	対策の対象
情報共有	12	体制構築、通信手段の確保
耐震	10	建物(道路)、事業の継続
安否確認	9	従業員(家族)、システムの構築
備蓄	8	食料、水(トイレ)
津波	4	津波被災地域の対応、拠点機能維持

図 2-5-⑤-7 ワークショップ②の頻出語と想起ネットワーク図 (お題②)

各班のGWで表出されたアイデアカードを整理した結果の内、お題①については図2-5-⑤-6に、お題②について、図2-5-⑤-7に示す。参加者が付箋に示した記述を用いてテキストマイニングを実施した。実行前には、誤字脱字などの最低限の加工を行い、できる限り参加者の記述に忠実に実施した。また、「住宅」と「建物」など、前後の文脈の実施した。また、「住宅」と「建物」など、前後の文脈の確認も踏まえて、同義語と見なせる言葉は統一を行った。まず、お題①では、374語が抽出された。その内、図2-5-⑤-6の左に示した通り、災害事象として、津波・地震・液状化の順に上位となっている。また、影響対象として、道路・住宅・建物・公共交通・停電等が上位に抽出されている。抽出語に対して、上位60の共起関係に基づく、共起ネットワーク図を作成した。道路に関しては、地震や地盤の影響により、「孤立」「山間部」「エレベーター」への影響を参加者が考えたことが示されている。建物は、木造建築に対する「倒壊」や「火災」への懸念や高層建物の「インフラ」への影響を考えたことが読み取れる。さらに、「インフラ」からは、「物資」の確保やその「ルート」に対する記述との関連が示されている。お題②では、350語が抽出され、図2-5-⑤-7の下段に示した通り、対応に関わる項目として「情報共有」「耐震」「安否確認」「備蓄」「津波」の5つの抽出語が示された。同共起ネットワーク図からは、例えば、「耐震」については、対象として建物と道路が示されるとともに、業務継続の体制の構築へも考えが及んでいることが認められる。



(d) 結論ならびに今後の課題

本研究では、M8クラスの南海トラフ地震「半割れ」の状況を条件として、各機関の対応状況やその課題を整理・抽出するワークショップ手法について、これまでの研究開発で課題となっていた「議論の具体性」につながる情報提示の工夫に基づく条件設定の改善を試み実践を行った。その結果、M8クラスの震度想定に加えて、道路や電力、建物への影響を考える手掛かりとなる資料を示したことで、それらの項目に対する具体的な被害の様相や取り得る対策について考えることを可能とすることが示された。一方で、より詳細に提供した情報に依拠する傾向も感じられたことから、例えば「ライフライン」や「道路と物流」など、WSごとに議論するテーマを絞り、より詳細な議論を行い、複数テーマの議論を積み重ねることで、被害様相の全体をカバーして地域社会の耐災性を高めることにつながるのではないかと考えており、次年度は産官学の連携に基づいて実践を行いながら手法の確立を目指す。

(e) 引用文献

- 1) 孫英英・近藤誠司・宮本匠・矢守克也（2014）、新しい津波減災対策の提案―「個別訓練」の実践と「避難動画カルテ」の開発を通して、災害情報、No. 12、pp76-87.
- 2) 平松佳采・平山修久（2023）、豊川市防災センター巨大床面地図の豊川市職員防災研修への展開の取り組み、地域安全学会梗概集 No. 52、pp. 147-151.
- 3) 愛知県（2014）愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査結果
- 4) 内閣府（2019）、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
- 5) 中央防災会議（2019）、南海トラフ地震防災対策推進基本計画

(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
臨時情報発表時の社会事象とその要因の推定に関する一考察～なぜなぜ分析を応用した災害事象の要因分析手法の検討～（口頭）	千葉啓広 野村一保 水井良暢 廣井悠 中村洋光 平山修久	地域安全学会第52回研究発表会（春季）梗概集、pp. 79-82	2023. 5	国内
南海トラフ地震の半割れシナリオに対する地域社会の耐災性を考えるワークショップの検討と実践（ポスター）	千葉啓広 水井良暢 野村一保 高橋成実 中村洋光 平山修久	地域安全学会第53回研究発表会（秋季）梗概集、pp. 113-116	2023. 11	国内

南海トラフ地震の半割れシナリオに対する地域社会の耐災性を考えるワークショップに関する一考察（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 28 回大会予稿集、pp. 95-96	2024. 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

⑥南海トラフ地震臨時情報発表時の社会様相構築に資する令和 6 年能登半島地震のライフライン供給に関する情報収集

(a) 業務の要約

令和 6 年 1 月 1 日に発生した「令和 6 年能登半島地震」に伴う被害規模や復旧状況等の情報を収集、整理し、大規模な自然災害発生時や復旧過程でのライフライン系施設の状況、ならびに関係機関の動向を把握することにより、南海トラフ巨大地震臨時情報発表時の産業活動や社会経済活動への影響を検証し、社会様相を構築するとともに、机上演習等に活用するため、令和 6 年能登半島地震でのライフライン供給に関する情報収集し、南海トラフ地震臨時情報の観点から考察する。

(b) 業務の実施方法

平山・臼田<sup>1)</sup>は、2022 年 9 月台風 15 号での静岡市清水区における大規模断水での Google マップを活用した応急給水拠点の情報共有の取り組みについて報告がなされている。吹元・平山<sup>2)</sup>は、応急給水拠点の情報共有事例を取り纏めている。ここでは、令和 6 年能登半島地震での Google マップを活用した応急給水、復旧状況の情報共有 2024 年 1 月 3 日より石川県内ならびに富山県内の市町の Web から応急給水に関する情報を収集するとともに、2024 年 1 月 4 日より石川県内ならびに富山県内の市町の Web から取得した復旧状況について地図化を行う。

令和 6 年能登半島地震およびその復旧過程における各種ライフラインのうち、都市ガス、上下水道、その他 LP ガス、石油製品について、省庁、自治体および関係機関による公表資料を調査、収集した。さらに、これらの情報を整理、分析することで、大

規模自然災害による各種ライフラインの復旧過程を把握した。

電力会社等のサイトで発表されている公表資料を基に、停電戸数や電力設備の被害のデータ整理を行う。さらに、停電状況について GIS 化を行う。

### (c) 業務の成果

#### 1) Google マップ等を活用した復旧状況マップ、応急給水拠点マップ

災害時の組織間での情報共有の仕組みとして、SIP4D (Shared Information Platform for Disaster Management: 基盤的防災情報流通ネットワーク) (防災科学技術研究所 2021) が構築されており、内閣府・防災科研の ISUT (災害情報集約支援チーム) による現地支援や防災クロスビュー (防災科学技術研究所 2021) での Web 公開など、災害時の活用が進められてきている。シェープファイルは、地理情報システム (GIS) 間でのデータの相互運用におけるオープン標準として用いられるファイル形式である。地理情報システムアプリケーションには商用アプリやオープンソースアプリなど様々なアプリケーションがあるが、国、水道事業者等の実務者によるシェープファイルによる情報共有には限界がある。

そこで、シェープファイルによる共有とともに、独自の地図を作成、共有できる Google マイマップを用いることで、支援水道事業体における情報共有を行うものとした。

応急給水拠点については、各市町の Web により情報発信された応急給水一覧について、2024 年 1 月 4 日以降、毎日情報収集を行うものとした。エクセル上で、フィールド値として、ID、都道府県、区分、名称、住所、開設状況、開設日、閉鎖日、設置時間、備考、データ出典、を設定した。次に、住所に対して、ジオコーディングにより、緯度経度を付与した。なお、ジオコーディングには CSV マッチングサービスを用い、精度が十分でないものについては Google マップ上で緯度経度を求めた。1 月 5 日以降については、更新されたもののみジオコーディングを行う。そのうえで、Google マイマップで読み込みを行い、URL により共有するものとした。

水道の復旧状況マップは、各市町の Web により情報発信された復旧状況に関する情報を日々収集するものとした。各市町における復旧状況の情報発信においては、地区単位、給水区域単位、町丁目単位などさまざまであった。そのため、人口、世帯数も把握することが容易であることを考慮し、統計地理情報システムの境界データのひとつである 2020 年国勢調査の小地域 (町丁・字等) (JDG2011) を用いて集計するものとした。各市町の Web 上での復旧状況の区域と小地域との同定し関連付けを行った。復旧状況の区分についても、各市町でばらばらであったが、「断水」「漏水調査中」「一部通水」「仮復旧 (生活用水)」「復旧済み」「通水」の 6 区分を用いるものとした。なお、Web 上での情報発信がなされていない場合については、「N/R (記録なし)」とした。

応急給水拠点については、Google マイマップとシェープファイル、復旧状況については、シェープファイルと画像データにより、厚生労働省、国土交通省、日本水道協会、保健医療科学院、名古屋市上下水道局等の支援水道事業体、防災科学研究所、人と防災未来センター等と日々共有するものとした。ここでは、地理情報を地図化し、情報を共有し、状況認識の統一を図り、支援活動に活かす枠組みを「地図化情報作戦」とする。図 2-5-⑥-1 に令和 6 年能登半島地震での地図化情報作戦の概要を示す。

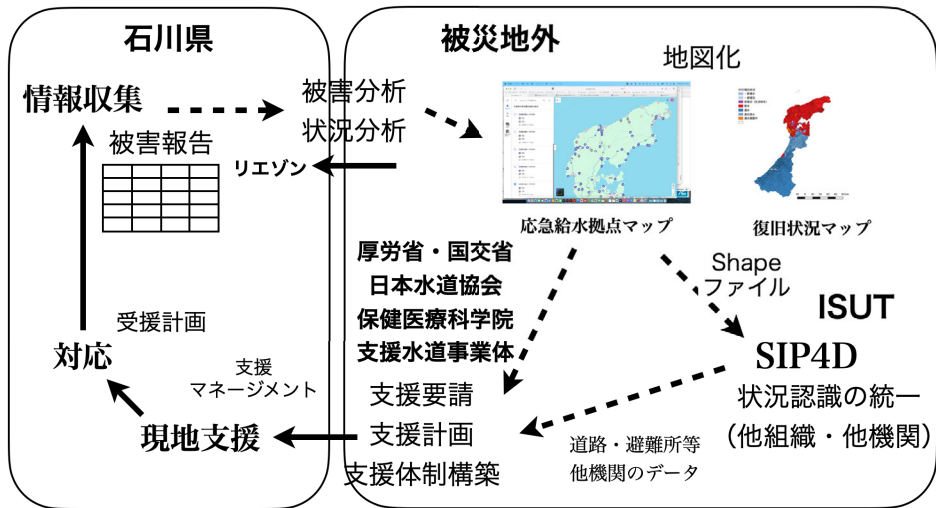


図 2-5-⑥-1 令和 6 年能登半島地震での地図化情報作戦概略

a) 能登半島地震における応急給水拠点マップ

2024 年 1 月 3 日より石川県内ならびに富山県内の市町の Web から応急給水に関する情報を収集し、エクセル上で応急給水拠点一覧データを作成した。なお、被害が甚大であった能登地方 6 市町では、地域防災計画に応急給水拠点一覧の記載があった珠洲市、輪島市、志賀町については、応急給水の情報が発信されるまでは指定避難所等の計画上の応急給水拠点情報を、開設状況を「N/R」として登録した。図 2-5-⑥-2 に Google マップでの応急給水拠点マップを示す。



図 2-5-⑥-2 令和 6 年能登半島地震での地図化情報作戦概略

b) 能登半島地震における復旧状況マップ

2024 年 1 月 4 日より石川県内ならびに富山県内の市町の Web から取得した復旧状況について地図化を行った。図 2-5-⑥-3 に 1 月 4 日、1 月 11 日、1 月 21 日、1 月 31 日、2 月 10 日、2 月 21 日の復旧状況マップを示す。珠洲市等では、浄水場、導水管、送水管の復旧状況についての情報発信はなされていたものの、奥能登 4 市町では、1 月 20 日までは区域別の復旧状況について、Web では「全域断水」となっていた。これより、水道システムの上流部分が被災した場合には管路の漏水調査もままならず、復旧の進捗が困難となることわかる。

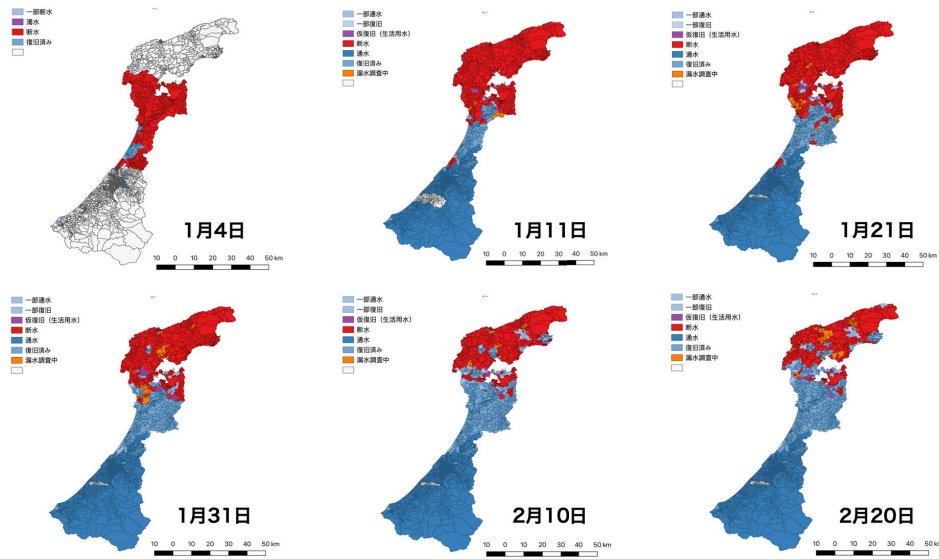


図 2 - 5 - ⑥ - 3 令和 6 年能登半島地震での地図化情報作戦概略

2) 上水道

a) 基本諸元

収集、分析した上水道に関わる情報の諸元等を、表 2 - 5 - ⑥ - 1 に示す。

表 2 - 5 - ⑥ - 1 収集した情報の諸元等 (上水道)

名称	内容	備考
断水戸数	<ul style="list-style-type: none"> <li>市町村別断水戸数 1/2～2/29 (一部欠損)</li> <li>七尾市行政区別通水世帯数 1/24～2/29 (一部欠損)</li> </ul>	断水率を算出
<p>【出典】</p> <p>厚生労働省：令和 6 年石川県能登地方を震源とする地震による被害状況等について  <a href="https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_37198.html">https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_37198.html</a></p> <p>石川県：令和 6 年 (2024 年) 能登半島地震に関する情報 (対策本部・被災状況)  <a href="https://www.pref.ishikawa.lg.jp/saigai/202401jishin-taisakuhonbu.html#higai">https://www.pref.ishikawa.lg.jp/saigai/202401jishin-taisakuhonbu.html#higai</a></p> <p>富山県：令和 6 年能登半島地震に係る県内被害状況 (人的被害・住家被害等)  <a href="https://www.pref.toyama.jp/1900/bousaianzen/bousai/jishin/jishnn0101.html">https://www.pref.toyama.jp/1900/bousaianzen/bousai/jishin/jishnn0101.html</a></p> <p>新潟県：令和 6 年能登半島地震に関する情報 (被害状況・お問合せ先)  <a href="https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/kikitaisaku/240101jishin.html">https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/kikitaisaku/240101jishin.html</a></p> <p>福井県：福井県内の状況  <a href="https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kikitaisaku/ishikawanotojisin.html">https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kikitaisaku/ishikawanotojisin.html</a></p> <p>七尾市：水道の断水および復旧の状況  <a href="https://www.city.nanao.lg.jp/jougesuidou/kurashi/sumai/suido/ryokin/dansui.html">https://www.city.nanao.lg.jp/jougesuidou/kurashi/sumai/suido/ryokin/dansui.html</a></p>		
給水車台数	<ul style="list-style-type: none"> <li>市町村別派遣元別給水車台数 1/2～2/29 (一部欠損)</li> </ul>	
<p>【出典】</p> <p>厚生労働省 (上記と同じ)</p> <p>日本水道協会：令和 6 年能登半島地震への対応について  <a href="http://www.jwwa.or.jp/topics/topics_20240125001.html">http://www.jwwa.or.jp/topics/topics_20240125001.html</a></p>		

作業班数と人数	・市町村別派遣元別作業班数と人数 1/11～2/29 (一部欠損)	
【出典】 日本水道協会（上と同じ）		
被害状況	・市町村別被害状況 1/2～2/29（一部欠損）	定性データ
【出典】 日本水道協会（上と同じ） 石川県（上と同じ）		

b) 時系列推移

i) 断水状況

市町村別データは断水戸数、七尾市データは通水世帯数であったため、断水率に変換して、断水状況の推移を整理した。なお、断水率は以下の算出式で算出した。

- ・市町村別断水率 = 断水戸数 ÷ 給水契約件数（令和3年水道統計）
- ・七尾市断水率 = (世帯数 - 通水世帯数) ÷ 世帯数

石川県内の市町村の断水率の推移を図2-5-⑥-4に示す。

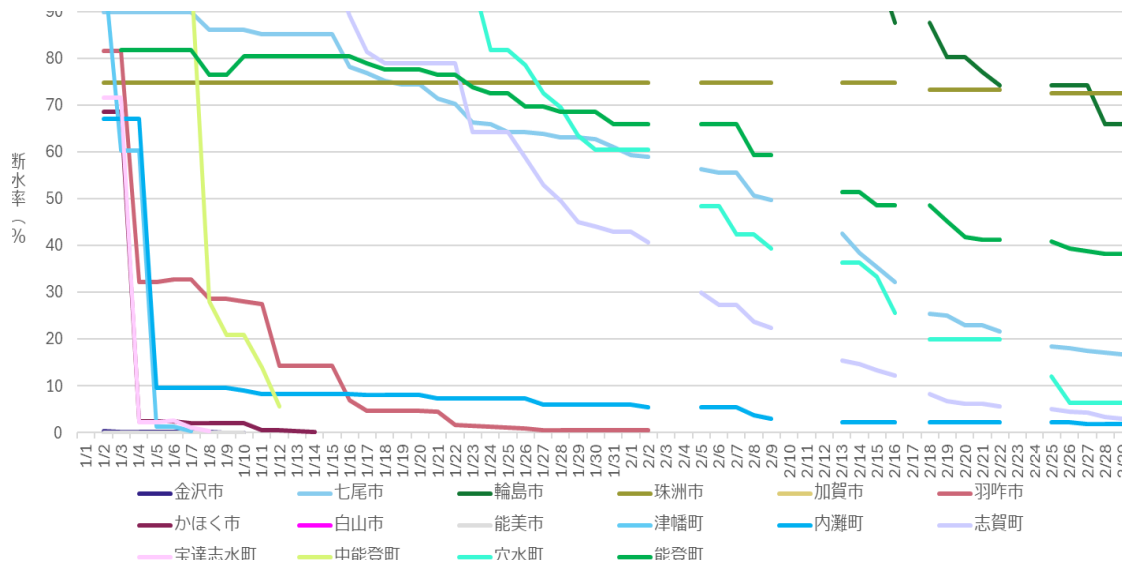
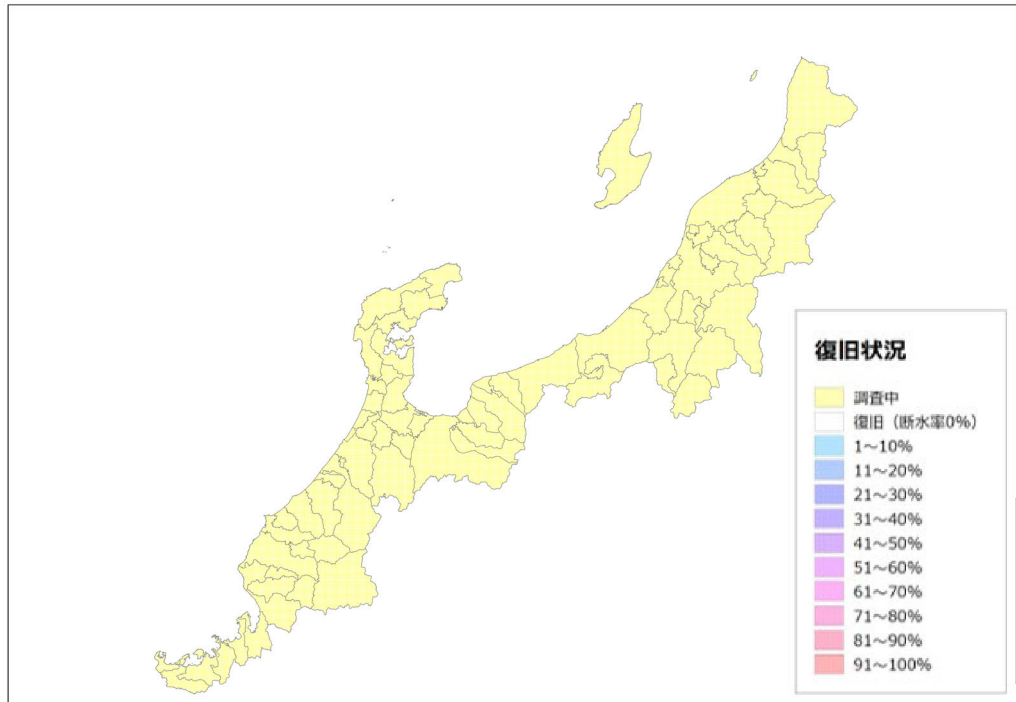
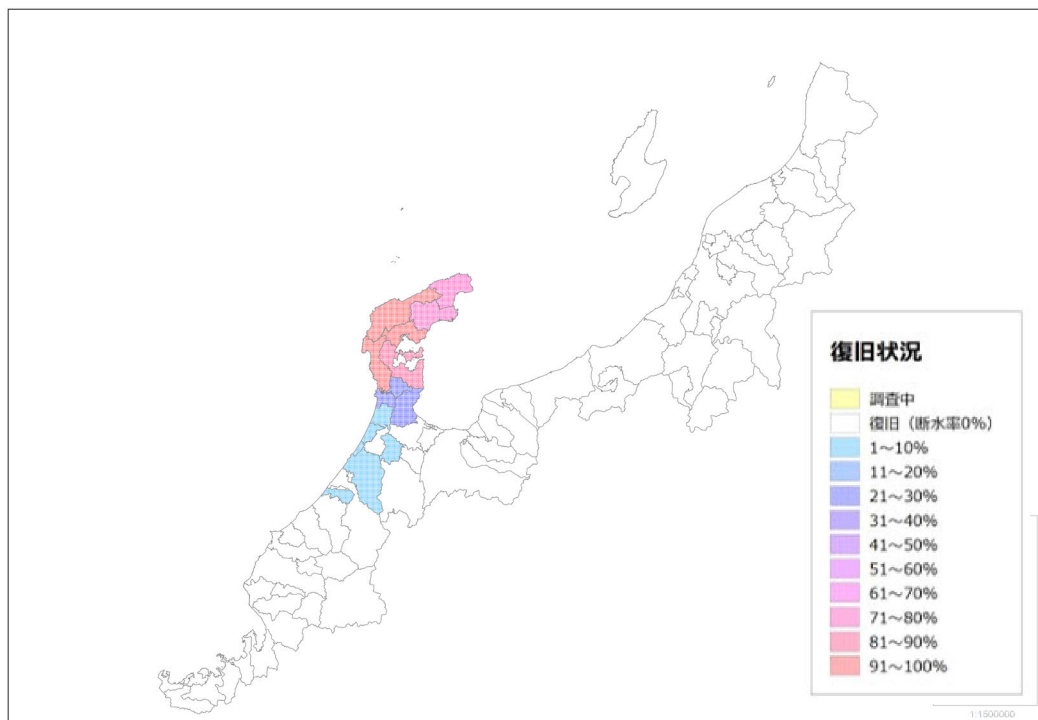


図2-5-⑥-4 断水率の推移（石川県内市町村）

また、市町村別の断水率の推移について、事業者の位置的な特性による傾向を把握するために、shape形式のデータを作成し、GISにより地図上でその推移を整理した。その結果を一部抜粋して図2-5-⑥-5に示す。

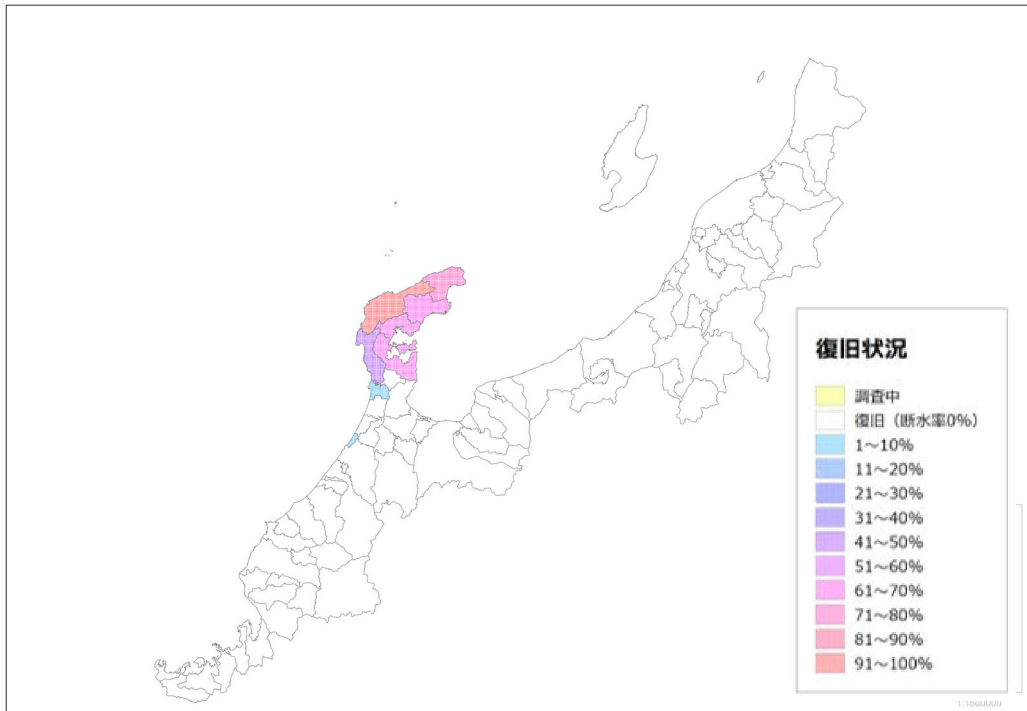


1月1日 (発災当日)

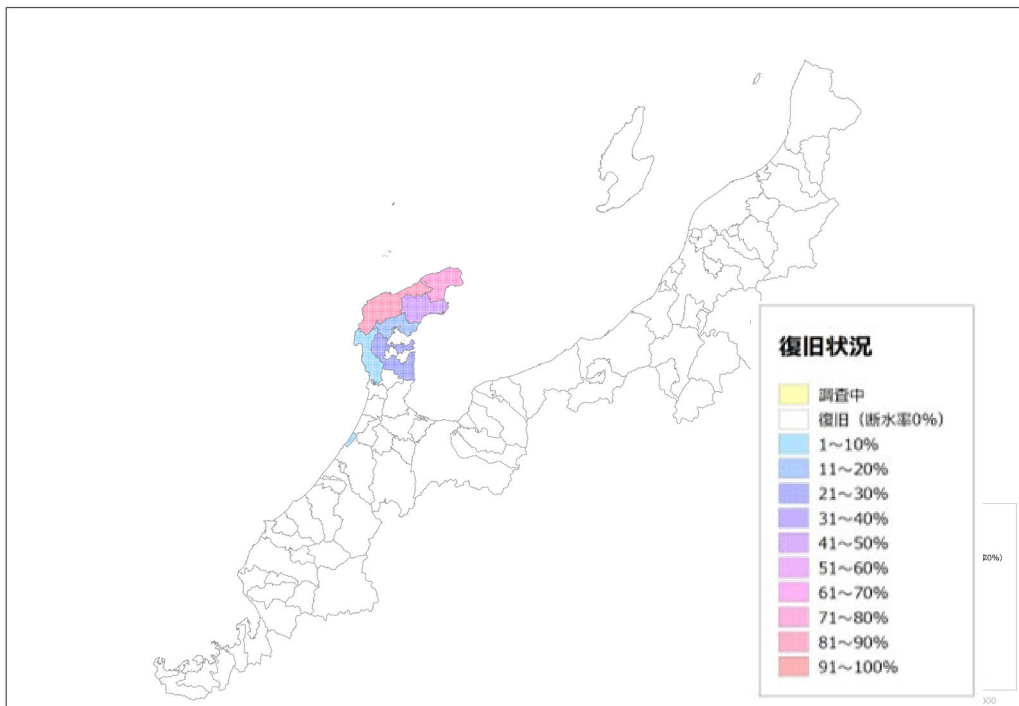


1月8日 (7日目)

図 2 - 5 - ⑥ - 5 (その 1) 断水率の推移 (市町村別)



1月29日（28日目）



2月19日（42日目）

図2-5-⑥-5（その2） 断水率の推移（市町村別）



### ii) 応急給水状況

応急給水用の給水車台数について、日本水道協会のデータと厚生労働省のデータにおける日本水道協会データに違いがあったため、それぞれで整理することとした。

日本水道協会のデータでは、市町村別の給水車台数の推移について、石川県と富山県で図を作成した。

厚生労働省のデータでも、同様に市町村別の給水車台数の推移を、派遣元（日本水道協会、自衛隊、国土交通省）がわかるようにして図を作成した。なお、1/8～1/19の自衛隊の給水車台数は県単位での合計値であったため、1/20の市町村別割合にもとづいて推計した値を配分している。

石川県内市町村の給水車台数の推移グラフを図2-5-⑥-6に示す。

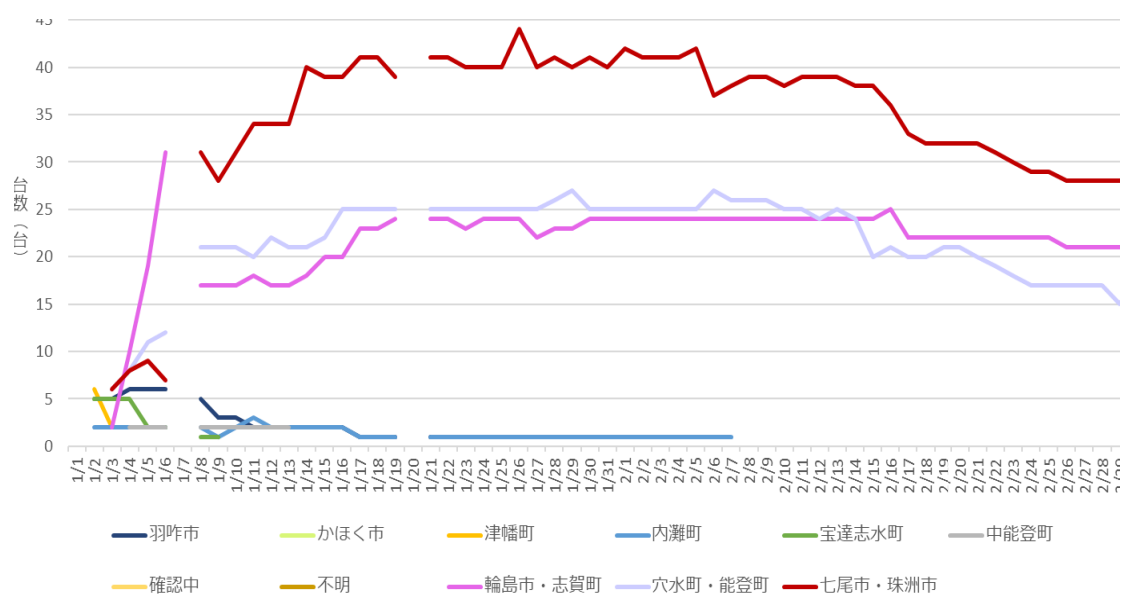
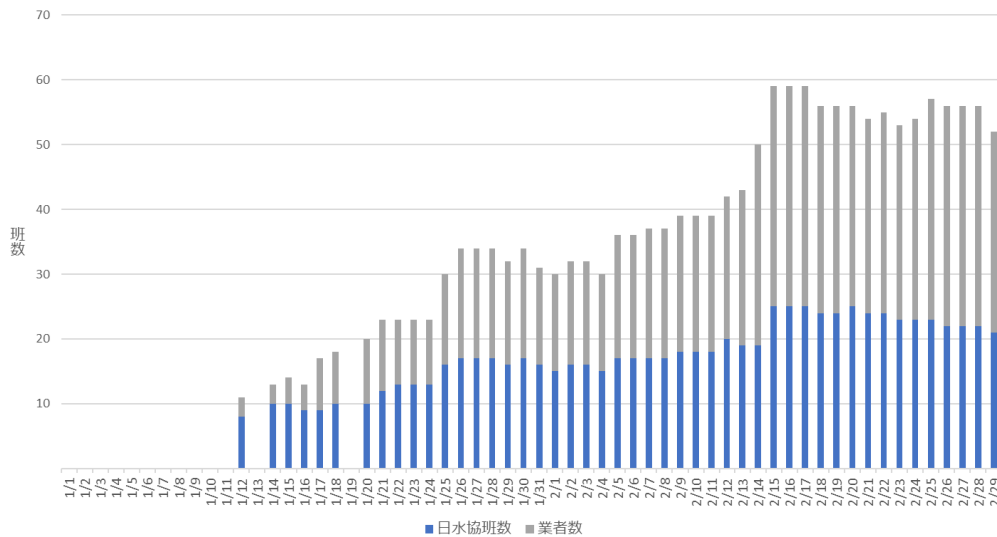


図2-5-⑥-6 給水車台数の推移 日本水道協会データ（石川県内市町村）

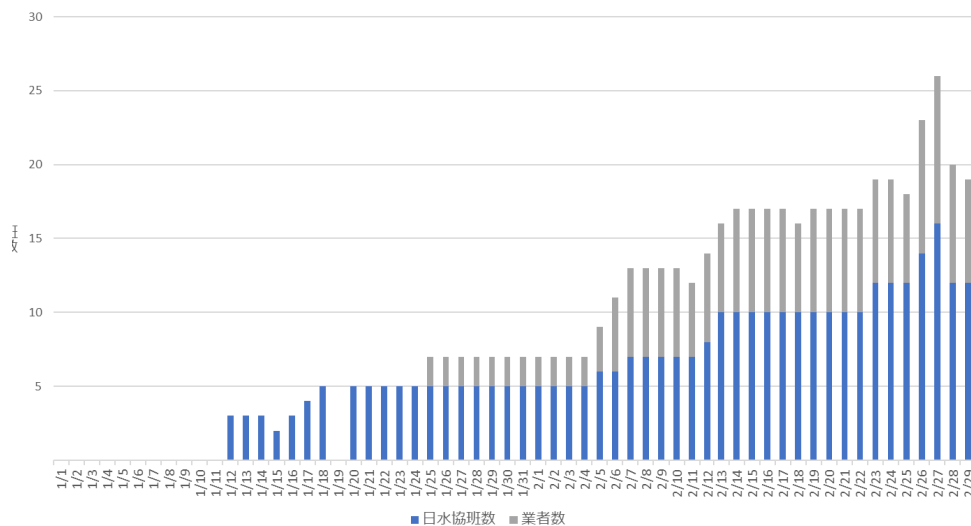
### iii) 応急給水状況

応急復旧に従事している作業班数と作業人数について、地域別に派遣元（日本水道協会、民間事業者）について調査を実施した。輪島市・志賀町および能登町・穴水町の作業班数及び作業人員の推移を図2-5-⑥-7、図2-5-⑥-8に示す。



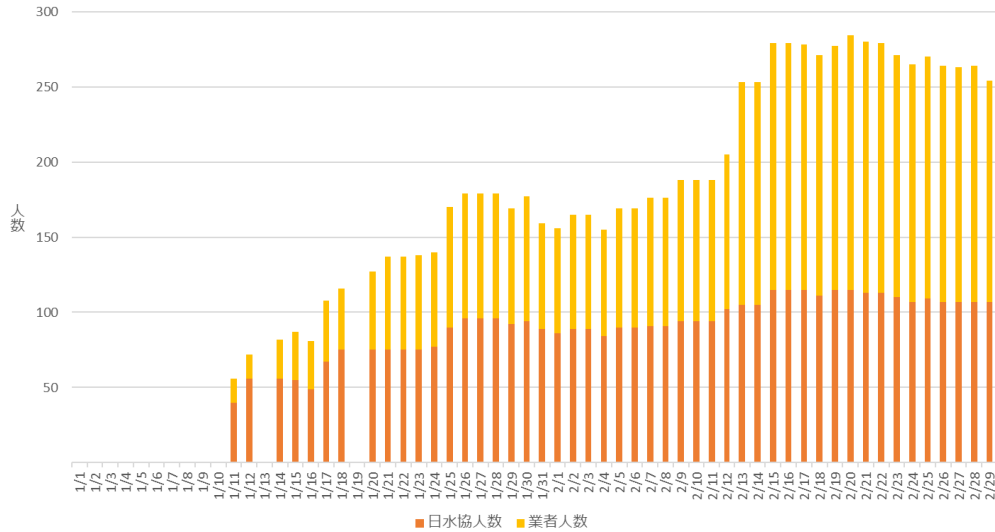
(輪島市・志賀町)

応急復旧派遣班数 【能登町・穴水町】



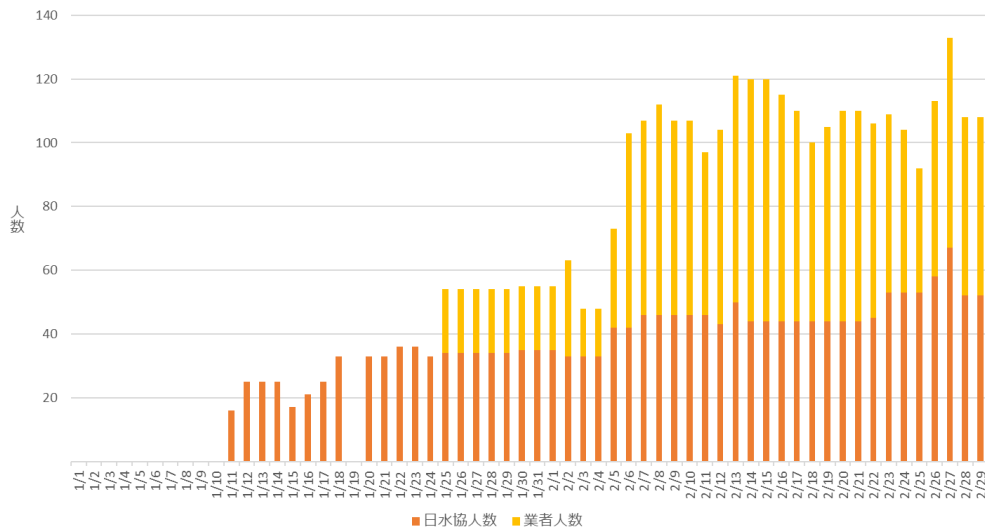
(能登町・穴水町)

図 2 - 5 - ⑥ - 7 作業班数の推移



(輪島市・志賀町)

応急復旧派遣人数 【能登町・穴水町】



(能登町・穴水町)

図 2 - 5 - ⑥ - 8 作業人員の推移

iv) 施設の被害・復旧状況

水道施設の被害状況と復旧作業状況について、石川県のデータと厚生労働省のデータにおける石川県のデータに違いがあったため、それぞれで整理することとした。本データは定性的な情報であることから、被害状況、復旧作業状況の期間に着目した。

石川県市町村別の被害・復旧状況の推移を図 2 - 5 - ⑥ - 9 に示す。



2月中旬以降に給水車台数が減少傾向に転じていることから、管路の復旧作業が本格化していると推測できる。

施設の被害・復旧状況について、応急復旧作業状況と比較すると、現地の作業班がどのような復旧作業を行っているのか推測できる。

## 2) 工業用水道

ここでは、工業用水道に関する情報の収集・整理・分析を行った。

### a) 基本諸元

収集、分析した工業用水道に関わる情報の諸元等を、表 2-5-⑥-2 に示す。

表 2-5-⑥-2 収集した情報の諸元等（工業用水道）

名称	内容	備考
工業用水道	・ 工業用水支障箇所 1/1～2/21（一部欠損）	定性データ
【出典】 経済産業省：令和6年能登半島地震に伴う被害について <a href="https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html">https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html</a>		

### b) 時系列推移

工業用水道供給支障箇所の復旧作業状況について、経済産業省のデータを基に整理した。本データは定性的な情報であることから、被害状況、復旧作業状況の期間に着目した。

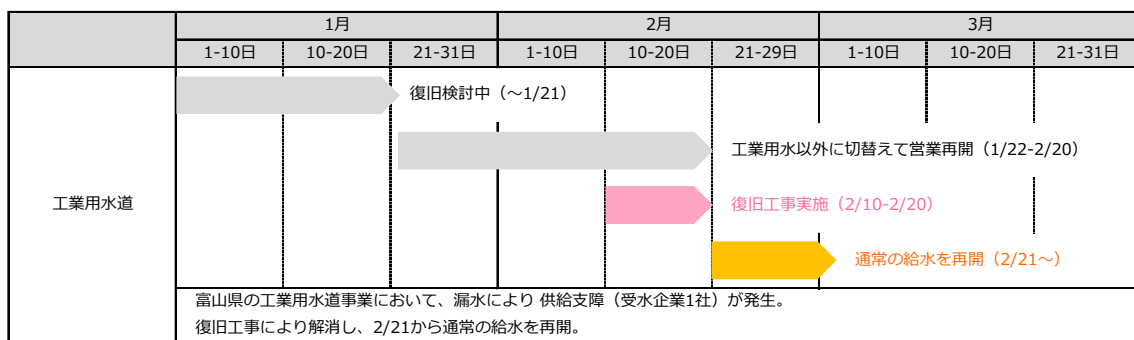


図 2-5-⑥-10 工業用水の被害状況と復旧状況（経済産業省データ）

### c) 考察

富山県の工業用水道事業において、受水企業1社に漏水による供給支障が発生した。復旧工事の実施は2月中旬であり、上水道事業において管路の復旧作業が2月中旬以降に本格化しているという推測と同時期であることが分かる。

### 3) 下水道

ここでは、下水道に関する情報の収集・整理・分析を行う。

#### a) 基本諸元

収集、分析した下水道に関わる情報の諸元等を、表 2-5-⑥-3 に示す。

表 2-5-⑥-3 収集した情報の諸元等（下水道）

名称	内容	備考
被害状況	・ 県別施設別被害状況 1/4～2/29（一部欠損）	被害率を算出
【出典】 国土交通省：令和 6 年能登半島地震における被害と対応について <a href="https://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_240101_2.html">https://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_240101_2.html</a>		
応援派遣人数	・ 石川県庁への派遣人数 1/3～2/29（一部欠損） ・ 市町村への調査対派遣人数 1/6～2/29（一部欠損）	
【出典】 国土交通省（上記と同じ） 日本下水道事業団：令和 6 年能登半島地震への対応について <a href="https://www.jswa.go.jp/saigai/report/saigai_report.html">https://www.jswa.go.jp/saigai/report/saigai_report.html</a>		

#### b) 時系列推移

収集した情報の時系列推移が把握できるように整理を行った。

##### i) 施設の被害・復旧状況

下水道施設として、処理場（機場数）、ポンプ場（機場数）、管路施設（市町村数）の被害・復旧状況（被害なし、機能確保済み、機能停止、点検中など）がわかるようにして図を作成した。

また、「被害なし」と「機能確保済み」以外は被害を受けている状況と判断して被害率を算出し、事業者の位置的な特性による傾向を把握するために、shape 形式のデータを作成し、GIS により地図上でその推移を整理した。

石川県の処理場の被害状況の推移グラフを以下に示す。

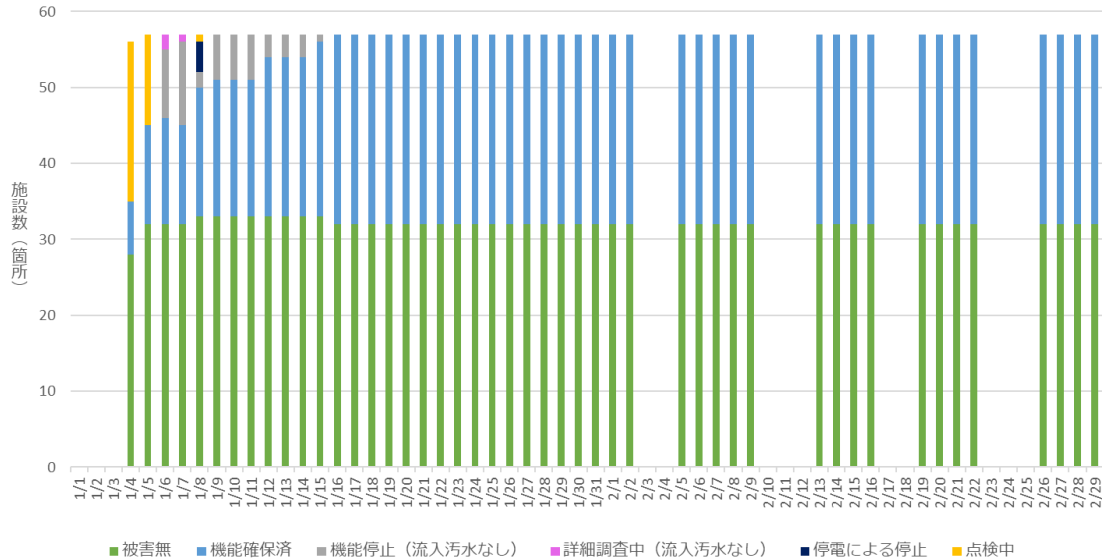


図 2 - 5 - ⑥ - 11 下水道の被害状況の推移 (石川県 処理場)

ii) 職員の派遣状況

国土交通省(下水道専門職員:国総研)や日本下水道事業団(JS調査隊)に基づき、被災地域への派遣人数の全容を把握するため、派遣元、地域別の推移としてまとめた。その結果を図 2 - 5 - ⑥ - 12 に示す。

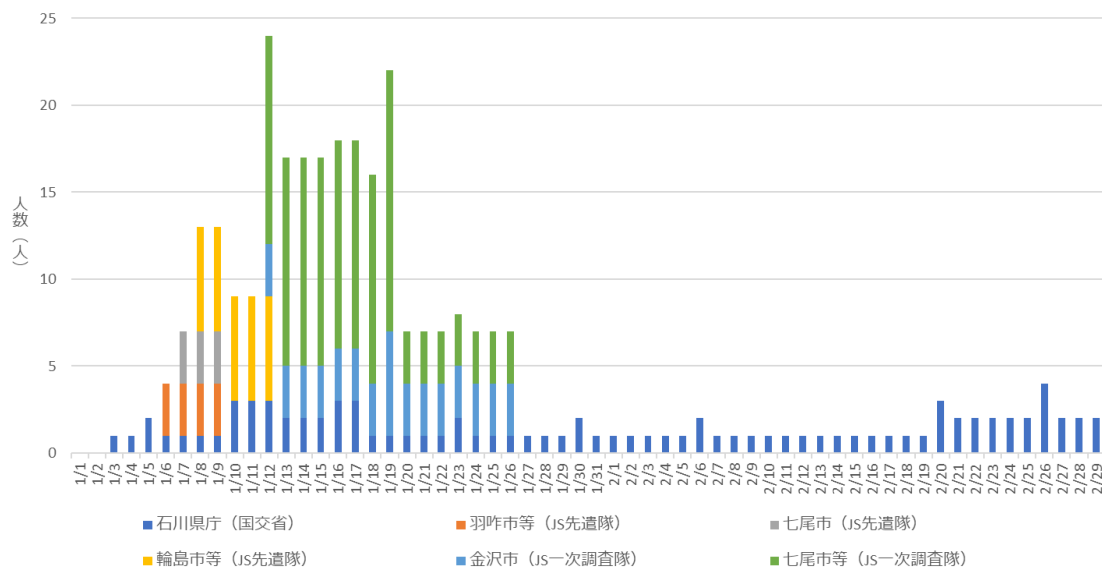


図 2 - 5 - ⑥ - 12 下水道対応に関わる派遣人数の推移

c) 考察

下水道の情報の整理結果にもとづいて、考察する。

施設の被害について、処理場やポンプ場の復旧(被害なし、機能確保済み)は比較的早い段階で達成されているが、石川県と富山県の管路施設は2月末の段階でも点検中の割合が高い。特に石川県では、3分の2の事業体(18自治体中の12)が点検

中となっている。液状化による被害（マンホールの浮き上がりなど）が報道などでも確認でき、さらに奥能登や中能登では上水道がまだ復旧していないことの影響もあると推測できる。

国土交通省や日本下水道事業団からの職員派遣について、国土交通省からの派遣は石川県庁への派遣でありハード的な対応ではなく、マネジメントに関する支援と考えられ、日本下水道事業団からの派遣は調査隊という位置付けであり、被害状況の調査が主であると考えられ、前述の被害状況と併せて考えると、処理場やポンプ場の状況が概ね把握できたと思われる1月下旬には減少していることがわかる。

4) ガス

a) 基本諸元

収集、分析したガスに関わる情報の諸元等を、表2-5-⑥-4に示す。

表2-5-⑥-4 収集した情報の諸元等（ガス）

名称	内容	備考
都市ガス	<ul style="list-style-type: none"> <li>INPEX 直江津 LNG 基地 安全確認後送ガス再開（1/2）</li> <li>日本海ガス</li> <li>液状化による導管被害等の復旧作業後に供給再開（1/3）</li> <li>金沢エナジー 水抜き作業等復旧作業後に供給再開（1/5）</li> </ul>	定性データ
<b>【出典】</b> 経済産業省：令和6年能登半島地震に伴う被害について <a href="https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html">https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html</a>		
ガス小売事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>復旧作業後供給再開（1/11）</li> </ul>	定性データ
<b>【出典】</b> 経済産業省：令和6年能登半島地震に伴う被害について <a href="https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html">https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html</a>		
都市ガス	<ul style="list-style-type: none"> <li>供給支障はなく、被害情報もなし。</li> </ul>	定性データ
<b>【出典】</b> 経済産業省：令和6年能登半島地震に伴う被害について <a href="https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html">https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html</a>		
都市ガス	<ul style="list-style-type: none"> <li>埋設供給配管の損傷によるガスの漏洩の処置（1/2）</li> <li>輸入基地の七尾基地において受入設備に支障（1/1～3/30）</li> <li>応急的復旧は完了（3/31）</li> </ul>	定性データ
<b>【出典】</b> 経済産業省：令和6年能登半島地震に伴う被害について <a href="https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html">https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html</a>		

b) 時系列推移

都市ガス、その他、ガス小売事業、熱供給事業、LPガスの供給支障箇所の復旧作業状況について、経済産業省のデータを基に調査した。

本データは定性的な情報であることから、被害状況、復旧作業状況の期間に着目した。



	1月			2月			3月		
	1-10日	10-20日	21-31日	1-10日	10-20日	21-29日	1-10日	10-20日	21-31日
都市ガス	INPEX直江津LNG基地 送ガス再開 (1/2)								
	・INPEX直江津LNG基地において、安全確認作業のために送ガスを停止 → 1/2に再開								
	日本海ガス 供給再開 (1/3)								
	・日本海ガスにおいて、27件の供給支障 液状化影響による導管被害 → 1/2供給再開、整圧器被害等 (2件) → 1/3供給再開								
	金沢エナジー 供給再開 (1/5)								
・金沢エナジーにおいて、石川県金沢市内で、最大438戸の供給支障 (1/4には121戸と判明) 導管中の水抜き作業 → 106戸は1/4供給再開、復旧作業 → 15戸は1/5供給再開									
ガス小売事業	供給再開 (1/11)								
	・住宅崩壊等により復旧困難な場所を除き、供給再開 (1/11)								
熱供給事業									
	・供給支障はなく、被害情報もなし。								
LPガス	処置完了 (1/2)								
	・福井県あわら市で、1か所埋設供給配管が損傷しガスが漏えいしたが、処置済み (1/2)								
	出荷停止			復旧作業完了 (2/27)			通常どおりの出荷体制へ (3/1~)		
	・輸入基地である七尾基地において、輸入や国家備蓄基地からの受入設備に支障 (代替基地にて振替出荷) 1/9 - 1/14 出荷停止 1/15 - 2/26 復旧作業開始、出荷設備は一部復旧により限定的な出荷を開始。 2/27 - 応急的復旧がおおむね完了し、新規受入に向けて調整中。 3/1 - 応急的復旧を完了し、通常どおりの出荷体制に移行。								

図 2 - 5 - ⑥ - 13 ガスの被害状況と復旧状況 (経済産業省データ)

c) 考察

都市ガスは、住宅崩壊等の復旧困難な場所を除き、1月上旬には供給を再開している。

LP ガスについては、輸入基地である七尾基地において輸入や国家備蓄基地からの受入設備に支障が確認されたが、代替基地による振替出荷で対応しており、非常時のバックアップ体制が整っていることが示唆された。

5) 高圧ガス

a) 基本諸元

収集した情報のうち、以降の整理や分析に活用する情報の諸元等を、下表に整理する。

表 2-5-⑥-5 収集した情報の諸元等（高圧ガス）

名称	内容	備考
高圧法及び石炭法に係る設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高圧ガスの漏洩 対処済み（1/2）</li> <li>・原油の漏洩 対処済み（1/2）</li> <li>・コンビナート火災 対処済み（1/2）</li> </ul>	定性データ
【出典】 経済産業省：令和6年能登半島地震に伴う被害について <a href="https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html">https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html</a>		
鉱山及び火薬関係	・被害情報なし	定性データ
【出典】 経済産業省：令和6年能登半島地震に伴う被害について <a href="https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html">https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html</a>		

b) 時系列推移

高圧ガスの供給支障箇所の復旧作業状況について、経済産業省のデータを基に整理した。

本データは定性的な情報であることから、被害状況、復旧作業状況の期間に着目した。

	1月			2月			3月		
	1-10日	10-20日	21-31日	1-10日	10-20日	21-29日	1-10日	10-20日	21-31日
高圧法及び石炭法に係る設備									
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LPガス・アンモニア等の高圧ガスの漏洩等が9件（富山県1件、石川県7件、岐阜県1件）</li> <li>分かったもの：富山県富山市1件：アンモニア漏洩（1/1対処済み）</li> <li>石川県七尾市2件：設備変形（1/1対処済み）・プロパンタンク漏洩（1/2対処済み）</li> </ul>								
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原油の漏洩 対処済み（1/2）</li> </ul>								
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原油の微量漏洩（新潟県新潟市と聖籠町の2件）→ 1/2対処済み</li> </ul>								
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンビナート火災 対処済み（1/2）</li> </ul>								
鉱山及び火薬関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンビナート地域において小規模な火災が発生（新潟県上越市1件）→ 1/1に対処済み</li> </ul>								
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉱山及び火薬関係での被害情報なし。</li> </ul>								

図 2-5-⑥-14 高圧ガスの被害状況と復旧状況（経済産業省データ）

c) 考察

高圧ガス保安法及び石油コンビナート等災害防止法に係る設備は、1月2日までに対処済みである。

6) 油槽所

a) 基本諸元

収集、分析した油槽所に関わる情報の諸元等を、表 2-5-⑥-6 に示す。

表 2 - 5 - ⑥ - 6 収集した情報の諸元等（油槽所、SS）

名称	内容	備考
油槽所	・陸上出荷を再開（1/3）	定性データ
【出典】 経済産業省：令和6年能登半島地震に伴う被害について <a href="https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html">https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html</a>		
サービスステーション（SS）	・新潟県、富山県、石川県、福井県の4県（震度5強以上の地域）のSS稼働状況 1/1～1/6 ・3市3町（七尾市、志賀町、穴水町、輪島市、珠洲市、能登町）のSS稼働状況 1/7～	
【出典】 経済産業省：令和6年能登半島地震に伴う被害について <a href="https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html">https://www.meti.go.jp/2024_noto/index.html</a>		

b) 時系列推移

i) 施設の被害・復旧状況

油槽所の供給支障箇所の復旧作業状況について、経済産業省のデータを基に整理した。

本データは定性的な情報であることから、被害状況、復旧作業状況の期間に着目した。

	1月			2月			3月		
	1-10日	10-20日	21-31日	1-10日	10-20日	21-29日	1-10日	10-20日	21-31日
油槽所	陸上出荷を再開済み（1/3）								
	・1/3に陸上出荷を再開。出荷再開の目途の経っていない油槽所1箇所について、近隣油槽所からの応援配送を実施。								

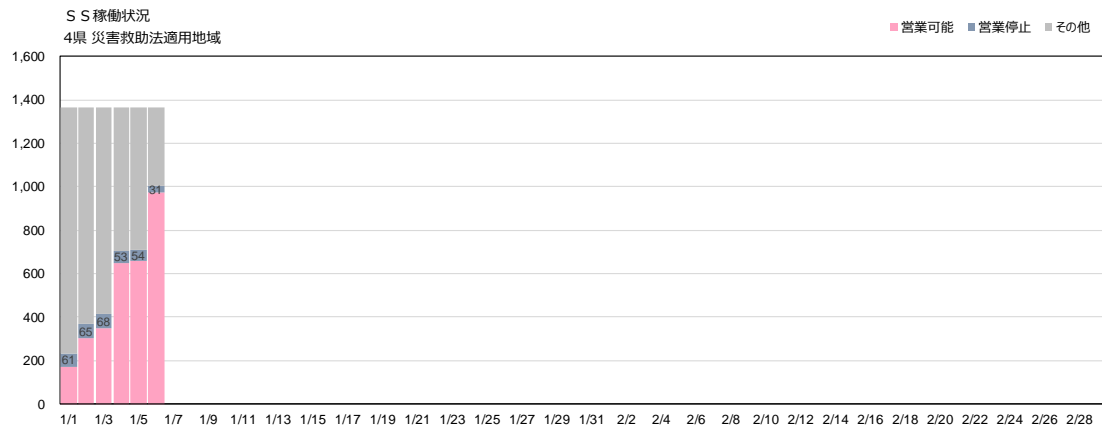
図 2 - 5 - ⑥ - 15 油槽所の被害状況と復旧状況（経済産業省データ）

ii) サービスステーション（SS）

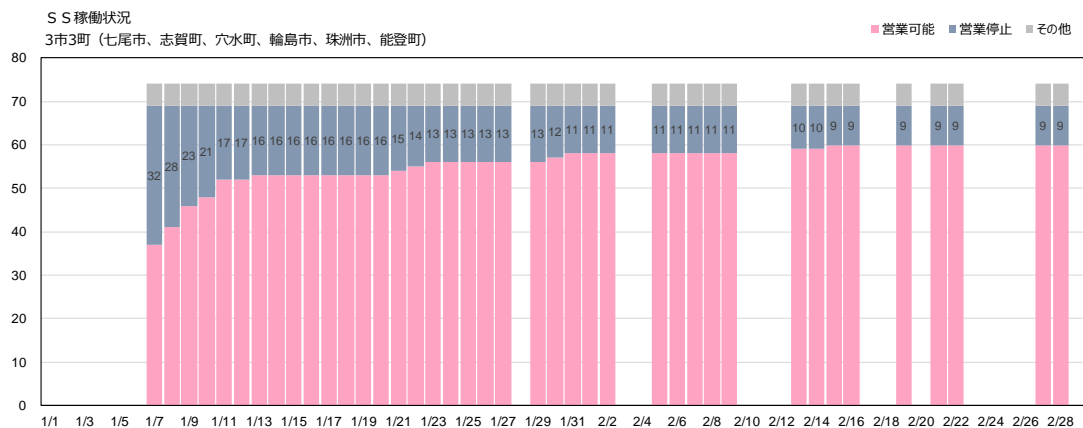
サービスステーション（以下、SS と称す）の供給支障箇所の復旧作業状況について、経済産業省のデータを基に調査した。

SS に関する経済産業省のデータは、1月1日～1月6日は新潟県、富山県、石川県、福井県の4県（震度5強以上の地域）、1月7日以降は被害が大きかった3市3町（七尾市、志賀町、穴水町、輪島市、珠洲市、能登町）が集計対象であった。

また、国土基盤情報ダウンロードサイトより各県及び各市のSSの総数を集計し、経済産業省のデータにおいて供給可能、供給停止以外の箇所数をその他として振り分けた。結果を図2-5-⑥-16に示す。



営業可能：給油・配送可能  
 営業停止：給油・配送不可（定休日・避難指示によるものを含む）  
 その他：GISデータ（H28.1ベース）の総箇所数から営業可能/営業停止以外を算出



営業可能：給油・配送可能  
 営業停止：給油・配送不可（定休日・避難指示によるものを含む）  
 その他：GISデータ（H28.1ベース）の総箇所数から営業可能/営業停止以外を算出

図 2 - 5 - ⑥ - 16 SS の被害状況と復旧状況（経済産業省データ）

c) 考察

1月3日からの油槽所の陸上出荷再開に伴い、営業可能SS数も増加したものと考えられ、その後、営業可能SS数は段階的に増加していることがわかる。

1月日以降は、3市3町の集計であり、その他の5軒の推移は、すでに閉鎖、廃業している等の箇所と推測される。

7) 災害廃棄物

a) 基本諸元

収集、分析した災害廃棄物に関わる情報の諸元等を、表 2 - 5 - ⑥ - 7 に示す。

表 2 - 5 - ⑥ - 7 収集した情報の諸元等（災害廃棄物）

名称	内容	備考
仮置き場	・市町村別災害廃棄物仮置き場の設置状況 1/4~2/29	
【出典】 内閣府：令和6年能登半島地震による被害状況等について <a href="https://www.bousai.go.jp/updates/r60101notojishin/r60101notojishin/index.html">https://www.bousai.go.jp/updates/r60101notojishin/r60101notojishin/index.html</a>		



ii) 職員等の派遣状況

県への環境事務所職員の派遣、現地対策本部への環境省職員の派遣、災害廃棄物処理支援員登録制度（人材バンク）からの派遣について把握するため、派遣人数の推移を調査した。また、D.Waste-Net（災害廃棄物処理支援ネットワーク）による専門家と収集運搬車両の派遣状況の推移についても調査した。その結果を、図2-5-⑥-18に示す。

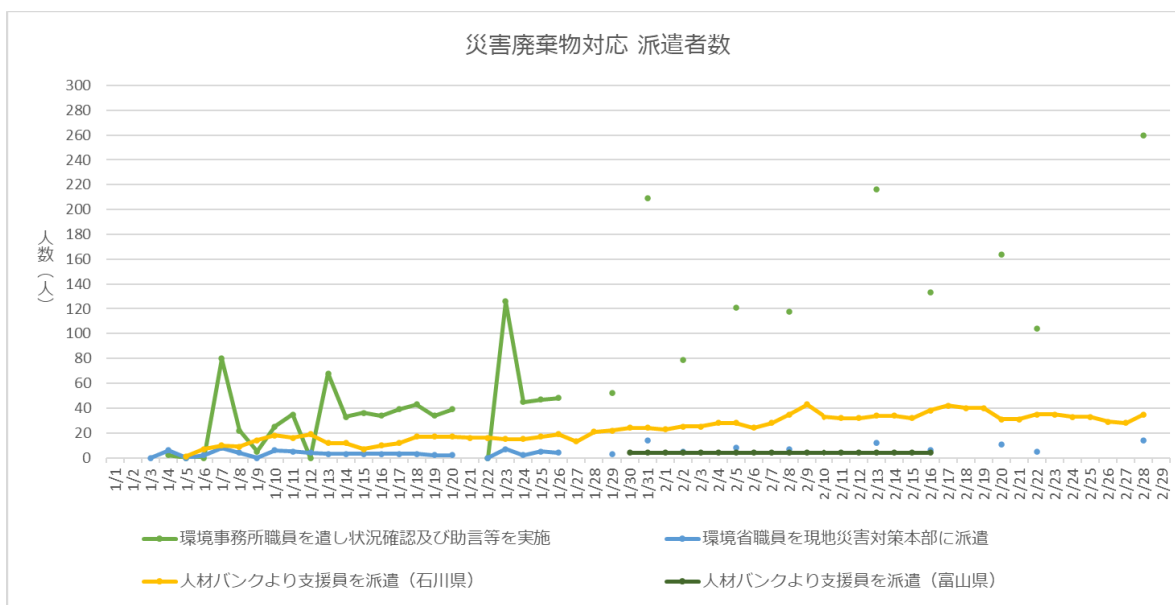


図2-5-⑥-18 災害廃棄物対応に関わる派遣人数の推移



c) 考察

災害廃棄物の仮置き場の設置状況について、被害が比較的小さい市町村では早い段階で仮置き場が設置されている（1月末で終了しているところが多い）が、被害が甚大であった奥能登（輪島市、珠洲市、能登町）では2月以降に設置されていることがわかる。これによって、復旧や復興の開始時期が推測できると考えられる。

災害廃棄物に関するリソース（人、収集運搬車両等）の派遣状況について、環境省や事業者からの職員の派遣は、マネジメントに関する支援と考えられる。一方で、D.Waste-Net（災害廃棄物処理支援ネットワーク）からの派遣は、派遣団体名から考えるとマネジメントに関する支援に加えて、収集運搬車両の派遣による現地での支援も行われていたと考えられる。

8) 電力

a) 調査対象

電力設備等の調査対象は、水道やガスの調査範囲と揃えて石川県、富山県、新潟県、福井県の4県とした。また調査期間は、地震の発生した令和6年1月1日から令和6年1月31日の1ヶ月間とした。電力設備や停電情報等について、表2-5-⑥-8に示す公表資料と各HPより収集した。本業務での停電情報は、北陸電力と東北電力のデータを採用した。

表2-5-⑥-8 調査対象のサイト一覧（抜粋）※1

発表元	タイトル	サイト URL
北陸電力株式会社 北陸電力送配電	停電情報	<a href="http://rikuden.co.jp">北陸電力送配電 停電情報 (rikuden.co.jp)</a>
北陸電力株式会社 北陸電力送配電	プレスリリース	<a href="http://rikuden.co.jp">プレスリリース 非常災害・停電 北陸電力送配電 (rikuden.co.jp)</a>
東北電力株式会社 東北電力ネットワーク	停電状況	<a href="http://tohoku-epco.co.jp">令和6年能登半島地震に関する情報について   東北電力 (tohoku-epco.co.jp)</a>
国土交通省	令和6年能登半島地震 緊急復旧（道路啓開）の状況	<a href="http://mlit.go.jp">道路：令和6年能登半島地震 緊急復旧（道路啓開）の状況 - 国土交通省 (mlit.go.jp)</a>
国土数値情報ダウンロードサイト	緊急輸送道路	<a href="http://mlit.go.jp">国土数値情報   緊急輸送道路 (mlit.go.jp)</a>

※1 HP 確認日：令和6年2月9日

なお、停電戸数の時間的・空間的变化を表現するために、GISを用い停電戸数を地図上に区分けして表現した。特に石川県は各市町単位の発表だけではなく、大字または町目単位で発表があった。発生した停電被害をより詳細に分析するため、被害の大きい石川県は、大字または町目単位で停電戸数を表現した。



b) 電力設備の状況

プレスリリースの情報から停電情報は、発電施設とその他に大別できる。結果発電設備の被害などは停電復旧しない原因として結論づけることはできなかった。また、配電設備については、損害が増える報告となっており、停電戸数との相関関係がある情報として抽出することができなかった。

c) 停電状況について

北陸送配電と東北電力ネットワークから発表された停電戸数を整理した。1月1日 17:30 の総停電戸数は、39,615 戸であり、1月9日 23:45 の発表で約半分の15,056 戸となり、1月29日 12:40 の発表で3,660 戸となった。

新潟県と富山県の停電状況は、震災後2日後には全て解消された。

一方で、石川県の停電戸数は3日まで横ばい状態で、9日を過ぎたところから約2万戸停電が復旧したものの、令和6年3月19日現在も停電は続いている。そこで、石川県について、市町別に停電戸数を図2-5-⑥-20に示す。市町村別に停電戸数を見ると、令和6年1月3日18:00の停電戸数が、穴水町と輪島市、及び能登町で増加した。

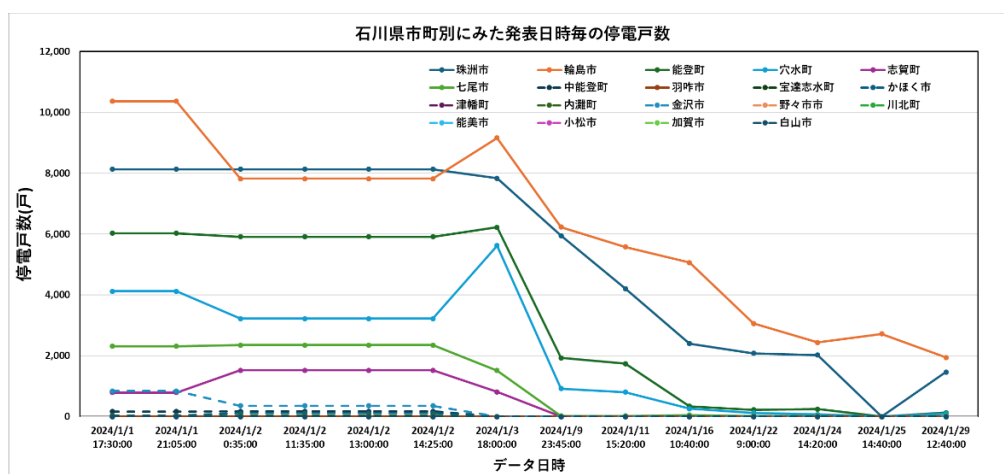


図2-5-⑥-20 石川県の市町別にみた発表日時毎の停電戸数

d) 道路啓開の情報について

次に停電の復旧状況と、道路の復旧状況の関係性を検討するために、道路啓開情報を整理し、図示した(図2-5-⑥-21)。「令和6年能登半島地震緊急復旧(道路啓開)」は、羽咋市以北(以下の画像の範囲)を示していたため、啓開道路の復旧次第はこの範囲に限定して作成した。



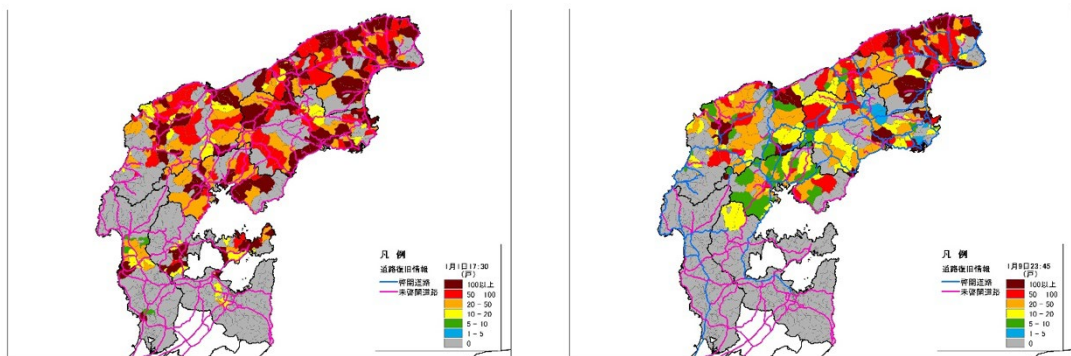
図 2 - 5 - ⑥ - 21 道路啓開の状況

e) 停電戸数と啓開道路拡大の関係

ここまでで整理した停電状況と道路の啓開状況について、地図上に反映し、関係性を検討した。

調査範囲の4県の停電総数と瞬間的な停電を示した。この結果停電は、七尾市以北と新潟県に分布していることが分かった。また、瞬間的な停電は富山湾周辺と、穴水町、七尾市に集中していることが分かった。

そこで、七尾市以北の停電戸数と緊急復旧道路の関係に注目して検討した(図 2 - 5 - ⑥ - 22)。まず、能登半島北部、輪島市から珠洲市の沿岸部で停電戸数の減少が少ないことが分かった。51戸を超える停電は沿岸部に集中しているが、50戸以下の停電は広範囲に独立して停電していることが分かった。次に、緊急輸送道路に注目すると、内陸部から次第に復旧し、次第に沿岸部の一部地域でも啓開道路が増えることが分かった。さらに詳細な分析を行うため七尾市以北の市町はそれぞれ図面を作図した。珠洲市・輪島市能登町・穴水町・志賀町は道路啓開作業が進むと停電戸数が減少する関係があることが分かった。反対に、七尾市は、道路啓開作業と停電復旧に関係がないことが分かった。



1月1日 17:30

1月9日 23:45

図 2 - 5 - ⑥ - 22 七尾市以北の停電戸数の時間的・空間的变化

f) まとめ

道路啓開と配電設備の関係について分析した。その結果、被害の把握と復旧には、啓開道路の拡大によりその地域にトラックなどの重機が到達する必要があり、道路啓開の進行状況と停電復旧の進行状況には相関関係があると推察できた。

瞬間的な停電については、その原因は地震の他に、「電力会社設備の故障、原因不明、樹木の接触・倒木、強風・雨風、山崩れ等」がある。地震の次に多い原因は電力会社設備の故障が挙げられており、復旧作業等人為的な原因があると推察された。

高電圧配線の復旧では、七尾市の啓開道路の復旧前に一部停電が復旧していたことは送電線の供給範囲と関与があると推測できる。一方、送電線の範囲外である七尾市より北に位置する4市町は緊急輸送道路の啓開状況と停電戸数の減少の関係が強くなる傾向があった。

(d) 結論ならびに今後の課題

令和6年1月1日に発生した「令和6年能登半島地震」に伴う被害規模や復旧状況等の情報を収集、整理し、大規模な自然災害発生時や復旧過程でのライフライン系施設の状況、ならびに関係機関の動向を把握することにより、南海トラフ巨大地震臨時情報発表時の産業活動や社会経済活動への影響を検証し、社会様相を構築するとともに、机上演習等に活用するため、令和6年能登半島地震でのライフライン等の情報収集を行った。

令和6年能登半島地震でのGoogleマップ等を活用した応急給水拠点マップ、復旧状況マップを作成した。その結果、我が国の地震災害で、国勢調査の小地域(町丁・字等)で水道等のライフラインの復旧状況をはじめて記録することができた。これにより、構築した産業タイムラインの産業構造モデルの検証に活用可能といえる。

本調査では、令和6年能登半島地震によるライフライン系の被害状況やその復旧過程に関して、公表されている情報を収集するとともに、その整理、分析を行った。ライフライン系の被害状況は大きく異なっており、上水道や下水道では令和6年3月初旬時点において、まだ復旧途上の状況である。特に被害が甚大であった上水道では、奥能登地域では断水が解消されていない状況であった。

今後の対応として、まだ復旧が完了していない上水道や下水道等の情報は継続的に収集する必要がある。また、ライフライン間の関係性、たとえば、上水道と下水道の関係性、道路復旧との関係性について分析することで、今後の復旧や復興を検討する際の資料になりえると考えられる。また、今回の調査結果に基づき、南海トラフ巨大地震等の巨大災害への恒久的な対策、さらには「臨時情報」発令時等の直前における対策に関わる計画策定に活用することが可能である。

(e) 引用文献

- 1) 平山修久・臼田裕一郎(2023) Googleマップを活用した災害時の応急給水拠点情報共有, 環境衛生工学研究, 37(3), 16-18.
- 2) 吹元雅崇・平山修久(2023) 地図アプリケーションを活用した災害時の情報共有方策, 令和5年度全国会議(水道研究発表会)講演集, 832-833.
- 3) 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>

4) 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  
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