

# 国土文化研究所年次報告 2025

---

VOL.24



ごあいさつ

国土文化研究所  
所長 中村哲己

国土文化研究所は 2002 年 4 月に株式会社建設技術研究所の研究開発組織として設立以来、さまざまな先端的研究や地域活動、出版活動などを展開してきました。

建設コンサルタントに要請される多様なニーズに応えるためには、従来の土木建設技術の枠を超えた広範な「総合知」が求められます。設立当初、この認識のもと、外部の有識者の参加を得ながら、心の豊かさを醸成できる空間（国土文化）を創出するために、知識、技術を結集する「シンクタンク」を目指そうとするものでした。

現在は、この設立当初の精神を引き継ぎながら、CTI グループの新事業展開のための中央研究所機能を付加した組織として、研究開発、地域・社会貢献活動、社会への情報発信、および技術系人材育成の 4 つの事業に取り組んでいます。

### 1. 研究開発

建設 DX に貢献する最先端 ICT 関連技術、新たな事業展開や生産性向上に資する技術に加え、人文・社会科学領域を融合して持続可能社会の構築に寄与する広範なテーマを掲げ、研究を推進しています。研究体制として 2020 年に設置したインテリジェンス・サービス・プラットフォーム（ISP）が自律型 AI や 3D モデル自動生成など時代の最先端の研究を行い、顧客へのコンサルティングサービスや社内の生産性の向上に大きな貢献を果たしております。

### 2. 地域・社会貢献活動

本社が所在する東京都中央区の日本橋地域の活性化に貢献することを目的に、「江戸東京再発見コンソーシアム」の一員として、2009 年から恒例となったクルーズ「お江戸日本橋舟めぐり」を開催してきました。このノウハウを生かして、当社の土木技術者がガイドを務めるクルーズ「ドボクルーズ® 江戸東京・川のなぜなぜ舟めぐり」を実施しています。

また、CTI グループの分野横断的な知恵を結集し、SDGs を切り口とした社会的課題の解決を目標とした「SDGs イノベーションハブ」を設置し、社会問題に関する情報発信や新規ビジネスの掘り起こしを推進しています。

### 3. 社会への情報発信

今年次報告を始め、研究成果を書籍としてまとめた出版事業やオープンセミナーの開催などを実施しています。2025 年 10 月には、「物流が止まる日～あなたは生き延びられますか？～」をテーマにオープンセミナーを開催しました。

#### 4. 人材育成

建設コンサルタントの担い手を将来にわたって確保していくために、とりわけ若手技術者を育成していくことは極めて重要です。当社はインフラの専門家集団ですが、社会が大きく変化するなかで、プロフェッショナルなコンサルタント・エンジニアの能力として求められるのは、今や専門的能力だけではありません。幅広い視野、関心、国際性、リーダーシップ、コミュニケーション能力、マネジメント、倫理性などが備わったエンジニアの育成が必要です。国土文化研究所では2018～2021年度に25～35歳の技術者を対象にした人材育成プログラム「国土文化カフェ～未来を担うエンジニア入門講座～」を開設し、毎年約20名の職員が参加しました。これを発展させて、2022年度から全ての若手技術者を対象に初期専門能力開発（IPD）の取り組みを開始し、技術者教育のさまざまなメニューを提供しています。建設コンサルタントに必須の資格である技術士第二次試験の合否と各個人の能力開発状況を分析した結果、深い関連性があることがわかりました。これにより効果的かつ効率的な能力開発の改善と実践を目指します。

いま日本は、頻発化・激甚化する自然災害、インフラ老朽化、地方創生、DX・GXの推進、カーボンニュートラルの実現など、多くの社会的課題に直面しています。また、「SDGs」や「Society 5.0」に加え、生成AIやデジタル技術の急速な進展など、社会を取り巻く環境も大きく変化しています。こうした時代の潮流を見据えるとともに、わが国が培ってきた有形無形の伝統文化にも思いを馳せながら、今後も当社グループの中央研究所としての機能を一層充実させ、先端技術と現場力を融合しつつ、社会課題の解決と持続可能な社会の実現に積極的に貢献してまいります。

# 国土文化研究所年次報告 2025 (VOL.24)

## 目 次

ごあいさつ

### 《研究報告》

研究報告要旨 ----- 1

独自LLMによるAIエージェントの研究開発 ----- 2

AI画像解析を活用したDX支援サービスの事業展開 ----- 11

CTIイノベーションに向けたAI技術開発研究 ----- 21

3次元設計システムの高度化研究 ----- 31

持続可能な社会構築に向けた仕組みづくりに関する研究 ----- 37

《地域・社会貢献 活動報告》 ----- 47

ドボクルーズ<sup>®</sup> 第12回 江戸東京・川のなぜなぜ舟めぐり

《人材育成 活動報告》 ----- 48

若手技術者のコミュニケーション能力開発研修「IPDカフェ」

《セミナー・情報発信 活動報告》 ----- 49

第22回 国土文化研究所オープンセミナー

「物流が止まる日～あなたは生き延びられますか？～」

# 研究報告要旨

## 独自LLMによるAIエージェントの研究開発

本研究では、社内業務に特化したAIエージェントを開発した。具体的には、①特記仕様書等から計画書・報告書を自動生成する文書作成エージェント、②図面画像をOCR・線検出・ベクター化してCADへ変換する画像トレースエージェント、③報告書本文や図面・画像を対象にした横断的データ検索エージェント、④2次元図面から3次元モデル自動生成・寸法変更反映を行う3D設計支援エージェントを実装した、さらに、橋脚設計を対象にGUI自動操作と二分探索で配筋条件を最適化し、CSV/PFI出力までを行うトライアル計算システムを構築した、今期はノーコードアプリを開発し、上記エージェントのノード化による業務展開を進めている。

## AI画像解析を活用したDX支援サービスの事業展開

近年、我が国におけるインフラ管理費の増大、少子高齢化による働き手不足などの課題を解決するため、AI(人工知能)やIoT(Internet of Things)などの新技術を用いた積極的なDX推進が求められている。また、当社グループの事業展開として、地方自治体の受注拡大や民間企業への進出が目標として掲げられており、研究開発についてもこれを意識した技術開発・サービス展開を進めていく必要がある。

本論文では、持続的・実効的なインフラ管理を達成するために、カメラより得られる映像及びAI技術を用いて、インフラ管理の効率化・高度化に資するサービスを実現する手法を提案する。

## CTIイノベーションに向けたAI技術開発研究

2023年～2025年にかけて、画像解析、予測・分析、生成、実行に係るAI技術研究を31テーマ、仮想空間、センシングモニタリング、自動化、実装に係るICT技術研究を12テーマ、計43テーマを実施した。そのうち、2025年は、昨年からの継続を含み15テーマを実施した。主な内容は、マルチモーダルLLMを用いた研究、AIを用いたサロゲートモデル、因果分析、ETC2.0データや点群の処理ツール、設計用地盤モデル作成や図面照査(電気設備設計)などの支援システム、ノーコードアプリ開発である。研究成果は、3か年で口頭発表論文および査読付き論文として計30編投稿した。また、専門知識を獲得した生成AI活用など、多くのユーザーに利用されることが期待される研究成果については、利便性向上を目的に社内向けWebアプリとしてリリースした。

## 3次元設計システムの高度化研究

国土交通省は生産性向上を目的として、2023年度からすべての直轄土木業務および工事にBIM/CIMの原則適用を義務化した。設計段階における3次元データの活用は限定的であり、3次元モデルの構築にも時間や人的なリソースを要している。本研究では、設計プロセスの初期段階から3次元データを活用し、計算ツールや3D-CADソフトウェアと連携する3次元設計支援システムを開発した。実際の設計業務での活用とシステム改良により、生産性向上や品質確保、照査作業の効率化に有効であることが確認された。

## 持続可能な社会構築に向けた仕組みづくりに関する研究

本研究は、福岡県赤村をフィールドに、地方と都市の共創的発展を実現するロジックモデル作成し、耕作放棄地を活用した通い農業プログラムを軸とした地域活性化の事業スキームを作成した。耕作放棄地の再生や農業体験、IoTカメラによる作物の生長や観察や害獣の侵入経路確認などのデジタル技術の活用、地域資源の発掘・活用、共創型コミュニティの構築など、多面的な取り組みを通じて、地方創生の新たな可能性について検討した。

# 独自 LLM による AI エージェントの研究開発

北川 照晃<sup>1</sup>・平松 佑一<sup>2</sup>・高橋 巧武<sup>2</sup>・宇都宮 優喬<sup>2</sup>・阿波 亮祐<sup>2</sup>

<sup>1</sup>株式会社建設技術研究所 国土文化研究所（〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町2-14-5）  
E-mail: kitagawa@ctie.co.jp

<sup>2</sup>株式会社建設技術研究所 国土文化研究所 インテリジェンスサービスプラットフォーム

本研究では、社内業務に特化したAIエージェントを開発した。具体的には、①特記仕様書等から計画書・報告書を自動生成する文書作成エージェント、②図面画像をOCR・線検出・ベクター化してCADへ変換する画像トレースエージェント、③報告書本文や図面・画像を対象にした横断的なデータ検索エージェント、④2次元図面から3次元モデル自動生成・寸法変更反映を行う3D設計支援エージェントを実装した、さらに、橋脚設計を対象にGUI自動操作と二分探索で配筋条件を最適化し、CSV/PFI出力までを行うリアル計算システムを構築した、今期はノーコードアプリを開発し、上記エージェントのノード化による業務展開を進めている。

**Key Words:** Agent, LLM, MCP, 3D modeling, design, Web application, No Code, Azure

## 1. はじめに

人工知能（AI）の研究は、1950年代の黎明期から数度のブームと停滞期を経て、現在、第三次AIブームの最中にある<sup>1)</sup>。このブームは、ビッグデータと計算能力の向上を背景としたディープラーニング技術の発展によって牽引され、画像認識や音声認識といった「識別AI」の実用化を加速させた。2022年以降、ChatGPT<sup>2)</sup>に代表される大規模言語モデル（LLM）<sup>3)</sup>が普及し、「生成AI」が社会に大きな衝撃を与えた。これにより、AIは単なる識別や分析のツールから、人間のように対話し、コンテンツを創造するパートナーへとその役割を拡大した。

AIエージェント<sup>4)</sup>は、生成AIの高度な言語能力を基盤としながら、与えられた目標に対して自律的にタスクを計画・分解し、外部ツールやシステムと連携しながら実行する能力を持つ。この「自律性」こそがAIエージェントの最大の特徴であり、人間の指示を待つ受動的なAIから、能動的に問題解決を行う主体へとAIを進化させるものである。

企業活動においては、設計業務で用いるCAD、各種シミュレーションを行う計算ツール、プロジェクト管理ツールなど、多種多様な専門アプリケーションが利用されている。これらのタスクをAIエージェントによって自動化・効率化することへの期待は大きい。しかし、Microsoft社のCopilot Studio<sup>5)</sup>に代表される既存のソリューションは、導入の容易さに反して、独自のスキル開発を要する点や、内部ソースコードが不可視である点に課題

がある。その結果、複雑な処理の実装や厳密な動作検証を行うことが困難となっている。

このような背景から、本研究では当社のニーズに応じたカスタマイズが可能なノーコードアプリを提供するためのプラットフォームの開発を実施する。

## 2. 関連研究および動向

### (1) AI エージェントに関する関連研究

AIエージェントは、その能力や構造によっていくつかの種類に分類される。ここでは主要な4つのタイプについて述べる<sup>6)</sup>。

#### a) 単純反射型エージェント (Simple Reflex Agent)

現在の知覚のみに基づいて、「もしこの状態ならば、この行動をとる」という条件行動ルールに従って動作する最も基本的なAIエージェントである。過去の記憶や将来の予測を考慮せず、計算コストが低く、即座に反応できる反面、複雑な環境や不確実な状況には対応できない。

#### b) 目標ベースエージェント (Goal-Based Agent)

明確な「目標」を持ち、その目標を達成するために行動を計画・選択する。単純な反射行動とは異なり、現在のアクションが将来どのような状態をもたらすかを考慮し、目標達成に最も寄与する一連の行動（計画）を探索する。物流における最適な配送ルートの探索エージェントなどがこれに該当する。

### c) 学習エージェント (Learning Agent)

自身の行動の結果をフィードバックとして受け取り、経験を通じて性能を改善していく能力を持つ。環境の変化に適応したり、未知の状況に対応したりすることが可能で、新しい知識を自ら生成することができる。

### d) 階層型エージェント (Hierarchical Agent)

複雑なタスクを複数のより単純なサブタスクに分解し、それらを階層構造で管理する。上位レベルのエージェントが戦略的な意思決定を行い、下位レベルのエージェントに具体的なサブタスクを割り当てることで、大規模で複雑な問題に効率的に対処する。

## (2) AI エージェントに関連する技術動向

AIエージェントが自律的にタスクを実行するためには、外部の様々なシステムやデータと連携する能力が不可欠である。この連携を標準化し、促進する技術としてMCP(Model Context Protocol)<sup>1)</sup>が注目されている。

MCPは、AIアプリケーションが外部のデータソース、ツール、APIなどと接続するためのオープンソースの標準規格である。2024年にAnthropic社によって提唱され、その後OpenAI社も対応を表明するなど、業界標準としての地位を確立しつつある。

従来、AIが外部サービスを利用するには、サービスごと、あるいはAIモデルごとに個別の連携処理（APIラッパーなど）を開発する必要があり、開発工数やメンテナンスコストの増大、互換性の欠如といった課題があった。MCPは、この連携方法を標準化することで、あらゆるAIエージェントが様々な外部機能をプラグアンドプレイで利用できるエコシステムの構築を目指している（図-2.2.1）。これにより、開発者は連携の複雑さから解放され、AIエージェントのコア機能の開発に集中することができる。

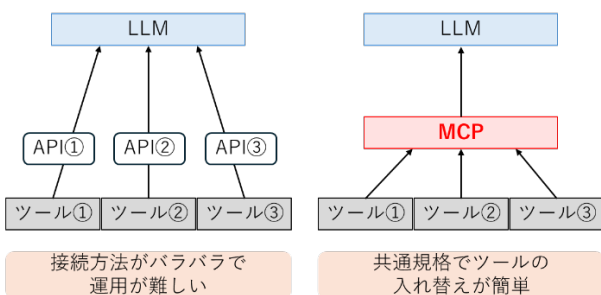


図-2.2.1 MCPとAPIの比較

MCPアーキテクチャにおいて、AIエージェント（MCPクライアント）と外部システムの橋渡し役を担うのがMCPサーバである。MCPサーバは、ファイルシステムへのアクセス、データベースへのクエリ発行、外部APIの呼び出しといった具体的な機能を提供する軽量

なプログラムであり、AIエージェントからの指示を受けてタスクを実行する「実行役」として機能する。

MCPサーバは、ローカルマシン上で実行することも、ネットワーク経由でリモートサーバとして配置することも可能である。通信方式には、ローカルプロセス間通信のstdioと、ネットワーク通信のstreamable HTTPが定義されており、要件に応じて柔軟なシステム構成が選択できる。このモジュール性と標準化により、一度開発したMCPサーバは様々なAIエージェントで再利用でき、開発エコシステムの形成を促進する。

### (3) AI エージェントおよび MCP サーバの活用事例

AIエージェントとMCPの概念は、すでに多くの企業や組織で具体的なサービスとして実用化が進んでいる。

#### a) AIエージェント構築環境

Microsoft社は、非エンジニアでもカスタムAIを構築できるCopilot Studioや、開発者向けに高度なカスタマイズを提供するAzure AI Foundry<sup>8)</sup>などを提供し、多様なニーズに対応している。LangGenius社は、ノーコード・ローコード開発環境であるDify<sup>9)</sup>を提供している。

#### b) AIエージェント構築フレームワーク

エンジニアがAIエージェントを開発する場合は、OpenAI Agents SDK<sup>10)</sup>やLangChain<sup>11)</sup>などのフレームワークを用いる。最近では、MCPクライアントとしての機能が多くのフレームワークで実装されている。

#### c) コーディングエージェント

Github社は、開発者がIDE（統合開発環境）内でIssueの内容や修正したいタスクを自然言語で指示すると、エージェントが自律的に関連ファイルを読み込み、コードを修正・テストし、プルリクエストを作成するまでの一連の作業を自動で行うことができるGitHub Copilot Coding Agent<sup>12)</sup>を提供している。他にも、cursor<sup>13)</sup>やZed<sup>14)</sup>などの類似製品も開発が進められている。

#### d) MCP

個人や企業がMCPクライアントから接続できる様々なMCPサーバを開発し、一般公開している。例えば、Microsoft Learn MCP Server<sup>15)</sup>は、Microsoft社の公式技術ドキュメントを提供するMicrosoft Learnのコンテンツに、AIエージェントがアクセスするための公式MCPサーバであり、無償で公開されている。これにより、常に最新かつ信頼性の高い公式情報を参照して、より正確な技術的的回答を行うことが可能になる。MLIT DATA PLATFORM MCP Server<sup>16)</sup>は、国土交通省が保有する多様な公共データ（地理情報、交通量、災害情報など）を対話形式で検索・取得できるMCPサーバであり、2025年11月に無償公開されている。

### 3. 社内ニーズを踏まえた適用事例

#### (1) 開発方針

当社の業務は、CAD や各種計算ツール、文書作成、地図情報の活用など多岐にわたる。既存の Copilot Studio 等の汎用 AI ツールでは、こうした多様な業務ニーズに十分対応できないことから、以下の方針で独自エージェントを開発した。本章では、これを踏まえた適用事例を紹介する。

- ・社内業務に特化した機能の実装
- ・ノーコードアプリによる現場展開
- ・データベースや既存システムとの連携
- ・セキュリティ・著作権リスクへの配慮

#### (2) 適用事例：文書作成エージェント

##### a) 概要

文書作成エージェントは、特記仕様書等の入力文書をもとに、業務実施計画書や報告書などのアウトプット文書を自動生成する。過去の実施計画書や Web 上の関連資料を参照し、必要な情報を収集・整理した上で、ユーザーの指示に沿った文書を作成する。

##### b) 技術的特徴

本システムは生成結果を少しずつ表示するストリーミング出力を用いることで、ユーザーが途中経過を確認しながら指示を与えられる操作感を提供する。外部ツール群 (MCP) は文献検索や web 検索などを実行し、その進捗を SSE (Server-Sent Events) でエージェントに通知することで時間のかかる処理の可視化を行う。また、テキストベースでフローチャートやシーケンス図などを簡潔に記述できる軽量な図表記法の一つである Mermaid を用いて、エージェントがどのような処理を順に実行するかを内部的に明示している。会話や実施履歴は SQLite 等に保存され、ユーザーと対話しながら処理を進めることが可能である。

##### c) 要素技術

以下では、本システムを実現するために用いられる主要な技術要素と、それぞれが果たす役割を説明する。

##### ① 非同期処理 (Async)

複数の処理を同時に進める仕組み。AI 応答や外部ツールの処理を待つ間に別の作業を継続でき、全体の応答性が向上する。

##### ② HTTP/ストリーミング通信 (SSE)

外部サービスとのデータ送受信に HTTP とストリーミング (逐次データ受信) を利用する。SSE は進捗通知に用いられる。これにより、一方通行の通知チャンネルを作り、外部サービスの処理内容をリアルタイムで取得できる。

##### ③ Mermaid

テキストベースでフロー図やシーケンス図を記述する軽量な表記法である。今回の事例では、エージェントの処理フローをテキストベースで LLM に伝える役割を持つ。

##### ④ LLM エージェント

プロンプト設計やストリーミング応答の受け取り、LLM が文書生成や自然言語解釈を行う。

##### ⑤ RAG

外部データソースから技術情報を検索する処理を MCP として実装した。

##### ⑥ Deep Research

関連情報に関する web 検索を実施し、より高度な分析や深掘り調査を行う処理を MCP として実装した。

##### ⑦ 軽量データベース (SQLite)

会話履歴やセッション情報、生成物のメタデータを保存するために使用した。

##### d) 実装例

本実装では、ユーザーが入力ファイルをアップロードし、文書生成の進捗を逐次確認しながら指示を与えることができる。フロントエンドはストリーミング出力を表示し、Agent は外部ツール群 (MCP) を呼び出して検索・解析・整形を段階的に実行する。進捗は SSE により可視化され、会話と中間成果は軽量 DB に保存される。

シーケンス図を図-3.2.1 に示す。

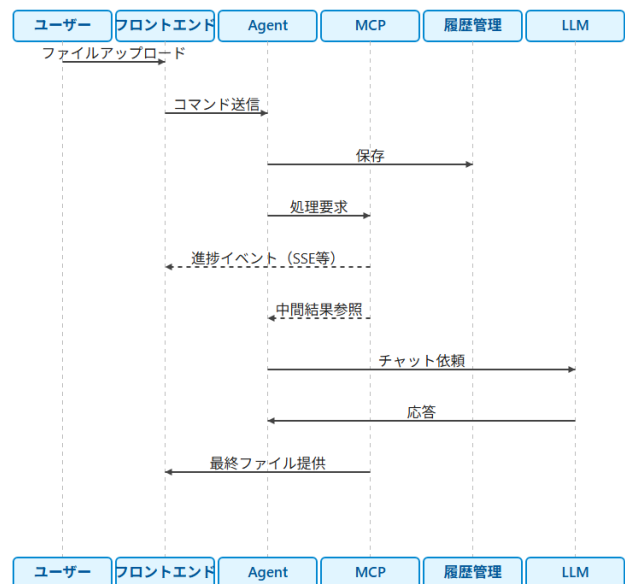


図-3.2.1 シーケンス図

##### e) 適用効果と課題

導入効果として、文書作成に要する時間の短縮や、過去の良い文書を参照することで出力品質を揃えられる点が挙げられる。課題としては、AI の誤出力リスクが

考えられるため、人による最終チェックのプロセスを必ず組み込むべきである。

### (3) 適用事例：画像トレースエージェント

#### a) 概要

画像トレースエージェントは、紙図面やスキャン画像から線分や外形線を検出し、CAD データへ変換する。従来は手作業で行っていた図面のデジタル化を大幅に効率化する。

#### b) 技術的特徴

本システムは、文書作成エージェントで用いている仕組みと技術的に似ている部分が多い。例えば、処理の逐次可視化には(2)と同様に SSE(Server-Sent Events)を用いたストリーミング表示を採用し、外部処理の進捗をユーザーへ逐次通知することで長時間処理時の不安を軽減する。機能は責務単位で分割しており、OCR、線検出、ベクター変換、ファイル出力など専門処理は MCP (外部ツール群) へ委譲して再利用性と保守性を高める。処理フローの記述や設計伝達には Mermaid を用い、対話履歴や中間成果は SQLite 等へ保存して、対話的に調整・再実行できるようにしている。

#### c) 要素技術

本システムは、(2)で開発した技術を利用しつつ、以下の主要技術要素を MCP として組み合わせて構成した。

##### ① OCR

図面内の注記や寸法をテキストに変換する処理を MCP として実装した。

##### ② ベクター化 (線検出・輪郭抽出)

画像を前処理→エッジ検出→スケルトン化→線分近似の順で処理し、ピクセル情報を編集可能なベクタ表現へ変換する処理を MCP として実装した。

##### ③ 外形線入力

図面の外形線をユーザーが画面上で入力する機能を MCP として実装した。

#### d) 実装例

基本的な動作は、(2)のシーケンス図 (図-3.2.1) に示すとおりである。本実装では、フロントエンドとは別に、MCP からユーザー入力のための UI を提供する技術を導入している。

#### e) 適用効果と課題

本システムを導入することで期待される効果は、手作業によるトレース作業を自動化することで工数を削減できることである。一方で、縮尺や参照寸法を正確に扱う仕組みがまだ不十分であるため、今後の改良が必要である。

### (4) 適用事例：データ検索エージェント

#### a) 概要

データ検索エージェントは、社内で蓄積された成果品をデータベース (DB) 化し、AI エージェントによる横断的な検索を実現する。従来のキーワード検索やあいまい検索に加え、業務概要や図面内情報も対象とした検索を行うシステムを開発した。本システムは主に設計業務の効率化を目的として、図面 (DXF) ファイルのアップロードから分類・検索・エクスポートまでを一貫してサポートするものである。

#### b) 技術的特徴

##### ① データベースの役割とシステム構成

全体構成図を図-3.4.1に示す。DBに格納する際、図面を検索可能な情報に変換する必要がある。そこで、アップロード時に図面単位でのセグメンテーション・図種判定を行い、その情報を永続的に管理するシステムを構築した。検索結果は 3D 変換等の後続処理のためのメタデータとして提供される。システムの構成は以下の通りである。

- ・フロントエンド：Next.js/Reactによる Web UI
- ・バックエンド：FastAPI (Python) + PostgreSQL
- ・インフラ：Azure (Web Apps, PostgreSQL, Blob Storage, Container Registry)

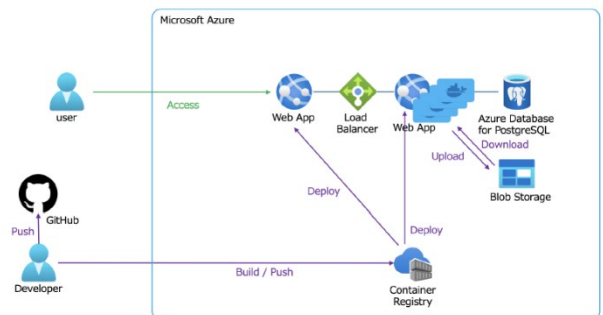


図-3.4.1 構成図

##### ② DB 設計

DB に格納する主なテーブル構成は、プロジェクト情報 (業務番号や業務情報)、図面情報 (対象構造物)、セグメント情報 (図種や形状) である。正規化設計により、プロジェクト>図面>セグメントの階層的管理を実現し、最新 50 件の自動取得や部分一致検索等、実運用を想定したクエリ最適化を行った。

##### ③ 検索機能

プロジェクト検索、図面検索、セグメント検索をそれぞれ実施するバックエンド API を開発した。フロントエンド UI はキーワード入力やプルダウン等で検索可能である。ここに、チャット式検索パネルを組み込むことでエージェント検索が可能となる。

#### ④ 運用・エラーハンドリング

運用上の工夫として、バッチアップロード時の並列処理による DB 登録高速化、進捗・エラー情報の DB 記録と UI 連携を実装した。

#### c) 要素技術

本システムは、以下の主要技術要素を組み合わせる構成される。

##### ① データベース技術

データベースには、高速な検索やトランザクション管理、拡張性に優れている PostgreSQL を採用した。特に、JSONB型を活用することで柔軟なメタデータ管理が可能となり、B-tree や GIN といったインデックス設計によって検索を最適化した。また、ORMとして SQLAlchemy を利用することで、Python からの DB 操作を抽象化し、Alembic によるスキーマ管理やマイグレーションも効率的に行うことができる。

##### ② API 設計・実装技術

API の設計と実装には FastAPI を用いた。これにより、検索・取得・登録・更新・削除といった各種エンドポイントを提供できるほか、ページネーションや部分一致検索、複数条件によるフィルタリングにも対応した。さらに、HTTP ステータスや詳細なメッセージによるエラーハンドリングを実装することで、堅牢な API 設計を実現した。

##### ③ 並列処置・バッチ処理技術

大量ファイルの高速処理を実現するために、ThreadPoolExecutor による並列アップロード・登録を導入した。これにより、進捗やエラー情報をリアルタイムで管理・反映することが可能となる。

##### ④ 図面セグメント解析技術

図面内のエンティティ抽出や属性解析には ezdxf を用い、NetworkX によるグラフ解析を組み合わせることで、セグメント分割アルゴリズムを実装した。分類技術としては、ファイル名・テキスト・幾何特徴によるルールベース判定に加え、DXF を PNG に変換した上で ConvNeXt による深層学習による画像分類も取り入れた。

##### ⑤ UI/UX 技術

ユーザーインターフェースには Next.js および React を採用し、タブ切替やキーワード入力、分類選択などの操作性を実現した。検索結果の即時反映やプレビュー表示、複数選択・一括処理など、ユーザーの利便性を向上させる工夫をした。

#### d) 実装例

過去の成果品を検索可能な処理を実施したうえで DB に登録する。図面の登録を図-3.4.2 に示す。成果品である図面一式をアップロードし、業務名を登録する。アップロードと同時にセグメント処理が実行される。分類処

理では、深層学習によって平面図・側面図・正面図を自動分類が可能である (図-3.4.3) が、分類の誤りを手動で修正可能な仕様とした (図-3.4.4)。DB 登録の過程で教師データ数が充実し、自動分類の推定精度向上が期待できる。

また、設計業務における既往の二次元図面の検索処理の実施例は4章で後述する。

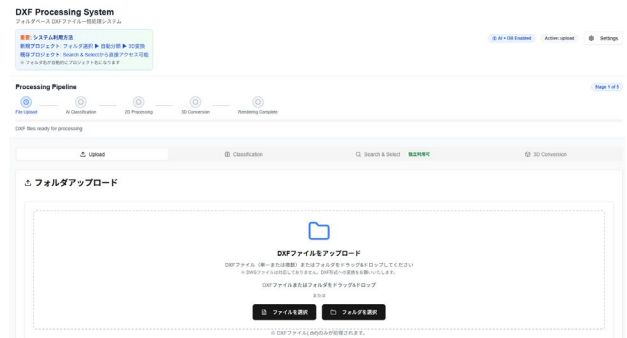


図-3.4.2 登録画面

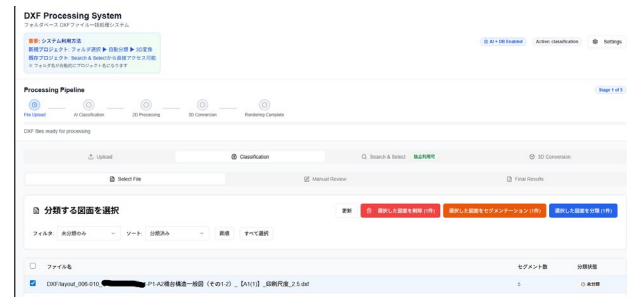


図-3.4.3 図面処理画面 (自動図種分類)

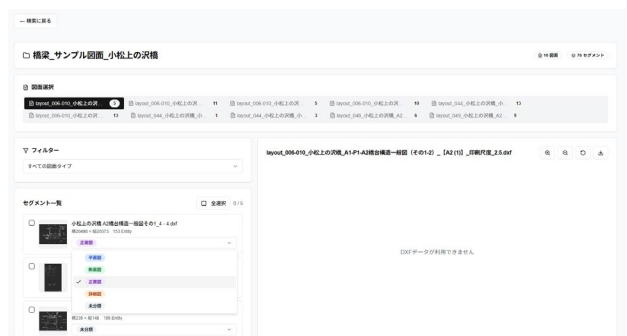


図-3.4.4 図面処理画面 (手動図種分類)

#### e) 適用効果と課題

本システムの導入によって、これまで困難だった類似図面の検索が可能となる。既往成果の登録作業を進めることで、検索可能な DB 構築が実現するため、今後、登録作業を進める。

#### (5) 適用事例：3D 設計支援エージェント

##### a) 概要

二次元図面から 3D モデルを自動生成し、ユーザーの指示に応じてモデルの変形や寸法変更を反映する。設計

業務の効率化と品質向上を目指す。

## b) 技術的特徴

### ① 対象範囲

自動 3D モデル生成と、ユーザー指定（自然言語、パラメトリック入力）に基づく寸法・形状のリアルタイム反映システムを構築した。対象図面は平面図・正面図・側面図である。

### ② コアアイデア

平面 (X-Y) , 正面 (X-Z) , 側面 (Y-Z) の座標対応を制約充足問題 (CSP) として解くことで立体的に復元する。その際、寸法線情報から縮尺を同定し、図面内の実寸座標へ正規化した。また、自然言語の曖昧性を、“関数呼び出し”で構造化パラメータ (軸・倍率) へ変換し、幾何変換に適用することで AI エージェントによる指示の構造化を行った。さらに、3D 変形を二次元図面へ再投影、寸法の再レンダリングを行う双方向同期機能を実現した。

### ③ 技術的優位点

視点マッチングの信頼度等によって自動復元と手動補間がシームレスに切り替え可能である。また、頂点レベルの行列変換・メッシュ更新の軽量化によってリアルタイムでの寸法反映が可能となった。

## c) 要素技術

本システムは、以下の主要技術要素を組み合わせる構成される。

### ① 図面解析と幾何正規化技術

DXF 解析には ezdxf を用いた。図面種別の分類には、ルールベースと深層学習の両方を併用することで、より高精度な判定を実現した。また、寸法情報から縮尺係数を計算することで、図面ごとの正確なスケール同定を可能にした。

### ② 2D→3D 座標復元 (制約充足)

2次元図面から3次元座標への復元では、平面図は(X-Y)、正面図は(X-Z)、側面図は(Y-Z)という前提で投影を行い、一致候補を生成する。さらに、CSP 探索では MRV (最小残余値)、前方検査 (Forward Checking)、Arc Consistency といった手法を組み合わせることで、整合性のある解を効率的に探索できる。

### ③ 3D 生成

3D モデルの生成においては、対応付けられた線分等を 3D ワイヤフレームに展開し、Trimesh を用いて面抽出・ロフト・ブーリアン処理によるメッシュ化を行う。生成した 3D モデルは再投影によって入力された二次元図面と比較し、許容誤差内であるかどうかを検証した。

### ④ 変形・寸法変更反映

AI エージェントが自然言語で受け取った指示を構造化パラメータへ変換し、モデルの変形や寸法変更をリア

ルタイムで反映できる仕組みを備えている。

## d) 実装例

実際の二次元図面の 3D モデル化、および変形指示の反映実施例を 4 章で詳述する。

## e) 適用効果と課題

本システムの導入によって、既往成果の CIM 化が可能となるだけでなく、類似図面の成果をベースにモデル化することで、作図の大幅な省力化に寄与できる。

現時点では橋梁や擁壁といった単純な構造物への適用性を確認したが、樋門などの複雑な構造物への適用は困難である。将来的には部材単位で分割したモデル化を行うことで、汎用的な 3D モデル化を実現できると考えている。

## (6) 適用事例：ノーコードアプリ開発

### a) 概要

今期、「A000GD-W013 CTI イノベーションに向けた AI 技術開発研究」にてノーコードアプリを開発している (図-3.6.1)。ユーザーが作成したワークフローを AI エージェントが理解し、必要なツールを用いて処理を実施するアプリである。開発工程における AI エージェント機能・ノードの開発部分をここで報告する。



図-3.6.1 ノーコードアプリの UI

### b) 技術的特徴

本システムは、図-3.6.2 に示すシステムアーキテクチャで構成される。本論文では、AI エージェント関連部分のみ記載する。今後、本研究で開発した AI エージェントをアプリのノードとして追加実装していく予定である。

#### ① AI エージェント機能

LLM エージェントは、ユーザーのワークフローを理解し、プロンプト化して MCP ツールを選択する。Azure Functions は実行要求の受付や進捗監視、結果の DB 保存を担当し、Azure OpenAI Responses API はワークフロー処理や MCP ツールの呼び出しを行う。

#### ② MCP ツール

Azure Container Apps には、ファイル入出力や Web 検索、

LLM 要約などの MCP ツールが格納されている

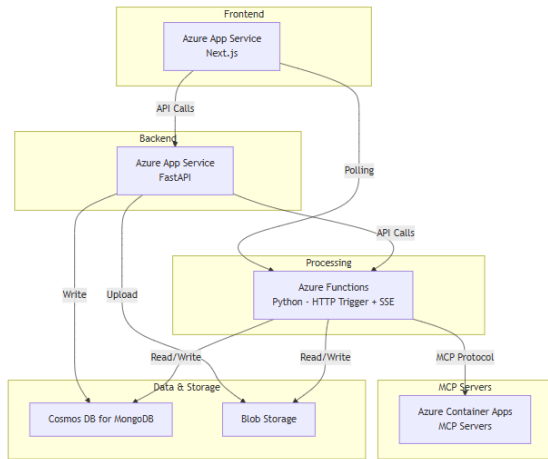


図-3.62 システムアーキテクチャ図

#### 4. 設計業務への適用性検証

##### (1) 実施フロー

先述した開発エージェントである“データ検索エージェント”，“3D 設計支援エージェント”を組み合わせ、橋脚の新規設計業務における CIM モデル構築を実施し、適用性を検証した。既存の類似図面をベースに CIM モデルを構築するフローを図-4.1.1 に示す。電算データの更新ツール，最適案検討ツールを新たに開発し，3D 設計システムに組み込むことで実装した。

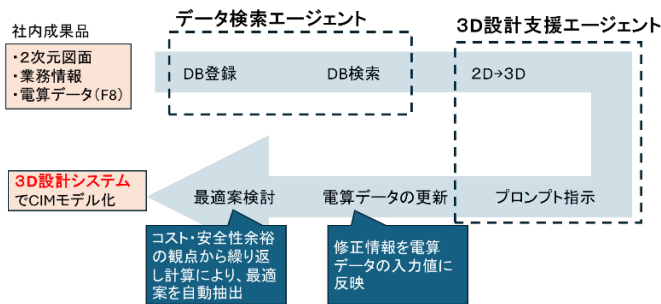


図-4.1.1 実装フロー

##### (2) 要素技術

実施フロー実現のために新たに開発した2つのツールを詳述する。本システムは，社内の橋梁設計業務で一般的に使用される，株式会社フォーラムエイトの「橋脚の設計・3D配筋（部分係数法・H29道示対応）」（以下，設計ソフト）の仕様を前提としている。

###### ① 電算データの更新

電算データ（PFI ファイル）について，変形指示を反映して自動更新するシステムを開発した。変形前後の二次元図面を読み取って，外形寸法情報を抽出，電算データ

の該当箇所を更新するシステムを開発した。

###### ② 最適案検討

橋脚を構成する主要部材である「はり」，「柱」，「フーチング」を対象としたトライアル計算システムを開発した。PFI ファイルを入力データとし，GUI による自動操作で設計ソフトを制御し，構造計算を実施して計算結果を取得する。計算結果からは，曲げモーメントやせん断力などの主要応答値や許容値を抽出し，所定の構造性能（耐荷性能・耐久性能）を満足する鉄筋径および配筋条件（ピッチ・本数）を自動的に探索する。

探索アルゴリズムには二分探索法を採用し，設計空間を効率的に絞り込むことで計算負荷の低減を図った。具体的には，初期範囲（例：鉄筋径 D16～D38）を設定し，中央値を選択して設計ソフトで構造計算を実施する。次に，安全性と経済性を統合した評価指標に基づき判定を行う。安全性とは，構造性能が設計基準を満足していること，経済性とは探索ケース間で鉄筋コストが相対的に改善されていることである。評価結果に応じて探索範囲を更新し，条件を満たす場合はより細い鉄筋径を，条件を満たさない場合はより太い鉄筋径を探索する。この過程を繰り返し，最適解が収束するまで探索を継続する。

探索結果は CSV ファイルおよび PFI ファイルとして出力される。CSV ファイルには最適化ケースに加え，全ての探索ケースにおける計算結果の概要や鉄筋コストが，実行順にソートされた形式で記録される。本システムにより，構造性能を確保しつつ経済性を考慮した橋脚設計の効率化が可能となる。

###### (3) 適用性検証

実施フローに従って，実際の橋梁設計への適用性を検証する。

###### ① 類似図面検索

条件を入力し，条件に合致する図面を検索する（図-4.1.2）。ここでは，“柱高 7m の橋梁”を条件として入力し，これに合致する図面の検索結果が出力された。

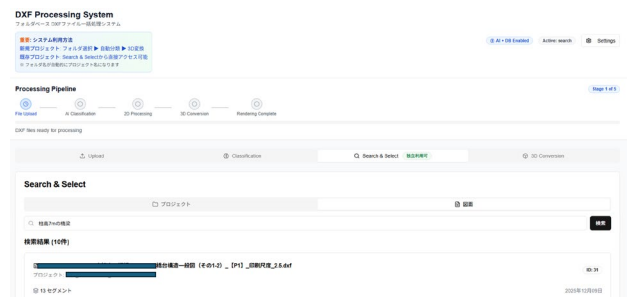


図-4.1.2 検索画面

###### ② 2D→3D

3D モデルを構成する図面を選択（図-4.1.3）し，対応付けられた線分等を 3D ワイヤフレームに展開，ソリッドモデルを構築した（図-4.1.4）。



図-4.13 構成図面選択画面

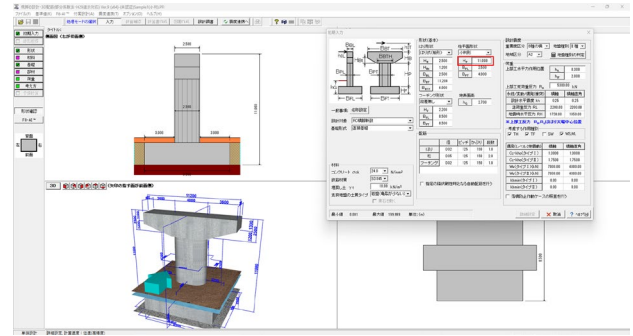


図-4.16 電算データの自動更新

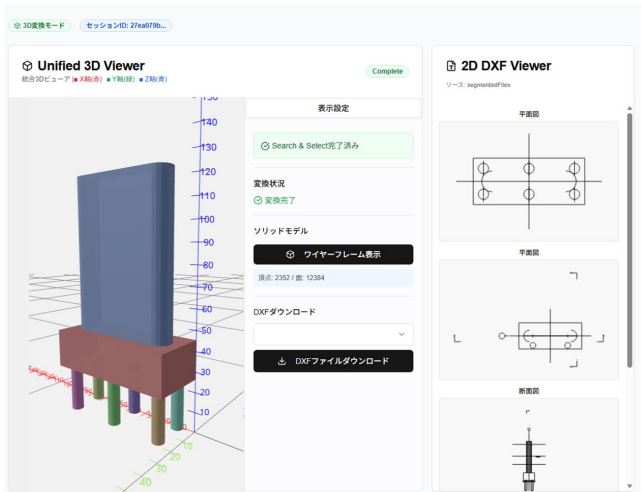


図-4.14 3Dモデル完成

### ③ プロンプト指示 (変形指示)

業務の条件に合わせて 3D モデルを変形し、外形形状を変更する。変形指示を受け、エージェントが部材単位での変形を反映する。ここでは、「柱の高さを 11m に変更」と指示し、柱に該当するブロックが変形された (図-4.15)。

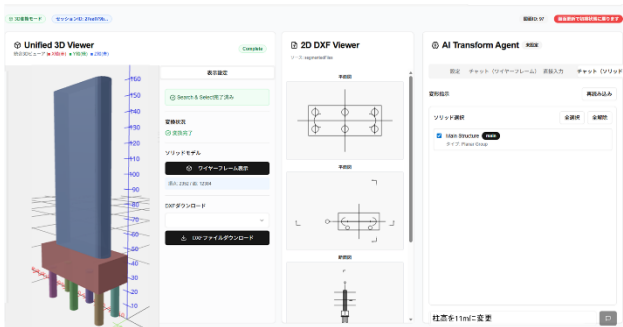


図-4.15 変形指示を反映

### ④ 電算データ更新

変形後の 3D モデルは二次元図面に再変換されダウンロード可能となる。変形前後の二次元図面を読み取り、外形寸法諸元の変更箇所を電算データに反映するシステムを適用した。図-4.16 に示す通り、変形した柱の高さに該当するパラメータが更新された。

### ⑤ 最適案検討

更新された電算データに対して、外力条件など変更が必要な項目を反映したのち、所要の構造性能を満たし、コストが最小化する最適な配筋諸元を探索するシステムを適用した。電算データをアップロード (図-4.17) することで自動的に探索される。



図-4.17 アップロード画面

### ⑥ 3D 設計システムへの反映

フォーラムエイトの出力機能によって CIM モデルが得られるが、非構造部材を含めた細部の設計は、既往の研究成果である 3D 設計システム (橋梁・橋脚・樋門に対応、擁壁は今後対応予定) を活用する。最適案である電算データを入力データとすることで、CIM モデルを構築することができる。

### (4) 評価

既存の図面をベースとすることで設計業務の省力化が実現できた。今回適用にあたっての所要時間は 20 分程度で CIM モデルが完成したことを踏まえると、従来手法と比べても大きな効果が得られるものとなった。

電算データの反映部分以降は、フォーラムエイトのソフトの仕様により、個別の構造物でカスタマイズが必要であるが、3D モデル化 (配筋図を含む)、および変形指示はあらゆる構造物への適用が可能である。今後、

砂防堰堤や樋門等へ適用範囲を拡大し、汎用的なシステムとすることが今後の課題である。

## 5. 総括と今後の展開

### (1) 総括

本研究では、社内業務に特化した AI エージェントの開発を通じて、文書作成・画像トレース・データ検索・3D 設計支援など多岐にわたる業務プロセスの効率化と品質向上を実現した。LLM と MCP を活用することで、外部ツールやデータベースとの柔軟な連携を可能とし、ノーコードアプリによる現場展開も進めることができています。これにより、従来は手作業や個別対応が必要だった業務が自動化され、作業時間の短縮や出力品質の均一化、既存成果物の有効活用が図られることが期待される。

### (2) 今後の展開

今後は、AI エージェント機能のノード化を進め、ノーコードアプリへの実装を拡充することで、現場の多様なニーズに柔軟に対応できる業務プラットフォームを目指す。また、図面情報や成果物の DB 登録を継続し、検索可能なデータベース基盤の構築を推進するとともに、複雑な構造物への 3D モデル化や、設計支援ツールの汎用化にも取り組み、応用範囲拡大を図る。

## 参考文献

- 1) 総務省. "第 1 部 特集 IoT・ビッグデータ・AI ネットワークとデータが創造する新たな価値〜". 平成 28 年版情報通信白書. <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/html/nc142120.html>.
- 2) OpenAI. "OpenAI トップページ". <https://openai.com/ja-JP/>
- 3) Radford, A., Narasimhan, K., Salimans, T., and Sutskever, I. "Improving Language Understanding by Generative Pre-Training". OpenAI Blog. 2018.
- 4) Yao, S., Zhao, J., Yu, D., Du, N., Shafraan, I., Narasimhan, K., and Cao, Y. "ReAct: Synergizing Reasoning and Acting in Language Models". arXiv preprint arXiv:2210.03629. 2022.
- 5) Microsoft. "Microsoft Copilot Studio". Microsoft Adoption. <https://adoptio.microsoft.com/en-us/ai-agents/copilot-studio/>.
- 6) IBM. "AI エージェントの種類". IBM Think. <https://www.ibm.com/jp-ja/think/topics/ai-agent-types>
- 7) Anthropic. "Introducing the Model Context Protocol". Anthropic News. 2024-11-25. <https://www.anthropic.com/news/model-context-protocol>.
- 8) Microsoft. "Azure AI Foundry". Microsoft Azure. <https://azure.microsoft.com/ja-jp/products/ai-foundry>
- 9) Dify. "Dify: 最先端の Agentic AI 開発プラットフォーム". <https://dify.ai/jp>
- 10) OpenAI. "はじめに". OpenAI Agents SDK (Beta) Documentation. <https://openai.github.io/openai-agents-python/ja>
- 11) LangChain. "LangChain". <https://www.langchain.com/>
- 12) GitHub. "GitHub Copilot コーディング エージェントの概念". GitHub Docs. <https://docs.github.com/ja/copilot/concepts/agents/coding-agent>
- 13) Cursor. "Cursor - The AI Code Editor". <https://cursor.com/ja>
- 14) Zed. "Zed - The editor for what's next". <https://zed.dev/>
- 15) Microsoft. "Microsoft Learn MCP Server の概要". Microsoft Learn. 2025-12-03. <https://learn.microsoft.com/ja-jp/training/support/mcp>
- 16) 国土交通省. "国土交通データプラットフォーム". <https://www.mlit-data.jp/#/Page?id=landing>

## RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AI AGENTS USING A PROPRIETARY LLM

Teruaki KITAGAWA, Yuichi HIRAMATSU, Yoshitake TAKAHASHI,  
Yutaka UTSUNOMIYA, and Ryosuke ANAMI

This study presents the research and development of AI agents specialized for internal business operations. We implemented four types of agents: (1) a document generation agent that automatically produces planning and reporting documents from special specifications and related materials; (2) an image tracing agent that converts drawing images into CAD data through OCR, line detection, and vectorization; (3) a cross-domain data retrieval agent that enables integrated searches across report texts, drawings, and images; and (4) a 3D design support agent that generates three-dimensional models from two-dimensional drawings and reflects dimensional modifications. In addition, a trial calculation system for bridge pier design was developed, which optimizes reinforcement conditions using automated GUI operations and a binary search method, and outputs results in CSV and PFI formats. Furthermore, a no-code application platform is being developed to promote operational deployment by modularizing these agents as reusable nodes.

# AI画像解析を活用した DX支援サービスの事業展開

宇都宮 優喬<sup>1</sup>・佐々 英輝<sup>2</sup>・中田 隆史<sup>3</sup>・木下勝也<sup>4</sup>・吉岡正樹<sup>5</sup>・水野貴文<sup>6</sup>

<sup>1</sup>株式会社建設技術研究所 国土文化研究所インテリジェンスサービスプラットフォーム  
(〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町2-14-5)  
E-mail: ytk-utsunomiya@ctie.co.jp

<sup>2</sup>株式会社建設技術研究所 国土文化研究所インテリジェンスサービスプラットフォーム  
(〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町2-14-5)  
E-mail: hdk-sassa@ctie.co.jp

<sup>3</sup>株式会社建設技術研究所 東京本社情報・電気通信部 (〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町3-3-2)  
E-mail: t-nakata@ctie.co.jp

<sup>4</sup>株式会社建設技術研究所 東京本社上下水道部 (〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町3-15-1)  
E-mail: k-kinost@ctie.co.jp

<sup>5</sup>株式会社建設技術研究所 大阪本社道路・交通部 (〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町1-6-7)  
E-mail: m-yoshioka@ctie.co.jp

<sup>6</sup>株式会社環境総合リサーチ けいはんな事業所 (〒619-0237 京都府相楽郡精華町光台2-3-9)  
E-mail: t-mizuno@ctiers.co.jp

(2025年12月1日時点)

近年、我が国におけるインフラ管理費の増大、少子高齢化による働き手不足などの課題を解決するため、AI(人工知能)やIoT(Internet of Things)などの新技術を用いた積極的なDX推進が求められている。また、当社グループの事業展開として、地方自治体の受注拡大や民間企業への進出が目標として掲げられており、研究開発についてもこれを意識した技術開発・サービス展開を進めていく必要がある。

本論文では、持続的・実効的なインフラ管理を達成するために、カメラより得られる映像及びAI技術を用いて、インフラ管理の効率化・高度化に資するサービスを実現する手法を提案する。

**Key Words:** deep learning, convolutional neural network, Image analysis service

## 1. はじめに

国土交通省所管分野における今後30年後までの維持管理・更新費の推計結果によると、長期的な費用の増加の程度は、20、30年後ともに約1.3倍となる見込みである。しかし、国土交通省、地方自治体等では少子高齢化により、技術者が不足・高齢化しており、十分なインフラ管理ができていない。持続的・実効的なインフラ管理を達成するために、新技術やデータの積極活用が重要となる。この際に利用するデータの代表的なものにカメラ画像が挙げられる。

社内においては、カメラ画像とAIを活用した業務の受注が増加傾向である。また、2022年まで実施していた「CCTVカメラ映像から得られる画像解析サービスに係る研究開発」<sup>1)</sup>において、地方自治体や民間工場で実証実験を実施

し、一定期間におけるシステム運用を確認でき、将来性に係る展望を得られた。一方で、導入実績を増やすこと、他分野、民間企業へ展開すること等の課題があった。

本研究は、AI・画像解析技術を活用したインフラ管理サービスを開発する。また、開発したサービスをパッケージ化し、国土交通省事務所だけでなく、地方自治体、民間企業等をターゲットに事業展開を検討し、当該行為で実施される管理・監視支援による対価を得るためのスキーム構築を目的とする。今期は、上下水道分野、道路・都市分野において研究開発を実施する。

## 2. 関連研究および動向

インフラ管理分野における既往画像解析サービスは、同業他社でも実施されている。近年の事例としては、衛星画像とAIを活用した盛土等のモニタリング<sup>2)</sup>、AIによる空中写真内の障害箇所検出<sup>3)</sup>、UAVや航空写真等を用いた河川の維持管理の効率化<sup>4)</sup>、自動運転バスの走行実験<sup>5)</sup>、危険斜面を自動抽出するAI解析モデル<sup>6)</sup>等、様々な分野で技術開発が行われている。市場調査の結果、AI画像解析を活用した研究・サービスは、自動運転に向けた取り組み、衛星画像や航空写真を用いた事象の検知などが多く進められている。しかし、いずれもサービス提供先は、国土交通省、大規模自治体を想定している。その点において、本研究では、国土交通省に適用可能なサービス開発・提供に加えて、地方自治体や民間企業にも適用可能な画像解析サービスを開発することは独自性があると考えられる。

## 3. 上下水道分野における水質異常検知・予測サービス

我が国の汚水処理人口普及率は、令和6年度末において93.7%に達し、今や国民生活において下水道はなくてはならないものとなっている<sup>7)</sup>。下水道に着目すると、全国には約2,200か所の下水道処理場があり、その90%は機械・電気設備の標準耐用年数15年を経過している(図3-1参照)<sup>8)</sup>。また下水道管渠の総延長は約49万kmに対し、標準耐用年数50年を経過した管渠の延長が令和4年で約7%、その20年後には約40%に達する。これらの施設を健全な状態に保つためには維持管理が重要となるが、その執行体制は年々減少し20年前の80%程度となっている<sup>9)</sup>。

今後、人口減少が顕著となることを踏まえ、上下水道分野では維持管理の効率化が急務となっており、民間を活用した包括的維持管理(W-PPP)の導入が活発になっている。

### (1) 民間工場

排水処理施設にて水質異常を放置すると、河川環境への悪影響や近隣住民の苦情につながる。しかし水質測定器では分析頻度や測定項目が限定されるため目視での監視が必要である。また担当職員が少ない場合、現地での目視確認作業が負担となっている。そこで画像解析を用いて水質異常を検知して異常発生を知らせる仕組みを開発した。

#### a) 民間工場 A

昨期までに、原水槽の泡立ち・白濁・機械油(図3-2参照)、曝気槽の泡立ち、凝集沈殿槽の泡立ち・汚泥フロック、排水路の泡立ち検出モデルを開発した。また、排水路では泡立ちを検出した際に消泡剤を自動注入するポンプ制御システムを開発した。今期は、原水槽のメール配信システム

について管理者から評価いただき、運用保守業務を受注した。なお、運用保守は、システムの稼働状況確認およびカメラ画角変更に伴うAIモデルの更新を実施した。

#### b) 民間工場 B

民間工場 A での研究成果を踏まえ、民間工場 B から水質異常検知システムの開発業務を受注した。2026年に運用保守業務を受注予定である。監視箇所は、原水槽、凝集沈殿槽および排水路(図3-3)の3地点とし、カメラの設置が完了した。本業務では、撮影画像に対して、AI画像解析による監視を行い、異常が発生した際に管理者にメールを配信する予定である。

### (2) 下水処理場・管渠における水質異常検知サービス

#### a) 下水処理場への展開

##### 1) 目的

下水処理場では、水質観測項目が限られ観測頻度も少なく、異常の発生も希であることから早期検知や予測システムを開発・導入することは、コスト面において困難な側面がある。また、大規模な下水処理場では監視システムで24時間常時監視し、維持管理体制が充実しているため、大き

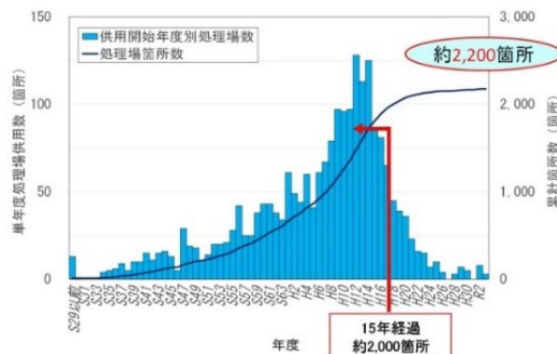


図3-1 処理場の年度別供用年数 (R3末現在)



図3-2 機械油流出の事例



図3-3 排水路 (パイプにカメラ設置)

な問題に発展しない場合が多い。一方、小規模の下水処理場等では、維持管理体制が充実しておらず、日々定期的に職員が複数の対象施設を巡回監視している場合が多い。

そのような場合、AI 画像解析を活用することで、巡回監視と比較して頻繁に状況把握ができ、異常発生時には関係者間でリアルタイムでの情報共有・対応が可能となる。

ここでは小規模処理場を対象に日常の維持管理やモニタリングの効率化を図ることを目的に研究開発を行う。

## 2) 水質異常検知

下水処理場の最終沈殿槽において、水温の上昇や流入水の水質悪化などが原因でスカムや白い浮遊物が確認される。これらの水質異常を検知するシステムを開発した。

水質異常判定は、生成 AI を用いて正常/異常の判断を理由付きで出力する。40 枚の検証画像において 100%の精度で正常/異常の判定ができることを確認した (図 3-4 参照)。

## 3) スカムレベル判定

人間による目視判定では、スカムの異常レベルを 0 (正常) から 3 までの 4 段階に分類している。本研究では、画像の類似度を算出する AugNet を用いて、入力画像がどの各スカムレベルの画像と類似度が近いかを判定し、スカムレベルを判定する。開発モデルは、正解率 80%以上の精度でスカムレベルを判定することができた。

## 4) 考察

管理業務の支援・効率化に寄与できるレベルで開発できたと考える。特に、スカムレベル判定は、人間と異なり評価基準が一貫しているため、評価のブレ防止および客観的かつ再現性の高い監視を継続して行えると考える。

## b) 下水管渠内監視サービス

### 1) 目的

下水道管渠の点検は、定期的に行われているが常時監視での維持管理はハードルが高い。そこで、本研究ではカメラおよび AI 画像解析を活用し、水質異常検知および水位計測をすることで、下水道監視の効率化・高度化を図る。カメラのみで水質異常検知および水位計測を担うことで水位計の代替となり、機材コストの軽減を果す。

### 2) 水質異常検知

下水道管渠にオイルボールや大量の泡立ちが発生することがある。本研究では、HSV 色空間情報の抽出と Canny (画像からエッジ部分を検出する手法) とを組み合わせ異常を検知できる技術を開発した。異常検知に用いられる Autoencoder (ニューラルネットワークを用いて画像間の差分を検出する方法) や生成 AI による判定などを試行したが、管渠内に発生する霧・靄 (もや) により検知精度が悪く運用できるレベルに満たなかった。そこで、オイルボールや泡立ちの特徴である白色を HSV 情報から検知し、Canny でエッジ検出を行った。開発モデルでは大きくはつきりとした異常であれば非常に高精度で検知でき、正解率 90%以上の精度で検知できた (図 3-5 参照)。

## 3) 水位計測

水面と壁の境界線を検知することにより水位を計測するモデル開発を行った。水位計測は、管渠の構造や水位の増減による管渠内部への光量によって水面の映り方が変わるため、低水位と高水位で計測方法を変更した。

### ① 低水位時

低水位時は HSV 色空間情報を用いて計測する。まず、管渠中央から左右方向に色変化があった地点を水面と管渠の境界線を計測する。次に、メジャーの寸法から 1 ピクセルあたりの長さを算出し、これを用いて水位を算出する。

霧や靄のない鮮明な画像であれば高精度で計測できることを確認し、クリアな画像の 1 日の RMSE (平均二乗誤差) は 0.007m であった。

### ② 高水位時

高水位時については、SAM (画像内の領域をピクセル単位で分割する AI モデル) を用いて水面と壁面の境界線を計測する。実験期間中に高水位の画像が撮影できなかったため、画像処理ソフトにて画像を生成した (図 3-6 参照)。

このモデルにより高水位時の水位を計測した。

## 4) 考察

水質異常検知では異常事象を精度高く検知できた。一方で霧や靄による誤検知が発生しており、画像の前処理方法

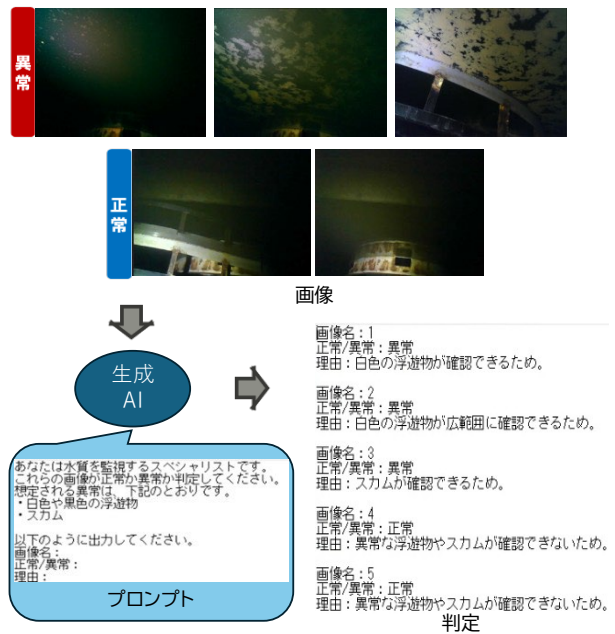


図 3-4 水質異常判定例

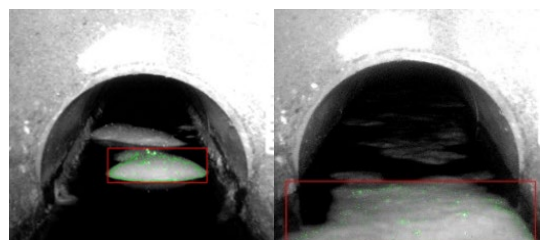


図 3-5 異常検知画像

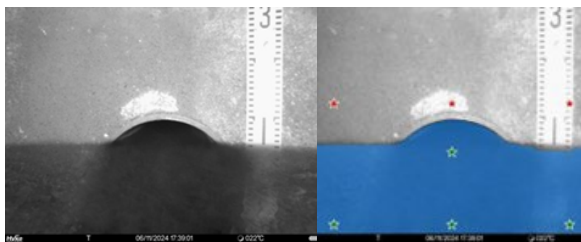


図3-6 水面の領域分割（水面は生成画像）



図3-7 営業用資料（抜粋）

の変更や追加などを検討したい。水位計測では水位計の計測精度には及ばないものの、簡易的な水位計測であれば適用できる可能性がある。高水位の分析は、生成画像での検証であるため、サービス化には実画像が適用できるか確認する必要がある。これらのモデルを組み合わせることで、単一カメラを複数用途で活用し、管理の効率化や設備費用の低減に貢献できる可能性を示した。

### c) 貯留施設への分水機能監視サービス

#### 1) 目的

越流状況の把握が計器のみでは困難な箇所での分水・越流状況を画像解析で把握する。例えば、計画降雨と類似の降雨で貯留池に計画通りに流入しているか、水位計だけでは把握できない流れの状況や雨天時の越流阻害がないかなどをAI画像解析で把握することを目的とする。

#### 2) 解析結果概要

本研究では、a)の事例でも使用した AugNet を用いて越流を判定する技術を開発した。

具体的には、下記の方法で判定する。

- ① 平常時、越流開始、越流中、越流後の4事象の画像を各5枚準備
- ② Input画像に対して、類似度を計測し、その平均値から類似事象を判定
- ③ Input画像と過去画像との類似度が一定数値を超えた場合にステータスを変更

平常時に越流と判定する事例や、越流中に平常時にステータスを変更する事例などが確認されたため、判定基準の工夫が必要である。

#### (3) サービス化、営業拡大に向けた取り組み

##### a) 開発システムのクラウド化

民間工場向けの水質異常検知サービスについて、社内で

のオンプレミスサーバ処理からクラウド処理への移行に着手した。クラウド化により、AI画像解析の処理能力を柔軟にスケールでき、顧客増加や負荷変動にも迅速に対応できる。また、冗長化や自動バックアップにより障害時の復旧が容易になり、運用負荷や保守コストを削減できる。

##### b) 営業活動

図3-7に示すように研究成果を整理した営業用資料を作成し、地方自治体や自治体委託先企業、民間企業に営業活動や意見交換会を行った。ヒアリングの結果、現状でW-PPPの導入見通しが立っていない、もしくは予算が無く十分な監視が行き届いていない地方自治体で導入できる可能性が明らかとなった。また、先述したとおり、民間工場Bからシステム開発・運用保守業務を受注できた（イニシャルは契約済、ランニングは2026年受注予定）。

## 4. 道路・都市空間の監視・評価支援サービス

### (1) ニーズ調査・データ入手

#### a) ニーズ調査

近年、画像解析による人の行動解析は研究実績が蓄積されてきており、既存研究も多く存在する。IT企業では人や動物・物体などの行動を解析するソフトウェアが発売されている。また、地方自治体や民間企業との意見交換や営業活動を通じて画像解析による行動分析のニーズが高いことを把握し、当社でもAI画像解析の業務を受注している。

AI解析技術の全国的動向、国の次世代ITSの動向及び当社開発の既存技術等をふまえ、都市空間の監視・評価支援サービスに関するSWOT分析を実施した。この分析により、当社の強み、弱み、機会、および脅威を明確にし、開発と実装の戦略を策定した。表4-1に、SWOT分析の結果を示す。

表4-1 SWOT分析結果

Strength (強み)
・滞在・活動検知
・複数カメラによる複雑な歩行者流動計測
・生成AIを用いた居心地評価
・モビリティ検知
・禁止行為検知
Weakness (弱み)
・リアルタイム処理（エッジ処理）
・AIサービスのパッケージング販売
Opportunity (機会)
・次世代ITS（生活道路対策）
・オーバーツーリズム対策
・公共空間警備効率化ニーズの高まり
・高槻市連携協定
・Location Mindとの連携
・道路空間活用の機運の高まり
Threat (脅威)
・各社がAI画像解析技術をパッケージ販売（パナソニック・富士通・シャープ）
・まちなかにおける画像解析系研究の蓄積

## b) データ入手

民間企業や団体、大学と協働で実証実験を行い、映像撮影や各種データの収集を行った。また、地方自治体の協力・許可を得て受注業務にて収集したデータを活用した。

## (2) 道路管理支援サービス

都市部では交通量の増加やオーバーツーリズムにより、公共空間における人や車の動態を正確に把握する必要性が高まっている。これらの評価は、人手調査が一般的であるが、「人手不足」「情報の遅延」「評価の属人化」という課題がある。そこで、AI画像解析により、歩道・交差点の移動状況、通行量の時系列変化などを可視化・分析し、地方自治体やイベント事業者に提供するサービスを開発する。

### a) 自動運転バス走行に向けた停車帯の拡幅効果測定

堺市では、自動運転バスの走行を予定しているが、路上駐車によりバスの走行を妨げる課題が確認されている。そこで、駐停車車両の走行車線へのはみ出し防止のため、歩道の一部を停車帯に拡幅する実験を実施している。今後、自動運転（レベル4）の実装に向けて、これらの効果測定が増加することが予想されることから、本研究でこれらの評価支援技術を開発した。

#### 1) 研究方法

停車帯付近に3mの高さにカメラを設置し、AI画像解析で下記の項目を計測する。

- ① 停車帯の利用台数
- ② 利用車種（普通車、バイク、トラック）
- ③ 駐車/停車の形態
- ④ 駐停車時間
- ⑤ 停車帯からはみ出し有無

図4-1に示すとおり、事前に設定した薄黄色ハッチングの領域において、物体検出モデルのYOLOを用いて車および人を検出する。利用台数、車種、駐停車時間およびはみ出しの有無は、YOLOの出力結果から計測が可能である。また、駐車/停車の形態判定は、車付近で人を検出することにより、駐車/停車の判定を行う。

#### 2) 結果

3度の駐車事象が確認された実験映像に対して、AI画像解析での判定を行った。表4-2に示すとおり、人間の目視確認結果とAI画像解析結果を比較した結果、判定事象は少ないが高精度に判定できることを確認した。一方で、停車帯内に2台駐停車した際に、奥の車両が計測できていない。表4-2に示すcar2はcar1の後ろに駐車したが、car1により検出ができず、car1が発車した後に駐車時間の計測が開始されたため、目視より駐車時間が短くなった。利用車種判定は、運送会社の小型トラックを普通車と判定した。

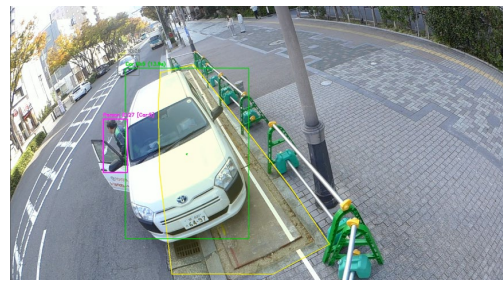


図4-1 AI画像解析の結果例

表4-2 精度検証結果

調査項目	目視確認	AI解析
①利用台数	3台	3台
②利用車種	普通車：2台 トラック：1台	普通車：3台 トラック：0台
③駐車/停車	駐車：3台 停車：0台	駐車：3台 停車：0台
④駐停車時間	Car1：243秒 Car2：1,747秒 Car3：457秒	Car1：239秒 Car2：1,507秒 Car3：455秒
⑤はみ出し有無	Car1：有 Car2：有 Car3：有	Car1：有 Car2：有 Car3：有

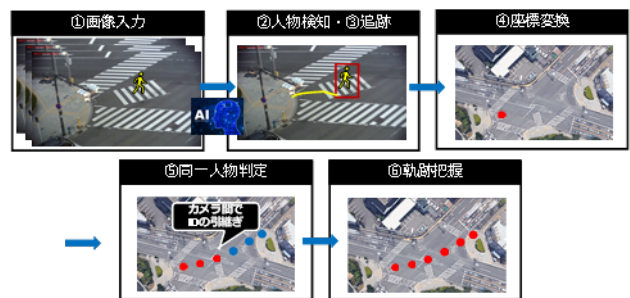


図4-2 本手法の全体像

#### 3) 考察

先述したとおり、2台駐車した際に奥の車を検出できない事象が確認されたが、カメラの設置方向や高さを変えることにより検出できると考える。なお、実験映像では、荷下ろしの状況を撮影できていないが、人物の骨格検知、段ボールやバッグをAIに検知させることにより判定できる可能性がある。

### b) 交差点横断時の歩行者流動解析

歩行者の流動把握を目的に、スクランブル交差点を対象として、AI技術を活用した複雑な歩行者流動を計測可能なモデルを開発する。

#### 1) 研究方法

図4-2に示すように、スクランブル交差点を撮影した複数の映像について、YOLOおよびBoT-SORT（軌跡計測・

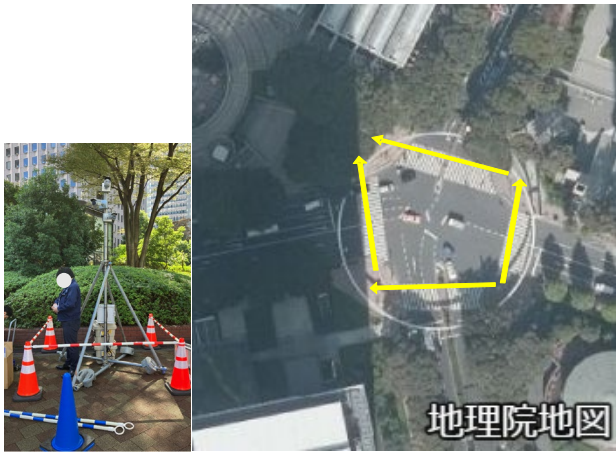


図4-3 対象交差点の航空写真とカメラ設置状況

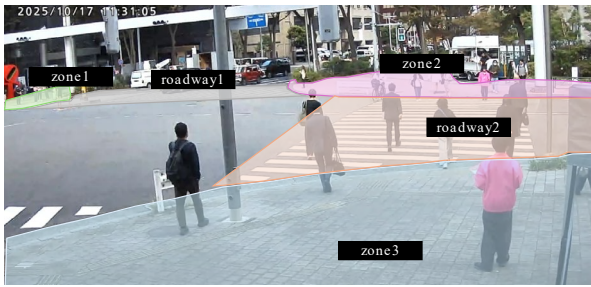


図4-4 判定エリア

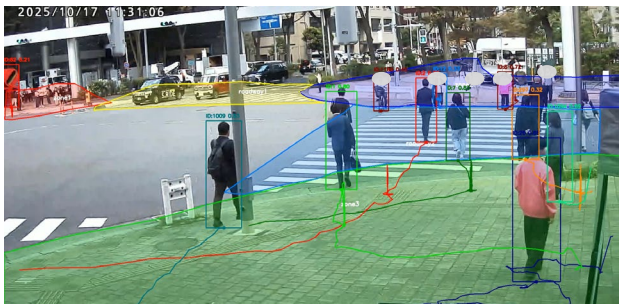


図4-5 人検知および軌跡計測例

表4-3 計測精度

時刻	横断人数 (人)			
	zone2→zone3		zone3→zone2	
	目視	AI	目視	AI
11時30分頃	6	7	21	20
12時00分頃	14	13	13	12
12時30分頃	15	12	13	13

推定アルゴリズム)にて人物検知と追跡を行う。次に、画像内の人物検知の座標を鳥瞰画像内での座標(以下、ワールド座標)に変換する。カメラを跨いだ移動の際、ワールド座標の位置関係・移動方向・速度から同一人物を特定する。同一IDのワールド座標を取得し、複数カメラ映像を利用して交差点の横断軌跡を取得する。

## 2) 結果

人物検知 AI の検知結果と目視確認結果を比較したところ、AI の検知精度は 95.2%と目視確認結果より少ない結果となった。計測結果の乖離が大きい映像を確認した結果、AI に検知されずに横断している事例がみられ、その多くが自転車に乗車した人物であった。

スクランブル交差点での横断方向を分析した。目視確認結果と AI 計測結果では、最大 6 人の誤差であり、精度は 91.7%と横断人数の多寡は計測ができていない。計測誤差は、人物検知 AI の未検知やオクルージョン (人やモノが重なる事象) による ID の消失が原因であると考えられる。

## 3) 考察

目視確認結果とのわずかなズレは生じたが、一定程度の精度が確認でき、現地での人手による交通量計測と比較し、調査時間やコストは削減できる可能性を示した。

### c) スクランブル交差点化に向けた横断者分析

新宿警察署裏交差点では、一般社団法人新宿副都心エリア環境改善委員会が中心となり、交差点の回遊性向上を目的にスクランブル交差点化が検討されている。現状は、図 4-3 に示すとおり、対岸に横断する際に 2 段階の横断が必要である。一般社団法人新宿副都心エリア環境改善委員会から東京都にスクランブル化の提案をする際の基礎データとして、現状の横断者数を計測する。先述した b) の事例では、高所から撮影することにより、広範囲の歩行者軌跡を高精度に計測できたが、このような撮影が困難な地点もあることが想定される。そこで、現場条件により高さ 3m にカメラを設置し、撮影映像に対して検証する。

### 1) 研究方法

2 段階横断者数を計測予定であったが、受領した映像のピント設定、fps、解像度に課題があり、zone1 と zone2 間の人物を検知できないことが確認された。そこで、本論文では、下記手順で zone2 と zone3 の単横断者数を計測する。

- ① 歩道 3 ヶ所、車道 2 ヶ所の判定エリアを指定 (図 4-4 参照)
- ② YOLO および BoT-SORT を用いて、エリア内の人物を検知し、移動軌跡を計測
- ③ 軌跡の始点と終点から横断パターンを判定。軌跡が途切れた (ID の切り替わり、人物の検知が切れた) 場合、軌跡のベクトル成分から横断パターンを推定
- ④ ③の結果を踏まえて単横断者数を計測

### 2) 結果

図 4-5 に示すように、実験映像に対して、AI 画像解析を適用し、人物の検知および移動軌跡を計測した。一部の時間帯で目視確認結果と比較した結果を表 4-3 に示す。2、3 人の誤差の精度で横断者数を計測できた。

### 3) 考察

計測誤差は人物検知 AI の未検知やオクルージョンによる ID の消失・ダブルカウントが原因であると考えられる。また、解像度がフル HD であり、zone2 の人物検知精度が低いことが要因であると考えられる。これは複数地点・複数方向から映像を撮影することで、精度の向上が図れると推測される。本実験でも複数方向の撮影をし、先述した b) の事例のようにワールド座標への変換を予定していたが、受領した映像データのカメラ間の時刻同期がうまくいかず、適用できなかった。

### (3) 滞在空間評価サービス

近年、ウォークアブルなまちづくりをキーワードに、全国各地の公共空間にてイベントや社会実験が行われている。地方自治体や民間企業と連携し、実街路空間のカメラ映像を収集する。この映像に対して AI 技術を活用し、街路空間の居心地や人流、自転車利用を定量的に評価することで、空間改善や都市計画の支援、社会実験の効果検証を客観的な視点をもって自動化することを目的とする。

#### a) 観光行動評価支援サービス

本研究は AI にて街路空間の居心地を自動評価し、評価の客観性、高度化を目指す。

#### 1) 研究方法

2024 年 5 月に東京都内の公園にて実施されたイベントを対象に、イベント時と平常時の映像を AI に入力し、居心地の良さを 4 段階で評価した。具体的には、地元のエリアマネジメント団体より提供された映像をもとに、生成 AI による街路空間の居心地の良さ評価を検証する。画像およびテキストを準備し、プロンプトエンジニアリングを実施する。

#### 2) 結果

マルチモーダル生成 AI には、解析当時最新のマルチモーダル生成 AI であった GPT-4o を選定した。AI の結果とイベント来訪者に実施したアンケート結果を表 4-4 に示す。AI とアンケート結果による評価が 2 段階以上乖離した項目はなく、AI による空間の評価は十分可能であることが確認された。また、AI に評価結果の理由を出力させたところ、画像内の人の年代や様子、施設や設備についても認識していることが確認された。

### 3) 考察

AI は画像から人の様子や設備を認識し、人がどのように感じるかという主観的な評価が可能であることを示した。一方、質問文のみでは意図を十分に汲み取れず、評価基準が人と異なる項目があるため、質問文に評価の基準を明確に記載することで精度向上が期待できる。

#### b) 駅前広場における人流解析・居心地評価

兵庫県尼崎市の阪急塚口駅前にて、ファニチャーの設置や展示するイベントが開催された。このイベントの効果測

定に AI 画像解析を適用し、平常時との比較を行う。

#### 1) 研究方法

カメラ映像を用いて、以下の 3 点について分析した。

- ① a) の事例と同様に、画像と評価項目テキストを生成 AI に入力し、イベント開催による居心地を評価
- ② 人物検知 AI (YOLO) および BoT-SORT を活用した人数カウント、滞在時間および動線の計測
- ③ 人物・自転車検知 AI を活用し、人物・自転車と重なり具合により自転車走行と押し歩きを区別して計測

#### 2) 結果

##### ① 居心地評価

生成 AI と人間の評価は概ね一致しており、大きな乖離はなかった。表 4-5 に示すように評価理由を出力し、結果の妥当性を確認した。

##### ② 人数カウント、滞在時間および動線の計測

オクルージョンの発生や人物検知 AI の未検知により同一人物を複数回カウントしてしまうことがあったが、人間の確認結果と AI の判定結果は概ね一致していた (図 4-6

表 4-4 AI とアンケートの評価結果の比較

対象期間	評価方法	Q1 子どもを安心して遊ばせられる場所だと感じる	Q2 滞在者・通行者同士がお互いに顔や名前を知っているように感じる	Q3 誰でもここで好きな活動ができる場所だと感じる	Q4 投稿用の動画撮影をしても良い場所だと感じる	Q5 ふらふらと歩きたい場所だと感じる
イベント時	AI	4.00	2.00	3.00	3.00	4.00
	アンケート	3.31	2.86	3.03	3.08	3.00
平常時	AI	3.00	2.00	3.00	3.00	2.00
	アンケート	2.67	2.13	2.40	2.41	2.13

表 4-5 生成 AI による居心地評価

NO.	評価項目	イベント時		平常時	
		評価	理由	評価	理由
Q1	自由に使えるテーブルがあると感じる	▲ 4.0	複数のテーブルとベンチが設置されており、自由に利用できるように見えるため。	1.0	ベンチはあるが、テーブルは見当たらないため。
Q2	建物等への車両進入口が歩行空間を分離しないよう配慮されている	▼ 3.0	車両進入口は見当たらないため、歩行者と自転車が共存しているため。	4.0	写真には車両進入口が見当たらず、歩行空間が広く確保されているため。
Q3	安心して赤ちゃんを連れてこられる場所だと感じる	3.0	家族連れが見られるが、特に赤ちゃん向けの設備は確認できないため。	3.0	ベビーカーを押している人が見られるが、特に赤ちゃん向けの設備は確認できないため。
Q4	安心して子どもを遊ばせられる場所だと感じる	2.0	子どもが遊ぶための特別な設備は見当たらないため。	2.0	遊具や特別な遊び場が見当たらないため。



図 4-6 イベント時と平常時の滞在時間の変化

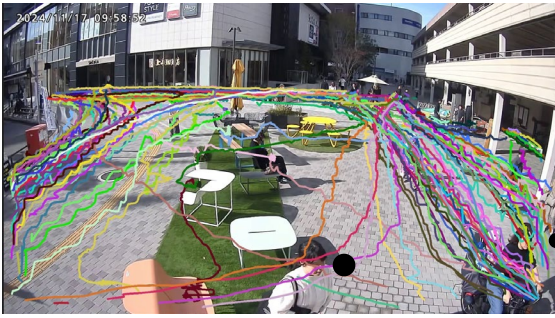


図4-7 人流分析（動線計測）結果

表4-6 自転車の通行分類結果

時間帯	方向	判定（人）			適合率	再現率
		自視	AI 正解	不正解		
11/17 10:00～10:10	自転車走行	34	31	6	83.8%	91.2%
	押し歩き	11	7	5	58.3%	63.6%
11/24 10:00～10:10	自転車走行	33	26	9	74.3%	78.8%
	押し歩き	8	6	4	60.0%	75.0%

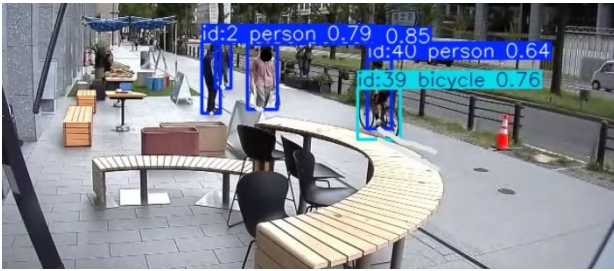


図4-8 交通手段分析画像

表4-7 滞在者分析結果（抜粋）

ID	滞在秒(内)	活動内容	性別	年齢
3	203.8	仕事	woman	teenager aged 13 to 19
4	12.7		man	unknown
5	6.05		man	unknown

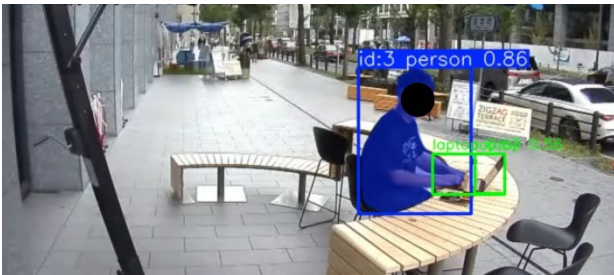


図4-9 滞在者分析画像

および図4-7参照)。

### ③ 自転車走行と押し歩きの計測

自転車走行の検知率は7割を超えたが、押し歩きの検知精度がやや低くなった。これはカメラに対して、斜めや横向きで走行している場合に、誤検知の可能性が高くなるためである（表4-6参照）。

### 3) 考察

生成 AI による居心地評価が人間の評価と概ね一致し、主観的評価の自動化の可能性を確認した。従来はイベント

事業者や利用者によるアンケート調査が一般的であったが、生成 AI にペルソナを設定すれば複数の立場での回答もできるため、第三者視点での評価および評価のブレ防止に貢献できる可能性がある。人数カウントや滞在時間計測も傾向把握に活用できる精度を確認した。重複カウントが課題であるが、カメラ設置時の撮影条件によって精度向上の可能性を示した。自転車走行判定は良好な精度だが、押し歩き判定は画角により精度が低下した。骨格情報や特徴量解析の導入で汎用性や精度が向上する可能性がある。

### c) オフィス街の社会実験における滞在者の分析

大阪市の御堂筋において、オフィス街でのイベント実施のニーズ、滞在空間の効果的なファニチャー配置検討を目的とした社会実験が開催された。これらの映像に対して、滞在空間での利用者の行動を評価するモデルを開発する。

#### 1) 研究方法

社会実験時に撮影した映像に対して、通行人や滞在者のカウントや属性などを分析するモデルを開発する。

- ① 交通手段分析では、学習済の物体検知 AI (YOLO11) にて人および自転車を検知
- ② 滞在空間分析では、ゼロショット物体検知モデル (YOLOE) にて、プロンプト指示で利用者属性 (性別, 年代), 学習済の物体検知 AI (YOLO11) にてパソコン, 携帯電話などの物体を検知
- ③ 一定時間以上, 人とパソコンや携帯などの物体の BOX が重なっていた場合, その物体を使用したと判定し, 「仕事」や「電話」などの利用目的を判定

#### 2) 結果

##### ① 交通手段分析

通行人の交通手段を分類する技術を開発した。図4-8のID40の通行人は自転車の検知と重なりがあるため、自転車に乗っていると判定された。

##### ② 滞在空間分析

設置したファニチャーやテントに滞在する人の行動を解析した。「パソコン」「携帯電話」を検知し、「仕事」や「電話」などの滞在目的に分類した。図4-9はパソコンを所持・操作していたため、表4-7に示すID3の人物は「仕事」と判定した例である。この人物 (ID3) は成人男性とみられるが、AI 解析結果によれば若年女性と誤った判定であった。

#### 3) 考察

交通手段分析については、概ね正しくカウントできたが、通行人が多い際にオクルージョンが発生し、同一人物を重複カウントすることがあった。改善には AI モデルの改良のほか、カメラの解像度や設置高さの条件も考慮する必要がある。滞在者属性分析は、ゼロショット物体検知モデルを用いてプロンプト指示のみで年齢や性別を分析したため、精度が悪い結果となった。サービス化には学習済モデルの適用も検討する必要がある。

#### 4) サービス開発・営業活動

これまでの研究成果をもとに、地方自治体や民間企業・団体との意見交換や営業活動を実施した。また、当社技術部室へ開発技術の展開を行い、当社東京本社都市部では研究成果を活用した業務を自治体から受注した。

#### 5. 結論

これまでの3年間の研究を通じて、インフラ管理の効率化・高度化に資するサービスの実現を目的として、以下の技術・モデル・システムを開発した。

##### ① 水質異常監視サービス

- 民間工場にて曝気槽、凝集沈殿槽、排水路、原水槽における水質異常検知
- 上記判定結果を用いたメール配信システムおよびweb ページでの情報提供
- 下水処理場にて水質異常検知
- 下水管渠にて水質異常検知・水位計測

##### ② 施設管理・運転支援サービス

- 民間工場にてポンプ自動制御システムの実装
- 自治体のポンプ場にて越流判定モデルの構築

##### ③ 道路管理支援サービス

- 高槻市役所前スクランブル交差点の横断者数計測および人流解析
- 堺市にて荷捌き車両の計測
- 新宿警察署裏交差点にて横断者数の計測

##### ④ 滞在空間評価サービス

- 都内公園にて生成 AI を用いた居心地良さ評価
- 尼崎市にて人流解析・居心地評価
- 御堂筋にて滞在空間での行動解析および居心地評価

##### ⑤ 広報活動・営業活動

以下のとおり、関連学会や展示会などで研究成果を発表、公開した。その他にも多数への地方自治体、民間企業との意見交換や営業活動を実施した。

- スクランブル交差点における AI を活用した複雑な歩行者流動計測に関する研究（第 69 回土木計画学研究発表会・春大会）<sup>10)</sup>
- 生成 AI を活用した街路空間の居心地の良さの評価手法に関する一考察（第 72 回土木計画学研究発表会・秋大会）<sup>11)</sup> ※共著、本誌締切時点で論文集未発行
- 画像解析技術を用いた下水道設備管理の DX 化に向けた研究（AI・DX サマージンポジウム 2026 に投稿予定）
- オフィス街におけるイベントの必要性およびファニチャーの配置方法に関する効果測定（2026 年土木計画学に投稿予定） ※タイトル未定

- 自動運転バスの走行に向けた停車帯幅実験の効果測定支援（2026 年土木計画学に投稿予定） ※タイトル未定

- SDGs AICHI EXPO
- 建設技術フェア 2023 in 中部
- つなぐグランドフェア（東京、東北、関西、九州）
- 自治体・公共 Week 2026（2026 年 5 月に出版）
- 国土文化研究所主催 AI 研究発表会
- 国土文化研究所研究発表会

また、本研究で開発したサービスにより、下記のような建設・土木分野の社会貢献が可能となる。

- カメラ映像の監視作業等の単純な人力作業の自動化
- 経験豊富な技術者の暗黙知の形式知化
- 労働時間、人件費の削減

今後は、本研究で開発した研究成果について、当社の事業企画推進部・営業部やグループ会社等と連携し、地方自治体および民間企業への事業展開を推進していきたいと考えている。

**謝辞：**本研究に際し、(株)YUASA、高槻市、堺市の皆様、ならびにその他関係機関の皆様にご協力いただいた。ここに記して謝意を表する。

#### 参考文献

- 1) CCTV カメラ映像から得られる画像解析サービスに係る研究開発、国土文化研究所年次報告 2022, VOL.21, p.18-26 <[https://www.ctie.co.jp/kokubunken/annual-report/pdf/2022\\_all.pdf](https://www.ctie.co.jp/kokubunken/annual-report/pdf/2022_all.pdf)>.
- 2) 株式会社パスコ：不法・危険盛土等監視発見支援サービス、<<https://www.pasco.co.jp/biz/service/morido/>>(入手 2025.12.1).
- 3) アジア航測株式会社：AI による空中写真内の障害箇所検出 空中写真検査作業の効率化に向けて、<[https://www.lab-ajiko.com/technology/database/tech-report\\_20250219\\_02/](https://www.lab-ajiko.com/technology/database/tech-report_20250219_02/)>(入手 2025.12.1).
- 4) 株式会社オリエントタルコンサルタンツ：インフラメンテナンス表彰（チャレンジ賞）の受賞、<[https://www.oriconsul.com/news/post\\_files/240305\\_newsrelease01.pdf](https://www.oriconsul.com/news/post_files/240305_newsrelease01.pdf)>(入手 2024.12.5).
- 5) ID&E ホールディングス株式会社：日本工営、八丈島で3種類のスマートモビリティ実証事業を実施、<<https://pdf.irpocket.com/C9161/xMAT/Llo1/s14c.pdf>>(入手 2024.7.11).
- 6) パシフィックコンサルタンツ株式会社：危険斜面を自動抽出する AI 解析モデルを開発 ～統合物性モデル技術研究組合 2025 年度研究発表会にて発表しました～<<https://www.pacific.co.jp/news/2025/20251120-002682.html>>(入手 2025.12.1).
- 7) 環境省：令和 6 年度末の汚水処理人口普及状況について<[https://www.env.go.jp/press/press\\_00398.html](https://www.env.go.jp/press/press_00398.html)>(入手 2025.12.1)
- 8) 国土交通省：下水道の維持管理、<[https://www.mlit.go.jp/mizu/kokudo/sewage/crd\\_sewage\\_tk\\_000135.html](https://www.mlit.go.jp/mizu/kokudo/sewage/crd_sewage_tk_000135.html)>(入手 2024.12.17)
- 9) 公益社団法人 日本下水道協会、下水道統計、2024、2013、2003.
- 10) 宇都宮優喬、田頭直樹、阿部正太郎、北川照晃、山脇正嗣、吉岡正樹：スクランブル交差点における AI を活用した複雑な歩行者流動計測に関する研究、土木計画学研究・講演集、69 巻、2024.
- 11) 川合智也、高橋富美、土屋信夫、宇都宮優喬：生成 AI を活用した街路空間の居心地の良さの評価手法に関する一考察 <<https://pub.conf.it.atlas.jp/ja/event/jsceip72/presentation/11017-38-11>>(入手 2026.3.31)

## UTILIZING AI IMAGE ANALYSIS BUSINESS DEVELOPMENT OF DX SUPPORT SERVICES

Yutaka UTSUNOMIYA, Hideki SASSA, Takashi NAKATA,  
Katsuya KINOSHITA, Masaki YOSHIOKA and Takafumi MIZUNO

In recent years, Japan has been required to actively promote DX using new technologies such as AI (Artificial Intelligence) and IoT (Internet of Things), in order to solve issues such as increasing infrastructure management costs and a shortage of workers due to the declining birthrate and aging population. In addition, the MHI Group's business development targets include expanding orders from local governments and entering the private sector, and it is necessary to promote technological development and service deployment with this in mind in research and development.

In this paper, we propose a method to realize a service that contributes to the efficiency and sophistication of infrastructure maintenance activities, by using images obtained from cameras and AI technology in order to achieve sustainable and effective infrastructure maintenance.

# CTIイノベーションに向けたAI技術開発研究

田頭 直樹<sup>1</sup>・平松 佑一<sup>1</sup>・高橋 巧武<sup>1</sup>・宇都宮 優喬<sup>1</sup>・安富 達就<sup>1</sup>  
日野 陽介<sup>1</sup>・原 祐樹<sup>1</sup>・荒川 陸人<sup>1</sup>・中村 太誠<sup>1</sup>・佐々 英輝<sup>1</sup>・佐藤 景也<sup>1</sup>  
コドラトゥラ アフシャール<sup>1</sup>・北川 照晃<sup>1</sup>

<sup>1</sup>株式会社建設技術研究所 国土文化研究所 インテリジェンスサービスプラットフォーム  
(〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町2-14-5)  
Email: tagasira@ctie.co.jp

2023年～2025年にかけて、画像解析、予測・分析、生成、実行に係るAI技術研究を31テーマ、仮想空間、センシングモニタリング、自動化、実装に係るICT技術研究を12テーマ、計43テーマを実施した。そのうち、2025年は、昨年からの継続を含み15テーマを実施した。主な内容は、マルチモーダルLLMを用いた研究、AIを用いたサロゲートモデル、因果分析、ETC2.0データや点群の処理ツール、設計用地盤モデル作成や図面照査（電気設備設計）などの支援システム、ノーコードアプリ開発である。研究成果は、3か年で口頭発表論文および査読付き論文として計30編投稿した。また、専門知識を獲得した生成AI活用など、多くのユーザーに利用されることが期待される研究成果については、利便性向上を目的に社内向けWebアプリとしてリリースした。

**Key Words:** Deep learning, multimodal, LLM, surrogate, point cloud, generative AI, no-code, Web application

## 1. はじめに

近年、AI・データ分析の技術発展が著しく、これらを支えるICT技術の進展は、データ駆動型の社会構築を促す。政府の戦略においても、社会的課題や災害への対応策、さらには経済成長の原動力として、これら科学技術を用いたイノベーションへの期待が高まっている。

上記の背景を踏まえ、本研究では、自然災害、インフラの長寿命化、調査・計画・設計の高度化や効率化などの課題解決に向けて、当社のAI・ICT技術力の向上を目的に、以下の3項目について実施する。

- (1) AI・データ分析技術の開発・推進 (AI研究)
- (2) ICTの基盤的テーマの研究開発 (ICT研究)
- (3) 国内外研究機関・研究者等との連携研究の実施

本研究は、国土文化研究所インテリジェンスサービスプラットフォーム（以下、ISPという）で実施し、研究員は、複数の事業部門から派遣又は異動した者で構成される。研究期間は2023年～2025年とし、本稿では、全体総括と2025年に実施した主な研究成果を報告する。他年の研究は、当該年の年次報告書などを参照されたい<sup>2)</sup>。

## 2. 研究の全体総括

### (1) AI研究およびICT研究の実施状況

3年間で計43テーマの研究を実施した（表-2.1.1）。2023年は画像解析系AIの研究が半数以上を占めていたが、2025年は生成系AIなど多様な研究への展開が進んだ。その要因としては、ChatGPT（2022年）に代表される生成系

AIの進展と、初年度は十分ではなかったICT研究への取り組みが挙げられる。事業部門別では、事業フィールドの特性を反映し、交通・都市事業部門および環境・社会事業部門は画像解析系が多く、流域・国土事業部門は予測・分析系が多い結果となった（表-2.1.2）。

### (2) 国内外研究機関・研究者等との連携研究の実施

研究テーマの創出、研究成果の加速・社内実装の実現に向けて、技術部、事業所、グループ会社、大学、AI関連企業と意見交換し、連携研究の機会創出を図った。

表-2.1.1 実施年別の研究テーマ数

分類	項目	2023	2024	2025	合計
AI 研究	画像解析系AI	7.5	4.5	2.0	14
	予測・分析系AI(時系列解析他)	1.5	3.0	2.5	7
	生成系AI(自然言語, 音声他) <sup>※</sup>	1.0	4.5	2.5	8
	実行系AI(強化学習他)	1.5	0.5	0.0	2
ICT 研究	仮想空間技術(3D, 点群他)	2.0	0.0	2.0	4
	センシングモニタリング技術	2.0	1.0	1.0	4
	自動化技術 実装技術	0.0	0.0	2.0	2
合計		15.5	14.0	13.5	43

注：2か年にわたる研究は0.5本年と計上 ※マルチモーダル含む

表-2.1.2 事業部門別の研究テーマ数

分類	項目	流国	交都	環社	建マ
AI 研究	画像解析系AI	2	9	4	0
	予測・分析系AI(時系列解析他)	5	2	2	1
	生成系AI(自然言語, 音声他) <sup>※</sup>	5	7	5	6
	実行系AI(強化学習他)	1	0	1	0
ICT 研究	仮想空間技術(3D, 点群他)	4	3	3	3
	センシングモニタリング技術	4	3	3	3
	自動化技術 実装技術	1	1	2	1
合計		24	27	22	16

注：複数部門の研究は重複して計上 ※マルチモーダル含む

表-2.2.1 意見交換会（外部機関）の開催

年	対象機関
2023	HEROZ(株), クウジツ(株)
2024	国土技術政策総合研究所 大規模河川構造物研究室, (株)地圏総合コンサルタント, 法政大学 今井研究室, (株)Elith
2025	日本都市技術(株), (株)地圏総合コンサルタント, (株)日総建, (株)環境総合リサーチ, 広建コンサルタント(株), 法政大学 今井研究室, (株)QuackShift

表-2.3.1 研究テーマ一覧

研究名	実施年		事業部門	連携		社外発表
	23	24		25	社内	
<b>(1) AI・データ分析技術の開発・推進</b>						
<b>画像解析系AI</b>						
外来魚判定(ブルーギル・ブラックバス)			●	大阪環境		
ナンバープレート検知			●	東北道路		査1
高速道路伸縮装置の損傷検知			●	大阪情報		
車両の行動解析モデル(交差点)			●	東北道路		
人流データの軌跡検知(オクルージョン対策等)			●●	東京情報		査1
鋼製管内の発錆レベル判定			●	東京機電		
CCTV・360°カメラ画像の物体検知			●	大阪水シス	四国技術	
歩行者の行動解析モデルの開発			●	東北道路他		口5 査3
AI-OCRによる車両の企業名自動判読			●	東京道路		
AIを用いたアンケート集計分析の高度化			●	東京道路		
骨格検知を用いた歩行者・モビリティ運転者の判読			●	東京交シス		
野生動物検知(クマ・イノシシ・シカ)			●			
信号現示の読み取り			●	東北道路		
類似図面検索AIの開発(橋梁)			●	東京IMC		
<b>予測・分析系AI(時系列解析)</b>						
電力需要と太陽光発電量予測			●	エネ事業他		査1
物理法則を融合したAIモデルに関する研究~PINNによる波浪変形解析~			●	大阪海岸		口1 査(1)
地震動を用いたダムヘルスマニタリング手法の開発			●	東京ダム	国総研	査1
水文データの異常検知技術の開発			●	北海道河川		
■因果分析研究			●●●●	大阪構造物	クウジツ	
AIを活用したサロゲートモデルに関する研究~DeeoNetの高潮予測への適用~			●	大阪海岸		査2(2)
ETC2.0データ等を活用した道路交通課題抽出支援システムの開発			●	東北道路		
<b>生成系AI(自然言語, 音声, 画像×テキストによるマルチモーダル)</b>						
生成系AIによるアンケート自由意見分析			●●●●	中部道路		
建設資材価格調査支援システムの開発(試行)			●	東京M事業		
生成AIによる議事録作成			●●●●			
画像と文字情報を用いた橋梁の損傷診断AIの開発			●	東京IMC		査1
生成AIを用いた画像生成による学習用データ拡張			●●●●	大阪道路		口1
マルチモーダルAIを活用した交通事故対策支援システムの開発			●	東京道路		
アプリ開発プラットフォーム(CDAiS)の改良			●●●●		Elith	
■MLLM(画像・テキスト)の活用研究			●●●●	東京IMC		
<b>実行系AI</b>						
強化学習によるダムの最適操作(低水)			●	大阪水シス		査1
強化学習を活用した水面検知AIの自律学習手法の検討			●	東京情報	HEROZ	口2 査1
<b>(2) 革新的事業展開に必要な最先端ICTの基盤的テーマの研究開発</b>						
<b>仮想空間技術(デジタルツイン, 3Dレンダリング, 点群処理など)</b>						
デジタルツイン利活用研究(3Dモデル・点群処理・メタバース)			●●●●			口1 査1
モバイル端末を活用したCIMモデル作成			●	東京機電		
■点群データ活用に向けた汎用処理ツール開発			●●●●			
■AIシステムを活用した新たなBIM/CIM活用研究			●●●●			査1
<b>モニタリング技術(IoT, UAVなど)</b>						
嗅覚センサー活用研究			●●●●		CTIアセンド	
<b>自動化技術</b>						
■図面照査システム開発(電気設備設計)			●	東京情報		
■地質調査成果を用いた設計用地盤モデル構築支援システムの開発			●●●●	大阪地圏他		
<b>実装技術</b>						
■Azureを用いたWebアプリ開発(CDAiS)			●●●●		ICTセンター	
■ノーコードアプリ開発			●●●●		QuackShift	

■の付く研究は、GUIアプリで社内展開を実施又は予定する研究  
 口：口頭発表論文(査読無し)、査：査読論文、数値は投稿数、( )は投稿中・予定



図-2.3.1 Webアプリによる提供画面 (CDAiS)



図-2.3.2 GUIアプリの実装例(因果分析研究)

表-2.3.2 社外発表した研究論文数

項目	2023	2024	2025	合計
口頭発表論文(査読なし)	8	6	1	15
査読付き論文	8	1	6(2)	15(3)

国文研年次報告書含む。( )：投稿中2編および投稿予定1編を示す。

(表-2.2.1) . その結果、7テーマについて社外機関と連携して研究を進めた。内訳は国土技術政策総合研究所など研究機関2(受注契約含)、AI関連企業4、グループ会社1である。

(3) 研究成果の社内還元への取り組みと社外発表

研究成果は、国文研通信(月1回発行)および社内向け研究発表会(年2回開催)を通して発表した。

開発したプログラムや成果は、社内連携した技術部室に提供等を行っている(表-2.3.1)。さらに、専門知識を獲得した生成AI活用など広範囲に利用されるものは、Azureを用いたWebアプリ群(以下、CDAiSという)として公開し、現在5つのアプリが稼働している(図-2.3.1)。その他、2025年の研究の多くは(表-2.3.1で頭に■が付されている研究)、GUIで操作可能なアプリによる社内展開を実施又は準備中である(図-2.3.2)。

当社のプレゼンテーションを目的に、研究成果を口頭発表論文や査読付き論文として、本編を含み計29編<sup>2)・29)</sup>を社外発表した(表-2.3.2)。

### 3. AI・データ分析技術の開発・推進（2025年）

#### (1) MLLM (画像・テキスト) の活用研究 (宇都宮 優香)

##### a) 研究の背景と目的

近年、大規模言語モデル (LLM) は、テキストの入出力を中心に普及してきたが、マルチモーダル LLM (MLLM) の台頭により、画像や音声などの複数モダリティを同時に扱えるようになった。一方、MLLM は一般的な知識に基づく回答生成に優れているが、企業内情報や専門分野においては回答精度が低下する課題がある。この解決策として MLLM に専門的な知識を付与するマルチモーダル RAG (MM-RAG) が注目され、国内外の大学や企業などで実装が進められている。

当社においても Copilot や ISP が開発する C-RAGi の普及により、資料作成や文献調査などのタスクで LLM を活用する機会が増えている。しかし、MLLM は、当社が契約している Copilot を用いることになり、図-3.1.1 に示すとおり、当社独自の知識を含む画像の解釈や応答には限界があるという課題がある。

そこで本研究では、MLLM と MM-RAG を組合せた技術を開発し、当社ユースケースでの適用性を検証する。さらに、この結果を社内で共有し、MLLM の社内活用を促進することを目的とする。

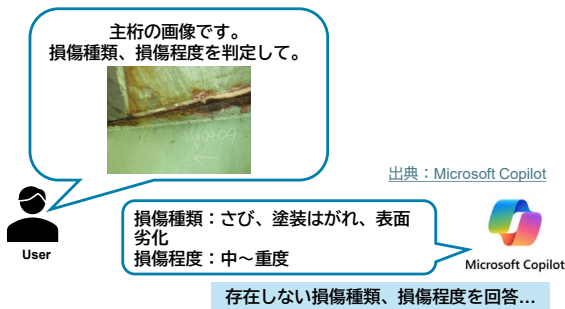


図-3.1.1 Copilot での活用例

##### b) 研究の方法

- ① 当社の業務タスクにおいて MLLM および MM-RAG を活用できそうな場面を整理
- ② MLLM が MM-RAG を参考に回答する技術および環境を開発 (図-3.1.2)
- ③ ③①で整理したユースケースにおいて、②を用いて適用性を検証

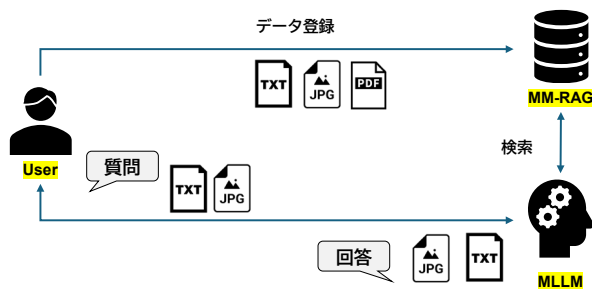


図-3.1.2 MLLM および MM-RAG のイメージ図

##### c) 結果

当社でのユースケースを整理した (表-3.1.1) . 社内の技術情報やストック画像を MM-RAG に登録することで、MLLM がドメイン知識を踏まえた回答が可能となる。

表-3.1.1 当社でのユースケース例

ユースケース	概要
調書の作成支援	過去の点検調書や安全管理調書を MM-RAG に登録する。ユーザーは、現場画像とコンテキスト (現場情報) を入力し、MLLM が過去の調書を参考に回答する。これにより、調書の作成支援・効率化を図る。
画像検索・生成	当社ストック画像や技術資料を MM-RAG に登録する。ユーザーは検索したい画像の説明文や類似画像を入力し、MLLM が MM-RAG からヒットした画像を出力する。また、MM-RAG の画像を参考に画像を加工することも可能である。

本研究では、MLLM に Gemma3:12b, 埋め込みモデルは clip-ViT-B-32, MM-RAG に ChromaDB を用いて、ローカル実装可能な環境を構築した。

「調書の作成支援」について、橋梁点検調書の情報を MM-RAG に登録し、MLLM がこれを参考に点検結果を生成する検証を実施した。登録データは、実際の調書 60 枚の点検画像と部材名、損傷種類、損傷程度、所見メモとした。図-3.1.3 のように MLLM に同業務の別画像を入力したところ、画像とテキストの両観点から事例を検索し、類似事例を抽出できた。一方、点検結果の生成は、類似事例を参考に回答できているが、「事例 1」に影響され、実際にはないひびわれや、前回の点検結果を入力していないが比較結果が出力された (図-3.1.4) 。

入力データ	類似検索結果
この画像の部材は支承本体です。点検結果を出力してください。	事例 1: {'image': 'train/2_img12.jpeg', 'tag_text': '支承本体 腐食 b ①腐食(小)②防食機能の劣化(分類1)③-④ひびわれ(中)⑤-⑥支承本体とアンカーボルトに軽微な腐食と沓座にひびわれが見られる。前回の点検時より損傷の進行は見られない'} 事例 2: {'tag_text': '支承本体 腐食 b ①腐食(小)②防食機能の劣化(分類1)③-④ひびわれ(中)⑤-⑥支承本体とアンカーボルトに軽微な腐食が見られる。前回の点検時より損傷の進行は見られない', 'image': 'train/2_前回15.jpeg'} 事例 3: {'image': 'train/2_img1003.jpeg', 'tag_text': 'アンカーボルト NON a 要素写真 アンカー 材 Ba0202 --'}

図-3.1.3 MLLM での類似事例検索

## MLLMによる点検結果	## 実際の点検結果
**部材名:** 支承本体 **損傷種類:** 腐食 **損傷程度:** b **所見メモ:** 腐食 b ①腐食(小)②防食機能の劣化(分類1)③-④ひびわれ(中)⑤-⑥支承本体とアンカーボルトに軽微な腐食が見られる。前回の点検時より損傷の進行は見られない。	**部材名:** 支承本体 **損傷種類:** 腐食 **損傷程度:** b **所見メモ:** 腐食 b ①腐食(小)②防食機能の劣化(分類1)③-④ひびわれ(中)⑤-⑥支承本体とアンカーボルトに軽微な腐食が見られる。前回の点検時より損傷の進行は見られない。

図-3.1.4 MLLM での点検結果生成

##### d) 考察

本研究で使用したモデルでの考察を以下に示す。類似事例の検索は、タスクの効率化・高度化に寄与できる可能性がある。MLLM の生成結果は、そのまま活用することが難しく、参考資料や技術者の入力支援として利用できる。今後は、モデルの改良や、後述するノーコードアプリへの実装を進め、現場への展開を目指す。

(2) マルチモーダル AI を活用した交通事故対策支援システムの開発 (原 祐樹)

a) 研究の背景と目的

社内において、業務遂行過程で蓄積された多くのデータを十分に活用できておらず、事例検索など情報収集に多くの時間を要している。さらに、道路計画分野では、文字情報に加えて空間的特徴や道路構造を把握するために地図や道路図面を含む視覚情報が重要であることから、情報収集に一層の時間を要している。

近年、AIを活用したデータ利用の手法として、RAG (Retrieval-Augmented Generation) を用いた実装が拡大している。一方で、複数のデータ形式を扱うマルチモーダルなRAGや、特に道路図面を用いた事例は極めて少ない。

本研究では、社内データの活用し、文章と画像 (道路図面) を扱ったマルチモーダルRAGのAIシステムを構築することで、情報収集のプロセスを短縮するとともに、新たな視点を創出する (図-3.2.1)。

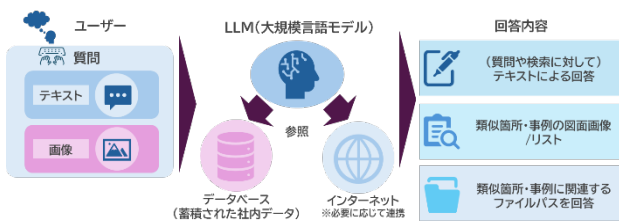


図-3.2.1 構築するシステムの概念図

b) 研究の方法

システムを構成する各コンポーネントは、社内ドメイン内（ローカル環境）で動作するものを使用する。

- ① **データ処理**: 各種社内データから、テキスト及び画像 (道路図面) を対象に、データベース格納に適した形式への加工や画像処理等の前処理を行う。画像処理では、検索精度向上のためOCRやLSD等を用いて、必要な情報は保持し、不要な情報を削除する。
- ② **類似検索システム構築**: 検索対象画像とデータベースに格納されている画像との類似度を計算し、類似度が上位の箇所を返すシステムを構築する (図-3.2.2)。
- ③ **データベース構築**: LLMが参照するベクトルデータベースを①で処理したデータを用いて構築する。
- ④ **LLMとの連携**: 回答を生成するLLM (大規模言語モデル) は、日本語に特化したローカルモデルを使用する。
- ⑤ **統合**: 構築した各コンポーネントを統合する。
- ⑥ **アプリケーション化**: ⑤で構築したシステムの操作性や利便性を向上させるため、アプリケーション化する。

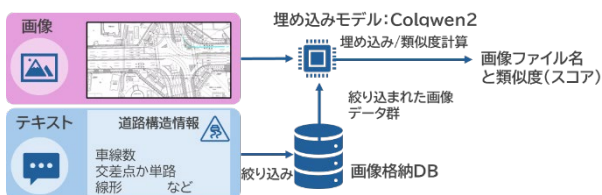


図-3.2.2 類似検索システムのイメージ

c) 結果

画像処理の有無による類似検索精度の差を比較した結果を示す (図-3.2.3)。処理なしの場合、河川を道路と認識して類似箇所として抽出されるケースが見られた。一方、処理を加えることで誤検出が減少し、より線形的に類似した箇所が抽出された。

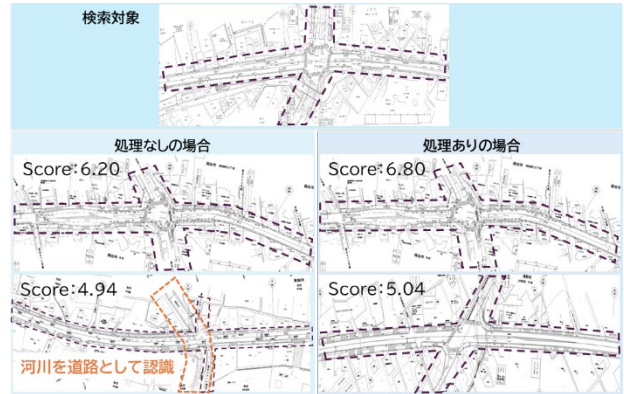


図-3.2.3 画像処理の有無による類似検索精度の差

構築したシステムをアプリケーションとして実装した画面を示す (図-3.2.4)。入力した質問に対して、データベースに格納された情報を基に回答を生成し、参照データも返すことができた。また、類似検索では、上位3箇所の画像 (道路図面) と関連ファイルを返した。このように、入力から出力までシステムは問題なく動作した。



図-3.2.4 構築したシステムのアプリケーションの画面

d) 考察

テキストと画像 (道路図面) を扱うマルチモーダルRAGベースのAIシステムを構築した。画像処理を施すことで、既存のVLMやAIシステムよりも高精度な検索を実現した。また、より高性能なLLMを用いることで、ユーザーの意図に沿った回答が可能になると考えられる。今後も、ユーザビリティの向上を図り、汎用性のあるシステムへ改良を重ねていく。

(3) AI を活用したサロゲートモデルに関する研究 ～ DeepONet の高潮予測への適用～ (荒川 陸人)

a) 研究の背景と目的

物理現象のシミュレーションにおける計算コストを下げるために、AIによるサロゲートモデルの開発が多数行われているが、その中でも近年は Neural Operator (または Operator Learning) という技術が注目されている。Neural Operator とは、関数から関数への写像を学習する neural network の総称であり、代表的な手法として Deep Operator Network (DeepONet) や Fourier Neural Operator がある。

本研究の目的は、DeepONet を用いて高潮予測モデルを構築し、評価することにある。具体的には、東京湾を対象事例として、気圧分布および風速分布(入力関数)から潮位偏差分布(出力関数)への写像を DeepONet により学習し、得られたモデルの精度を評価する。

b) 研究の方法

DeepONet は branch net と trunk net と呼ばれる独立した neural network から構成される。この構造により DeepONet は関数間の写像を効率的に学習できる。Branch net が入力関数を、trunk net が出力関数の座標を処理し、それぞれの出力ベクトルの要素ごとの積の総和が trunk net に入力した座標における出力関数の値となる。

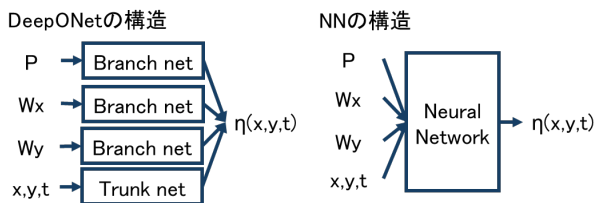


図-3.3.1 モデルの構造

本研究では図-3.3.1 のように3つの branch net と trunk net から構成される DeepONet を構築した。Branch net は入力関数である「気圧分布 P」と「風速分布 Wx, Wy」を処理し、Trunk net は出力関数である「予測する水位偏差の座標 x, y, t」を処理する。これらのネットワークの出力ベクトルの要素ごとの積の総和が出力関数である水位偏差 η となるように設計した。また、比較のために、すべての入力データをまとめて一つの全結合ネットワークで処理するモデル(ここでは単に「NN」という)でも学習した。

学習に用いた高潮のデータは、気象庁の台風トラックデータから東京湾付近を通過した台風を抽出(111個)し、その中心気圧からマイヤーズ式により気圧分布と風速分布を、差分法により潮位偏差分布を計算した。これらのうち学習に90個、検証に21個の台風を用いた。

c) 結果と考察

図-3.3.2 は、検証用台風における高潮解析結果と、DeepONet による予測誤差、NN による予測誤差である。

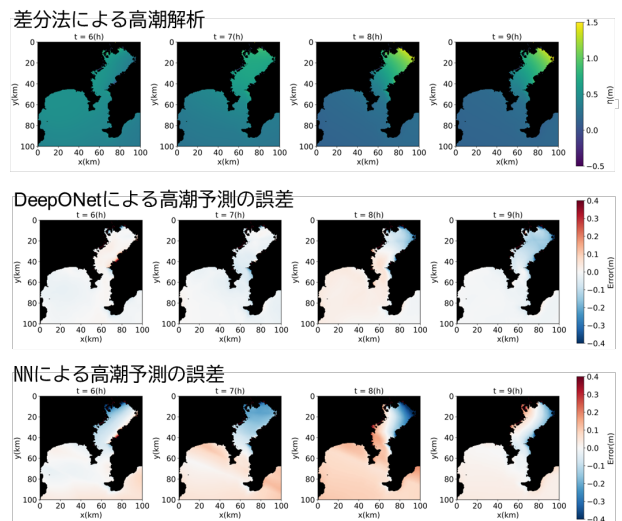


図-3.3.2 高潮予測結果

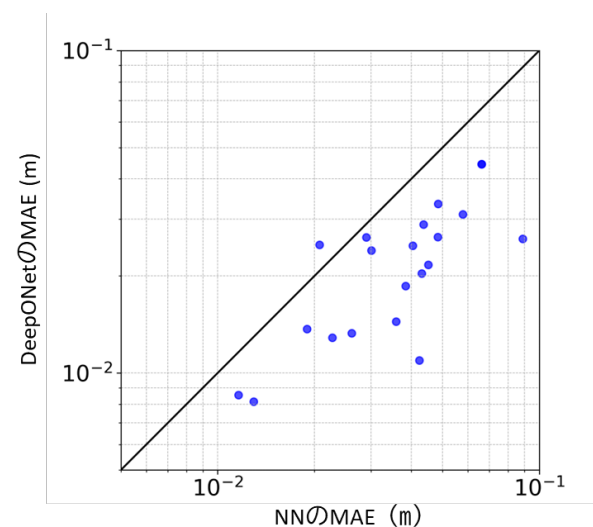


図-3.3.3 MAEの比較

DeepONet の予測は NN による予測よりも高精度であることがわかる。

図-3.3.3 はすべての検証用台風における高潮予測の平均絶対誤差 (MAE) の比較である。ほとんどのケースで DeepONet の予測のほうが NN よりも精度が高かった。

また、詳細は省略するが、学習に用いた台風の数を減らすと、NN では顕著に精度が下がったのに対して、DeepONet の予測精度は NN ほど大きくは低下しなかった。

d) 結論

本研究では DeepONet を用いて、台風の気圧・風速分布と潮位偏差分布の関係を学習し、高潮予測モデルを構築した。その結果、高精度な予測が可能であり、データ数が少ない場合でも比較的高い予測精度を維持できることが確認された。

#### 4. ICTの基盤的テーマの研究開発（2025年）

##### (1) 点群データ活用に向けた汎用処理ツール開発 ～セグメンテーションの実用化に向けて～（中村 太誠）

###### a) 研究の背景と目的

画像の活用で、「何の物体が写るか」の推定が有効であると同様、点群においても「各点が何を示すか」の推定は有効である。適用範囲は、災害や補修計画、維持管理など多岐に渡り、当社の幅広い部署で活用が期待される。しかし、点群の意味推定は一般的に精度が低く、データセットも限られ、推定可能なクラスも限定的である。結果、現状では実務で使用されるケースは少ない。そこで、実務で求められるクラスに柔軟に対応可能な、意味を推定するツールの開発に取り組み、点群の潜在的価値を引き出し、更なる点群活用や BIM/CIM との連携促進を図る。

###### b) 研究の方法

以下のステップでワークフローを構築する（図-4.1.1）。

- ① 特徴量算出
- ② 一般的クラスのセグメンテーション
- ③ 特殊クラスのセグメンテーション

なお、各ステップはそれぞれ前のステップまでの結果を使用する。②と③の結果を整理し、精度評価を行う。

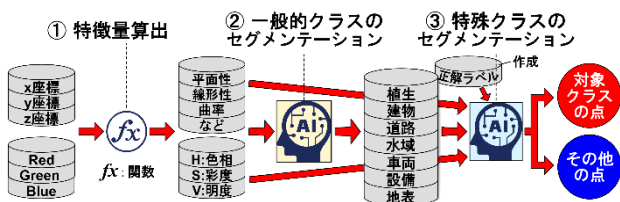


図-4.1.1 ワークフローのイメージ図

- ① 特徴量算出では、幾何学情報や色情報を基に、各点と周辺点との関係を数値化する。特徴量の例として曲率、平面性、線形性、散乱性、垂直性、色差、HSV色情報が挙げられる。
- ② 一般的クラスのセグメンテーションでは、正解ラベル付きのオープンデータを用いて、予め教師あり学習により分類AIを構築し、点群の各点がどのクラスに属するかを、確率で出力する。分類クラスは、植生、建物、道路、水域、車両、設備、地表の7クラスである。
- ③ 特殊クラスのセグメンテーションでは、②で対応していないクラスを対象に、目的のクラスの点とその他の点の2クラス分類モデルを構築する。正解ラベルを付与した教師データを目的変数に、①および②の結果等を説明変数として使用し、AIにより、新たに分類モデルを構築する。これにより他の点群に対しても目的のクラスの箇所を推論することが可能となる。

###### c) 結果

地震等の災害時に点群を使用して土砂崩れ箇所を検出するケースの結果を示す。

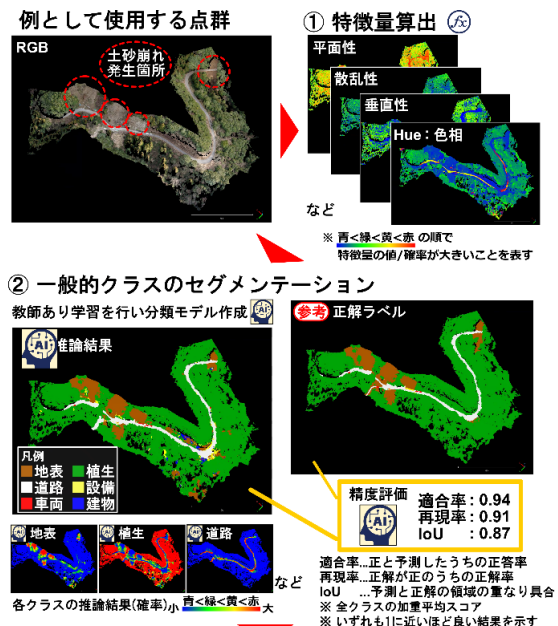


図-4.1.2 土砂崩れ検知における結果

図-4.1.2 に示した結果を含む2つのテストデータによる平均IoU (mIoU) は以下の通りである。

- ・一般的クラスのセグメンテーション：mIoU=0.87
- ・特殊クラスのセグメンテーション：mIoU=0.45

###### d) 考察

一般的クラスのセグメンテーションは、一部に誤推定は見られるものの精度が高い。誤判定については、教師データの追加や、①で算出した特徴量を使用した後処理などにより精度向上を図る予定である。

特殊クラスのセグメンテーションは、テストデータによって精度に差が生じており、汎化性能の向上が課題である。ラベル付けの簡易化による教師データの作成効率化、大域特徴量や表現学習などの導入、深層学習の使用などの精度向上策を検討予定である。

また、今後は、他の既存アプリとの最適な役割区分と連携を検討し、本ツールのアプリ化と社内公開を目指す。

## (2) 地質調査成果を用いた設計用地盤モデル構築支援システムの開発 (安富 達就)

### a) 研究の背景と目的

土木構造物の設計において安全性・耐久性を確保するためには、構造物を支持する地盤について適切にモデル化することが求められる。ただし、このような地盤モデルの作成は、地質調査成果の整理検討、地質断面図の作成、地盤定数の検討といった多くのプロセスがあり、高度な専門性や人力作業による労力・コストを必要とするとともに、人為的なミス（ヒューマンエラー）が生じる要因にもなり得る。

そこで、本研究では設計・調査業務における生産性向上と品質確保を目的として、地質調査成果を活用した地盤モデル作成支援システムの開発に取り組んだ。

### b) 研究の方法

地盤モデル作成プロセスを①地層区分・②地盤モデル作成・③地盤定数整理の3段階に大別し、それぞれの機能開発を行った。

#### 【①地層区分】

ボーリング柱状図を読み取り、粒度や現場土質名に基づいた土質区分や沖積・洪積境界の判定を行った後に地層区分を自動で割り当てる。

#### 【②地盤モデル作成】

ボーリング柱状図の地層境界に対して空間補間および形状調整を行うことで三次元地層モデルを作成する（図-4.2.1）。作成した三次元地層モデルから任意測線に沿った地質断面図の切り出しや地盤定数を付与した地盤モデル作成を行う。

#### 【③地盤定数整理】

原位置試験結果および室内土質試験結果をとりまとめ一覧表に整理する。また、地層区分毎の地盤定数について準拠すべき基準に従って整理する。

これらの機能を Web アプリに統合し、自動で割り当てられた地層区分に対して技術者が対話的に修正を行う機能を開発した。修正時には地質断面図や三次元地層モデルを合わせて表示し、地層区分修正結果を地質断面図に動的に反映させる設計とした（図-4.2.2）。

### c) 結果

49本のボーリング柱状図およびそれらのボーリング試料から得られた室内土質試験結果を読み込み、地盤モデル作成を実施した。本システムで作成した三次元モデルから切り出した地質断面図（図-4.2.3 下）は、技術者が作図した地質断面図（図-4.2.3 上）と地層の分布形状が概ね一致した。また、地層区分に基づいた項目毎の地盤定数一覧表（図-4.2.4）が得られた。

### d) 考察

地質調査成果を活用する煩雑さを解消しつつ、技術者の修正余地を残すことで柔軟性を持った地質調査成果活

用ツールを作成できた。今後もさらなる地質調査成果活用の効率化および高度化に向けた機能開発を予定している。

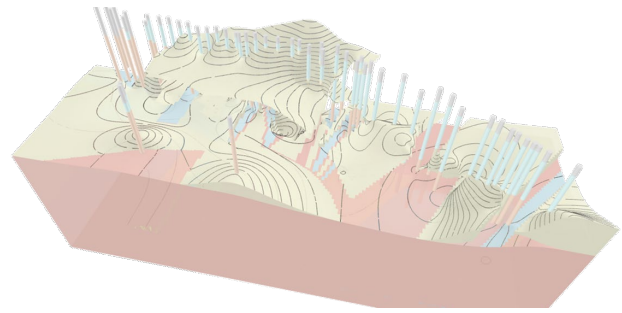


図-4.2.1 三次元地層モデル

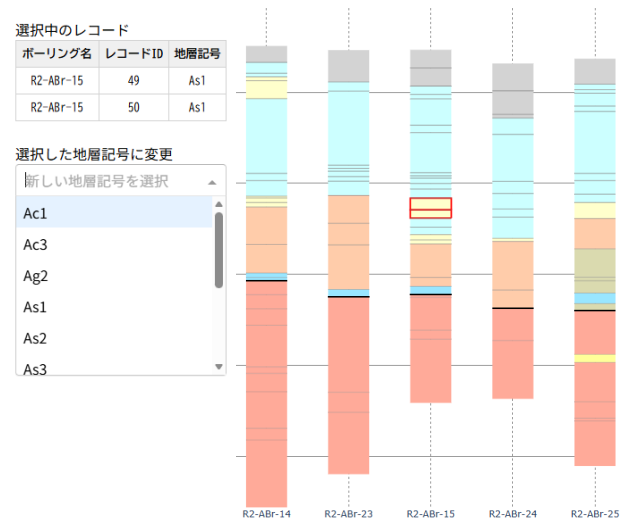


図-4.2.2 地層区分結果の修正 UI

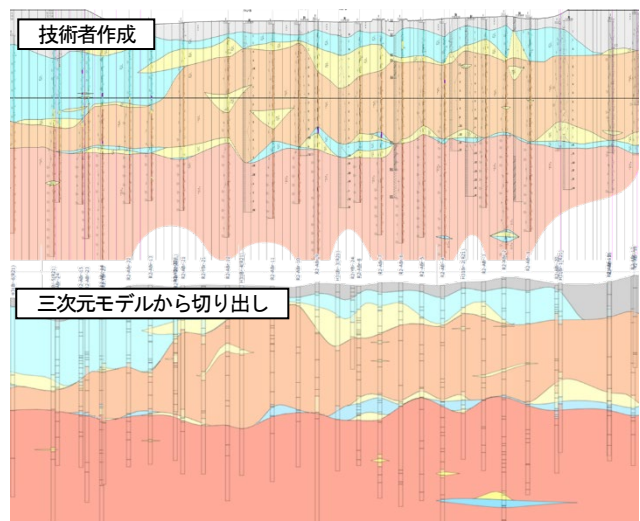


図-4.2.3 地質断面図の比較

地層記号	N値	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 (MN/m <sup>2</sup> )	せん断抵抗角 (°)
B1	6	20	0	1.66	26
Ag1	3	18	0	2.1	22
Ac1	1	17	40	0.842	-
As1	5	17	0	2.245	25
As2	3	17	0	9.81	22

図-4.2.4 出力される地盤定数テーブル例

### (3) アプリ開発プラットフォーム (CDAIS) の改良 (高橋巧武)

本節では、ISP が開発している Web アプリのうち、「C-RAGi」の改良、「画像生成 AI」の公開状況、今後の予定について報告する。

#### a) C-RAGi

C-RAGi は、昨期に「CTI 版生成 AI」としてリリースした RAG システムである。本年度は、ユーザーの増加に対応するため、システム内で参照部門の選択機能を追加した。また、グループ連携のため、グループ各社のデータ保存領域も確保した。さらに、Web 検索機能を追加し、Web 上のページを踏まえた回答を可能にした。

#### b) 画像生成 AI

画像生成 AI は、今期に開発・公開したアプリである。当初は性能が低いモデルを使用していたため、ユーザーの意図した画像が生成されにくい状況であった。そのため、モデルを変更し、生成能力を向上させるなど、継続的にアップデートしている。なお、このアプリで使用しているモデルとは異なるため、場面に応じた使い分けを想定している。今後は、画像編集機能を実装予定である。

#### c) 今後の実装予定

現在 ISP では、後述するノーコードアプリなど、いくつかの Web アプリを配信に向けて開発している。今後も先端技術を用いた開発を実施予定である。

### (4) ノーコードアプリの開発 (宇都宮 優喬)

#### a) 研究の背景と目的

ノーコードアプリは、プログラミングの知識がない人でも独自のタスク処理フローを簡単に実装できるという特徴を持ち、市場には多数のノーコードサービスが存在する。その中でも、当社では Microsoft Copilot Studio を推奨している。Copilot Studio は、汎用的な機能を多数備え、Microsoft 製品との連携に優れている。しかし、利用するには一定程度の知識と慣れが必要であり、ソースコードが非公開のため、当社向けのカスタマイズが難しいという課題がある。

そこで、本研究では、視覚的に使いやすい UI を開発し、誰でも簡単に利用できるノーコードアプリを開発する。このアプリは、一般的なノーコードサービスにはない当社独自のノードを追加できる点が特徴である。

#### b) 開発状況

ユーザーが作成したワークフローを AI エージェントが理解し、必要なツールを用いて処理を実施する Web アプリを開発した (図-4.4.1)。現在は、ノードパレット (図-4.4.1 図左) に示すように、Web 検索や文章要約などの汎用的なノードを実装した。Web アプリは、Azure サービスを利用して開発し、社内の一部ユーザーにて基本的な

機能の動作確認を実施した。なお、作成したフローは、公開・非公開を選択でき、公開を選択した場合は作成者以外の社員もこのワークフローを利用することが可能である。

使用方法を以下に示す。

- ① ノードパレットから実施したい処理のノードを選択
- ② ワークフローを作成し、実行
- ③ 実行画面 (図-4.4.1 図右) にて進捗を確認
- ④ 出力結果の確認・ファイルのダウンロード



図-4.4.1 ノーコードアプリの UI

#### c) 今後の予定

アプリの公開範囲を拡張し、多くのユーザーのフィードバックを踏まえた改良を予定している。現在のアプリは、上述したとおり汎用的なノードのみ実装しているため、今後は各部門のニーズを踏まえ当社独自のノードやツールを実装していく。また、現在公開中の C-RAGi 他アプリとの連携も予定している。

## 5. まとめ

2023~2025 年にかけて、計 25 回の社内外の関係機関との意見交換等を行い、画像解析、予測・分析、生成および実行に係る AI 技術研究を 31 テーマ、仮想空間、センシングモニタリング、自動化および実装に係る ICT 技術研究を 12 テーマ実施した。そのうち、2025 年は、昨年からの継続を含み 15 テーマを実施した。2025 年の主な内容は、①マルチモーダル LLM を用いた研究 (2 件)、②AI を用いたサロゲートモデル、③因果分析、④ETC2.0 データや点群の処理ツール、⑤設計用地盤モデル作成や図面照査 (電気設備設計) などの支援システム、⑥ノーコードアプリ開発である。①と⑥の分野は技術進展が速く、AI テック企業と連携するなど最新の知見を取り入れて研究開発に取り組んだ。②は技術部と共同研究化、③はプロボ特定など社内実装が進んだ。④と⑤はいずれも今期から取り組む内容であり、社内実装を目指して技術部と連携している。

研究成果は、3 か年で口頭発表および査読付き論文と

して計 29 編投稿した。また、専門知識を獲得した生成 AI の活用など利用頻度の高い一部の成果は、Web アプリ（クラウド型）としてリリースした。その他の成果についても一部を Web アプリ化（オンプレ型、ローカル型）し、社内実装を進めた。

## 参考文献

- 1) 内閣府：統合イノベーション戦略 2025（基本的な考え方）、[https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/togo2025\\_zentai.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/togo2025_zentai.pdf)、(2025.12.16 確認)。
- 2) 国土文化研究所：CTI イノベーションに向けた AI 技術開発研究，国土文化研究所年次報告 2023，pp.31-36，2023。
- 3) 国土文化研究所：CTI イノベーションに向けた AI 技術開発研究，国土文化研究所年次報告 2024，pp.34-43，2024。
- 4) 早見俊紀，木村拓憲，西牟田裕介，山脇正嗣：超解像を用いたナンバープレート文字認識精度向上に関する基礎的研究，AI・データサイエンス論文集，Vol.4(3)，pp.119-124，2023。
- 5) 宇都宮優喬，北川照晃，田頭直樹，山脇正嗣，平松佑一，高橋富美，田中裕之，村上紘平：複数カメラ画像を用いた広域の歩行者移動軌跡計測システム開発研究，AI・データサイエンス論文集，Vol.4(3)，pp.533-538，2023。
- 6) 木村拓憲，西牟田裕介，早見俊紀，山脇正嗣，小川明人，上野亜耶：物体検知技術を活用したバス利用者解析に関する研究，令和 5 年度土木学会全国大会論文集，2023。
- 7) 早見俊紀，木村拓憲，西牟田裕介，山脇正嗣，小川明人，上野亜耶：バス乗り場における物体検知技術を活用した利用状況の把握に関する研究令和 5 年度土木学会全国大会論文集，2023。
- 8) 西牟田裕介，木村拓憲，早見俊紀，山脇正嗣，小川明人，上野 亜耶：公共空間における物体検知技術を活用した人流解析に関する研究，令和 5 年度土木学会全国大会論文集，2023。
- 9) 山脇正嗣，漆谷晃樹，中田隆史，法橋広歩，田中優太，吉井貴弘，村上紘平：深層学習による河川空間内の迷惑・不法行為検知に関する実証的研究，AI・データサイエンス論文集，Vol.4(3)，pp.163-169，2023。
- 10) 木村拓憲，山脇正嗣，西牟田裕介，早見俊紀，小川明人，上野亜耶：物体検知技術を活用した公共空間利用状況解析に関する研究，AI・データサイエンス論文集，Vol.4(3)，pp.83-89，2023。
- 11) 田頭直樹，平松佑一，中島慎治，上山晃，松嶋健太：業務用建物を対象とした電力需要・太陽光発電予測と予測制御型 BEMS の有効性検討，AI・データサイエンス論文集，Vol.4(3)，pp.656-669，2023。
- 12) 西牟田裕介，田頭直樹，平松佑一，山脇正嗣，山根立行，神島涼佑，下峠康宏；直轄橋梁定期点検における損傷程度判定 AI に関する研究，AI・データサイエンス論文集，Vol.4(3)，pp.135-141，2023。
- 13) 山脇正嗣，川添祐，宇都宮優喬：強化学習による画像セグメンテーションモデルの自律化に関する一考察，2023 年度人工知能学会全国大会(第 37 回)論文集，2023。
- 14) 山脇正嗣，川添祐，宇都宮優喬：社会インフラ管理用の AI 画像解析モデルの自律化に関する基礎的研究，土木情報学シンポジウム講演集(48)，2023。
- 15) 平松佑一，田頭直樹，山脇正嗣：河川管理施設における点群データおよびメタバース利活用に関する一考察，令和 5 年度土木学会全国大会論文集，2023。
- 16) 平松佑一，山脇正嗣，田頭直樹，北川照晃：点群セグメンテーションを用いた 3 次元モデリング手法の検討 ―河川構造物設計・維持管理分野への適用―，AI・データサイエンス論文集，Vol.4(3)，pp.897-908，2023。
- 17) 宇都宮優喬，北川照晃，山脇正嗣，高橋巧武：IoT 機器を活用した水位計測技術に係る研究，令和 5 年度土木学会全国大会論文集，2023。
- 18) 島田大輔，山脇正嗣，寺奥淳，成瀬拓海，森本章倫：Deep Q-Network を用いた効果的な取締り活動方法の推計に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.40，pp.I 863-I 871，2023。
- 19) 山脇正嗣，宇都宮優喬，平松佑一，木村拓憲，早見俊紀：AI による人間の行動検知に基づく街路空間の利用状況把握に関する基礎的研究，AI・データサイエンス論文集，Vol.5(1)，pp.77-83，2024。
- 20) 山脇正嗣，宇都宮優喬，平松佑一，木村拓憲，早見俊紀：街路空間の利用状況把握への行動検知 AI の試行適用，2024 年度人工知能学会全国大会，2024。
- 21) 栗原豊季，山脇正嗣，寺奥淳，倉科慧大，森本章倫：人工知能を用いた効率的な街頭活動支援モデルの試行運用と検証に関する研究，第 44 回交通工学研究発表会，2024。
- 22) 荒川陸人，磯部雅彦：Physics-informed Neural Networks の浅水方程式への適用可能性の検討と高潮解析への応用，第 71 回海岸工学講演会，2024。
- 23) 早見俊紀，山脇正嗣：Stable Diffusion を用いた特殊車両の学習用データ拡張に関する研究，令和 6 年度土木学会全国大会論文集，2024。
- 24) 宇都宮優喬，田頭直樹，阿部正太郎，北川照晃，山脇正嗣，吉岡正樹：スクランブル交差点における AI を活用した複雑な歩行者流動計測に関する研究，土木計画学研究・講演集(CD-ROM)，69 巻，2024。
- 25) 大屋誠，党紀，山根達郎，日高菜緒，上田奨士，大木奎一，神田信也，川邊幸歩，北川照晃，古賀掲維，佐野健一，高沢優人，戸田圭彦，橋本欣也，藤井純一郎，矢吹信喜：3 次元モデルと AI が創る新たなインフラの世界，AI・データサイエンス論文集，Vol.6(3)，pp.1094-1109，2025。
- 26) 中村聖三，宮本崇，三好崇夫，増田和輝，山本佳士，有井賢次，菊地新平，倉上健，西牟田裕介，秀島喬博：土木工学分野における物理法則に基づく機械学習の適用，AI・データサイエンス論文集，Vol.6(3)，pp.1074-1086，2025。
- 27) 井上晃輔，小堀俊秀，田頭直樹，倉橋宏：Autoencoder を活用した地震動データの分析によるダム の異常検知に関する基礎的研究，ダム工学，Vol.35(2)，pp.197-207，2025。
- 28) 能登谷祐一，守谷将史，荒川陸人，高橋巧武，田中 裕士：複数ダムの低水管理における AI を用いた連携運用高度化に関する一手法，土木学会論文集，Vol.81(16)，24-16097，2025。
- 29) Arakawa, R. and Isobe, M. : Boundary Conditions for Physics-Informed Neural Networks Applied to Shallow-Water Equations, COASTAL ENGINEERING JOURNAL, Vol.68(2), 290-305, 2026。

## RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AI TECHNOLOGY FOR CTI INNOVATION

Naoki TAGASHIRA, Yuichi HIRAMATSU, Yoshitake TAKAHASHI,  
Yutaka UTSUNOMIYA, Tatsunari YASUTOMI, Yousuke HINO, Yuki HARA,  
Rikuto ARAKAWA, Taisei NAKAMURA, Hideki SASA, Keiya SATO,  
Qudratullah AFSHAR and Teruaki KITAGAWA

From 2023 to 2025, a total of 43 research themes were conducted: 31 themes related to AI technologies encompassing image analysis, prediction and analytics, generation, and execution, and 12 themes related to ICT technologies covering virtual space, sensing and monitoring, automation, and implementation. Of these, 15 themes were carried out in 2025, including those continued from the previous year. Key topics included research utilizing multimodal large language models (LLMs), AI-based surrogate models, causal analysis, processing tools for ETC2.0 data and point cloud data, support systems for geotechnical model development for design and drawing review (electrical facility design), and no-code application development. Over the three-year period, a total of 30 papers were submitted as oral presentation papers and peer-reviewed journal articles. Furthermore, research outcomes expected to be widely utilized by a large number of users - such as the application of generative AI with acquired domain-specific knowledge - were released as internal web applications with the aim of improving accessibility and usability.

# 3次元設計システムの高度化研究

堀川 太郎<sup>1</sup>・増田 隆宏<sup>1</sup>・坂本 達俊<sup>2</sup>・古野 貴史<sup>2</sup>・吉田 太輝<sup>3</sup>・鵜飼 隼<sup>3</sup>  
薄井 正幸<sup>4</sup>・奥野 敏也<sup>5</sup>・藤田 玲<sup>6</sup>・柳田 勇<sup>6</sup>

<sup>1</sup>株式会社建設技術研究所 国土文化研究所（〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町2-14-5）

E-mail: horikawa@ctie.co.jp

E-mail: tk-masuda@ctie.co.jp

<sup>2</sup>株式会社建設技術研究所 東京本社水工部（〒330-6029 埼玉県さいたま市中央区新都心11-2）

E-mail: furuno@ctie.co.jp

E-mail: t-sakamoto@ctie.co.jp

<sup>3</sup>株式会社建設技術研究所 東京本社構造部（〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町3-21-1）

E-mail: tak-yoshida@ctie.co.jp

E-mail: s-ukai@ctie.co.jp

<sup>4</sup>株式会社建設技術研究所 大阪本社構造部（〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町1-6-7）

E-mail: usui@ctie.co.jp

<sup>5</sup>株式会社建設技術研究所 東京本社砂防部（〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町3-21-1）

E-mail: tsy-okuno@ctie.co.jp

<sup>6</sup>株式会社建設技術研究所 東京本社技術統括部DX推進センター（〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町3-21-1）

E-mail: r-fujita@ctie.co.jp

E-mail: ism-yanagita@ctie.co.jp

国土交通省は生産性向上を目的として、2023年度からすべての直轄土木業務および工事にBIM/CIMの原則適用を義務化した。設計段階における3次元データの活用は限定的であり、3次元モデルの構築にも時間や人的なリソースを要している。本研究では、設計プロセスの初期段階から3次元データを活用し、計算ツールや3D-CADソフトウェアと連携する3次元設計支援システムを開発した。実際の設計業務での活用とシステム改良により、生産性向上や品質確保、照査作業の効率化に有効であることが確認された。

**Key Words:** BIM/CIM, 3D Design, 3D CAD, 3D Design Workflow, 3D Design Support System

## 1. 研究の背景と目的

近年、国土交通省を中心として3次元モデル等のデジタルデータを建設生産プロセスで活用するBIM/CIMの導入が進められ、調査・設計から施工、維持管理に至る建設生産プロセス全体で3次元データの活用が本格化している。一方、設計業務の現場では2次元図面を中心とした業務フローが依然として主流であり、3次元モデルが計算・図面・条件の整合確認等に十分活用されていないケースも多い。

このような背景のもと、本研究では、3次元モデルの作成そのものを目的とするのではなく、設計プロセスの初期段階から3次元データを中核に据え、2次元図面の切り出しおよび構造計算等と連動させることで、設計照

査・整合確認まで含めて実務で活用可能な設計支援システムを構築することを目的として開発を進めてきた。

これまでに、樋門・樋管および橋梁下部工を対象として、設計条件の入力に基づく3次元パラメトリックモデル<sup>2)</sup>の自動生成や、モデルからの2次元図面生成、ならびに構造計算ツールとの連携を整理・実装している。

本設計支援システムは、2024年までの既報告で示した取り組みに引き続き、2025年も社内向けに展開しながら実務設計への適用を継続している<sup>3)</sup>。さらに、適用結果を通じて得られた課題・要望を踏まえ、機能拡大および適用範囲の拡張を進めている。本報告では、これまでの研究開発の概要を整理したうえで、今年度実施した主な取り組みとその成果、ならびに今後の課題について報告する。

## 2. これまでの研究開発の整理

本研究では 2020 年以降、樋門・樋管および橋梁下部工を対象として、3 次元データを中核とした設計支援システムの研究開発を継続的に実施してきた。具体的には、設計条件や構造諸元を入力することで 3 次元パラメトリックモデルを自動生成し、当該モデルから 2 次元図面を切り出す仕組みを構築している。

また、3 次元モデルと構造計算ソフトを連携させることで、設計条件の変更に応じてモデル・図面・計算結果を整合的に更新できる設計プロセスを整理してきた。これにより、設計段階における構造把握の容易化、設計作業の効率化、ならびにヒューマンエラーの低減といった効果が期待できることを確認している。

2024 年までの研究では、こうした設計フローを「3 次元データを活用した標準的設計手法」として整理し、その考え方を示してきた。

## 3. 2025 年の主な取り組み

2025 年の主な取り組みとして機能拡大、対象構造物の拡張および実設計における活用の結果を示す。

### (1) 樋門における取り組み

#### a) 遮水工照査や即時沈下量計算機能強化

遮水工照査（止水性の観点から、浸透に対する安全性を確認する照査）や即時沈下量（荷重載荷直後に生じる地盤沈下量）の構造計算との連携機能を開発した。

遮水工照査については、既往設計事例や各地方整備局の基準を確認し、浸透路長（浸透水が構造物下を通過する経路の長さであり、止水性評価に用いる指標）の設定方法を整理した。浸透路長算定に用いる計算根拠図の例を図-3.1 に示す。

即時沈下量の計算にあたっては、システムに入力された盛土形状や函体の形状を構造計算と連携している。

#### b) 2 連構造への適用拡大

2024 年までに開発した 1 連構造からの機能拡大として、2 連構造（函体が並列に 2 スパン配置される構造）を対象として、追加すべきパラメータを定義し、3 次元モデルの作成および 2 次元図面の切り出しツールを開発した。パラメータ定義の模式図を図-3.2、3 次元モデルおよび切り出した 2 次元図面の例を図-3.3 に示す。

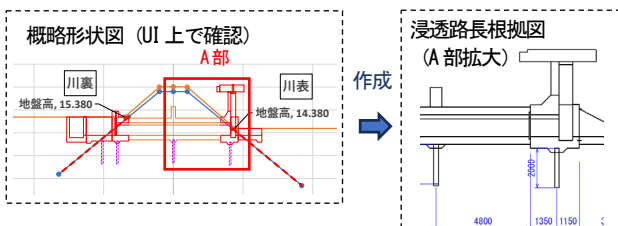
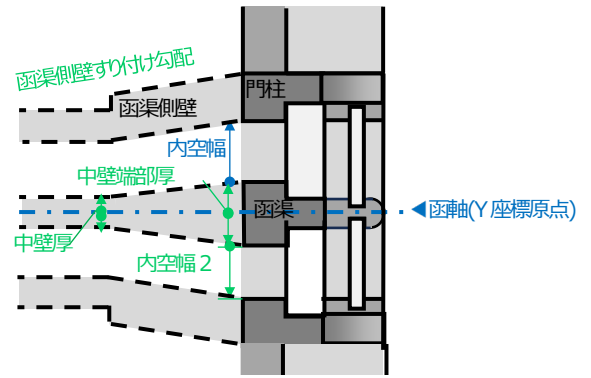
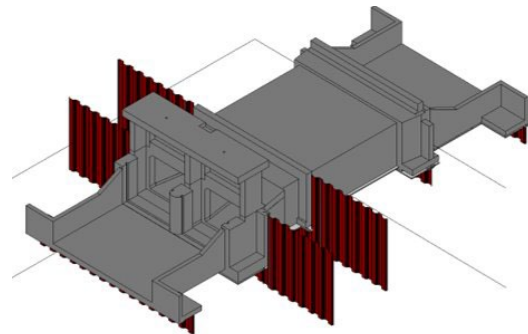


図-3.1 浸透路長の計算根拠図の例



緑字：2 連構造に適用するため、追加が必要となるパラメータ

図-3.2 2 連構造におけるパラメータ定義



切り出し

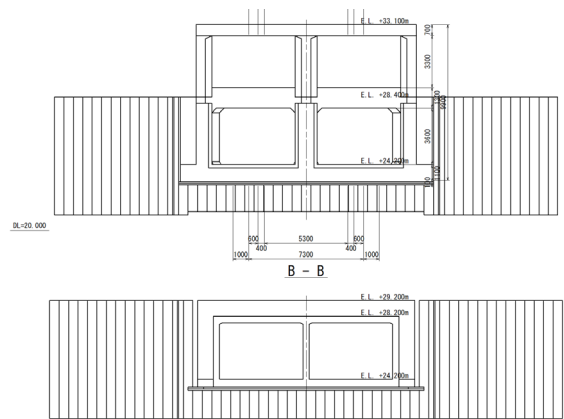


図-3.3 2 連構造における 2 次元図面の切り出し

#### c) 実務での活用とそれにより得られた成果・課題

樋門においては、表-3.1 に示す 7 業務で活用を実施した。活用事例を図-3.5 に示す。以下の成果と課題が得られた。なお、課題を踏まえた今後の対応方針を併せて示す。

成果：

- 各部材の検討段階において、概略の 2 次元形状を確認できる機能により、入力項目の操作性が向上する効果が確認された

- ・ 3次元モデルの作成機能により、設計した構造物の形状把握が容易となる効果が認められた
- ・ システムで出力される入力項目の妥当性チェックリストの確認を通して、対策方法や検討観点が明確化され、利用者の理解促進に資する効果が示された

課題：

- ・ 入力項目が多岐にわたるため、入力結果の反映内容について直感的な理解が困難となる場合があった
- ・ 構造寸法の設定根拠一覧機能の追加を求める要望が利用者から示された

対応方針：

- ・ 入力項目の他項目への影響や設定根拠の明示化
- ・ 設計条件一覧表の整理

表-3.1 システム活用事例（橋門）

番号	主な使用方法	業務分類
①	3次元モデルを作成し、BIM/CIM成果品に反映	予備設計
②	一般図・構造図、構造計算のモデル作成に活用	詳細設計
③	詳細度300（BIM/CIMにおけるモデル詳細度の区分の一つで、主要部材の形状・寸法が設計図面レベルで表現されるレベル）の一般図・構造図、構造計算のモデル作成に活用	詳細設計
④	一般図・構造図の作成に活用	詳細設計
⑤	一般図・構造図の作成に活用	詳細設計
⑥	概算工事費、施工計画、一般図のベース等に活用	予備詳細
⑦	協議用資料の一般図作成に活用	予備詳細

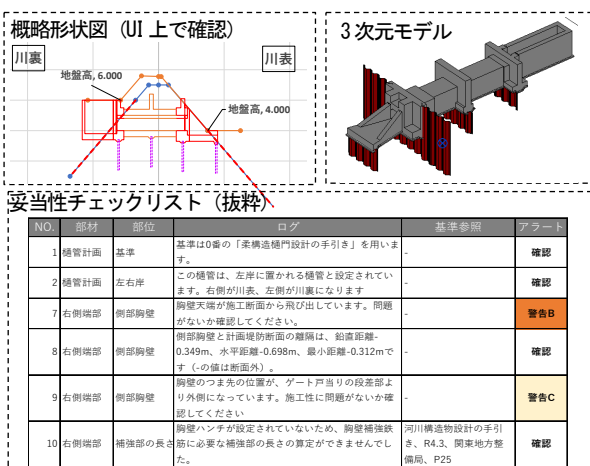


図-35 活用事例におけるUIおよび3次元モデル等

## (2) 橋梁下部工における取り組み

### a) 斜橋および曲線橋へのシステム対応

橋梁下部工を対象とした設計支援システムについても、実務での活用を踏まえた機能拡大を行った。従来のシステムは、主として直橋を対象としていたが、実際の設計業務では、斜橋や曲線橋といった幾何条件が複雑な橋梁形式を扱う機会も多い。

そこで2025年は、斜橋および曲線橋に対応するため、支承配置（上部工と下部工の間で荷重を伝達する支承の設置位置）や躯体形状（橋台におけるコンクリート部材の形状）の違いを考慮した3次元モデル作成機能の拡張を行った（図-3.6）。3次元モデル上で幾何条件を反映させることで、構造全体の把握が容易となり、そのモデルと連動して2次元図面を出力することで、図面作成および確認作業の効率化を図っている。

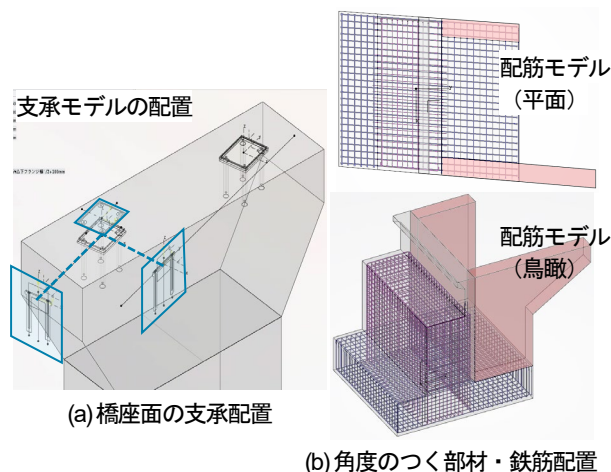


図-3.6 斜橋・曲線橋における3次元モデル

また、実務活用を通じた利用者からのフィードバック等より、システムの利用促進を促す上では、既存のシステム利用フローを実務に即した形へ更新することが重要であると考えた。

具体的には図-3.7に示すように、既存のシステム構成ではまず、設計条件や構造物の形状や配筋等の情報をデータシートへ書き込む必要がある。

一方で、実際の設計業務では、構造解析を行うソフトウェアを通して構造物の形状や配筋情報、荷重条件や土質条件等の設計条件を適宜更新しながら最終形状を定めることになるため、「データシートへ書き込む作業」が実務に則さず、設計者の負担となる。

そこで図-3.8のように、最終決定した設計情報が格納されているフレーム解析ソフト等から、必要な情報をデータシートとして出力するフローへと修正した。

構造計算では用いない配筋要領（配筋の標準的な考え方・記載方法をまとめた資料）や構造細目（定着・かぶり等の細部規定）等の条件は、図-3.9 に例示する通り、プルダウン方式で選択する等の仕様へと変更し、設計データ全体に対して 1~2 割程度を設計者がデータシートへ入力する形式にすることで、設計者の負担を軽減した。

これにより、システム入力の流れは「構造計算」→「配筋要領作成」→「3次元モデル構築（2次元図面切り出し、数量計算対応）」となり、従来の設計手順と整合した。

また、照査（設計条件・計算結果・図面の整合性確認）時に注視する配筋要領や構造細目等は、図-3.9 のようにデータシート側で選択した内容を容易に確認でき、採用した形式を概要図として可視化できるため、省力化・品質確保の面でも合理化の効果が認められた。

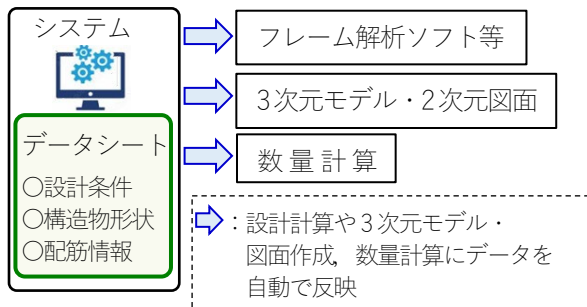


図-3.7 既存のシステム構成

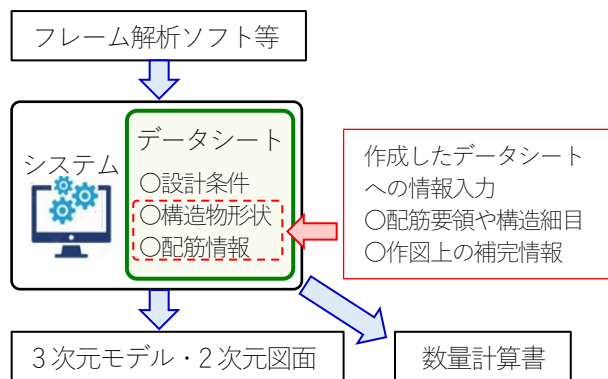


図-3.8 更新後のシステム構成

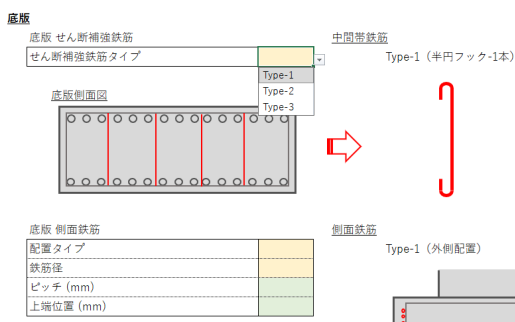


図-3.9 配筋要領や構造細目等の補完情報（例）

### b) 実務活用により得られた成果と課題

改修したシステムを用いて、橋梁では表-3.2 に示す 3 種類の業務で活用を実施した。うち 1 件は、構造計算データを基に 3 次元モデルおよび 2 次元図面を作成し、成果品の照査に活用する取り組みであり、従来の 2 次元図面のみでは把握しにくかった部材配置や構造の関係性を 3 次元モデル上で確認することで、設計内容の理解や確認作業の支援につながっている。

一方で、図-3.10 に示す 3 次元モデルから自動的に 2 次元図面を出力する機能については、納品成果物として扱うには細かなレイアウト調整等の体裁を整える作業が発生しており、更なる省力化を希望する意見が挙げられた。

また、3 次元モデルにおいては支承部や基礎周りの調整が従来通り手動での対応となっており、どのように省力化するかが課題となった。

表-3.2 システム活用事例（橋梁）

番号	主な使用方法	業務分類
①	設計計算と連動する3次元モデルの作成により、構造計画の把握と配筋干渉照査に活用	詳細設計
②	設計計算と連動する3次元モデル・構造一般図・配筋図の作成に活用	詳細設計
③	設計計算と連動する3次元モデル・構造一般図を作成 納品成果図面との対比による照査に活用	詳細設計（照査活用）

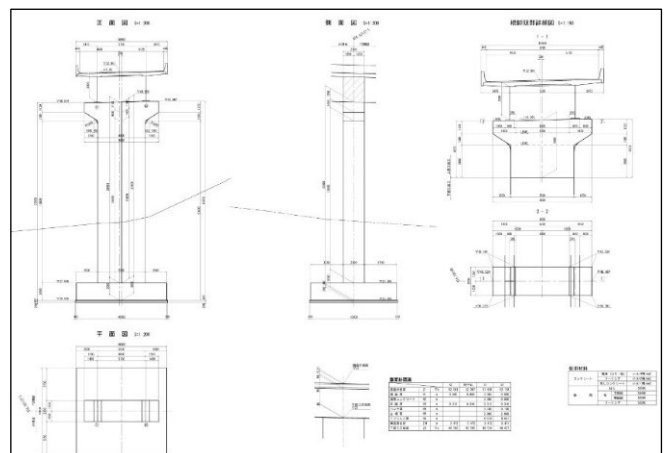
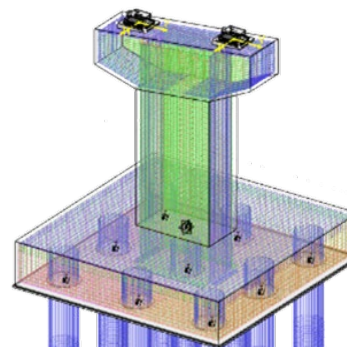


図-3.10 3次元モデルと2次元図面の出力例

### (3) 擁壁構造への展開

これまでの研究では、樋門・樋管および橋梁下部工を対象として、設計支援システムの開発を進めてきた。2025年は、これらに加えて、河川・道路分野で汎用的に用いられる擁壁構造を対象とした設計支援システムの機能開発に取り組んだ。

擁壁は、多くの設計業務で扱われる一方、構造形式や設置条件に応じてブロック割や計算断面が変化するため、設計検討や図面作成に手間を要する場合が多い。そこで本研究では、擁壁設計においても、3次元データを活用することで、設計作業の効率化や構造把握の容易化を図ることを目的とした。擁壁設計支援システムの概要を図-3.11に示す。

単ブロックの擁壁については、設計条件や基本諸元を入力することで、構造計算、2次元図面、3次元モデルを連動して作成する設計支援システムを構築した。これにより、設計条件の変更に対しても、計算結果と図面・モデルの整合を保ちながら設計を進めることが可能となっている。

また、複数ブロックで構成される擁壁については、ブロック割を考慮した3次元モデリング機能を開発した。各ブロックの形状や設置条件を3次的に把握することで、全体配置や構造の関係性を視覚的に確認できるようになり、設計検討や協議資料の作成を支援する構成としている。

このように、擁壁を対象とした設計支援システムの開発により、これまで樋門・橋梁を中心に検討してきた3次元設計支援の考え方を、他の構造物にも展開できる可能性を示すことができた。

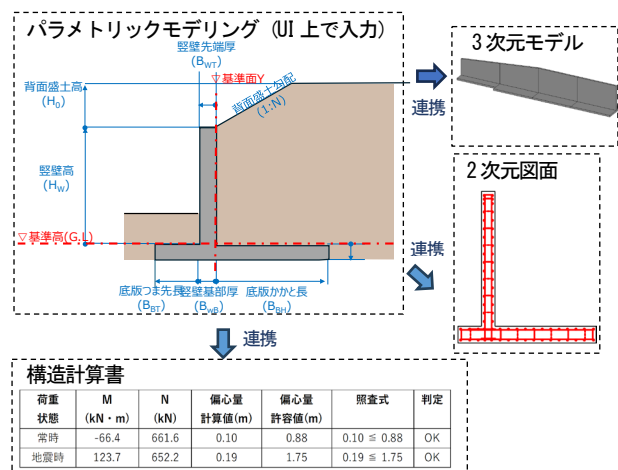


図-3.11 擁壁設計支援システムの概要

### 4. 結論

本研究では、設計プロセスの中で3次元データを実務的に活用することを目的として、樋門・樋管および橋梁下部工を対象とした3次元設計支援システムの研究開発を進めてきた。2025年は、開発したシステムを社内向けに展開し、実務での適用を開始した点が大きな特徴である。

実務での適用を通じて、3次元モデルと連動した2次元図面の作成や、構造計算との連携により、設計内容の把握が容易となり、設計作業および照査作業の効率化への寄与が示された。一方で、配筋や細部構造など詳細度の高い項目については、一部に手動対応を要する場合があります。今後の改良課題として整理している。

また、2025年は擁壁を対象とした設計支援システムの機能開発にも取り組み、3次元データを中核とした設計支援の考え方が、樋門・樋管や橋梁以外の構造物にも適用可能であることを示した。

これらの成果から、3次元データを設計プロセスの中心に据え、図面作成や構造計算と連動させる設計支援の枠組みは、設計業務の生産性向上や品質確保に有効であると考えられる。

### 5. おわりに

近年、設計業務におけるBIM/CIMの活用は、3次元モデルの作成そのものから、設計プロセスの中でどのように活用するかという段階へ移行しつつある。本研究は、この流れを踏まえ、3次元データを設計業務に組み込み、実務で活用できる設計支援の仕組みを構築することを目的として進めてきた。

2025年は、研究開発段階にあった設計支援システムを社内に展開し、実務設計での活用を開始した。今後は、実務で得られるフィードバックを継続的に反映し、機能改良と適用範囲の拡張を通じて、より実務に即した設計支援システムへ発展させる予定である。

また、適用する構造物範囲の拡張について、砂防堰堤の予備設計を対象として、設計支援システムの仕様書作成等、開発を進めている。

### 参考文献

- 3次元データによる構造物設計に向けた設計支援システムの開発(4)、2025年6月、国土文化研究所年次報告2024, pp.17-23 [https://www.ctie.co.jp/kokubunken/annual-report/pdf/2024\\_all.pdf](https://www.ctie.co.jp/kokubunken/annual-report/pdf/2024_all.pdf)
- データ交換を目的としたパラメトリックモデルの考え方(素案)、2021年3月、国土技術政策総合研究所、<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001395569.pdf>

## ADVANCED RESEARCH ON DESIGN SUPPORT SYSTEMS USING 3D DATA

Taro HORIKAWA, Takahiro MASUDA, Tatsutoshi SAKAMOTO  
Taiki YOSHIDA, Shun UKAI, Takashi FURUNO, Masayuki USUI  
Toshiya OKUNO, Rei FUJITA and Isamu YANAGITA

In this study, a 3D design support system has been developed to enable effective use of 3D data in practical design work for civil engineering structures such as sluiceways, bridges, and retaining walls. The system is designed to use 3D models as the core of the design process, linking them with 2D drawings and structural calculations.

In the current year, the developed system was released for in-house use and applied to actual design projects. Through practical application, improvements in design efficiency and ease of structural understanding were confirmed, while issues requiring further refinement were also identified. Based on feedback from practical use, functional enhancements were implemented, including calculation support for sluiceways, expanded applicability to skew and curved bridges, and the development of a design support system for retaining walls.

These results demonstrate the effectiveness of integrating 3D data into the design workflow and indicate the potential for expanding this approach to other types of structures and design fields. Future work will focus on further functional improvements, application to sabo dams, and the accumulation and utilization of design data to enhance design quality and productivity.

# 持続可能な社会構築に向けた仕組みづくりに 関する研究

和泉大作<sup>1</sup>・宮島泰志<sup>2</sup>・小山和孝<sup>3</sup>・松田光弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(株)建設技術研究所 国土文化研究所 国土文化事業部 (〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町2-14-5)  
E-mail: d-izumi@ctie.co.jp

<sup>2</sup>(株)建設技術研究所 九州支社 技術統括部 (〒810-0041 福岡県福岡市中央区大名2-4-12)

<sup>3</sup>(株)CTIランドプランニング (〒810-0041 福岡県福岡市中央区大名2-4-12)

本研究は、福岡県赤村をフィールドに、地方と都市の共創的発展を実現するロジックモデルを作成し、耕作放棄地を活用した通い農業プログラムを軸とした地域活性化の事業スキームを作成した。耕作放棄地の再生や農業体験、IoTカメラによる作物の生長や観察や害獣の侵入経路確認などのデジタル技術の活用、地域資源の発掘・活用、共創型コミュニティの構築など、多面的な取り組みを通じて、地方創生の新たな可能性について検討した。

**Key Words:** SDGs, well-being, social issues, rural and urban areas, logic model, commute farming

## 1. はじめに

都市の一極集中は、地方経済の疲弊、社会インフラの破綻を招く。現在の状態が進行すれば、食料やエネルギーの生産地、生態系サービスの供給といった役割を持つ地方が崩壊し、その負担が都市にも波及する。一方、都市では、食料やエネルギーの生産を外部に依存するという構造的な課題がある。さらに、地球温暖化の進行を経て、企業にはSDGsやESG経営といった責任が与えられ、個人は多拠点生活やテレワークといった新たな生活様式、ウェルビーイングへの需要が高まっている<sup>1)</sup>。これらを都市の域内だけで解決することは不可能である。そこで、中央主導で画一的な地域開発から、地域主導の内発的発展を経て、現在は、地方と都市の共創的発展が模索されている。

以上を踏まえ、本研究では、地方が抱える課題解決のため、都市のニーズを踏まえた都市の資金、ノウハウ、人材を活用する仕組みを構築し、構築した仕組みを実証的に改善していくことを目的とする。

## 2. 研究対象フィールドと過年度研究の知見

### (1) 研究対象フィールドの概要

過年度研究<sup>2)</sup>の対象地域の一つであった福岡県赤村を対象フィールドに選定した。赤村は、福岡市から車で約2時間の場所に位置する中山間地で、北九州市を中心とする圏域に属する(図-2.1)。

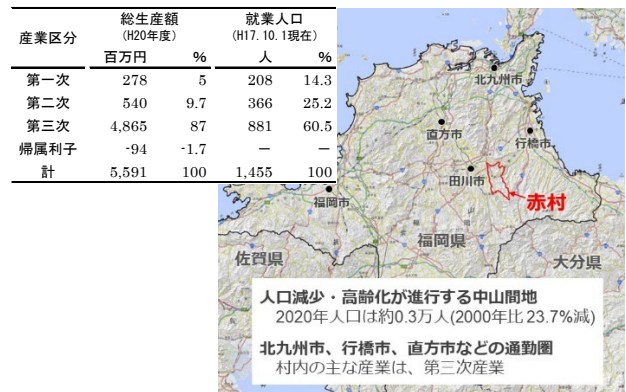


図-2.1 赤村の位置と概要

赤村では、筑豊地区で唯一炭鉱開発されず、現在でも、山林、清流、田園からなる豊かな自然環境が残存し、ホテル観賞などが可能であり、村内にある「源じいの森のキャンプ場」と併設の温泉は人気スポットとなっている(図-2.2)。一方、少子高齢化により、かつての景勝地であった棚田は、現在は、耕作放棄地となっている(写真-2.1)。

村内を走る平成筑豊鉄道の油須原駅は、九州最古級の木造駅舎であり(図-2.3)、油須原駅前では、平成筑豊鉄道が主催する地域イベント「月イチゆすばる」が年9回開催されている。また、年2回開催の農業体験イベント「DO YOU 農?」は人気イベントである(写真-2.2)。しかし、村内の観光施設や宿泊施設は乏しく、平成筑豊鉄道は赤字経営が続き、廃線の危機にあり<sup>3)</sup>、DO YOU 農?は、リピーターが多く、受け入れ側の人手不足と高齢化で停滞傾向にある。



図-2.2 赤村の豊かな自然環境



写真-2.1 かつての棚田は耕作放棄地



図-2.3 赤村の歴史的観光資源



写真-2.2 人気イベント DO YOU 農?

## (2) 過年度研究の知見

過年度研究では、地方と都市の共創的発展には、以下に示す5つの要素が必要であること、これらを実現するためには、ヒトとヒト、ヒトとモノをつなぐ役割となるゲートキーパーが重要であり、外部人材が担える可能性があることを確認した(図-2.4)。

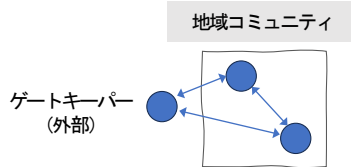


図-2.4 ゲートキーパーのイメージ

- ① 関係人口拡大のための交流の場や仕組みの創出
- ② 地域コミュニティの変容(外向き視点, 受入態勢等)
- ③ 都市の新たなニーズへの対応(働き方, ESG投資等)
- ④ 新たな価値の創出(地域資源の発掘, 視点の拡大)
- ⑤ イノベーション(AI・IoT・デジタル技術導入)

## 3. 研究計画

本研究の実施フローを図-3.1に示す。研究期間は2024年～2025年の2ヶ年とし、2024年は各施策の試行、2025年は施策ごとに具体的な実施項目と内容を検討し、実施計画を立案した。

本計画では、2026年以降の包括連携協定と企業価値向上に向けた社会貢献活動も視野に入れ、中長期の枠組みで研究計画を構築した。

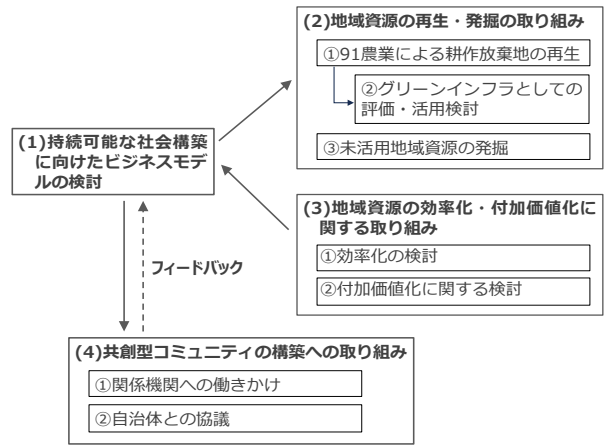


図-3.1 実施フロー

## 4. 持続可能な社会構築に向けたビジネスモデルの検討

### (1) 検討方針

本項目の検討においては、地方と都市の共創的発展を長期インパクトにしたロジックモデルを構築し、それを赤村に適用し、次章以降の検討や地域活動を実践していくこととした。

ここで、ロジックモデルについて簡単に説明する。ロジックモデルとは、事業や組織が最終的に目指す変化・成果(社会)の実現に向けた設計図であり、インプット、活動、アウトプット、アウトカム、インパクトといった要素で構成される<sup>4)</sup>。なお、一般的なロジックモデルはアウトカムまでのものが多いが、本研究は社会的課題の解決を主眼に置いているため、最終アウトカムとしてインパクトを設定した(図-4.1)。

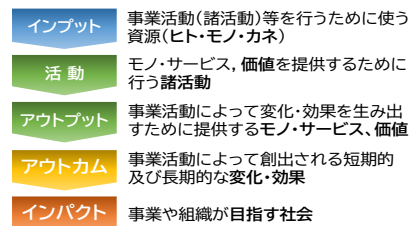


図-4.1 ロジックモデルの構成要素

### (2) ロジックモデルの構築

#### a) 地方と都市の共創的発展のロジックモデル

ロジックモデルの構築にあたり、図-4.2に示す仮説を設定し、今後、「地方と都市の共創的発展により、サステナブルで健康・ウェルビーイングを実現する社会」の構築が必要と導いた。また、それらの実現には、地域づくり、社会情勢、技術革新における外的変化を取り込むことが重要であると整理した。

上記を踏まえ、地方と都市の共創的発展に必要なロジックモデルを図-4.3のとおり設定した。

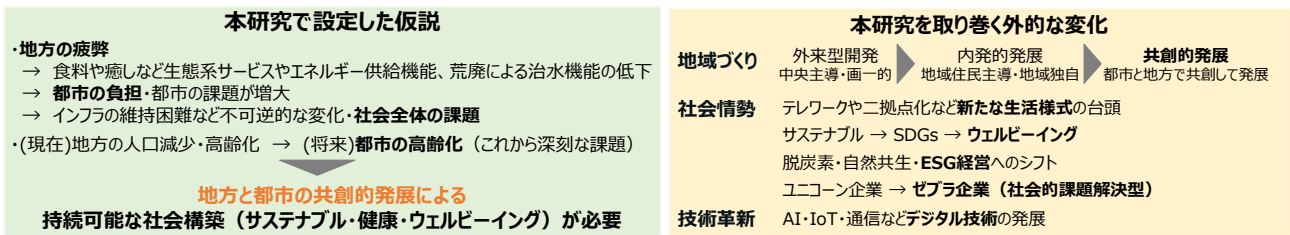


図4.2 ロジックモデルの前提条件

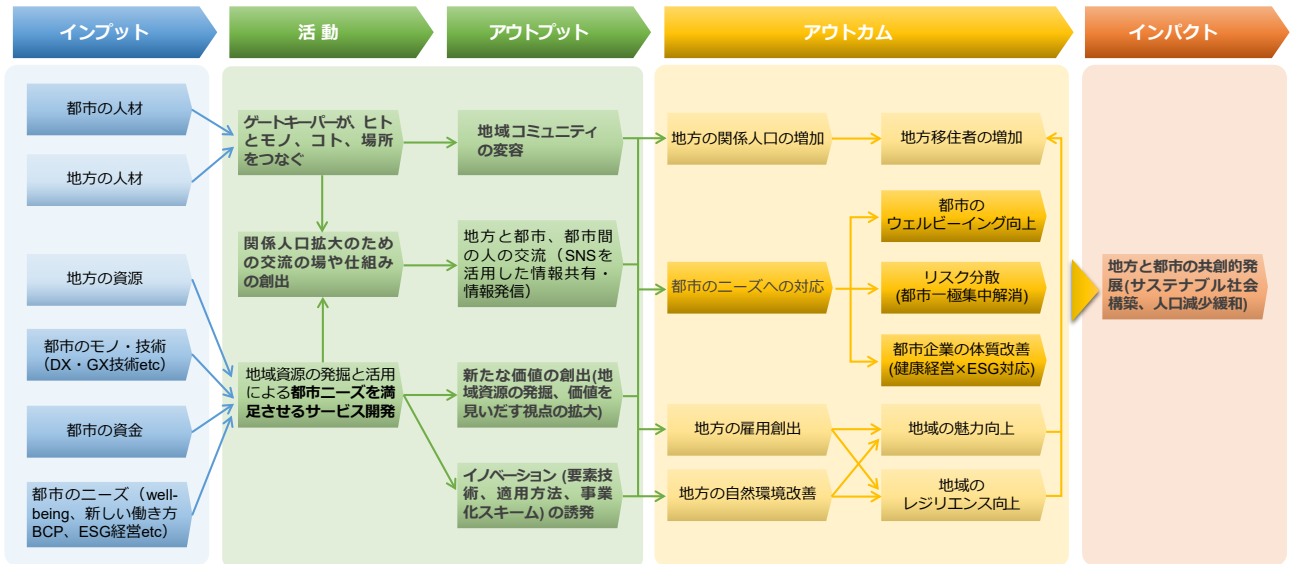


図4.3 共創的発展ロジックモデル (一般)

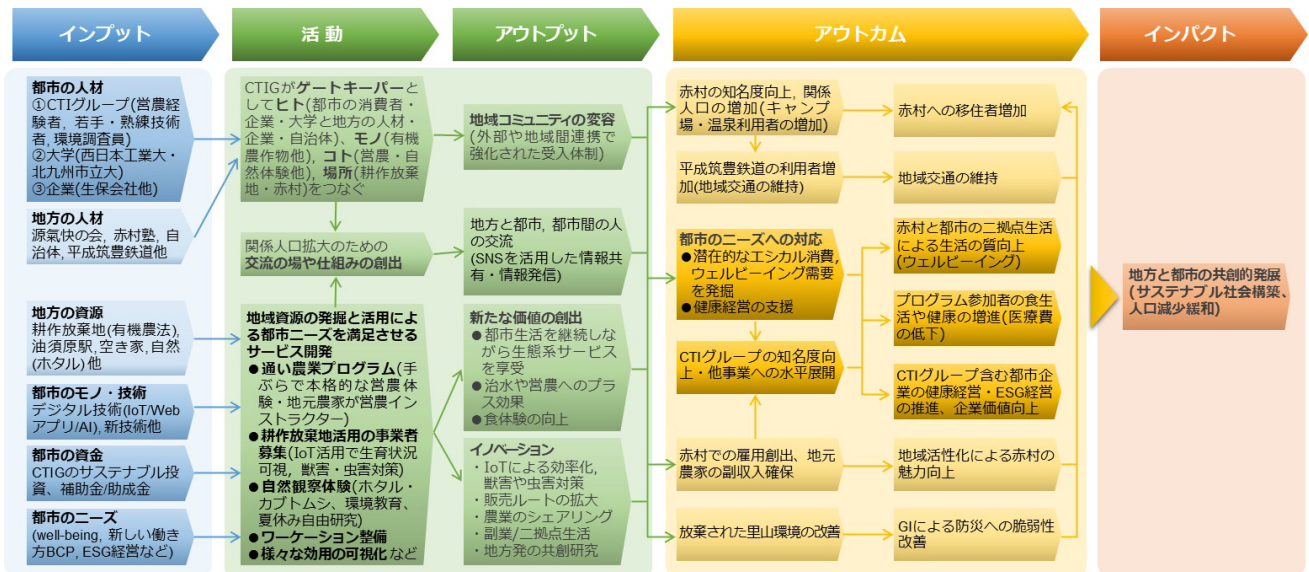


図4.4 共創的発展ロジックモデル (赤村版)

## b) 赤村への適用

赤村は、自然が豊かであり、温泉併設のキャンプ場などは人気であるものの、特徴的な観光資源や宿泊施設はやや乏しい状況にある。このような地域特性を踏まえ、**図4.3**のロジックモデルを赤村に適用するにあたっては、観光を主としたものではなく、観光以外の需要を用いた地方と都市の交流を創出する必要があると考えた。そこ

で、筆者らは、赤村全域で12.7ha<sup>6)</sup>ある耕作放棄地を活用することとした。耕作放棄地は、放置すると固定資産税も高くなるため、大きな初期投資がなくても借用可能であることも理由の一つである。

具体的には、赤村が福岡県で唯一の有機農業モデルタウンに指定されていること<sup>6)</sup>、農作業にストレス軽減・幸福度増加効果があることから<sup>7)</sup>、通い農業(91農業)



付や収穫などの実施日・内容・作業状況を日報で記録するとともに、品種ごとの植付個数や定期的な生育状況などを記録した(図-5.2)。また、収穫時は品種毎の個数・収量(重量)を記録し、品種毎の特性や効率性を分析した。また、遠隔監視カメラ(通信機器搭載型)を設置し、タイムラプス撮影とスマートフォンアプリの活用により、日々の生育状況の確認と写真での記録を行った。

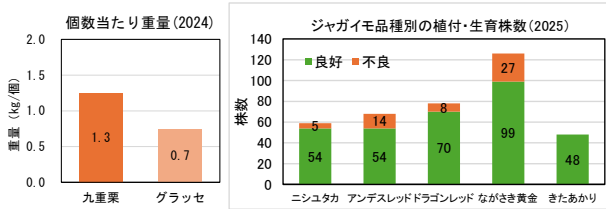


図-5.2 カボチャ・ジャガイモ品種別個数・生育状況

d) 農業体験会の企画・運営・実施

農作物の植付と収穫は、91農業の体験会(九州支社の社会貢献事業と協働)として、CTIグループや他企業へ広報し、参加者を募集した。これまでに9回の植付・収穫体験会を企画し、参加者数は延べ120名以上に上った(写真-5.2, 図-5.3)。ジャガイモなどの収穫物は体験会の参加者やCTIグループ内で配布した他、都市部(福岡市)での販売や学校給食への提供を行った。油須原地区の耕作地では、新たな取り組みとして、金龍保育園の食育教育のためのタマネギ栽培を開始し、園児や保育士たちとの植付体験会を開催した。

今後は、栽培・生長経過の観察、収穫体験、収穫後の保管・調理、給食での提供等の食育教育の他、他の保育所への活動の拡大等にも取り組んでいきたい。



写真-5.2 CTIグループ収穫体験会と金龍保育園植付体験会

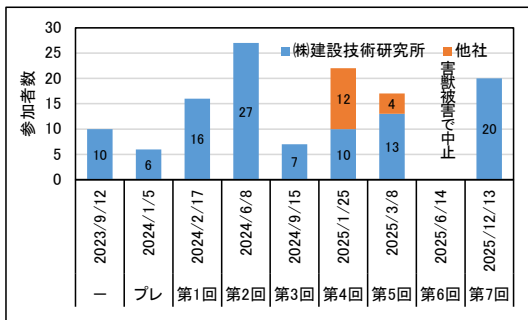


図-5.3 収穫・植付体験会の参加者数の推移

e) 健康経営(ウェルビーイング)効果

第2回収穫体験会後に参加者を対象としたアンケート調査を実施した。回答率は95%(19/20人)であった。普段の仕事や生活のストレスについては、58%が「ストレスがある」と回答した。体験後のストレスの増減については、89%が「ストレス解消になった」と回答し、一定の効果があることが確認された(図-5.4)。自由回答では、「土に触れたり、じゃがいもを収穫したり、普段出来ない体験が出来た」、「他部署・他企業との良いコミュニケーションの場となった」などの意見が見られた。

また、第5回植付体験前後でストレスチェッカーによるストレス測定とベジメータによるベジチェックを実施した(図-5.5)。その結果、CTIグループは実施前のストレスが同行したA社より高く、さらに農作業後もストレス値が上昇した被験者が多くなる興味深い結果となった。計測機器の精度が課題として残るがアンケート結果ではかなりストレス解消になることが確認でき、農業体験が健康経営に寄与しているのが確認できた。一方、野菜摂取量が不足する被験者の割合が多く、農作物への興味を引き出していくなど、イベントを通じた健康経営(ウェルビーイング)効果の検証を実施したい。

※1 心拍変動解析(HRV)を用いてストレスの状態を推定する機器  
 ※2 皮膚のカロテノイド量を測定し、野菜摂取量を推定する機器

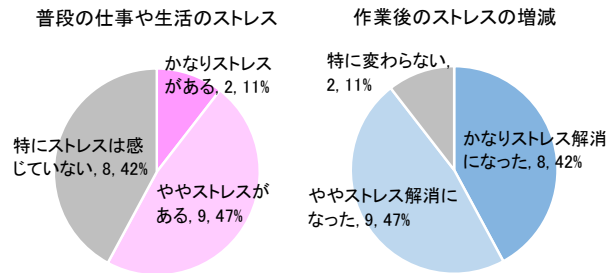


図-5.4 収穫体験前後のストレスの増減

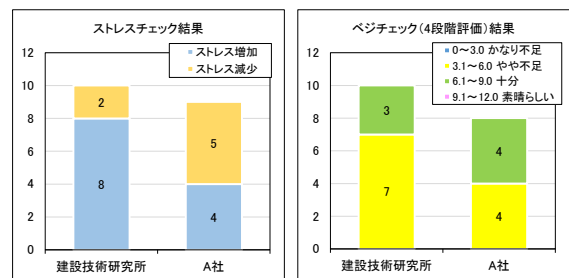


図-5.5 ストレスチェック・ベジチェック結果

(2) グリーンインフラとしての評価・活用検討

a) 流出抑制効果

赤村は二級河川今川の中流部の流域を含んでいる。耕作放棄地を再生することは流出抑制につながるグリーンインフラの機能の一端を担えると考え、再生した耕作地の雨水浸透や水源涵養の効果について、簡易透水試験(変水位試験)により検証を行った。

比較対象としたのは、水田・耕作放棄地・畑地(再生

地)の3地点とし、任意に選定した3箇所に塩ビ管を埋め込み、水を注入した状態から水が地面に染み込む水深と経過時間の関係を5月と10月に計測・分析した。

その結果、透水係数は畑地>耕作放棄地>水田となり、畑地の方が耕作放棄地より高く、雨水が染み込み易いことを確認した(図-5.6, 5.7)。特に、耕作を再開した10月の結果が顕著に表れた。これは、既往文献<sup>8)</sup>で示された結果(放棄地が $5.8 \times 10^{-6} \text{m/s}$ に対して、畑・果樹園に再生した場合は $5.0 \times 10^{-5} \text{m/s}$ )とも合致し、耕作放棄地の再生が水源涵養効果を発揮することが明らかにされた。

なお、水田は稲作前の荒起こし状態(5月)、稲刈り後の状態(10月)であり、季節毎の利用形態による影響も大きいと考えられる。

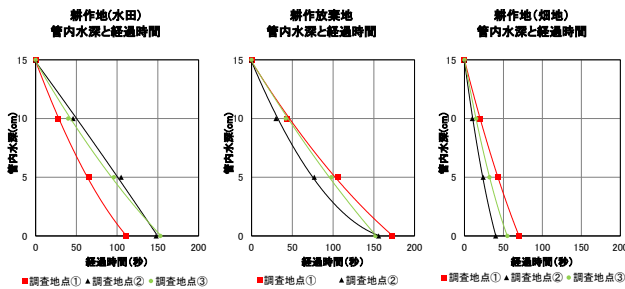


図-5.6 管内水深と経過時間の関係

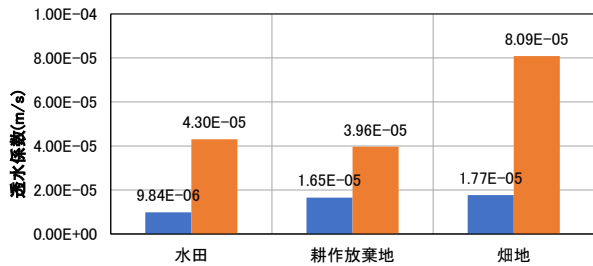


図-5.7 耕作形態別の透水係数の比較

### b) 生物多様性効果

再生した耕作地の生物多様性の効果を、陸上昆虫類に着目して検証を行った。一般的に耕作放棄地の雑草類は、バッタ目・カメムシ目・チョウ目・コウチュウ目などの農業害虫(写真-5.3)の発生源となり、周辺の耕作地へ飛来・分散することが知られている。<sup>9)</sup>また、耕作放棄地は生物多様性の低下をもたらすという研究成果もある。

比較対象としたのは、水田・耕作放棄地・畑地(再生地)の3地点とし、農業害虫の種類数の視点で耕作放棄地の再生効果を検証した。

その結果、春季と夏季は害獣被害に伴う耕作不可により、農業害虫の割合は畑地が高くなった(図-5.8)。一方、耕作を再開した秋季は、畑地と耕作放棄地の種類数が同程度となった。見取地区は有機農法を採用しており、化学肥料や殺虫剤等の農薬を使用していないため、野菜を好む農業害虫が誘引されたものと推測された。生物多様性の効果については、防護柵で害獣被害の影響を受けに

くい油須原地区の耕作地で改めて効果検証を実施したい。



写真-5.3 確認された農業害虫の例

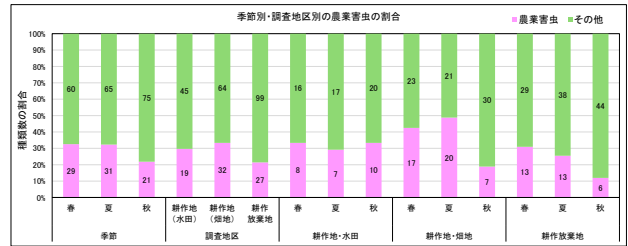


図-5.8 季節別・調査地区別の農業害虫の割合

### (3) 未活用地域資源の発掘

#### a) 古民家「赤村塾」の有効活用

当初、合同会社「赤村源氣快の会」が運営する古民家カフェみどり2階の未利用スペースを拠点に、農作業時のテレワークやコワーキングスペースへの活用方法を検討したが、室内の状況が適さないと判断されたため、同施設の利用は断念した。その代替として、平成筑豊鉄道の油須原駅周辺を中心に活動している「赤村塾」の古民家を検討対象とした。赤村塾は、油須原駅前に位置し、休憩・宿泊等も可能であるが、不定期の合宿等のみで普段は利用されていない。駅との接続の良さもあり、テレワーク施設としてのポテンシャルが高いと判断した。

検討にあたっては、西日本工業大学デザイン学部建築学科の石垣教授と共同で行った。赤村塾の古民家には囲炉裏があり、隣接する土間部は薄暗く物置として利用されていた。そこで、土間部の改修と原状回復が容易な可動式の机等を配置し、ワーキングスペースとして活用することを地権者に提案した(図-5.9)。

この計画に基づき、土間部の改良として、コンクリートの打ち直しが完了し、机や椅子の設置も完了した。



図-5.9 赤村塾1階土間部の改良イメージと完成後

#### b) 歴史的資源の保存・再整備支援

油須原駅前については、西日本工業大学が九州最古級の駅舎を活かした修景整備を検討しているため、連携・支援を行うこととした(図-5.10)。また、駅前の藤棚の生育不良が住民から指摘されたため、西日本工業大学、福

岡山農林事務所と連携し、福岡県の緑の募金事業の助成申請を提案し、藤棚の再生整備が完了した（写真-5.4）。



図-5.10 油須原駅前の修景イメージ（西日本工業大 製作）



写真-5.4 油須原駅前の藤棚の再生整備

### c) SNS を活用した情報発信

未活用地域資源の発掘の取り組みとして、耕作放棄地の再生経過、作物の栽培や害獣被害状況、赤村及びその周辺の観光施設等を紹介するため、SNS（Instagram：akamura2025）を活用した情報発信を開始した。

## 6. 地域資源の効率化・付加価値化に関する取り組み

### (1) デジタル技術の活用と効率化の検討

#### a) AI カメラによる害獣監視（遠景撮影）

91 農業の実践箇所のうち見取地区では、シカやイノシシと思われる動物による食害が発生した（写真-6.1）。福岡県の調査によれば農作物の鳥獣被害は、令和5年度で4億円に上り、特にイノシシとシカの被害が3.5億円となっている。

このため、昨年、見取地区に畑全体を監視するためのAIカメラを設置した。当初は、遠方からの撮影と視界を遮る雑草等の影響で柵内に侵入した動物の検知ができず、夜間撮影もできない等の課題があった（写真-6.2）。

これを踏まえ、今年是三橋農園へカメラを移設し、AIでの画像認識精度の向上により、大型種のイノシシやシカの他、キツネ等の中型種やカラス等の鳥類の検知が可能となった。また、夜間撮影用の赤外線ライトの設置により、夜間の撮影や個体識別が可能となった。（写真-6.3）



写真-6.1 イノシシによる農作物の食害・柵の破壊



写真-6.2 遠隔から撮影されたイノシシと移動経路

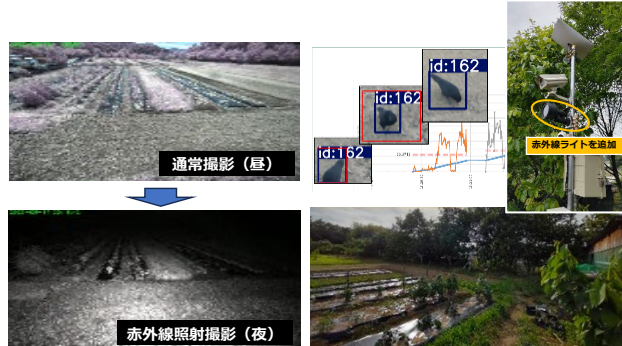


写真-6.3 遠隔監視カメラ及び監視状況（移設後）

#### b) 遠隔監視カメラによる生育監視（近景撮影）

赤村は、福岡市内から車で1.5時間～2時間の距離にあるため見回りが難しい。今後、通い農業体験を実現するためにも、農作物の生育監視が必要となる。

そこで、生育監視用の遠隔監視カメラを設置した（写真-6.4）。撮影画像はスマホアプリで確認できるため、耕作地の現状や作物の生長の他、害獣被害の有無を現地に行かず、遠隔でリアルタイムに把握できるようになった（写真-6.5）。

この遠隔監視カメラの電源は、太陽光発電システムであり、撮影データはクラウド上に保存されるため、電池交換やデータ回収の必要が生じない。また、安価で購入・設置できることから、効率化の観点では非常に効果が高いと考えられた。



写真-6.4 遠隔監視カメラ



写真-6.5 生育監視用カメラの撮影画像（右：1週間後）

#### c) 赤外線センサーカメラによる害獣監視

見取地区ではイノシシやシカ等の害獣被害が多発したことから、動物の出現状況や柵内への侵入の有無を把握するために、赤外線センサー付きカメラを設置した（写真-6.6）。

このカメラは、4K 解像度で画質は鮮明かつ動画も撮影可能なため、動物の映像と歩き方等から種の特定が可能である。出現日時や時間も記録される(写真-6.7)。

今後は、鳥獣の種類別の出現頭数・出現頻度等の統計データも得られ、効果的な防除対策の検討が可能になると考えられる。



写真-6.6 赤外線センサー付きカメラ



写真-6.7 赤外線センサーカメラの撮影画像

## (2) 付加価値化に関する検討

### a) 農産物の流通・販売による収益性

当初、赤村で収穫した農作物は、CTI グループ内での自産自消を基本としたが、今後の事業化を考慮して、収益性を上げる取り組みを試行した。

赤村で栽培・収穫したジャガイモやカボチャについては、地元の「古民家カフェみどり」に食材として提供した。また、昨年開拓した流通ルートとして、佐賀県小城市の学校給食センターや保育園等への給食用食材の提供・販売は今年も継続した(写真-6.8)。さらに、福岡都市圏の飲食店へ食材としてキャベツやタマネギを提供し、店内での販売も実施した(写真-6.8)。今後は、この実績を活かし、福岡や北九州都市圏での販売促進により収益性を高めつつ、都市部への新たな流通ルートとして、フードフェスへの出店等も検討する。さらに、赤村には特産物センター以外の野菜の販売所が無く、近隣自治体に頼っているという実態も考慮し、地産地消の観点で、村内の保育園・保育所への給食用食材の提供、特産物センターでの販売(会員登録等を検討中)を進める予定である。

貨客混載の可能性については、平成筑豊鉄道に提案したが、運行効率が悪くなるため、実現は難しいとの回答であったため、現時点の実現は難しいと判断した。



写真-6.8 都市部へ流通・販売した赤村での生産野菜

## 7. 共創型コミュニティの構築への取り組み

### (1) 関係機関への働きかけ

#### a) 地方の関係機関

地方の関係機関として、表-7.1 に示す団体及び企業と意見交換・連携を図った。赤村源氣快の会、赤村塾、三橋クラブは昨年からの友好的な関係を継続し、平成筑豊鉄道は月イチゆすばるを通じて、油須原地区の区長や青年団とは神幸祭等を通じて関係の深化を図った。

今年も、新たに赤村役場(産業建設課)や金龍保育園との人脈を形成し、今後の活動への礎を築いた。赤村役場とは新規の耕作放棄地の借用を通じて信頼関係を構築することができた。油須原地区の区長からは今年の祭りへの参加実績から今年も参加要請があり、今後は神事への参加も打診された。金龍保育園とは、祭りへの参加が縁で、新規耕作放棄地でのタマネギ植え付け体験の企画提案が採用され、食育教育や環境学習などの新たな交流が始まった。この地域との横断的な繋がりの中で、高齢化や人手不足による地域活動の継続・継承が課題となっていることが明らかとなった。



写真-7.1 月イチゆすばるへの出店で地域・乗降客との交流



写真-7.2 地域の伝統行事で地域とCTIとの交流

表-7.1 地域の関係機関

団体・企業	説明
赤村役場(産業建設課)	地域活性化対策(新規耕作放棄地の借用・獣害対策) 包括連携協定に向けた協議
平成筑豊鉄道	赤村を横断する第三セクター方式の鉄道会社 油須原駅前のイベント月イチゆすばるを主催
赤村源氣快の会	「古民家カフェみどり」を運営・耕作放棄された棚田の所有者
赤村塾	油須原駅前に活動拠点・赤村出身で北九州在住メンバー多数
油須原地区・青年団	伝統行事の継承(秋葉神社神幸祭の運営支援、月イチゆすばるで交流)
金龍保育園	油須原地区の保育園・食育教育の実践
三橋クラブ	赤村で農業体験や耕作放棄地の再生に取り組む農業法人
源じいの森	キャンプ場・温泉・簡易宿泊施設
赤村特産物センター	赤村の農産物や特産物の販売所、パンや弁当の製造所や加工所を併設

## b) 都市の関係機関

都市の関係機関として、表-7.2 に示す団体・企業と打合せや協同作業を実施した。

西日本工業大学の石垣教授は、京築地域の森林資源の有効活用を目的に活動を行われている産官学団体「ちくらす」の中心メンバーである。油須原駅のレトロな雰囲気を残したまま、耐震補強や藤棚再生等の駅前の環境整備を進めているため、今後も連携を強化していきたい。

表-7.2 都市の関係機関

団体・企業	説明
CTI グループ	CTI 九州・CTIGP の社員と家族
西日本工業大学 建築学科・石垣教授	油須原駅前整備と赤村塾の土間整備等で協力
北九州市立大学・小林教授、矢ヶ井教員	月イチゆすばる、北九州市猪倉地区で学生が地域活性化活動や通い農業を実践
A 保険株式会社	社会貢献活動の観点から耕作放棄地での農作業に参加を希望
B 保険株式会社	健康経営の観点から、農業体験によるストレス低下測定で協力
物林株式会社	唐辛子の 20 倍の辛み成分を含む液体「カプスガードプラス」による農業への獣害対策検討で協力

## (2) 地域との連携

地域とのコミュニティ構築に向けて、赤村役場と協議の場を適宜開催しながら研究を進めた。主に、赤村の過疎化の問題点、交流人口の増加、赤村の広報発信などについて意見を交わした。我々が 91 農業を实践する上で課題となっていた獣害対策などについて相談する中で、新たな耕作地を求めていることに関心を示され、今年から研究フィールドを拡大することができた。これをきっかけに、新たな地権者や我々が対応できない農作業をサポートしてもらう関係が構築できた。

今後は、赤村が我々のノウハウに関心を示されていることから、当社のシーズを生かしながら村と協働して研究を推進していきたい。

## 8. まとめ（今後の展開）

### (1) KPI 指標とアウトカム

ロジックモデルに基づいた行動を見えるようにするために、今回の研究でできなかった KPI 指標を設定する。キャンプ場・温泉・平成筑豊鉄道の利用者数、耕作放棄地面積、赤村への移住者数、プログラム参加者数などを KPI 指標とし、地域活性化や都市と地方の共創的発展、人口減少緩和、サステナブル社会構築を目指す。

### (2) 村の課題と解決するための仮説の設定

本研究を通じて赤村の地域活性化や行政の運営上の

課題が見えてきた。これらの課題を解決するための仮説を設定したが、本研究では仮説の検証まで至らなかった。課題と仮説について以下に列記する。今後は実施の機会を得られるよう関係各所に働きかけていく予定である。

#### a) 地域経済の低下と関係人口の減少

主要産業の衰退、高齢化、若者の村外への流出等により、人口の減少、空き家や耕作放棄地の増加等の課題が顕在化している。解決するための仮説として、都市の資金・ノウハウ・人材を村に投入することが解決に繋がると考える。

#### b) インフラの健全化

税収の減少、行政の技術者不在等により、インフラの老朽化、災害対応力の低下等の課題が顕在化している。解決するための仮説として、当社の助言により土木行政の円滑な推進ができると考える。

#### c) 既存の資源が未活用

村内の景勝地や特産品などの地域資源の良さに村民が気づいておらず、活用されていないのが課題である。解決のための仮説として、村民に村の魅力に気付いてもらえるような情報発信・情報共有を行っていく機会の創出が必要であると考えられる。

## 参考文献

- 1) 中込敦士: 社会的孤立・孤独感が健康やウェルビーイングに及ぼす影響, 医療と社会, Vol.34(1), pp.49-57, 2024.
- 2) 田頭直樹・蛭原雅之・勝山聡美・石本俊亮・佐藤康晴・北川照晃: 地方と都市の共助社会システムに関する研究, 国土文化研究所年次報告, Vol.22, pp.37-46, 2023.
- 3) 平成筑豊鉄道 沿線市町村から公的支援を受けたが5800万円赤字…累積赤字は2億5600万円, 読売新聞, 2024-07-03, 読売新聞オンライン (2024.12.25 確認)
- 4) 独立行政法人 国際協力機構: ロジックモデル作成マニュアル, 2023.
- 5) 赤村: 赤村議会だより 2023年5月号発行, p.8, 2023.
- 6) 赤村: 赤村 HP [https://www.akamura.net/government/news\\_348/](https://www.akamura.net/government/news_348/) (2024.12.25 確認)
- 7) 一般社団法人日本食農連携機構: REPORT2021年1月1日農業・農村の新たな価値を提案する「アグリヒーリング」～順天堂大学・千葉吉史研究員<<https://jfaco.jp/report/2072>> (2024.12.25 確認)
- 8) 南部卓也・桜井 亘・薬師敏宏・内田太郎・斉藤泰久: 中山間地域における棚田耕作地・耕作放棄地の浸透特性, 砂防学会誌, Vol.66(4), pp.3-14, 2013.
- 9) 田淵研・滝久智: 農地周辺環境と耕作地における害虫と天敵の生息数比較: 地域レベルの害虫管理への展望, 日本植物防疫協会 月刊「植物防疫」, 70巻5号, p45-50, 2016.

## RESEARCH ON CREATING MECHANISMS FOR BUILDING A SUSTAINABLE SOCIETY

Daisaku IZUMI, Yasushi MIYAJIMA, Kazutaka KOYAMA and Mitsuhiro MATSUDA

This study focused on Aka Village in Fukuoka Prefecture as a field site, developed a logic model to realize co-creative development between rural and urban areas, and created a business scheme for regional revitalization centered on a commuter farming program utilizing abandoned farmland. The study explored various initiatives, including the regeneration of abandoned farmland, agricultural experience programs, the use of digital technologies such as IoT cameras for monitoring crop growth and observing routes of wildlife intrusion, the discovery and utilization of regional resources, and the construction of co-creative communities. Through these multifaceted efforts, the study examined new possibilities for regional revitalization.

## 第18回 EDO ART EXPO 共催イベント 「ドボクルーズ® 第12回 江戸東京・川のなぜなぜ舟めぐり」

### 開催報告

当社の土木技術者がガイド役を務める「ドボクルーズ 江戸東京・川のなぜなぜ舟めぐり」は、2013年に当社の株式会社設立 50周年を記念してスタートし、今年で12回目の開催となりました。毎年秋に開催するNPO法人東京中央ネット主催「EDO ART EXPO」との共催イベントとして実施しており、一般の皆さまを参加費無料でご招待しています。

本イベントは、土木や建設コンサルタントについて広く知っていただく場であるとともに、ガイド役を務める土木技術者の人材育成の場でもあります。初期専門能力開発(IPD:Initial Professional Development)研修の一環として、東京本社および大阪本社所属の若手技術者13名がガイドを担当しました。ガイドには土木に関する知識だけではなく、歴史や文化などコースにまつわる幅広い知識が求められます。また、参加者にわかりやすく伝える工夫や、質問への対応など、双方向のコミュニケーション力を養う機会にもなっています。

2025年9月26日(金)から10月14日(火)までの会期中に計8日間、4コース14便を運航しました(図-1)。定員112名に対し、応募は776名にのぼり、全コース抽選で参加者をご招待しました。



【図-1 コース概要】

今年は「芝浦コース—東京港を知る—」が新たに加わり、東京港の話題だけでなく、モノレールや下水道など、これまで他のコースでは紹介できていなかったインフラにも幅を広げることができました。

参加者からは、「新たな視点で東京の川や水門、橋などを知ることができた。」(50代・東京)、「川から見る東京には、土木技術が大いに関わっていて興味深かった。」(60代・東京)、「いつもと違う視点から、大好きな川を見ることができて、とても楽しかったです！お話も非常に勉強になりました！」(20代・茨城県)など多くの感想をいただきました。

#### 【ガイドを担当した土木技術者の感想】

- 事前準備、下見運航、本番の進行まで、一つひとつが大変貴重な学びの機会だった。ガイドを通して、専門知識を「分かりやすく伝える力」や「聞き手に合わせた話の構成力」の重要性を実感し、今後の業務にも生かしていきたい。
- 自分の専門ではない分野も含めて調査することで広範な興味や知識を得ることができた。また、人前での発話に苦手意識があったが、ゆっくり堂々と話すことを意識したことで成功体験を積むことができ、打合せなどに生かせる経験を得ることができた。



(左) 船内で案内する様子 (右上) 「隅田川コース」夜のクルーズ風景 (右下) 「豊洲コース」2025年9月19日から遊歩道化した旧晴海鉄道橋

# 若手技術者のコミュニケーション能力開発研修「IPDカフェ」

## 実施報告

当社は、若手技術者の成長スピードを上げ、国際的に通用する資質を有する技術者を育てていくことを目的とし、初期専門能力開発（IPD：Initial Professional Development）による能力開発の仕組みを全社的に導入しています。2022年度の試行を経て23年度から本運用を始めました。

これにより全社的に若手技術者育成の仕組みが整った一方、部門や階層を越えてディスカッションする機会がなくなっている状況にありました。そのため管理本部人事部と国土文化研究所 IPD 支援室が連携し、コミュニケーション能力の開発を主たる目的とする「IPD カフェ」という取り組みを、24年度に続き25年度も実施しました。

IPD カフェは、講師から提供される話題（テーマ）に沿って、若手社員同士がグループディスカッションを行うワークショップ形式の研修です。IPD の能力開発項目のうち「コミュニケーションと協働」（物事を理解し明確に説明する力、柔軟性をもって周囲と協働する力など）を伸ばすのが目標です。

25年度のテーマは「宇宙開発」。参加者は部門や階層を越え、自由にアイデアを出し合いました。運営面では、お茶やお菓子を片手に、リラックスして自由に議論する雰囲気づくりに努めました。

以下、開催概要を紹介します。

### 1. 対象者

技術部門、管理部門、営業部門の若手社員（希望者）

### 2. 開催地、開催日程、参加者数

- (1) 大阪 2025年7月25日（金）23人
- (2) 大阪 2025年7月31日（木）25人
- (3) 東京 2025年8月8日（金）18人
- (4) 東京 2025年9月17日（水）18人 計84人

### 3. 研修の流れ

話題提供 40分、グループ討議 80分、全体発表・講評 60分

### 4. ディスカッションのテーマ

「20XX年。CTIグループの宇宙開発が始動！あなたは何ができるか」

話題提供者：株式会社大林組 技術本部 未来技術創造部

全体講評：池田駿介研究顧問（東京工業大名誉教授）、磯部雅彦研究顧問（東京大名誉教授）

### 5. 参加者の声

終了後のアンケート（任意）では、86%が、部門や階層を越えたディスカッションの機会を少なからず得られたと答えたほか、79%が今後の業務や研究などで横断的に仕事を進めるきっかけにつながりそうと回答しました。また、話題提供者の講演に対して「大変興味深かった」という趣旨の感想が非常に多かったのも特徴的でした。IPD カフェの内容に関し一層の充実を求める声や、運営面での改善点を指摘する声も寄せられました。

### 6. 今後の方向性

参加者アンケート結果から、研修の目的は一定程度達せられたと評価できます。内容に関して充実や改善を求める声があったことから、次年度の研修プログラムの検討に反映させます。

以上



写真  
上段が大阪会場  
下段が東京会場

## 第22回 国土文化研究所オープンセミナー 「物流が止まる日～あなたは生き延びられますか?～」

### 実施報告

- 開催日時： 2025年10月29日（水）13時30分～16時30分
- 場 所： 日本橋浜町Fタワーホール
- 後 援： 中央区
- 参加者： 343人（会場：69人、WEB：274人）
- プログラム：
  - 1) 講演1：「いのちを守る「物流+備蓄」－災害という名の「兵糧攻め」と向き合うために－」  
苦瀬博仁氏（国土文化研究所研究顧問、東京海洋大学名誉教授）
  - 2) 講演2：「有事の災害支援活動」  
津田知之氏（佐川急便（株）東京本社事業開発部物流イノベーション推進課課長）
  - 3) パネルディスカッション「市民が安心できるための災害時の物流のあり方」  
座長： 矢野裕児氏（流通経済大学流通情報学部長 大学院物流情報学研究科 物流科学研究所長）  
パネリスト： 苦瀬博仁氏  
津田知之氏  
江守昌弘氏（（株）建設技術研究所 取締役常務執行役員 東京本社長）

国土文化研究所では、以上の内容でオープンセミナーを開催いたしました。講演1では、災害時の物流途絶に備えた備蓄強化と防災の都市計画への組み込みが示され、講演2では物資輸送の課題と備蓄強化の必要性が事例とともに紹介されました。パネルディスカッションでは、市民が安心できる災害時の物流のあり方を多角的に議論しました。

◆講演1：「いのちを守る「物流+備蓄」－災害という名の「兵糧攻め」と向き合うために－」



苦瀬 博仁氏

国土文化研究所研究顧問の苦瀬博仁氏は、災害時の物資供給の重要性を「兵糧攻め」という歴史的視点から解

説しました。現代社会は物流に大きく依存しており、災害発生時には道路やインフラの被害、物流人員や燃料の不足などで物資供給が途絶するリスクが高まります。

実際に東日本大震災では、備蓄の流失や物流の停滞が深刻な問題となり、都市部でも物資不足が発生しました。災害時の物資確保には「補給」と「備蓄」の両方が不可欠ですが、補給には多くの前提条件があり、いずれかが欠けると機能しません。特に水や食料などの必需品は、インフラに支障が生じた場合、補給だけでは十分に賅えないことも明らかになっています。そのため、家庭や職場での備蓄強化、都市施設の防災拠点化、都市計画への防災の組み込みが重要としています。

また、災害時は行政や支援団体の対応にも限界がありすぐに十分な支援が届かない場合が多いため、「誰かが助けてくれる」ではなく「自分ができることを考える」姿勢が求められることを強調しました。

さらに、市や施設の設計段階から防災を意識し、備蓄や補給体制の強化が重要だと主張しました。例えば、避難所となる学校や体育館を防災拠点として整備し、災害時に物資の集積や配布が円滑に行えるようにするなど、都市計画の段階で防災を組み込むことで、地域全体の対応力を高めることができると解説しました。

◆講演 2：「有事の災害支援活動」



津田 知之氏

佐川急便株式会社の津田知之氏は、阪神・淡路大震災や東日本大震災、熊本地震、能登半島地震など、過去の大規模災害現場での支援物資輸送や避難所配送に携わった経験に基づく教訓を紹介しました。

災害時には自治体の備蓄品が早期に不足するので、国や県、市町村を経由した物資輸送の流れや「プッシュ型支援」の仕組みが重要であると説明しました。

また、三次輸送（市町村から避難所への配送）の負担が大きい現状や、効率的な物資管理のためには箱単位での管理（ケース管理）が有効であることを指摘しました。

さらに、佐川急便が日頃から取り組む BCP（事業継続計画）や燃料・停電対策、環境対応車両の導入など、物流を止めないための具体的な施策についても言及しました。

最後に、災害時には都市部でも物流が止まる可能性が高いため、今後も備えを強化していく重要性を強調しました。

◆パネルディスカッション：「市民が安心できるための災害時の物流のあり方」

災害時の物流の課題と今後の対応策について、過去・現在・未来の 3 つの視点から議論が行われました。まず、東日本大震災や熊本地震などの事例を振り返り、物資輸送の遅延や拠点の機能不全、行政と民間の連携不足などが大きな課題として挙げられました。特に、物資拠点の選定や運用には、単なるスペース確保だけでなく、物流機能や人材・設備・制度面の整備が不可欠であることが強調されました。

現状の課題として、災害時には通常の物流インフラが機能しなくなるので、公共・民間施設の柔軟な活用や広域連携、人材育成、情報共有が大切であること、またサプライチェーンの維持や備蓄の強化、BCP（事業継続計画）の見直しが必要とされました。

今後の対応策として、行政・企業・市民が一体となり、事前準備計画と発災後の行動計画を策定し、実効性のある訓練や備蓄、役割分担の明確化を進めることが提案されました。特に「自助・共助・公助」の意識を持ち、個人や企業も主体的に備えること、行政は防災アセスメントや物資訓練を導入することが重要とされました。

最後に、災害時の物流課題は多岐にわたるため、関係者が継続的に議論し、実効性のある防災体制を構築していく必要性が強調されました。

※アンケートの集計結果を次ページ以降に示します。



第122回 国土文化研究所オンラインセミナー

～自分ひとりで生きるための力を養おう～

参加費 無料

# 物流が止まる日

～あなたは生き延びられますか？～

出典：東北地方整備局防災課

日本全国で自然災害が頻発しています。もしも大災害によって物流ネットワークが遮断され、食料、日用品、医薬品、燃料などの供給が止まり、水、電気、ガスなどのライフラインが断絶したら、あなたは生き延びられますか？過去の災害をふりかえりながら、災害時は被災地に物資を届けることが難しくなります。このような「物流が止まる日」はいつどこで起こるかわかりません。本セミナーでは、過去の災害時の物流の事例を紐解きつつ、緊急支援物資を供給する仕組みや課題を学びます。自治体が果たすべき役割、市民ができる事前準備、そして地域社会の連携の重要性などを共に考え、防災意識を高めたいと思います。

2025年  
10月29日(水)  
13:30～16:30 (開場：13:00～)

参加方法 詳細は要綱をご確認ください  
会場・オンライン (事前申し込み制)

会場 日本橋浜町Fタワーホール  
東京都中央区日本橋浜町3-22-1  
日本橋浜町Fタワー3F 3階

オンライン ZOOM Webinar

講演 1 吉瀬博仁氏  
東京海洋大学名誉教授  
国土文化研究所研究顧問

講演 2 津田知之氏  
佐川急便株式会社  
常務取締役 総務部長  
物流イノベーション推進課 課長

主催：国土文化研究所 協賛：国土文化研究所 協賛：中央区

# 2025年度 第22回 国土文化研究所オープンセミナーアンケート集計結果

2025年10月29日(水) 13:30~16:40

「物流が止まる日～あなたは生き延びられますか?～」

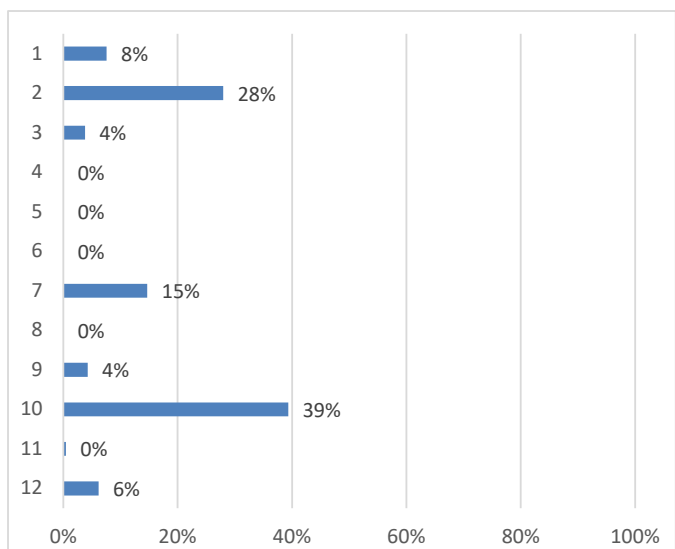
- 1) 講演1: 「いのちを守る「物流+備蓄」-災害という名の「兵糧攻め」と向き合うために-」  
苦瀬 博仁 氏 (東京海洋大学名誉教授、国土文化研究所研究顧問)
- 2) 講演2: 「有事の災害支援活動」津田 知之 氏 (佐川急便株式会社 東京本社 事業開発部 物流イノベーション推進課 課長)
- 3) パネルディスカッション: 「市民が安心できるための災害時の物流のあり方」  
座長> 矢野 裕児 氏 (流通経済大学 流通情報学部 大学院物流情報学研究所 物流科学研究所長)  
パネリスト> 苦瀬 博仁 氏、津田 知之 氏、江守 昌弘 氏 (株式会社建設技術研究所 取締役常務執行役員 東京本社長)

参加者数	343	社内	205	社外	138
		会場	69	WEB	274
回答者数	211	社内回答者数*	88	社外回答者数	123

\*質問「◆あなた自身についてお聞かせ下さい。②職業」に「7.CTIグループ」と回答された方の数としています

(1) 本日のセミナーをどのようにお知りになりましたか。

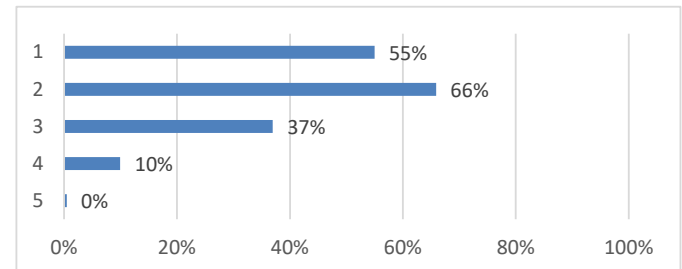
	件数
1. 弊社からのご案内 (郵送)	16
2. 弊社からのご案内 (メール)	59
3. 中央区の公共施設 (区役所や区民館など)	8
4. 町内会・自治会の回覧板やご紹介	0
5. 中央区内のイベント	0
6. 中央エフエムHello! Radio Cityの放送	0
7. お知り合い、友人からの紹介	31
8. 新聞記事	0
9. 弊社のホームページ	9
10. 弊社内のイントラ掲載情報	83
11. インターネット上の告知サイト (Peatix等)	1
12. その他	13



12.その他	社内運営スタッフからの紹介、御社の方より対面、直接のご案内、社内会議情報、会社からの紹介、貴社の営業の方からのご案内、職場内で周知された、上司からの紹介、株式会社建設技術研究所 九州支社 宮崎事務所からのご紹介、営業所からのチラシ案内、所属会社のインフォメーション、苦瀬先生の研究室卒業生を経由した部内告知、部内案内
--------	--

(2) 本日のセミナーに参加された動機をお聞かせ下さい。※複数回答可

	件数
1. 自己研鑽のため	116
2. 講演内容に興味があったから	139
3. 仕事や生活に役立つから	78
4. 講師に興味があったから	21
5. その他	1

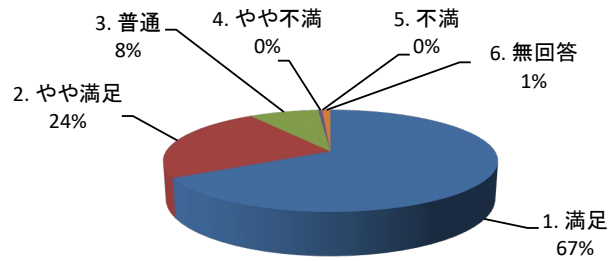


5.その他	池田先生よりご案内
-------	-----------

(3) 講演1（苦瀬氏）について

①「講演1」に対する満足度

	件数
1. 満足	141
2. やや満足	50
3. 普通	17
4. やや不満	1
5. 不満	0
6. 無回答	2



②「講演1」に対するご感想、ご意見がありましたらご自由にご記入ください。

**会場参加者回答**

・大規模災害時における緊急支援物資の確保がどれほど困難であるかがよく理解できた。
・東京で災害が起きた場合を考えると、国、自治体、個人の取り組みを考えるとゾッとする。備えあそばしを備えることを怠れば、人的災害もしくは第2災害がむしろ怖い。
・物流だけでなく備蓄の重要性も説いていただき、ありがとうございます。ただ、周囲で備蓄をきちんとやっている人はまだ少数で、心配です。
・物流においてもマスタープランを策定しておく考えは、なるほどと考えさせられた。物流拠点の検討も上位計画で方針が示されていれば、乱立等の抑制にもつながるのではと思った。
・物資は誰かが届けてくれるという意識は改めて、自分自身の生活に関わる防災対策への理解を深め、備えておきたいと思いました。特に、職場の物資の状況を知ることも大切だと思いました。
・東日本大震災をふまえ、備蓄の重要性を感じ公共・家庭などで備蓄は進んできたと思われませんが、最後にお話しいただいた防災都市計画の必要性を感じました。縦割行政の中で防災部局と都市部局の連携に期待したい。
・わかりやすい講演でよく理解できた。
・準備しつづけない、想定通りにならないことから、過去に学ぶ、多様なパターンを考えることなど、新たな視点を獲得することができた。
・物流は物を運ぶだけだと思っていました。その前後を全く考えたことがなかったので目からウロコでした。
・特に目新しい話（情報）はなかった。既にどこかで聞いた話。
・備蓄（個人個人の）の大切さを改めて悟りました。物流のインフラ人材についてアナログの大切さを実感しました。
・定量的に備蓄の必要性が理解できてためになった。物流施設確保の重要性がわかりました。
・平時と有時の違い、有時でも災害の規模、季節など条件の違いにより、準備すること、イメージすることの難しさを感じた。
・ありがとうございました。学びができました。
・"冬山に3泊4日で行けるための準備"は大変参考になった。
・行政への働きかけをお願いします。
・補給と備蓄に整理した考え方に共感。
・パワーポイントが見つかった。
・日頃聴けない貴重な内容でした。ありがとうございます。
・自身のところに届くと思っていたのはだめ、といったお話にハッと気付かされました。自身の備えをしていきたいです。
・地元企業としてろう城拠点の構築に貢献したいと思いました。

**WEB参加者回答**

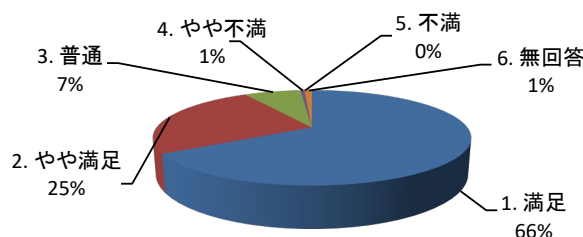
・我々に足りない視点で話をしていただける。
・2次拠点以降のモノの動きの重要性が把握できた。
・居住するマンションで理事をやっており、防災活動もソロソロとですが始めています。在宅避難のポイントなど貴重なお話をうかがいましたので、住人同士で共有しようと思います。ありがとうございました。
・分かり易いご説明をいただき、ありがとうございます。
・具体的な事例でとても勉強になりました。

・高齢者夫婦のみで生活していますので、大災害時の生き残り対策の重要性を再認識いたしました。
・ほしいものが欲しい時に手に届くことを追い求める時代が終わっていくという考えの転換を心掛けようと思いました。防災アセスメント、自分の身と1週間程度の生活は自分で守るという意識でこれからも備えます。
・無人島のお話は、備蓄について良いトピックだと思うので、周りにも広めたいと思う。スライド上の情報のソースが所々古いのが少し気になりました。貴重なご講演ありがとうございます。
・自助の概要を適切に説明され大変有意義であった。
・物流に関する基本的なことから実践的な話まで参考となることが多く興味深い話をありがとうございました。
・分かり易い説明をいただき、ありがとうございました。
・災害時に行政が助けてくれるとあまり期待しないほうがいい。できるだけ自分で備えたほうがいいと気づかせてくれました。
・具体的な例えを提示してくださったため、とてもわかりやすいお話でした。
・事前策として都市計画マスタープランのような自治体の基本計画に防災対策を盛り込んでおくというご意見はとても良いと感じました。
・改めて、自宅の備蓄、実家親戚との連携等、まず自助という意識を強く持てました。
・物資訓練が必要とのこと非常に重要と感じました。様々な場所で講演をし認知いただきたいです。
・とても分かりやすく勉強になりました。
・流通、運送は国交省の範疇だから、学問分野として以前の土木工学（今の？）のカリキュラムに組み入れたらいいと思います。
・小学生にも理解できる言葉使い、話術でわかりやすい講演であった。
・図を用いながらの講演でとても興味深く拝聴しました。
・災害時の物流の課題をわかりやすく整理され、平時から取り組まなければならない事柄を認識することができたので、有意義な講演であった。
・物流停止というインフラ寸断の影響を的確に捉え、行政・民間・地域の連携と機動性が不可欠であるという点を共有している内容は、大変示唆に富んでいました。
・2012年～2013年、復興事業にて福島にりましたが佐川急便さまのみロジ対応いただけた謎が解けました。本セミナーに参加してよかったです。ありがとうございました。
・自分は製品開発、営業を経て物流に携わることになりましたが、人材開発のお話は興味深く聞くことができました。
・防災×都市機能×備蓄×役割、気づきや考え方がとても勉強になりました。
・独特の感性での御話が面白かったです。
・とても勉強になりました。
・個人レベルでの備蓄ではなく、地域のインフラ回復に思いの外時間がかかることを知って、少し怖くなった。
・真面目なお話の中に少しコミカルな感じもあり、お話が聞きやすかったです。

#### (4) 講演2 (津田氏) について

##### ①「講演2」に対する満足度

	件数
1. 満足	140
2. やや満足	53
3. 普通	15
4. やや不満	1
5. 不満	0
6. 無回答	2



##### ②「講演2」に対するご感想・ご意見がありましたらご自由にご記入ください。

##### 会場参加者回答

・ありがとうございました。このような活動をされていたことに感動しました。 ※ボランティア活動とは思いませんが経費は誰がどのように負担されたのでしょうか。
・防災時の物資輸送は、書籍を読んで想像していた以上に困難を極めることがよく分かりました。

・国の災害⇒佐川急便デリバリ事業システムを理解できた。他県からの応援システムを構築していると思った。自治体へのシステム連携が重要。プッシュ型に国ができるという方法も重要であるとする。
仕分け⇒分配の方法等、自治体が任せる必要がある。問題点を共有して欲しい。ケースで管理大事。
・現場の実例を含めてご説明いただいた内容がイメージできて良かったです。
・具体的な震災のスケジュールを基にお話を聞いたため、次に来る首都圏直下型の地震では、もっと遅延すると思われる。
・災害時の物資輸送の実情が良く理解できた。
・これまで報道で少ししか認知していなかった物流の実情が知れて臨機応変な対応に感謝しなければと申しました。物流のリアルな情報が知れて、貴重な機会でした。
・被災地の映像を見ると車輛による物流の限界を感じました。状況に応じて、さまざまな手段を準備すべきではないかと思った。
・スライドの資料を配布してほしいです。
・現場の実務を理解できた。
・東日本大震災や熊本自身の輸送の状況の説明が、とても臨場感があり、自分事として感じられた。
・基本的に過去の災害事例の紹介。問題点⇒今後の解決方法等の話は無し。企業紹介。
・佐川急便の災害時物流のサポートの大変さと大切さを強く理解できました。もっと詳しく聞きたいです。（自治体のサポートについて）リアルな現場の話をもっと知りたいと思います。
・実経験から具体的な問題点を挙げられていて、わかりやすかったです。
・講演いただいた内容が具体的で、わかりやすかった。
・支援物資を物流の視点でとらえることが参考になった。
・パネルディスカッションでの発言が、特に印象的。やはり、経験者なのでしょう。物流と、自治体職員、兵たんづくり（物流の基地作り）など参考になった。
・被災地での当日～対応、課題を具体的に考えていただき、参考になった。
・具体的な話は大変勉強になりました。
・「小分けをすると運ぶことができない」は業者でなければわからないこと。参考になりました。
・広域連携という話がありましたが、国、都道府県、市町村の縦の連携というか、連絡会議のようなものはあるのですか。
・実経験の話は大変役に立った。
・経験談が聞けて良かった。
・物流業者として災害時にも社会的役割はしっかりと果たしておられることがわかりました。
・企業の姿勢というのがよくわかりました。現場での気づきというのが非常に勉強になりました。
・現場の経験を多く聞くことができ、大変参考になりました。

## WEB参加者回答

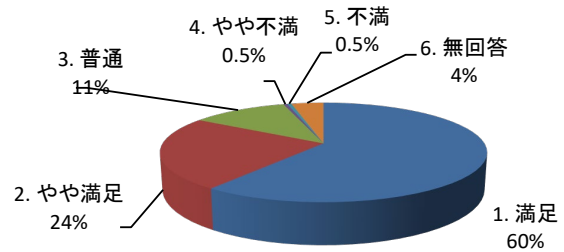
・物流会社の立ち位置は生のお話で興味深かったです。
・実際の現場のお話とても参考になりました
・オブラートに包んでいただけ具体的な事例紹介があり良かった。
・地震の時の拠点確保の困難さ、快適な輸送に向けた重要性が把握できた。
・被災地での多くの知見をお話しいただきありがとうございました。日頃からも身近なドライバーさん達に様々にお世話になっております。お話いただいた内容を共有していきたいと思っています。
・分かり易いご説明をいただき、ありがとうございます。
・実体験に基づく事例でとても現実味がありました。
・最前線で流通を担当されていた方の生々しい話を聞いて大変興味深く災害時の物流について考える一助となりました。
・大災害時の物資運搬は大変だと思っています。対応策の検討や現場の皆様のご苦労等、有難いと思っております。
・燃料確保（7割）や電源喪失対応によるBCPは企業規模からいって凄いです。
・現場経験に基づいた実感に刺さるご意見やご提案が多く、家族にも聞かせたいと思いました。
・WEB質問でとりあげていただきました「善意の寄付」について物流会社様視点でお答えいただき、勉強になりました。もっと現場の声が自治体や寄付する側に届くよう社会全体で努力していくべきかと思いました。貴重なご講演ありがとうございます。

・ご経験からの問題点が良く判った、課題と問題点が経験に基づいておられるので説得力があった。
・現場を体験していなければ聞けない話が多く、参考になった。
・過去の災害支援に関する内容についてよく理解できました。実際にこういった経験を得る機会は少ないので、自分の立場でどう動くことができるのか想像しながら聞いておりました。
・分かり易い説明をいただき、ありがとうございました。
・実際に被災地に物を運んでくれた物流会社の意見を聞く機会がこれまでなかったので参考になりました。
・実際に現場に関わられていた方のお話を聞く機会はとても貴重でした。
・事業者として物流の現状を知っている方のコメントは参考になりました。
・災害の現場での物資輸送の実情が聞けてとてもよかったです。
・時間がないので仕方ないですがかなり駆け足の感がありました。
・実体験に説得力がありました。苦瀬先生と同様に様々な個人、団体に周知し、自分事と捉える方を増やして頂きたいです。
・災害時の佐川急便からの視点でのお話が興味深かったです。
・物流拠点の稼働期間の管理に苦慮されたとのことですが、物流ネットワークと稼働時間を含めた統合システムと棚入れ棚卸などをソフトだけで解決するのは難しいでしょうか？そこをパッケージ化して、場所さえあればスモールに稼働させて、最適運用させられるかと思うのですが。
・発災時における実情を交えて説明があったので非常に参考になった。
・フロアからの質問（水没時の運送について）に現時点で返答できないものはできないと回答したほうが良かったのでは？
・実際のご経験に基づいたお話しで大変興味深くまた実務者ならではの問題点の指摘も大いに役立つものだった。
・災害時の物流でとても大変な思いをされたんだろうなと思いました。
・物流業界の抱える問題点や災害時の物流トラック手配における情報共有の重要性を認識することができた。
・物流企業の災害対応の現場感覚を知る貴重な機会であり、行政側の理論的議論と対比して、実務的な課題と解決策が具体的に説明されていたことが非常に有意義であったと思います。
・幅広く深い知識を大変わかりやすくお話しくださいました。今後も機会がありましたら講演・セミナーに参加させていただきたく思います。
・実体験に基づくお話しで、物流について考えさせられた。
・東日本大震災の時は愛知の工場にいて、連絡のつかなくなった気仙沼のトラック運転手が工場に戻って来た時にありったけの製品をお渡しして帰ってもらった事を思い出しました。当時のリアルな状況を興味深く聞くことができました。
・災害時の輸送のノウハウや重要性を理解できました。
・実際の緊急時に現場で関わった方ならではの緊張感が伝わりました。
・一般への周知が足りないとの事でしたので、共同で声明を出せばいいのではないのでしょうか？被災地は毎回異なるので、個配をやっている物流会社が一番小回りが利くと思いますので、ヤマト・佐川急便様に期待しております
・とても参考になりました。
・現場で起こっていることについて知見を得た。現状、設備や、関係者の連携が不十分でムダが多いことを知った。もちろん、関係者を批判しているのではなく、なにを改善すべきなのか手がかりを得た。
・運送会社さんのご苦労や裏話を聞くことができ、普段聞く機会がないので貴重なお話でした。物流を勉強してみたいと思いました。

(5) パネルディスカッションについて

①「パネルディスカッション」に対する満足度

	件数
1. 満足	127
2. やや満足	50
3. 普通	24
4. やや不満	1
5. 不満	1
6. 無回答	8



②「パネルディスカッション」に対するご感想・ご意見がありましたらご自由にご記入ください。

会場参加者回答

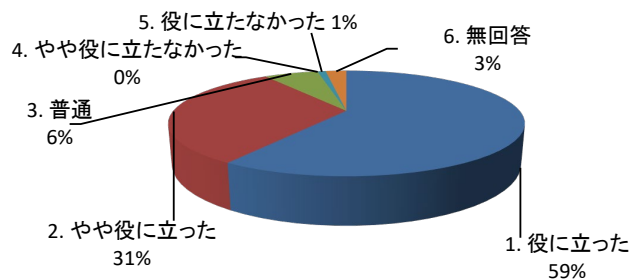
・時間の都合でパネルディスカッションは欠席しました。
・人材・技術等を加えることのサポートは大事である。官民連携が大切である。第2拠点の難しさがよく理解できた。広範囲での連携計画も必要と理解した。
・防災計画の範囲と被災時の運用に多様かつ柔軟に考え、特に自治体は上げた防災体制や依頼をしないことは不作為不法行為に近いと感じた。
・被災地での物流従事者や行政職員も被災しているため、実働できない可能性がある。広域的な支援も重要な役割と思う。季節によって必要な備蓄品も変わることは改めて意識できた。
・災害時に備えて、物流企業だけでなく各自治体が意識を高めていくこと、拠点となる場所を確保、認識しておくことが必要だと感じました。どこで地震が発生したとしてもスムーズな物流が行えるように受け入れ側も備えておくべきだと思いました。
・物流が中心で、被災者の視点があるとよかった。自治体の人には役立つセミナー。副題と少々外れている。
・災害時と平常時の違い、災害時保証を考える必要性を感じた。また生活も、災害時に最低限確保すべき生活レベルのコンセンサスが必要。
・ボンボン声で盛り上がらない！
・とても面白かったです。その前の2つの講演のお話が土台として入っていたので、わかりやすく興味深く聞けました。物流の世界がこんなに深いとは、思ってもみませんでした。止まることの恐さがすぎて想像できません。
・課題は多数出ているが、解決案に関する議論がほとんど無い。各種の供給が不足するのも、ある意味周知の事実。「こういう問題はあるが、解決方法は難しい」では参考にならない。
・物流インフラ人材の大切さを痛感しました。物流の変化に個人としての心構えを知らされました。司会（座長）の方の進め方がとても良かった。
・防災に対する考え方を改めるきっかけになった。
・広域連携というキーワードが多く出てきたが、行政サイドの人材が意見を述べてくれると尚よかった。
・もう少しスライドで意見を述べていただくとわかりやすいと思います。
・やはり人材育成、それと、状況についての司令塔が大事だと思う。物流についての自治体職員の訓練が必要だと思いました。
・学びたいテーマのむずかしさをあらためて感じた。
・荒川氾濫対策に参考になりました。
・二次拠点はとても脆弱で、臨時的に指定されていることを始めとして知っていた。二次拠点に対する重視が重要だと思っています。
・自助を再認識しました。
・最後のメッセージが本日のテーマを良く反映していました。
・難しいテーマ設定であるので話の焦点がぼやけると思う。何が大きな問題かを1部で講演いただき、パネルでは、絞り込んだ課題について議論した方がよいと思った。
・個々の専門家の意見を聞くことができた。
・人材に関するディスカッションは大変重要、興味深いところでした。物流業者のみならず地方自治体、行政サイドの人材も物流への理解が必要かと。
・専門的かつ現実のお話が多く聞くことができました。
・具体的で判り易かった。当事者意識をどう自覚させるか。速く、強力に推めてほしい。

## WEB参加者回答

・申し訳ありません、都合上、パネルディスカッションは退席させていただきました。
・幅広い内容のため、もう少し絞った論点とした方が良かったと思う。
・矢野さんの司会がとてもわかりやすくよかったです。
・いろいろな意見が聞けて参考になりました。
・もう少し時間があつたらよかった。（特に質疑応答）
・興味深い話題だったため意外に時間が短く感じるほどでした。色々と考えさせられました。
・避難訓練だけではなく物資訓練も必要という発言に共感いたします。
・質問時間を多めにとっていただきかったです。
・有意義なパネルディスカッションであった。
・住民の方から質問があつたように、もう少し現実に即した具体的な意見交換があると良いと思った。
・いろいろなご意見が聞けて勉強になりました。
・立場の違う方からの意見を色々聞くことができ勉強になりました。
・各々の立場からのお話大変勉強になりました。
・これが回答、という結果になりにくい討論なので大変だと思っています。ですが、聴講している私たちが自分事として考えるきっかけになりました。
・物流のための、実際に必要な施設について、自治体との連携が必要なのだなと感じました。佐川さん本当大変で ご対応くださったことに頭が下がりました。
・通信が途切れることなく全員の発言がとても聞き取りやすかったです。内容が広く問題点が多いため時間が足りないと感じました。
・防災用品だけ準備していれば何とかなるだろうという考えでは駄目だなあと痛感いたしました。
・備蓄拠点の重要性について言及があつたのは、新しい気づきになりました。
・公共施設・公共的施設の作り込み方について少し言及が足りなかったのではないかと。佐川急便の経験が10年以上経過しても反映されていないことが残念。コンサルタンツはソフトを活かせるハードの設計に取り組むべきで
・国・自治体や民間の災害時物流に対する考え方がいろいろあつて勉強になりました。
・市民、民間、行政等の連携の問題点を明らかにすることで、何をすべきかをあらかじめ認識して冷静に対処する事の重要性を認識することができた。
・特に気になる点としては、医薬品・水・食料など、誰がどのような基準で決めていくのか。災害が起こる前にこのところを透明性を持ちつつ決めてもらいたい。
・これまでメーカーはメーカー単位で物流を高度化してきましたが、競争は製品で、物流は共同へと変化して来ています。メーカーとして備蓄・補給の点で連携できる側面があるやもしれません。
・災害時の物流の重要性に気付かせていただきました。
・困った部分についてあまり言及がなかつたので、聴講初心者には具体例が細かく聞きたかったです。
・課題が山積ということはよく分かつた。災害は多様だし地域の事情も千差万別だから、完璧な方法はないのだろうが、少しずつでも改善していければよいと思った。
・最後に会場からの質問でニットを着ていたおじいちゃんからの深刻さが伝わる質問が印象的でした。
・行政の対応などややパネリストには答えづらい内容もあつたので、次回のパネリストは幅広い分野が入るといいと思う。

(6) 今回のセミナーを聞いて、自分事として今後の防災対策に役に立ちましたか。

	件数
1. 役に立った	125
2. やや役に立った	66
3. 普通	13
4. やや役に立たなかつた	0
5. 役に立たなかつた	2
6. 無回答	5



(7) セミナー全体に対するご感想、ご意見がありましたらご自由にご記入ください。

#### 会場参加者回答

・災害は忘れた頃にやってくると言いますが、忘れるとしても、その日は必ず来ます。3.11のことから我々は本当に学んでいるのだろうか。色々なことを常に発信してほしい。本セミナーもその一つと思います。
・災害だけでなく、サイバー攻撃で物流が止まるということも起きうることである。
・とても理解しやすかった。ただ、市民の手では頼れず、公のところの不備も感じた。もどかしかった。
・社会資本を通じて、市民の意識変容につながるセミナーと感じた。今後は、平時、災害時を場合分けしながら業務につなげられたらと思った。
・現在、道の駅に関連する業務で、“防災拠点としての活用”について検討しています。今回伺った内容をふまえて防災・物流拠点のあり方を再度認識する機会となりました。ありがとうございました。
・行政、企業、個人いずれも自分事として考えていく必要を感じた。備蓄品を体育館にという話があったが、実際は避難所として活用されているので、備蓄ダンボールハウスも加え教室に避難者、備蓄を体育館として分けした方が良いと感じた。
・行政、業者向けでなく、市民目線のセミナーであることが望ましい。元々それが目的のはず。供給側のみでなく被災者の立場からの講演者を一人追加し、パネルディスカッションは短くても良かったのではないか。
・地震、津波というよく話題になるテーマに対して、物流という通常と違った、そしてクリティカルな視点から取り込んでいて、とても新鮮で、刺激された。
・若手演者を入れたらどうか。
・「市民の方」という言い方が上から目線だなと感じた。物流の品質が今後保てないという意見はそうなのかなとも思うが、その根本原因、対策を議論していただきたい。
・興味深いご講演でした。災害時の対応等を深く知れました。
・セミナーの対象者をどのように設定しているのか疑問。個人・企業・自治体等、個人に絞って準備しなくてはいけないことに特化した方が良かったのでは？
・また今後参加し、リアルな話を聞きたいと思いました。
・自助の重要性を理解しました。
・30年以内に70%と言われる首都直下地震。江東5区にはマイナス地域が広がり、荒川氾濫が予測されている。1Fや地下のスーパーやコンビニに食料を依存している住民は250万人と言われ、それらが浸水し、崩壊すると予想されており、テーマに期待して参加した。
・災害時における物流はたくさんの課題があります。
・区や都の災害担当者が、災害時のサプライチェーンを勉強していただきたい。
・自分も自治会役員をしていて、災害避難訓練等に参加するので自助の重要性が認識されている。
・大変有意義な会社の取り組みだと敬服いたします。細かなテーマでも良いのでセミナーの継続を望みます。
・中央区に住動している聴講者が多いと思うので、もっと中央区寄りのお話でも良かったのではないのでしょうか。
・資料配布をお願いしたい。
・生活に身近なテーマで良かった。
・首都直下型地震などを想定して傍聴いたしましたが、今回のセミナー内容はその準備として必要な、考えさせられるものでした。ありがとうございます。
・災害時を想像するいい機会になりました。
・今後共続けて、深めて欲しい。

#### WEB参加者回答

・是非とも継続してほしい。
・興味深く 拝聴させていただきました。
・紙の上での計画ではなく、実際のところどうなんだという視点での内容だったと思います。非常に考えさせられ多くのヒントをいただきました。ありがとうございました。
・有意義なセミナーを開催いただき、ありがとうございました。
・話題を災害時物流に絞っていたため集中して聴講することが出来たと思います。
・非常に分かりやすく、刺さるセミナーでした。家族にも見せたいくらいなので、公式HPにて期間限定で良いので配信していただきたいです。
・具体的な災害での津田さんの話が大変興味深かった。
・実際に物流インフラ計画を策定して実施（訓練等）している自治体があるのか伺いたかった。熊本県や熊本市は現在どのように対応しているのか？

・物流の現状、災害時の問題を知る良い機会になった。
・地震はいつどこに来るかわからないので、自宅の備えも大事だし、遠距離旅行の際も訪問先のハザードマップの確認や少量でも災害時に役立つようなキットの携帯などもしていこうと思います。
・webでも開催され多くの方が講演を聞くことができたと思います。こういった内容は建設に関わらない人にも重要な内容であることから幅広い分野の方が参加するような仕組みになるといいと思います。
・貴重なセミナー参加の機会をいただき、ありがとうございました。
・避難経路やハザードマップでの危険箇所確認などは意識していたが、その避難先の物資状況は意識すらしていなかったので気づきになった。また、その物資輸送は多くの関係者や影響因子が介在し、対策が十分にされていないと災害時にその特性が弱点になることが理解できた。
・物流に関して自治体職員はもっと勉強してほしい、との言葉が心に刺さりました。
・セミナーを企画していただき、ありがとうございました。
・改めて災害について我が事として感じる事が出来ました。
・自社の機器の音声の調子が悪く聞き取れなかった。スライドの文字がぼやけてて見づらかった
・本セミナーはとても役に立つのでどこかで配信することも検討頂ければと思います。また、第2弾も開催していただきたいです。
・物流の見えない裏側事情などが話題になり参考になった。
・災害直後は意識も高いですが、少し時間が経つと忘れてしまいがちで・・・でも、日頃からの準備、訓練等の必要性を改めて感じました。
・もう少し、地域の方のご意見がうかがえる時間配分であれば有意義だったかと思われまます。
・質疑・応答の時間がもう少しあっても良かったと感じました。
・質疑に答える時間が足りなかったのではないかと。特にWEB参加者からの質問に対しては、事務局側である程度内容を把握できる時間があつたはずなので、同じ内容に関する質問について答える努力が必要であったと考えま
・防災分野のシステム不全がよく理解できた。質疑応答がもう少し長くと良かったのでは。
・継続して災害時の物流の問題を予め議論しておく必要があると感じた。
・東日本大震災を経験しているので、このようなセミナーは有難いです。
・当該セミナーでは、災害時の社会インフラ等の現状がメインで議論されていましたが、今後より具体的な行動計画や官民協働のガイドラインを作成する必要があると感じました。
・過去の振り返りから今後の展望までと、幅広い内容で大変有意義な講義でした。貴重なセミナーに参加できたことに感謝いたします。
・今回は地震に焦点が当たっている印象だったが、近年は豪雨災害が毎年話題となっており、自身も台風による物流の停滞を体験したことがあるため、過去のことと思わず、これから自分が何をしていくべきか考えるきっかけに
・我が国がおかれている現状や課題について理解できた。
・自分のできること、季節ごとの備えに対する具体的な日数がわかったことは収穫でした。ありがとうございました。同時に、専門の先生方にも実際に現場に立ったことがある方でも、『どうなるかわからない』が多く聞こえたように感じ、未曾有の事態の難しさもわかりました。
・今後も参加させていただきたいと思います。
・自然災害が増えている近年考え方や生き方を変えていかなければならないと考えさせられる機会になりました。
・知識豊富な方々のお話を聞くことができ、とても勉強になりました。苦瀬先生がおっしゃっていた誰かが何とかしてくれるではなく、自分でなんとかするという気持ちを持つ！ことが大事だと改めて思いました。

- (8) 今後、どのようなテーマのセミナーに参加してみたいですか？ご希望のテーマや講師がありましたらご自由にご記入ください。今後のセミナー開催の参考とさせていただきます。

#### 会場参加者回答

・朝日新聞の近藤康太郎氏（田舎から米を通して日本を考える）、尾藤川柳氏（川柳家）江戸の防災を川柳から思
・今後発生するであろう富士山等の災害をどう予想するかを知りたい。ボランティア等の人材活用は？
・災害時のご遺体の取扱いなどについて。
・今回のテーマを深耕して欲しい。首都圏直下型地震もあるため。
・今後の道路のあり方、観光インバウンド、将来の国土づくりのあり方等。
・昨年のように、会場参加者に〇×形式のクイズを企画すれば良かったと思います。例えば、備蓄に関するクイズなど。
・防災やICT、AI等の研究内容に関心があります。

・温暖化、人と動物の関係
・都市交通と気象災害の防災システム
・物流の品質が今後保てないという意見はそうなのかなとも思うが、その根本原因、対策を議論していただきたい。
・道路啓開等のトレンド
・今回と同じくBCP関連（企業）；水害BCP、運輸BCP
・中央区内マンションに住んでいます。都内のマンションが年々多くなり、管理の問題と災害時の対処方法いろいろ講座が開かれています。もっとマンションの住民（外国人）と会社が協力する形（災害をむかえる方法）を国に働きかけて欲しいです。その流れをまた、セミナーで聞きたいです。
・DX、グリーンインフラ、エリアマネジメント、歴史（土木施設、地域）
・物流事業のBCP
・荒川氾濫防災計画。いかに誰も取り残さない計画をつくれるか。住民一人一人はどうすれば良いのか？
・観光交通など、交通・道路に係るセミナー
・東京の水辺空間の活用策
・地方都市の公共交通の維持と将来像
・立地適正化計画において成功した事例紹介
・浜町エリアマネジメントの活動を紹介しては。
・国土強靱化関連テーマ
・都心部での地域コミュニティづくりに関するテーマ

#### WEB参加者回答

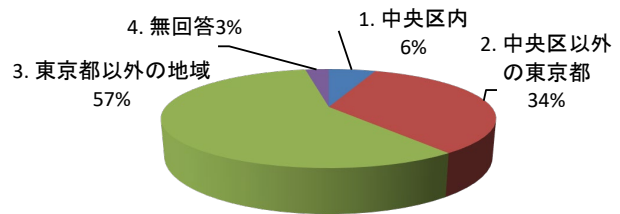
・火山噴火における物流について
・PFASについて詳しい話が聞きたいです。
・物流関係
・防災・減災への取り組み ・流域治水への取り組み
・遠隔物資受入拠点からの配送について興味がございます。
・防災
・防災に関するセミナーで、様々な観点からテーマを設定してほしい。
・地域防災として、自治会や若い世代のマンション住人が進めるべき取組について、ぜひ20代や10代に上手く届きそうなセミナーを見たいです。
・災害時の上下水道について
・被災者の避難行動に関する改善策の研究例があれば聞いてみたいです。
・リニア新幹線の工事に係る問題。特に、自然環境への影響。
・AI関連の話題がホットだと思います。AIを活用した建設における技術はたくさんの講演があるので、可能であれば資金の流れが現在どういう方向になっており、建設にその資金が来るにはどうしたらいいのかという話に興味があります。
・防災
・BCPをもっと（基本的なことも含めて）理解できるようなセミナーがあればよいと思います。
・技術者教育
・都市づくり
・北海道の地震では大規模なブラックアウトがありました。今後同様な事があった場合の対応、またそうならない為にどう取り組むのか。
・災害時の環境対策
・現代の社会問題に沿ったもの
・日本は災害が多いので、このような誰の身にも起こりうることをテーマにしたセミナーは、今後も参加したいと思いました。
・現実的にインフラのハード対策はコストやトリアージが必要になります。ソフト対策について議題化されたらよいかなと思いました。
・電力化・無人化・AI化の中での防災・減災対策の在り方
・同じテーマで継続して追っていくのも面白いと思います。
・都市部の空き家問題をテーマにした講演

・災害時における重要文化財の現状などが知りたいです。
・防災・減災のテーマには積極的に参加をしています。「災害時のインフラと医療」についてのセミナーがありましたら参加してみたいです。ヘルスリテラシーの視点からも減災について学びたいと思いました。インフラと物流、医療がテーマですがどうぞよろしくお願いいたします。
・苦瀬先生の提唱されるソーシャルロジスティクスについて直接お話を伺いたい。
・課題に対する具体的な対策、最新技術の活用可能性（ドローンを活用した支援物資の運搬、災害の予防等）や技術的なアプローチ（評価方法等）に着目した発表を見てみたいと感じた。
・各被災地への物資支援の最適解（少し離れた地点からの物流網の構築等）
・今後、このようなテーマのセミナーに参加したいと思います。社会、自治体、企業と同じように一般市民も同じように具体的に何をすべきかを知りたいと思いました。
・富士山噴火、火山灰によるインフラへの影響と復旧への道のり
・防災まちづくり
・震災対応時のヤマト運輸さんのお話 運送会社さんからの国への要望など

◆あなた自身についてお聞かせ下さい。

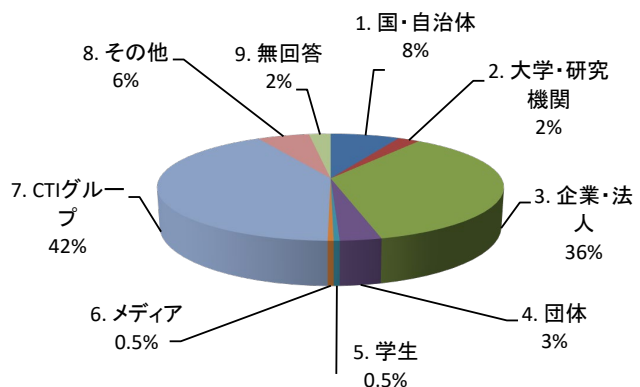
①お住まい

	件数
1. 中央区内	12
2. 中央区以外の東京都	72
3. 東京都以外の地域	121
4. 無回答	6



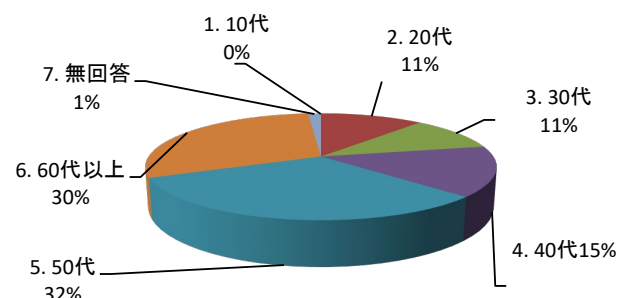
②職業

	件数
1. 国・自治体	16
2. 大学・研究機関	5
3. 企業・法人	76
4. 団体	7
5. 学生	1
6. メディア	1
7. CTIグループ	88
8. その他	12
9. 無回答	5



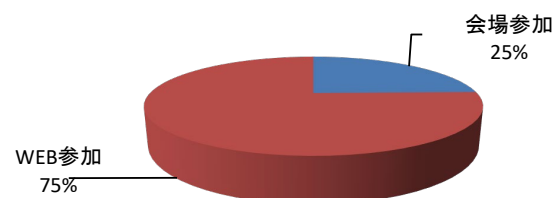
③年代

	件数
1. 10代	0
2. 20代	24
3. 30代	22
4. 40代	32
5. 50代	67
6. 60代以上	63
7. 無回答	3



④参加形態

	件数
1. 会場参加	52
2. WEB参加	159



◆オープンセミナー講演録

◇講演1: 「いのちを守る「物流+備蓄」

—災害という名の「兵糧攻め」と向き合うために—

国土文化研究所研究顧問、東京海洋大学名誉教授

苦瀬 博仁 氏

本日の講演タイトルは、「いのちを守る「物流+備蓄」—災害という名の「兵糧攻め」と向き合うために—」です。兵糧攻めという言葉は、戦国時代を思わせる少し古い表現ですが、現代の災害対応にも通じる重要な視点を含んでいると思います。

少し考えてみたいと思うのですが、世界の主要都市の多くは川に面しています。ニューヨーク、パリ、ロンドン、そして東京もそうです。これは、自動車や鉄道が発達する以前の時代において、川を利用した舟運が最も効率的な物資輸送手段だったからではないかと考えています。

また、戦国時代にはさまざまな戦法がありましたが、その中でも兵糧攻めは、物資の供給を断つことで敵を追い詰める方法でした。こうした歴史的な背景を踏まえると、私たちの生活において物資の供給がいかに重要であるかが改めて認識できます。

日常生活を振り返ってみると、通勤や通学、買い物や通院など、交通の目的はさまざまですが、買い物は身近なものの一つではないでしょうか。そして、買物をした後には自ら物を運んで帰宅します。つまり、生活の中で「物を運ぶ」という行為は非常に重要な役割を果たしているのです。

ひとたび災害が発生すると、皆さまもご存じのように、物資の供給が滞る事態が起こります。昨年のセミナーでは災害の被災直後における「避難」に焦点を当てていましたが、今年は「避難後の生活物資の確保」にテーマを移し、どのようにして食料や日用品を手に入れ、生き延びるかを考えていきます。

ここで、過去の災害を振り返ってみましょう。東日本大震災では、国道の復旧に1週間、高速道路の復旧には2週間を要しました。このような状況下では、物資が届かないという事態が多く発生しました。私自身の経験では、震災直後から東京の店舗でカップ麺やお

### 1. 過去の震災の教訓

#### 1-1 東日本大震災

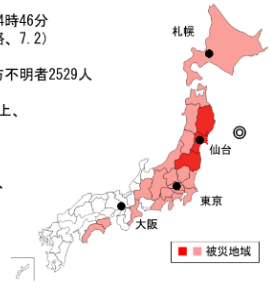
被災規模 2011年(平成23年)3月11日14時46分  
マグニチュード9.0(阪神淡路、7.2)

人命被害  
死者15899人、負傷者5700人以上、行方不明者2529人

建物被害  
全壊11万3千戸以上、半壊14万6千戸以上、  
一部損壊52万1千戸以上

インフラの復旧  
国道復旧1週間、高速道路復旧2週間、  
新幹線全線復旧7週間(4月29日)

救援物資が届かなかった理由  
1) 備蓄・在庫ゼロのスタート  
2) 物流のプロの不在  
3) 流通経路の断絶と情報遮断  
4) メーカー・卸小売業者の施設の被災  
5) 車両・燃料・ドライバーの不足



2

Slide 1:過去の震災の教訓：東日本大震災

にぎりが品薄になるという現象を目の当たりにしました(Slide 1)。


東北で発生した地震の影響が東京にまで及ぶという事実は、物資供給の脆弱性を示しています。被災地では、津波によって備蓄が流され、在庫が失われ、物流のプロフェッショナルの数が限られていて輸送や保管や荷扱いに手間取ったことなど、さまざまな要因が重なって物資の供給が困難になったのです。

物流とは単に物を移動させることではなく、その前後の準備や仕分け、受け渡しなど多くの作業を含んでいます。引っ越しを経験された方なら、移動そのものよりも、準備と片付けの方が大変だったという記憶があるのではないのでしょうか。

災害時には、施設の被災、車両や燃料の不足、ドライバーの確保など、さまざまな課題が発生します。つまり、物流が成り立つためには多くの条件が必要であり、それらが整って初めて実現できるのです。

### 石巻総合運動公園の物資集積場所

(資料提供、佐川急便)

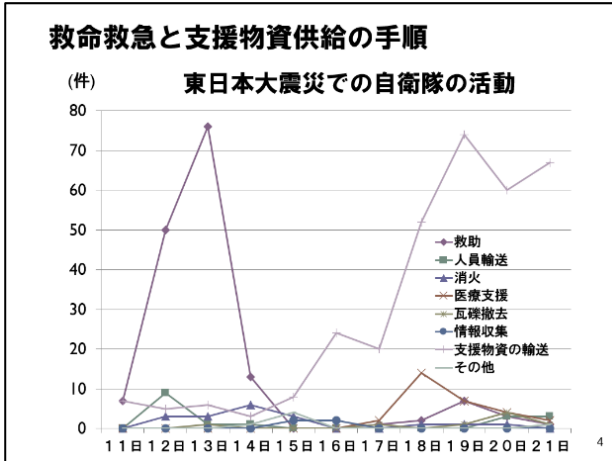


3

Slide 2:石巻総合運動公園の物資集積場所

石巻の総合運動公園では、このように物資の集積と仕分けが行われました (Slide 2)。

また、被災直後の自衛隊の活動を示した資料によると、震災発生後の最初の 72 時間は救命救助が最優先され、その後に支援物資の輸送が始まっています (Slide 3)。



Slide 3: 救命救急と支援物資供給の手順  
東日本大震災での自衛隊の活動

このように、災害発生直後は避難と救助が最優先され、物資の供給はその後に続くこととなります。したがって、最初の数日間をどう乗り切るかが重要な課題となります。

熊本地震の際には、アクアドームくまもとが物資集積所として活用され、避難所からの要望に応じて物資が供給されました (Slide 4)。

### 1-2 熊本地震

2016年 (平成28年)  
4月14日21時26分、マグニチュード 6.5  
4月16日01時25分、マグニチュード 7.3

**熊本市の集積所:**  
アクアドームくまもと、市観光政策課  
集積所の運営管理は、運送事業者が行う。  
パレットやロールボックスパレットを利用。



### 物資配送依頼表

品名	数量	単位	備考
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...

Slide 4: 熊本地震: 熊本市の集積所

多くの皆さんが物資の支援に協力しましたが、首都直下型地震のように被災規模が大きくなると、支援も限界に近づくことでしょう (Slide 5)。

### 企業による救援物資供給の例

**メーカー**  
明治: ミルクアレルギーでも飲める商品を含めた粉ミルクを提供  
日清食品: 約20万食分のカップ麺を提供  
花王: 紙おむつや生理用品、ハンドソープなどを提供

**小売業者**  
セブン&アイ: 益城町へ13時におにぎり1000個、14時に水(2L)1000本を届ける予定(4月15日)  
熊本県庁に紙おむつ・おしりふきを支援(4月20日)  
ファミリーマート: 益城町役場に午前中に緊急支援物資を配送(4月15日)  
水5万4000本を宮崎県小林市の専用工場から熊本県に提供(4月17日)  
ローソン: 熊本県に夕方までに救援物資を配送(4月15日)  
ユニーグループ: 被災地へ緊急支援物資(4月19日)  
イオン: 日本航空と共同で緊急避難用大型テントや毛布を輸送して提供  
セブン&アイ: 水やおにぎりのほか生理用品、紙コップなどを提供

**物流会社**  
日本通運とヤマト運輸: 内閣府の支援依頼と協議(4月14日)  
緊急物資輸送受け入れ態勢を整備(4月16日)、輸送開始(4月17日)  
日本通運: 佐賀県鳥栖に緊急支援物資を受け入れる拠点設置。(4月16日)  
食料品や粉ミルクなどを集め、熊本県内の被災地に輸送(4月17日)  
ヤマト運輸: 福岡県久山町に拠点設置。日用品などを被災地に輸送(4月17日)  
佐川急便: トラック協会の要請で、避難所への配達業務を担当(4月18日)  
JR貨物: 吹田から臨時貨物列車を運行。救援物資を無料輸送(4月19日)

参考: <http://www.kyushu.biz/council/1/141516.html> 日刊工業新聞電子版 2016/04/18

Slide 5: 企業による救援物資供給の例

災害時には、まず避難、次に救援、そして補給という順序になります。その過程において、「生活物資が途切れない」ことが極めて重要です。また、その後の復興に向けては、物資供給から産業振興へと段階的に進んでいきます (Slide 6)。

## 2. 災害時の補給計画と生存計画

### 災害のカタストロフィー

**防災計画**  
(耐震、壊れない)  
(耐火・耐水、失われない)  
(生存、途切れない)

**復興計画**  
(景観・環境、文化・エコづくり)  
(交通問題、わが家づくり)  
(住宅建設、街づくり)  
(産業振興、職づくり)  
(物資供給、食づくり)

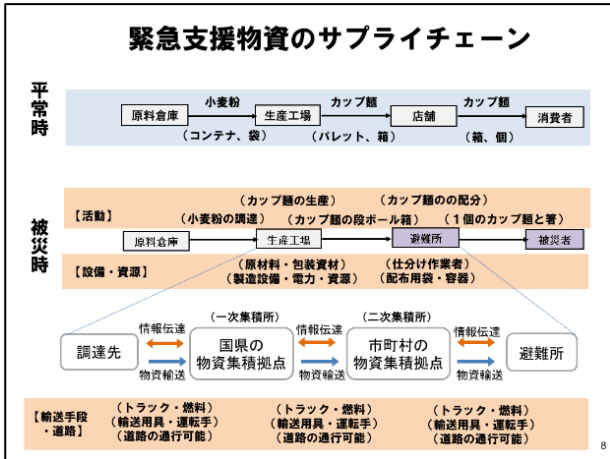
**補給(届ける)計画**  
自助: 家庭、職場、学校など  
共助: 自治会、町内会、マンション組合  
公助: 自治体、政府など

**生存(途切れない)計画**  
サプライチェーン: 食料品、日用品など  
ライフライン: 上下水、電力、燃料、情報など

**避難計画**  
(補給、助ける)  
(救援、助ける)  
(避難、逃げる)

Slide 6: 災害時の補給計画と生存計画

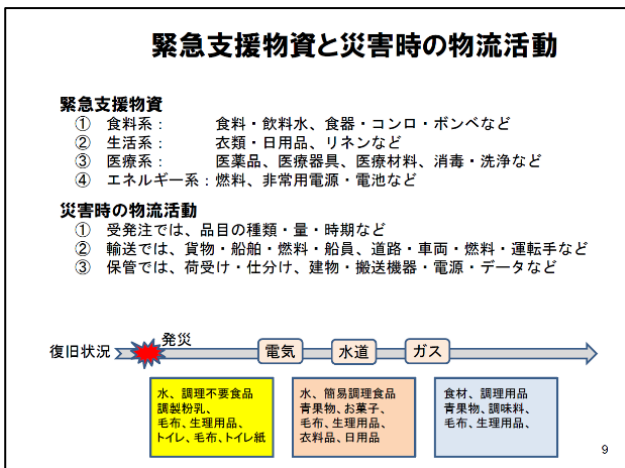
災害時の緊急支援物資のサプライチェーンは、平常時の工場から店舗へのサプライチェーンとは大きく異なります。災害時には、国や県、市町村の物資拠点を經由して、被災地の避難所に物資を届けます。ですから、普段の店舗への配送のように決まった道や慣れた道を使うわけにはいかず、慣れないルートや初めてのルートを通ることも多いことでしょう。つまり、災害時は通常の物流ルートではなく、慣れない場所で物資を集め、慣れない道を通り、慣れない場所に届けることとなります。ですから、非常に困難な仕事になります (Slide 7)。



Slide 7: 緊急支援物資のサプライチェーン

さらに、運ぶ品物の種類や内容も平常時とは大きく異なります。食料、生活用品、医療品、エネルギー関連など、多岐にわたる物資が必要になります。

もちろん、電気が通っていればエネルギー供給は不要ですし、水道が正常に働いていれば飲料水を運ぶ必要はありません。しかし、災害の種類や被災状況によって物資の種類や量も異なり、急に水や電力を供給しなければならない状況なども発生します (Slide 8)。

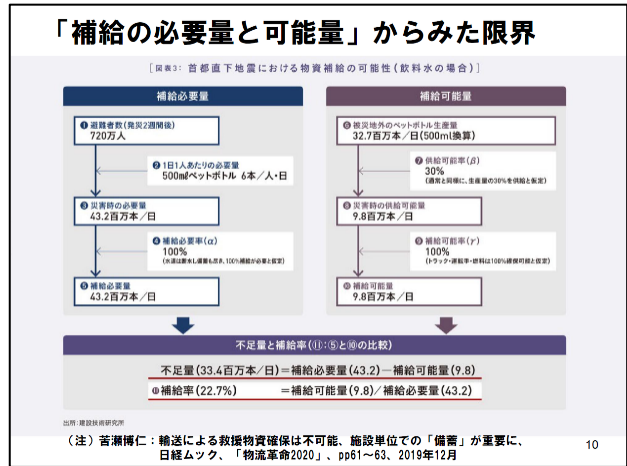


Slide 8: 緊急支援物資と災害時の物流活動

また、災害の種類によっても支援活動の内容や難易度が変わります。地震は突然発生しますが、台風であれば数日前から予測できるため、懐中電灯の準備など事前対応が可能です。しかし、予測できない災害では事前の準備が難しいからこそ、多様な事態を想定して備えることが重要になります。

これは、以前に試しに計算してみた例です。もしも首都直下地震で水道のネットワークが半分程度機能し

なくなり、その水をすべてペットボトルで運ぶとしたら、どれくらい補給できるのか、という計算です。いろいろな仮定で異なりますが、一例を示すと、補給率はわずか22%でした (Slide 9)。



Slide 9: 「補給の必要量と可能量」から見た限界

もちろん仮定や条件によって変わりますが、仮に全国からペットボトルを集めて運べたとしても、必要な水の2割程度しか賄えないことが分かりました。つまり、「いざというときには補給で何とかなると考えていては危うい」、ということです。やはり補給が難しいとなれば備蓄を考える必要があります。

そこで、緊急支援物流の対策と課題についてお話しします。「災害という名の兵糧攻め」に遭った場合、対策は二つしかありません。一つは補給、もう一つは備蓄です (Slide 10)。

### 3. 緊急支援物流の課題

#### 課題1: 補給の限界による備蓄対策の必要性

##### 補給(輸送)は、極めてリスクが高い

- 1) 自分に必要な物資は十分にあるか? → 工場や倉庫に在庫があっても不足。
- 2) 道路は、すぐに通行できるか? → 直ちに通行はできない。
- 3) 輸送するトラックは十分にあるか? → トラック、運転手、燃料が不足。
- 4) 物資が届けば仕分けできるか? → 保管作業の人も場所もない。
- 5) 仕分けたりする人は十分にいるか? → ノウハウを知らない混乱だけ。
- 6) 危険物取扱者は十分いるか? → 他の業務もあり、手が回らない。
- 7) 水道で、飲料水は供給されるか? → インフラの破断で、手に入らない。

##### 備蓄(在庫)対策の考え方

- 1) 災害時の物資の需要量 = 平常時の需要量 + 災害による需要量の増加
- 2) 平常時に、毎日配送されてくる物資も、備蓄対象
- 3) 備蓄物資は、食料系、生活系、医療系、エネルギー系

Slide 10: 緊急支援物流の課題: 補給の限界による備蓄対策の必要性

補給対策の第一の課題は、「補給は本当にうまくいくのでしょうか」というものです。補給には非常に大

きなリスクがあります。必要な物資が十分にあるのか、道路は通行可能なのか、輸送するトラックは確保できるのか、物資が届いた後に仕分けする人員はいるのかなど、これらの条件がすべて揃わなければ、補給はできません。

東日本大震災の際には、燃料不足でトラックが動かないという事態も起きました。ふだん、私たちはコンビニに行けば容易に物を手に入れる生活を送っていますが、それは多くの条件が整っているからこそ成り立っているのです。例えば、車が故障した、燃料がない、運転手が病気になった、工場が停電したなど、どれか一つでもトラブルが起きてしまうと物流は止まってしまいます。

ですから、補給にはリスクがあるということを理解し、備蓄の重要性を改めて認識する必要があります。

補給対策の第二の課題は「供給か、補給か、備蓄か」の相互関係です。先ほど水道の話をしました。もし水道管が無事で使えるなら、ペットボトルの水を運ぶ必要はありません。しかし、水道が止まった場合、どうやって補給するのか、本当に補給できるのかという課題が出てきます (Slide 11)。



Slide 11: 供給・補給・備蓄の相互関係での課題

例えば、飲料水の工場が稼働し、電力もあり、原料の水も確保でき、ペットボトルも十分にあり、運転手やトラックも揃っていて、道路も通行できることなど、多くの条件がすべて整えば補給は可能です。しかし、どれか一つでも欠ければ、補給はできません。その場合は備蓄に頼るしかありません。

ですから、水道管の強化、補給体制の整備、そして備蓄の充実、この三つを同時に進めなければならないと考えます。

補給対策の第三の課題は、技術的な課題です。補給には準備しきれない部分があります。だからこそ、過去の災害から学び、想定外に備えて多様なパターンを考える必要があります。避難訓練や救助訓練は昔からありますが、避難後に「物資をどう届けるか」「誰がどの役割を担うか」という補給訓練はあまり実施されていません (Slide 12)。

### 課題3：緊急支援物流のための技術的な課題

**事前の準備**

- ① 準備しつくせないからこそ、過去を学ぶことで演習する。
- ② 想定通りにならないからこそ、多様なパターンを想定する。

**技術的な課題**

- ① 支援物資：行政と民間の物資の調整、物資の受け渡しのルール化。
- ② 受発注：受発注管理と在庫管理の統一
- ③ 物流管理：集積所の設定方法、在庫配置・品目別管理
- ④ 作業管理：専門家に管理を委託、危険作業の排除
- ⑤ 配送管理：配送順序、優先順位の設定
- ⑥ 情報共有：国・県・市町村での情報共有の方法確立

**留意点**

- ① 犯罪防止 (空き巣、詐欺、転売など)
- ② モラル・ハザードの防止 (重複発注、協定無視、偽装被災者など)
- ③ フェイク・ニュースの防止 (危うい情報、噂など)

13

Slide 12: 緊急支援物流のための技術的な課題

「避難すれば誰かが物を届けてくれる」という考え方は危険です。授業で話すとき、「誰かが助けてくれます」と考えている学生たちには、私はこう答えます。「年配の私が若いあなたに物資を届けるのではなく、あなたが私に物資を届けてほしい」と。

つまり、「誰かがやってくれる」ではなく「自分ができることを考える」ことが重要です。

例えば、物資の補給において、具体的には以下の点が心配です。

- どの物資を、どのように受け渡すか
- 発注方法
- 荷物の置き場所や管理方法
- 誰が配送し、誰が受け取るか

さらに、犯罪防止やフェイクニュース対策も必要です。これらを事前に準備しておくことが求められます。

先に申し上げたように、「補給が難しければ、籠城のための備蓄」です。城下町の城には蔵や井戸があり、

米を蓄えていました。それと同じように、私たちが備蓄をしなければなりません。メーカーや小売業者が備蓄を考えてくれています、それだけに頼るのは危険です。東日本大震災では東京ですら物資が不足しました。企業に頼ると同時に、自分自身でも備蓄を進める

## 4. 籠城のための備蓄対策

### 補給を補う備蓄対策

**家庭における「防災グッズの備蓄」**（避難、避難所・被災地外）

- ① 避難時の非常持ち出し袋
- ② 避難先での生活用品

**家庭における「食料品と生活物資の備蓄」**（籠城、自宅避難）

- ① 家庭内における食料品と生活用品の備蓄（最低1週間分）
- ② ネットワークの断断に備える備蓄（上下水、電力、燃料、通信など）
- ③ ローリングストック（買置きと消費分の買足し）

[https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/foodstock/gui/debook/pdf/gui\\_debook-3.pdf](https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/foodstock/gui/debook/pdf/gui_debook-3.pdf)

**職場における「食料品と生活物資の備蓄」**（籠城）

- ① 帰宅困難者の収容対策（来訪者、来街者）
- ② 職場勤務者の籠城対策（従業員）

14

Slide 13: 籠城のための備蓄対策: 補給を補う備蓄対策

必要があります (Slide 13)。

備蓄対策の第一の課題は、「家庭や職場での備蓄」です。家庭では、防災グッズや非常用持ち出し袋、食料品や生活用品の備蓄が必要です。上下水道や電力、燃料の備えも重要です。ローリングストック（少し余分に買いためておき、使ったら補充する方法）も有効です。

備蓄に関しては、私はよく「冬山に3泊4日行く準備」「夏の無人島に4泊5日行く準備」をイメージしてくださいと話します。冬なら毛布、夏なら蚊取り線香など、具体的に想像することが重要です。

職場でも備蓄は必要です。帰宅困難者やオフィスでの籠城を想定し、食料や生活物資を備えておくべきです。極端な例になりますが、今ここで大きな地震が起きても「この施設には米も水もあるから1週間過ごせる」という状態なら安心です。そうした施設が増えれば、災害に強い街になります。

備蓄対策の第二の課題は、「備蓄の現況と政府・自治体の対策」です。データはやや古いものですが、家庭での備蓄は半数程度にとどまっており、仙台ではやや多い傾向があります (Slide 14)。

農林水産省は「家庭用食料品備蓄ガイド」を作成し、

## 「備蓄」の現況と政府・自治体の対策

(1) **家庭における備蓄の現況**

- 1) 東京都の調査（平成27年（2015）2月公表）、飲料水と食糧の備蓄家庭は65.2%と49.5%（ただし賞味期限切れ・未確認が、25.6%）
- 2) 仙台市の調査（平成26年（2014）8月時点）、備蓄家庭は、77.0%（半数は2~3日分）
- 3) 農林水産省消費者モニター調査（平成27年（2015）3月26日公表）、備蓄家庭は、59.4%

(2) **家庭における備蓄対策**

農林水産省の「緊急時に備えた家庭用食料品備蓄ガイド」（平成26年（2014）2月5日）

- 1) 最低限の備蓄は、水（1人1日1ℓ）、米（2kg、27食分）、缶詰、コンロとボンベなど
- 2) ローリングストック（流通備蓄）（「買い置き」し、消費した分購入）で1週間の備蓄

(3) **オフィスにおける備蓄の現況**

総務省の15府省に対する「災害時に必要な物資の備蓄に関する行政評価・監視の結果に基づく勧告」（調査対象：19府省178機関）（平成27年（2015）7月24日）。

- 1) 非常時優先業務等の実施に必要な物資の備蓄の推進、
- 2) 帰宅困難者の受入対策の推進、
- 3) 備蓄物資の保管の適正化等の3項目の、改善措置の明示。

(4) **オフィスにおける備蓄対策**

東京都、「東京都帰宅困難者対策条例」（平成24年（2012）3月制定、翌年4月から施行）

- 1) 都民に一斉帰宅の抑制の依頼
- 2) オフィスや工場などに、従業員の一斉帰宅抑制、従業員向け備蓄、帰宅困難者受入
- 3) 従業員向けの備蓄例、

15

Slide 14: 「備蓄」の現況と政府・自治体の対策

家庭での備蓄対策として、水や米、缶詰などの準備を推奨しています。オフィスでも非常時の優先業務とともに物資備蓄を進めるガイドラインが示されています。近年は帰宅困難者の受け入れや垂直避難も求められ、東京都では条例も制定されています。

最後に、「都市の防災計画」についてお話しします。避難場所や延焼防止帯、耐震・耐火構造などは重要ですが、生活物資の確保も不可欠です。避難場所を「籠城拠点化」し、小学校や体育館を防災拠点として整備することが望まれます。

通常利用と災害時利用を兼ねる設計、例えば体育館を強化しトラックによる物資の搬入を可能にするなどの工夫が必要です。調整池が普段はテニスコートとして使われ、災害時に防災機能を果たすように、学校や体育館も平常時と災害時の両方に対応できる設計が理想です (Slide 15)。

## みんなで考えたい都市防災計画

**避難場所の籠城拠点化（耐震・防火から籠城へ）**

- ① 耐震と防火の計画（従来からの計画）
- ② 避難場所の籠城拠点化（学校、公共施設の、耐震・防火と備蓄）
- ③ 籠城拠点化の事前準備（規模と配置、昼夜間人口別・非常時者を含む備蓄、配置計画）

**都市施設のシェルター化（都市施設の災害対策）**

- ① シェルター化の計画
- 1) 住む・働く・憩う施設（住宅、オフィス、学校、体育館のシェルター化）
- 2) 動く施設（道路を電気上水のインフラ強化、駅・PA・ターミナルの救援拠点化）
- ② シェルター化の準備（防災倉庫の計画基準、容積率の算定外・割り増し）

**業務を継続する民間施設（BCP計画）**

- ① 食糧、飲料水、電気、ガス、上下水、通信、ガソリン・灯油などの確保
- ② 施設や設備機器の耐震設計、機器の破損防止、荷崩れ防止、データの保存とバックアップ、コンピュータシステムのバックアップ
- ③ 原材料の備蓄、従業員の非常用配置

**防災都市計画の確立へ**

- ① 都市マスタープランにおける防災計画（籠城拠点と物資補給を備えたプラン）
- ② 防災アセスメント制度の検討（都市計画と防災基本計画をつなぐ制度）

16

Slide 15: みんなで考えたい都市防災計画

さらに、都市施設のシェルター化も重要です。平常時は住宅やオフィスとして利用し、災害時には避難場所となる設計が理想です。企業活動の継続（BCP）も同時に実現できる仕組みが求められます。

都市計画においても、防災を組み込む必要があります。景観や環境のマスタープランは存在しますが、「防災のマスタープラン」が作られている例は少ないようです。戦国時代の城下町は防災を考慮して設計されていました。現代においても、都市マスタープランに防災を位置づけ、備蓄や補給を含め、「防災アセスメント」を実施することが求められます。

最後に示した図は、公園で水を飲む少年の姿ですが、このようにわれわれの日常生活はインフラによって支えられています。これと同じように、防災のためのインフラ整備の重要性をご理解いただくとともに、皆さまにも災害に備えて備蓄をしていただきたいと考えております。

以上で、私の発表を終了いたします。ご清聴ありがとうございました。

## ◇講演 2：「有事の災害支援活動」

佐川急便株式会社 東京本社 事業開発部

物流イノベーション推進課 課長

津田 知之 氏

佐川急便の津田と申します。私はこれまで、過去の大規模災害の現場において、支援物資の輸送や避難所への配送に携わってまいりました。本日は、これまでの経験をもとに、皆さまに何かお伝えできることがあるのではないかと考え、登壇させていただきました。至らぬ点もあるかと存じますが、どうぞよろしくお願いいたします。

講演の冒頭では、佐川急便の概要をご紹介します。その後、国による災害物資輸送の実態について触れ、東日本大震災や熊本地震の事例を振り返ります。さらに、佐川急便が日頃から「物流を止めない」ために取り組んでいる施策についてもご紹介いたします。

それでは、佐川急便の会社概要についてご説明いたします。当社の従業員数は約 5 万 900 名、保有車両台数は約 2 万 5,600 台、全国に 429 の営業所を展開しております。昨年度の実績では、年間約 12 億 7,000 万個の宅配便を取り扱っております。日頃よりご愛顧いただき、誠にありがとうございます。

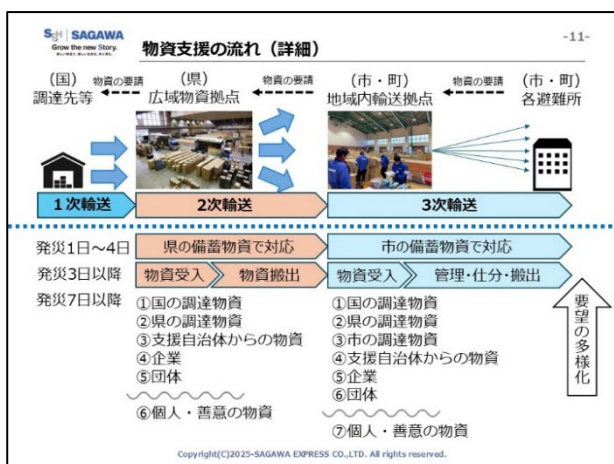
グループ全体のホールディングスグループには、デリバリー事業、ロジスティクス事業、グローバル事業（海外）、不動産事業、そして業務を支えるサポート事業があります。その中で、佐川急便はデリバリー事業の中核企業として位置づけられています。グループ全体では約 9 万人の従業員が在籍しています。

次に、災害対応の事例をご紹介します。30 年前の阪神・淡路大震災での経験が、現在の佐川急便における災害支援輸送の基盤となっています。私は、2011 年の東日本大震災、熊本地震、西日本豪雨の際に現地に入り、輸送に関する打ち合わせなどを行いました。

さらに、2019 年の東日本台風、熱海市の土石流災害、そして昨年 1 月 1 日の能登半島地震でも、現地で支援物資輸送に関わりました。能登半島の災害では、支援



(Slide 4)。



Slide 4: 物資支援の流れ (詳細)

佐川急便は過去の災害で、この三次輸送を支援することが多くありました。避難所運営や配給メニューの決定は自治体の仕事ですが、受入れや仕分けなど、指示を受けてできる業務は委託可能です。地元の物流会社や運送会社に相談することで、業務がスムーズになります。

最後に、拠点管理のアドバイスです。食品が段ボールケースで届いた場合、開封せず箱のまま管理することを推奨します。物流では「ピース管理」と「ケース管理」という考え方があり、例えば、500ml ペットボトルが24本入った箱の場合、1本ずつ数えるのがピース管理、箱単位で数えるのがケース管理です。災害時はケース管理のほうが効率的です。

災害発生直後は、そもそも配分できる物資が不足しているため、対応は難しい状況です。しかし、国から物資が届き始めると、管理の複雑さが増します。お弁当やおにぎりは避難所の人数分で配布する必要がありますが、ペットボトル飲料水、乾パン、お菓子、レトルト食品などは、箱を開けて人数分に分けると、残りの管理が非常に煩雑になります。

食品には製造年月日と賞味期限があり、期限内に出荷するためには賞味期限別の管理が必要です。箱を開けてしまうと端数が増え、通常の物流システムがない現場では、これが非常に重い作業になります。今回の能登半島・珠洲市でも、自治体が多くの人員を投入し、毎日入荷物と出荷物を数え直していました。端数が出

ると数が合わず、再確認に時間と労力を要していました。

可能であれば、食品は箱単位（ケース管理）で扱うことを推奨します。

ここからは、東日本大震災の振り返りを行います。次のページには、宮城県女川町の被災状況を示す写真を掲載しています。津波被害の実態をご理解いただくために使用していますが、見たくない、思い出したくないという方には配慮が足りないかもしれません。ご了承ください。

写真は3月24日、発災から約13日後に撮影したものです。右上に写っているのは病院ですが、病院の高さは約17メートル高台にあり、その病院も被災していました。道路は一見通行可能に見えますが、これは自衛隊による片付けのおかげで、その日ごとに通れる道が変わっていました。女川町の拠点に向かう際には、海沿いを通って山を上がる必要がありましたが、その手前では大型漁船が道路を塞いでいて、駅の後方には電車が流されているなど、甚大な被害が広がっていました (Slide 5)。



Slide 5: 東日本大震災 (女川町)

宮城県災害対策本部で指示を受けて対応した物資輸送の記録によると、県内の物資を各地からかき集め、女川町や石巻市の物資拠点に初めて物資を送り込めたのは発災から6日目の3月17日でした。

国からの物資が届き始めたのは19日頃です。これは、先ほどの資料にもあったように、自衛隊が人命救助から物資輸送に移行したピークと一致します。記憶に残

っているのは、福島空港と仙台空港が使えず、花巻空港に粉ミルクが届いたことです。どうしても必要だったため、受け取り場所が決まらないまま、前夜に盛岡へトラック 5 台を出しました。無理をさせてしまったと反省していますが、非常に綱渡りの物流でした。

国からの物資が県に入り、県から拠点に届いたのは 22 日で、内容は乳児食とお菓子でした。発災から 11 日目です。その間、避難所ではポテトチップス 1 袋を分け合うような状況もありました。物資が止まるという現実が、実際に起きていたのです。

当時の時系列をカレンダーに落とすと、11 日の金曜日に発災し、翌日には福島原発 1 号機、14 日に 3 号機、15 日に 4 号機が次々と事故を起こしました。この間、東北自動車道は通行不能で、物資は届きませんでした。県に物資が入り始めたのは 19 日頃です (Slide 6)。

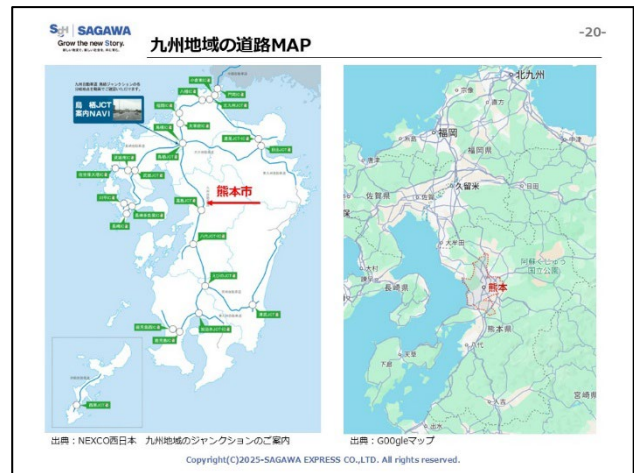


Slide 6: 2011年3月カレンダー

この間も、宮城県や被災自治体と協議しながら、石巻市への支援物資輸送を開始しました。当時、被災者は約 6 万人で、20 台ほどの車両を投入しました。翌日からは東松島市や女川町への避難所輸送も始めています。こうして、物資が届かない日々が長く続いたことを改めてお伝えします。

ここからは、熊本地震の振り返りを行います。左側の地図をご覧ください。赤字で熊本市を示し、その下に嘉島ジャンクションがあります。この手前で高速道路が被災し、福岡から熊本へ向かう高速道路は大渋滞となっていました。並行する国道 3 号線も同様に渋滞し、車両の移動が困難な状況でした (Slide 7)。国

からの物資は、山口県下関から関門海峡を通過し、北九州を経て福岡に入ります。本来であれば短距離ですが、被災による交通障害で輸送に時間を要しました。



Slide 7: 九州地域の道路MAP

熊本の物資輸送フローは、国の標準的な流れとは異なっていました。熊本県が一次拠点として想定していた「グランメッセ熊本」が被災し使用できなかったため、ヤマト運輸と日本通運が鳥栖と福岡に拠点を設置し、そこが熊本県の一次拠点となりました。しかし、熊本市内に物資を搬入できないまま日数が経過し、県内では複数の仮拠点を借りて対応しました。最終的に、県民総合運動公園 (サッカー場) が受入拠点となりましたが、その後、管理が熊本市に移るなど、流れは複雑でした (Slide 8)。



Slide 8: 救援物資輸送と避難所輸送支援

カレンダーに落とすと、県庁依頼で 34 市町村への配送を開始したのが 4 月 19 日、熊本市から避難所配送を

依頼されたのが20日です。サッカー場に物資が入り始めたのは25日頃で、自衛隊が支援に入ったのは29日。このあたりで県の管理から、物資を残したまま熊本市の管理下が変わっていきました（Slide 9）。

日	月	火	水	木	金	土
10	11	12	13	14 熊本地震	15	16 熊本地震
17	18	19 県庁	20 市	21	22	23
24	25 広域輸送拠点	26	27	28	29 自衛隊	30 自衛隊
1	2	3	4	5	6	7
自衛隊	自衛隊	自衛隊	自衛隊	自衛隊		
8	9	10	11 地域内輸送拠点	12	13	14

Slide 9: 2016年4月・5月カレンダー

熊本市中央区の物資拠点は、熊本城内の城彩苑駐車場と渡り廊下を利用して仕分けを行いました。初日は当社が仕分けを担当しましたが、翌朝には誰が持ち出しているのか分からない状況もあり、柵もなく管理は困難でした。東区は水道局、西区・南区・北区は区役所を拠点に配送を開始しました。

サッカースタジアムに物資が届き始めた頃、各市に送る二次輸送はほとんど機能しておらず、市職員が当社トラックに同乗し、現場で「この商品が必要かどうか」を確認しながら対応しました。その後、6月末に物資を撤去し、復興の一環としてJリーグ試合再開に備え、アクアドームくまもと（温水プール）へ移転しました。

西区では、公用車駐車場を利用し、必要な物資を並べて朝にピックアップし、避難所へ配送しました。体育館に保管していた物資は取り出しにくいので、駐車場に移して効率化しました。

災害発生直後は必要ですが時間が経つと緊急性のない物資が残り、保管場所を圧迫します。不要になった物資は熊本市民会館へ移送しました。

以上が熊本地震の振り返りです。ここからは、佐川急便が物流を止めないために日頃取り組んでいる対策をご紹介します。

まず、BCP（事業継続計画）です。東日本大震災後に策定し、

- 24時間以内に緊急支援物資体制を確立する
  - 宅配便事業を止めない
  - 1週間以内に営業所での受取サービスを再開する
- といった目標を掲げています。

次に、燃料供給対策です。トラックを止めないため、全国127の営業所に自社スタンドを設置し、燃料は常時7割以上を保持するルールを徹底しています。7割を切ると即補充する仕組みで、理論上2,010kℓ分を備蓄しており、計算上は約8.1日稼働可能です。また、停電時にも燃料供給ができるよう、各拠点に足踏みポンプを配備し、毎年訓練を実施しています。

さらに、環境対応車両として、都市部を中心にCNG（天然ガス）車両を導入し、21か所に自社スタンドを保有しています。

停電対策としては、電源車を4台配備し、夏場は1台を九州に移動させ、台風被害への対応に備えています。

また佐川急便のホームページには「佐川タウンサポート」という法人向けページがあり、過去の被災地での動画を掲載していますのでご興味ありましたらご覧ください。また、防災対策に関するお悩みを佐川急便が解決します。物資管理、入替え、整理整頓などの防災管理に関する悩みがあれば相談可能です。以上が佐川急便が普段取り組んでいることです。

大規模災害が発生すると、物流は都市部でも止まります。コンビニやスーパーも例外ではありません。佐川急便としては、こうした事態が起きないことを願いつつ、今後も準備を続けていきます。

以上で発表を終わります。ご清聴ありがとうございました。

◇パネルディスカッション：

「市民が安心できるための災害時の物流のあり方」

・座長：

矢野 裕児 氏

流通経済大学 流通情報学部長

大学院物流情報学研究科 物流科学研究所長

・パネリスト：

苦瀬 博仁 氏 (前掲)

津田 知之 氏 (前掲)

江守 昌弘 氏

(株)建設技術研究所 取締役常務執行役員 東京本社長

【矢野】 パネルディスカッションを開始いたします。

先ほどは、苦瀬先生および津田さんよりご発表をいただきました。これを受けて、本ディスカッションでは「市民が安心できるための災害時の物流のあり方」をテーマに議論を進めてまいります。

今回は、パネリストとして江守さんにもご参加いただいております。まずは江守さんより簡単に自己紹介をお願いしますでしょうか。

【江守】 建設コンサルタントを営んでおります江守と申します。自己紹介を兼ねて、私どもの業務のうち、物流に関連する取り組みについて少しご紹介させていただきます。

先ほど、苦瀬先生および津田さんから、救援物資輸送システムについてさまざまなご説明がありました。私どもは、国や自治体に対して、これらのシステムを円滑かつ確実に運用できるよう支援する業務に取り組んでおります。

具体的には、一般的に公共インフラとされる道路、鉄道、港湾、空港、集積場などの「施設」に加え、津田さんも強調されていた「人材」「管理体制」「資機材」などの「技術」、さらに「協定」「法制度」「リスク管理」などの「制度」を含めた三要素を総合的に捉え、「物流インフラ」と定義しています。

この三要素のいずれも欠かすことなく、物流インフラの強化計画に携わりながら、自治体の救援物資輸送体制の支援を行っております。そうした観点か

ら、本ディスカッションに参加させていただきます。どうぞよろしくお願いいたします。

【矢野】 ありがとうございます。それでは、ここから「市民が安心できるための災害時の物流のあり方」について、所要時間は約85分を予定しています。議論の流れとしては、次の3つのテーマに沿って進めます。

1つ目は、過去の事例の振り返りです。特に津田さんからもご紹介がありましたが、東日本大震災や熊本地震などで、災害時に物流にどのような問題が発生したのかを改めてお話しいたします。

2つ目は、現状の課題です。東日本大震災で明らかになった物流の問題に対して、これまでさまざまな対応が進められてきました。しかし、熊本地震でも新たな課題が浮き彫りになりました。こうした取り組みの現状を踏まえ、依然として残る物流の問題点について議論します。

3つ目は、今後の解決策です。特に、これからどのような取り組みや仕組みを考えるべきか、将来に向けた提案を中心にお話しいたします。

この過去・現在・未来という3つの視点で議論を進めていきたいと考えています。

【矢野】 まず、過去の災害についてですが、先ほども東日本大震災や熊本地震の経験、そしてそれらの際に何が起きたのかについてお話がありました。最近、偶然にも昔の日本通運の広報誌を目にする機会があり、1964年の新潟地震の際、水が不足し、供給が止まったという記録がありました。

当時は現在のような給水車が整備されておらず、やむを得ず東京からドラム缶に水を入れて新潟まで運ぶという対応が取られていました。現在では考えられないことですが、新潟地震でもこのような問題が発生していたのです。

物流が大きな課題となったのは、2004年の中越地震の際でした。その後、阪神・淡路大震災、そして東日本大震災では、特に物流が完全に停止し、大きな問題が発生しました。これを契機に、従来の物流

システムでは災害時の対応に限界があることが明らかとなり、災害対応型の物流システムの構築が本格的に議論されるようになりました。

以降、苦瀬先生をはじめ、私も参加させていただきました。東日本大震災が発生したのは3月11日でしたが、その夏にはさまざまな検討が行われました。

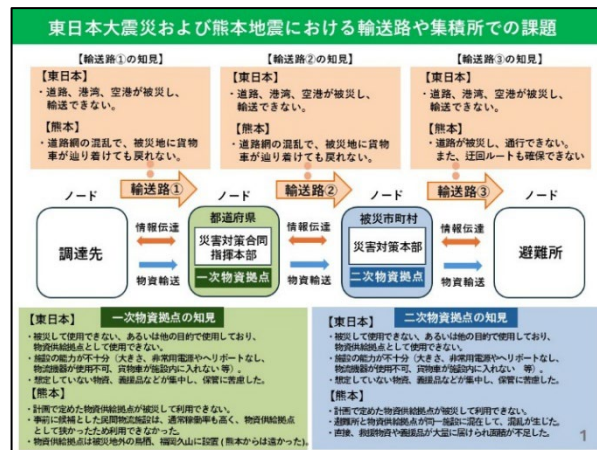
その中で、「プッシュ型支援」について多くの議論がなされました。津田さんの資料にもありましたように、災害発生後、国による支援が大幅に遅れたという問題がありました。これは、従来の支援方式が、市町村から必要物資の情報を集め、それを県に上げ、さらに政府に伝達してから供給するという流れであったため、時間がかかりすぎたのです。

特に市町村では情報が錯綜し、迅速な対応が困難でした。その結果、政府の対応が遅れ、支援が滞るといった事態が発生しました。これを受けて、「プッシュ型支援」が導入され、現在では一般的な手法となっています。

また、行政だけでは対応しきれないという課題も浮き彫りとなり、いわゆる「産官連携」が強く求められるようになりました。佐川急便もその後、指定公共機関に認定されるなど、民間企業の役割が拡大しています。従来は1社のみだった指定公共機関も増加し、官民が連携して災害対応に取り組む体制が整いつつあります。

このような背景を踏まえ、改めて東日本大震災や熊本地震を中心に、どのような問題が発生したのかについて、補足も交えながら皆さまにご説明したいと思います (Slide 1)。

こちらは、東日本大震災および熊本地震における輸送路や集積所での課題をまとめた資料です。災害ごとに異なる事象が発生するため、それぞれの災害から得られた知見を整理することが重要です。今後発生が予想される地震においても、新たな課題が生じる可能性があります。過去の事例を踏まえた対応が求められます。それでは、苦瀬先生にお話しただけですでしょうか。



Slide 1: 東日本大震災および熊本地震における輸送路や集積所での課題

【苦瀬】過去の災害についてですが、災害と一口に言っても、地震、洪水、津波などさまざまな種類があり、それぞれ被災状況も異なります。台風の場合は、72時間ほど前から予測が可能で、ある程度の準備ができますが、地震は予測が困難で、事前の準備ができないという特徴があります。

また、災害の規模によっても対応が異なります。例えば、大阪で発生した震度6弱の地震では、ガス漏れなどの被害はなかったと聞いています。これは、事前の備えが十分であったことを示しています。

もう一つ、「プッシュ型支援」についてですが、軍隊用語には、「請求追送」と「推進追送」という概念があります。請求追送はリクエストに応じて物資が届く方式、推進追送は必要と判断された物資を先行して送る方式で、プッシュ型にあたります。

一部では「プッシュ型」が押しつけ的な意味合いを持つのではないかと懸念もありましたが、現在では定着し、災害対応の一つの手法として認識されています。

【矢野】ありがとうございました。それでは、続いて津田さんにお伺いします。

こちらの図に示されているように、国から最終的に避難所へ物資を届けるまでの流れは、基本的に「都道府県レベルの一次物資拠点」「市町村レベルの二次物資拠点」「避難所」という三段階で構成されています。このうち、どこか一か所でも滞ると、

全体の物流が止まってしまいます。

私の理解では、東日本大震災の際には一次物資拠点が大きく混乱し、そこで物資が滞ることが大きな問題となったと認識しています。ただ、その後は各都道府県が災害対応を見直し、一次物資拠点の整備や運用については以前より改善が進んでいると思います。

一方で、二次物資拠点以降の流れには、現在も大きな課題が残っています。ここにも記載されているとおり、さまざまな問題が発生しています。

佐川急便は、特に二次物資拠点を中心に取り組みを進めてこられたと伺っています。そこで、どの部分に最も大きな問題があるのか、またどのような対応をされているのかについて、ぜひお聞かせいただけますでしょうか。

**【津田】** 宮城県の震災時には、発災直後に県が使用できる倉庫がなく、宮城県倉庫協会の協力を得て、被災していない倉庫でカテゴリー別に受け入れる形で対応しました。電気が使えず、フォークリフトも不足していたため、受け入れ先では大きな困難がありました。

石巻市では、運動公園内にプレハブ小屋を並べて在庫を保管し、運動用具倉庫を空けて日配品（パン・おにぎり・飲料水・副食）仕分け場所として使用しました。ヘリポートが目の前にあり、自衛隊の活動に配慮してシャッターを閉める必要がありました。砂ぼこりとの戦いもあり、衛生面でも課題が多く、物流拠点として適切か疑問を感じました。

二次物資拠点では品目の把握が困難で、在庫管理が十分にできていなかったと思います。サッカー場に大型トラックが入ると地面が沈んでしまい、碎石を入れて対応しました。6月の合同慰霊祭の後は駐車場側に設営された大型テントを活用し、物流を継続しました。

二次物資拠点は恒久的に使える場所ではなく、学校や体育館など、イベントや修復の都合で移動を余儀なくされることが多く、支援活動と並行して物資移転作業も発生します。理想的には、民間の物流倉

庫を災害時に借りて使用できれば、よりスムーズな対応が可能になると考えています。

宮城県の支援の際には、山形県が被災していなかったため、そちらで物流を行えばよいと思いましたが、国は被災地に物資を送る方針で、結果的に被災地の人々が疲弊していく状況に疑問を感じました。

**【矢野】** ありがとうございます。それでは、物資拠点の選定について触れたいと思います。

物資拠点をどこに設定するかという際、自治体によっては「スペースが確保できるから」という理由だけで選定されるケースが少なくありません。しかし、その結果、床荷重がフォークリフトに対応していない、出入口が狭く貨物車が入れないなど、物流拠点としての機能に問題が生じることがあります。

物資拠点は単に物を置く場所ではなく、入ってきた物資を効率的に出荷するためのロジスティクス拠点です。したがって、スペースがあるだけで十分という考え方は誤りです。

この点については、地方自治体がしっかり検討する必要があります。そして、最もノウハウを持っているのは物流事業者です。佐川急便をはじめとする物流事業者と連携し、拠点の選定や運用方法を共に考えることが重要です。

津田さん、こうした取り組みを自治体と一緒に進めることは、実際に多く行われているのでしょうか。

**【津田】** いくつかの自治体と連携し、現在の物資拠点を見て回り、どこが適しているか、どのような設備が必要かなどと一緒に検討したことがあります。

私たちとしては、新たに立派な施設を造ってほしいという要望はありません。まずは物資が濡れず、一時的にでも保管できる場所があれば、物は動かさず。その際、フォークリフトなどの機材が使えると、作業効率が大きく向上します。

石川県に届いた物資でも、パレットに載っていないために荷下ろしができず、県から急遽パレットを集めるよう依頼されたことがありました。トラックはすぐに返さなければならないのに、荷下ろし場所

がないという問題も発生しました。

調達の段階で、例えば「県の施設に納入する場合は、フォークリフト対応の標準パレットで納品してください」といった基準があれば、受け入れ側もスムーズに対応できると思います。

現在、国内では「11型パレット」が標準化されつつありますが、飲料用のパレットはサイズが異なり、ハンドリフトが差し込めないなどの問題があります。パレットに載っていても、荷下ろし後に移動できないケースもあるため、標準化された仕様で納品できれば、自治体側も効率的に中継できるのではないかと考えています。

**【江守】** 東日本大震災後、一次・二次物資拠点の計画を民間物流会社や倉庫協会と連携して策定しましたが、発災当日に使用できない施設が多くありました。

行政側は民間施設よりも公共施設を優先する傾向があり、適切な活用が難しい状況です。計画上はかなりの余裕を持って施設を候補に挙げていますが、実際には荷物が既に入っていたり、フォークリフトが使えないなどの課題があり、運動公園などを利用するケースも見られました。

**【矢野】** おっしゃるとおり、東日本大震災の後、民間の物流施設を物資拠点として有効に活用するため、国が候補リストを作成しました。

熊本地震の際には、県内の物資拠点が被災したり、県南震災のたびにこれらの施設が使えづかったため、熊本県外の鳥栖や福岡県久山の民間物流拠点が一次物資拠点として活用されました。これらの施設は非常に使いやすく、結果的に物流が円滑に機能しました。

被災地から多少離れていても、機能的な施設であれば活用すべきです。距離だけで判断せず、柔軟に対応することが重要です。

**【苦瀬】** 矢野先生のおっしゃるとおりです。注意すべき点として、倉庫はすぐに物資拠点として使えるというイメージがありますが、実際にはそうではあり

ません。

例えば、アパートに住んでいる人を退去させて避難民を入れることはできません。倉庫も同様で、既に使用されている場所を空けて使うことは現実的ではありません。空いていることが前提です。

体育館などは、地震の後にスポーツを行う人が少ないため使いやすいですが、荷重や出入口の構造によっては使いにくい場合もあります。

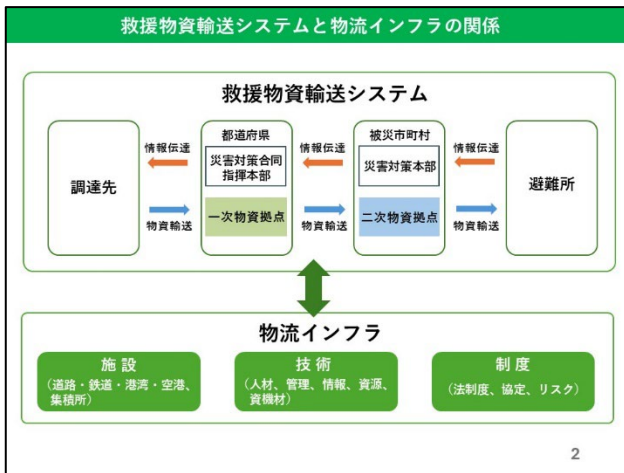
また、「近いから使える」「県内でなければならぬ」といった固定観念にとらわれず、その時々状況に応じて、最適な施設を選定することが重要です。

**【矢野】** 実際、被災した各県では、どうしても自県内で対応を考えがちです。しかし、施設だけでなく、そこで働く人も被災している場合、作業を担うことは難しいのが現実です。したがって、少し離れた地域で、被害を受けていない施設を活用し、そこで働く人に協力してもらう方が、より円滑に対応できる可能性が高いと考えられます。

この意味でも、地方自治体は自分の地域だけにとらわれず、広域的な連携を視野に入れて対応することが非常に重要です。この点については、後ほどさらに議論したいと思います。

時間の関係もありますので、過去の事例についてはここで一区切りとし、次に現状の物流課題について話を進めます。

まず、Slide 2 をご覧ください。基本的には先ほどと同じ図ですが、上段には「救援物資の輸送システム」が示されています。左から右へ、全国で調達した物資が都道府県の一次物資拠点、被災市町村の二次物資拠点を経て、最終的に避難所へ届くという流れです (Slide 2)。



Slide 2: 救援物資輸送システムと物流インフラの関係

通常であれば、下段の物流インフラが問題なく機能し、ロジスティクスは円滑に回っています。しかし、災害時にはこの仕組みが崩れ、物流インフラが機能しないことが大きな問題となります。こうした非常時に、物流インフラをどう確保し、どのように対応すべきかが重要な課題です。

それでは、この点について、まず苦瀬先生にご意見を伺います。

**【苦瀬】**ここでは、物流インフラとして「施設」「技術」「制度」が重要であると記載していますが、なぜそれが必要なかを説明したいと思います。私が物流を学んでいた頃、恩師がこう話していました。

「人の交通と物の交通は違う。物は赤ちゃんと同じだ」と。つまり、物は自分で歩けず、服を着ることもできず、行き先を答えることもできない。抱きかかえて運ばなければならず、ベビーカーが必要になる—という例えです。

考えてみると、人間の移動なら、自分で歩いて車に乗れば済みます。バスや電車に乗る際に整然と並び、指示に従ってくれます。しかし、物の場合はそうはいきません。積み込みや荷下ろしには人手が必要で、台車やフォークリフトなどの資機材も欠かせません。さらに、物資は「誰のものか」を語ることができないため伝票が必要ですし、管理の仕組みや制度、リスク対策が必要になります。そして、それを支える施設も不可欠です。

このように、物を扱うからこそ、施設・技術・制

度がより重要になります。この点をまず強調しておきたいと思います。

**【津田】**少し視点を変えてお話しします。先ほど「自治体は公共施設を使いたがる」という話がありましたが、これは妥当な考え方だと思います。というのも、民間の倉庫は土日休業や、365日稼働していないところが多く、従業員も同様です。

しかし、避難所や避難者には土日や祝日は関係ありません。毎日、必要な物資を届ける必要があります。そのためには、365日稼働できる施設が不可欠です。配送する側も同様で、通常の1.5倍のドライバーが必要になります。現場は毎日物資を要求してくるので、そうしなければ、休みを回せないからです。

今回、能登半島の災害では、珠洲市で初めて「休みを取る」工夫をしました。現場の負担を軽減するため、配送エリアや方法を調整して休日を設けました。それでも「物資が届いたのに受け取る人がいない」「取りに来たが渡せる人がいない」という事態が発生してはいけません。これは災害時の物流における大きな課題であり、平時との大きな違いだと感じています。

**【江守】**施設や技術が整っていても、制度面の課題も重要です。例えば、民間と公共の間で結ばれる協定は、基本的に善意に基づくものであり、法的な義務はありません。つまり、協定が円滑に機能することを前提に計画が立てられている点は、非常に危うい点だと感じます。

今後は、物流そのものに公共がより積極的に関与する制度を整えることで、より効率的かつ確実に機能する仕組みになるのではないかと考えています。

**【矢野】**ありがとうございます。ここに示しているとおり、物流インフラには「施設」「技術」「制度」が重要です。加えて、交通インフラが適切に機能するかどうか非常に大きなポイントになります。

震災のたびに、どの交通インフラが問題になるか

は大きく変わります。したがって、今後発生が予想される地震に備え、どの交通インフラが脆弱なのか、またどのように輸送ルートを確認するかを常に検討していく必要があります。

特に港湾、空港、鉄道は重要です。これらが動いていても、最終的にはトラック輸送が必要であり、その連携は容易ではありません。さらに、港湾は同一県内で利用できるとは限らず、熊本地震の際には熊本の港ではなく太平洋側の港を使い、そこから熊本へ輸送する広域連携が求められました。このような調整は常に課題となるため、地方自治体においても広域的な連携が極めて重要です。

次に技術面についてです。東日本大震災では石油製品の供給が止まりました。佐川急便が常時 70%の燃料を保持しているという話は非常に印象的です。多くの物流事業者はインタンクで燃料を備蓄していますが、通常は2~3日分程度しかなく、すぐに枯渇してしまいます。したがって、物流事業者が軽油などを十分に備蓄することは非常に重要です。これは物流事業者だけでなく、ガソリンスタンドなども含め、全体で備蓄体制を整える必要があります。

最後に、人材についてお伺いしたいと思います。人材の確保は非常に重要なポイントです。企業側の人材だけでなく、地方自治体の人材も含め、知識の共有や育成をどのように進めるかが課題です。この辺で、人材に関して、苦瀬先生お願いします。

**【苦瀬】** 私は大学で人材教育に携わってきましたが、わが国において、物流に関する人材教育は極めて脆弱だと思っています。私は土木工学科を卒業し、大学時代に都市や交通を学びましたが、物流に関する学びはほとんどありませんでした。

しかし、実際に社会に出てみると、道路交通の約半分はトラックによる輸送です。都市部でも同様で、例えば東京駅前の高層ビルには1日約6万人が出入りし、乗用車は約620台訪れますが、貨物車は670台も来ています。つまり、人が集まれば食事や消費が発生し、それに伴って物も集まるという現実があります。

東京のような都市では、地下鉄網の拡充により人の移動は地下鉄が吸収し、地上ではトラックが物流を担うという構造になっています。

こうした現実を踏まえると、人材育成はもちろん重要ですが、まず多くの人に「物を運ぶ仕組みがなければ生活は成り立たない」という事実を理解していただきたいと思います。災害時にはこの課題がさらに深刻化します。

この理解が広がれば、物流を学びたいという人も増えるのではないかと期待しています。ちなみに、私が昔調べたところ、アメリカでは物流専門の学科を持つ大学が185校、ドイツは40校以上、中国では約2000の大学のうち500校以上が物流を専門的に扱っています。一方、日本はわずか4~5校という現状です。人材育成には、こうした教育体制の整備が不可欠です。

さらに付け加えると、小学校の社会科では「人の交通」よりも「物流」が中心だという話を聞いたことがあります。確かに、どこで何が生産され、どのように運ばれるかを学びますが、教育が進むにつれてこの視点が薄れていくのは問題だと感じています。

**【矢野】** ありがとうございます。ちなみに、最近、中国の北京物資学院の先生から伺ったところ、中国では現在、物流系の学部・学科が約800あり、さらに増加しているそうです。

人材育成という観点でお伺いします。佐川急便は当然BCP（事業継続計画）を策定されていますが、災害時対応に関する人材育成やノウハウの伝達、あるいは訓練などは社内ですべてどのように実施されているのでしょうか。

**【津田】** 社内での取り組みというよりも、自治体と連携した防災訓練を実施しています。訓練には現地の営業所だけでなく、本社からも参加し、どのように対応すべきかを実践的に共有しています。

また、全日本トラック協会では、物流専門家による講義が行われており、災害時物流に詳しい人材の育成が進んでいます。ただ、現場で最も課題となる

のは、自治体側の理解不足です。例えば、荷物を運びたいという要望があっても、具体的な量や必要な車両の種類が分からないケースが多く、「2 トン車でいいのか」「10 トン車が必要なのか」といった判断ができません。結局、現地に行って確認しないと、電話では意思疎通が難しいのが現状です。

自治体に物流業務を求めるのは難しいかもしれませんが、最低限、標準的なトラックの種類や呼称について理解していただけると、非常に助かります。

**【矢野】** 災害時の物資情報について、実際に現場でよくある問題をお話しします。例えば「ペットボトルの水 10」と記載されていても、それが 2 リットルなのか 500 ミリリットルなのか分からない場合があります。さらに、それが 1 箱なのか 1 本なのか不明です。単に「10」という数字だけでは、物流の観点からはサイズや数量が分からず、対応が困難になります。

このように、情報不足によって現場が混乱するケースは非常に多いのです。こうした問題点を広く理解してもらうことが重要だと考えます。

また、物資拠点についても「スペースがあればよい」という考え方が根強くあります。しかし、物流の視点では、物資を効率的に入出庫させる仕組みが不可欠です。単に物を置くだけでなく、流れを確保することが重要です。それにもかかわらず、物資が届いた時点で「対応完了」とされるケースが多いのが現状です。

災害時の物流ノウハウは非常に複雑ですが、基本的な考え方を広く知ってもらうことが必要です。政府や自治体向けの人材育成セミナーも実施されていますが、こうした取り組みをより充実させることが求められます。

さらに、地方自治体と物流事業者の間で、日頃から意見交換や情報共有を行うことが重要です。こうした取り組みを通じて、物流インフラを支える人材の育成を進めることが、今後ますます重要になると考えます。江守さん、何かございますでしょうか。

**【江守】** ありがとうございます。私たちの業務では、物流と災害を一体的に考える機会がこれまで少なく、こうした分野横断的な取り組みは十分ではありませんでした。そのため、現在は積極的に学びながら取り組んできました。苦瀬先生のご指導をいただきつつ、災害時の物流や物流全般について理解を深めています。

当初、私たちは交通分野に重点を置いており、引越しの「移動部分」が重要だと考えていました。しかし、学びを進める中で、両端のプロセスこそがより重要であり、付加価値が高いことを理解しました。こうした基本的な認識から学び直し、業務を通じて実務的な成長を続けていますが、人材育成はまだ途上です。

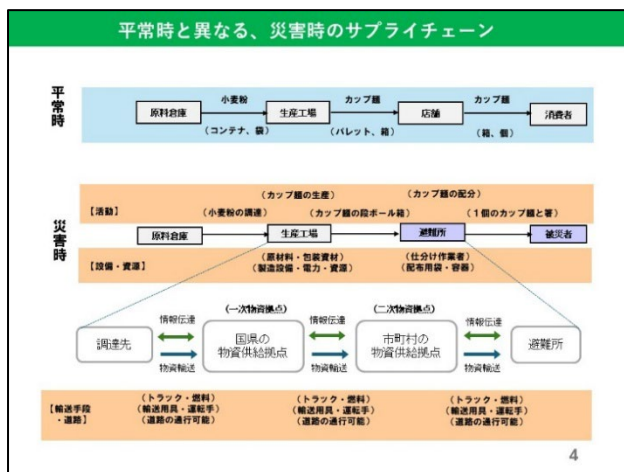
**【矢野】** その点について、苦瀬先生、人材育成の仕組みや制度はあるのでしょうか。私は詳しくないので教えていただけますか。

**【苦瀬】** 人材育成については大学教育はもちろんですが、例えば日本ロジスティクスシステム協会では研修制度を実施しています。また、中央職業能力開発協会では資格試験制度があり、テキストを作成し資格試験を行っています。日本物流団体連合会や各協会がさまざまな取り組みを進めています。こうした人材育成制度が、今後さらに発展することを期待しています。

最近では、書店に物流の基本書が並ぶようになり、物流という言葉がテレビで取り上げられる時代になりました。サプライチェーンという概念も、20 年前には考えられなかったほど一般化しています。これは非常に喜ばしいことですが、物流は非常に奥が深い分野です。例えば、ビールと化粧品ではサプライチェーンの仕組みが全く異なり、物によって方法も異なります。こうした違いを一つひとつ解明することが重要です。

**【矢野】** ありがとうございます。それでは、続いて Slide 3 の資料をご覧ください。ここには「平常時と

異なる災害時のサプライチェーン」について記載しています。今では「サプライチェーン」という言葉は一般的に使われていますが、東日本大震災以前はあまり使われていませんでした。しかし、震災以降、この概念は広く認識されるようになりました。



Slide 3: 平常時と異なる、災害時のサプライチェーン

サプライチェーンは非常に複雑であり、どの要因で支障が生じるかは多岐にわたります。災害時にサプライチェーンを維持することは極めて重要ですが、平常時と同じように機能させることは困難です。どこか一か所で問題が発生すると、物資が届かなくなるという事態が起こります。

東日本大震災では、自動車産業が代表的な例です。半導体工場が一つ停止しただけで、日本全体の自動車生産が半年間止まりました。また、ペットボトルのキャップを製造する工場が被災し、ペットボトルの生産量が制限されたり、化学品やエチレン、動物用飼料の供給が滞り、広範囲に影響が及びました。このように、サプライチェーンへの影響は非常に大きく、維持するための対策が重要です。

さらに、今後想定される首都直下地震や南海トラフ地震では、サプライチェーンへの影響は東日本大震災や熊本地震をはるかに超えると考えられます。こうした災害時にサプライチェーンをどう維持するかは非常に難しい課題です。この点について、苦瀬先生にご意見を伺います。

【苦瀬】政府もこうした事態を想定し、さまざまな対

策を検討しています。しかし、正直に言えば、私自身もどのような事態が起きるのか想像できません。東日本大震災では約 1,000 万人弱の被災者を、国内だけで 1 億人が支援しました。しかし、首都直下地震では約 3,000 万人が被災すると予測され、残り 7,000 万～8,000 万人で対応することになります。これは全く次元の異なる規模です。

首都圏の工場がすべて停止した場合、どうなるのか。考えるだけで恐ろしい状況です。政府は対策を策定し、情報を公開していますが、それを自治体、そして市民がどこまで理解し、行動に移せるかが重要です。結局は、皆で考え、備えるしかありません。

自治体には、避難訓練や救助訓練だけでなく「物資訓練」を提案しています。例えば、災害の種類に応じて行動計画をシート化し、「A の 5 型ならこの対応」「B の 8 型ならこの対応」といった仕組みを整えることです。

市民には「自助・公助・共助」を強調し、「誰かが運んでくれる」という考えを捨て、自分で動き、助け合う意識を持つことを呼びかけたいものです。ただ、私自身も具体的に何をすべきか、まだ模索中です。

【矢野】ありがとうございます。私もこの問題には明確な答えがなく、サプライチェーンをどう維持するかは常に悩ましい課題です。津田さん、何かご意見はありますか。

【津田】景気によって状況は変わりますが、ある時期までは販売拡大のため、分散型の在庫を各地域に配置し、地域ごとに物資を供給していました。しかし、景気が悪化すると拠点を集約し、大型化する一方で、在庫を間引くような形に移行しています。

最近では、アマゾンが都市近郊に次々とセンターを設置しています。おそらく、アマゾンが最も多くの在庫を保有しているのではないのでしょうか。こうした対応は、企業の業績やリスク管理の方針によって異なります。分散と集約のどちらに重きを置くかが課題です。分散して在庫を持っても利益が出るの

かという問題があります。在庫は「罪悪のザイ」と言われるように、保有していても資金化できません。循環がうまく回るのであれば複数拠点での保有も可能ですが、非常に難しい判断だと思います。

【矢野】ありがとうございます。一般的に物流の効率化という観点では、拠点を集約し、在庫を減らすことが望ましいとされてきました。私自身も、かつて学生にそう教えていたかもしれません。しかし最近では、輸送に過度な負荷がかかっていることや、BCP（事業継続計画）やリスク対応の観点から、分散化を検討する動きが広がっています。

日本は地震など災害が多いため、企業はリスク対応を経営の重要課題として位置づける必要があります。さらに、この問題を企業だけに任せてよいのかという点も重要です。官民連携が不可欠であり、在庫負担に対する補助金や公的備蓄との連携も検討すべきです。

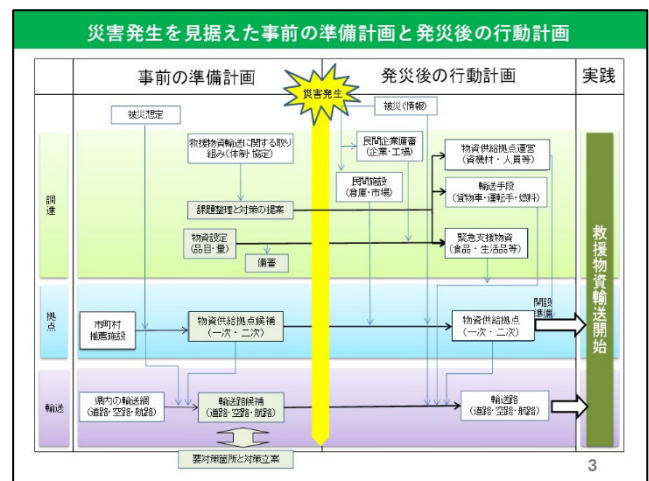
サプライチェーンは企業の論理で運営されていますが、災害時にはその枠を超え、強靱化のために企業と行政が協力する仕組みが必要です。この点について、江守さんのご意見を伺いたしたいと思います。

【江守】ありがとうございます。私どもからは「強靱化」という言葉が出ましたので、国や自治体が進めている国土強靱化の取り組みについて触れたいと思います。代替ルートの確保や災害対応の強化といったハード面の整備は着実に進められていますが、それだけでは不十分です。ソフト面からの対策も必要です。例えば、東日本大震災直後には渋滞で道路が完全に麻痺し、信号の制御ができなくなる事態が発生しました。こうした状況を防ぐため、交通管理や情報共有などのソフト対策を含めた国土強靱化を進めることが重要だと考えています。

【矢野】ありがとうございました。サプライチェーンについては、根本的な見直しが必要だと思いますが、この議論には時間がかかりますので、次のテーマに移ります。

今後、どのようなことを考えていくべきか、解決策や提案について議論したいと思います。企業や自治体において、事前準備と発災後の行動計画をどのように策定し、実行するかが重要です。BCP（事業継続計画）を整備する企業は増えていますが、常に見直しが必要です。準備計画と行動計画をしっかりと策定し、実効性を高めることが求められます。

Slide 4 をご覧ください。ここでは、事前準備計画と発災後の行動計画を「調達」「拠点」「輸送」という観点で整理しています。こうした準備は非常に難しく、さまざまなケースを想定する必要があります。



Slide 4: 災害発生を見据えた事前の準備計画と発災後の行動計画

事前準備計画をどのように考えるべきか、発災後の行動計画として何を重視すべきか、この点について、特に現状の課題や重点的に取り組むべき事項を、苦瀬先生にお伺いします。

【苦瀬】ありがとうございます。まず前提として、私個人の見解ですが、物流を取り巻く認識は大きく変わってきていると感じています。

一つは、平時と有事の違いです。企業はBCPを策定するようになりましたが、私の経験では20年前、ある企業が関東圏に新たな流通センターを設置したいと相談に来られた際、既に3拠点あるのに理由を尋ねると「地震に備えるため」と答えられました。つまり、当時から災害リスクを考えていた企業もありました。平時には多少コストがかかっても、有事

に物資供給の責任を果たすという考え方です。こうした意識は今後さらに広がると期待しています。

もう一つは、物流のあり方自体が変化していることです。例えば、都内の郵便物は翌日配達が難しくなり、翌々日になることもあります。かつては「欲しい場所に、欲しい時間に、欲しいものを確実に届ける」ことが物流の基本と習いましたが、今ではどこかで我慢を強いられる時代になっています。災害時にはさらにその傾向が強まり、事前の備蓄や代替手段の準備が不可欠です。

したがって、皆さんには備蓄を進めてもらい、行政には避難訓練や救助訓練だけでなく「物資訓練」を実施してほしいと考えています。役割分担を明確にし、シート化しておくことが重要です。こうした取り組みが、災害時の対応力を高める鍵になると考えています（Slide 4）。

【矢野】ありがとうございます。それでは、津田さん、お願いいたします。

【津田】将来に向けた課題についてお話しします。熊本地震の際もそうでしたが、夜間に地震が発生すると、多くの方が避難所に集まります。その人数を基に物資を発注しても、翌朝には多くの人が仕事に出てしまい、避難所からいなくなるという状況がありました。理由は、夜は不安なので一緒に過ごしたいという心理からで、地震のたびに学校の駐車場やグラウンドが避難者でいっぱいになるのです。

しかし、翌日には状況が一変します。これは災害の種類にもよりますが、基本的に避難所で快適な食事は期待できません。2～3日程度であれば、自宅の冷蔵庫の食材を消費するのが望ましいのですが、家屋が被災した場合は避難所に行くしかありません。

一方で、誰でも避難所に集まる状況になると、自治体による住民管理が困難になります。報告書や基準は避難者数に基づいており、「何人避難しているか」に応じて食事の量を決定する仕組みです。しかし、避難所での記録は手書きで行われることが多く、システム化されていません。来所・退所の時間が分

かる仕組みがあれば、安否確認にも役立つでしょう。

また、避難所に来ない人への対応も課題です。マンションなどの自治会単位で物資を届ける仕組みが必要です。行政も対応を変える必要があります。例えば、マンション自体は安全でも停電で生活できず避難所に来るケースがあります。こうした状況では、支援側の人員が不足し、対応が困難になる恐れがあります。

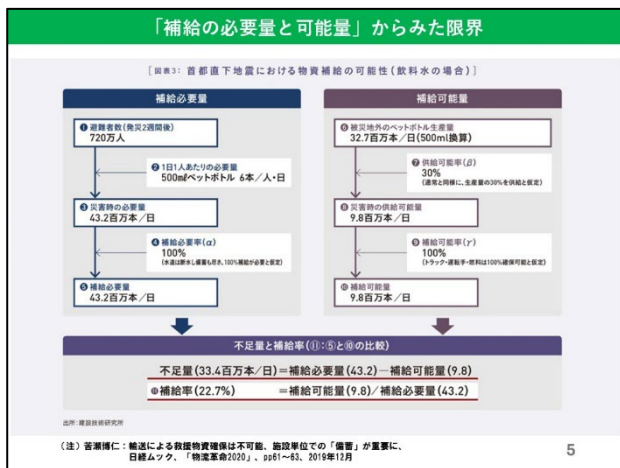
【矢野】ありがとうございます。今のご指摘は、特に首都直下地震では重大な問題です。熊本や東日本大震災では、発災後2～3日目が避難者数のピークで、その後減少しました。しかし、首都直下地震では逆に増加し、2週間後がピークになると予測されています。これは停電の影響が大きく、高層マンションでは水が出ず、エレベーターも使えないため、生活が困難になり避難者が増えるからです。

さらに、夜だけ避難所に滞在し、昼は自宅に戻るケースも想定されます。都市部では避難者数や必要物資の量が変動し、確定できないことが大きな課題です。それでは、江守さん、お願いします。

【江守】準備計画と行動計画についてですが、両者は時間軸が全く異なります。準備計画は長期間かけて策定できますが、行動計画は発災後72時間以内に実行しなければなりません。計画を作ることは容易ですが、災害時に計画どおり動けるかは別問題です。事前に訓練を重ねなければ、実際には機能しません。準備計画は数年かけて整備し、行動計画は毎年訓練を行い、改善を続けることが重要です。

【矢野】ありがとうございました。事前準備計画と発災後の行動計画は、さまざまなパターンを想定し、自治体や企業がどのように対応するかを検討することが不可欠です。

続いて、Slide 5 をご覧ください。これは、苦瀬先生が試算したペットボトルの水の供給量に関する資料です。東日本大震災では水の供給が大きな問題となりました。ペットボトルのキャップ不足の話もありましたが、それだけでなく、生産・供給体制自体が追いつかない状況でした。日本のペットボトルの水は主に富士山周辺で生産されていますが、必要量を即座に供給することは困難です。

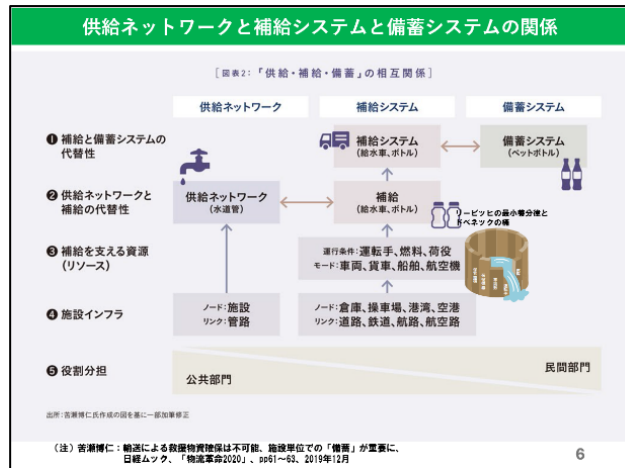


Slide 5: 「補給の必要量と可能量」から見た限界

試算によると、必要量と供給可能量を比較した場合、補給率は 22.7%で、明らかに不足します。ケースによって異なりますが、需要と供給のバランスが崩れることは避けられません。災害発生後に他地域で生産し輸送するという考え方は現実的ではありません。このため、備蓄の重要性が改めて指摘されています。

政府、企業、市民が一体となって備蓄を進める必要があります。最近ではスーパーで「ローリングストック」を推奨するキャンペーンも見られます。こうした取り組みを強化することが重要です。

次に、Slide 6 をご覧ください。ここでは供給ネットワーク、補給システム、備蓄システムの関係を示しています。供給や補給だけでは対応できず、備蓄を活用しなければなりません。全体量があっても、タイミングがずれて必要なときに供給されないならば意味がありません。需給バランスを保つためには、備蓄の仕組みを強化することが不可欠です。この点について、苦瀬先生、お願いいたします。



Slide 6: 供給ネットワークと補給システムと備蓄システムの関係

【苦瀬】ありがとうございます。矢野先生がおっしゃったように、備蓄は絶対に必要だと考えています。その前提で、少し整理しておきたいことがあります。

まず、平時と災害時の区別が、私自身含めまだ十分に明確になっていません。頭の中で混乱することがあります。平時に必要なものと、災害時に必要なものをしっかり区別することが重要です。また、季節によって必要な物資は異なります。夏と冬では必要なものが違いますし、単にペットボトルの水だけで対応できるわけではありません。政府の指針には必要な品目が記載されていますが、それが季節や災害の種類に適しているかどうか、私はまだ心配です。冬山で3泊4日、夏の無人島で4泊5日を過ごすと思像して、災害に備えた備蓄を考えてください。

さらに、災害発生時の人口を夜間人口で考えるのか、昼間人口で考えるのかという問題もあります。現在は昼間人口を基準に「帰宅困難者を何千人収容できる」といった計画がありますが、本当にそれで十分なのか疑問です。大規模ビルに何万人もいる場合、その全員が被災者になる可能性があります。特に中央区や千代田区では深刻な課題です。

加えて、これまで議論してきた食料や衣類などの物資に加え、トイレの問題も非常に大きな課題です。避けて通れない問題であり、真剣に検討する必要があります。

また、コンビニや自治体との協定があるから必ずおにぎりや水が届くと考えることは危険です。全国に給水車は約2,700台しかなく、仮に3,000万人が被

災した場合、1台で1万人に対応しなければならない計算になります。これは現実的ではありません。

したがって、まず自分でどこまで対応できるかを考え、備蓄を含めて何ができるかを整理し、不足する部分をどう補うかを検討する必要があります。

**【矢野】**ありがとうございます。学生を見ていると、冷蔵庫にほとんど何も入っていない人が多い一方、わが家は食材があふれて腐らせてしまうこともあります。いずれにせよ、若い世代は「コンビニがあるから大丈夫」と考えがちですが、コンビニも常に営業しているわけではありません。最近、コンビニ業界でも「災害時に必ず営業できるわけではない」というキャンペーンを行っていました。

備蓄といっても、必ずしも大量に保管する必要はなく、ローリングストックで十分です。こうした意識を持つだけで大きな違いがあります。市民全体でこうした考え方を広めることが重要だと思います。

それでは、津田さん、お願いします。

**【津田】**供給と備蓄のシステムは非常に難しい課題です。需要の予測も難しく、災害でなくてもシステム停止だけで物流が混乱している事例があります。

水の供給についても課題があります。給水車に並んでいた高齢女性が、2リットルのペットボトルを2本受け取ったものの、持ち帰れない様子を目撃しました。給水車で「取りに来てください」という仕組みは、現実的に負担が大きいと感じます。しかも、2本では生活に必要な水量には到底足りません。

また、1日の生活用水の使用量を意識している人はほとんどいません。災害後にお風呂に入ったとき、「これほど水を使うのは贅沢だ」と感じました。水がない生活は非常に厳しいものです。

被災地では、水不足で食器が洗えないため、食器にラップを敷いて使う工夫がありました。多少ゴミは出ますが、洗わずに済むという知恵です。こうしたノウハウを事前に共有し、「最低限これだけあればこう対応できる」という情報を提供することが、非常時に役立つと思います。

**【矢野】**防災計画では、1日あたりの水の必要量は3リットルとされています。それでは、江守さん、お願いします。

**【江守】**本日、社内でBCP訓練を実施しました。訓練終了後に「帰宅してください」と指示しましたが、災害時に本当に帰宅してよいのかという疑問があります。外に出れば避難者になる可能性があります。企業に留まっていれば避難者にはなりません。そのため、企業が十分な備蓄を用意しておくことで、帰宅困難者を減らすことができます。特に中央区や千代田区のような都市部では、企業による備蓄の重要性を改めて感じました。

**【矢野】**ありがとうございました。これで予定していた資料はすべて終了です。今回のパネルディスカッションのテーマは「市民が安心できるための災害時の物流のあり方」です。参加者には自治体関係者、企業関係者、市民の方がいらっしゃいます。最後に、それぞれの立場から「こうした点を考えてほしい」というメッセージをいただければと思います。

**【苦瀬】**市民の皆さまには、これまで申し上げてきたとおり、「自助・公助・共助」の考え方の中で、まずは自助を優先していただきたいと思います。もちろん、他者に頼らざるを得ない場面はありますが、「協定を結んでいるから自分は大丈夫」と思い込まないことが重要です。

また、災害時にはすべての要望が満たされるわけではありません。多くの要求が出てきますが、現実には簡単に対応できないことをご理解いただければと思います。

企業の皆さまには、BCPの策定やさまざまな取り組みを進めていただいていると思いますが、今は人手不足の時代です。従来のように「欲しいときに、欲しいものが、欲しい価格で、欲しい場所に必ず届く」という時代は終わりつつあります。災害の頻度が増えている現状を踏まえ、無駄を避けつつも、一定のゆとりを持った対応を検討していただきたいと

思います。

行政の皆さまには、避難訓練や救助訓練だけでなく「物資訓練」を実施していただきたいと考えます。また、行政が管理する施設を防災目的でどのように活用できるかを検討してください。例えば、通常はテニスコートとして使われる調整池が洪水時には貯水池になるように設計されているように、小学校の体育館も防災拠点として機能する設計が望ましいと思います。

さらに、都市計画やまちづくりの中に防災の視点を組み込み、防災アセスメントを導入することを強く提案します。環境アセスメントや景観アセスメントと同様に、防災アセスメントも不可欠だと考えています。

**【矢野】** ありがとうございます。それでは、津田さん、お願いします。

**【津田】** 災害時には、まず身を守ることが最優先です。そのために備蓄品をリュックに詰める準備をしている方も多いと思いますが、実際に「これを背負ってどこへ行くのか」という問題があります。例えば、私の住む江戸川区では、大規模災害時に「区外へ避難してください」と言われますが、どこで受け入れてもらえるのかは分かりません。

もし、事前に「この災害時には東北地方の〇〇市が受け入れる」といった自治体間の取り決めがあれば、避難先の目標が明確になります。戦時中の疎開のような話で恐縮ですが、目指す場所が分からないまま「家が危ないから食料を持って外へ出る」という状況は非常に不安です。こうした仕組みを平時から整備し、災害時に迅速に移動できる体制を構築することが重要だと思います。

**【矢野】** ありがとうございます。それでは、江守さん、お願いします。

**【江守】** 私はコンサルタントの立場から、行政の皆さまに物流インフラ強化計画の策定を支援したいと考

えています。個別施設の強化や災害訓練の実施など、どのような形でも構いません。こうした取り組みを通じて、国土強靱化に貢献できればと考えています。

**【矢野】** ありがとうございます。以上、行政・企業・市民それぞれに向けたメッセージをいただきました。

今回のパネルディスカッションでは、災害時の物流のあり方をテーマに、過去の事例、現状の課題、今後の対応について議論しました。今日挙げられた課題はほんの一部であり、検討すべき事項は膨大です。災害は多様なケースが想定され、非常に難しい問題ですが、行政・企業・市民が一体となって考え続けることが重要です。

地域防災計画の策定にあたっては、企業や市民を巻き込み、意識を変えながら実効性のある計画を作ることが求められます。単なる文書では意味がなく、実際に運用できる仕組みと意識改革が不可欠です。

こうした議論を重ねることで、少しずつ意識が変わり、防災力の向上につながることを期待しています。本日はパネリストの皆さま、貴重なご意見をありがとうございました。

## ◇質疑応答

【質問者 1】 私は江東区に住んでおり、江東 5 区のゼロメートル地帯の大規模水害リスクについて長らく考えております。本日のご講演は大変すばらしい内容でしたが、江東 5 区については江東 5 区大規模水害ハザードマップにも「ここにはダメ」と明記されており、先ほど津田さんがお話しされたような状況が実際に示されています。

そこで質問ですが、荒川が氾濫した場合、私の自宅近くにある佐川急便の営業所はどのような対応をされるのでしょうか。荒川が氾濫した場合、江東 5 区は約 250 万人が生活する地域全体が水没し、物流の維持は困難になると考えられます。このような事態に対し、どのような BCP を策定されているのか、お伺いしたいと思います。

また、ハザードマップには「ここにはダメ」と明記されていますが、この点について研究者の方々にはぜひ国に対して強く提言してほしいと考えています。特に建設コンサルタントは、そのような重大な危機に対し真剣に問題提起すべきではないでしょうか。1755 年のリスボン地震では人口の 3 分の 1 が死亡し、建物の 9 割が倒壊しました。これは実際に起きた歴史的事例です。

東京の場合、250 万人に限らず 500 万人規模で命を落とす可能性さえあると考えています。この問題について、建設コンサルタントの皆さまがどのように考えているのか、お聞かせください。

【津田】 ご質問ありがとうございます。まず、江東区の皆さまには大変ご迷惑をおかけしており、これ以上施設を増やすなど言われているような状況でもあります。新砂にある当社の拠点については、災害時に地域の方々を受け入れる方針でご案内していると記憶しています。スロープを上がった位置にあり、一定の浸水被害は回避できる可能性があります。

ただし、物流業である以上、施設が浸水してしまうと次の対応が非常に難しくなります。当社では江東区にも備蓄品を保有していますが、それらは分散管理しており、いずれかの拠点が被災しても翌日に

は必ず物を届けられるよう、複数拠点での備えを整えています。

また、中継センターやトラックターミナルが使用不能になる場合には、代替施設や他地域の拠点へ振り替えて対応する計画を持っています。多少の時間はかかるものの、浸水してしまうとトラックは全く動けなくなるため、代替策は極めて重要です。

江東区は一昨年の台風の際にも、あと一步で甚大な被害が生じるところだったと区の方から伺いました。荒川に限らず、ゼロメートル地帯は多く存在するため、陸上輸送はしばらく機能しなくなる可能性があります。地下鉄の復旧は地震時には比較的早かったものの、浸水時には同様にはいかないのではないかと考えています。ボートを各家庭で備えるわけにもいかず、極めて難しい課題だと認識しています。

【江守】 ありがとうございます。非常に難しい問題ではありますが、ハード・ソフト両面からさまざまな対策を講じる計画を行政と協力して進めております。ただし、まだ実現可能性の点で課題が残る計画も多く、今後さらに積極的に提案していく必要があると考えています。

例えば総合治水・流域治水といった取り組みを提案するとともに、ソフト面ではタイムラインや避難方法の周知などにも取り組んでいます。ハザードマップの公開も進んでおり、これらを活用しつつ、安全確保に向けた計画の実現を目指しています。現状としては行政と一体となって検討を進めている段階です。

【質問者 2】 本日は貴重なお話を多数伺い、ありがとうございます。物資輸送システムを円滑に動かすには情報伝達が重要だと考えておりますが、災害時の情報伝達における主要な課題について教えていただけますでしょうか。

【苦瀬】 情報伝達についてですが、機器の話ではなく、情報の内容についてのご質問でしょうか。

【質問者 2】 はい、内容についてです。

【苦瀬】 現状、情報の整理や分類方法はまだ統一されていないと考えています。内閣府などがサンプルを作成していますが、品目名や数量の書き方、サイズの記載方法など、細かな部分が整理されておらず、災害の都度シートが書き換えられる状況です。品目の分類は非常に難しく、行政でも標準化に向けた努力は進んでいますが、整備にはもう少し時間がかかるのではないかと思います。

【質問者 2】 ありがとうございます。建設コンサルタントとしても、そのような情報伝達の部分で貢献できる点があるのではないかと感じました。ありがとうございました。

【質問者 3】 善意の寄附について、物流会社の観点から、その必要性や課題を教えてください。

【津田】 災害時には多くの方から善意の寄附として物資を送っていただきます。しかし、最も忙しい時期に中身を一つひとつ確認することができず、一旦すべてを保留にせざるを得ないため、県に届いた場合でも同様に仕分けが滞ります。

避難所に届けるためには、出所が明確である必要がありますので、善意の寄附をいただく場合には、PayPayなどを通じて自治体へ現金で支援いただくほうが有り難い場合が多いと思います。東日本大震災の際にも衣類の寄附が大量に届きましたが、新品ではなく中古品が含まれているケースも多く、仕分けに多大な労力が必要となりました。善意であっても、現場では対応が非常に難しいことを理解していただければと思います。

以上



# 国土文化研究所年次報告 2025 (VOL.24)

---

2026(令和8)年7月1日 発行

編集・発行 株式会社建設技術研究所 国土文化研究所

〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町2-14-5 (KDX 浜町中ノ橋ビル)

TEL 03-3668-0451(大代表)

URL <https://www.ctie.co.jp/kokubunken/>