

国土文化研究所年次報告 2023

VOL.22

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。研究体制としては、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）とインフラ・ソリューション・グループ（ISG）を継続し、AI や 3D 設計など、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「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

本年次報告を始め、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。2023 年 11 月には、「豪雨災害から住まいを守る」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ました。

いま日本は、災害の多発、インフラの老朽化、地球規模の環境問題への対応など、多くの社会的課題を抱えています。国連持続可能な開発サミットが採択した「SDGs」や、政府が提唱する「Society5.0」といった時代の潮流を見据えながら、また、わが国が古来より育んできた有形無形の伝統文化に思いを馳せながら、今後も引き続き、当社グループの中央研究所としての機能を充実させつつ、積極的に社会貢献を果たしてまいりたい所存です。

国土文化研究所年次報告 2023 (VOL.22)

目 次

ごあいさつ

《研究報告》

研究報告要旨 ----- 1

AIを用いた土砂災害ソフト対策の高度化研究 ----- 3

自治体防災行動支援システムの開発研究 ----- 10

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(3) ----- 19

AI画像解析を活用したDX支援サービスの事業展開 ----- 24

CTIイノベーションに向けたAI技術開発研究 ----- 31

地方と都市の共助社会システムに関する研究 ----- 37

インフラが地域の歴史・文化・社会形成に与えた影響に関する研究 ----- 47

《地域・社会貢献 活動報告》 ----- 57

第10回江戸東京・川のなぜなぜ舟めぐり
～シビルエンジニアから聞く川にまつわる話～

《人材育成 活動報告》 ----- 58

初期専門能力開発(IPD)による若手技術者の能力開発の仕組みの全社的な導入

《セミナー・情報発信 活動報告》 ----- 59

第20回 国土文化研究所 オープンセミナー
「豪雨災害から住まいを守る」

研究報告要旨

AIを用いた土砂災害ソフト対策の高度化研究

日本における土砂災害の危険度を伝える情報は土砂災害防止法に定められている通り、都道府県知事と気象庁により発令される「土砂災害警戒情報」が挙げられる。土砂災害警戒情報が発表された場合、市町村長は直ちに避難指示を発令するとされている。さらに、防災基本計画では、土砂災害警戒情報が発表され、市町村長が避難指示を発令する際には、「避難指示の発令対象区域は適切に絞り込むこと」とされており、各市町村により発令対象区域は決定される。

ただし、避難指示が出されていないケースが多いこと、その場合に被害が生じているなど、避難に関する行政・住民の行動(指示発令や早期避難)の促進が課題となっている。また避難指示の発令対象区域を適切に絞り込めていない市町村も確認され、避難指示発令区域の絞り込み方法の検討も課題となっている。

本論文では、こうした点の解決に寄与するため、市町村の避難指示オペレーションを補助・補足する情報を提供することを目的として開発した「土砂災害危険度情報システム」について報告する。

自治体防災行動支援システムの開発研究

近年、東日本大震災や令和元年九州北部豪雨、令和2年7月豪雨など大規模な災害が頻発しており、自治体に求められる災害対応が増大している。こうした状況に対応するため、一部の自治体では、防災行動を支援するシステムの導入を進めているものの、「情報集約」を基本としており、防災行動は地域防災計画等に基づき実施している実態がある。しかしながら、緊急性の高い災害対応では、自治体の担当者が個々の技術、システムを組み合わせ活用することは困難であることから、各種防災行動を「一括」で管理・運用できるシステムが必要と考える。

本論文では、モデル自治体である王寺町において本システムを活用した防災訓練等を実施し、訓練結果を踏まえたシステム改良を実施するとともに、水災害以外の災害(地震)に対応したシステムに改良した内容について報告するものである。併せて、自治体や民間企業に対して行ったシステムの営業展開についても報告する。

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(3)

国土交通省が推進する「i-Construction」において、3次元データにより建設生産プロセスの効率化・高度化を図るためのBIM/CIMの導入が加速している。しかし、設計段階では従来の2次元設計からの変革は進んでおらず、3次元設計による設計の効率化・高品質化・高度化の恩恵を十分に得られていない。この課題に対し、3次元設計のワークフローを提案し、それを実現するためのシステム開発を行った。開発システムの事例として、橋梁下部工における詳細設計プロセスのシステムを紹介し、3次元設計による詳細設計の生産性向上や品質確保、照査作業の効率化に対し有効性を示す成果を得られた。

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

近年、AI(人工知能)技術の一つであるディープラーニング(深層学習)、並びにIoT(モノのインターネット)やデジタルツイン等の最新ICT(情報通信技術)を用いて、業務の効率化・高度化や、新たな価値の創出を図ろうとする研究開発が、国内外の企業や研究機関において盛んに進められている。当社が所属する建設コンサルタント業界においても、技術力向上や業務効率化を目的に、AI・ICT技術の研究開発、既存のAI・ICTサービスの導入、ベンチャー企業との業務・資本提携等の事例が多数報告されている。当社においても、2017年よりAI・ICT技術の研究開発に着手し、社内の技術力高度化や生産効率の向上等、当社のイノベーションの創出に取り組んでいる。本稿では、その2023年成果について報告するものである。

地方と都市の共助社会システムに関する研究

地方では過疎化、都市では一極集中などに起因する課題を抱えている。本研究は、地方と都市のそれぞれの特徴を活用して、これらの課題解決を図る共助社会システム構築に向けた基礎検討を行った。宮城県鳴子温泉では、森林吸収源カーボンクレジットの賦存量を概算するなど、観光業と農林業の活性化支援策を検討した。千葉県横芝光町では、関係人口拡大を目的に、Webセミナーと地域体験開催によるプッシュ型情報発信を検討した。福岡県赤村では、CTIグループから参加者を募り、地元から借用した耕作放棄地を91農業による再生を試行した。また、有識者や地元関係者を招聘したシンポジウムを開催した。これらの検討・意見交換を踏まえ、地方と都市の共創的発展には、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、③都市のニーズへの対応、④新たな価値の創出、⑤イノベーションが必要であることを整理した。

インフラが地域の歴史・文化・社会形成に与えた影響に関する研究 山梨県におけるインフラ整備と食文化の関係について

地域のさまざまな文化がインフラとどのように関係して現在に至っているのか。インフラが文化的価値の向上や社会の形成に、どのように貢献してきたのか。本研究では、これらを明らかにすることによりインフラ整備の重要性を市民にわかりやすく説明するとともに、地域活性化のツールなどに寄与することを目的としている。

本論文では、山梨県においてインフラと食文化の関係について検討したものである。

その結果、武田信玄らの治水事業が土地利用の高度化に寄与し、果樹園整備そして産業発展に寄与したことが確認できた。また交通インフラの発展が近代産業を支え、現在のフルーツ王国ブランドや観光業を形成しインフラの整備と文化はリンクし、食文化の変遷と関係付けて説明することができた。

AIを用いた 土砂災害ソフト対策の高度化研究

松原 智生¹・笹山 隆¹・川瀬 樹一¹・戸舘 光¹・中西 宏彰²

¹株式会社建設技術研究所 東京本社砂防部（〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町1-3-8）

E-mail: matubara@ctie.co.jp

sasayama@ctie.co.jp

k-kawase@ctie.co.jp

h-todate@ctie.co.jp

²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: hk-nakanishi@ctie.co.jp

日本における土砂災害の危険度を伝える情報は土砂災害防止法に定められている通り、都道府県知事と気象庁により発令される「土砂災害警戒情報」が挙げられる。土砂災害警戒情報が発表された場合、市町村長は直ちに避難指示を発令するとされている。さらに、防災基本計画では、土砂災害警戒情報が発表され、市町村長が避難指示を発令する際には、「避難指示の発令対象区域は適切に絞り込むこと」とされており、各市町村により発令対象区域は決定される。

ただし、避難指示が出されていないケースが多いこと、その場合に被害が生じているなど、避難に関する行政・住民の行動(指示発令や早期避難)の促進が課題となっている。また避難指示の発令対象区域を適切に絞り込めていない市町村も確認され、避難指示発令区域の絞り込み方法の検討も課題となっている。

本論文では、こうした点の解決に寄与するため、市町村の避難指示オペレーションを補助・補足する情報を提供することを目的として開発した「土砂災害危険度情報システム」について報告する。

Key Words : Sediment disaster, degree of risk, evacuation, intangible measures, AI

1.はじめに

日本における土砂災害の危険度を伝える情報は土砂災害防止法に定められている通り、都道府県知事と気象庁により発令される「土砂災害警戒情報」が挙げられる。土砂災害警戒情報に関しては、2014年8月の広島市を中心とした集中豪雨による土砂災害を受け、2015年に土砂災害防止法が改正され、市町村への通知、一般への周知を義務付けられた（土砂災害防止法第5章第27条）¹⁾。さらに災害対策基本法に基づき設置された中央防災会議による防災基本計画²⁾（以下、「防災基本計画」）では、土砂災害警戒情報が発表された場合、市町村長は直ちに避難指示を発令するものとされている。（図-1上）

また防災基本計画では、土砂災害警戒情報が発表され、市町村長が避難指示を発令する際には、「避難指示の発令対象区域は適切に絞り込むこと」とされており、

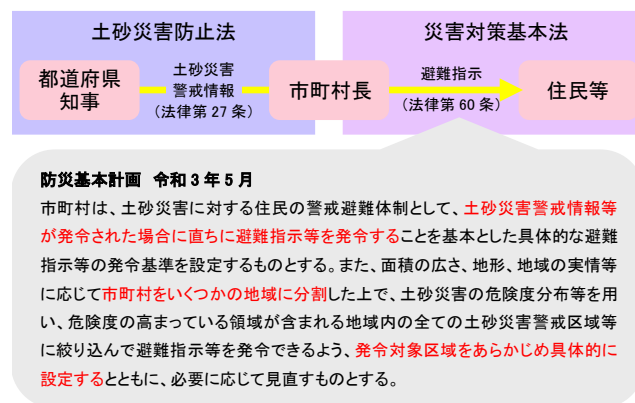


図-1 土砂災害警戒情報と避難指示の関係

各市町村により発令対象区域は決定される。（図-1下）一方、「令和3年7月からの一連の豪雨災害を踏まえた避難のあり方について（報告）」³⁾によると、避難情報の発令判断における心理的な負担からくる課題として、

①避難情報を発令しても災害が起きず空振りになることで、住民の避難情報への信頼性を損なう等の懸念や、②住民に避難行動を促すことにより、立ち退き避難中にかえって住民がリスクにさらされる恐れもある、ことが挙げられている。

また、市町村による避難情報の適切な発令に際し、上述のような心理的な課題だけではなく、避難指示を発令する際に「市内全域」に発令しているなど、発令対象区域を適切に絞り込めていない市町村もあることが確認でき、適切な絞り込み方法の検討が課題となっている³⁾。

そこで本研究では上述に整理した課題のうち、技術的な課題の解決や心理的な負担の一部軽減を目指し、飛躍的に技術革新が進むAI技術を活用したうえで、市町村の避難指示オペレーションを補助する情報を提供するための「土砂災害危険度情報システム（以下、「どしゃキジ」図-2参照）」の開発を、京都大学との連携により実施した。

本論文では開発したどしゃキジの概要を報告する。



図-2 システム名とロゴ案

2. どしゃキジの特徴

(1)住民避難を支援

土砂災害警戒情報が発表された後に市町村長が避難指示を発令する際のオペレーションの補助・補足が可能である。（図-3）

(2)危険度の高まりを評価し切迫性を伝える補助情報を提供

平成30年7月豪雨による土砂災害では、自治体等から土砂災害警戒情報が発表され避難勧告も発令されていたが、多くの死者を出す災害となっている。これを受けて「避難勧告等に関するガイドライン」の改定（内閣府⁴⁾や「実効性のある避難を確保するための土砂災害対策のあり方について」の報告（国交省⁵⁾）が取りまとめられるなど、土砂災害に対する避難確保のため、避難の必要性が直感的に理解でき、かつ正常性バイアスが軽減されるような情報提供が重要な課題となっている。

上記の課題を踏まえ、どしゃキジは、既往の情報のみでは把握が難しい土砂災害警戒情報発表後の危険度の高まりを評価可能な京都大学の特許技術である未経験降雨指数⁶⁾を採用した。

未経験降雨指数の特徴は下記の通りであり、「土砂災害警戒情報発表後も危険度が高まっている状態」「過去に大きな被害をもたらした災害以来の危険な状態」「観測開始以来経験したことがない最も危険な状態」などと表現され、直感的に危険度を把握できる。また記録・記憶にある災害以来の危険度とすることで切迫性を伝えることが可能である。（図-3）

- ・1,300通り以上の短期雨量指標と長期雨量指標の組合せに相当する計算
- ・土中の水分状態が経験したことがない危険な状態となっているかを評価

本項では未経験降雨指数の考え方を適用した土砂災害危険度評価情報について2022年に実際に土砂災害により人的被害が発生した事例を用いて図-4に示す。

本事例では土砂災害警戒情報が発表されてから災害が発生し人的被害を引き起こすまで、危険度の高まりを

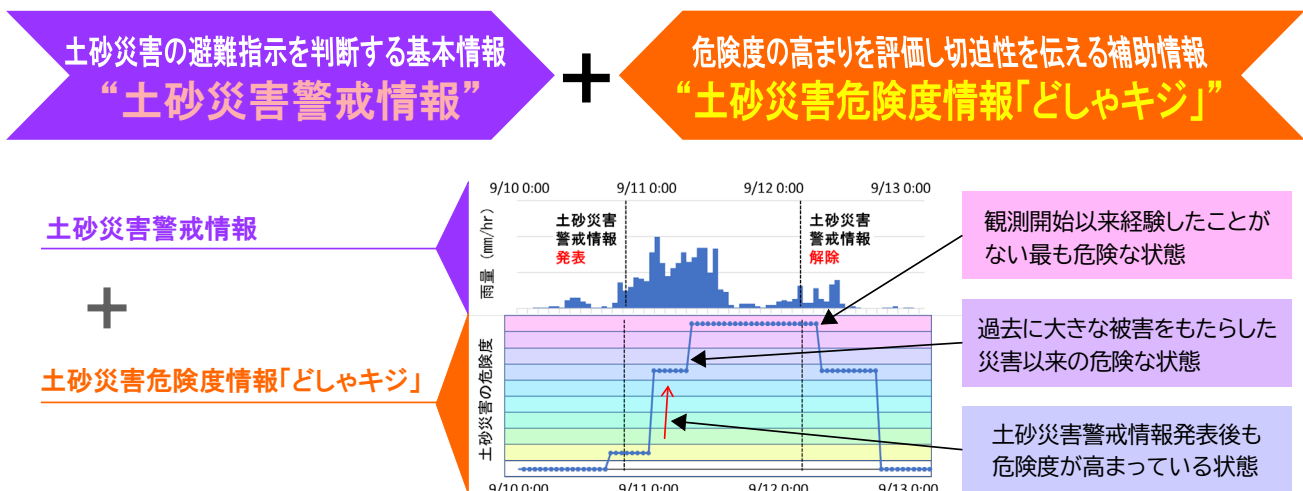


図-3 どしゃキジにより提供可能な補助情報の考え方

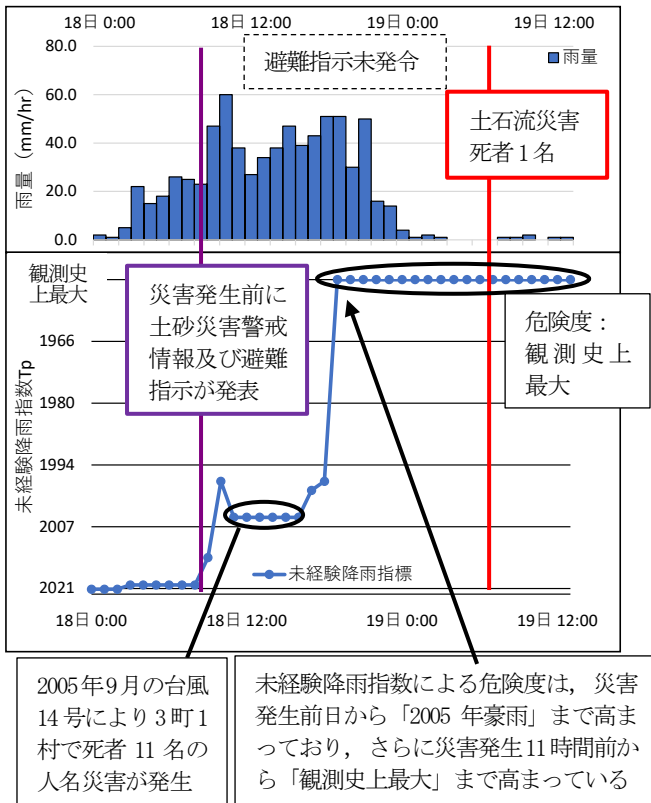


図-4 危険度の変化状況 20220919 宮崎県三股上：降雨状況 下：未経験降雨指数による危険度

表現できている。こうした情報を提供することにより、「避難指示発令を促す」「避難行動を促す」ための情報として使用できることが示唆された。

(3) 予測雨量を用いた危険度評価により早期の避難準備が可能

土砂災害警戒情報には2時間先の予測雨量が使用されている。また要配慮者施設等では避難に時間を要する。これらを踏まえ、下記に示す予測降雨を用いた危険度評価を可能とした。なお、使用する予測降雨は気象庁配信のデータを用いることとした。

- ・2時間先：土砂災害警戒情報に使用されている
- ・6時間先：予測手法の切り替える時間
- ・12時間先：早期の避難検討に使用可能と考えられる

(4) AIによる素因分類を適用した素因の違いに応じた危険度評価を実現

1) 土砂災害データの整理

素因の違いに応じた危険度評価を実現するために、自治体が所有する土砂災害に関する情報を収集した。なお、収集する土砂災害に関する情報については、土砂災害警戒情報を発表する基準を検討する際に使用する災害データと同様のものを使用することとし、表-1に示す9都県に許可を得て災害データの貸与を受けた。

収集した災害データの内、人的被害及び家屋全壊被

害が生じた災害（総称して「被災規模が大きい災害」）に着目し、8都県の341事例（275メッシュ）を対象に素因との関係性を分析することとした。

表-1 収集した災害データの概要

都道府県	災害発生日時
山形	1988～2020年（43年間）
東京	2006～2019年（14年間）
群馬	1976～2021年（56年間）
千葉	1991～2019年（29年間）
鳥取	1991～2019年（29年間）
島根	2006～2019年（14年間）
徳島	2005～2019年（15年間）
山口	2006～2018年（13年間）
鹿児島	1902～2019年（118年間）

※山形県のデータには詳細な被害情報の記載なし

2) 既往のAI画像解析を用いた素因分類手法の概要

素因と誘因を組合せた情報提供方法を検討する際の素因の情報については、AI画像解析による素因の評価結果を適用する⁷⁾。使用データに関しては、国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部土砂災害研究室より、当社が受託者として実施した「土砂災害発生予測における素因特性分類業務」の資料を提供して頂いた。

AI画像解析による素因分類に関する概要は図-5に示す通りである。

「同様の素因特徴を有するクラスタ毎」に、優先度の高い「短期雨量指標と長期雨量指標の組合せ」を適用した情報を提供することが可能となれば、素因と誘因を組合せた評価した危険度情報が提供できると考えられる。

なお、AI画像解析技術を適用し誘因との組合せを検討する際には、AI画像解析技術により素因評価した結果を10クラスタに分割した結果を適用することとした。

※対象とする災害の条件の変更は各自治体のニーズにより追加検討が可能

3) 素因分類結果と誘因データを組合せた情報提供の検討

■ 地形・地質データを用いた素因の評価方法

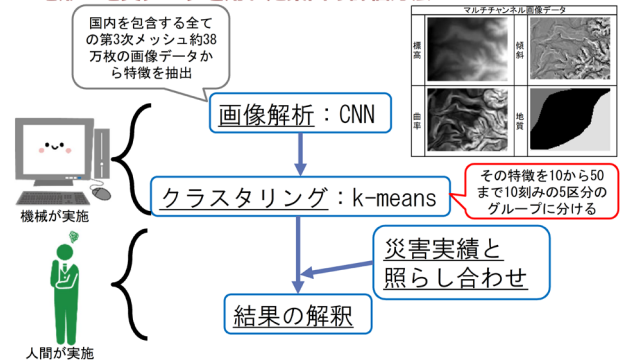


図-5 AI画像解析による素因分類の概要

使用する災害事例とクラスタの関係は表-2に示す通りである。

素因と誘因を組合せた情報提供方法を検討する際に検討対象とする期間は図-6に示す通り、危険度が最大となった時刻から災害発生後4時間とした。

表-2 対象災害事例(メッシュ数)とクラスタの関係

クラスタ No.	メッシュ数
0	47
1	8
2	10
3	12
4	61
5	19
6	70
7	16
8	21
9	11

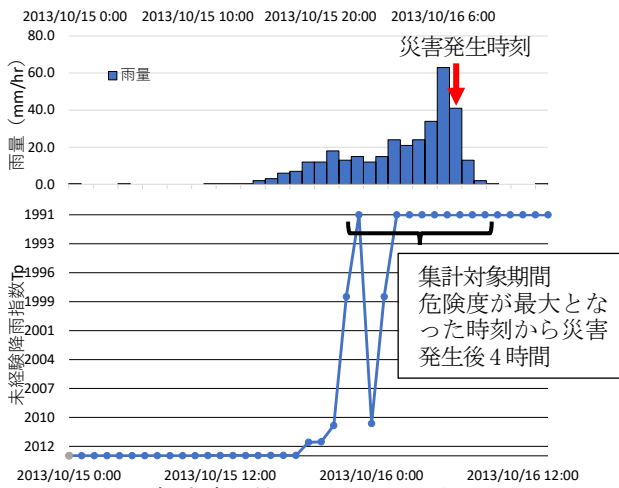


図-6 優先度を検討する期間の説明図

これらの期間を対象として、短期雨量指標と長期雨量指標の組合せが適用されている頻度を算出した。適用頻度に関して閾値を設定し、その閾値を超える短期雨量指標と長期雨量指標の組合せのみで未経験降雨指数を算出することにより、未経験降雨指数による危険度にどのように影響があるかを確認した。

検討方法の具体的な手法には、機械学習法の1つである「決定木分類」を適用することとした。

本研究における決定木を適用する際の目的変数及び説明変数は図-7に示すように設定した。

目的変数：未経験降雨指数による危険度評価が最大になっているかどうか

説明変数：長期雨量指標, 短期雨量指標

※説明変数を2種類とし、長期雨量指標, 短期雨量指標の組合せがどこを境に危険度評価を最大と評価するかを把握できるように解析を実施

	A	B	C	D
1	目的変数	短期実効雨量	長期実効雨量	
38	実施	0.1	205.6221	
39	実施	0.1	252.704	
40	実施	0.1	310.5665	
41	実施	0.1	381.6779	
42	実施	0.1	469.0719	
43	実施	0.1	576.4768	
44	実施	0.1	708.4746	
45	実施	0.1	870.6963	
46	実施	0.1	1070.062	

図-7 目的変数と説明変数の設定例

決定木を用いて優先度の高い短期雨量指標と長期雨量指標の組合せを確認した結果、各クラスタで異なる傾向が確認できた。図-8に結果の一例を示す。クラスタ毎に採用された組合せ数は表-3の通りである。

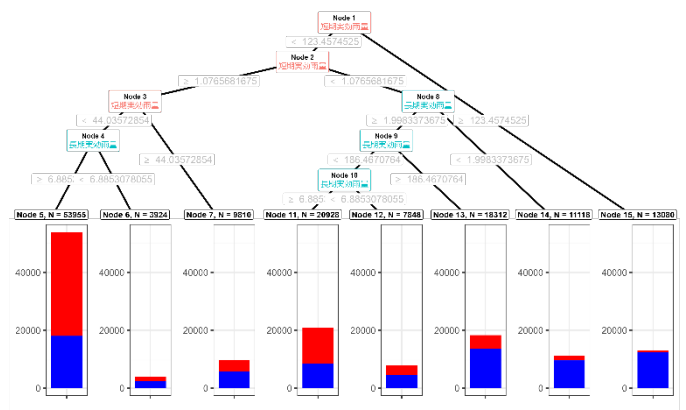


図-8 決定木による短期雨量指標と長期雨量指標の組み合わせの優先度検討結果

表-3 決定木を用いた優先度の高い短期雨量指標と長期雨量指標の組合せ

クラスタ	組合せ数	採用比率	備考
0	285	0.22	
1	195	0.15	
2	924	0.72	
3	455	0.36	
4	329	0.26	
5	285	0.22	最小比率を採用
6	285	0.22	
7	572	0.45	
8	503	0.39	
9	495	0.39	最小比率を採用
平均	433	0.34	

決定木を用いて優先度の高い短期雨量指標と長期雨量指標の組合せを把握したところ、上記に示すように、ほとんどのクラスターで半分以下（600通り以下）とすることが可能であった。

さらに、この結果を用いて近年人的被害を起こした実際の災害事例を対象に未経験降雨指数による危険度評価が問題なく実施できるか検証した。結果の一例を図-9に整理する。結果を確認したところ、どのクラスターでも、概ね危険度を把握可能なことを確認した。一方、図-9赤丸部分に示すように、危険度が上昇するタイミングの一部で、最大値の評価ができない場合もあることが確認された。

一部の事例では、危険度が上昇時に、その時点での危険度評価が少し過小となるケースも確認されたが、危険度が最大となる過程に影響は小さいと判断した。これにより、本検討結果より、素因と誘因を組合せた情報提供が可能となった。

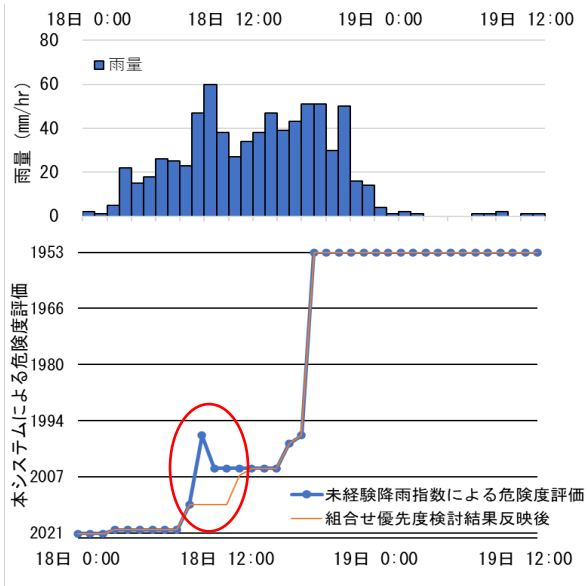


図-9 2022.9宮崎県三股の土石流災害の例

(5)任意の降雨を用いた訓練用シミュレーター機能

既往災害を発生させた降雨事例を経験した場合の土砂災害危険度情報の平面分布推移が把握可能な「訓練用シミュレーター機能」を構築した。本機能は防災部門との連携が可能である。

既往の災害事例には関東地方で近年大規模な被害のあった下記の降雨イベントと地区を採用することとした。

表-5 採用した降雨イベントと対象地区

降雨イベント	日時	対象地区
台風第18号等による大雨	2015年9月	栃木県 日光市周辺
低気圧等による大雨	2019年10月	千葉県 市原市周辺
東日本台風（台風第19号）による大雨, 暴風等	2019年10月	宮城県 丸森町周辺

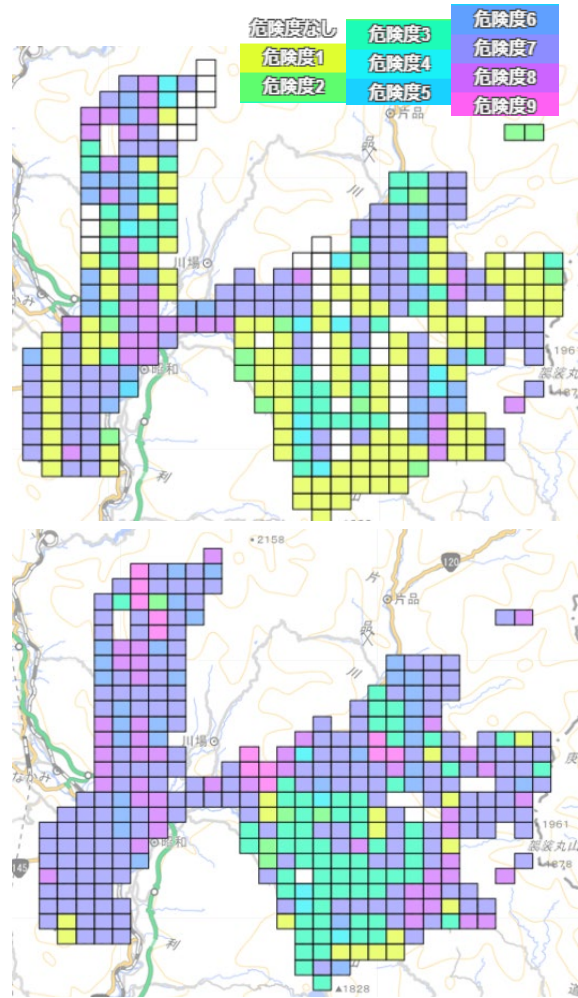


図-10 沼田市における危険度推移
(上：降雨観測開始9時間後, 下：12時間後)

2019年10月の「東日本台風（台風第19号）による大雨、暴風等」で宮城県丸森町周辺が経験した降雨規模を群馬県沼田市が経験すると、どのように危険度が推移するかを、構築した訓練用シミュレーター機能で確認した結果を図-10に示す。なお、検討を実施するにあたっての危険度は、沼田市では近年大規模な出水を経験していなかったことから、未経験降雨指数が過去に遡るごとに危険度が上昇（例：未経験降雨指数が2019年であれば危険度1、2005年であれば危険度5、観測開始以来経験したことの無い危険な状態であれば危険度9）するように設定した。

構築した訓練用シミュレーター機能で得られた結果を確認すると、沼田市では降雨観測開始9時間後時点では市内全域でまばらに危険度が高まっている様子が見取れる。その後、降雨観測開始12時間後では市内の南東部を除く全域で危険度が高まり、観測開始以来経験したことの無い危険な状態であるメッシュも点在する結果となった。

なお、本機能は任意の降雨を追加しシミュレートを実施可能な機能とした。

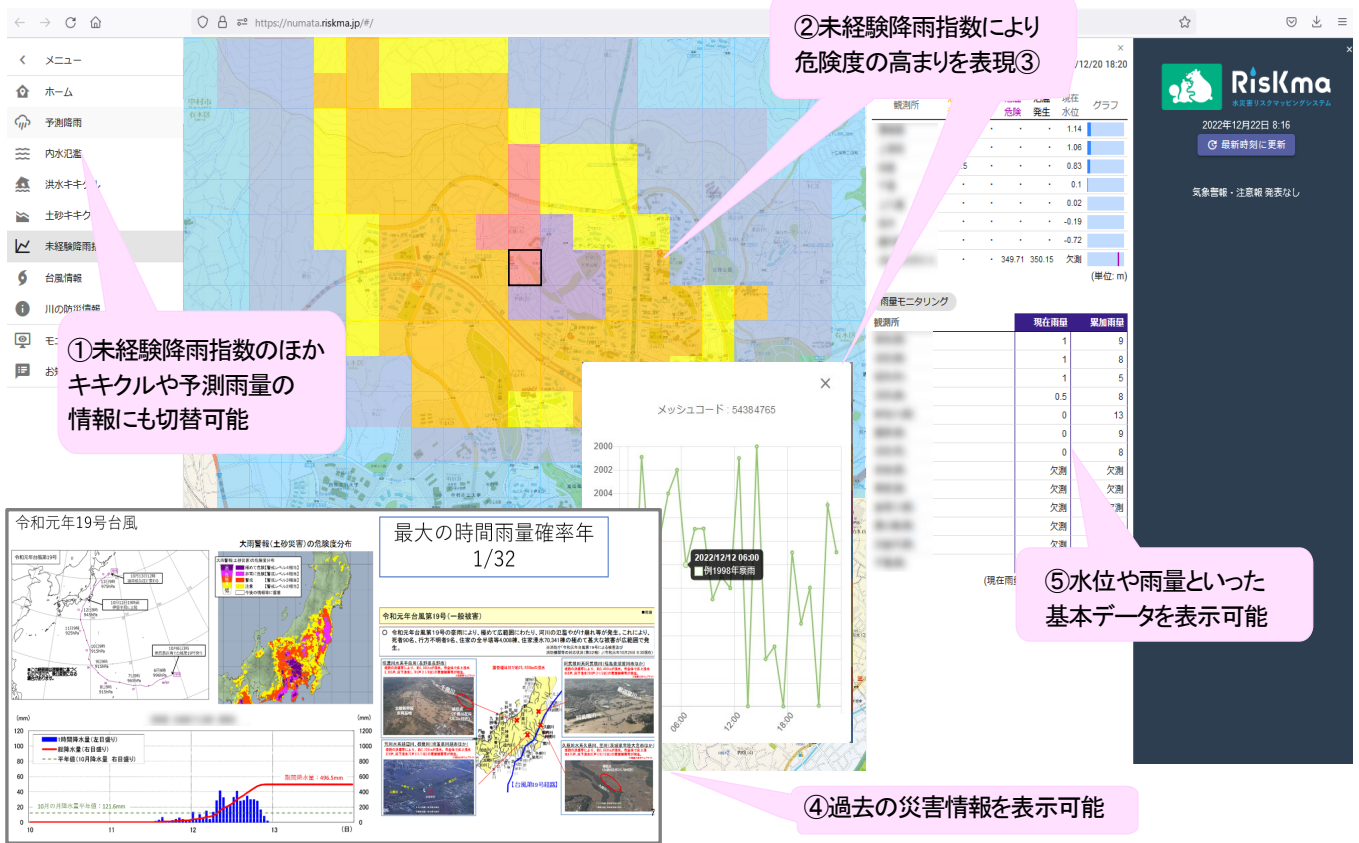


図-11 どしゃキジの表示画面(GUI)

(6)大字など任意の単位での危険度評価

市町村が避難指示を発令する際に、「発令対象区域を適切に絞り込む方法」が課題となっていることへの解決策の1つとして、大字等任意の単位での危険度表示を可能とする機能を実装した。

これにより、メッシュ単位での危険度評価のみならず、小学校区、自治会単位等の危険度の高まりを評価し避難指示発令範囲の絞り込みを補助することが可能である。

3. どしゃキジの表示画面(GUI)構築

開発したどしゃキジの表示画面(GUI)を図-11に整理する。

どしゃキジでは土砂災害危険度評価情報をメッシュ単位で表示できる他、既往の周辺情報である予測雨量、土砂キキクル等も1クリックで切り替えが可能な仕様となっている。

また、社内河川部門と連携することにより、既往の研究成果であるRiskmaで情報提供している内水氾濫に関する情報も提供することが可能である。

システムメニューは下記の通り検討した。

①メニュー：

土砂災害危険度情報の他、土砂キキクルや予測降雨等の関連情報へ切り替え可能

②メインウィンドウ：

危険度をメッシュ単位で色変化により表示し、各メッシュの危険度情報も把握可能(③へ続く)

③未経験降雨指数の時系列変化：

過去の降雨状況との相対的な危険度を時系列により評価可能

「〇〇年災害相当の危険度」等(④へ続く)

④災害データベースの構築と表示：

現在の危険度が過去のどの降雨相当であるかを検索可能

⑤その他の情報：

Riskmaと連携することによるその他の情報も閲覧が可能

4. 結論

本稿では、市町村の避難指示オペレーションを補助・補足する情報を提供するため開発した「土砂災害危険度情報システム“どしゃキジ”」の開発成果について取り

まとめた。どしゃキジの主な機能は下記の通りである。

【どしゃキジの機能】

- (1) 危険度の高まりを評価し切迫性を伝える補助情報を提供する機能
- (2) 予測雨量を用いた危険度評価により早期の避難準備が可能な機能
- (3) AIによる素因分類を適用した素因の違いに応じた危険度を評価する機能
- (4) 任意の降雨を用いた訓練用シミュレーター機能
- (5) 大字など任意の単位での危険度を評価する機能

なお、本研究は計画的な研究開発としては今期で終了とする。来期以降はシステム導入先の要望を反映すると共に、責任部署内にてシステム機能向上の検討を継続し、営業活動の促進を図る。

営業活動の促進に向けては、京都大学との関係構築の継続、群馬県沼田市でのシステム実証試験の継続が必要であり、これらについても引き続き実施する。

また、既開発の Riskma、防災行動支援システムとの連携をさらに密にすることにより、更なる営業先の拡大も

目指すことが可能と考える。

謝辞：本研究に際し、京都大学小杉教授に有益な助言を賜りました。ここに記して、深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省・国土保全局砂防部(2021): 気象庁予報部 都道府県と気象庁が共同して土砂災害警戒情報を作成・発表するための手引き
- 2) 中央防災会議(2021): 防災基本計画
- 3) 令和3年7月からの一連の豪雨災害を踏まえた避難に関する検討会(2022): 令和3年7月からの一連の豪雨災害を踏まえた避難のあり方について (報告)
- 4) 内閣府 (防災担当) (2019): 避難勧告等に関するガイドライン
- 5) 実効性のある避難を確保するための土砂災害対策検討委員会 (2019): 実効性のある避難を確保するための土砂災害対策のあり方について 報告書
- 6) 小杉賢一朗(2022): 土砂災害に対する警戒・避難のための未経験降雨指数の提案. 砂防学会誌, Vol. 75, No. 1, p3-14
- 7) 中西宏彰, 野呂智之, 野村康裕, 鈴木大和, 佐渡耕一郎, 高橋信一, 相澤明宏, 家田泰弘: 深層学習による素因特性分類に基づいた土砂災害危険度評価手法の検討, 砂防学会研究発表会概要集 2019年 P-197

ADVANCED RESEARCH ON SEDIMENT-RELATED DISASTER INTANGIBLE MEASURES USING AI

Tomoo MATSUBARA, Takashi SASAYAMA, Kiichi KAWASE, Hikaru TODATE
and Hiroaki NAKANISHI

Information that conveys the risk of sediment-related disasters in Japan includes "sediment-related disaster warning information" issued by the prefectural governors and the Japan Meteorological Agency, as stipulated in the Sediment-related Disaster Prevention Law. When the sediment-related disaster warning information is announced, the mayor of the municipality is supposed to issue an evacuation order immediately. Furthermore, in the disaster prevention basic plan, sediment-related disaster warning information is announced, and when the mayor of a municipality issues an evacuation order, it is stated that "the area subject to the evacuation order should be appropriately narrowed down" and is subject to issuance by each municipality. The target area for issuance is determined by each municipality.

However, there are many cases in which evacuation orders have not been issued, and in such cases, damage has occurred. Therefore, promotion of evacuation behavior by the government and residents has become an issue. In addition, some cities, towns and villages have not been able to properly narrow down the areas for which evacuation orders are issued, and the examination of narrowing down methods has become an issue. It has also been pointed out that the psychological burden of issuing evacuation orders has been pointed out.

In this paper, we report on the "earth and sand disaster risk information system" was development for the purpose of providing information that assists and supplements the evacuation order operation of municipalities in order to contribute to the solution of these points.

自治体防災行動支援システムの開発研究

野中 寛之¹・由良 英作²・宮本 賢治³・山本 健吾⁴・野中 洋佑⁵

¹技術士（建設部門） 株式会社建設技術研究所 大阪本社防災室（〒541-0045 大阪府中央区道修町1-6-7）
E-mail: h-nonaka@ctie.co.jp

⁴E-mail: kng-yamamoto@ctie.co.jp

⁵E-mail: y-nonaka@ctie.co.jp

²技術士（総合技術監理部門，建設部門） 株式会社建設技術研究所 大阪本社水システム部
（〒541-0045 大阪府中央区道修町1-6-7）
E-mail: yura@ctie.co.jp

³RCCM（河川，砂防および海岸・海洋） 株式会社建設技術研究所 大阪本社水システム部
（〒541-0045 大阪府中央区道修町1-6-7）
E-mail: k-miyamoto@ctie.co.jp

近年，東日本大震災や令和元年九州北部豪雨，令和2年7月豪雨など大規模な災害が頻発しており，自治体に求められる災害対応が増大している．こうした状況に対応するため，一部の自治体では，防災行動を支援するシステムの導入を進めているものの，「情報集約」を基本としており，防災行動は地域防災計画等に基づき実施している実態がある．しかしながら，緊急性の高い災害対応では，自治体の担当者が個々の技術，システムを組み合わせることは困難であることから，各種防災行動を「一括」で管理・運用できるシステムが必要と考える．

本論文では，モデル自治体である王寺町において本システムを活用した防災訓練等を実施し，訓練結果を踏まえたシステム改良を実施するとともに，水災害以外の災害（地震）に対応したシステムに改良した内容について報告するものである．併せて，自治体や民間企業に対して行ったシステムの営業展開についても報告する．

Key Words : *system for supporting determination in disaster situation, municipality, flood damage*

1. はじめに

近年，東日本大震災や令和元年九州北部豪雨，令和2年7月豪雨などこれまで経験したことのない規模の災害が頻発しており，自治体に求められる災害対応が増大している．

自治体では，防災対応マニュアルの整備や防災行動を支援するシステムの導入など迅速な対応を可能とするための取組を実施している．しかし，現時点で自治体が導入しているシステムは「情報集約」を基本としており，情報を得た後の防災行動は，地域防災計画や各種災害対応マニュアル等に基づき実施している．

そのため，円滑な対応の可否は，防災部局の担当者の経験や災害時の確保可能な人数に影響され，特に職員が少ない中小規模の自治体では，1人で複数の業務を

実施するための確かな対応が困難な状況にある．また，異動などで防災部局に経験者が不在となるケースも想定され，防災力の継続的な維持・向上も課題と考えられる．

以上のことから，緊急性の高い災害対応では，自治体の担当者が個々の技術，システムを組み合わせることは困難であることから，各種防災行動を「一括」で管理・運用できるシステムが必要と考える．

本論文では，モデル自治体である王寺町において本システムを活用した防災訓練等を実施し，訓練結果を踏まえたシステム改良を実施するとともに，水災害以外の災害（地震）に対応したシステムに改良した内容について報告するものである．

併せて，自治体や民間企業に対して行ったシステムの営業展開についても報告する．

2. モデル自治体における運用支援

(1) 出水期前の防災訓練の実施

令和3年度に実施したワークショップ及び社内模擬訓練を踏まえて、防災行動支援システム（以降、本システムとする。）を活用し、モデル自治体の奈良県王寺町において災害対策本部を対象とした防災訓練を実施した。

休日夜間に線状降水帯の大雨によって水位が上昇する水害を想定し、本システムを用いた情報収集及び指示連絡等の一連の流れを実践した。

令和4年度王寺町防災訓練の想定シナリオ及び開催記録等を図-1に示す。

想定	7月30日(土)夜から31日(日)朝にかけて発生した線状降水帯による大雨に伴い、大和川王寺水位が最大6.9mまで上昇。タイムラインに従い、氾濫に備えた水防活動や避難所開設を実施。	【対策本部 15人】 町長、副町長、教育長、危機管理監、【消防団長】、 理事兼地域整備部長、総務部長、総務部理事、住民福祉部長、 健康子育て支援部長、水道部長、教育総務部長、 社会福祉協議会部長、教育総務部理事、地域整備部参事 【現場対応職員 7人】 都市計画課長、建設課長、上下水道課長、総務課長、 福祉介護課長、生涯学習課長、学校教育課長 【事務局 6人】 防災統括室課長、係長、議員ほか (株)建設技術研究所 大阪本社 ホンシステム部 防災室
訓練日時	令和4年7月25日(月) 14:45～16:15終了予定	参加者
会場	やわらぎ会館 3階 研修室	
目的	大雨による河川氾濫の懸念が生じた際に水防活動や避難指示、避難所の開設等の措置を迅速かつ的確に実施できるよう、防災行動支援システムを活用した模擬訓練を実施。	



図-1 令和4年度王寺町防災訓練の実施概要・開催記録

(2) 振り返りワークショップの実施

1) ワークショップの概要

王寺町防災訓練の開催後、参加した王寺町職員に対して、振り返りワークショップを実施し、本システム運用に関する意見を抽出した。

振り返りワークショップの実施概要を表-1に示す。

表-1 振り返りワークショップの実施概要

項目	内容
開催日時	令和4年8月23日(火)
場所 参加者	王寺町役場会議室 防災訓練の参加者
目的	防災訓練でのシステム活用を踏まえ、課題及び意見を集約する

2) システム改良の方針整理

振り返りワークショップで抽出した意見を「システム」「防災訓練」「研修・訓練」に分類し、本システムの改良方針を検討した(表-2)。

また、本システムの操作教育が必要との意見があったため、実際に本システムを操作する可能性が高い職員を対象とした操作説明会を別途実施した。

表-2 防災訓練後のシステム改良等に関する意見集約

分類	システム	防災訓練	研修・教育
概要	システムの機能等に対する意見	王寺町の災害対応計画や実務への疑問・意見	王寺町の防災力向上のための取組に関する提案
主な意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 樋門操作手順を画面上で確認したい(水防班) ・ 消防団と活動状況を共有したい(防災統括室) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 線状降水帯に対しては別の初動が必要(教育長) ・ 災害対策本部の設置を前倒ししたい(防災統括室) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全職員へのシステム操作教育が必要(防災統括室) ・ ポンプ場の運転操作研修を実施する(水防班)
対応方針	<ul style="list-style-type: none"> ・ システムへの機能実装や権限付与を検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 次年度以降の支援内容として王寺町へ提案 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 王寺町で操作研修を実施予定 ・ 次年度以降の支援内容として王寺町へ提案

(3) 出水時の試験運用の支援

王寺町防災訓練における職員からの意見を踏まえ、本システムを改良し操作説明会を実施した。

開催概要及び実施記録を表-3に示す。

また、開催後の職員に対してアンケートを実施した。

アンケート結果では、多数の参加職員から「問題なく操作できた。」「システムの操作性や手順書の説明は良かった。」との回答を得た。

表-3 システムに関する操作説明会の実施概要

項目	内容
開催日時	令和4年9月26日(月) 午前部: 10:00～11:45 午後部: 13:00～14:45
場所 参加者	やわらぎ会館3階研修室 参加者は60人程度
目的	システムの概要(機能、使用場面等)を共有するとともに、システムの操作方法の習熟を図る
実施記録	

(4) ロードマップ・訓練シナリオの作成

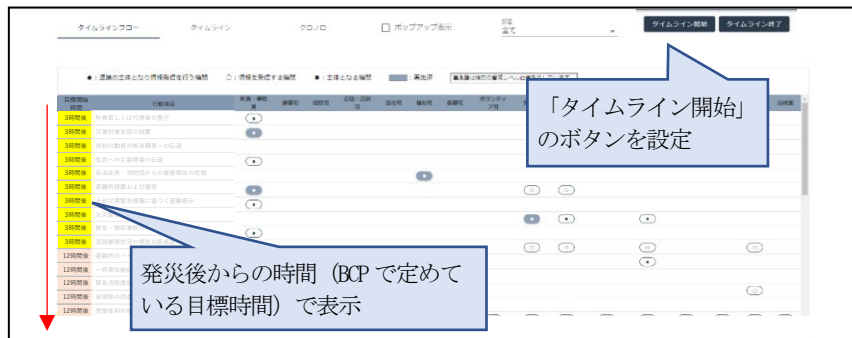
各ステップの災害対応力の到達目標に応じた具体的な訓練シナリオ（内容）を反映したロードマップを作成した（図-2 参照）。

訓練シナリオは、本システムにおける基本的知識の取得から災害対策本部の指揮者に求められる対応の習得までの実施内容を取りまとめた。



図-2 訓練を通じた防災力向上のロードマップ（概要）

（タイムラインフロー：全体の進捗管理）



（タイムライン：各部署の行動項目の実施登録）



図-3 地震版のタイムライン機能

3. 他災害のシステム構築、動作検証等

(1) 地震災害のシステム改良

1) 地震災害における必要機能の抽出

地震災害の災害特性（突発的災害）を踏まえて、必要となる機能（追加する機能）を抽出した。

なお、システムへの地震災害の必要機能の反映にあたっては、風水害と同様の表示や操作となるように留意して構築した。

■地震版で追加する主な機能

- 地震発生がトリガーとなるため、タイムライン開始機能を追加
- 地震に関するハザード情報（津波浸水想定、震度分布等）を追加

2) 防災行動支援システムへの反映

地震災害は突発的に発生するため、職員がシステムの運用を開始できるように「タイムライン開始」のボタンを設定した。

タイムラインフローについては、BCP等で定めている対応を発災からの時間（定めている目標時間）で表示した（図-3）。

また、タイムラインについては、各班（課）の対応についても同様に表示し、現時点がどの時間が半別できるようにハッチングして表示した。

4. 付加価値の向上ならびに自治体等のニーズ抽出ツールの作成

開発した本システムの付加価値の向上を図るため、システムのパッケージ化や、商品導入後のPDCAマニュアルの作成を行った。

また、構築したシステムの汎用性をさらに高めるために、自治体や企業のニーズや要望を抽出するツールを作成した。

(1) システムのパッケージ化

本システムは、顧客の要望・予算に応じ機能を選択（カスタマイズ）できることが他社システムと比較した場合の特徴である（図-4）。

機能選択には「RiskMa（水災害リスクマッピングシステム）」などの他システムとの連携も含まれ、将来的な拡張も提案可能である。

本特徴を顧客へ説明するために作成した機能要件調査票を表-4に示す。

機能要件調査票は、Excel形式で選択できる機能を一覧で示しており、顧客が希望する機能をチェックボックスから選択することで容易にニーズを抽出することを可能とした。

(2) ワークショップ開催支援マニュアルの作成

本システムは、組織における「災害対応力向上」の手段の一つとしての位置づけであり、自治体や企業におけるBCP等の実効性向上のためにはシステム導入後も継続的な支援が必要である。

そこで、システムの導入を起点として、訓練やワークショップの実施から計画の見直しなど一連の「PDCAサイクル」によるフォローを営業メニューとして提示した。

併せて、PDCAサイクルの実施をフォローするための参考資料として図-5に示す「ワークショップ開催支援マニュアル」を作成した。

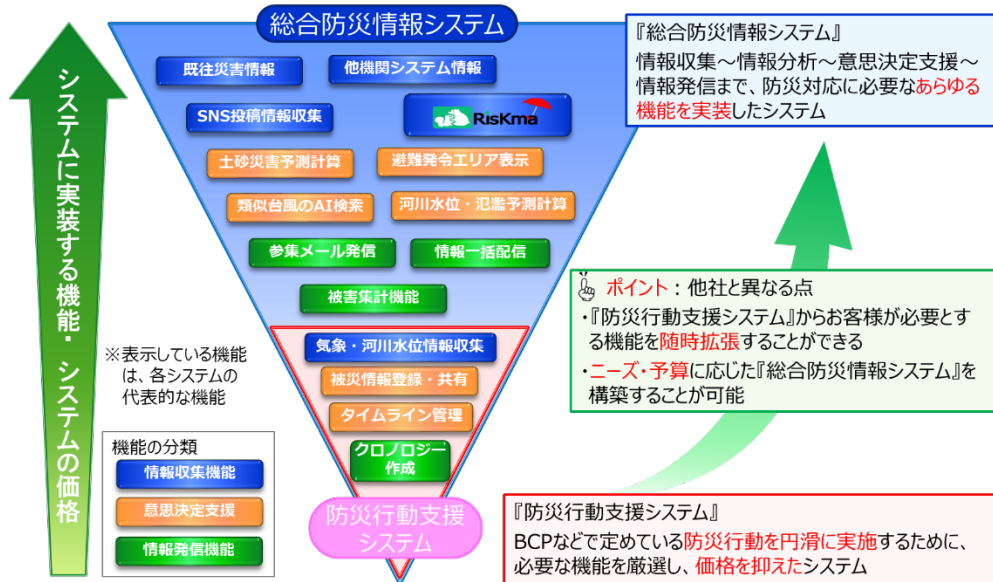


図4 システムへの搭載機能の選択・拡張イメージ

表4 機能要件調査票 (抜粋)

防災行動支援システムの機能要件調査票									
No.	機能	項目	細分	解説	システムへ導入方法	標準・拡張	拡張・チェック	備考	
1				気象庁発表の警報・注意報を表示する	気象庁HPへのリンク	標準	<input checked="" type="checkbox"/>		
2				管内及び周辺地域で発令された警報・注意報を自動抽出し、表示する	システムにて自動検索・表示	拡張	<input type="checkbox"/>		ご要望の機能にチェックをお願いいたします
3				1時間先までの雨量の動きを表示(顕著な大雨に関する情報(線状降水帯)含む)	気象庁HPへのリンク	標準	<input type="checkbox"/>		
4				36時間先までの雨量の動きを表示	管内地図へ重ね合わせ表示可	拡張	<input type="checkbox"/>		
5				36時間先までの雨量レーダを連続して表示(地図上に重ね合わせ可能)	管内地図へ重ね合わせ表示可	拡張	<input type="checkbox"/>		河川水位予測サービス標準パッケージ
6				実況天気図	気象庁HPへのリンク	標準	<input type="checkbox"/>		
7				天気図画像データを取得し、表示する。過去のデータを蓄積する	任意日時の画像を表示	拡張	<input type="checkbox"/>		気象業務支援センター配信サービスを利用
8				台風経路図	気象庁HPへのリンク	標準	<input type="checkbox"/>		
9				台風経路データを取得し、任意の方法で表示する	管内地図へ重ね合わせ表示可	拡張	<input type="checkbox"/>		気象庁XMLデータより取得
10				危険度分布	気象庁HPへのリンク	標準	<input type="checkbox"/>		
11				危険度分布データを取得し、任意に加工・表示する	管内地図へ重ね合わせ表示可	拡張	<input type="checkbox"/>		気象業務支援センター配信サービスを利用
12				川の防災情報サイトを表示する	国土省HPへのリンク	標準	<input type="checkbox"/>		
13				河川水位観測データを取得し、任意の方法で表示する	管内地図へ重ね合わせ表示可	拡張	<input type="checkbox"/>		河川水位予測サービス標準パッケージ
14				ライブカメラ画像を取得し、任意の方法で表示する	管内地図へ重ね合わせ表示可	拡張	<input type="checkbox"/>		
15				水害リスクラインデータを取得し、任意の方法で表示する	管内地図へ重ね合わせ表示可	拡張	<input type="checkbox"/>		
16				都道府県の防災情報サイト(河川水位観測、カメラ画像等)を表示する	対象HPへのリンク	標準	<input type="checkbox"/>		
17				河川水位観測データを取得し、任意の方法で表示する	管内地図へ重ね合わせ表示可	拡張	<input type="checkbox"/>		
18				ライブカメラ画像を取得し、任意の方法で表示する	管内地図へ重ね合わせ表示可	拡張	<input type="checkbox"/>		
19				通行規制情報サイトを表示する	対象HPへのリンク	標準	<input type="checkbox"/>		
20				通行規制地図データを取得し、任意の方法で表示する	管内地図へ重ね合わせ表示可	拡張	<input type="checkbox"/>		データ取得について公開元との協議調整が必要

防災行動支援システム ワークショップ開催支援マニュアル

(R4.12)

ワークショップとは ワorkshopの特徴を理解する

災害対応力向上のための取組みには、自主学習から訓練まで様々な選択肢がある。この中から、講座、ワークショップ、読み合わせ訓練の特徴を以下に示す。

図 災害対応力向上に向けた取組み事項の整理

講座

- Web会議システムを併用すると、**数百人単位の参加者数でも実施可能**。
- 参加者のレベルは、基本的に問われない。
- 机上のため、実感を持つことは難しい。
- ⇒システム導入時の説明会や年次教育で活用される。

本マニュアルの対象

ワークショップ

- 一方の講座と比較すると、**参加者が実際に参加・議論することが大きな特徴**。
- 訓練と比較し、**参加者の準備等の負担が小さい**。
- ⇒学び・創造・トレーニングや問題解決の場として活用される。

読み合わせ訓練

- シナリオに沿った対応内容を確認することで、**実感を持ちつつ実施事項を習得できる**。
- 準備に時間を要し、参加者も限られる。
- 参加者には、**一定の知識**が求められる。
- ⇒ある程度システムや災害対応経験のある方を対象に、年1回の定期訓練等で活用される。

参加者の決定 目的に応じ、参加者を決定する

- 前項で決めた目的に関係する組織をピックアップします。
- 関係する組織から、ワークショップへの出席者を選定します。

Point 出席者の特徴を意識したうえで選定を実施

・出席者は、ワークショップの目的に応じ慎重に選定しましょう。

・例えば、「災害対応経験を踏まえたシステム改良」を行うワークショップに新入社員・職員が参加した場合、意見が出にくいかもしれません。

⇒出席者を募る場合でも、目的を明確に伝え、最適な出席者となるように調整しましょう。

図 組織の例と関係組織選定時の着眼点

5

図-5 ワorkshop開催支援マニュアル (抜粋)

(3) 自治体等のニーズ抽出ツールの整備

1) 紹介動画

自治体や企業が本システムの特徴を効率的に把握できるよう、図-6に示すように3分程度のシステム紹介動画を作成した。

また、本動画は自治体や企業等に幅広く周知するため、展示会等での放映に加え、YouTube への掲載を実施している。

URL:<https://www.youtube.com/watch?v=h81Y1iWWZjQ>

2) デモ用システム

よりシステムのニーズや要望を抽出するため、実際に操作するなど体感できるデモ用システムを作成した。

デモ用システムの画面構成および実装する機能は開発したシステムと同等としている。

5. システムの汎用性向上に資する機能の開発

王寺町で実施した防災訓練や全国で実施した技術営業での意見等を集約・分析した上で、多くの組織で効果的と判断される機能を抽出し、より汎用性の高いシステムに改良する。

(1) 必要機能の抽出

技術営業での意見等を機能ごと（表示方法、タイムライン機能等）に分類し、改良・追加すべき機能を抽出し、その開発方針をとりまとめた。

抽出した機能の開発方針を表-5に示す。



図-6 防災行動支援システムの紹介動画 (切り抜き)

表-5 抽出した機能の開発方針

機能等	王寺町との開発状況	他自治体からの意見・要望等	改良・追加開発方針
① 表示方法 の改良	<ul style="list-style-type: none"> パソコン版、スマートフォン版の構築（自治体が使用する主なデバイスのサイズ（解像度）に対応） 	<ul style="list-style-type: none"> 今後、デバイスの変更も想定されることから、あらゆるデバイスで確認できるようにしたい 	<ul style="list-style-type: none"> 表示方法の改良（画面サイズによって自動的に表示のレイアウトを調整（シームレスに表示）できる仕組みを新たに構築（図-7参照）
② タイムライン 機能の追加	<ul style="list-style-type: none"> タイムラインフローについて「避難情報着目型タイムライン」に合わせた時間軸を縦にした表示 対応手順等を取りまとめたカルテを登録 	<ul style="list-style-type: none"> 災害時に認識しやすいように日頃見慣れた防災関連計画の様式に近い表示にする必要がある 災害時の情報迷子を防ぐため、対応手順や必要となる報告様式や協定など瞬時に確認したい 	<ul style="list-style-type: none"> 各自治体の防災計画のとりまとめ方に応じた表示方法の追加 対応手順や報告様式等を行動項目ごとに取りまとめ、リンクして表示する機能の追加
③ 参集状況管理 機能の改良	<ul style="list-style-type: none"> 参集状況を表形式で表示 対応状況（実施、未実施）はタイムラインフローの着色で表示 当社で登録した職員データベースをもとに、各職員が参集状況を登録 	<ul style="list-style-type: none"> 地震時や特に災害初動時の参集状況や対応状況等の把握が肝となることから、瞬時に状況が把握できる工夫が必要である システムに慣れるため、できうる限り自治体で対応できることは、自身で対応したい 	<ul style="list-style-type: none"> 各行動項目の実施状況や参集状況について、BCPにおける目標時間との対応を自動的に分析し、見た目（グラフ化）で分かるように表示 職員情報登録機能の追加（職員データベースを各職員で編集できる機能を構築）
④ 被災状況管理 機能の追加	<ul style="list-style-type: none"> スマートフォンより災害状況を投稿 投稿情報のマップ上管理 	<ul style="list-style-type: none"> 出水期前に点検等を行っていることから、災害時と平常時の状況を確認したい 	<ul style="list-style-type: none"> 点検結果の管理機能の追加（点検結果の登録機能と経年変化が容易に確認できるようなデータベース管理・表示機能を構築）
⑤ 訓練モード 機能の追加	<ul style="list-style-type: none"> 風水害を対象とした訓練モードを構築（風水害は水位をトリガーとして防災行動を模擬的に実施） 	<ul style="list-style-type: none"> 地震時に対応した訓練モードもあるべき 	<ul style="list-style-type: none"> 地震対応の訓練モードの構築（地震は災害発生とBCPの目標時間がトリガーとなるため、目標時間で管理できる訓練モードを構築）

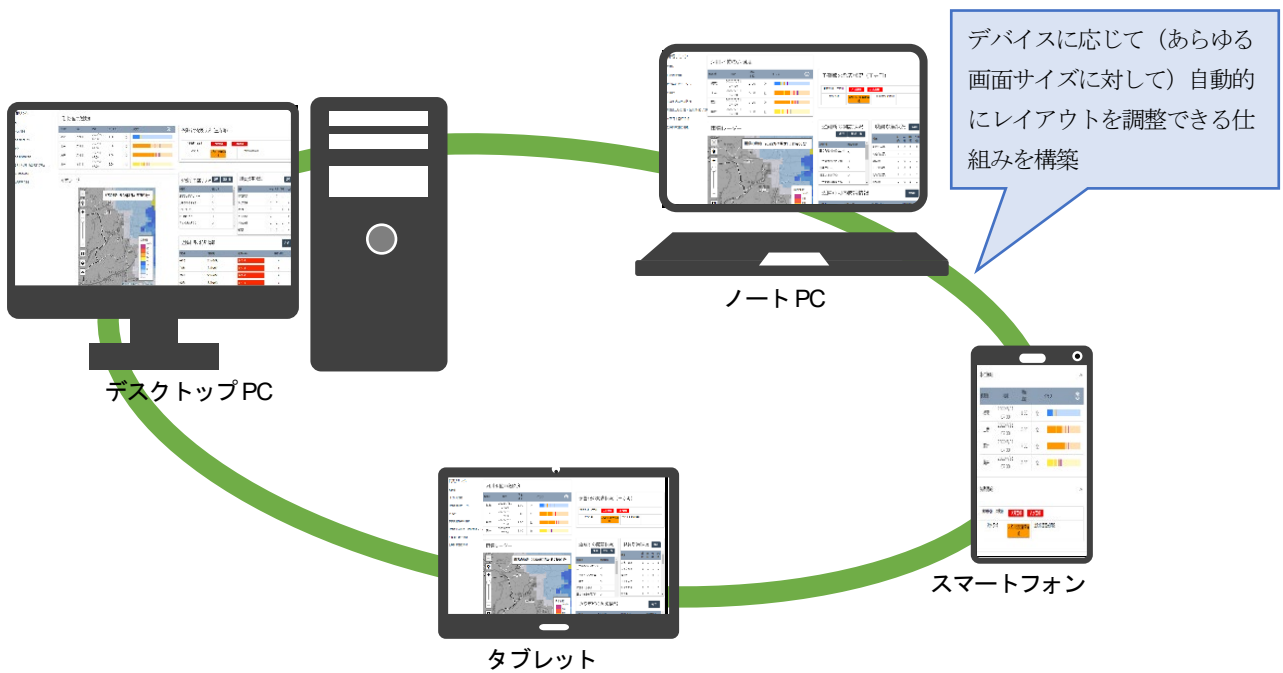


図-7 シームレス表示機能

(2) シームレス表示機能の構築

1) スマートフォン版に求められる機能の検討

現場作業員が現地（野外）でもシステムを活用できるように、スマートフォン・タブレット版システムを構築した。

スマートフォンやタブレットではパソコン等と比較して情報を表示する画面が小さくなるため、最低限必要な機能のみを表示し、レイアウトの変更等を行った。

表-6 にスマートフォン・タブレット版に求められる機能を示す。

以下の観点から求められる機能を検討した。

- ・情報収集機能については、現地の移動中に確認が必要となる防災体制、水位・気象情報や、スマートフォン及びタブレットで簡易に現地情報を共有・確認できるように情報投稿機能を実装した。
- ・意思決定支援機能については、現地の状況を入力し災害対策本部で早期に判断できるようにタイムラインの確認・入力機能を実装した。

表-6 スマートフォン・タブレット版に求められる機能

	機能概要	機能一覧	求められる機能
情報収集機能	意思決定に必要な情報を厳選し、視覚的にわかりやすく集約・表示する機能	【気象・災害情報画面】 ・防災体制 ・水位情報 ・気象情報（予警報） ・雨雲レーダー ・避難所の開設状況 ・職員参集状況 ・近隣町の防災情報 【管内情報画面】 ・投稿情報 ・観測情報 ・点検結果入力 ・各種静的データ（施設位置、HM等）	・防災体制 ・水位情報 ・気象情報（予警報） ・投稿情報等 ・情報リンク等の確認
意思決定支援機能	迅速・的確な防災行動を支援する機能	【タイムライン画面】 ・タイムラインフロー ・タイムラインの確認・入力 ・クロノロ画面	・タイムラインの確認・入力

2) システム構築

上記の求められる機能を踏まえ、システムを構築した。

図-8 に構築したスマートフォン・タブレット版の画面を示す。

機能のレイアウトについては以下の考え方に基づいて設定した。

- ・スマートフォンやタブレット版は表示画面の制約からメイン画面（情報収集）とタイムライン画面（意思決定）の2画面構成とした。

- ・スマートフォンやタブレットはパソコンと異なり、縦向きで使用する事が多いため、縦方向に各機能を配置した。

また、縦スクロールができるとともに、機能ごとに表示・非表示を選択できるようにした。

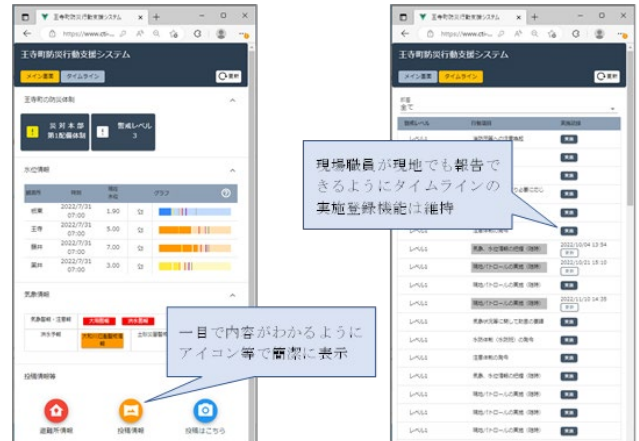


図-8 スマートフォン・タブレット版
(左側：メイン画面、右側：タイムライン画面)

なお、デバイスの画面サイズより自動的にPC版からスマートフォン・タブレット版に切り替えるように設定した。

(3) マニュアル等とのリンク機能の構築

担当職員が各自の対応する防災行動について、その実施手順（マニュアル）や対応で活用する様式、協定を容易に把握できるように、防災行動と様式等の関係性を体系的にとりまとめ、その内容をシステムに実装し、迅速に必要な情報を確認できるようにした（図-9 参照）。

(4) 職員情報登録機能の構築

自治体が可能な限り自身で管理・メンテナンスできるようにシステム更新の簡易化するための職員情報登録機能等を構築した（図-10 参照）。

職員情報登録機能等の平常時に活用できる機能を導入することにより、システム操作に慣れ、災害時の円滑な運用を可能とする。

(5) 災害対応の可視化機能

災害状況時において、重要となる職員の参集状況、各部班の対応の進捗状況をグラフ化することにより、ひと目で状況判断を可能とする機能を構築した（図-11 参照）。

また、災害対策本部で状況を一元管理できる機能も構築した。これにより、部署間の災害対応状況の偏り等を把握できるため、円滑な人員配置の調整を可能とする。

行動項目	実施目標時期		実施目標時刻		部署	実施ボタン	関連情報				
	開始	完了	開始	完了			実施手順	関連資料	様式	協定	クロノ
災害発生時の情報収集・伝達	災害発生	3時間	12/12 13:26	12/12 16:26	本部(総務企画部)	開始 経過 終了	1	1	1	1	
災害対策本部の設置、非常勤備体制の決定	災害発生	3時間	12/12 13:26	12/12 16:26	本部(総務企画部)	開始 経過 終了	1	1	1	1	
避難勧告等の発令の判断・伝達	災害発生	3時間	12/12 13:26	12/12 16:26	本部(総務企画部)	開始 経過 終了	1			1	
消防署、警察署等との相互協力	3時間	6時間	12/12 16:26	12/12 19:26	本部(総務企画部)	開始 経過 終了	1			1	
必要に応じて「～3 時間」の対応を継続して実施	3時間	6時間	12/12 16:26	12/12 19:26	本部(総務企画部)	開始 経過 終了	1			1	
自衛隊への応援要請	6時間	24時間	12/12 19:26	12/13 13:26	本部(総務企画部)	開始 経過 終了				1	

実施手順 関連資料 様式 協定

緊急通行車両確認証明書

PDF 入力フォーム

行動項目に関連する実施手順、報告様式、協定等を取りまとめ

報告様式等の内容が確認可能（災害時の情報迷子を防止）

図-9 防災行動と実施手順等のリンク機能

職員参集計画（登録変更）

職員追加

ダウンロード

本庁 | 他部署

議会事務局

	所属			現名 (災害時)	職種		職員番号	氏名	性別	勤務地域	居住地域	参集手段 (時間外の場合)	消防員
	所属1 (部)	所属2 (課)	所属3 (係・施設)		職種1	職種2							
<input type="checkbox"/>	本庁	総務課	議会事務局	議員秘書	議員秘書							徒歩	
<input type="checkbox"/>	本庁	総務課	議会事務局	議員秘書	議員秘書							自転車	
<input type="checkbox"/>	本庁	総務課	議会事務局	議員秘書	議員秘書							徒歩	
<input type="checkbox"/>	本庁	総務課	議会事務局	議員秘書	議員秘書							自転車	
<input type="checkbox"/>	本庁	総務課	議会事務局	議員秘書	議員秘書							自転車	
<input type="checkbox"/>	本庁	総務課	議会事務局	議員秘書	議員秘書							自転車	○
<input type="checkbox"/>	本庁	総務課	議会事務局	議員秘書	議員秘書							徒歩	
<input type="checkbox"/>	本庁	総務課	議会事務局	議員秘書	議員秘書							徒歩	

新規職員も追加できるように設定

部署・職種に加えて、災害時の参集にかかわる参集手段、配備体制なども入力できるように設定

図-10 職員情報登録機能（職員情報の更新方法）

災害対応支援システム

アラートメッセージ表示

管理メニュー

職員参集状況

全庁の進捗管理

部署ごとの進捗管理

タイムライン

班(災害時)

本部事務局

業務実施状況等

部署：本部事務局
実施状況：遅延2業務、未実施50業務
残業務数：52業務
参集人員：12人（うち庁内10人、現場0人）
必要人員：0人

業務実施状況：
■ 実施済み ■ 実施継続中 ■ 遅延 ■ 未実施

参集職員の内訳

参集人数：12/12人 (100%)
18人 (92%)

参集状況：
■ 庁内 ■ 現場 ■ 巡回

業務実施状況の推移

業務実施状況：
■ 実施済み ■ 実施継続中 ■ 遅延 ■ 未実施

実施率 = 現時点までの実施済み・実施継続中の業務数/現時点までに完了が必要な業務数

参集率の推移

参集状況：
■ 庁内 ■ 現場 ■ 巡回

参集率 = 各フェーズにおける参集人員/職員数

リアルタイムだけでなく、将来も含め時系列に状況把握できるように表示

図-11 災害対応の可視化機能

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF SYSTEM FOR SUPPORTING DETERMINATION IN DISASTER SITUATION ACTED BY LOCAL GOVERNMENT

Hiroyuki NONAKA, Eisaku YURA, Kenji MIYAMOTO, Kengo YAMAMOTO and
Yosuke NONAKA

Large-scale disasters occurring frequently these days, local government staffs need to face more and more tasks for offering public service in the cases of disaster. Some local governments have introduced the support systems for the decision at the time of disaster. However, the operating itself has not changed since these systems focus only on information gathering. Local government staffs have been forced to shoulder a big burden, because gathering information, knowledge into one place poses major difficulties in the situation with high urgency situations like heavy rain, big typhoon and so on. Therefore, developing the system for totally supporting the decision at the time of disaster is needed.

In this research, we have been put operating plans and manuals at the disaster like heavy rain, earthquake and tsunami into one system from last year. In this 2nd year, we had tried to check and improve the system based on opinions from workshop in Oji town and simulation training in CTI. At the same time, we had analyzed operating plans in the case of the earthquake to improve the system. And we had tried to find new customers through the chance of exhibition and so on.

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(3)

吉田 太輝¹・堀川 太郎¹・薄井 正幸²・鵜飼 隼²・古野 貴史³・坂本 達俊³

藤田 玲⁴・柳田 勇⁴

¹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: tak-yoshida@ctie.co.jp ,horikawa@ctie.co.jp

²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: usui@ctie.co.jp ,sukai@ctie.co.jp

³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 ,t-sakamoto@ctie.co.jp

⁴株式会社建設技術研究所 東京本社技術統括部BIM/CIM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 ,ism-yanagita@ctie.co.jp

国土交通省が推進する「i-Construction」において、3次元データにより建設生産プロセスの効率化・高度化を図るためのBIM/CIMの導入が加速している。しかし、設計段階では従来の2次元設計からの変革は進んでおらず、3次元設計による設計の効率化・高品質化・高度化の恩恵を十分に得られていない。この課題に対し、3次元設計のワークフローを提案し、それを実現するためのシステム開発を行った。開発システムの事例として、橋梁下部工における詳細設計プロセスのシステムを紹介し、3次元設計による詳細設計の生産性向上や品質確保、照査作業の効率化に対し有効性を示す成果を得られた。

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

1. はじめに

1.1 背景

国土交通省が推進するi-Constructionでは、測量・調査から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスにおいて、BIM/CIMに位置づけられる3次元モデルの活用が進められている。本年度からは、全ての公共工事（直轄土木業務および工事）へBIM/CIMの原則適用が義務化され、業務の途中段階で3次元データを活用して検討を行うことが求められており、直轄の適用業務、工事件数は、ロードマップが示された令和2年度以降年々増加し、段階的に拡大されてきた¹⁾。

BIM/CIMの普及や促進により、効率的で質の高い建設生産・管理システムの構築が期待される一方で、生産現場における3次元モデルの作成は、多大な時間や労力を費やしている状況であり、業務の負担となることが課題として挙げられている²⁾。

1.2 目的

本稿は、設計プロセスにおいて、効率化・高品質

化・高度化を実現するための3次元データを活用したワークフローを提案するとともに、これを実現するための3次元設計支援システムの概要を紹介し、その効果と課題を明らかにすることを目的としている。

本研究開発は、河川構造物の樋門・樋管と橋梁下部工の橋脚を対象にシステム開発を行っている。本稿では、橋梁の3次元設計支援システムに着目した開発内容について報告する。

2. 3次元設計支援システムの概要

2.1 従来の設計手法の課題

本システムの開発にあたって、2次元図面を中心とした現行の設計ワークフローの課題を抽出し、対応方法を検討した。2次元設計のワークフローでは、検討報告書作成、図面作成、数量計算、構造計算等の各タスクは、Microsoft Officeや、2次元CAD、構造計算プログラム等複数のソフトウェアで実施されている。その中で、検討条件や形状情報等の情報の引き渡しは、手作業で実施されているため、主に以下の課題がある。

3. 3次元設計支援システムの各機能の開発

本章では、具体的な事例として、橋梁の詳細設計プロセスで使用するために開発した、これまでに報告した設計支援システム³⁾に加え、新たに開発した機能を追加して紹介する。

3.1 3Dモデル、2D図面の自動生成

橋梁で複数の類似橋脚を設計することに対するテンプレート機能の有効性や、標準機能や独自のプログラミング機能による詳細度の高い自動モデリング能力に着目し、Dassault Systèmes社の3DEXPERIENCE CATIAを選定し、効率的な3次元モデリングを行うためのツール及びテンプレートの作成をした。テンプレートでは、事前に整理をし設計支援システムで入力した構造寸法などのパラメータをもとに、自動で3次元モデルを作成することが可能である。また、図4に示す様に、作成した3次元モデルをもとに図面作成するためのツールやテンプレートを作成し、従来型業務において活用できるものとした。

適用基準により鉄筋の継手長やフック形状、構造細目などは異なるため、基準に応じた配筋モデリング機能を開発し、作成された3次元モデルから従来通りの橋脚構造図および配筋図の2次元図面を自動生成するシステムとした。3次元モデルの例を図-5、図-6に示す。

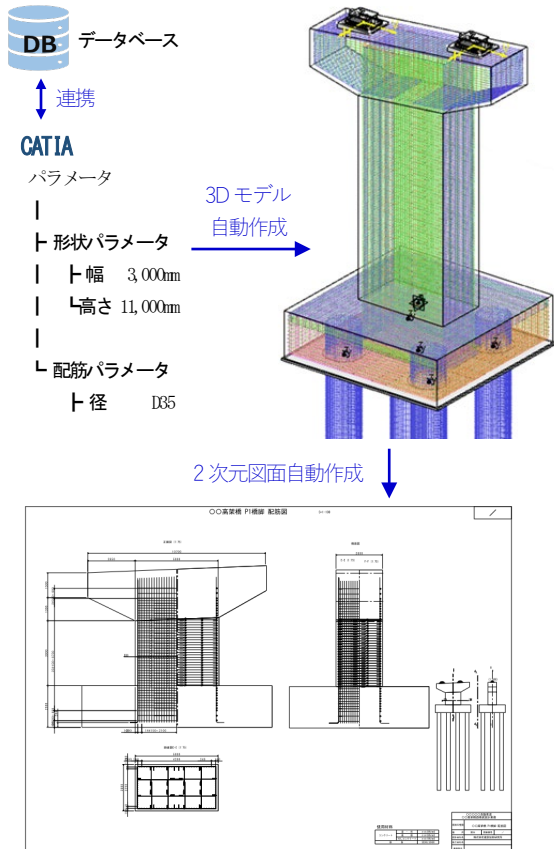


図-4 3次元橋脚モデルと2次元図面

3.2 設計計算ソフトの自動更新機能

静的解析ソフトおよび動的解析ソフトの設計計算ソフトウェアに、データベースから設計計算に必要な情報を自動入力する機能を開発した。

橋梁設計は、橋全体系の耐震照査を行う動的解析のほか、各下部工を対象に行う静的解析で、計算結果等の情報交換を行うが、設計ソフト間におけるデータ連携もシームレス化し、タスクのつなぎ目に人が介することを極力無くした。

3.3 設計計算ソフトの自動計算機能

(1) 静的解析のトライアル計算機能

静的解析を行う設計計算ソフトウェアにて、構造形状や配筋情報を更新しながらトライアル計算を自動で行う機能を開発した。トライアル計算を行う計算条件を設定することで、トライアルケースの作成、設計計算ソフトウェアの起動、計算実行、計算結果一覧作成までの一連の処理をすべて自動的に行う。

この機能では1000ケースを超えるトライアル計算を自動処理可能であるが、膨大な計算結果が記載されている計算結果の一覧表から、最適案を判定することを人の目で行うことは困難である。そのため、一覧表から妥当と判断するケースの抽出も自動処理可能とした。設計計算の照査項目をすべて満足しており、いずれかの照査項目にて、制限値に対し発生力が80~90%程度となっているケースを抽出する。トライアル計算の概念図を図-7に示す。

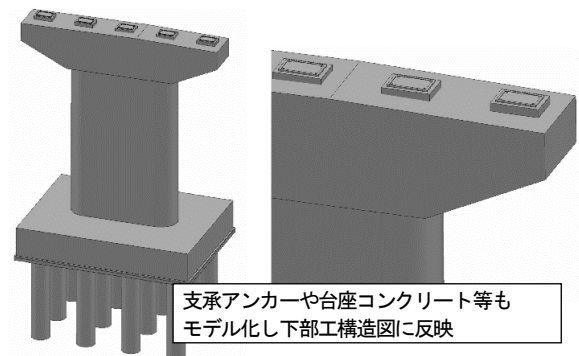


図-5 3次元構造形状モデル

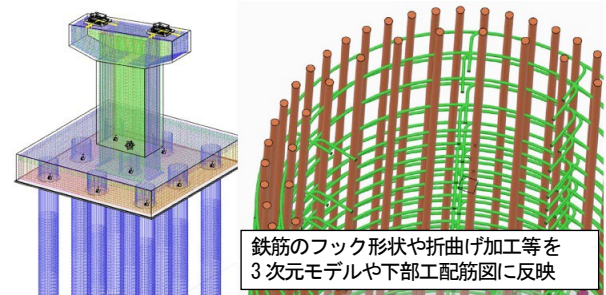


図-6 3次元配筋モデル

(2) Rayleigh 型減衰モデルの自動設定機能

動的解析ソフトの自動更新機能に加え、解析実行に必要な Rayleigh 型減衰モデルの自動設定機能を開発した。これによって、設計データと解析設定を自動化することが可能となった。Rayleigh 型減衰モデルの設定は、固有値解析を行った各モード次数から2つのモード次数を選択し決定する必要がある。選択にあたっては刺激係数、各モード図の形状のほか、減衰曲線形状などを総合的に判断し設定するが、明確な設定方法が無く、技術者の経験を踏まえて設定することもある。これを AI を用いることによって自動処理した (図-8)。

動的解析の自動更新機能は、設計データの更新と Rayleigh 型減衰モデルの設定が完了したのちに、ユーザーが解析実行ボタンを押す直前で終了する仕様としている。AI による判断を介在しているため、自動処理された設定を人が見て解析を行うか判断する仕様とした。

(3) 静的解析と動的解析の自動連携機能

橋梁設計では、静的解析と動的解析の間で両者の計算結果や解析値を交換しながら、繰り返し何度も設計計算を行うことが一般である。

開発した両設計計算ソフトの自動更新機能に追加する形で両ソフトの計算結果および解析値の反映機能を開発した。また、計算結果および解析値もデータベースに自動入力する仕様とした。図-9にイメージ図を示す。

3.4 3次元設計支援システムのweb化

データベースは、橋梁単位で管理する仕様とし Azure 環境に保管できるシステムとした。設計開始時に蓄積されているデータベースの一覧を見ることができ、類似のデータベースをダウンロードすることで過去に完了している設計データから設計を開始することができる。また、システムを web 化することによって、ユーザーが場所や使用する PC を限定することなくシステムの活用が可能となった。

4. 結論

4.1 システム開発の成果

本稿では、現行設計のワークフローの課題を踏まえ、3次元モデルを使った新しい設計プロセスを示した。また、これを実現するためのシステム構成および、システムに内蔵される各機能について概説した。

3次元設計支援システムは、設計データ及び3次元モデルを中心とした、シームレスなデータ連携ができるよう各機能を開発している。また、設計データを中心としたシステムを構成することによって、web システムとし

て運用可能となったほか、過去データを参照して設計を始めることができるようになった。

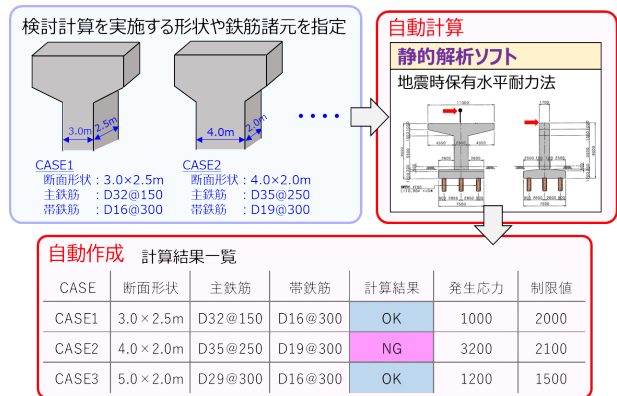


図-7 トライアル計算の概念図

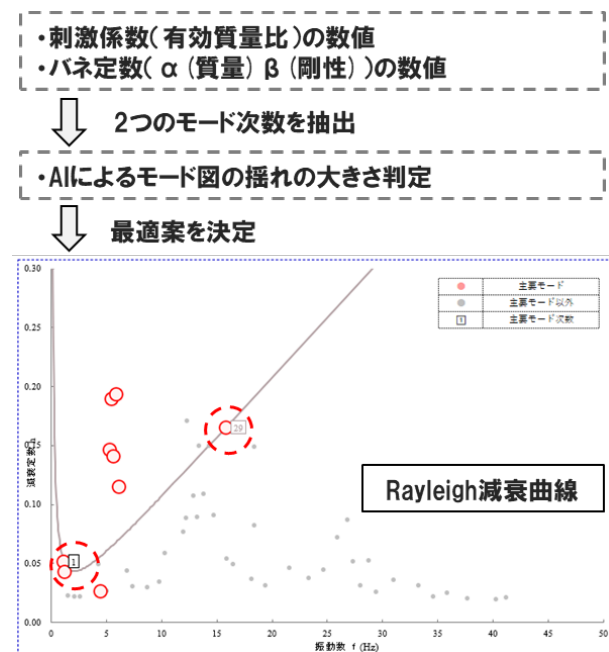


図-8 Rayleigh 型減衰モデルの設定プロセス

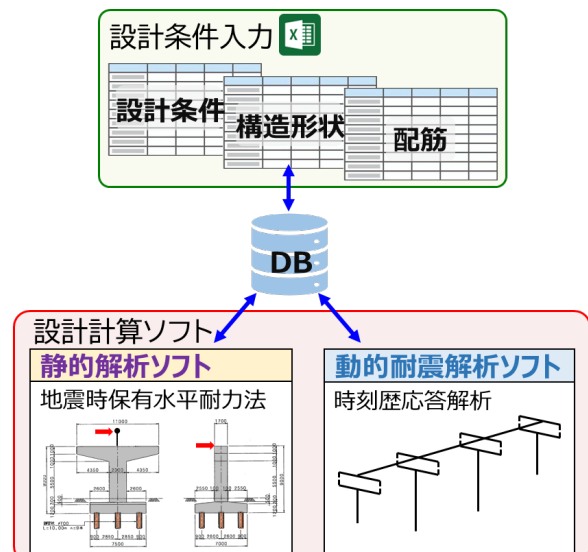


図-9 設計ソフトと入力エクセルの連携イメージ図

これらより得られた本システム開発における成果は以下の通りであり、3次元設計による設計プロセスの有効性を示せたと考える。

(1) 3次元モデルや計算ソフトの自動連携による成果

構造モデル(LOD300)及び配筋モデル(LOD400)を自動作成し、自動作成された3次元モデルから、従来の2次元図面である構造図と配筋図を自動作成する機能を開発した。また、設計計算ソフトを制御することによって、計算ソフトの自動更新や自動計算機能を開発した。さらに、3DCADソフトと設計計算ソフト及び、設計計算ソフト同士(静的解析と動的解析)の連携機能も開発した。

以上より、人の手によるモデル構築や図面作成、設計計算ソフトへの入力作業等が大幅に削減された。これによって、ヒューマンエラー防止による品質向上、作業の自動化による業務効率化に寄与することが可能である。

(2) 3次元設計支援システムのweb化による成果

本システムは、設計完了データを Azure 環境にアップロードすることが可能な、webシステムとして運用できる機能を搭載している。設計データが蓄積していくことによって、過去の類似データから設計を開始することが可能である。

これによって、担当者の負担軽減や品質向上に繋がる。また、蓄積された過去の設計データを用いて、

照査や妥当性チェック等を行うことも可能と考える。

4.2 3次元設計の推進に向けて

3次元設計支援システムは、データを中心とした設計プロセスを踏まえることを前提としている。2次元図面中心のワークフローを行わないことや、人の手による作業を削減するなど、これまでとは異なる設計方法を提案している。このシステムを普及、推進していくためには、一度にすべての設計プロセスを変えるのではなく、部分的に少しずつ変化させていく必要もあると考える。

建設業界はIT人材が不足しているほか、ITリテラシーに乏しい技術者も多い。幅広い普及を目指すためには、このような技術者にも直感的でわかりやすいシステム開発を進めるほか、建設分野とIT分野の両者に関する専門知識を持った技術者を育成する必要もあると考える。

参考文献

- 1) 国土交通省,第8回BIM/CIM推進委員会(令和4年8月30日) 参考資料2 令和3年度までのBIM/CIM活用業務・工事の件数, https://www.mlit.go.jp/tcc/tcc_tk_000
- 2) 国土交通省, BIM/CIMポータルサイト, BIM/CIM事例集, <http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/bimcimsumma>
- 3) 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,2022年6月,国土文化研究所年次報告 20,PP32-36, http://www.ctie.co.jp/kokubunkn/annual-report/pdf/2021_all.pdf (2024.1.12 受付)

DEVELOPMENT OF DESIGN SUPPORT SYSTEM FOR INFRASTRUCTURES 3D DESIGN (3)

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

In the field of Civil engineering, "BIM/CIM" is promoted to improve the construction product process by using 3D data. However, at the design site, the workflow is assembled by 2D based design, and the benefits of design efficiency, quality, and sophistication by 3D design have not been fully obtained.

To clear this problem, we suggested new design workflows using 3D data, and developed 3D design support systems for infrastructures. As an example, this Paper introduces the 3D design support system for Bridge.

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¹・中田 隆史²・木下勝也³・吉岡正樹⁴・水野貴文⁵

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

²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

³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

⁴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

⁵株式会社環境総合リサーチ けいはんな事業所分析ソリューション部 (〒619-0237 京都府相楽郡精華町光台2-3-9)
E-mail: t-mizuno@ctiers.co.jp

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、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。この際に発生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、昨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」（以下、AI画像解析サービス研究）において、鳥取県やユニチカ株式会社岡崎事業所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、自治体、民間企業も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。

・排水処理施設の水質異常検知サービス

現状、職員が現地で泡立ち等の水質異常を確認し、薬液注入を行っている。画像監視・解析により異常発見、薬液注入等の対策までの自動化を目指す。

・下水処理場・管きよの水質異常検知サービス

覆蓋等で点検頻度が限られている箇所がある。画像監視・解析により異常の早期発見を目指し、下水処理場のDX導入を支援する。

・都市空間の監視・評価支援サービス

道路・都市部門における監視、データ取得のニーズを調査し、画像解析技術を開発する。開発技術について、民間企業、自治体等への営業を行い、新たなビジネスモデルの立案を目指す。

2. 関連研究

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。事例としては、ドライブレコーダーとAIを活用した滑走路の調査・点検技術¹⁾、AIカメラとLED電光掲示板を連動させた新たな交通安全対策の実証実験²⁾、近接目視が困難なコンクリート橋にロボットとAI画像解析を活用³⁾、カメラ映像から交通データの分析・可視化基盤を構築⁴⁾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、各社、社内組織もしくはAIを専門とするベンチャー企業と連携し、技術開発およびサービス提供を進めている。しかし、いずれもサービス提供先は、国土交通省、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、自治体に適用可能なサービス開発・提供に加えて、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。今期は、上下水道分野、道路・都市分野においてサービス開発を検討することとした。

3. 排水処理施設の水質異常検知サービス

2022年1月よりユニチカ株式会社岡崎事業所協力のもと、水質異常監視の効率化・高度化に関する実証実験を実施している。AI画像解析サービス研究において、監視上の課題がある3地点（曝気槽、沈殿槽、

排水路）を対象に、異常検知モデルを構築し、これらを活用したメール配信を開始した。

本研究では、上記の研究成果とユニチカ株式会社岡崎事業所の要望を踏まえ、下記内容を実施した。

(1) 原水槽の水質異常検知モデルの開発

排水処理施設における水質異常事象の早期検知を目的に、画像分類技術を活用し、原水槽カメラの画像に対して水質状態を判定するAIモデルを開発した（図3-1 参照）。対象となる水質異常は、管理者へのヒアリングを踏まえ、「泡立ち」、「機械油」、「白濁」の3事象とした。教師データは、2023年1月から7月までに取得した合計14,327枚を使用し、画像と内訳を図3-2に示す。

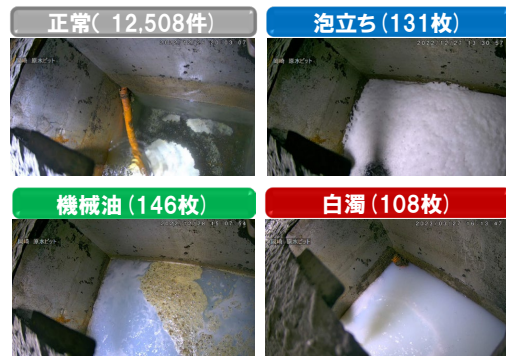


図3-2 対象とする水質異常とその内訳

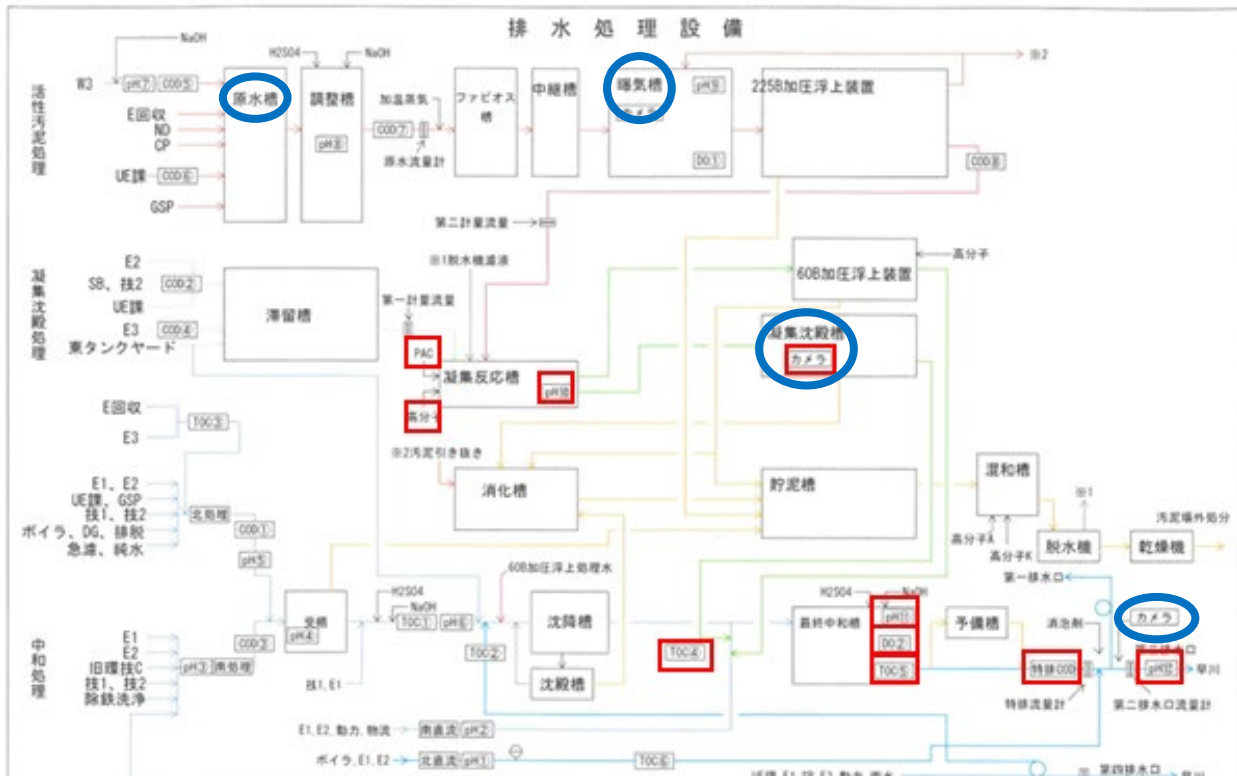


図3-1 排水処理系統図（○：カメラ設置 □：水質との相関を確認した項目）

収集した画像データのうち、9割を訓練データ、1割をテストデータとし、モデルを構築した（図 3-3 参照）。構築したモデルの精度は、表 3-1 に示すとおり、80%以上と高精度で判定できている。

また、モデル構築時に使用していない8月度の画像データ（検証データ）をモデルに入力し、判定精度を確認した。表 3-2 および図 3-4 に示すとおり、「正常」を「水質異常」として誤判定をしている事例があった。一方で、検証期間では泡立ち以外の水質異常は発生しなかったが、「泡立ち」を見逃している事例はなく、発生した水質異常については概ね抽出できている。今後は、モデルの追加学習、配信基準の設定の工夫により精度向上が期待できる。

工場のメンテナンス上、カメラ画角が図 3-5 のように頻繁に変更される事象が発生しており、画角変更時にモデルの判定精度が低下する事象を確認した。そこで、メンテナンス時に影響を受けないカメラの設置位置に変更した。また、精度向上を目的に水面部分を切り取った画像に対して判定する工夫等を検討予定である。

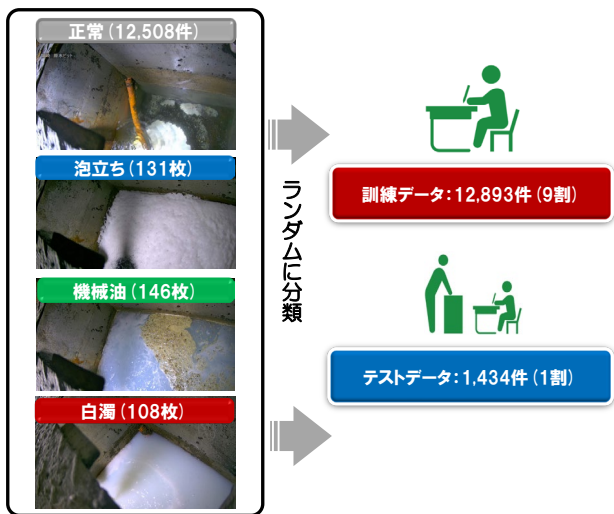


図 3-3 訓練データとテストデータの概要

表 3-1 モデルの構築結果（1～7 月度データ）

事象	AI 判定結果の正解率 (画像枚数)	
	訓練データ (9割)	テストデータ (1割)
正常	100%	99.8% (1,387/1390)
泡立ち	100%	100% (15/15)
機械油	100%	82.4% (14/17)
白濁	100%	91.7% (11/12)

表 3-2 モデルの検証結果（8 月度データ）

		AI 予測結果 (枚)				正解率
		正常	泡立ち	機械油	白濁	
正解値 (枚)	正常	3,450	20	1	1	99.4%
	泡立ち	0	4	0	0	100%
	機械油	0	0	0	0	—
	白濁	0	0	0	0	—



図 3-4 AI 判定画像例



図 3-5 画角が変更された例

(2) メール配信システムの改良

AI 画像解析サービス研究において、AI 判定結果を用いたメール配信システムを開発し、凝集沈殿槽、排水路で試験運用を開始した。本研究では、これまでの警報メールに加えて注意報メールを実装、現地の確認結果を踏まえてメール配信基準を変更した。

a) 注意報メールの実装

排水処理施設の管理者から小さい泡立ちが発生しているため、注意報を実装したいとの要望があった。注意報メールの配信基準は、管理者へのヒアリングを踏まえて設定した。

b) メール配信基準の変更

メール配信基準の妥当性を検証するため、図 3-6のとおり、消泡剤の滴下状況、現地での確認結果とメールの配信結果を比較した。比較した結果、消泡剤滴下前にメール配信できている事例がある一方で、消泡剤を滴下しているがメールが配信されていない事象を確認した。メールの未配信事象は、図 3-7に示すとおり、①少量の泡を検知できているがメール配信基準未達の事象、②画像上では確認できない泡立ちが発生している事象に分類される。①は、メール配信基準を下げることで未配信事象を減らせる可能性がある。②は、カメラの画角変更や水底に板を設置する等の工夫が必要である。これらの検討結果を踏まえて、メール配信基準を以下のように設定した。

- ・警報メール：日中：40個、夜間：100個
- ・復旧警報メール：1時間平均で上記閾値未滿
- ・注意報メール：30個以上40個未滿
- ・復旧注意報メール：1時間平均で30個未滿

(3) 気象条件・維持管理項目における水質異常予測サービス

排水路の泡立ちとの相関が高い維持管理項目を把握するため、重回帰分析を行った。水質の計測頻度やデータ不足等から相関 ($r^2=0.106$) は低いことが確認されたことから、維持管理項目等を利用した予測は困難であることが分かった。今後は、泡検知による異常検知と連動した消泡剤添加ポンプの自動制御を進めることで、維持管理の効率化を図る。確認した気象条件・維持管理項目は以下のとおり。

- ・雨量データ
- ・凝集反応槽におけるpH、高分子、PAC

- ・最終中和槽におけるpH、DO、TOC
- ・排水路におけるpH、COD

(4) 消泡剤ポンプの自動制御に向けた検討

水質異常検知AIの判定結果を活用し、排水路地点の消泡剤注入ポンプを自動制御することを検討している。今期は、図 3-8に示すシステム構成を検討した。水質異常検知AIは、誤検知より未検知を防ぐことを重視しているため、誤検知による薬剤添加が考えられる。誤検知による薬剤添加は環境に悪影響がないことを管理者に確認している。来期は、ポンプ制御装置を設置および試験運用を実施する。

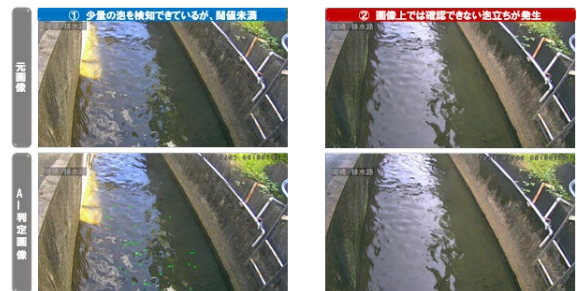


図 3-7 メール未配信事例



図 3-8 ポンプ制御装置の構成

日付	確認結果	20個	30個	40個	50個
9/1	9:30 滴下開始2ml/min 19:00 滴下停止(日没)	8:50	8:50	なし	なし
9/2	8:40 滴下開始2ml/min 20:00 滴下停止(日没)	なし	なし	なし	なし
9/4		5:00	なし	なし	なし
9/5		5:00	5:00	なし	なし
9/8	6:30 滴下開始2ml/min 18:45 滴下停止(日没)	なし	なし	なし	なし
9/9	5:30 滴下開始2ml/min 18:20 滴下停止(日没)	なし	なし	なし	なし
9/10	8:15 滴下開始2ml/min 18:20 滴下停止(日没)	5:00 13:50	なし	なし	なし
9/11		9:20 15:50	15:50	なし	なし
9/12		12:20	なし	なし	なし
9/13		6:00	なし	なし	なし
9/14	5:15 滴下開始2ml/min 19:30 滴下停止(日没)	11:00	11:00	なし	なし
9/15		12:20	12:20	なし	なし
9/16	5:50 滴下開始2ml/min 19:30 滴下停止(日没)	5:30~9:30	5:30~9:30	5:40~9:40	なし
9/17	5:30 滴下開始2ml/min 19:40 滴下停止(日没)	6:00 8:10	なし	なし	なし
9/18		16:30	なし	なし	なし
9/19		15:00	なし	なし	なし
9/20		16:50	なし	なし	なし
9/21	6:00 滴下開始2ml/min 19:35 滴下停止(日没)	6:10 7:10	6:10	なし	なし
9/25		15:00	なし	なし	なし
9/26		5:00	5:00	なし	なし
9/27	5:15 滴下開始2ml/min 6:30 滴下停止(泡立ち無) 10:40 滴下開始2ml/min 20:00 滴下停止(日没)	5:00 16:50~17:50	5:00 17:10	なし	なし

図 3-6 現地確認結果とメール配信基準の妥当性検証 (■：正配信 ■：誤配信)

4. 下水処理場、管きよにおける水質異常検知サービス

(1) 下水処理場への応用

a) 覆蓋化された水処理槽撮影用カメラの改良

既往研究において開発した監視カメラを活用し、覆蓋された水処理槽での撮影を行うため、光源の確保、広範囲での撮影が可能となるよう改良を行った。

令和5年7月に群馬県渋川市に位置する水沢水質管理センターにカメラを設置したが、反応槽内のノイズ、広域を撮影することによる光源不足、電波条件等より補正、さらなる改良が必要であることが確認された。その後、11月下旬に上記補正を行い、リアルタイムに処理施設内の状況が確認可能となった。

b) 画像解析技術を応用した菌類異常増殖の早期検知

当初、TGS（東京下水道サービス）より下水処理場で発生している放線菌に対し、技術開発の目的が合致しており、共同研究を行う方針で調整を進めていた。しかし、東京都下水道局からTGSに対し、技術力向上のため独自で技術開発に取り組むよう指示があったため、検知技術の開発は実施できなかった。

一方で、本項目では、既往技術や自治体へのニーズ調査を行い、公共の水処理施設、高度な画像解析自体のニーズはないが、小規模で人が不足している施設、巡回監視対象施設において、カメラによる監視ニーズがあることを確認できた。

現在暗視カメラを設置している水沢水質管理センターは糸状菌が発生することもあり、今後画像解析の適用可能性を検証する（図4-1および図4-2参照）。水質異常の発生頻度が低いため、オートエンコーダー（自己符号化器）など正常状態を学習し、異常を検知できる仕組みを検討する。

(2) 下水管渠内水位監視サービス

既往研究において別途開発した伝送監視カメラを茨城県水戸市で設置し、リアルタイムで画像を収集している（図4-3参照）。今期は、カメラの設置およびデータ収集までを成果とし、来期以降、画像解析の適用可能性を検証し、水位監視サービスの構築を行う予定である。

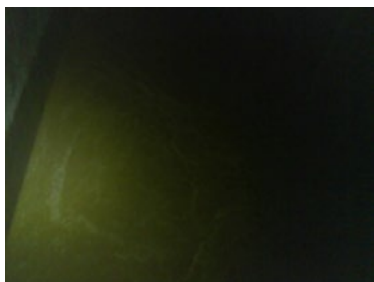


図4-1 暗視カメラで撮影した反応槽の状況



図4-2 暗視カメラで撮影した最終沈殿池の状況
(攪拌機の稼働状況)



図4-3 暗視カメラで撮影した管渠内の状況

5. 都市空間の監視・評価支援サービス

(1) 道路・都市部門における技術導入の方向性検討

道路・都市部門における業務効率化（DX）技術導入の方向性を整理した（図5-1参照）。新たなビジネスモデル立案を念頭に昨今の道路部門の重点テーマである自動運転や次世代モビリティにおける導入可能性を整理した。また、都市部門においては、まちづくりと公園管理の観点から整理した。

(2) 高槻市を対象とした交差点横断時の人流解析

道路・都市事業部門の技術導入の方向性をもとに、以下のニーズを有する高槻市役所前交差点の横断歩行者等の人流解析を実施した。

a) 高槻市のニーズ

国道 171 号の高槻市役所前交差点は、図 5-3 に示す南北方向で慢性的な渋滞が発生している。そこで、警察により 2023 年 5 月に対象交差点の信号現示を調整し、渋滞は改善傾向であるが、歩行者の青時間を短くしたため歩行者に影響がないか検証が必要であると認識されている。特に、現地はスクランブル交差点で歩行者の進行方向が複雑な上、障がい者の方（車いす・白杖の）、ベビーカー利用の方への影響を懸念されている。

b) 実験内容

高槻市役所の 5 階にカメラを設置した。撮影したカメラ画像を用いて、交差点の横断時間を計測した。ビデオカメラの場合、撮影場所から交差点までの距離があり、人物検知、属性分類の精度低下が懸念された。そこで、図 5-2 のように中距離望遠カメラを 4 台で撮影範囲を分割することで、取得精度の精度向上を図った。

分析方法は次のとおり。カメラ画像に対して AI^⑤ で人物を検知し、画像上の座標（ローカル座標）を取得する。取得した座標に対して、座標変換技術を用いて航空写真上での座標（ワールド座標）に変換

する。座標の位置関係および距離から同一人物を判定し、横断時間を計測する。

c) 実装課題

分析や技術の精度検証は、今後実施予定であるため、本稿では対象外とする。現状、確認した課題としては以下のとおりである。

- ・複数カメラで同一人物を捉えた際のワールド座標に誤差が生じる
- ・人物や車などの重なりによる ID の切り替わり

d) 展開方策（案）

- ・軌跡把握や行動解析等による人流調査の高度化
- ・空間内の人流をサイバー空間上で再現
- ・交差点のヒヤリハット事象の要因分析



図 5-3 高槻市役所交差点の位置図

	次世代モビリティ (キックボードなど)	道路・自動運転バス	公園	まちづくり
導入イメージ	<ul style="list-style-type: none"> 安全監視システムとしての導入 利用者データの導入 	<ul style="list-style-type: none"> 属性別交通量把握 安全監視システムとしての導入 利用者データ販売 駐車場空きシステムとしての導入 バス経路見直しシステムとしての導入 	公園管理システムとしての導入	<ul style="list-style-type: none"> 出店先検討のシステムとしての導入(キッチンカーなど) 都市OSとしての導入
利用する技術イメージ	<ul style="list-style-type: none"> 利用者属性の把握 転倒時の事故把握 通行位置の把握 ヘルメット着用状況の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 利用者属性の把握 利用者OD(乗客数)の把握 社内安全監視(バス含む) 駐車場空きの把握 	<ul style="list-style-type: none"> 利用者属性の把握 混雑スポット・時間の把握 滞在者満足度の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 滞在者属性の把握 混雑スポット・時間の把握 滞在者満足度の把握 購買行動の把握
想定顧客	次世代モビリティ事業者	<ul style="list-style-type: none"> バス事業者 自動運転事業者 駐車場事業者 施設管理者 道路管理者 	公園管理者	<ul style="list-style-type: none"> 行政 まちづくり団体 キッチンカー事業者

図 5-2 道路・都市事業部門において想定される技術導入の方向性

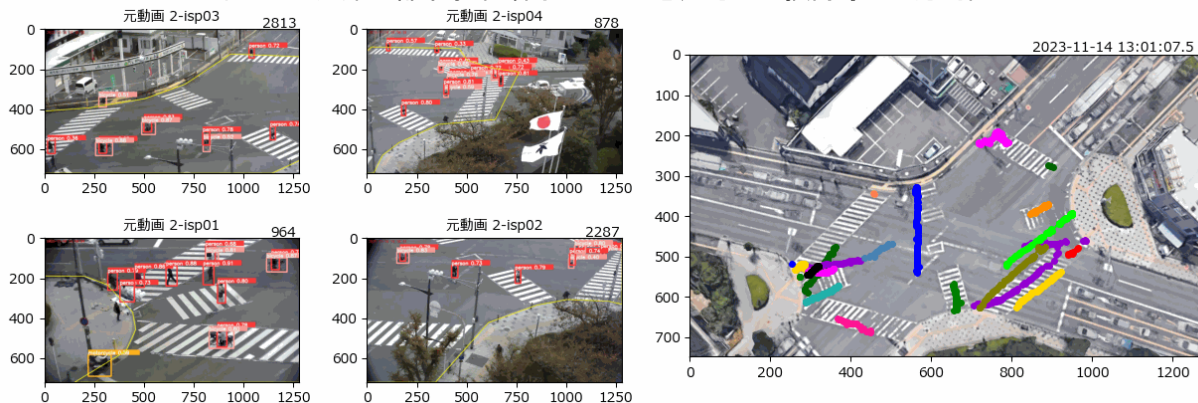


図 5-1 交差点内の人流解析イメージ

6. おわりに

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、今期は以下の成果を得られた。また、社内外で研究成果について発表（国土文化研究所研究発表会 2回、2つの社外展示会）し、査読付き論文を1本投稿した。

- ・ 原水槽における水質異常検知モデルの構築
- ・ 排水処理施設管理者へのメール配信精度の向上
- ・ ポンプ自動制御システムの機器構成の検討
- ・ 水沢水質管理センターにカメラ設置・画像収集
- ・ 道路・都市部門における AI・画像解析を組み合わせた DX 支援技術の方向性を整理
- ・ 高槻市役所前交差点の人流解析実験を実施

本研究で開発したサービスにより、インフラ管理における下記のような建設・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

来期は、水質異常検知・予測サービス、都市空間監視サービスの高度化を実施するとともに、保有技術を活用した新たなサービスへの展開を検討する。特に、排水処理施設における水質異常検知サービスは、来期実施予定であるポンプの自動制御実験の結果を踏まえて、他の排水処理施設や下水処理場への展開を行っていく。

参考文献

- 1) 株式会社オリエンタルコンサルタンツ：「MCPC award 2023 モバイルビジネス賞」受賞 (MCPC) ～「ドライブレコーダー×AI」を活用した空港滑走路診断～、<https://www.oriconsul.com/news/post_files/231213_newsrelease01.pdf> (入手 2023.12.13).
- 2) 株式会社オリエンタルコンサルタンツ：AI カメラと LED 電光掲示板を連動させた新たな交通安全対策～実証実験により規制速度超過車両への速度抑制効果を検証～、<https://www.oriconsul.com/news/post_files/230411_newsrelease02.pdf> (入手 2023.4.26).
- 3) いであ株式会社：ロボット、AI 活用 橋梁点検を高度化／現場状況に応じ積極提案／いであ、<<https://www.ideacon.co.jp/news/detail/20230511134014.html>> (入手 2023.5.15).
- 4) 株式会社上野計画事務所、safie：セーフイー、逗子駅前広場における交通データの分析・可視化基盤を構築<<https://safie.co.jp/news/2357/>> (入手 2023.4.26))
- 5) Ultralytics YOLOv5: <https://github.com/ultralytics/yolov5> .

Utilizing AI image analysis Business Development of DX Support Services

Yutaka Utsunomiya, Takashi Nakata, Katsuya Kinoshita,
Masaki Yoshioka, 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

山脇 正嗣¹・北川 照晃²

¹博士(工学)・技術士(情報工学部門) 株式会社建設技術研究所 国土文化研究所 ISP (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丁目14-5 KDX浜町中ノ橋ビル 2階)
E-mail: ms-yamawaki@ctie.co.jp

²技術士(建設部門) 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丁目14-5 KDX浜町中ノ橋ビル 2階)
E-mail: kitagawa@ctie.co.jp

近年、AI(人工知能)技術の一つであるディープラーニング(深層学習)、並びにIoT(モノのインターネット)やデジタルツイン等の最新ICT(情報通信技術)を用いて、業務の効率化・高度化や、新たな価値の創出を図ろうとする研究開発が、国内外の企業や研究機関において盛んに進められている。当社が所属する建設コンサルタント業界においても、技術力向上や業務効率化を目的に、AI・ICT技術の研究開発、既存のAI・ICTサービスの導入、ベンチャー企業との業務・資本提携等の事例が多数報告されている。当社においても、2017年よりAI・ICT技術の研究開発に着手し、社内の技術力高度化や生産効率の向上等、当社のイノベーションの創出に取り組んでいる。本稿では、その2023年成果について報告するものである。

Key Words : Innovation, AI, ICT, Deep Learning, IoT, Digital Twin

1. はじめに

近年、AI・IoT・デジタルツイン等の、最先端ICTを活用したDX(デジタルトランスフォーメーション)による社会生活の革新が著しい¹⁾。特に、2023年にはOpenAI社が開発した「ChatGPT」等、人間と同様に文章や画像を創作する生成系AIが急成長し話題となった。各企業や研究機関では、これらのAI・ICT技術について、新たな価値の創出を図ろうとする研究開発や現場導入が進んで²⁾いる。当社が所属する建設コンサルタント業界においても、技術力向上や業務効率化を目的に、AI・ICT技術の研究開発、既存のAI・ICTサービスの導入、ベンチャー企業

との業務・資本提携等の事例が多数報告されている。政府もまた、2023年度のデジタル関連予算を過去最大級の約1.2兆円計上³⁾する等、これらの取組を後押ししている。

当社においても、2017年よりAIの研究に着手し、社内の技術力と生産効率の向上に貢献するAI技術の研究開発を実施(表-1参照)してきた。具体的には、自動運転や医療診断等の、一部の分野で人間と同等の処理能力を發揮しているディープラーニングを主に活用し、研究目的を達成するためのAI技術の開発、論文・学会誌作成、技術者の育成に注力している。さらに、2022年の研究からは、これらの技術をさらに発展させると同時に、IoTやデジタルツイン等の最先端ICT技術についても研究開発を実

表-1 当社におけるAI・ICT研究開発体制の変遷

時期	研究開発体制	研究担当部署	研究員	研究内容
55期(2017年)	事業開発投資特命研究(予備調査)	企画本部 事業企画部	1名	① AI 新事業に関する検討 ② AI 関連業務の受注・設計支援
56期(2018年)	技術開発投資研究	技術本部 AIソリューション室	3名	① AI 関連業務の受注・設計支援
57期(2019年)	戦略的投資研究		6名	② 生産効率向上支援
58期(2020年)	計画的な研究開発投資研究	国土文化研究所 ISP	6名	① AI 技術開発と技術部への展開 ② 生産効率向上支援
59期(2021年)			7名	① 最先端の技術研究と技術部への展開
60期(2022年)			9名	② 社内の生産性向上 ③ 社員教育・広報
61期(2023年)			11名	① 建設事業関連のAI・データ分析技術の開発・推進 ② 各事業部門の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 ③ 国内外研究機関、研究者等との連携研究の実施 ④ 研究成果の広報活動

施し、更なる研究の高度化に取り組んでいる。本稿では、これらの2023年の研究成果について報告する。

2. 建設コンサルタント業界のAI・ICT活用状況

(1) AIに関する土木関係コンサル業務件数の増加

近年、図-1に示す様に、国土交通省や自治体等が発注する土木関係コンサル業務において、社会インフラ維持管理の高度化・効率化を目的に、AI技術を検討・開発する業務が増加している。その内容は、橋梁のひび割れ検知等の画像解析技術、ダム流入量・河川水位予測等の将来値予測技術等、多岐に渡る。総契約金額も2017年の約2億円から、2023年には約33億円まで増加しており、市場の拡大が著しい。当社においても、2017年度：2件、2018年度：15件、2019年度：17件、2020年度：40件、2021年度：56件、2022年度：66件、2023年度：40件の業務を受注し、本研究でAI技術の研究開発、現場での研究成果の活用等を実施してきた。その成果が認められ、これまでに22件の業務表彰を受賞している。

(2) 同業他社のAI・ICT技術活用・研究開発状況

表-2に示す様に、当社と同じ建設コンサルタント企業では、AI・ICTベンチャーと連携した研究開発や、生成系AIツールの現場導入等を行い、技術力・営業力の拡大や生産性の向上に積極的に取り組んでいる。このような同業他社の事例は近年急速に増加しており、今後もこの傾向は継続すると考えられる。

3. 建設事業関連のAI・データ分析技術の開発・推進

当社技術部門の技術力の高度化、並びに生産性を向上し、同業他社との差別化を図るためのAI・データ分析技術の開発研究を実施した。次頁の表-3に、2023年に開発した21件の技術一覧を示す。各技術により、当社の土木関係コンサル業務の受注増、社内の他研究の発展、新規売上げ獲得に向けた新技術開発等に貢献できたと考える。また、技術開発に使用したプログラミング言語については、AI開発時の主要言語である「Python」と「R言語」を利用している。さらに、開発した技術を社内の各部室に提供し、若手技術者が操作、または新たにAIを開発・学習できるよう取り組んだ。

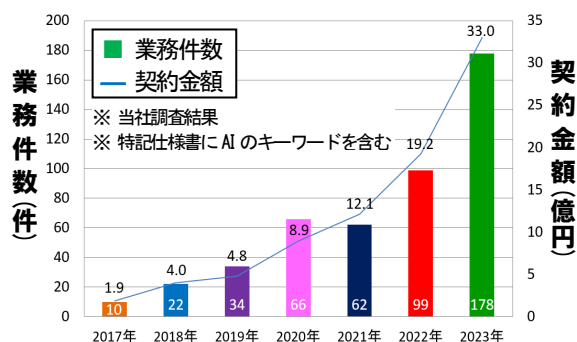


図-1 AIに関する土木関係コンサル業務件数と契約金額※ (2017～2023年)

表-2 同業他社のAI・ICT技術の活用・研究開発状況(2023年)

No.	企業・組織名	取組内容	発表日 (2023年)
1	日本工営(株)	栃木県下野市で運行中のAIデマンド交通配車システム「SAWS」に対し、自動音声案内型配車予約システムを連携する配車実証実験を開始	6/14(水)
2		利用者の要望に応じた経路をAIが算出して乗り合い運行する「AIデマンドタクシー」の実証実験を東京都八丈島で開始	9/29(金)
3	(株)オリエンタルコンサルタンツ	(株)南紀白浜エアポート、NEC(株)と共同開発した、ドラレコとAIを活用した滑走路の調査・点検技術が、土木学会「インフラメンテナンスプロジェクト賞」を受賞	2/24(金)
4		佐賀県杵島郡江北町と連携・協働し、仮設スムーズ横断歩道の設置、AIカメラとLED電光掲示板を連動させた新たな交通安全対策の実証実験を行い、速度抑制効果を検証	4/17(月)
5	八千代エンジニアリング(株)	岡山理科大学と共同で、AIを活用し土砂災害前後の航空レーザ計測データで土砂の移動範囲と移動量を迅速に算出する手法を開発	7/11(火)
6		MS&ADインターリスク総研(株)との業務提携により、交通事故リスクの低減を図るスマートシティ等を推進し、SDGsの目標でもある交通安全に関する社会課題解決を図る	4/17(月)
7	パシフィックコンサルタンツ(株)	AI技術力の高いイベラ(株)と共同で、インフラ分野のDXを推進する新会社「プラナス・エンジニアリング株式会社」を設立	9/1(金)
8		高度なAI画像解析サービスを強みとするUltimatrust(株)と資本業務提携を結び、インフラ分野のDXを推進	3/30(木)
9	いであ(株)	受託した橋梁点検業務で、近接目視が困難な谷あい位置し沢をまたぐコンクリート橋に、ロボットとAI画像解析を活用	5/10(水)
10	応用地質(株)	Microsoft社のAzure OpenAIを利用した社内版ChatGPTを導入	9/4(月)
11	(株)上野計画事務所	セーフィー(株)、神奈川県逗子市、電気通信大学と協働し、逗子市でカメラ映像から交通データの分析・可視化基盤を構築	4/4(火)
12	扇精光コンサルタンツ(株)	完成予想図への着色、点検報告書の作成などに生成系AIを活用	6/26(月)
13	(株)キタック	画像処理機器・システム開発の(株)ガゾウと事業提携し、地質調査の画像解析を自動化するシステムの開発などに共同で着手	7/4(火)
14	国際航業(株)	ドローン撮影映像から沈下やひび割れなどの外的変状を抽出・計測し、農業水利施設の健全度を評価し、劣化を予測するAI技術を構築	7/30(日)
15	(株)オオバ	既存取引先の再調査を含む全取引先の反社チェックを目的に、アラームボックス(株)のAI与信管理クラウドサービス「アラームボックス」を導入	9/21(木)
16	(株)エイト日本技術開発	岡山県笠岡市の笠岡諸島・真鍋島で、AIやドローンを使ったイノシシ対策の実証試験を開始	11/28(火)
17	(株)技術開発コンサルタント	水の濁りを計測・管理する「スイシロウDX」(商願2023-130272号)の新サービスを開始	12/14(木)

表-3 建設事業関連のAI・データ分析技術の開発研究

No.	技術名	研究成果	研究の貢献ポイント
1	AI・画像解析を活用したIK支援サービスの事業展開	<ul style="list-style-type: none"> ■ 原水槽のカメラ画像から下記を判定するAIを開発し、一定程度の有効性を確認、来期も引き続き検証を実施 <ul style="list-style-type: none"> ① 白濁, ② 機械油の流出, ③ 泡立ち ■ 交差点における歩行者横断時間を計測する技術を開発し、高槻市で実証実験を実施 ■ 研究成果論文(査読論文)を1本作成(土木学会) 	社内の他投資研究の発展(環境・社会事業部門)
2	AIを用いた予測制御型エネルギーマネジメントシステムの構築	<ul style="list-style-type: none"> ■ 商業用ビルの太陽光発電量と電力需要量を予測するAIを開発 ■ 予測結果を用いて効率的に電力を売買するシミュレーションモデルを開発し、コスト削減効果、蓄電池の有効利用を定量的に提示 ■ 研究成果論文(査読論文)を1本作成(土木学会) 	社内の他投資研究の発展(環境・社会事業部門)
3	AIを活用した種門自動設計に関する基本システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> ■ 基準・慣例で決定できない下記の設計諸元の自動推定モデルの構築 <ul style="list-style-type: none"> ① 操作台の形状(幅・奥行), ② スパン数, ③ 戸当たり, ④ 函渠部材厚 ■ 上記諸元の推定モデルを活用した照査ツールの開発 	社内の他投資研究の発展(国土・流域事業部門)
4	画像・文字情報に基づく類似事例検索AI技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ■ 道路施設点検データベースの点検画像および文字情報を利用し、橋梁損傷の類似画像を検索するAIを開発 ■ 対象とする損傷の種類は下記の6種類 <ul style="list-style-type: none"> 鋼主桁: 亀裂, 腐食, 防食機能の劣化 コンクリート床版: 床版ひびわれ, 剥離・鉄筋露出, 漏水・遊離石灰 ■ 研究成果論文(査読論文)を1本作成(土木学会) 	社内の他投資研究の発展(交通・都市事業部門)
5	風力発電所のバードストライク発生検知システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> ■ 風力発電所でBSを検知するための機器構成の検討 ■ 空を飛ぶ鳥を検知するAIを開発し、社内実験を実施 ■ カメラから鳥と風車の位置関係を算出する方法の検討 ■ 来期、上記の検討結果を踏まえて、現地へ機器を設置予定 	社内の他投資研究の発展(環境・社会事業部門)
6	強化学習のダム最適操作への適用	<ul style="list-style-type: none"> ■ 強化学習 Twin Delayed DDPG(TDDPG)を用いたダム放流量決定手法を開発 ■ 関東・四国地方整備局管内の河川(利根川・広川)において、開発手法による洪水調節の実証実験を実施中 	社内の技術力高度化(国土・流域事業部門)
7	サロゲートモデルに関する研究	<ul style="list-style-type: none"> ■ 物理的な制約を考慮したニューラルネットワーク Physics-informed neural networks(PINNs)を浅水方程式に適用する基礎研究を実施 	社内の技術力高度化(国土・流域事業部門)
8	車両の行動解析モデルの開発	<ul style="list-style-type: none"> ■ 交通量を5車種別に計測するAIを開発 <ul style="list-style-type: none"> ① 一般乗用車, ② 小型貨物車, ③ 大型貨物車, ④ バス, ⑤ バイク ■ 車両通過台数, 走行速度・滞留長等の計測, 走行軌跡の可視化, ヒヤリハット検知等のAIを開発 	社内の技術力高度化(交通・都市事業部門)
9	ナンバープレート解析モデルの開発	<ul style="list-style-type: none"> ■ カメラ映像から車のナンバープレート情報を検知するAIを開発 ■ 認識項目は下記の4種類 <ul style="list-style-type: none"> ① 車籍地(全国133地点), ② 分類番号(アルファベットを除く), ③ 半別文字, ④ 指定番号 ■ ナンバープレート解析用の近距離撮影カメラではなく、既設のCCTVカメラでも指定番号の計測が可能 ■ 研究成果論文(査読論文)を1本作成(土木学会) 	社内の技術力高度化(交通・都市事業部門)
10	高速道路の損傷診断AIの開発	<ul style="list-style-type: none"> ■ 阪神高速道路の点検画像から伸縮装置種別を分類後に、伸縮装置と路面部の損傷を検知するAIを開発 ■ 開発したAIは下記の2種類 <ul style="list-style-type: none"> ① 伸縮装置分類AI: 5種類の伸縮装置を分類するAI ② 損傷診断AI: 各伸縮装置、路面特有の損傷を検知するAI ■ 阪神高速技術(株)内の点検業務での実証実験を実施 ■ 近畿建設技術展・ハイウェイテクノフェア 2023 で出展、阪神高速技術(株)のIPに保有技術として記載 	社内の技術力高度化(交通・都市事業部門)
11	人間の行動解析モデルの開発(人物・顔・性別・年代・グループ属性検知)	<ul style="list-style-type: none"> ■ カメラ映像から人数および属性(性別・年代)を検知するAIを開発 ■ 現状対象とする属性は右記のとおり ① 性別: 男性・女性, ② 年代: 子供・大人・高齢者 ■ 各部室のAI関連業務・研究で実証実験を実施し、有効性を明示 ■ 研究成果論文(査読論文)を1本作成(土木学会) 	社内の技術力高度化(全事業部門)
12	人間の行動解析モデルの開発(人間の異常行動・基本・詳細行動検知)	<ul style="list-style-type: none"> ■ カメラ映像から人間の行動内容を検知するAIを開発 ■ 現状対象とする行動は下記の2種類 <ul style="list-style-type: none"> ① 迷惑・不法行為(ごみの不法投棄, ゴルフ行為, たき火等) ② 基本・詳細行動(歩く・スマホ見る・自転車に乗る・食べる・読む等) ■ 各部室のAI関連業務・研究2件で実証実験を実施し、有効性を明示 ■ 研究成果論文(査読論文)を1本作成(土木学会) 	社内の技術力高度化(全事業部門)
13	異なるカメラ間の検知対象同定技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ■ 異なるカメラ映像・画像から、外見的特徴量を抽出し、人・自動車等の検知対象を同定するAIを開発 ■ 来期以降、開発したAIの実証実験を実施予定 	社内の技術力高度化(全事業部門)
14	人流データの軌跡検知(オクルージョン対策等)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 検知した人流の座標履歴から、同一人物を判定するAIを開発 ■ 上記のモデルを組み合わせて、交差点の人流を可視化 ■ 開発したAIを撮影画像に適用し、有効性を確認 	社内の技術力高度化(全事業部門)
15	環境部門支援用のAI技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ■ ①河川の濁り有無を判定するAI, ②ブルーギルとブラックバスの魚類を検知するAIを開発 ■ ①について、中部環境室が構築していたAIから大幅に精度向上 ■ ②について、大阪環境部に提供し今後実証実験を実施予定 	社内の技術力高度化(環境・社会事業部門)
16	衛星データ活用研究(違法開発/不法投棄)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 定義したい範囲の衛星データ(Sentinel-2)を自動収集するプログラムを開発 ■ 収集した衛星の時系列データから異常を検知し、変化を抽出するAIを開発 ■ 違法開発等の検出目的のみを抽出できるように精度向上を研究中 	社内の技術力高度化(全事業部門)
17	橋梁の損傷診断AIの開発(損傷程度、健全度)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 橋梁点検画像の損傷程度を判定するAIを構築 ■ 対象とする損傷の種類は下記の2種類 <ul style="list-style-type: none"> 鋼主桁: 亀裂, コンクリート床版: 剥離・鉄筋露出 ■ 道路施設点検データベースの画像・文字情報により、次回点検時の健全度を予測するマルチモーダルAIを開発 	社内の技術力高度化(交通・都市事業部門)
18	生成系AIの利活用研究(生成系AIのAPIサービスの活用)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Azureのサービスを用いた生成系AIとデータベースの連携 ■ LangChainを用いた生成系AIの活用、ベクトルデータの利用 ■ 上記の生成系AIの利活用検討を実施 	社内の技術力高度化(全事業部門) 社内業務の効率化
19	生成系AIの利活用研究(アンケート分析への利活用)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 収集したアンケートの自由意見分析への生成系AIの活用 ■ 類似事例の収集、ポジティブ・ネガティブの判定、意見の要約等を実施 ■ 現場の意見も踏まえながら、今後具体的な活用方法検討予定 	社内の技術力高度化(全事業部門) 社内業務の効率化
20	生成系AIの利活用研究(当社独自の生成系AI開発)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 下記3種類の当社独自の生成系AIを開発 <ul style="list-style-type: none"> ① 当社独自の文章・画像生成系AI, ② 3Dモデル・点群データの生成系AI, ③ 異なるデータ(文章・画像等)に同時対応可能なマルチモーダル生成系AI ■ PCCの結果、簡易的なデータに対して有効性を得たため、より実用的なデータの精度検証を今後実施 	社内の技術力高度化(全事業部門) 社内業務の効率化
21	AGI(汎用人工知能)の開発	<ul style="list-style-type: none"> ■ 強化学習を活用し、既存の水面検知AIに新規画像の自律学習手法を実装することで、自律的に精度と汎用性の向上を可能にした ■ 従来の教師あり学習と同程度で、モデルの精度が確保できる可能性を明示 ■ 研究成果論文を2本作成(人工知能学会, 土木学会) 	研究開発中のAI技術高度化

4. 各事業部門の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

近年発展が著しいICT技術として、AI以外にもIoTやデジタルツイン等の多数の技術が存在する。本研究では、2022年よりそれまで中心であったAI技術の開発研究に追加し、IoT、デジタルツイン、AIアプリ開発等、最先端のICT研究に着手している。表-4に2023年に実施した4件のICT技術研究を示す。各技術は、当社がこれまで未所有の技術ため、各事業部門の革新的事業展開への貢献が今後期待できる。

5. 国内外研究機関、研究者等との連携研究の実施

オープンイノベーションによる革新的技術開発等を目的に、社外の研究機関やグループ内企業との共同技術開発を本研究で実施する。2023年は表-5に示す様に、早稲田大学等と連携し、交通事故予測モデルと、最適な取

締り活動方法の提案モデルの研究開発に取り組んだ。本技術は今後、交通事故対策等の、社内の交通・都市事業部門に関連する業務の受注増や生産性向上に展開する予定である。

6. 研究成果の広報活動

(1) 論文・学会誌作成

本研究成果を取り纏めた論文・学会誌を2023年に15本(査読論文3本)作成(次頁の表-6参照)し、各学会で研究発表を実施した。また、2017年の研究開始からこれまでに合計46本(査読論文17本)の論文・学会誌を作成しており、当社の技術力向上に大きく貢献していると考えられる。

(2) 広報活動

本研究成果の広報活動を2023年に10件実施(表-7参照)し、社内への研究成果の発信、外部への当社技術力アピールとコネクション作成を図った。

表-4 最先端 ICT の基盤テーマの研究開発

No.	技術名	研究成果	研究の貢献ポイント
1	IoT利活用に関する研究	<ul style="list-style-type: none"> ■ 市販の機器を組み合わせた IoT デバイスの製作 ■ 製作した機器を用いて下記実験を実施し、有効性・課題を確認 <ol style="list-style-type: none"> ① 四日市駅バスタにおける人数カウント(中部道路・交通部) ② 広場の利用状況、周遊行動を計測(東京都都市部) ③ 道の駅の利用状況調査(東北道路・交通部) ④ 高槻市役所前交差点の歩行者横断時間の計測(大阪道路・交通部) ■ 研究成果論文を1本作成(土木学会) 	新規売上げ獲得に向けた新技術開発
2	デジタルツインに関する研究 (3次元設計・点群データ処理)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 下記による点群データの3次元モデリング手法の開発 <ol style="list-style-type: none"> ① 点群セグメンテーションによる地物のクラス分け ② 3D汎用オブジェクトのストック・主成分分析による自動配置 ③ RANSACによる平面地物のノイズ除去・コンベックスハルによる中間点群の除去とメッシュ化 	社内の技術力高度化(全事業部門)
3	研究開発 AI を実装したアプリ開発	<ul style="list-style-type: none"> ■ これまで開発した AI を実装した 2 種類のアプリ開発を実施 <ol style="list-style-type: none"> ① アンドロイド版アプリ(Android Studio で開発) ② Web 版アプリ(Django で開発)が対象 ■ 現状は画像解析 AI を対象とし、TensorFlow、PyTorch モデル両方に対応 ■ Web リアルタイムカメラ映像への適用も研究中 	新規売上げ獲得に向けた新技術開発
4	量子コンピューティングの基礎技術調査研究	<ul style="list-style-type: none"> ■ 量子コンピュータの社会実装状況、および技術レベルの調査 ■ 量子コンピュータの土木分野への適用可能性の検討 	研究開発中の AI 技術高度化

表-5 国内外研究機関、研究者等との連携研究

No.	技術名	研究成果	研究の貢献ポイント
1	ビッグデータを活用した生活道路の交通安全対策手法の研究	<ul style="list-style-type: none"> ■ 新たな交通事故対策として、AIにより交通事故リスク予測、最適な取締り活動方法を提案する技術を早稲田大学等と共同で研究開発を実施 ■ 来期以降、実証実験を実施予定 ■ 研究成果論文を1本作成(土木学会) 	社内の他投資研究の発展(交通・都市事業部門) 新規売上げ獲得に向けた新技術開発

表-7 研究成果の広報活動

No.	実施内容	実施日
1	AI 研究発表会 (AI 研究開発成果を社内に向け発表)	2023 年 4 月 11 日(火)
2	2023 年度人工知能学会全国大会(第 37 回) (AI 研究開発成果の一例を発表)	2023 年 6 月 6 日(火) ~ 6 月 9 日(金)
3	第 1 回国土文化研究所研究発表会 (AI 研究開発成果を社内に向け発表)	2023 年 7 月 7 日(金)
4	令和 5 年度土木学会全国大会 (AI 研究開発成果の一例を発表)	2023 年 9 月 13 日(水) ~ 9 月 15 日(金)
5	第 48 回土木情報学シンポジウム (AI 研究開発成果の一例を発表)	2023 年 9 月 28 日(木) ~ 10 月 29 日(金)
6	SDGs AICHI EXPO (AI 研究開発成果の一例を発表)	2023 年 10 月 5 日(木) ~ 10 月 7 日(土)
7	第 4 回 AI・データサイエンスシンポジウム (AI 研究開発成果の一例を発表)	2023 年 11 月 15 日(水) ~ 11 月 16 日(木)
8	第 2 回国土文化研究所研究発表会 (AI 研究開発成果を社内に向け発表)	2023 年 11 月 21 日(火)
9	技術サロン(中部支社) (AI 研究開発成果を社内に向け発表)	2023 年 12 月 13 日(水)
10	河川・海岸部門(河川構造)の先端技術研修 (AI 研究開発成果を社内に向け発表)	2023 年 12 月 22 日(金)

7. 結論

本稿では、2017年より実施しているAI・ICT技術の研究開発において、2023年の研究成果を取りまとめた。本研究により、下記の成果を得ている。

【本研究で得た成果】

- (1) 社内の各部室における既存技術の高度化、新技術の取得
 - (2) 単純作業自動化による労働時間削減、品質向上
 - (3) AIに関する土木関係コンサル業務の新規受注、売上の拡大
 - (4) 論文・学会誌の作成、広報活動の実施による、外部への当社技術力PRと新たなコネクション作成
- 2024年以降も同様の研究を継続する。さらに、多種多様な最先端研究の実施と新技術の社会実装によるイノベーション・企業価値の創出、高度研究者の育成による専任研究員の増加等の活動に今後注力し、本研究を更に発展させることを目指したい。

参考文献

- 1) 令和5年度情報通信白書, pp.72-163, 2023.
- 2) AI白書編集委員会: AI白書2023, pp.39-240, KADOKAWA, 2023.
- 3) 政府デジタル予算は1.2兆円, デジタル庁の一括計上は200億円増, 2023.1
<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/nc/18/020800017/011200831/>
- 4) 成瀬 拓海, 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事故防止対策モデルの実用化に関する研究, 土木計画学研究講演集, Vol.67, CD: 全7p, 2023.
- 5) 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, p.2N6GS1005-2N6GS1005, 2023.
- 6) 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, p.IV-96-IV-96, 2023.
- 7) 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, p.CS9-17-CS9-17, 2023.

表-6 本研究で作成した論文・学会誌

No.	題目	掲載誌名	作成年月 (2023年)	概要
1	人工知能を用いた効率的な事故防止対策モデルの実用化に関する研究	土木計画学研究講演集 ⁴⁾	6月	■ 交通事故, 及び最適な取締り活動実施方法をAIで予測する技術の研究開発結果を報告
2	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 ⁵⁾	6月	■ 強化学習を活用した, 新たな画像データに対する画像セグメンテーションモデルの自律学習手法について報告
3	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 ⁶⁾	9月	■ 高密度な点群データの有効な利活用を目的に, 河川管理施設の維持管理分野に展開した事例を報告
4	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 ⁷⁾	9月	■ 一般的に入手可能なIoT機器と, 深層学習を活用した水位計測技術について報告
5	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 ⁸⁾	9月	■ AIによる物体検知技術を活用し, 交通拠点の利用者の解析と, 利用状況の定量化を実施した結果を報告
6	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 ⁹⁾	9月	■ AIによる物体検知技術を活用し, 交通拠点における人物属性も考慮した人流解析結果を報告
7	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 ¹⁰⁾	9月	■ AIによる物体検知技術を活用し, バス乗り場におけるバスの運行状況および利用状況の把握結果を報告
8	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 ¹¹⁾	9月	■ 強化学習を活用した, 新たな画像データに対する画像解析AIの自律学習手法について報告
9	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 ¹²⁾	11月	■ 河川空間における迷惑・不法行為検知モデル構築と, それを実装したカメラ映像解析・警告発報システムによる実証実験結果を報告【査読論文】
10	複数カメラ画像を用いた歩行者移動軌跡の計測システム開発研究	AI・データサイエンス論文集 ¹³⁾	11月	■ AI技術の深層学習と勾配ブースティングを活用し, 複数カメラから歩行者移動軌跡を取得する計測システムの開発結果を報告【査読論文】
11	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ー河川構造物設計・維持管理分野への適用ー	AI・データサイエンス論文集 ¹⁴⁾	11月	■ AI技術の深層学習を活用し, 点群をクラス分けする技術である点群セグメンテーションの適用結果を報告【査読論文】
12	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 ¹⁵⁾	11月	■ AIによる物体検知技術を活用し, 近鉄四日市駅のバス乗り場における, 利用者の解析と利用状況の定量化結果を報告【査読論文】
13	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 ¹⁶⁾	11月	■ AIにより低解像度のナンバープレートを高解像度化する手法を検討し, 文字認識精度の向上を図った結果を報告【査読論文】
14	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 ¹⁷⁾	11月	■ AI技術の深層学習を活用し, 直轄橋梁のコンクリート床版の点検画像から, 損傷程度を判定する技術について報告【査読論文】
15	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 ¹⁸⁾	11月	■ 太陽光発電設備が設置された業務用建物を対象に, 電力需要量と太陽光発電量を予測する技術について報告【査読論文】

- 8) 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, p.CS14-57-CS14-57, 2023.
- 9) 西牟田 裕介, 木村 拓憲, 早見 俊紀, 山脇 正嗣, 小川 明人, 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, p.CS14-58-CS14-58, 2023.
- 10) 早見 俊紀, 木村 拓憲, 西牟田 裕介, 山脇 正嗣, 小川 明人, 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, p.CS14-56-CS14-56, 2023.
- 11) 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, Vol.48, pp. 173-176, 2023.
- 12) 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, No.3, pp.163-169, 2023.
- 13) 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, No.3, pp.533-538, 2023.
- 14) 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ー河川構造物設計・維持管理分野への適用ー, AI・データサイエンス論文集, Vol.4, No.3, pp.897-908, 2023.
- 15) 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, No.3, pp.83-89, 2023.
- 16) 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, No.3, pp.119-124, 2023.
- 17) 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, No.3, pp.135-141, 2023.
- 18) 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, No.3, pp.656-669, 2023.

AI TECHNOLOGY DEVELOPMENT RESEARCH FOR CTI INNOVATION

Masashi Yamawaki, Teruaki Kitagawa

In recent years, research and development using deep learning, an AI technology, as well as the latest ICT such as IoT and Digital Twin, has been actively promoted at domestic and overseas companies and research institutes. The purpose is to improve the efficiency and sophistication of business operations and to create new value. In the construction consulting industry, including our company, many initiatives aimed at improving technical skills and improving operational efficiency have been reported. The contents include research and development of AI/ICT technology, introduction of existing AI/ICT services, business and capital alliances with venture companies, etc.

Since 2017, we have also started research and development of AI/ICT technology. We are also working to create innovations for our company, such as improving in-house technological capabilities and production efficiency. In this paper, we report the results in 2023.

地方と都市の共助社会システムに関する研究

田頭直樹¹・蛭原雅之²・勝山聡美³・石本俊亮⁴・佐藤康晴⁵・北川照晃⁶

¹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: tagasira@ctie.co.jp

²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: ebihara@ctie.co.jp

³株式会社日総建 設計本部企画計画部（〒151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷1-34-14） E-mail: sa.katsuyama@nissoken.co.jp

⁴株式会社CTI グランドプランニング 本社（〒810-0041 福岡県福岡市中央区大名2-4-12） E-mail: ishimoto@gp.ctie.co.jp

⁵株式会社建設技術研究所 東京本社水システム部（〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町3-15-1） E-mail: satou@ctie.co.jp

⁶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

地方では過疎化、都市では一極集中などに起因する課題を抱えている。本研究は、地方と都市のそれぞれの特徴を活用して、これらの課題解決を図る共助社会システム構築に向けた基礎検討を行った。宮城県鳴子温泉では、森林吸収源カーボンクレジットの賦存量を概算するなど、観光業と農林業の活性化支援策を検討した。千葉県横芝光町では、関係人口拡大を目的に、Webセミナーと地域体験開催によるプッシュ型情報発信を検討した。福岡県赤村では、CTIグループから参加者を募り、地元から借用した耕作放棄地を91農業による再生を試行した。また、有識者や地元関係者を招聘したシンポジウムを開催した。これらの検討・意見交換を踏まえ、地方と都市の共創的発展には、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、③都市のニーズへの対応、④新たな価値の創出、⑤イノベーションが必要であることを整理した。

Key Words: SDGs, social issues, co-creative development of rural and urban areas, related population, regional revitalization

1. はじめに

我が国の人口減少とそれに伴う少子高齢化は確実に進行し、地方では、過疎化による地域経済の縮小、行政サービスの低下など様々な課題が顕在化している。都市においても一極集中による自然災害時の事業継続リスク、狭小な生活空間、希薄な人間関係による孤立化など抱える課題は多い。これらの課題は、行政コストや社会保障費の増加、税収減少の要因となり、将来に必要なインフラの維持管理を困難にする。一方、新型コロナウイルス禍を通して、テレワークなどが進展し、人工的で過密な都市空間から自然的で開疎な地方の魅力が見直され、地方回帰による様々な課題解決が期待されている¹⁾。

以上を踏まえ、本研究は、地方と都市が抱える課題とそれぞれがもつ資源や特徴を上手く活用して、双方の社会的課題解決とニーズ対応を図る新たな共助社会システム構築に向けた基礎検討を行い、新たなコンサルティング、事業開発の可能性を探ることを目的とする。さらに、本研究をCTIグループで検討することで、グループ内のSDGsへの取り組みを推進し、研究で得られた知見から社内に向けた提言をとりまとめる。

2. 研究概要

(1) 研究内容

本研究は、2022年1月～2023年12月の2カ年で実施した(図-1)。1年目は、主に対象3地域のニーズ・社会的課題の抽出、課題解決に向けた対応策の検討、地元関係者との意見交換会を行った。2年目は、主に対応策の具体化、対応策の試行およびシンポジウム開催、新たなコンサルティング、事業開発に向けた可能性を評価し、社内への提言案をとりまとめた。

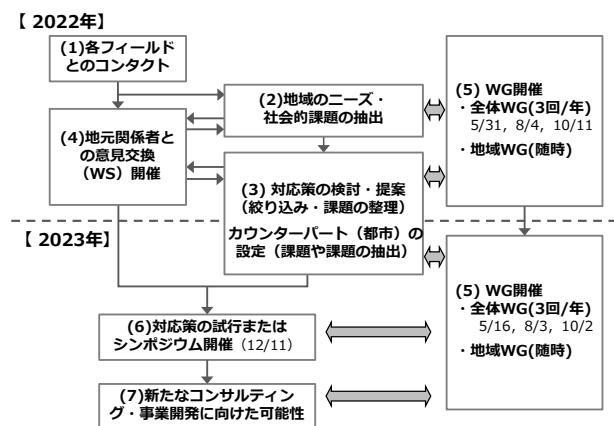


図-1 検討フロー

(2) 対象地域

対象地域は、特徴が異なる図-2に示す3地域とした。

1) 宮城県大崎市鳴子温泉

仙台市から車で約1時間半の距離に位置する。旧古川市と合併して大崎市となる。国勢調査による2020年の人口は、2000年比8.6%減である。鳴子温泉地区は65歳以上が約半数を占め高齢化が進行している。地域の約85%が森林地域を占める。3地域で唯一温泉やスキー場といった観光地がある。鳴子温泉は、1100年の歴史があり、かつては湯治客で賑わっていた。弊社が共同出資する「ウエスタ CHP」がバイオマスエネルギー事業を展開中である。

2) 千葉県横芝光町

都心から車で約1時間半の距離に位置する。国勢調査による2020年の人口は、2000年比17.4%減であり、近年人口が右肩下がりである。サーフィンで有名な九十九里浜の中央に位置し、成田空港の滑走路および発着枠拡大に伴う経済波及（補償金、雇用拡大、従業員移住）が期待される。千葉大学の鈴木雅之准教授が、COC+（拠点大学による地方創生推進事業）の一環として、地方活性化の活動を支援している。

3) 福岡県赤村

福岡市から車で約1時間半の距離に位置する。国勢調査による2020年の人口は、2000年比23.7%減、65歳以上割合が40.4%であり、急速に人口減少・高齢化が進んでいる。目立った観光産業はないが、石炭産業で栄えた筑豊地区において唯一炭鉱開発がされず、原風景的な豊かな自然景観を残す地域である。2022年4月にJALと地域活性化等に向けた包括連携協定を締結するなど、社会的課題解決の潜在的な需要が高いと判断される。



図-2 対象地域

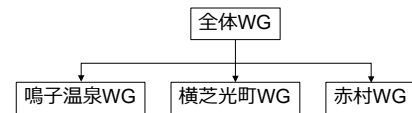


図-3 全体WGと地域WGの設置

表-1 対象地域別関係機関

対象地域	関係機関
鳴子温泉	ウエスタCHP, もりたびの会
横芝光町	自治体, 千葉大学鈴木雅之教授, CAMPiece横芝光
赤村	自治体, 源じいの森, あかまるまんま

(3) 研究体制（全体・地域WGの設置）

CTIグループからWG（以下、「全体WG」という。）への参加を募集し、（株）建設技術研究所、（株）日総建、（株）CTIランドプランニングの3社から計23名で検討した。全体WGの下に、地域ごとの内容を議論する地域WGを配置した（図-3）。

3. 各フィールドとのコンタクト

地域ごとに、表-1に示す機関と意見交換等を行い、関係構築を行った。

表-1に示す鳴子温泉の「もりたびの会」は、地域の旅館や飲食店、林業家、クラフト関係者、教育関係者などから構成される協議会である。森林保全と地域活性化に向けて活動を展開している。横芝光町の「CAMPiece横芝光」は、地元で廃校を活用したキャンプ場を運営している。NPO法人TINAは地元で農業体験を実施している。赤村の「源じいの森」は、村内の唯一の宿泊可能な施設を持ち、地域おこし協力隊も活動している。「あかまるまんま」は、村内の無農薬、無化学肥料の農産物を使用した特産品開発など行うベンチャー企業である。赤村源氣快の会は、赤村づくり100人委員会の有志で構成される合同会社で、古民家カフェの運営、特産品の生産、販売を行っている。

4. 地域のニーズ・社会的課題の抽出

(1) 抽出方法

地域のニーズ・社会的課題は、前述した関係機関との意見交換、現地踏査、自治体の総合計画等の既往資料から整理した。また、地域のニーズ・課題に加え、地域の資源や取り組みも整理した。

(2) 宮城県大崎市鳴子温泉

1) 地域の課題およびニーズ

抽出した主な地域の課題は、以下のとおり。

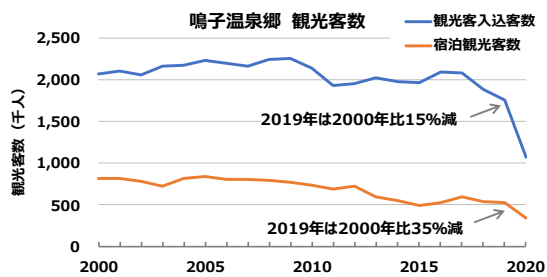


図-4 鳴子温泉郷観光客数²⁾



図-5 東鳴子温泉地区の空き店舗状況

- 観光客、特に宿泊客数が減少し(図-4)、東鳴子温泉地区のメインストリート沿い空き家・店舗が深刻(図-5)(湯治の衰退、地場産業の衰退が原因。温泉街や観光資源が分散しているが、域内周遊できる公共交通がなく、車で来訪しても中心部に駐車場が少ないといったことも課題。)
 - 将来の農地維持が困難、林業の生産活動が停滞(従事者の高齢化や減少が大きな原因。)
- その他、以下の要望が既往資料等から挙げられた。
- 地域交通の確保、源泉管理の効率化や未利用源泉の活用、再生可能エネルギーの導入など

2) 地域の資源および取り組み

抽出した主な地域の資源は、以下のとおり。

- 約千年の歴史を刻む5つの温泉郷とスキー場(かつては湯治場として栄え、日本の11泉質のうち8種類(温泉総選挙2023うる肌部門第8位))
- 森林(大崎市の森林面積は県内3位の42,768haで市内総面積の約54%、人工林は13,850haを占め、多くが50年程度経過した伐採期を迎えている。)
- 吹上高原キャンプ場(東北エリア屈指の人気)、地獄谷遊歩道、潟沼、鳴子峡(紅葉の名所)などの自然環境を強みにもつ施設、観光資源
- 伝統工芸品である鳴子こけし、鳴子漆器

主な取り組みは、以下のとおり。

- 宮城県から受託業者が空き家利活用を検討、廃校を利用してジビエの解体工場を建設
- もりたびの会が、持続可能な観光(体験型のワークショップなど)を展開
- NPO法人鳴子の米プロジェクトが、米の受注生産(予約購入)の仕組みを構築し、購入者との田植

- え交流会を展開、ブランド米「ゆきむすび」確立
- 施設の空調に温泉熱利用が行われ、東北大とウェスタ CHP が共同研究中
- 鳴子ツーリズム研究会が、構造改革特区を活用し「農地所有者による市民農園の開墾」「農地取得下限面積の引き下げ⇒新規農家参入」「特定農業者による濁酒(どぶろく)の製造許可者の製造数量緩和⇒農家レストラン等でどぶろく提供」実現

(2) 千葉県横芝光町

1) 地域の課題およびニーズ

抽出した主な地域の課題は、以下のとおり。

- 人口が減少し(2020年人口は2000年比17.4%減)
- 空き家の増加(戸建住宅11,855軒のうち、約4%の456軒が空き家)
- 町内の総合計画がやや内向的(外向きのPR、情報発信が不足)
- 周辺地域との差別化が難しい立地(図-6)(いすみ市は、住みたい田舎ベストランキング首都圏エリア1位、サーフィンで人気のある一宮町は、2020年人口は2000年比2.1%増)

その他、以下の要望が既往資料や自治体との意見交換から挙げられた。

- 成田空港関連(現在4万人、拡張に伴いさらに2万人の雇用が創出)や都内在住の子育て世代(20~30代)を対象に、定住人口・関係人口を増やしたい。
- デジタル人材など不足する人材の流入を図りたい。

2) 地域の資源および取り組み

抽出した主な地域の資源は、以下のとおり。

- サーフィンなどで有名な九十九里浜の中央に位置し、黒潮の影響を受ける温暖な気候(夏は涼しく、冬は暖かい)と平坦な地形を活かし、農業が盛ん
- 千葉県内最大級の湿原である多光光湿原では、千葉県の最重要保護対象の植物が確認されるなど、希少な動植物の生息・生育地となっている。

主な取り組みは、以下のとおり。



図-6 横芝光町の周辺地域の状況

- 千葉県 COC+（千葉県内の大学・自治体・企業等が協力して千葉の地方圏を元気にするプロジェクト）の一環として、栗山川のカヌーツアー体験などが実施されている。
- NPO 法人 TINA が体験農業を実施し、リピーターで予約が直ぐに埋まるほどの人気となっている。

(3) 福岡県赤村

1) 地域の課題およびニーズ

抽出した主な地域の課題は、以下のとおり。

- 人口減少および高齢化の急速な進行（図-7）（2020年の人口は2000年比23.7%減）
- 人口減少により、空き家が増加（ただし、空き家バンクの利用はほとんどない）
- 人手不足や高齢化により、様々なイベントの受け入れ態勢が弱体化
- 担い手がいないため、耕作放棄地が増加し、棚田の維持が困難

その他、以下の要望や実状が、意見交換や既往資料から挙げられた。

- 近隣の都市の通勤圏（車で1時間）であるため、村内の主な産業は、第三次産業（表-2）
- 人手不足や高齢化も進み、新しいことに取り組む余裕がない、新しいことを求めない風潮もある。
- イノシシやシカによる食害も目立っており、山林の整備、活用を進め、動物の侵入を阻止したい。
- 情報発信が十分ではないため改善したい。

2) 地域の資源および取り組み

抽出した主な地域の資源は、以下のとおり。

- 山林、清流、田園からなる日本の原風景的な自然

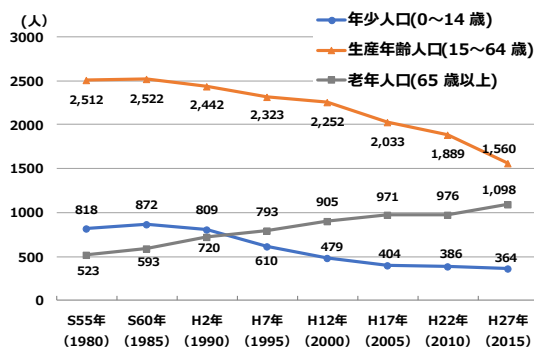


図-7 赤村の年齢3区分別人口の推移³⁾

表-2 赤村の産業構造⁴⁾

産業区分	総生産額 (H20年度)		就業人口 (H17.10.1現在)	
	百万円	%	人	%
第一次	278	5	208	14.3
第二次	540	9.7	366	25.2
第三次	4,865	87	881	60.5
帰属利子	-94	-1.7	-	-
計	5,591	100	1,455	100



図-8 Do you 農（農作業体験）の開催状況⁵⁾

環境（信号がほとんどなく、村内各地でほたるが見られる）

- 平成筑豊鉄道の油須原駅（明治28年開設、九州最古級の木造駅舎、2022年復元改修工事終了）
- 源じいの森（キャンプ場、ロッジ、宿泊・研修施設、温泉がある村内唯一の宿泊施設、温泉は温泉総選挙2023ファミリー部門第7位）
- 有機農業（県内唯一の「有機農業推進モデルタウン」に指定され、地域一体で推進、酒米を使わない有機米による酒造）

主な取り組みは、以下のとおり。

- S62開始のDo you 農を実施（都市住民との交流目的に、農業体験、BBQ、市民団体「ほたるの会」によるホタルツアーがセットとなった人気企画、図-8）
- 合同会社 赤村源氣快の会が、古民家カフェの運営、特産品の生産、販売
- 持続可能な地域活性を目的に JAL と包括連携協定締結（2022.4.22）し、専門家10名を招聘したモニターツアー、JAL 職員によるおもてなし講座会等を開催
- 村民主体の「赤村トロッコの会」が役目を終えた鉄道を観光鉄道として開業
- 源じいの森では、農業体験、アウトドアスパイスの生産・販売、ポップアップイベントなどを実施

5. 課題解決に向けた対応策の検討

5.1 鳴子温泉

(1) 基本的な方向性

鳴子温泉は、他の3地域と比較し、温泉やそれらに関連する観光施設・資源があること、温泉や木質バイオマスエネルギー（ウェスタ CHP が事業展開中）といった自然由来のエネルギー資源があることが強みである。

結びつく都市は、仙台圏、昔から湯治客等の多い周辺地方都市（一関市、石巻市）、新幹線と在来線で繋がる大都市圏が考えられる。これら都市では、観光や湯治需要に加え、近年、企業のウェルビーイング向上、地球温暖化への対応といったニーズがある（表-3）。

地域の課題や、既に取り組まれている地域での実状を踏まえ、「地域産業（観光業・農林業）の衰退」を

表-3 地方と都市の課題とニーズ（鳴子温泉）

区分	地方	都市
地域	鳴子温泉	仙台・周辺地方・大都市圏
課題	・地域産業（観光業・農林業）の衰退	・温泉（湯治）観光需要
ニーズ		・金業のウェルビーイング向上・人材確保・イノベーション創出
資源	・温泉他、既往の観光施設と資源 ・脱炭素エネルギー資源（温泉・木質バイオマス）	・地球温暖化対応・ESG投資 ・経済力・技術力・人口

解決すべく地域課題とし、対応策として、観光業の活性化（①地域交通の利便性向上、②ワーケーションの推進）と、農林業の活性化（③木質バイオマスを活用した脱炭素型植物工場、④森林吸収源のカーボンクレジット開発）を検討することとした。

(2) 具体的検討

1) 地域交通の利便性向上

オンデマンドバスの活用、大型ホテル駐車場等の弾力的運用、バスやタクシーによる貨客混載を検討し、自治体へ提案した。

地域には、5つの温泉街や観光資源がそれぞれ離れており、周遊するために必要な公共交通機関が不足し、車で来訪した場合も中心地に駐車場が少ないという課題があるため、オンデマンドバスや駐車場の弾力的運用が有効と判断した。また、2023年5月30日に貨客混載制度の規制緩和が施行され、仙台市からの観光バス等で、共同集配と併せた効率化が可能となる。

2) ワーケーションの推進

当初は、休暇型が主流であったが、近年では、業務型と言われるタイプも実施されている（表-4）。観光庁によるインターネット調査では、地域課題解決型に企業の若手を中心とした従業員が強い関心を持っているとの結果もあり、地域交流・新規事業創出型が、地域創生に期待されている。現状、鳴子温泉で実施されているワーケーションは主に温泉施設を生かした休暇型であるため、企業を対象とした業務型の展開も可能性があることをもりたびの会と自治体へ提案した。なお、小林ら⁸⁾が地域交流・新規事業創出型の先行事例を分析した結果によれば、実際の地域課題の解決に至るためには、①地域内にキーマン・コーディネーターが存在、②地域課題解決に取り組む自治体の本気度、③地域活性化に取り組む公民連携の推進体制、④リピーター確保につながるワーケーション企画開発、実践、⑤産業クラスターの形成、⑥地域外企業との積極的連携が重要と指摘されている。

3) 木質バイオマスを活用した脱炭素型植物工場

ウェスタ CHP のバイオマスボイラーを活用した脱炭

素型植物工場の事業収支等を検討した。植物工場の規模等は、平成 25 年度に検討された社内研究（以下、「過年度検討」という）の成果を参考に設定した。過年度検討から、下記項目を変更してランニングコストを算出し、収支計画を作成した（表-5、詳細は本研究の2022年の報告書を参照。）。

- ・暖房をビル空調からバイオマスボイラーへ変更
- ・総務省「ローカル 10,000 プロジェクト」の補助金活用（初期費用の 1/2 又は 0.5 億円のいずれか安い方）
- ・電気代を東北電力の 2022 年価格へ適用

結果は、木質の燃料代が増えても電気代が下がり、バイオマスボイラーを利用することで 221 万円/年安くなった。また、年間の経常利益は、1042 万円（借地料：24 千円/年含む）となった（表-5）。また、都市ガス、灯油と比較して、1 円あたりの発熱量は最も大きいため、バイオマスボイラーの小型化が進めば地域産業である旅館や農業（ビニールハウス）への展開の可能性は十分にあると考えられる（表-6）。

表-4 ワーケーションの分類

大分類	小分類	PRする対象	タイプ	内容
休暇型	休暇・出張活用型	個人、フリーランス、インパウンド	①休暇・出張活用型	個人等の休暇で観光を楽しみつつ、普段の仕事も行う。
		企業	②ウェルビーイング型（福利厚生型）	出張先で休暇を取得し、観光を楽しむ。社員のウェルビーイング向上、選択型の福利厚生メニュー
業務型	サテライトオフィス型	企業、個人	③サテライトオフィス型	多様な人材獲得等を目的に、企業がオフィスを移動、もしくは分散させる。
		企業	④会議型	普段のオフィスと異なる場所で、通常業務を遮断して、関係者と集中的に議論する。
	地域交流・新規事業創出型	企業	⑤研修型	対象者を集めて、普段のオフィスと異なる場所で、通常業務を遮断して、集中的に研修を行う。
		企業	⑥新規事業創造型	自治体や企業間の共創を通して、新たなビジネス、事業を生み出す。
企業	⑦地域課題解決型	地域貢献や地域課題解決を目指す事業創出を目指す。SDGs、ESG投資対応		

（一社）日本ワーケーション協会⁹⁾、観光庁⁷⁾、小林ら⁸⁾によるワーケーションの分類を基に作成

表-5 脱炭素型植物工場の概算事業費の収支計画

項目	数量	単位
売上高（単価140円×出荷バック数）	138,611	千円/年
出荷総バック数（170×プール数×歩留まり率0.8×出荷日数）	990,080	個/年
総費用合計	128,193	千円/年
A) 仕入れ額（種、播種マット、液体肥料、袋詰め用袋、雑費など）	12,741	千円/年
B) 管理費（残留農薬等の分析代、メンテナンス）	2,760	千円/年
C) 水光熱費		
水道代	1,200	千円/年
電気代	31,588	千円/年
燃料費（CHPボイラー）	896	千円/年
D) 物流費	7,200	千円/年
E) 概算投資設定（イニシャルコスト-助成金=4.5億、10年均等償却）	45,000	千円/年
F) 人件費（社員2名、アルバイト8名）	26,784	千円/年
G) 家賃	24	千円/年
経常利益	10,418	千円/年

植物工場 3400 株/日、販売価格：@140 円/1 株 80 g~100 g

表-6 燃料別 1 円あたりの発熱量比較

	都市ガス	灯油	バイオマスボイラー
単位別発熱量	36,819 KJ/m ³	36,490 KJ/L	14,700 KJ/kg
燃料単価	150 円/m ³	110 円/L	11 円/kg
1円あたりの発熱量	245.5 KJ/円	331.7 KJ/円	1336.4 KJ/円

表-7 カーボンクレジットの単価

	カーボンクレジット単価 (円/t-CO ₂)		
	森林	省エネ	再エネ
日本取引所 (2023. 11. 7)	6, 190円	1, 608円	3, 081円
相対取引	7, 000円～ 15, 000円程度	—	—

4) 森林吸収源のカーボンクレジット開発

森林吸収源のクレジットの発生要件は、主に以下の2点である。

- ①間伐等の管理を適切に実施すること（日本は管理されていない森林は吸収源とカウントしていない）
- ②CO₂ 排出源となる主伐範囲より、CO₂ 吸収源となる育成林が十分に大きいこと（ただし、主伐後に再造林する場合は標準伐採期までのCO₂吸収量を伐採による排出量から除外可能）

ケーススタディとして、(株)KURIMOKU（ウエスタCHP 関連団体）が宮城県大崎市内に所有する森林（約240ha・主伐計画なし）を対象に、私有林の平均的なカーボンクレジットを整理して得た原単位 2t-CO₂/ha を適用すると、480t-CO₂のクレジットが発生し、表-7 を基に森林のクレジット単価を7,000円/t-CO₂とすると、全体で336万円/年となる。

CTI グループでは、2030年までに Scope1+2 の範囲（自社の直接的な事業活動で排出）でカーボンニュートラルを実現することを目標とし、そのためには約3,400t-CO₂/年のクレジットが必要と見込まれている。日本取引所の単価も上昇傾向にあり、他企業からの需要も見込める。ただし、定期的に必要なモニタリングの効率化が必須となる。

5.2 千葉県横芝光町

(1) 基本的な方向性

横芝光町は、他の3地域と比較し、首都圏近郊であること、臨海部で移住しやすい温暖な気候であることに強みがある。

結びつく都市は、首都圏と周辺の海なし圏域であり、これら都市は、狭小・人工的な生活空間や海がないといった環境のため、子育て環境の充実や趣味と仕事を両立する新しい生活様式（テレワーク、二拠点生活など）への需要がある。また、成田空港の雇用者の受け入れ先という需要もある。（表8）

表-8 地方と都市の課題とニーズ（横芝光町）

区分	地方	都市
地域	横芝光町	首都圏・海なし圏域
課題	・（関係人口・定住人口拡大に向けた）周辺地域との差別化・情報発信不足	・狭小・人工的な生活空間（子育て環境の充実） ・趣味と仕事を両立する新しい生活様式（テレワーク、二拠点生活など）への需要
資源	・豊かな自然環境（海・温暖な大地） ・首都圏との近接性	・成田空港拡張に伴う経済、人口増 ・経済力・技術力・人口

地域の課題や、既に取り組みされている地域での実状を踏まえ、「（関係人口・定住人口拡大に向けた）周辺地域との差別化・情報発信不足」を解決すべく地域課題とし、対応策として、都市側のニーズに応えるイベントをきっかけとする来訪への誘導方策（Webセミナーと現地体験の2段階方式）を検討することとした。

(2) 具体的検討

オンライン告知サービス（Peatix）を用いて、イベント（Webセミナーと地域体験）開催によるプッシュ型情報発信と関係人口への誘導を検討した（図-9）。Webセミナーのテーマと連携した食農教育・農園見学、湿原・地域遺産探検、防災体験、防災体験等の案を地元の関係者に打診し（図-10）、協力依頼を試みたが、イベント開催には至らなかった。主な原因としては、地域関係者との直接的な信頼関係が構築できていない段階で、行政側との間で検討した企画案を打診した点、また、地元関係者の実情に寄り添っていない内容を含んでいた点が挙げられる。

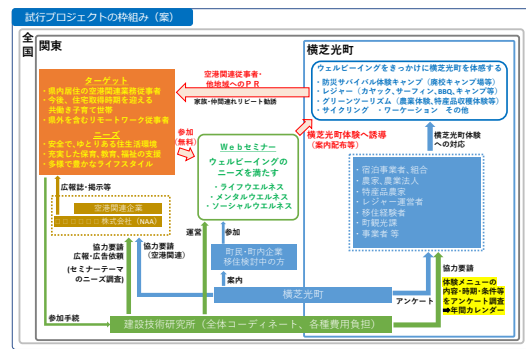
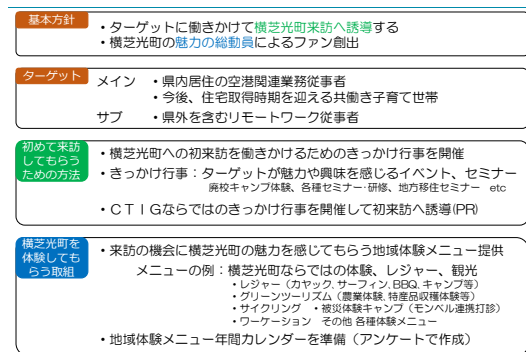


図-9 地方と都市の共助試行プロジェクトの企画（案）

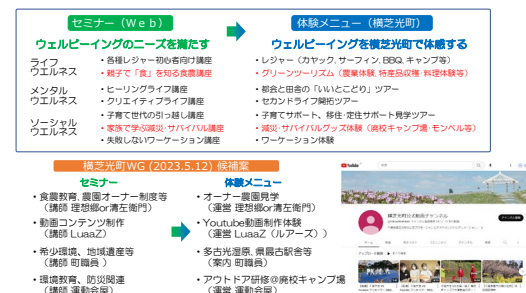


図-10 Webセミナーと体験メニュー（案）

5.3 福岡県赤村

(1) 基本的な方向性

赤村は、他の3地域と比較し、日本の原風景が残存していること、有機農法を地域一体で推進していることが強みである。

結びつく都市は、福岡市と村内を流れる今川流域（北九州圏域）となり、鉄道と空港で繋がる九州を代表する大都市圏となっている。これらの都市は人工的な生活空間であるため、自然共生社会や持続可能な社会構築への参画といったニーズがある（表-9）。

地域の課題や、既に取り組みされている地域での実状を踏まえ、「急速に進展する人口減少と高齢化による人手不足」を解決すべく地域課題とし、対応策として、人手不足や関係人口増加の支援策として、①91 農業の推進、②ワーケーション（農泊）の推進、③グリーンエネルギー利用支援、④防災向上支援を検討した。

(2) 具体的検討

基本的な方向性を踏まえ、今期は、下記に示す4つの地域支援策を検討し、かつて棚田であった耕作放棄地を地元から借用することができたため、農業経験のあるCTI九州支社のWGメンバーの指導の下、CTI九州支社、CTI グランドプランニングから参加者を募り、91 農業による耕作放棄地の再生を実施することとした。（実施内容は後述する対応策の試行を参照。）

①91 農業・体験農業の推進

本業を9割、農業を1割とする新しい営農方法である91 農業や、耕作放棄地の農業体験農園（貸し農園方式）としての活用、空き家の利用などにより、新規就農者増加を図る。

②農泊・ワーケーションプレイスの整備

農山漁村振興交付金・農泊推進対策（農水省）、ワーケーション推進事業（観光庁）、地域サテライトオフィス整備推進事業（総務省）、地方創生テレワーク推進事業（内閣府）などの交付金を活用して、空き家等を利用した農泊、ワーケーションプレイスを整備し、関係人口の拡大を図る。

③グリーンエネルギーによる地域創生

製材などと協力して地域の森林資源を余す所なく利用するバイオマス発電事業、中山間地の農業用水路の落差を利用した小水力発電事業、休耕田を田んぼや畑

表-9 地方と都市の課題とニーズ（赤村）

区分	地方	都市
地域	赤村	福岡・今川流域・大都市圏
課題	・急速に進展する人口減少と高齢化による人手不足	・人工的な生活空間（自然共生社会への需要）
ニーズ		・持続可能な社会構築への参画
資源	・豊かな自然環境・原風景（棚田・森林・星空・ほたる）	・経済力・技術力・人口

にして、その上空で太陽光発電を行うソーラーシェアリングを推進し、雇用の創出による地域創生を図る。

④防災アプリと地域アプリによる地域力向上

現地散策型防災アプリ「防災 Go!プロトタイプ」を開発・検証実験を実施し、これらに日常的な情報を追加して地域アプリへ発展させて地域力を向上させる。

6. 地元関係者との意見交換

地域 WG ごとに、地元関係者と意見交換を実施した（表-10）。主な意見は、以下のとおり。

(1) 鳴子温泉関係者

- ・脱炭素型植物工場の葉物野菜は、大手コンビニチェーンに確認した所、需要があることが分かった。ただし、定期的な供給が必要と言われた。
- ・地元の農家支援への支援にはつながらない印象がある。
- ・森林吸収源等のカーボンクレジット化では、協力や協働できる所は協力したい。

(2) 横芝光町関係者

- ・既に実施している農業体験はリピーターで埋まっている。現状では、受入れできる枠が限られているため、来訪者拡大につながらない。
- ・この企画への協力側の増加、創出（農業体験できる農家、湿原保全の輪）に向けたサンプル事例としてなら協力する意味はある。
- ・イベントの体験ではなく、横芝光町（ヒト）の体感でないと、再訪につながらないのではないかと。
- ・湿原の保全にはマンパワーが必要なので、このようなイベントがきっかけで輪が広がるとありがたい。

(3) 赤村関係者

- ・91 農業による耕作放棄地の再生は、ありがたい。来年以降も協力できる所は協力したい。
- ・運営する古民家カフェの2F が空いているので、利用しても良い。

表-10 意見交換実施状況

地域等	年	月日
鳴子温泉	2022年	7/15, 11/14
	2023年	4/24-25, 11/17
横芝光町	2022年	6/13, 7/14, 8/18, 8/26, 10/17, 11/14
	2023年	5/12, 6/14, 6/27, 10/13, 11/17
赤村	2022年	6/13, 7/14, 8/18, 8/26, 10/17, 11/14
	2023年	5/12, 6/14, 6/27, 10/13, 11/17, 12/22

7. 対応策の試行およびシンポジウムの開催

7.1 対応策の試行

(1) 実施内容

鳴子温泉の検討事項は直ちに実行することが難しく、横芝光町では、前述のとおり地域との調整の結果、イベント開催が難しかった。従って、対応策の試行は、赤村で借用できた耕作放棄地（約 125m²）において、

「91 農業による耕作放棄地再生」を行うこととした。

枝豆（大豆）、ジャガイモ、ニンニクを耕作放棄地に播種、植え付けした（図-11）。なお、耕起、土寄せ、有機肥料の準備、枝豆収穫等は、地元の協力を頂いた。

農作業は、2023 年の 8/12（枝豆の播種）、9/12-13（ジャガイモ、ニンニクの植え付け）、9/18（経過観察）、2024 年の 1/5（ジャガイモの収穫）の計 4 回実施した。主な作業は、9/12-13 に行い、10 人が作業に参加した。

(2) 参加者アンケート結果

参加後アンケート（回答者 8 名）を整理すると、8 割以上の方がストレス解消を体感し、楽しかったと回答した。楽しかった理由は、普段できない体験や人脈形成などであった。また、8 割以上が来年も予定があれば参加したいと回答し、年に 3~4 回程度であれば、7 割以上が参加しやすいとの回答があった（図-12）。



図-11 耕作放棄地の再生状況（ジャガイモ畝づくり）

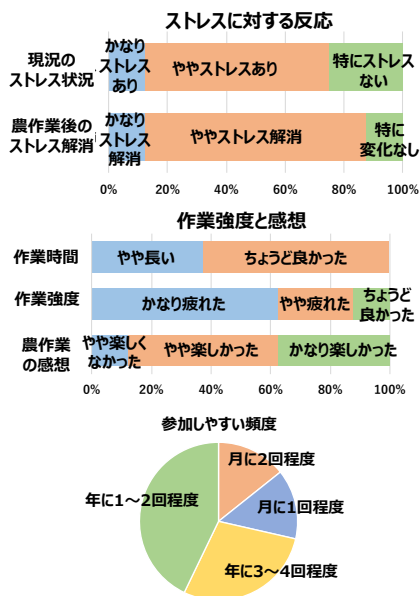


図-12 参加者アンケートの結果

(3) 対応策への外部からの反応

健康経営を推進する生命保険会社から活動内容に興味があるとの打診があり、今後の連携の可能性がある。地元からも歓迎され、良好な関係構築に至り、古民家カフェ 2F の未利用スペースの借用が可能となった。また、地域で歴史的建造物の保全活動等を実施している大学など多様な主体との連携のきっかけ作りとなっている。なお、赤村および周辺市町村では耕作放棄地は増加しているものの、空き家と同様に遊休農地情報としては登録されていない。今回の耕作放棄地借用は、地元との関係構築により借用できたと考えている。

7.2 シンポジウムの開催

2023 年に、下記に示す方々を招聘し、WG メンバーと意見交換を行った。（意見交換で得た知見等は「8.1(2) フィールド研究以外で得られた知見を参照」

①民間有識者との意見交換会（10/2 開催）

- ・ 柏尾 哲哉氏（十勝シティデザイン（株）の創業者、帯広で廃業したホテルをリノベーションし、地域創生活動を展開）

②3 地域合同報告・意見交換会（12/11 開催）

- ・ 千葉大学鈴木雅之教授（横芝光町で地方創生展開）
- ・ 鳴子温泉の地元関係者 1 名
- ・ 横芝光町の地元関係者 1 名
- ・ 赤村の地元関係者 2 名

②では、地元関係者および学識者から表-11 に示す講評を頂いた。地元関係者からは、目標を共有することが必要、赤村のような取り組みは地域で一体感を感じやすいとの指摘があった。学識者からは、今後の地方創生への取り組みに向けて、長期的なリターンの評価方法、距離に対する課題、よそ者だからこそ担える役割を検討することが重要であること、地方独自のルールや関係性を素早く見つけ、地元が受け入れやすく信頼関係につながる柔軟なアプローチのスキルを身につけることが重要であると指摘を頂いた。

8. 本研究で得られた知見の整理

フィールド研究で得られた知見を表-12 に示す。フィールド研究からは、自治体・地元関係者の実状に応じて信頼関係を構築するための柔軟なアプローチの必要性、地域コミュニティのニーズ（地域一体となる土台、デジタル人材、受け入れキャパシティの拡充など）、空き家や耕作放棄地の流動化への課題が明らかになった。また、活動を通して、地域外だけではなく、地域内をつなぐ役割も重要であること、ワーケーションなどを活用して地域との交流時間を確保することの必要性を認識した。

表-11 地元関係者および学識者からの講評

<p>地元関係者からの講評</p> <ul style="list-style-type: none"> 事前の話し合いによる関係構築と目標の共有がないと事業者間の連携は難しいと感じた。 自治体からの受託業務と誤解されることや、これ以上何をやらせるのかといった地元感情は地域あるあるで、地方創生を進める留意点と感じた。一方、赤村での取り組みは地域と一体になりやすいと感じた。
<p>学識者からの講評</p> <ul style="list-style-type: none"> 地方と都市の共創的發展にチャレンジしたことを好意的に評価している。様々な教訓が得られているので、今後の研究や取り組みに活かしてもらいたい。 地方創生には、短期的な関わりの中で、どのように長期的リターンを評価できるかが重要。 都市との距離の違いにより、何が難しくなり、どのようなソリューションが必要になるかを検討すれば、新たなアイデアが生まれる。 よそ者だからこそ、何ができるかが重要。 地方によって物事の決まり方が異なり、一般化できない。素早くその方法を見つけるスキルが重要である。 地方側は都市の支援を受け止めるスキル向上が重要であり、都市側は地方に受け止められやすいアプローチを見つけることが重要。

表-12 フィールド研究で得られた知見

<p>自治体</p> <ul style="list-style-type: none"> 意欲の高い自治体もあるが、人手不足のため自分達の仕事が増えるという警戒感もある（自治体の実状に応じたアプローチが必要）。 都市と共創的發展という認識は未だ十分に浸透していない（今後の展開の余地がある）。 自治体も地域のニーズや活動を全て把握している訳ではないため、自ら地域での確認が重要。
--

<p>地域コミュニティ</p> <ul style="list-style-type: none"> 意欲の高い人はいるが、地域一体となる土台が乏しい。 地域に不足するデジタル人材のニーズは高い。 関係人口を呼びこむ制限要因として地域のキャパシティ不足・低下があり、受け入れ能力の拡充が必要である。 自治体との関係構築は自治体（担当者）に依存し、地域との関係構築は我々の関わり方（一体感のある活動）に依存する傾向にある。 空き家や耕作放棄地はあるが、見知らぬ人には貸しながらないため貸出サイトに登録されない。特に空き家は、仏壇などを置くスペースがなくなる、周りからの視線（金儲けしているなど）を気にするといった理由もある。

<p>活動を通じた課題・反省点</p> <ul style="list-style-type: none"> 自治体と地域コミュニティをつなぐことが重要と感じたが、現状では未だ十分出来ていない。 地域のニーズ把握にヒアリングが効果的であったが、地域資源発掘に必要な地域体験が不足。（ワーケーション等の活用が望ましかった） 都市とのつながりだけでなく、地域内のつながりも対象とすべきだった。
--

次に、有識者との意見交換なども含めて、本研究で得た知見を基に、地方と都市の共創的發展に必要な事項を表-13に整理した。その結果、地方と都市の共創的發展には、①関係人口拡大のための交流の場や仕組み

表-13 地方と都市の共創的發展に必要な事項

<p>関係人口拡大のための交流の場や仕組みの創出</p> <ul style="list-style-type: none"> 地域外の人が地域住民と交流する場（地域を体験する場） 域外産業等を通して、ヒト、技術、資金の地方への還流（海外も視野に）
<p>地域コミュニティの変容</p> <ul style="list-style-type: none"> 内→外向き、現在→未来志向、個別→地域一体 地域内と地域内外のグループとグループをつなぐゲートキーパーが重要（外部人材も担える） 受け入れる側の態勢、スキル等の向上が必要
<p>都市のニーズへの対応</p> <ul style="list-style-type: none"> テレワーク・ワーケーションは、働き方改革から地域活性化型へ発展 趣味と仕事を両立する新しい生活様式 地球温暖化防止・生物多様性保全・地域創生に対する社会的要請の取り込み
<p>新たな価値の創出</p> <ul style="list-style-type: none"> 地域資源（自然、一次産業、エネルギー、未利用スペース、食や芸術などの文化）の発掘 6次化（地域で付加価値化、生産・加工・販売・物流など多くの人が事業に関わることで地域経済が活性化） 地域資源を人（クリエイター/デザイナー）が開拓する所に魅力が発生
<p>イノベーション</p> <ul style="list-style-type: none"> 地方が抱える距離や非効率性の課題を解決できるデジタル技術等や、その適用方法 海外を含む幅広い視点でのマーケティング、事業化スキーム

の創出、②地域コミュニティの変容、③都市のニーズへの対応、④新たな価値の創出、⑤イノベーションが必要であると考えられる。

9. 本研究で整理した補助金等の一覧

本研究で整理した活用可能な補助金や交付金等を表-14に整理した。その他、内閣府や総務省のHP⁹⁾に最新の施策の動向が掲載されている。

表-14 その他関連事業の検討結果

府省	名称	形態	コンテンツ
内閣府・内閣官房	関係人口創出・拡大のための対流促進事業	補助金	ワーケーション
内閣府・内閣官房	デジタル田園都市国家構想交付金（地方創生テレワーク型）	交付金	サテライトオフィス
総務省	過疎地域等持続的発展支援交付金	交付金	オンデマンドバス、貨客混載
総務省	ローカルスタートアップ支援制度	補助金 交付金	地域資源を活用し地域課題の解決に資する小規模事業全般の創業支援
農林水産省	農山漁村振興交付金（農山漁村イノベーション対策）	交付金	地域づくり、コンテンツ開発、古民家滞在型施設整備等
観光庁	ワーケーション推進事業	調査 事業	ワーケーションのモデル事業（R4単年）

参考文献

- 1) 寺野 稔：コロナウィルスがもたらした状況と地方創生への取り組み、産学官連携ジャーナル, Vol.16(8), p.3, 2020.

- 2) 宮城県：宮城県観光統計概要（平成 15 年～令和 2 年）
- 3) 赤村：第 2 期 あか村まち・ひと・しごと創生総合戦略 あか村人口ビジョン（令和 2 年 3 月）
- 4) 赤村：産業・経済，<http://www.akamura.net/government/industry.html>（2022 年 12 月 19 日参照）
- 5) 赤村：広報あか（令和 4 年 7 月号）
- 6) (一社)日本ワーケーション協会：ワーケーションの 7 つのタイプ，<https://workcation.or.jp/workcation/>（2023 年 12 月 22 日参照）
- 7) 観光庁：新たな旅のスタイル ワーケーション&プレジャー，https://www.mlit.go.jp/kankochoworkation-bleisure/img/wb_pamphlet_corporate.pdf（2023 年 12 月 22 日参照）
- 8) 小林 達矢，後藤 将人，高野 伸彦，降幡 尚泰，山下 雅史：地域活性化に向けたワーケーション事業のポイント ワーケーションはウィズコロナの地域社会に活力をもたらすかー，東洋大学 PPP 研究センター紀要 14，1-17，2022.
- 9) 内閣府：地方創生，<https://www.chisou.go.jp/sousei/index.html>（2023 年 12 月 22 日参照）
- 10) 総務省：過疎対策，https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_gyousei/c-gyousei/2001/kaso/kasomain0.htm（2023 年 12 月 22 日参照）

STUDY ON MUTUAL AID SOCIETY IN RURAL AND URBAN AREAS

Naoki TAGASHIRA, Masayuki EBIHARA, Satomi KATSUYAMA, Toshiaki ISHIMOTO,
Yasuharu SATO, and Teruaki KITAGAWA

We are facing various issues caused by depopulation in rural areas and over-concentration in cities. This research conducted a basic study toward building a mutual assistance social system that aims to solve these problems by utilizing the characteristics of rural and urban areas. At Naruko Onsen in Miyagi Prefecture, we considered to support the revitalization of tourism, agriculture, and forestry, such as estimating the amount of forest carbon credits available. At Yokoshibahikarimachi in Chiba Prefecture, we considered push-type information dissemination through web seminars and local experience events to expand the population of people related to the area. At Akamura in Fukuoka Prefecture, participants from the CTI group regenerated abandoned farmland. We also held a symposium inviting academics and local stakeholders. Based on these considerations and exchanges of opinions, requirements for co-creative development between rural areas and cities were as follows: (1) creation of places and mechanisms for interaction to expand related populations, (2) transformation of local communities, (3) response to urban needs, (4) creation of new value, (5) innovation.

インフラが地域の歴史・文化・社会形成に 与えた影響に関する研究

山梨県におけるインフラ整備と食文化の関係について

和泉大作¹・荻野慎司²・里見賢一³・内田大輔⁴・篠木真千子⁵・田嶋千文⁶・秋山由季⁷

¹株式会社建設技術研究所 九州支社技術統括部 (〒810-0041 福岡市中央区大名 2-4-12)
E-mail:d-izumi@ctie.co.jp

²株式会社建設技術研究所 管理本部人事部 (〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1)
E-mail:snj-ogino@ctie.co.jp

³株式会社建設技術研究所 東京本社水工部 (〒330-0075 さいたま市浦和区針ヶ谷 4-2-20)
E-mail:satomi@ctie.co.jp

⁴株式会社建設技術研究所 東京本社交通システム部 (〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1)
E-mail:uchida@ctie.co.jp

^{5,6}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:mck-shinogi@ctie.co.jp

E-mail:cfm-tajima@ctie.co.jp

⁷株式会社日総建 設計監理部 (〒460-0003 名古屋市中区錦 1-5-13)
E-mail:y.akiyama@nissoken.co.jp

地域のさまざまな文化がインフラとどのように関係して現在に至っているのか、インフラが文化的価値の向上や社会の形成に、どのように貢献してきたのか。本研究では、これらを明らかにすることによりインフラ整備の重要性を市民にわかりやすく説明するとともに、地域活性化のツールなどに寄与することを目的としている。

本論文では、山梨県においてインフラと食文化の関係について検討したものである。

その結果、武田信玄らの治水事業が土地利用の高度化に寄与し、果樹園整備そして産業発展に寄与したことが確認できた。また交通インフラの発展が近代産業を支え、現在のフルーツ王国ブランドや観光業を形成しインフラの整備と文化はリンクし、食文化の変遷と関係付けて説明することができた。

Key Words : *Effects of social capital development, civil engineering public relations, civil engineering heritage, regional revitalization, food culture*

1. はじめに

本研究では、インフラと文化を関連付け市民に対してインフラの重要性を伝えていくことを研究目的として取り組むこととした。インフラ整備に関して一般に「土木は重要だ」「インフラの整備は不可欠だ」と発信したとしても、その思いは一方的であって伝わりにくい。そのため市民が興味を持っていることに関連付けることによりインフラの重要性を「伝える」ことに重きを置いた。具体的には歴史や文化は市民の関心事になっている場合が多く、その形成の背景にインフラがあることを関連付けることができれば、土木広報の有効なコンテンツにもなり得ると考えた。これらを踏まえながら市民にわかりやすいよう、インフラの整備

と文化の形成の関係について研究したものである。

2. 研究概要

(1) 研究の目的

地域のさまざまな文化および社会現象の実態や要因の特徴、地域的な境界などを明らかにし、それらがインフラとどのように関係して現在に至っているのか、地域の経済的価値のみならず文化的価値の向上や社会の形成に、インフラがどのように貢献してきたのかを明らかにする。

研究の着眼点として文化の定義は広範におよぶため、市民にもわかりやすくするために食文化に焦点をあてた。

また、インフラの整備がなされた歴史的背景や記録が残る地域を対象とするとともに、食文化が広く認識されている場所を選定した。その結果、山梨県を対象にして研究を進めた。

3. 研究内容

(1) インフラ整備と文化の関係性（仮説）

a) 文化の定義

本研究では「文化」というキーワードを取り扱うため、その定義について調査した。文化については閣議決定と文化庁で定義していることがわかった。ただし、本研究における「文化の定義（または解釈）」は幅広いいため、研究内容に合わせて用いることとした。

① 閣議決定¹⁾

「文化」とは、最も広くとらえると、人間が自然とのかかわりや風土の中で生まれ育ち、身に付けていく立ち居振る舞いや衣食住をはじめとする暮らし、生活様式、価値観など、およそ人間と人間の生活にかかわることのすべてを意味する。また、人間が理想を実現していくための精神活動およびその成果である。

② 文化庁の定義²⁾

人間が人間らしく生きるために極めて重要であり、人間相互の連帯感を生み出し、ともに生きる社会の基盤を形成するもの。より質の高い経済活動を実現するとともに、科学技術や情報化の進展が人類の真の発展に貢献するものとなるよう支えるもの。

③ 本研究の文化の定義

本研究の文化の定義は、①と②を踏まえるが広範となるので市民に理解してもらいやすいよう、食文化にかかわることを取り上げる。本研究における食文化とは、私たちが口にする食とそれにまつわる祭礼や習慣・慣習、食の様式を指し、詳細は後述する。

b) インフラ整備と文化の関係

インフラ整備と文化の関係について、進化パターンの仮説を立てた。これはインフラが先に整備されることによって文化が醸成されるのか、あるいは逆に文化があり、さらに醸成するためにインフラが必要とされるのかといった2つの仮説である。今回の研究では下図に示す3パターンの関係があると考え、Bパターンで検証を試みた。

Aパターン「文化がインフラを充実させている」→人が集まり利便性や快適性といった環境を追求する。

Bパターン「インフラが文化を形成している」→交通や水利を充実させると多様な文化が生まれる。

Cパターン「人が増えインフラが必要とされる」→衛生面確保など原始的なインフラ整備。一方で都

市化が進み、やむなく整備が求められるインフラ整備も含めた。

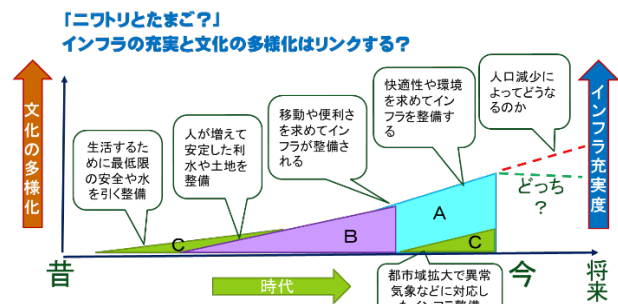


図-1 インフラ充実度と文化の多様性のイメージ

c) 対象地域の検討

① 対象地域の調査の視点

前項で示した B パターンでインフラと文化の関係性が見いだせる対象地域を検討した。検討にあたっては、以下の視点で各種の調査を行い、対象地域を選定した。

- CTI グループの良さ（総合力・複合分野）が発揮できる場所
- 「インフラ」と「文化」が関連している場所
- インフラの整備記録（歴史的背景や技術の記録）が残っている場所
- インフラの整備によって何らかの変化が見える場所
- 「インフラ」と「文化」の関連を説明できる「独自の食文化」がある場所
- a～e がそろっていること（他フィールドでも同じ研究ができる⇒比較検討するため）

② 調査対象としたインフラ

調査対象は主に、①「交流」や「移動」が生まれる交通に関するインフラや、生活の場を潤し自然災害から守る治水・利水に関するインフラ、②インフラとの関係性を示す「食文化」（人や食品をはじめとした物の移動にかかわる主要交通インフラの変遷が重要であると想定される）とした。特に①については、旧街道の整備など政治的背景が強く記録が残されていると考えられる戦国時代以降の交通インフラや、食物生産の場となる耕作地に関する利水事業や安全なまちづくりに欠かせない治水事業を対象とした。調査した主なインフラは以下に示す項目である。

- 旧街道：地域を形成してきた骨格
- 舟運：大量輸送、遠方との交流が生み出される
- 鉄道：近代の高速移動のインフラ
- 国道・高速道路：近年のモータリゼーションによる生活の変化について
- 自然災害への備え：防災・減災にかかわるインフラについて
- 生活様式：潤いや豊かさをもたらす建築物などの

インフラについて

③ 調査対象とした文化

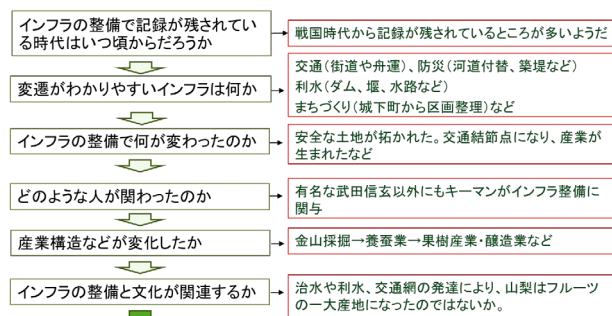
インフラの調査とあわせて、以下に示す文化について調査を行った。文化については、芸能や芸術なども含まれるが、今回は一般にわかりやすい「食文化」に重きを置きつつ、人びとの暮らしにかかわりが深い内容に絞って調査を行った。

- 食文化：地域固有の食文化について
- 祭礼：地域固有の神事、祭礼について
- 生活様式：風習や慣習について

d) 対象地域の特定

対象地域は前項で述べた旧街道や舟運などの交通インフラ、土地利用の変化に関連したインフラの存在、そしてインフラ整備のキーマンの存在や、広く認知された食文化の有無などの視点で検討した。

この結果、一般に認知度が高い街道である甲州街道とそのルートの現在までの変遷がわかりやすく、かつインフラ整備のキーマンの存在などの記録が多く残され、独自性のある食文化が広く認知されている山梨県を研究の対象地域とした。以上の考え方をフロー図にまとめた。



インフラと食文化の関係が山梨県で見いだせるのではないかな

図-2 山梨県を調査対象地として選定したフロー

4. 山梨県のインフラ

(1) 山梨県の概要

a) 山梨県の地形・自然

① 地形

山梨県は富士山、北岳、甲斐駒ヶ岳など、周囲が山々に囲まれており、中央部に甲府盆地が広がっている。県土面積 4,465 km²のうち、森林が 78%、田畑面積が 8%となっており、耕作地の割合が少ない。

② 気候

山梨県の気候は、寒暖の差が大きい内陸性気候に属している。気温は 1 年を通して峡中地域や峡南地域で高く、標高が高い富士北麓や峡北地域で低い。

都道府県庁所在地の年間日照時間を比較すると、甲府市の日照時間は年間約 2,400 時間で、最も長くなって

いる。

b) 社会環境

① 歴史

12 世紀ごろに甲斐源氏が興り、16 世紀の戦国時代には武田信玄が天下統一を目指した。甲州は 1868 (明治元) 年に甲斐府から甲府県を経て、1871 (明治 4) 年の廃藩置県に際して「山梨県」に改称された。

② 人口

山梨県の推計人口は約 795 万人、世帯数は約 34.8 万世帯 (2023 年 11 月時点)³⁾ となっている。高度経済成長期に東京圏への人口流出により減少し、1980 年代にバブル景気と中央自動車道開通により増加に転じるものの、その後 2000 年をピークに減少傾向にある。

③ 産業

中央自動車道全線開通以後、製造業のうち機械電子産業が占める割合が急増した。産業別の県際収支 (移輸出額と移輸入額の差) においても、生産機械・電機産業の移輸出額が多く、県の基幹産業となっている。

農業に関しては、農業生産額の 6 割がフルーツで占め、特にぶどうやももなどの果樹生産量は全国 1 位となっている。

(2) 調査対象とするインフラ

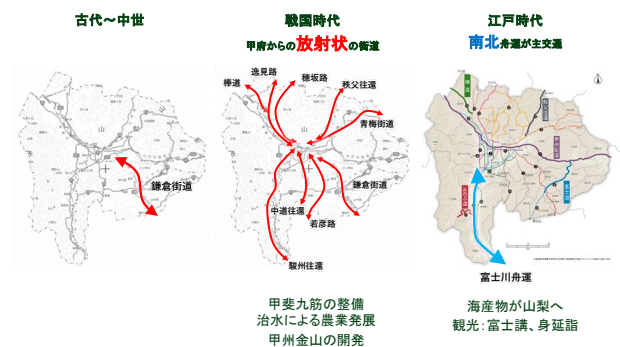
a) 交通インフラの変遷

① 山梨県の交通インフラの概要

古代～中世は、甲斐国と隣接国を結ぶ主要路は当時の官道である鎌倉街道が担っていた。

戦国時代になると、周辺の国への迅速な軍事行動が可能となるように多方面に向かう道路の整備が進められていった。甲斐九筋のように、多くはこれまで利用されてきた古道を整備したものであったが、中には棒道(ぼうみち)のように軍事的な目的のために新設されたものもあった。

江戸時代は、五街道の一つである甲州街道の整備とともに富士川舟運が整備され、これにより山梨県の物流の主要路が南北方向となった。



地理院地図 (国土地理院) を加工して作成

図-3 古代から江戸時代までの交通の変遷

明治時代になると、交通インフラとして鉄道が加わ

り、中央本線の整備により物流の主要路が南北から東西に変化した。また、国道の整備が進められるが笹子峠の難所に苦しみ、一時期御坂峠経由に切り替えられた。戦後は、笹子トンネルの整備や中央自動車道の整備により、東西の主要路が道路でも強化され、山梨県の産業が活性化した。そして令和以降については、中部横断自動車道の全線開通により、富士川舟運以来の高速ネットワークが南北に誕生した。さらに、リニア中央新幹線が東京～甲府～名古屋間に整備される予定であり、ネットワークの強化が期待される。

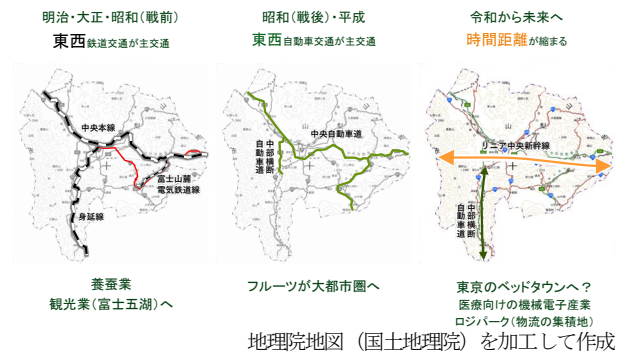


図-4 明治から令和までの交通の変遷

② 河川舟運

富士川を利用した通船(以下、富士川舟運)は、1607(慶長12)年に徳川家康の命を受けた大久保長安に依頼された京都の豪商・角倉了以(すみのくらりょうい)らにより富士川の開削が行われ、鯉沢(かじかざわ、山梨県富士川町)から岩淵(静岡県富士市)までの約67kmの水路を航路として整備したものである。

この航路の北端となる鯉沢は、信州往還と駿州往還の交わる地点に位置しており、富士川舟運の整備によって鯉沢河岸は流通の要衝地として大きく発展した。富士川舟運の整備により、下りの輸送時間が大幅に短縮された。これまで陸路で2日かかったが、わずか半日となった。(上りは舟を曳くため、変わらず4、5日かかった)。

主な積み荷は、下りは年貢米が多く、上りは塩や塩魚が多かった。塩は、鯉沢河岸で陸揚げされた後、「鯉沢塩」として信州まで輸送された。

富士川舟運の最盛期は明治時代であるが、鉄道の身延線の開通後は急速に衰退し、1928(昭和3)年3月の身延線全線開通により舟運は廃止され、300年間の役割を終えた。

③ 旧街道および近代以降の主要道路

・旧街道(甲州街道)

甲州街道は、江戸幕府が五街道の一つとして整備した比較的新しい街道である。街道として整備されていない戦国時代にも道路は存在した模様で、武田氏と北条氏が戦をする際に通行したという伝承が残っている。甲州街道の整備が始まったのは江戸幕府が開幕する1

年前(1602年)であり、江戸が陥落した際の甲府までの避難路を想定していたと言われている。

・近代の主要道路

国道20号は、前述の甲州街道を基に整備された国道である。1874(明治7)年に藤村紫朗が「道路開通告示」を発し、横浜港に通じる青梅街道や甲州街道といった道路整備を推進した。

国道20号が現在のような東京と山梨県を結ぶ大動脈としての地位を確立するのは、1958(昭和33)年に一般有料道路の笹子トンネル(2,953m)が開通してからである。このトンネルの整備により、峠越えの所要時間が30～60分から10分に大幅に短縮するとともに、道路の線形が良好なことから山梨特産のぶどうを傷めずに東京まで輸送することが可能となった。

2014(平成26)年に老朽化が著しくコンテナ車両の通行に支障をきたしていた笹子トンネルに代わり、新笹子トンネル改修事業(トンネル新設)が開始された。

中央自動車道は、1957(昭和32)年に建設が法令によって定められ、1969(昭和44)年に富士吉田市まで開通した。当時は南アルプスを貫通する予定であったが、採算性の問題から現在の諏訪湖を経由するルートに変更となり、1982(昭和57)年に全線開通となった。この中央自動車道の整備により、フルーツをはじめとした山梨県の農産物の流通が増加し、それに伴い企業の誘致促進や観光需要の増加など地域経済に与えた効果は大きかった。

中部横断自動車道は、1987(昭和62)年に国土開発幹線自動車道の路線に指定され、2021(令和3)年に全線開通となった。これにより、東西の高速ネットワークに南北の高速ネットワークが新たに追加されることになった。全線開通から間がないものの、静岡、山梨、長野、新潟を結ぶ効果が徐々に現れている。

④ 鉄道

中央本線は、1893(明治26)年に八王子～甲府～諏訪～木曾谷間のルートが決定された。

このルートの最大の難所が笹子峠であった。急峻かつ延長が約5kmと長い笹子峠をトンネルで貫通するために、小仏トンネルの際に使用した欧米の機械を流用し工事を行った。その結果、1904(明治37)年に山梨県内が全線開通し、笹子トンネルは当時では日本最長のトンネルとなった。

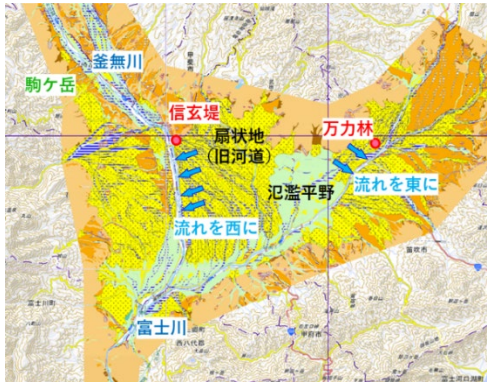
身延線は、1911(明治44)年に富士身延鉄道計画として採用され1928(昭和3)年に甲府駅まで全線開通した。

b) 治水と利水インフラの変遷

① 甲府盆地の治水の概要

甲府盆地は、釜無川と笛吹川が合流した富士川が貫流する扇状地であるため、たびたび氾濫を繰り返して

きた。1542（天文 11）年の氾濫をきっかけに、武田信玄が河川工事を始めた。信玄は水の勢いを弱めるために川の流れを変え、信玄堤と霞堤で、川に水を戻す施設を置いた。治水の考え方は、平野部を守ることであり、釜無川の流れを西に向けるために信玄堤を築き、笛吹川の流れを東に向けるために万力林を築いた。このインフラ整備により甲府盆地が農地として活用できるようになった。各治水施設などを次に詳述する。



国土地理院 治水地形分類図（電子国土WEB）を加工

図-5 戦国時代の甲府盆地における治水の概要

② 信玄堤

急こう配で流下する御勅使川（みだいがわ）は、扇状地をつくり、甲府盆地の西側を直撃する。この御勅使川の扇状地における流路を北に向けて高岩（竜王の鼻）で流勢を減殺し、さらに釜無川の扇状地を霞堤で制御する。信玄堤は、御勅使川と釜無川の扇状地対策として流路を曲げたあとの防御として整備された。信玄堤だけでなく、いくつもの施設を組み合わせ甲府盆地を守っている治水施設である。

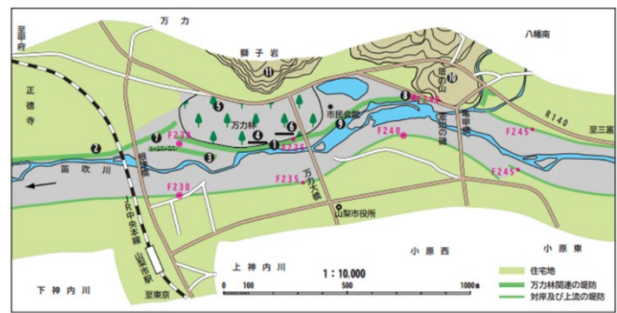
現在は治水技術を学ぶことができる公園として整備され、市民の憩いの場となっている。



図-6 信玄堤に隣接する公園

③ 万力林

万力林は、笛吹川の扇状地対策として土砂止（土留め）と流路固定の役割を担う、信玄が行った治水インフラである。水防を目的に育てた水防林、堤防や護岸、水制の構造物、および塔の山、獅子岩などの自然地物から構成している。現在は、河畔林を生かした公園となり市民の憩いや環境学習の場として利用されている。



国土交通省甲府河川国道事務所HPより引用

図-7 万力林の概要図

④ 徳島堰

徳島堰は、山梨県の中西部に形成された扇状地（釜無川右岸地域）などに農耕用水を供給するために作られた延長約17km、面積3,336haの灌漑（かんがい）水路である。甲府盆地は扇状地のため表流水が浸透することから、耕作地の灌漑に苦慮していた。1670（宝暦13）年に江戸の徳島兵左衛門らが私財を投じて開削したのははじまりとされ、徳島堰の完成により穀倉地帯が形成され、畑地灌漑にも用いられ、たくさんのフルーツが作られた。山梨のフルーツ王国の形成に寄与した利水インフラである。



写真-1 徳島堰の全景

⑤ 勝沼堰堤

勝沼堰堤は、甲府盆地の東部に位置する富士川の支川に整備された砂防堰堤である。5. 山梨県のインフラと食文化の関係で詳述する。

c) 建築インフラ

土木インフラだけでなく、山梨県の独自の産業を支えたとされる建築インフラについても調査を行った。

① 勝沼宿

勝沼宿の町家の景観は、主屋や土蔵が近接することで構成されている。明治初期からぶどう畑が広がりはじめ、大正期に観光ぶどう園が登場した。次第に街道に面してぶどう棚の設置を行うことで、町家とぶどう棚の混在が特徴的な景観が形成されている。

② 養蚕農家の特徴

山梨県内では明治時代から養蚕業が盛んになり、切妻屋根の屋根裏が養蚕の飼育や作業場に利用されるようになった。それに伴い通風や採光が必要となったため、主屋の屋根前面の中央部を切り上げた「突き上げ

屋根」が設けられるようになった。甲府市下小田原上条集落では、昭和以降には棟に越屋根を上げた切妻造 棧瓦葺の主屋も建てられ、地域独特の特徴的な集落の 景観が現存している。



写真-2 突き上げ屋根のある養蚕農家
(小沢家住宅主屋)

③ ぶどう生産・ワイン醸造を支えた建築・インフラ

・祝橋

祝橋は、1913（大正2）年、中央本線勝沼駅（現・勝沼ぶどう郷駅）の新設に伴い、1914（大正3）年に祝つり橋が設けられ、その後1930（昭和5）年にコンクリートアーチ橋として架け替えられた。ぶどうやフルーツをはじめとした山梨の物流の動脈となり、地域の発展に貢献したとされている。1997（平成9）年には国の有形文化財に登録された。



写真-3 祝橋

・旧大日影トンネル（大日影トンネル遊歩道）

山梨県甲州市（旧・東山梨郡勝沼町）にある東日本旅客鉄道（JR 東日本）中央本線のトンネル。1902（明治35）年に貫通、1903（明治36）年に同区間が単線で開通した。勝沼・塩山・甲府などの甲州街道沿いの地域と八王子～東京間の物流の所要時間は短縮され、ぶどうやワインの輸送量が爆発的に増加するなど、地域経済の発展に大きく寄与した。



写真-4 旧大日影トンネル

・旧深沢トンネル（勝沼トンネルワインカーヴ）

1902（明治35）年に貫通、1903（明治36）年に甲府

まで開通。中央本線の開通により、東京まで短時間で大量に出荷できるようになったため、勝沼のぶどうとワイン産業に革命的な変化をもたらした。新深沢第二トンネルの新設に伴い1997（平成5）年に廃止。2005（平成17）年に全長1,104mのトンネル内にワインカーヴを開設した。



写真-5 旧深沢トンネル

d) 山梨県のインフラの関係人物と施策

① インフラに寄与した人物

山梨県のインフラ整備の記録を調査していくと、甲府盆地を災害から守り土地利用の高度化を図った治水技術者や、旧街道時代から交通の要衝であったため、交通インフラの整備に尽力した人物像が複数見えてきた。また、個人だけでなく山梨県のインフラ整備に貢献してきた技術者集団の存在がわかった。以下に概要を説明する。

・武田信玄

武田信玄は、山国である甲斐国でインフラ整備を重視して、国力の増強を図った戦国大名として知られている。治世の間、石高は25万石から130万石に、耕作地は3倍に増加したと言われている（諸説あり）。

治水インフラでは、川除衆（かわよけしゅう）という技術集団を用いて釜無川や御勅使川の改修や、笛吹川の治水対策などを実施しており、当時整備された信玄堤や霞堤、万力林などは現存している。

道路インフラでは、甲斐九筋の一つである棒道を整備し、兵站（たん）や物流の円滑な輸送を実現した。

他にも、狼煙台（のろしだい）を国中に整備して迅速な情報伝達を可能とし、鉾山開発により採掘された金を「甲州金」として活用するなど、インフラ整備に尽力した。

・大久保長安

大久保長安は、武田信玄に才能を評価されて鉾山開発の知識を学び、黒川金山などを開発して武田家の財政を支えた。治水事業にも興味を持ち、釜無川や笛吹川の堤防復旧や新田開発にも尽力した。

後に徳川家に仕え、佐渡金山や石見銀山、生野銀山などの鉾山開発に活躍、関東各地のまちづくりにも携わり、交通網の整備や一里塚の建設なども行った。

また、京都の豪商である角倉了以を甲斐国に呼び寄せ、富士川を開削して舟運を整備した。

・藤村紫朗

1873（明治6）年に28歳で山梨県権令（後の知事）に就任した藤村紫朗は、戦前の官選知事のなかでは最長である在任14年の期間において、特に殖産興業と道路整備を推進した。主産業として蚕糸や果樹生産を発展させ、甲州街道・青梅街道などを整備して県の近代化に貢献した。

また、教育・文化政策にも尽力して多くの学校を整備、擬洋風の校舎は藤村式建築と呼ばれ、近代化の象徴でもあった。

② インフラに寄与した集団

山梨県のインフラ整備にかかわりが強い集団や組織についても調査を行った。

・金山衆

武田信虎の時代に金山採掘が活性化し戦国～江戸初期には多くの金山採掘の従事者が甲斐国に集まっていた。江戸のころは甲斐（山梨県）の鉱山技術が最も優れていた。採掘された金は甲州金と言われ、江戸時代に流通した唯一の地方通貨だった。

金山の採掘技術者は採掘技術だけでなく用水、治水、築城などの技術を有する優れた土木技術者でもあったため、信玄堤の整備の際にも活躍した。

金山衆は鉱山開発者（経営者）と採集者（技術者集団）とで構成されており、基本的には技術者集団として扱われていた。

・竜王河原宿

竜王河原宿は信玄堤の完成に伴い、堤防沿いにつくられた集落である。住人は治水技術者として堤防の維持管理と新田開発をするため、1565（永禄8）年までに西山郷、興石郷などから移住した50軒で形成されていた。移住者には家や田畑、諸役免除（税金と労働奉仕免除）の特権を与えられた。彼らの貢献により信玄堤が守られると同時に、広く新田開発が進み、農業生産力は増大していったと言われている。信玄堤の近くには当時の集落の面影を残した町並みが現存する。



写真-6 竜王河原宿の現在

・おみゆきさん

大神幸祭（通称：おみゆきさん）は、毎年4月15日

に行われる甲府盆地の水防祈願の神事で、五穀豊穡の祭礼でもある。武田信玄が「おみゆきさん」を公祭として一層盛大に行うことを指示したとされており、大名行列のような神輿渡御が行われた。信玄堤で神輿練りをするのは、堤防を踏み固めてメンテナンスをする役割も兼ねていたと言われている。



出典：おみゆきさんを語る⁴⁾

写真-7 おみゆきさん_神輿を担ぐ氏子衆

③ 山梨県のインフラに関する施策など

山梨県は、2019（令和元）年に県政運営の基本方針となる「山梨県総合計画」を策定し、インフラ整備にかかわる政策は、防災・減災、県土の強靱化に加えて、リニア新幹線の整備を含む交通ネットワークの充実などが示されている。

5. 山梨県のインフラ整備と食文化の関係

(1) 山梨県の食文化

「食文化」の定義については非常に曖昧で、はっきりと決められたものはない。食文化研究推進懇談会報告（2005年7月）において、「食文化の範囲は広い。生産、食材、調理はもちろん、嗜（し）好と栄養、食事行動、食べる道具と場など、食に関するすべての文化を含む人類共通の概念である⁵⁾。」と記されており、食に関連するものが幅広く含まれている。本研究では、インフラによって築かれ、醸成された植栽の生産や、他地域と成立が異なるものや独自の料理について「食文化」として研究した。

山梨県の代表的な「食文化」の一つとして、山梨がフルーツ王国といわれる由縁であるフルーツとその加工品が挙げられる。「ぶどう」「もも」「すもも」は、日本一の生産量を誇り、「ワイン」の製造量も日本一となっている。

他の興味深い点では、海がないにもかかわらずマグロの消費量が全国2位で、すし屋の数（人口比）が日本一ということである（マグロとすしについては別項目で詳述する）。その他は、「ほうとう」や「吉田うどん」などといった小麦粉を使った料理や「煮貝」も郷土料理として有名である。

(2) 山梨県のインフラ整備と食文化の関係事例検証

a) ぶどうとワイン文化

① 歴史と変遷

・ぶどうとワインの歴史

歴史については諸説あるが、1,300年以上前に、シルクロードを経て中国から仏教の伝来とともにぶどうが日本に入ってきた。九州や河内、聚楽、東北へと伝来していった。奈良時代に入って、山梨・勝沼地区で栽培が始まったとされる。

・ぶどうが「まち」をつくった歴史

勝沼地区は扇状地であり、気候風土がぶどうの生育に適していた。一方、日川（ひかわ/にっかわ）の大水害などによって稲が育たないことから、ぶどう栽培に切り替えていった。養蚕のために桑の生産も行われたが、絹産業の衰退に伴い、桑畑からぶどう畑へと変容していった。また、もう一つの要因として、治水や利水事業の発展によって、ぶどう栽培に適した土地になったことも挙げられる。鉄道や道路などといった流通の整備によって生産量が増加していった。つまり、ぶどうとワインは気候風土とインフラによって育まれていったといえる。



写真提供：室伏徹

写真-8 日川水制群（支柱下部の白い部分）とぶどう棚

・甲州ワインの誕生とブランド化

明治初期に、高野正誠と土屋龍憲がフランスに派遣され、ワインの醸造技術を学んだ。帰国後、勝沼のワイン産業の発展のために人びとにワインづくりを教えた。明治中期には、組合を組織し本格的にワイン醸造を行った。そして、ぶどう農家を中心に葡萄酒愛飲運動が起こり、冠婚葬祭や日常的にもワインが飲用されるようになった。2022（令和4）年時点で45ものワイナリーがある。日本固有の甲州ぶどうを使用した甲州ワインは、その味の良さから欧州でも好まれている。

② 甲州市勝沼のインフラ

・ぶどう生産の発展

勝沼堰堤や取水施設（堰、小河川、水路）、日川水制群（砂防）といったインフラ施設の築造によって、ぶどうの栽培が可能となった。

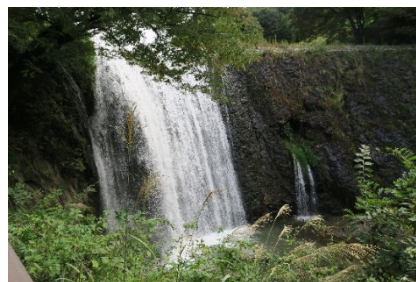


写真-9 勝沼堰堤

ぶどうやワインを東京などに輸送するために、中央自動車道といった「道路」や中央本線といった「鉄道」、笹子トンネルや祝橋など交通に欠かせないインフラの新設が相次いで行われた。

一方、多雨・湿潤の気候風土と甲州の狭い農地で安定したぶどうの生産をするために、甲州式ぶどう棚が開発され、どのような地形でも生産が可能になった。街全体がぶどう産業に携わるなど、ぶどう中心のまちへと移り変わった。

勝沼ならではの貯蔵方法も開発され、河岸段丘に地下倉庫を掘削し自然冷蔵の利点を生かしてぶどうの長期保存が可能となった。ぶどうは皇室に献上され、冬でも食すことができ大変喜ばれた。その後、皇室御用達にもなった。

廃線した中央本線の鉄道トンネル（旧深沢トンネル）を再利用したワインの貯蔵施設「勝沼トンネルワインカーヴ」は、内部の気温が冬場は14～15度、夏場は17～18度、湿度は60～65%（調整）と1年を通して安定していることから、ワイン愛好家によって活用されている。

③ 甲州市勝沼の文化

ぶどう栽培とワイン醸造は、重要な産業のみならず勝沼地区（峡東地域）の文化を醸成した。日本ワイン「甲州」は食に合わせたワインをつくるというコンセプトのもと、和食との相性が良く、日常の食生活でも飲まれるようになった。ワインを飲む時には、一升瓶のボトルに入ったワインを湯飲みに注いで飲む文化もある。ワインのための四合瓶（720ml、欧州では750ml）も誕生した。

一方、観光資源としても活用されている。道路や鉄道の開通に伴い、宮崎光太郎の尽力によって観光ルートを開発（勝沼⇒ぶどう狩り（宮光園、日本初の観光ぶどう園）⇒ワイナリー⇒湯村温泉⇒昇仙峡⇒甲府など）し、最初は東京などの小売業者を招いて観光旅行を行っていた。

「ぶどうのまち」としてブランド化にも尽力し、2018（平成30）年「葡萄畑が織りなす風景 - 山梨県峡東地域 -」が日本遺産に認定。2022（令和4）年に「峡東地域の果樹農業システム」が国連食糧農業機関（FAO）により世界農業遺産に認定された。

市民の間では、お神酒にワインを用いたり、神社

インフラと食文化を紐付ける年表

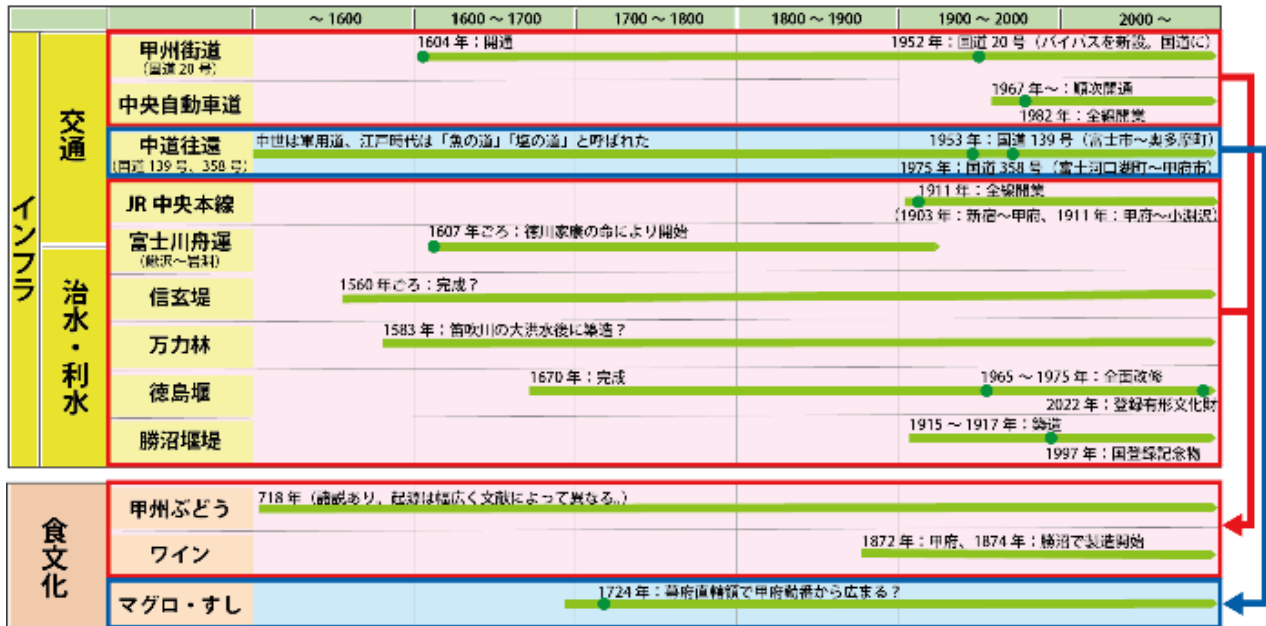


図-10 インフラと文化に関する年表

■ ぶどう・ワイン
 ■ マグロ・すし

謝辞：本研究に際し、山梨県庁文化財課 網倉邦夫様、山梨県考古学協会 事務局長 室伏徹様、勝沼CATV株式会社 業務局長 中村正樹様、甲斐国一宮浅間神社 宮司 古屋真弘様に有益な助言を賜りました。ここに記して、深く感謝申し上げます。

参考文献

1) 文化庁ホームページ「文化芸術の振興に関する基本的な方針 2007年2月19日閣議決定」
https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunka_gyosei/hoshin/kihon_hoshin_2ji/index.html

2) 文化庁ホームページ「文化を大切に作る社会の構築について～一人一人が心豊かに生きる社会を目指して」、
https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkashingikai/sokai/sokai_2/shakai_kochiku_toshin/
 3) 山梨県の推計人口・世帯(令和5年11月1日現在),
<https://www.pref.yamanashi.jp/shinchaku/toukei/0511/jinkou.html>
 4) 甲斐国一宮浅間神社：おみゆきさんを語る, p13, 1998
 5) 食文化をめぐる状況について, 2020年9月, 文化庁参事官/食文化担当
https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkashingikai/seisaku/18/wg/pdf/92508001_03.pdf

(2024.1.12 受付)

RESEARCH ON THE IMPACT OF INFRASTRUCTURE ON LOCAL HISTORY, CULTURE, AND SOCIAL FORMATION

Daisaku IZUMI, Shinji OGINO, Kenichi SATOMI, Daisuke UCHIDA,
 Machiko SHINOBI, Chifumi TAJIMA, Yuki AKIYAMA

How are the various cultures of the region related to infrastructure to this day, and how has infrastructure contributed to improving cultural values and shaping society. By clarifying these, the purpose of this research is to explain to citizens the importance of infrastructure development in an easy-to-understand manner, and to contribute to regional revitalization tools.

This paper examines the relationship between infrastructure and food culture in Yamanashi Prefecture.

As a result, it was confirmed that the flood control projects undertaken by Shingen Takeda and others contributed to the advancement of land use, the development of orchards, and the development of industry. In addition, the development of transportation infrastructure supported modern industry, forming the current Fruit Kingdom brand and tourism industry, and the development of infrastructure and culture were linked, and I was able to explain this in relation to the changes in food culture.

第16回 EDO ART EXPO 共催イベント

「第10回江戸東京・川のなぜなぜ舟めぐり ～シビルエンジニアから聞く川にまつわる話～」

開催報告

当社の土木技術者が案内役を務めるクルージングイベント「江戸東京・川のなぜなぜ舟めぐり～シビルエンジニアから聞く川にまつわる話～」は、2013年に当社の株式会社設立50周年を記念して始まり、今年で10回目となりました。毎年秋に開催するNPO法人東京中央ネット主催「EDO ART EXPO」の共催イベントとして、一般の皆さまを参加費無料で招待しています。土木技術者が舟から見える土木をわかりやすく、時にはマニアックな視点を交えながら案内する特別感もあり、毎回多くの応募をいただきます。今年は新型コロナウイルス5類移行を受け、前回より募集人数を倍に増やしました。

この舟めぐりは、土木や建設コンサルタントについて一般の皆さまに知っていただく機会を提供する土木広報の場であるとともに、案内役を務める土木技術者の人材育成の場でもあります。案内役にとっては歴史や文化などコースにまつわる総合的な知識を学び、参加者にわかりやすく説明するためのコミュニケーション能力が養われる良い機会にもなります。

今年は9月27日(水)から10月6日(金)の間に計6日間、3コース12便を開催しました。定員72人に対し、応募は443人にもなり、厳正に抽選を行いました。

コースは、①分水路ってなんだろうー神田川・隅田川の防災対策を学ぶコースー(日本橋船着場～神田川～隅田川～日本橋船着場)、②親水って何だろうー都市の水辺空間が果たす役割を学ぶコースー(日本橋～隅田川～小名木川～横十間川～北十間川～おしなり公園船着場 2便目逆コース)、③江戸湊って何だろうー東京のウォーターフロントの変遷を学ぶコースー(日本橋～隅田川～晴海運河～東雲運河～豊洲)の3コースです。③のコースは過去のルートを見直し、日本橋川など内陸河川と東京湾との変化をさらに体感できるコースに仕立てました。レインボーブリッジの真下を通るのは初めてのルートになり

ます。結果的に3コースの中で一番人気が高いコースになりました。

参加者からは、「建設コンサルタントとして長年携わられてきた方のお話は大変貴重で、学びを多く持ち帰ることができました」(20代・東京)、「できあがったマニュアルではないのがとても良かった。知識があればこそ」(80歳以上・東京)、「まずは現場を見るべし。潮位の干満差にビックリ。橋もすべてが違い、技術力を見た。日本の土木の粋、素晴らしいです」(60代・東京)など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

- 案内役に現場の技術者を充てるのは、お客様にとっても貴重ですし、技術者にとってもプレゼンテーションスキルを磨く場、そして歴史を学ぶ場として有用で、いいことづくめだと思います(専門分野:河川構造物設計)
- プレゼン力向上のためにもそうですが、地域住民と直接交流できる機会になるのも魅力だと思います。また、ガイドの勉強をすることで、街の歴史を深堀できるのが非常に面白かったです(専門分野:海岸保全)



初期専門能力開発（IPD）による若手技術者の能力開発の仕組みの 全社的な導入について

実施報告

当社は、若手技術者の成長スピードを上げることと、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て、初期専門能力開発（IPD：Initial Professional Development）※1による若手技術者の能力開発の仕組みを全社的に導入し、2022年度の試行を経て2023年度から本運用を開始しました。

※1 初期専門能力開発（IPD：Initial Professional Development）とは、エンジニアリング系高等教育機関を終了した者が、独立して責任のある業務を行う技術士になるまでの資質・能力向上の活動と定義されています。

1. 導入した初期専門能力開発（IPD）のシステム

若手技術者の成長スピードを上げることや国際的に通用する資質を有する技術者を育てることを目的に、エンジニア教育の国際標準であるGA（Graduate Attributes）の強化とPC（Professional Competencies）の習得を能力開発の目標と位置付け、その習熟度を評価する仕組みを当社の「IPDシステム」として構築しました。「IPDシステム」とは、高等教育機関を卒業した若手技術者が、技術的実務に就いてから技術士資格を獲得するまでの期間において、GAを強化しPCを習得するために行う活動を会社で支援する仕組み（図1）を指します。

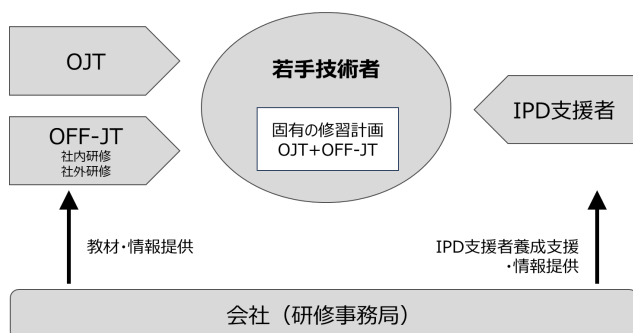


図1 IPDシステム

2. 国際標準に準拠した能力開発項目

IEA（国際エンジニアリング連合）が定めたPCを踏まえつつ、建設コンサルタントの業務特性を考慮し、5種類・27項目にわたる、独自の能力開発項目を設定しまし

た。内訳は、専門的学識（4項目）、コミュニケーションと協働（6項目）、業務遂行能力（8項目）、業務管理能力（5項目）、技術者倫理（4項目）です。

3. IPDシステムの運用

1) 能力開発重点項目の設定

若手技術者の1～3年後の能力開発の到達目標を、若手技術者とIPD支援者が確認した上で、重点的に習得すべき能力開発項目を選定します。

2) 修習計画の策定

能力開発に必要な機会として、OJTとOFF-JTによる修習計画を策定します。

3) 修習活動のモニタリングと習熟度の確認

IPD支援者は、修習活動のモニタリングと習熟度の評価を実施します。

4) 人事考課システムへの反映

IPD支援者を人事考課制度における一次考課者として位置付けることにより、修習活動のモニタリング結果を能力考課の際の参考にしています。

4. 2023年度の実施事項

1) 研修教材の充実

「専門的学識」「コミュニケーションと協働」「業務遂行能力」「業務管理能力」「技術者倫理」のそれぞれの項目について、研修を実施し、教材を社内公開しました。

2) モニタリング

全社の修習計画策定状況をモニタリングし、社内の人材開発委員会に報告するとともに、IPDシステムの運用を定着させるため各事業所に共有と周知を行いました。

2023年度の実施要項を踏まえ、今後も継続的に改善を行っていきます。

3) 2024年度実施内容の企画・準備

2024年度に実施するIPD研修イベント「IPDカフェ」、「ドボクルーズ(R) 川のなぜなぜ舟めぐり」の企画、準備を行いました。

以上

第20回 国土文化研究所オープンセミナー 「豪雨災害から住まいを守る」の開催

実 施 報 告

第20回 国土文化研究所オープンセミナー「豪雨災害から住まいを守る」

開催日時： 11月30日（木）13時30分 ～ 16時40分
場 所： 日本橋社会教育会館 参加者：78人

セミナーの流れ

- 1) 趣旨説明 池田 駿介 氏（国土文化研究所研究顧問）
- 2) 講 演 1：「最近の豪雨災害の特徴と備え」
二瓶 泰雄 氏（東京理科大学 創域理工学部社会基盤工学科 教授）
- 3) 講 演 2：「住まいの浸水対策」
田村 和夫 氏（神奈川大学 工学研究所 客員教授）
- 4) 話題提供：「中央区の防災対策」吉田 不曇 氏（中央区 副区長）
- 5) パネルディスカッション「豪雨災害から住まいを守るために私たち一人ひとりができること」
コーディネーター：池田 駿介 氏
パネリスト： 田村 和夫 氏
二瓶 泰雄 氏
前川 裕介 氏（（株）建設技術研究所 東京本社 防災部 グループ長）
端戸 尚毅 氏（同 東京本社 水システム部 グループ長）
コメンテーター： 池内 幸司 氏（東京大学名誉教授、（一財）河川情報センター 理事長）

国土文化研究所では、市民向けにオープンセミナー「豪雨災害から住まいを守る」を開催しました。今や短時間大雨や総雨量 500mm 超がたびたび発生する中、住まいにリスクが潜んでいることを知らない人が多いのが現状です。今回は、特に建築物を対象とした水防災について土木と建築の両面から議論を深めました。

❖ 講演：土木と建築両面から建築物の災害の実態を紹介

冒頭、池田駿介氏の「あなたの住まいは大丈夫ですか？」という問いかけから始まりました。次いで、二瓶泰雄氏は土木の視点から「最近の豪雨災害の特徴と備え」、田村和夫氏は建築の視点から「住まいの浸水対策」と題し、それぞれお話いただきました。



池田氏



二瓶氏



二瓶氏は、住宅の被災事例や浸水時の家屋転倒実験などを通して浸水被害の実態を示した後、水害対策や災害に備える方法・手段を紹介しました。

続いて、田村氏は、国内では最大浸水深2m以上の地域に900～1,000万人が住んでいるという事実に触れ、建築の建材や設備、家具・什器の被害を細かく紹介、対策方法を提示しました。



田村氏

❖話題提供：吉田副区長「防災に、これで満足はない」

吉田不曇氏から、防災対策についてお話いただきました。実際に被災地で陣頭指揮を執っていた経験もあり、防災対策の在り方に一石を投じ、「防災に、これで満足といったものはない。だから日々の点検が必要」と強調しました。



吉田氏

❖パネルディスカッション：リスクに気付き対策する重要性を強調

パネルディスカッションでは、事前対策として、浸水してからでは遅く、ハザードマップなどを活用しリスクが潜んでいることを一人ひとりが気付き対策を行うことの重要性を強調しました。また、マンションにおけるリスクについても言及し、電源設備が地下もしくは1階に設置されているケースが多く、浸水被害を受けるとどの階の人でも生活できなくなることを、事例を交えながら解説しました。

前川裕介氏は、町内会とマンションとの連携について「運命共同体」と位置付け、普段から話し合っておくことの重要性を説きました。さらに、端戸尚毅氏も正確な情報をできる限り早く発信し、そのための手段として、当社の Riskma の活用を紹介しました。



前川氏

池内幸司氏は、情報提供の在り方について、気象庁などが発表する警戒レベルの5段階を例に、それぞれの段階で何をすべきか理解してほしいと訴えました。



端戸氏

最後に、池田氏は、①リスクを知る②避難、タイムラインの作成③住宅の対策④ BCP（事業継続計画）対策の4点について考えてほしいと締め括りました。



池内氏

❖アンケート結果

「災害状況、家屋の浸水被害への対応が理解できた」「二次的ライフライン、電力、水、トイレなどの配慮の大切さを知った」といった声が聞かれました。

❖最後に

セミナーでは、豪雨災害の脅威にさらされていることを改めて知る機会となりました。災害から身を守るためには、市民一人ひとりが常に自分事として捉え協働でリスクに備える必要があります。国土文化研究所では今後、国土文化研究として研究していきます。

※アンケートの集計結果を次ページ以降に示します。

2023年度 第20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

2023年11月30日(木) 13:30~16:40

「豪雨災害から住まいを守る」

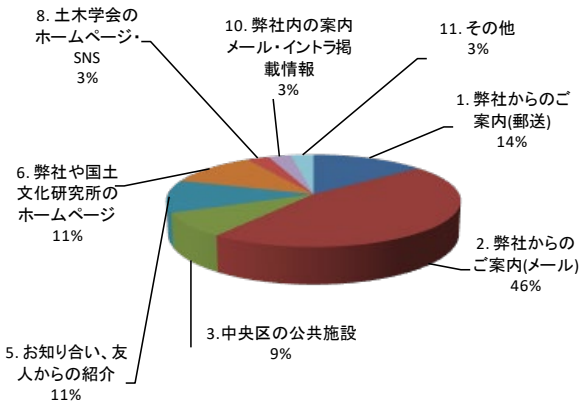
- 1) 趣旨説明 池田駿介氏 (国土文化研究所研究顧問)
 2) 講演 1: 「最近の豪雨災害の特徴と備え」 二瓶 泰雄 氏 (東京理科大学 創域理工学部社会基盤工学科 教授)
 3) 講演 2: 「住まいの浸水対策」 田村 和夫 氏 (神奈川大学 工学研究所 客員教授)
 4) 話題提供: 「中央区の防災対策」 吉田 不墨 氏 (中央区 副区長)
 5) パネルディスカッション「豪雨災害から住まいを守るために私たち一人ひとりができること」
 コーディネーター→池田駿介氏
 パネリスト→田村 和夫 氏、二瓶 泰雄 氏、前川 裕介 氏 (株式会社建設技術研究所 東京本社 防災部 グループ長)、 端戸 尚毅 氏 (同 東京本社 水システム部 グループ長)
 コメンテーター→池内幸司氏 (東京大学 名誉教授、一般財団法人 河川情報センター 理事長)

参加者数	78	社内	25	社外	53
回答数	34	社内回答数*	3	社外回答数	31

*質問(1)に「13. 弊社内の案内メール・イントラ掲載情報」、質問(5)~①に「4.弊社社員」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。

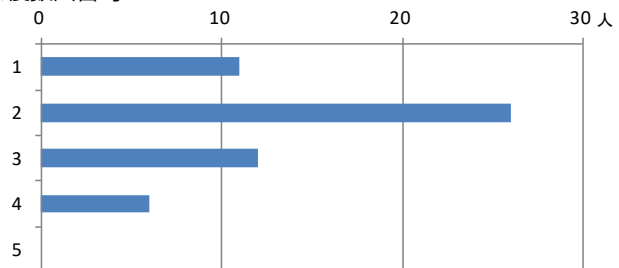
	件数
1. 弊社からのご案内(郵送)	5
2. 弊社からのご案内(メール)	16
3. 中央区の公共施設(図書館、社会教育会館等)	3
4. 中央エフエムRadio Cityの放送	0
5. お知り合い、友人からの紹介	4
6. 弊社や国土文化研究所のホームページ	4
7. 弊社のフェイスブック	0
8. 土木学会のホームページ・SNS	1
9. その他()のホームページ・SNS	0
10. 弊社内の案内メール・イントラ掲載情報	1
11. その他	1
12. 無回答	0



5.お知り合い ・池田先生からの紹介 (1名)、講師 (1名)
 11.その他 ・学会からのメール (1名)

(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	11
2. 講演内容に興味があったから	26
3. 仕事や生活に役立ちそうだから	12
4. 講師に興味があったから	6
5. その他	0

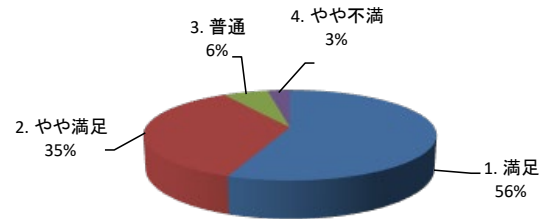


(3) 講演について

①「講演」に対する満足度

	件数
1. 満足	19
2. やや満足	12
3. 普通	2
4. やや不満	1
5. 不満	0
6. 無回答	0

34



②「講演」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。

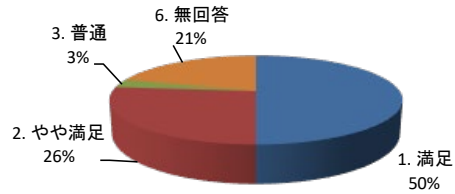
・どちらの講演も内容が新鮮で、大変興味深く拝聴しました。副区長さんのお話も、中央区が勤務地である身にとって我がこととして拝聴しました。
・特に二瓶先生の講演は専門用語も一般向けに説明されてわかりやすかった。
・住まいの浸水については、居住地のハザードマップを見て引越をした自身としては、大変興味深く、またためになる内容でした。防災マニュアルにもない貴重なお話が伺えて大変ありがたく思いました。
・今回の講演をオンデマンドで公表できないでしょうか。地元の町会メンバーにも観てもらいたいです。
・時間不足？
・各地での具体的な事例が写真や図で示されて理解がしやすかった。災害の発生の有無に関係なく河川水位がここまできたら、逃げる、雨量が〇〇mmになったら逃げるなど、各自で基準も持って対処することが大切だと思った。逃げる前の住居への対応方法も大切。
・多方面からの水害を報告いただき参考になりました。地下鉄などの被害は都市部では多いと思うが交通の被害はどうなるかわからない。
・建築の先生のお話は新鮮だった。もちろん二瓶先生の話は復習として有用。
・マンションに特化した勉強会をやっていたらよかったと思います。
・国内の災害の状況、家屋の浸水被害にどのように対応すればよいか理解できた。
・大変勉強になりました。
・被害を受ける可能性があって、エレベーターなどはどうなるのか。
・先生方のお話し、副区長のお話し、とてもリアリティがあり想像を膨らませることができました。
・水害の現状、水害対策の方法等を学べてよかった。
・2つともわかりやすい講演だった。
・大変興味深く拝聴した。
・土木からの見方、建築からの見方が参考になった。土木からの見方（アプローチ）は全体的で非常に大がかりになる。建築からの見方は個々に託しているようで個別な感じを受けた。浸水深による床・壁取り換え状況は興味深い。
・自宅が浸水したらどうなるのかをイメージしておくことが大切だと思いました。
・人知を越える自然災害への対応力の必要を強く感じました。

(4) 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	17
2. やや満足	9
3. 普通	1
4. やや不満	0
5. 不満	0
6. 無回答	7

34



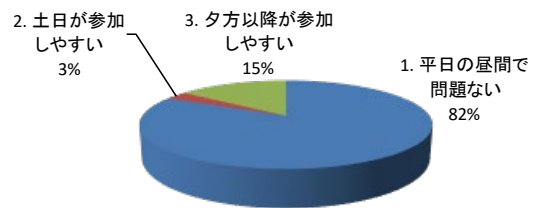
② 「パネルディスカッション」に対するご感想・ご意見がありましたらご自由にご記入ください。

<ul style="list-style-type: none"> ・議論のゴールが、命を守る避難なのか、物的被害の防止なのか、災害後の生活の話なのか、段階とレベルを共有していただくと分かりやすいと感じました。 ・前川さんのお母さまのお話など、具体的な対象を決めてお話しいただくと自分事として捉えやすかったです。いくつかのケース、対象を仮定した上で、課題解決の考え方（各パネリストの方だったらどう考えるか）を議論していただくと、面白く、分かりやすいだろうなと思いました。
<ul style="list-style-type: none"> ・池田先生の的確な振り、丁寧に謙虚な締めも良かったです。安心して、聞くことが出来ました。
<ul style="list-style-type: none"> ・てきぱきとした進行と、パネリストの方の多岐にわたる興味深い話題で、あっという間の1時間半でした。
<ul style="list-style-type: none"> ・前川さんの区民としての発言はリアリティがあった。Riskmaのデモがあるとよかった。
<ul style="list-style-type: none"> ・中央区出身として、現時点の防災対策、また具体的な浸水事例は身につまされるお話でした。伺った内容は実家の家族と共有し、備えの確認をすることとなりました。また、現在の住まい11階（松戸市）では、10月に2週間エレベーターが使用不可となることがあり、消火設備も破損し火事が発生しても消火できなくなりました。想定外の事に管理会社、消防署、警察署も慌たたくし出入りし、本当に慌てました。同階のお年寄り、心身に障害のある方、新生児のいるご家族など住民の連携は多少あれど孤立したご家庭があり、課題が多く残りました。引き続き課題と向き合い防災対策に力を入れたいと思ったパネルディスカッションでした。
<ul style="list-style-type: none"> ・内時間不足：非常に有益だった。
<ul style="list-style-type: none"> ・副区長のお話は具体的にとても重要なことを示されて新しく学ぶことができました。（災害時）対応していく人びとがどれくらいいて、どこでどうしているのかを考えることの大切さを感じた。人的な事前シミュレーションも重要と感じた。
<ul style="list-style-type: none"> ・中央区の昼間の人口と夜の人口差が大きいので人口差への避難民対策をどう考えるか？。災害のインフラ状況が大切なことがわかった。
<ul style="list-style-type: none"> ・副区長のお話は現実的かつ面白い。パネラー他、皆さんの発言レベルがとても高く勉強になった。
<ul style="list-style-type: none"> ・吉田副区長の話Good！全体の話もよかった。
<ul style="list-style-type: none"> ・各人のバックグラウンドが連携した話が大変ためになった。
<ul style="list-style-type: none"> ・豪雨災害への備えについてご意見をお聞きました。
<ul style="list-style-type: none"> ・先生たちの意見が的を射ており、考えさせられることが多かった。今後の研究活動に活かしていきたい。
<ul style="list-style-type: none"> ・具体的な例で示してほしいですね。こんな例でいくつか。
<ul style="list-style-type: none"> ・副区長の話にリアリティがあった。
<ul style="list-style-type: none"> ・水害リスクに対応して参考情報が示されてよかった。
<ul style="list-style-type: none"> ・地震水害に対して具体的に何ができるか、何をすべきかの話があったので、よかったが、次回そのあたりを展開してほしい。
<ul style="list-style-type: none"> ・災害による二次的ライフラインの被害。電力、水、トイレ、その他への配慮の大切さを知りました。

(5) 開催時間について

	件数
1. 平日の昼間で問題ない	28
2. 土日が参加しやすい	1
3. 夕方以降が参加しやすい	5
4. 無回答	0

34



(6) 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。今後のセミナーの参考とさせていただきます。

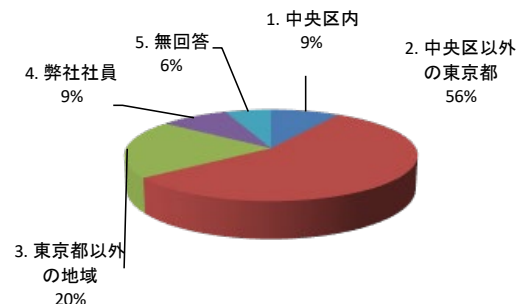
・①土地の読み方②ハザードの見つけ方（講演+体験+まちあるき）③研究者、技術者以外の方（自治体の方、学生、企業の防災担当）も含めたパネルディスカッション。
・引き続き、防災や建築土木に関わる話題を期待します。
・視点を変えて文学や歴史、経済や法律、健康などとインフラの関係のテーマだと幅広い聴衆が参加できると思います。
・土木の未来について考えるようなセミナーに興味があります。
・災害時の病院までたどり着けない傷病者対策、二次被害や防犯などについても、お話が伺えたらと思いました。
・複合災害への対応（豪雨と大地震）。
・今後、国として水害対策として、地下に水を貯める場所を増やす予定はあるのかを知りたい。
・災害に強いまちづくり（理想のまちづくり）。
・地震など洪水以外の災害について。
・中央区では、80%がマンション暮らしです。洪水、地震などに対し住民・管理組合でどのような対応が必要なのか。ご指導ください。
・江戸・東京の災害火とそれに対する対応策。副区長の貴重な話に感銘を受けました。
・会社にいる時、通勤時、自宅にいる時、首都直下型が来た時どうするか！
・①地震予測：村井俊治東大名誉教授②国土強靱化：現代貨幣理論：藤井聡③デジタルサイン、IoT、ドローン、AI、量子コンピュータ、ブロックチェーン。
・Riskmaの見方、Riskmaは大変優れたテクニックだと思うので、その具体的なわかりやすい解説など。
・中央区あるいは都内の橋梁。

◆あなた自身についてお聞かせ下さい。

①お住まい

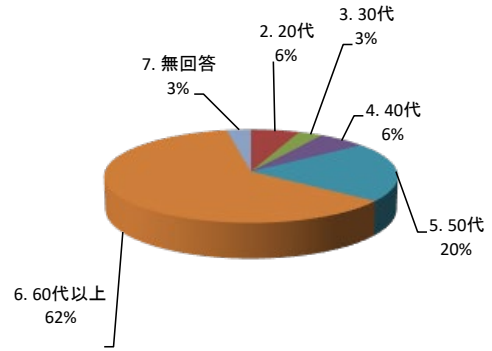
	件数
1. 中央区内	3
2. 中央区以外の東京都	19
3. 東京都以外の地域	7
4. 弊社社員	3
5. 無回答	2

34



②年代

	件数
1. 10代	0
2. 20代	2
3. 30代	1
4. 40代	2
5. 50代	7
6. 60代以上	21
7. 無回答	1
	34



◆そのほかのご意見

本日のような豪雨災害への対策や対応の具体的に行うことができるものを小学校、中学校、高校、専門学校、大学などにおいて必ず教育する時間を取って教育、訓練などを実行するようなカリキュラムを取り入れる。そのための教師に対する教育研修を行うことで、住んでいるところや学んでいるところでの災害リスクを把握すること、また、対応方法を知ることが大切ではないかと思った。豪雨災害リスクの教科を授業の中に必ず履修するように文科省が指導するようにしたら良いと感じられた（新入生へ）

❖ オープンセミナー講演録

◆ セミナー趣旨説明

(株)建設技術研究所研究顧問 池田駿介氏

振り返ると、私たち人類の歴史の1つの側面は気候変動との戦いではなかったのかと思います。例えば、古くはメソポタミア文明の衰退、それから有名な4世紀から6世紀にかけてのフン族の侵入によるゲルマン人の大移動、これはヨーロッパに非常に大きな変動をもたらしました。こういう気候変動が、社会に大きな影響を与えているということが歴史的に知られています。

最近では、干ばつや洪水によるソマリアもしくはホンジュラスの住民の難民化、いわゆる気候難民が発生しています。わが国も、将来的には移住が視野に入ってくるかもしれません。また、最近、気候変動に起因すると考えられる、豪雨による洪水災害が頻発するようになりました。特に今年は各地で大きな水害が発生したため、住宅への被害が日本全国で見られました。

これに対して、皆さんに「あなたの住まいは大丈夫ですか」という問いかけをします。あなたは「はい」と答えられますか。被災後、被災者にお話を聞くと「このようなことは今までなかった」、「まさかわが家が被災するとは思わなかった」という人が大勢います。しかし、これは決して他人事ではありません。なぜなら、日本の人口の約半分は川がつくった土地に住んでいるからです。

このように、今まで経験したことがない大雨が頻発する中、二瓶泰雄先生や田村和夫先生から豪雨災害や住まいの防災対策について講演していただき、その後、建設技術研究所の社員も交えてパネルディスカッションを行います。また、行政や、大学で幅広く活躍された池内幸司先生からコメントを頂戴し、私たち市民一人ひとりができる住まいの備えについて、一緒に考えていきたいと思っています。

◆ 講演1：「最近の豪雨災害の特徴と備え」

東京理科大学創域理工学部社会基盤工学科教授
二瓶泰雄氏

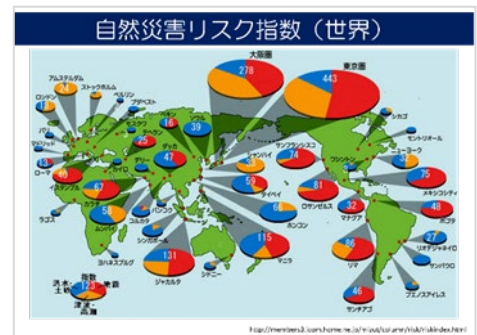
私たちが住んでいる日本は、自然災害リスク大国とっていいと思います。もちろん、小学校や中学校などでは地震の避難訓練をしていますが、そういう意味でいうと、地震に対する備えは他の国に先駆けてすぐ進んでいると思います。

日本は、地震だけではなくて非常に多くのさまざまな災害があります。それは、雨や地震によって発生する土砂災害や津波です。3.11からもう12年が経っていますが、まだまだ記憶に新しいです。津波というのは英語で書くと「tsunami」で、いかにわが国は津波の被害が多いのか、ということになります。

最後が、洪水氾濫です。先ほど池田先生からお話がありました、最近少し気候が変わっていると感じています。今も国連気候変動枠組条約締約国会議（COP）が開催されていますが、国連の事務総長が、今年（2023年）は気候変動ではなくて気候沸騰時代、つまり「ボイル」という言葉も使っていました。そのくらい、地球全体で気候が変わってきています。

その1つの影響が、雨の降り方が変わってきていることです。決して雨の総量が全世界的に増えているわけではなくて、降る場所が局地化しており、ある場所ではたくさん降るけれども、ある場所では全く降らないという状況になっていて、その分、災害のリスクがより高まっている状況です。

ある保険会社が、自然災害のリスクを世界の主要都市で比べました。色が3色あり、赤



が地震でオレンジが津波と高潮です。高潮というのは、台風や低気圧などが来た時に、気圧が低いために水位が上がり風も強くなるので、風が吹き寄せられて、そ

の分、海からの波、流れが陸のほうで氾濫してしまうという現象です。

青は、洪水・土砂災害となっています。東京圏や大阪圏は世界で1位、2位のリスクを抱えているだけではなく、それぞれ3色とも、「大きい」という特徴があります。すなわち、いざ大きな災害が発生したときに被害を受けやすいだけではなく、いろいろな種類の災害のリスクがあるということです。

今日、皆様にお話しする内容は、最近の豪雨災害と、浸水した時に家の中がどうなるのか、マルチハザード、今後への備えという形で進めていきます。

近年の豪雨災害については、2015年以降で本当に主立ったものの中でもいくつか取り上げて、それぞれの

豪雨災害でどのような特徴があったのかを、お話しします。



まず、2015年の「平成27年9月関東・東北豪雨災害」があり、9月9日から10日にかけて関東地方や東北地方に大雨をもたらしました。このとき、東海地方に上陸する台風17号と太平洋のすぐ離れた南の海上に台風18号がありました。東海地方では台風17号が通過するため危ないと考えられていましたが、実際に被害を受けたのは、そこから東に数百kmも離れた茨城県と栃木県を流れる鬼怒川の河川でした。この鬼怒川では堤防が決壊し、凄く広い範囲で氾濫しました。これによって、茨城県常総市では面積の約3分の1に当たる40km²で浸水が発生し、その後、場所によっては氾濫した水が引くのに1週間という非常に長い時間がかかりました。また、住民の避難の遅れも指摘されています。

堤防決壊とはどのようなものなのか、一般の人を含めてなかなかよくわからないと思います。鬼怒川が決壊した当日、12時50分に鬼怒川左岸側の堤防は決壊しましたが、2時間くらい前から、既に川の水が

堤防を乗り越えて住宅街のほうに氾濫していく越水が発生しています。

ただ、最初、越水は堤防のてっぺん付近、つまり天端付近で水が



ほんの少し浸水していて、堤防の下まで水が流れるという状況でした。そこから大体1時間後の12時に、水の浸かっている範囲が広がっていきます。これは、川の水位が上がって、越水している範囲が増えているという状況です。この時点で、堤防の天端の水深が大体20cmくらいで、くるぶしが浸かるかどうかという浅い水深ですが、堤防の上から下に向かって川と逆側に流れ下ります。

そうすると、堤防の裏側の一部の地盤が削れてしまい、浸食されていきます。すなわち、堤防のてっぺんから低いところに水が流れ下りますので、その高さの分だけ水が勢いを増して、土でできている堤防を削っていき徐々に進行していくと、最終的に堤防が決壊して、激流が住宅街に氾濫していきます。

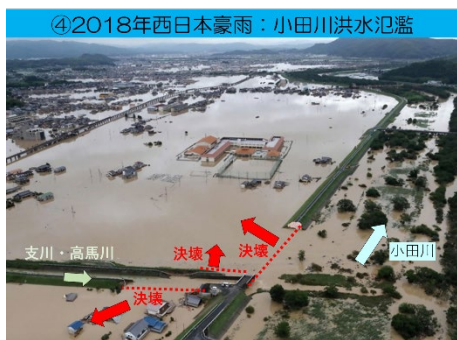
堤防が決壊する要因の8割以上は越水といわれています。越水が発生すると、非常に危険な状況であることを知ってほしいです。

また、大事な事例としては、逃げ遅れた人が多数いたことが挙げられます。常総市の堤防が決壊したのが昼間の12時50分ですので、仕事などで外出していた人も多くいたと想像できますが、結果的に逃げ遅れて消防や自衛隊に救助された人が約4,300人いました。常総市の人口は、当時約5万人くらいですので、大雑把にいうと1割の人は避難が遅れたこととなります。今、東京都の江戸川区や江東区、墨田区、足立区、葛飾区の江東5区では、荒川や利根川が氾濫したときに、区の全体もしくは広い範囲が水没するといわれています。

江東5区の人口は合わせて約260万人ですが、もし

仮に 1 割程度逃げられなかったとすると、だいたい 25 万人くらいになります。その人たちが、例えばタワーマンションや高いマンションに逃げて、おそらく最初は大丈夫ですが、救助や水が引くのに長時間を要する可能性が指摘されていますので、もしかしたら洪水氾濫が発生するときに、自分の住んでいる場所やよく行く場所でどういう災害の可能性があるのかを知っておくことは本当に大事です。このときは、いかに避難をするかというのが大きな課題として挙げられていました。

それから 3 年後、2018 年に西日本豪雨が発生しましたが、なかでも、岡山県倉敷市真備町を流れる高梁川につながっている小田川の

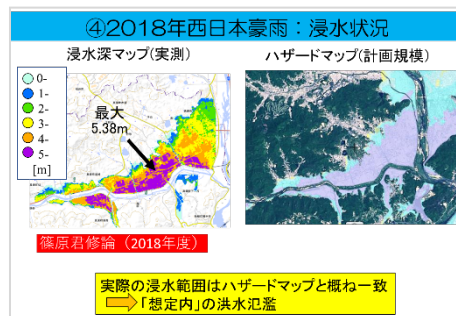


堤防と、高梁川の堤防と、その周辺の山々で囲まれた範囲で、広範囲に浸水が発生しました。水は単純で、必ず高い所から低い所に流れますので、低い所は浸水が発生しやすいです。このとき、死者、行方不明者が 250 人を超え、平成元（1989）年から 30 年間で最悪な人的被害となりました。

このときに大雨特別警報という数十年に 1 回の大雨の警報が 11 の府都県で発令されました。平たくいうと、日本全国の約 4 分の 1 の場所で大雨特別警報、何十年に 1 回の雨が降りますというものですが、実際に被害が発生してしまったという状況です。

岡山県は「晴れの国岡山」というキャッチフレーズを掲げており、「あまり雨とは関係ない」、「雨は少ない」というイメージがありますけれど、これは純粹に日本一降水量が少ないという意味ではなくて、ただ単に晴れの日が多い県ということだったようです。瀬戸内ではありますが、雨の危険性があります。

このときの被害をいくつか御紹介します。小田川の支川の 1 つの高馬川で発生した氾濫による浸水状況を計測しましたが、小田川と高梁川の堤防と、その周辺の山々で囲まれた低地で浸水が発生しました。実際に浸水している範囲は、ハザードマップとそれほど変わ



りませんでした。よく災害が発生すると、「想定外の災害」といわれますが、ハザードマップをみると想定内の洪水氾濫だったと考えられます。その中



で、浸水の深さは 5.8m が最大でしたが、5m の浸水範囲が広域だったというのが小田川の氾濫の大きな特徴です。建物の 1 階は大体 3m ですので、浸水深 5m だと 2 階にいて成人の男性でも立ってられないくらいです。実際に 2 階には洪水痕跡があり、建物 2 階に避難しても 5m だと身の危険があります。1 階から 2 階に逃げる「垂直避難」が、どの浸水深だと通用しない可能性があるのかについてわかんと思います。

西日本豪雨の浸水状況を、シミュレーションしましたが、堤防決壊が発生した時間がそれぞれ違い、支川や本川、そして小田川から溢れて、徐々に西から東のほうに浸水範囲が伝わっていきました。

初めに氾濫が発生した場所から、最終的に氾濫が全体に広がるまでに 12 時間くらいかかったのですが、時系列で、どこでどのような氾濫が発生しているのかについては、住民には知られていなかったと思います。実際は、朝からすごく時間がたってから浸水が始まって、東側でもかなり多くの人亡くなって

います。

次に、2019年の台風19号は「令和元年東日本台風」と命名されましたが、非常に大きな台風で広範囲に被害があり



住民提供

ました。東日本の多くの都県で被害があって、堤防の決壊した箇所が142カ所という、非常に多い決壊数となっています。決壊している状況を住民から提供された動画で観ましたが、堤防決壊によって激流が家に押し寄せていました。

堤防決壊は、いきなり発生しません。鬼怒川のように、越水からはじまり1時間から3時間くらいまでは越水のみで推移し、大体3時から4時間後くらいから決壊が発生したといわれています。越水のとときは、範囲も狭いし浸水深も浅いですが、決壊は一気に広範囲に広がっていきます。

当時、決壊している場所のすぐそばを北陸新幹線が走っていました。また、北陸新幹線の車両基地があり浸水を想定してかさ上げして



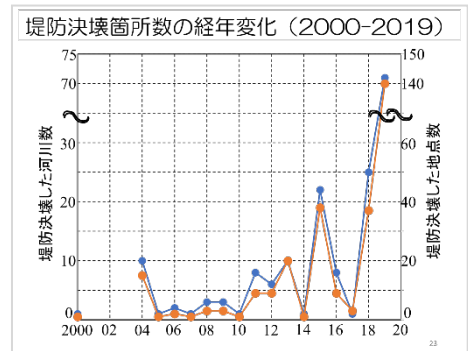
いましたが、それを上回る洪水が発生したため、浸水被害が出てしまいました。

埼玉県や茨城県、栃木県、長野県、福島県、宮城県、新潟県といった広範囲で堤防の決壊による被害が発生しています。

現在、堤防の決壊数について統計データとしてはあまりありませんが、調べられる範囲として、2000年くらいから2019年までを調べると、明らかに2010年以降、増え方が変わってきています。

気候変動で雨の降り方が変わり、雨の量も増えて

いますが、洪水の頻度だけではなく、堤防の決壊や川の水位などが増えているのが実証



的に示されています。

また、堤防といった物的な被害だけではなく、人的な被害も多くありました。今、台風が来るときに、気象庁や国土交通省で、「大きな台風が来ます。早く備えてください。避難してください」ということを、かなり発信するようになりました。また、例えば JR などの鉄道各社も、新幹線や在来線を止めるといった計画運休もかなり認知されてきましたが、それでもまだ、令和元年東日本台風では、全体で100人弱の方が亡くなり、そのうち65%が洪水の氾濫によって亡くなっています。特に最近では自宅で亡くなる人が目立っています。令和元年東日本台風や2018年西日本豪雨の倉敷市真備町では、氾濫によって自宅で亡くなった人が建物のどの階数で見つかったのかを調べたところ、令和元年東日本台風は21人ですが全員1階で見つかっています。真備町では、43人中42人が1階でした。

亡くなった人の自宅の階数を調べてみると、令和元年東日本台風のときに平屋は21人中9人、残りの12人は2階建てもしくは共同住宅でした。真備町のときもだいたい1階と2階が半分の割合でしたので、2階に行くこともできましたが1階で亡くなっています。浸水したときに、1階から2階に行きづらい、行けないというリスクがあるのではないかと考えられます。

その翌年、2020（令和2）年7月に熊本県を流れる日本三大急流の1つとなる球磨川の周辺で大雨が降り、甚大な被害が発生しました。いくつか大事な特徴がありますが、そのうちの1つが線状降水帯の存在で、

帯状の雨域が球磨川の流域をすっぽり覆っており、長時間にわたり同じ場所にかかり続けました。このとき、その前日、結果的には翌日の朝、7月4日未明から朝方にかけて大きな氾濫が発生しています。理由としては、線状降水帯がかかって雨が降り氾濫したのです。当時、線状降水帯の予報がありませんでしたが、それほど予報・予測が難しいです。これを機に気象庁では、線状降水帯の発生場所の周知や予測に取り組んでいる最中ですが、局地的な大雨の予測は、難しいと思っています。

これだけの大雨が三大急流の1つの球磨川で氾濫すると流れもすさまじいです。球磨川流域の1つの地区に渡地区と



というところがあります。どこが川かわからないくらい激流がこの

一帯を襲いました。川は向こう側の対岸の山の麓辺りを流れていますが、この住宅街を流れている流速は、堤防決壊地点と同じくらいで、川に沿って氾濫していました。

これだけすごく速い流れが川のそばで発生していたので、そこに立っていた家の被害はひどく、川沿いに一直線で建物の流出被害があったという状況になっています。

もう一つ、皆さんに知っておいてほしいのが「バックウォーター現象」です。本川となる球磨川に注ぐ小さな小川という支川では、ふだん水がちょろちょろとしか流れていないのですが、本川の水位の影響を受けて水位が上がってしまいました。本川の水位が高いため、支川の流れがせき止められて、支川の水位も上がるという、バックウォーター現象が浸水被害をもたらすこともあります。

だからこそ、ふだん目の前に流れている小さな川が、「まさかこの水量で洪水が発生するはずがない」と普通は思うのですが、そこに流れている大きな川

の水位が上がってしまえば、小さな川の水位も上がってしまいます。

ちょうど、この小川のすぐ脇に千寿園という老人ホームがあり水没しました。被害を受けると、さまざまなリスクがありますので、備えることがいかに大事なのかということがよくわかります。

最近の豪雨災害では、今年(2023年)7月14日から16日にかけて、秋田県の県庁付近や秋田市の中心街が広い範囲で浸水する

という洪水氾濫が発生しました。県庁所在地のさら



のところで浸水が広範囲に発生することは、あまりなかったと思います。周辺でも大きな氾濫が発生していました。少し前から、川からあふれる氾濫、つまり外水氾濫と、例えば小さな水路や下水道からあふれる内水氾濫の2つが問題になっています。そのような中で、秋田県の被害では、内水氾濫が非常に広範囲で発生しました。ここでは、ふだん水が流れているかどうかかわからないところ、たとえば暗渠や非常に小さな水路があふれ出てくるといった現象がありました。また、北国特有かもしれませんが、道路を渡るのに地下道が多くあり浸水して使えなくなりました。実際に内水氾濫は今までも発生しており非常に重要視されているので、今後、より重点的に対策する必要があります。

そういった中で、先ほど2階に行けずに1階で亡くなる人が多いという話をしましたが、いざ家の中が浸水すると、いろいろな家具が倒れてしまいます。

実際に、たんすが倒れる、ソファーが流される、畳が浮いてしまう、といったことがあります。

私は、基本的には土木分野の研究をしているため、建物の中の話はよくわかっていません。建築分野と土木分野の相互交流が少なくよく分かっていなかったため、私たちで、どのような感じになるのか実験してみようということで、家の部屋をつくり、家具を置き、水を浸水させて、どうなっていくのかといった模擬実験を行いました。

浸水が始まって5分たつと、畳が浮き始め簡易型のベッドが「くの字」に曲がり始めて、ちゃぶ台も傾いていきます。だんだんと小さいたんすが浮き始め、さらに大きいたんすが倒れていきました。

水の浮力は結構強くて、ふだんであれば大したこととはなくても、いざ浸水すると、家具がばたばたと倒れて物が散乱してしまうので、本当に避難できるのかという話になります。実際に、学生が避難できるのかを実験すると自分の背丈よりも少し高い家具が散乱しますので、挟まってしまい、普段であれば歩いて5秒、10秒の場所ですけれども、まったく避難できないという状況に陥ります。だからこそ、さまざまな家具が散乱して避難しづらくなり、さらに浸水が夜間だと、大変な状況であることが想像つくと思います。いま、耐震対策として、天井と家具を棒で突っ張らせて家具の転倒を防止する道具がありますが、設置するだけで効果が全然違います。

そういった中で、マルチハザード、自然災害リスク大国という話を、もう1回、洪水氾濫を合わせて考える必要があると私たちは考えています。自然災害はもちろんです、今年（2023年）はハワイ島の噴火による大火災で100人以上が亡くなりましたし、下火にはなりましたが感染症などさまざまな危険性が世界全体で見ると消えていないです。

そういうことが1つ発生するだけでもすごく大変ですが、複数で発生してしまうと、さらに足し算、掛け算、さらに何乗といった感じで大変になると思います。

さらに、中央区もそうですが、都市の緻密化というのも非常に大きな課題です。1つのインフラが使えなくなると、また別のインフラがばたばたと使えなくなってしまうという危険性がより



高まっていると思います。そういうものを、私たちの大学ではマルチハザードと呼んで、粛々と研究を進めています。

例えば地震が発生したあとに、大きな停電が起ってしまうとか、洪水氾濫の発生によって取水場が浸水し断水するといった、時間的に連鎖するマルチハザードもあります。また、関東大震災のように地震の後に火災が発生するといったように同じ地域で同じ時期に複数の災害が起こる空間連鎖型マルチハザードという備えの研究を、より一層行っていかななくてはいけないと思っています。

特に、例えば地震と洪水は、まったく関係がない発生メカニズムですけれども、気候変動でこれだけリスクが高まってくると、同時期、同地域で発生する可能性があり、決して無視できない状況になっていると思います。

最後に、今後への備えについてお話しします。今、気候変動の影響が非常に大きいと、皆さんは実感していると思いますが、それに併せて、河川を管理する国土交通省でも、気候変動を踏まえた計画の見直しを行っています。

今世紀末に何度上昇するかについて、いろいろなシナリオがありますが、まず2度上昇した場合の状況を想定して、気候変動適応策という対策をしていく話があります。気候変動によって2度上昇することで、雨の量がどれくらい変わるのかということ、大体1.1倍くらい増加するといわれています。

小学校か中学校の理科で水蒸気量を学習していま

すが、1度上がると飽和水蒸気量が約7%増えるといわれています。さらに2度上がると約10%増えるため、その分、雨の量も増えるという試算になっているのではないかと思います。そうすると、川を流れる水の量（流量）が約1.2倍になり、洪水の発生頻度が約2倍になるといわれているので、何とかしなくてはいけないということになり、今までの治水対策を大きく転換して、流域治水という流域全体で治水対策していくという方針にしています。

通常、治水対策は、川の中、もしくは上流域にダムをつくるのが、これまでの主流でしたが、それだけでは今のような豪雨にとっても対抗できないということで、川だけではなく降った雨が集まる範囲、つまり流域全体で治水対策をしようという「流域治水」が進められているところです。

メニューというのはいろいろあります。いくつか紹介すると、田んぼはもともと水をためられるところですので、「田んぼダム」を実施しているところがあります。また、昔から雨水を地下に浸透させたり貯めたりする「雨水貯留浸透施設」という対策も行っています。

また、住まい方の工夫として、「どこにどう住むのか」ということが、今後より重要になっていきます。

ソフト対策としてはさまざまなものがありますが、1つにハザードマップの周知があります。東京都中央区のハザードマップを見ると、浸水想定区域として色が塗られています。また東京駅ですら色が塗られているので、浸水してしまう可能性があるということが既に示されています。

東京都中央区のホームページでは、過去の浸水実績で見ると、この赤いぽつぽつのところで、内水ではないかと思われる氾



濫が発生しています。こういうのも知っておくことが重要です。

先ほど、冒頭にも池田先生からお話がありましたが、やはり「わがこと」として捉えて備えるのが、豪雨災害に対して第一歩になるのではないかと思います。そういう意味で、やるべき3つの「知る」を掲げます。

1つは、過去の災害を知ることが必要です。もう1つは、今を知ること、つまりハザードマップで地域の災害リスクやリアルタイムで出てきます気象情報を知ることが大切です。最後の1つは、ほかを知ること、つまり日本全国で今いろいろなところで災害が発生していますが、自分の地域とは違うところで起こったことを「わがこと」として考えるのが、非常に大事だと思います。

流域治水を実施するに当たって、避難に備えるだけでなく、住民一人ひとりができることは何かないのかと考えています。そのためにも、雨水を少しでも貯めることや浸透させる対策を自宅で実践するなど、さまざまな対策について経済的に支援もしくは応援するとかといったことがあると思います。河川管理者だけではなく、行政や企業、住民が全員野球で治水対策を促進し協力することが、今後、より求められているのではないのでしょうか。

◆講演2：「住まいの浸水対策」

神奈川大学工学研究所客員教授 田村 和夫 様

私からは、建物に関する被害と対策についてお話しします。

内容は建物の被害や被災後の対応、建物の水害対策や生活における工夫で

す。私は2018年の西日本豪雨で、岡山県倉敷市真備

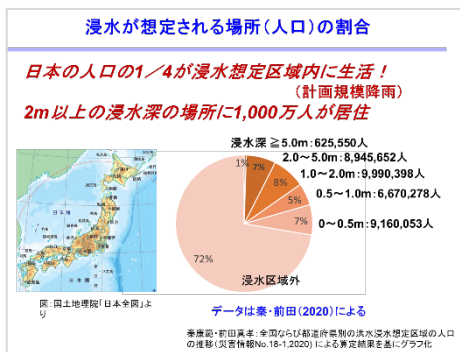


町が被害を受けた辺りから水害の防災関係に関わるようになりました。各地の水害の被災地を回って視察するなどし、水害対策の研究を進めてきました。2018年の倉敷や2020年の熊本の球磨川流域の被害など毎年のように災害があり、それらを調査してきました。

今年（2023年）も、秋田などの水害によって各地で建物が被害を受けています。ただ、建物の被害は、プライバシーもあり、浸水している状況はよく報道されていますが、実際どのようなになっているのかといったことは、なかなかわかりません。水害や浸水の可能性があるときは、まず避難しようということが中心の話となっています。

建物の水害対策に関する具体的なことは、あまり一般的には知られていないのですが、わかった範囲で紹介します。

日本の建物が最近どのくらいの被害を受けているのかについて、被災家屋の棟数をみると、最近20年くらいではだいたい毎年平均して5万棟近くが被災しています。そのうちの3分の1以上



は床上浸水です。実際に、浸水が想定されている場所にどのくらいの人口が住んでいるのかを調べてみました。秦康範先生と前田真孝先生が調査したデータを基に、このグラフを作成しましたが、日本の人口の約4分の1が、浸水が想定されている区域内に生活していることがわかります。2m以上の浸水深が推定されている場所に、約1,000万人が居住しています。こういう状況ですので、浸水しないところに移住するというのは簡単ではないことがわかります。

氾濫は、河川から水があふれて浸水する外水氾濫と、その地域で雨が降ったけれど水はけず処理できなくなる内水氾濫がありますが、地域によっては

この両者が同時に発生することもあり、氾濫の発生の仕方はさまざまです。

また、地域によって建物の建ち並び方が異なります。たとえば家がまばらな農山村、河



川のすぐそばにある集落、大きな市街地では、それぞれ環境が違います。浸水のリスクも違ってきますので、いろいろな状況で地域の特性に合わせた対策が必要になってきます。

建物の被害は大きく2つに分けられます。1つは、例えば堤防が決壊したところのそばで、勢いよく流れてくる氾濫流や球磨川のように速い流れによって建物が力を受けて壊されるという被害です。水が流れるだけでなく木など浮



ているものがぶつかるという被害もあります。泥水や木、壊れた家屋などは、やがて流されて低いところに溜まります。もう一つの被害として外水氾濫と内水氾濫ともに、建物が浸ることによって生じる被害があります。建物が浸ると、建物中に通常水が入ってきますので、中のものが全部濡れてだめになることが多くなります。

そこで、建物被害について以上の2つに分けてお話しします。

まず建物の被災状況として、強い氾濫流で建物がどのように壊れるのかということについてお話しします。2019年の東日本台風のときの長野市の千曲川の氾濫ですが、このときは堤防が壊れて、そこから強い勢いで水が流れていきました。この流れていっ

た水は、遠く地盤の低いところに流れていきまっ
ていきました。

その勢い
よく流れの
力を受けた
場所と、そ
れほど流れ
は受けない

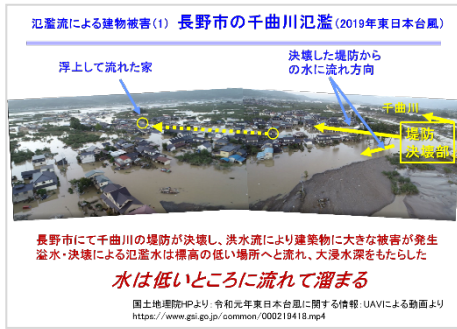
けれども、水が深くたまった場所など、それぞれ建物の被害が違います。建物の被害として、この氾濫時に特徴的だったことが1つありました。それは強い氾濫流の中で、建物が浮き上がったことです。建物が浮き上がって、船のように流されていき水が引くとともに着地した事例もあったのです。

建物がこのように簡単に浮くというのは、私はそれほど認識していなかったのですが、具体的に実物を見て計算すると、ごくごく普通にあり得ることでした。

堤防が決壊した場所の近くでは、強い流れで建物の骨組みが壊れて流されてしまうこともありました。浮いて流れた家については、大部分

の人が避難していた中で、避難しなかった人が見ており、「家が船のようにぷかりと浮いて流れていったよ」と言っていたそうです。建物が浮いて流れるというのは、建物が基礎ごと一緒に浮いて流れるということなのです。

建物の骨組みは壊れない場合も、建物の外壁の性



質によって違いはありますが、さまざまな被害を受けます。また、堤防が壊れると今の日本の堤防のほとんどが土でできているので、その土が流されて家の中にとまるといふ被害もありました。

木造の建物だけでは

すぐそばに鉄骨造の体育館があり、立派な骨組みは大きな被害がありませんでしたが、外壁部分は流れてきた泥流とそばの木が倒されてぶつかり完全に崩壊していました。さらに、建物の基礎部分の地盤が水で流されて、杭の頭だけ出ているような状態で、一時期やや不安定な状態になっていました。この後、地盤は埋め戻され建物も全部改修して使われています。

一方、球磨川の氾濫については、くねくねと曲がりながら流れる川となっており、大雨で川の

外側でも大きな川のようになり、周辺の建物にも流れにより大きな力が作用しました。球磨川が流れる人吉市は市街地です

ので商店などさまざまな施設がありますが、いろいろな被害がありました。例えば鉄筋コンクリートの病院ですが、1階の窓ガラスが流れて割れてしまい、1階は使えない状態になってしまいました。



それから商店街ですが、3~4mの深さで一定の流速で水がぶつかってきますのでシャッターが被害を受けました。

止水板を導入するといいいのですが、商店は入口が普通シャッターだけです。水が室内に入ってきて、1階の天井まで駄目になってしまうといった被害もみられました。

次は、建物の中に水が入ることによる被害の話をします。建物の中に水が入る箇所は結構多いです。普通の木造の建物では、古い建物ですと床下に換気孔があります。また、最近、住宅には基礎のコンクリートの立ち上がりと土台がありますが、土台と基礎との間に2cmくらい隙間が空いていて、そこから換気するというのが一般的ですが、浸水時は、放っておけばそこから水が入ってきます。

そして、気を付けなくてはいけないのが配管です。例えば手洗いの水を流していると下水管につながるのですが、何かの加減でこの配管に外の水圧が作用してしまう

と家の中に水が吹き上がってしまいます。

また、事務所ビルなどでも、1階の入り口のドア回りは、足元に隙間が空いているので自由に水が入ってしま

います。時によっては何か物がぶつかって外壁が壊れ自由に泥水が中に入ってしまうと、室内が散乱して汚れます。こういう状態になると、見た瞬間にお手上げになります。被災した人たちは、「どこから手をつけようか」というような状況に陥りますが、

その後少しずつ片づけを始めるのだと思います。

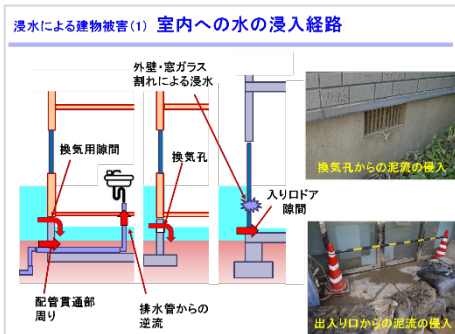
トイレや洗面所、風呂といったところでは、場所にもよりますが下水に直結しているため、下水管を伝って吹き出すこともあり家の中に水が入ってたまってしまう。家具も散乱しますので、例えば冷蔵庫が隣の部屋から流れてくることもあります。冷蔵庫は、あるお宅で「うちは浸水深が床上20cmまでだったけれど冷蔵庫が浮いたよ」と言われて、計算してみると、庫内に重いものがいっぱい入っていなければ20、30cmで浮くことがわかりました。また、建物は重いのですが先ほどの事例のように、浸水深が深いと浮力で浮くことがあります。水が床下に入り込むと掃除しなくてはなりません。掃除しないと、湿ったままになってしまい、汚い片付けてから消毒もしなくてはいけないということになります。室内が浸水すると建材や家具が濡れてしまい、いったん濡れると、なかなか乾燥しないです。完全に乾燥した状態にするには、自然乾燥だと2、3ヵ月かかると言われています。

畳も簡単に浮きます。畳が十分に水分を吸うと、大体畳1枚当たり50、60kgになります。だから、後片付けをしても1人では持てず2人でやっと持てる重さです。2人で2枚はとも持てません。また、畳は一度濡れるとなかなか乾燥しないです。

私も実験してみました。まったく乾きませんでした。どちらにしても、「畳はいったん浸かると使えなくなる」といわれていますが、実際に浸水すると継続使用ができなくなることがよくわかります。また、電気関係の器具も大体は使えなくなり廃棄されます。

あらかじめ地域で廃棄物の処理の場所や分別方法などをしっかり考えておかないと、近くのきれいな公園や広場が全面廃棄物ということにもなってしまいます。周辺環境の劣化にもつながります。

もう一つ、浸水による被害で大きいのは、地下室や半地下の部分です。とにかく水は低いところにたまりま



内水氾濫の影響が結構大きかったところですが、学校の一部が地下室になっており、そこ



に電気系の設備が入っていたため被害にあいました。

地下室の入り口そのものは、前面の道路よりも少し高くしてあり配慮されていましたが、それよりも高いところまで水位が上がると地下部分に水が入っていきます。被災した地域では、降る雨の量が相当多かったので地下室は全面水没です。建物そのものの浸水は1階の床上30~40cmくらいでしたが、それより下にある地下室は全滅でした。

水は高いところから低いところに流れ込むので、マンションの地下や半地下に、万が一、人がいたらと考えると非常に恐ろしいです。例えば、何か点検で地下室に入っているときに水が入り始めたら、すぐ水位が数十cmになって、ドアも開かない状況になり逃げ遅れる可能性があります。人的な被害のことを考えると地下や半地下は非常に要注意です。

被災地を回っていると、マンションでも1階の住宅の床のレベルによってかなり影響を受けていました。福島県いわき市の例ですが、1つは、堤防よりも1階の床面がかなり低いレベルの場所にあって、1階の床上、おそらく2階までは浸水していませんが、大きな被害を受けていました。それに対して、1階の床面が少し高くなっている場所では被害がほとんどなかったと考えられ大きな違いが出ています。

例えば2階建ての木造建物で、水を室内に入れないように外側を止水してしまうと、敷地の浸水深80cm~1mで浮いてしまう重量なので対策をしなければいけません。

冷蔵庫は、中にいろいろなものが入っているので意外と重いと思うのですが、先ほどお話ししたように浮いてしまいます。浮いて元の位置にきれいに戻

ればいいのですが、ドアは開きっ放しになって非常にひどい状況になって着地します。

洪水のときには自分の建物だけではなくて外的な要因による

影響もあります。2019年の九州の大雨では、鉄工所の油が流出しました。



また、勢いよく浸水深が深くなってくると自動車は浮き上がり隣家の庭の前まで運ばれてくることもあります。さらに例えば熊本県球磨村の渡地区が典型的なのですが、建物が全壊あるいは半壊し流されて、隣家などといった周辺への被害にもつながることがあり、頭に入れておかななくてはなりません。東京都中央区といった所での都市型の洪水では、地下室や地下街といった場所に水が流れ込む可能性がありますので非常に注意が必要だと思います。

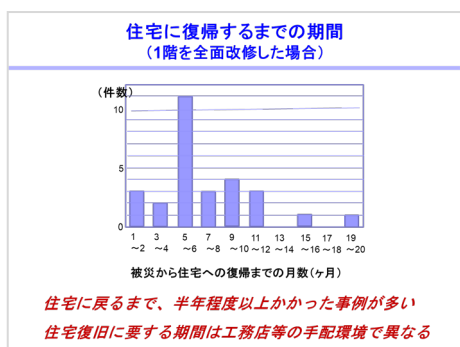
建物の機能の継続や生活の継続という観点からすると、仮に自分の建物の浸水被害がなくても、インフラの機能が途絶することで、生活できないということは大いにありますので、地域の上水道や下水道、電気などのインフラの状況についても、市民としては注目しておかななくてはなりません。マンションの上の階にいてもトイレはもちろんのこと、生活できなくなることもあり得ます。電気と上下水道のすべてがそろっていないとトイレは使えないのです。

次に、被災後の対応と復旧についてです。まず、特に木造家屋の場合、片付けと清掃、それから消毒と乾燥というルーチンがあります。いったん浸水してしまうと乾燥させるのにかなり時間がかかるので、強制的に風を送り込むしかありません。

ただ同時に、被災した住民が生活する場所をどこかに確保しなくてはなりません。しばらく避難所にいることもありますし、ヒアリングしてみると親戚の家に住まわせてもらったという人や、自宅の2階で

過ぎたという人が多かったです。賃貸住宅を借りたという人もいました。

被災したときには、同時進行で被災申請をするために被災状況の記録を取っておく必要



がありますし、工務店や大家さんに連絡するなど、さまざまな手配や連絡をしないと、復旧工事が進まないということがあります。

被災してから2年くらいたってから、被災直後に視察した場所で再度、ヒアリングしました。いろいろなコメントがありましたが、床上浸水した家では1階で暮らしていましたが、そのまま在宅し避難所には行かなかったという例も多いです。想定では大きな浸水深にはならない地区で、寝ていたら冷たく感じ水が急に来ていることに気付き、慌てて2階に逃げたという人もいました。

福島県いわき市では、周辺で地震もよく発生しますが、地震の比ではなく洪水がものすごく怖かったと複数の人が話していました。被災後に工務店の人がすぐつかまらないので、自分で復旧している家もありました。自分でできない人は、復旧がかなり先になってしまいます。また、建物の内側には繊維系やスタイロフォームといった断熱材が入れているのですが、特に繊維系は早めに剥がす必要があるため、自分で剥がして大工さんが来るのを待つ人もいました。

今後の対策に関係しますが、被害を受けた家が2階建てで、ブレーカーをいったん2階に上げてから、1階の工事をした人もいました。

復旧は、それぞれの経済的な状況にかなり依存していることも改めてわかりました。例えば、保険金が思ったより少なかったため、建て直す際には、水害対策をしないで、なるべく安く前と同じような家

を建てたという人もいました。一方で、いろいろな補助金や保険金も使って、少し床を高くして、次に浸水した場合、被害を受けないようにする人もいました。

また、室内での浸水深が深いほど、建物の修繕の度合いが多くなっていく傾向があります。ある程度浸水深が深くなっていくと、部分的な取り替えから、全面的な取り替えになります。1階を全面的に改修した人は、大体5、6カ月後以降に家に戻ってくることが多いです。乾かす時間に加えて工務店や直してくれる人の手配がつかなくて、復旧期間が長くなったという家も結構多いです。

最後に、建物の水害対策として、生活における工夫についてお話しします。建物の水害対策のエッセンスは、水害の常襲地帯、つまり昔からよく水害が発生しているところのさまざまな対策に見られます。その1つに水塚、「みずつか」とか「みづか」と呼ばれています、や関西では「水屋(みずや)」、「段倉(だんくら)」といわれているものがあります。そういう場所では周辺の敷地よりも少し建物の地盤面を盛り土して嵩上げています。その中の一部を、さらにもっと大きな水が来てもいいように倉庫にして、いざというときの避難施設にするなどの、知見や知恵があります。これは現在にも通じる話です。

まず、実際の対策の1つとしては、地盤面や床面を高くするということがあります。ただ、自分の家を高くするだけでは、隣の家や地域はどうなのかということ

にも配慮しなくてははいけません。被災地の中には、盛り土にしてあるところに水が来て崩れてしまったために鉄筋コンクリートの壁をつくって、土を留める工事をしているところもありましたが、そういったことも含めて周辺への配



慮が必要になります。

また、ある程度までの浸水深ですと、止水板や止水壁といった建物の中に水を入れない方法が割と手軽にできます。さまざまなメーカーで、建物の入り口に合うような止水板が作られています。近年の水害でも、止水板のおかげで家の被害をかなり低減できたという事例が多いので検討の価値があります。



ただし、万が一、準備した止水板よりも高い位置まで水が来てしまうと内側まで浸水してしまいます。止水板の高さより低い浸水であれば止めることができますが、それ以上のものが来たら水が中に入るのもやむを得ないという考え方も出てきます。

簡易的な方法としては、多少性能は限定的ですが、ホームセンターやインターネットで売られている土嚢、水嚢があります。これらは役所で配られていることもありますし、自分で工夫して水嚢をつくることもできます。

建物の中に水を入れない方がよいですが、その場合浸水深が深くなると基礎ごと浮き上がってしまうこともあります。私は、「浮き上がらせればいいのではないか」、そして「また元の位置に戻せばいいのではないか」といって、アイデアを出していたのですが、あるハウスメーカーがこの概念で実用化しました。

また、室内に水が浸水してしまったときに、「少

しでも被害を低減しましょう」、「復旧を容易にしましょう」というのは最後にできることです。止水板を使っても越えてしまうこともありますし、止水板の設置は間に合わないけれども、せめて室内の片付けだけはしておこうといったことなど、いろいろな方法があります。

電源ブレーカーをあらかじめ高所もしくは2階に設置しておけば、1階と2階を切り替えさえすれば、1階が浸水しても2階は使えることもありますし、乾燥させるという意味では、床下に清掃や乾燥用として点検口をつくっておくことが重要です。

床や壁が濡れても、すぐに掃除して使えるような材料にしておくことも大切です。また、木造家屋の場合壁の中をどうつくるかについてはさまざまな方法がありますので、専門家に聞いてほしいです。

建物の中では、例えば金属製の家具を使っていると比較的復旧しやすいようです。また、電気関係の機器は屋外でも高いところに設置しておくとい

です。水災保険の活用も検討する価値があります。通常、火災保険に水害時の補償をつけることができるとされています。詳細については各保険会社の内容をよく確認するとよいですが、火災保険に水災補償を付帯する場合さまざまな制限があります。基準以上の損害時に保険金が支払われるということです。例えば床上浸水以上とか、さらに価格の30%以上が被災した場合などがあります。

最近、自然災害による保険金の支払い件数・額が増えてきていますので、条件を確認しながら検討するとよいと思います。

なお、保険料率については今まで全国一律でしたが、来年(2024年)から、水災のリスクに応じて5段階設定され最大1.5倍の差がでることが損害保険料率算出機構から発表されています。おそらく、機構に加盟している損害保険会社などが、来年度以降に連動してくるのではないかと思います。ちなみに、東京都中央区のランクを調べましたが、5段階中の4段階目でした。4というのは、水災リスクの一番高い

のが5ですので上から2番目ということになります。

最後になりますが、「水害がいつ自分の周りで発生するかわからないので、すぐ準備しましょう」ということです。これが、ありふれたフレーズにならないように、ぜひ浸水リスクを知り、まず避難ルートなどを確認して、いつ、どのような情報の下で避難するのかというのを確認しておいてください。

また、自分の家については、浸水時を想像して、例えば、泥水がこの中へ入ってしまった場合どうなるのかを考えると、いろいろな対策が思い浮かぶと思います。そういったことを考えるにあたって、特に過去の被災地から発信された情報は非常に参考になります。私が、よく紹介するのは、岡山県倉敷市真備町の被災を受けて、岡山県の建築士会や倉敷市と一緒に『町家・古民家保全マニュアル 水害に備えて』を発行しており、さまざまな情報が書いてありますので、参考にしながら事前対応を実践すると良いと思います。



岡山県建築士会・倉敷市による(URLは下記)

◆「中央区の防災対策」

中央区副区長 吉田 不曇 氏

私どもの中央区は、端的にいいますと人口 17 万 6,000 人です。所帯数は約 10 万所帯です。実はこの 25、26 年で急激に人口が回復して、平成 10 (1998) 年のときは人口 7 万人でした。それが、いきなり 17 万 6,000 人ですから、10 万人以上の人新しい住民として転入してきました。歴史と伝統ある中央区といっていますが、人口構成からいうと、かなり新しい人が多いです。

そこで災害対策の問題ですが、実はその 10 万の所帯の人の約 95%はマンションにお住まいです。防災対策という観点から単純にいうと、在宅避難が基本的なテーマになります。私たちも今まで在宅避難を中心に考えようといってきました。

ところが、東京都が被害想定を改めました、中央区のマンションで、エレベーターの中に閉じ込められる事故の想定発生件数は、実に 1,096 件という数字が出ました。

エレベーターは厄介で、閉じ込め事故がなくても、震動があると止まってしまい、再度点検しないと再稼働しないので時間がかかります。在宅避難とはいますが、在宅では住み続けられないマンション居住者がかなりの数に上るとのことです。

私は建築関係の仕事をしていますのでわかりますが、実はエレベーターの技術者が足りません。改修や改築するにしても、エレベーター会社との契約が成立しないという話がよくあります。

閉じ込め事故の件数だけではなくて、発災した後、高層マンションのエレベーターが点検も含めてどれくらいの時間で復旧し稼働するのかというと、楽観的な見通しを持つことはできません。そうすると、マンションの上層階に住むほとんどの人たちは、在宅避難ができない可能性が出てきます。

私は結構歳ですから、階段で8階まで上がると息が切れます。実際に、10 階以上で在宅避難をするのは相当深刻にきつい話です。そうすると、単純に在宅避難といっていました、マンションの居住者の中にも、避難所に避難しようとする人が必ず出てくるはず。その人たちをさらに収容しなくてははいけません。

今、中央区内で避難所と指定されている場所は 23 カ所あり、収容可能人数は 4 万 3,500 人です。大変雑ないい方をすると、平屋に住んでいる人全員と、マンション居住者の 3 分の 1 が避難すると、4 万 3,500 人になり、「何とかぎりぎり間に合うかな」という数字ですから、避難所を守り運営することについて、平場のしもた屋にお住まいの人だけではなくて、マンションの自治会の人にも参加してもらわないと、どうにもならなくなっています。だから、ある意味で、方針の変換、在宅避難中心の防災は見直さなくてはならないといった状況に至っています。

そういった見直しを、私たちは真剣に進めようと

しています。というのは、今までの避難所の運営は、町会中心でしたが、既存の町会のトップの人たちは、高齢化していますので、基本的にはマンションの自治会の若い人たちにもたくさん参加してもらって、防災を考えなくてははいけません。

私たちとしては、見る防災訓練ではなくて、参加型の防災訓練を徹底してやっていかなくてははいけないと思います。それも、集団で実践してかなければはいけません。実は、中央区の避難所にはさまざまな設備がたくさんあります。ただし、その避難所に何があって、設備をどう動かすのかということを知っている人が本当に少ないです。そういったことを、訓練を通して地域全体で引き継がれる状態をつくっていかなくてははいけません。その部分を区として、本気で今から取り組んでいかなくてははいけないと考えています。

今、個人的に気になっていることがあります。パレスチナのガザ地区の病院を報道などで見聞きしていると、現状は 15 世紀の野戦病院と同じです。電気も薬もありません。

東京都中央区にある基幹病院は基本的に聖路加国際病院です。では、聖路加国際病院には、発災したときにどのくらい電力あり、どう担保するのでしょうか。今の医療はほとんどが電気で賄われています。地震が発生すれば、ICU みたいな部屋が必ず重要となります。命を守るために、地域と電力供給者、病院が一緒になることが防災対策として非常に重要です。調べてみると、電力供給は基本的に 70%の稼働で 6 日間としており、必ずしも十分とは言い難い状況です。地方自治体としては、その部分にも気を配りながら、防災対策を進めていく必要があります。

最後に、防災対策に「これで満足」ということは決してありません。皆さんの想像力を使いながら、これはどうなっている、あれはどうなっていると日々点検しながら、進んでいこうではありませんか。

◆パネルディスカッション

「豪雨災害から住まいを守る」

池田：これまで先生方や中央区の吉田副区長からもお話がありましたように、これから水害とどのように付き合うのかということが大変重要になってきました。田村先生のスライドで、私が 1 つびっくりしたのは、浸水深 2m 超に住んでいる人が 1,000 万人もいるということです。浸水深 2m というのは 1 つのクリティカルポイントで、それを超えると亡くなる人や住宅の被害が非常に大きくなりますので、人口の約十分の 1 に近い人が住んでいるとなるとより真剣に考えていかなくてははいけないと思います。

これまで人命だけが助かればいいということで、わが国はかなり施策を進めてきましたが、高齢者が増え高齢化社会を迎えて命が助かっても、その後の、例えば住宅が被害を受けても修復できない、あるいは建て直さないといけないという事態が発生します。そういうことを、わが国ではこれから考えていかなくてははいけません。

そういった中で、そうならないためにはどうすればいいのか、被害に遭ってしまった後はどうすればいいのかということ、パネリストの皆様と少し考えてみたいと思います。課題が多くて、なかなかすぐに解決できない問題が多いですが、情報を交換して少しでも前向きに進めることができればいいです。

それでは、まずパネルディスカッションから参加するパネリストの前川さんと端戸さん、池内さんから、現在の仕事での取り組みや、豪雨災害についての考えについて、自己紹介を含めてお話をください。

前川：私の専門は、都市防災と建築防災で、庁舎や災害拠点病院の BCP（事業継続計画）の作成や、河川防災、道路防災などにも取り組んでいます。

私は、中央区の人口が 7 万人から 10 万人に増え

たころ、20年ちょっと前に移り住んだ、まだまだ新参者の1人です。自宅も室町ですが、大伝馬町に親も住んでいますし、会社は浜町ということで、1日中、日本橋地域をぐるぐる回りながら暮らしています。

端戸：私は、基本的には河川整備や水害対策の計画をしています。行政側に少し立って、どういった形で水害被害を減らせるか、という業務を行っています。

業務では、主に3つの内容を行っています。まず、1つ目は減災対策です。気候変動を踏まえて、外力が増えていく中で、河川整備や下水道整備などが追いつかない状況の中で、氾濫した場合にどうやって被害を防ぐのか、抑制させるのか、また、どういった雨が降ったときに、どういったところで氾濫するのか、そういった予測も含めて、定量的に評価することで、対策を立案する業務をしています。

2つ目は、流域治水です。河川の上流から下流まで、これまでの河川行政で、ダムや河道の掘削、遊水池といったインフラであふれさせないという対策をしていましたが、なかなかそういう状況にならず、まったく足りないといった中で、流域全体で降水を減らそうとしています。いろいろな関係者がいまして、利害調整もあり、協力しながらうまく合意形成が図るといふ、業務として携わっています。

3つ目ですが、「Riskma」があります。これは、水災害のリスクをリアルタイムでマッピングするシステムです。ゲリラ豪雨や集中豪雨のときに、どういった水災害の発生リスクがあるのかということ無料のアプリで公表しています。例えば36時間先の雨の量や場所、どれだけ降って土壌がぬかるんでいるのかを5分間隔で配信したり、ゲリラ豪雨の予報もしていますので活用してください。

池内：現在、河川情報センター理事長と東京大学名誉教授を勤めています。前職は東京大学の教授ですが、実はその前は約34年間にわたって、旧建設省、国土交通省、あるいは内閣府で河川系のエンジニアとして、どうやって水害を防げばよいのかということについてソフト、ハード両面を含めて長年携わってきました。

最後は、国土交通省の水管理・国土保全局長や技監を勤めた後、6年半ほど東京大学の教授を勤めました。そこでも同じように、いかにして水害を防ぐのか、あるいは水害の被害を減らすのかについて研究してきました。現在の勤務先は、河川情報センターですが、今も防災情報によっていかに水害の被害を減らしていくのかについて研究しています。

水害が発災した場合の直接的な経済被害は多くの河川で推計されていますが、あわせて重要なのは、皆様の生活、あるいは社会に与える影響を評価することだと私は長年考えてきました。実は、そういったリスク評価がそれまでできていませんでした。そういった問題意識もあり、内閣府に在籍していた時から、大規模な水害が発生したら、どのくらいの人が亡くなる可能性があるのか、また、マンションの問題についても話題にあがっていましたが、特に、大規模水害のときに問題となるのは孤立の問題です。多くの人が孤立してしまうので、救助に長時間を要します。どのように救助するのか、あるいは、東京は地下鉄が発達していますが、地下鉄の構内に水が入ったらどのようになるのかなど、当時はほとんどだれもやっていたような水害リスク評価の手法開発や被害推計を行っていました。今はそういったことがだんだんと行われるようになってきています。

また、東大に在籍していた時に特に問題意識を持っていたのは、水害のときに危険なのは、直接的な浸水被害だけではなくて全電源喪失が問題となります。今、わたしたちの生活や特に身体の弱い人は、全電源喪失になると命に関わるこ

ります。海外でも、電力供給が停止したことによって多くの人びとが命の危険にさらされた事例があります。

また、高層マンションの場合、地震災害だけではなく水害の場合でも、地下に設置されている非常用電源設備が水没し、全電源喪失となったためにエレベーターが止まってしまうことがあります。全電源喪失で、ライフラインが止まってしまうことも、実際に2019年の川崎市の武蔵小杉のマンションで発生しました。そういったことに対してどのように対処していくのかについて、今、一番関心を持っています。

池田：それでは、パネルディスカッションに移ります。まず、事前防災という言葉が、皆さん、お聞きになったことがあると思います。豪雨災害に備えて、私たちは何を考え、備えておくべきかについて議論していきます。

まず、自分がどのようなところに住んでいるのかを知ることが一番大事だと思います。端戸さんから話がありました、RiskMaは、どのように活用できるのでしょうか。例えば自分がどれくらい危ないところに住んでいるのかについて知ることができますか。

端戸：現状、リアルタイムですので、どこで雨が降っているのか、また、河川の水位のリアルタイムの予測、氾濫した場合にどのエリアまで浸水するのかといった予測を公開していますので、それを見ながら、6時間先には危険とか、それならば、早めに逃げようとか、垂直避難しておこうとか、いわゆる自助と共助といわれている自分で自分の身を守るといったところに非常に役に立つと考えています。

池田：中央区でも適用できますか。

端戸：中央区でも当然適用できます。東京都の中では、特にゲリラ豪雨のようなものがRiskMaでは3時間先まで予測できるようにしていますので活用してほしいと思っています。

池田：二瓶先生からは、1階で亡くなった人が大変多いというお話や学生さんが浸水した部屋から逃げられなくなっている話を聞いて衝撃を受けましたけれど、若い人でもなかなか逃げにくいとなると、雨が降って浸水したときに逃げやすくするには、どのような対策をしておけばよいのでしょうか。

あるいは、すぐ逃げられない場合は、2階や屋根の上に逃げるなど、いろいろな方法があると思いますが、その辺りは何かお考えはありますか。

二瓶：まずは、浸水してから考えると、どうにかするというのではだめで、いろいろな災害に関する情報が、事前にいろいろと出ていますので、そういう情報を自分なりに咀嚼（そしゃく）しておいて、いざ何か起こったときどのように行動するとよいのかについて考えておくことが大事です。

とても基本的、初歩的な話ですが、ハザードマップが相当整備されていて、もちろん中央区をはじめさまざまな機関から、外水、つまり大きい川からの氾濫についてのハザードマップができています。また、内水といったさまざまな災害の種類別のハザードマップを、今、鋭意つくっているところです。

まず、そういうものを見て、今、自分が住んでいるところにどのようなリスクがあるのか、また、よく行くところ、たとえば職場や学校などには、どのようなリスクがあるのかということを知るのが、まずは第一歩だと思います。

もう一歩先に、おそらく東京都だと、子どもたちには配られていたと思いますが、「東京マイ・タイムライン」というのがあります。例えば台風が来るという情報が、状況によりまずけれども、数日前とか、早ければ1週間くらい前にわかりま

す。台風が来る何日前に、どのような行動をするのか、上陸する当日にどのような行動をするのかということ、あらかじめ自分で書いておきます。書いたものを、例えば家族だけではなくて友人や知り合いと共有するのもいいと思います。そういったものを備えておくのが本当の第一歩です。

池田：もし、浸水してしまった場合には、命が助かるための手だてといったものはありますか。

二瓶：もし自分が、例えば住んでいるところのハザードマップの浸水深の予想が 5m で、建物が 2 階建てだとすると、2 階に逃げるのは危ないということ、まず考えてほしいです。その場合は、1 階から 2 階への垂直避難ではなくて、基本的には、より安全な高い場所への水平避難を早めに行うことが基本です。ただ、万が一、避難が間に合わなかった場合は垂直避難もあります。そのときに、いろいろな家具が倒れたり浮いたりしてきて、邪魔をします。いろいろ追加で実験していくと、耐震対策が家具転倒防止に非常に役立っています。天井と家具を棒で突っ張らせる方法がありますが、あれは非常に有効で、浸水対策にもつながります。

池田：地震災害と水害の対策が両立し得るということについて、住まいに対する備えを、田村先生、もう少し何かコメントがありますか。

田村：私も、基本的には被災する前にどれだけのことをやっておくのが勝負だと思っていました。この場所がどういうリスクがあるのかを知ることがまずは第一ですし、その次に、どれだけ災害について想像できるかといったことが大切だと思います。

ただ、経験していないとなかなか想像できないので、全国の被災情報あるいは被災後に発行された資料などを見て、被災するとどうなるのか、さらにひどくなるとどうなるのかというのを、家族

会議や地域の会議などを行って皆で一緒に考えることが大事だと思います。

建物の対策という意味では、マンションは比較的下の階について気を付けていればいいと思っていましたが、浸水すると、建物自体だけではなくインフラがどうなるのかについても積極的に調べたり聞いたりする必要があります。自治体の人を責めるのではなくて、私たちもどうなるのかについて理解することが重要です。

マンションのエレベーターの閉じ込め事故の話を知ると、電気などのインフラがどうなっているのかについて、皆が興味を持って調べておくことも大切だと思います。

池田：まずは、ライフラインについて考えておかなければいけません。例えば、長野県を流れる千曲川ですか、流された家は、機密性の高い家のような気がします。つまり気密性が高いと浮きやすく流されやすいのではないのでしょうか。また、屋根裏から天井の屋根のほうに逃げられない構造になっているのではないかと思います。今後は、建築の立場から、逃げやすい住宅をつくることも必要になってくるのではないのでしょうか。その辺りは、日本建築学会などでもいろいろと考えていますか。

田村：確かに重要な話です。ただ、少し考えなくてはいけないのは、浸水の恐れがあるときに、安易に家にいれば命が助かるという誤解は招かないようにした上で、いざというときには、脱出できるように考えておくことが重要です。

長野の事例でも、ヘリコプターで助けられた人の話を聞きましたが、無理やり隙間を開けて屋根によじ登ったらしいです。特に、平屋の建物の場合、浸水深が 3m を超える可能性があるところでは、最後の奥の手としての避難所として屋上や上にベランダのようなものをつくっておいて、いざという時に逃げられるようにしておくことは有効です。

池田：万が一のことは考えておかななくてはなりません。前川さんは都心に住んでいますが何かコメントはありますか。

前川：地元中央区民としての回答となるかもしれませんが、マンション住民、それから私の母が災害時要配慮者に該当しますので、そういった家族がいる中での対策として、今やっていることが3つあります。

1つは、水の問題です。マンションは基本的には圧送ポンプ、つまり電気で上に上げる形式をとっています。中央区のマニションは大体12から13階建て、もしくは、前面道路が大きいところは大体15階建てになっています。20年くらい前に施行された中央区の定住化施策で、街並み誘導型地区計画と養成期間を実施した結果、大きな道路に面している場所では、12、13階建てなどが建てられるようになりました。これは定住化を促進する上で良いことでした。

今度、地区計画で建物の中に上限の高さを定められるとどうなるかという、マンションディベロッパーは、建物高さ制限内で容積を消化できるよう、まず上から部屋を割っていきます。そうすると、最後は一番下の階は、ゴージャスなロビーを造り、そこからだいたい階段でいうと3、4段下げた1階部分に受変電設備を置いています。

つまり、ハザードマップをみると中央区は浸水深50cmの場所がたくさんありますが、土嚢などで止めていないと、受変電設備のある床に水が流れてしまいますので、1階から階段で3、4段下がったところにある駐車場や駐輪場の横に、例え20cm上げたところに受変電設備を置いていたとしても浸かってしまい使えなくなります。そうすると、エレベーターが止まり、上層階にいる私の母はエレベーターで下りられませんし、水道の圧送もできません。そのため、私が母の家に行ったときは、500mlのペットボトルのミネラルウォーターを備えておくなど、母がいつでも水を摂取できるよう

にしています。

また、マンションでの在宅避難生活の場合は「上層階籠城」になったときの一番悩ましいところが2点あります。まず、トイレの問題です。トイレは、上からポンプアップした水を下げて流します。小だけだったらいいのですが、大は流すわけにはいきません。ネットのついた簡易用のトイレが売られてはいるものの、いつかはだんだんたまっていけますしガスも発生します。汚物を圧縮袋に入れて捨てられるようなものを、それぞれの家庭で備蓄されていますか。上層階から下層階に水が流れたとしても、また、圧縮袋に入った汚物を集中ごみ置き場に持っていったとしても衛生面で問題があります。

最後は通信の問題です。電気が使えなくなると、たとえスマホやWi-Fiが復旧したとしても、私の母と連絡がとれなくなってしまいます。そのため、災害時に使えるようにキャンプ用のソーラーパネルなどをベッドの周りに置いて、電気が使えるようにしています。

建ってしまった建物に対して、電気などといったライフラインが使えない時の対策はとても難しいですが、ソフト対策といった自助で頑張れるところだと思います。

ただ、1点だけ、今一番怖いと思っているところがあります。これは、ステイホームがあったため、家にキャンプ道具があると思います。このキャンプ道具で、火を使ったことにより火災が発生した時、母は上層階から、どうやって下の階まで、要配慮者施設に逃げるのかということがとても心配です。昔の阪神・淡路大震災で発生した「ろうそく火災」が、水害の場合に発生する可能性があります。心配になっています。

池田：2019年の東日本台風（台風19号）のときに、多摩川の周りで大きな水害が発生して、マンションの地下1階が水没して若い人が亡くなりました。つまり、こういったことが今後起こり得る可能性

があるということです。だからこそ、マンションで起こり得る災害を早くお知らせすることを考えないといけないのかもしれませんが。また、半地下や地下がある住居は水に対して危険であることを知ってもらう必要があるかもしれません。

田村先生、その辺りは学会や建築関係の協会などで何か周知する活動はされていますか。

田村：学会や協会ですということではありませんが、さまざまな自治体で「半地下や地下のある建物は注意しましょう」「閉じ込められないように気を付けましょう」といった内容のリーフレットなどが出されています。ただ、配ったことで効果があるのかはわからないので、もっとブッシュ型といえますか、より強くメッセージを出さないといけないと思います。

こういったリーフレットが出ているにもかかわらず、なかなか皆さんに重みを持って伝わってないので、周知に少し力を入れるべきだとは思いますが。

池田：被災をまったくなくするのはなかなか難しいので、被災をどのように受け止めて、それに対してわたしたちはどのように対処していくべきか、どのように行動をすればいいのかということが課題だと思います。

池内さんは、その辺り、何かお考えはございますか。

池内：私の仕事は、これまで水害対策が中心ではありますが地震や火山対策といった防災対策もやってきました。その中で感じますが、日本人は、地震はとても心配するのですが、地震と比べると水害を軽く見ていると感じます。ところが、近年の状況を見ていると、気候変動により今後、温暖化で水害が頻発していますし、今後水害のリスクがさらに高まっていくと想定されます。

そういった中で重要なのは、シンプルですがハ

ザードマップ、例えば「重ねるハザードマップ」で自分の家の位置にカーソルを合わせてクリックすると氾濫時の浸水深が表示されます。そういったものを見て、実際に水害が発生したときに何が起こり得るのかということを、具体的に想像することは非常に重要です。

実際に、例えば、2019年の台風19号の災害では、川崎市のマンションの1階で住民が溺死していますし、武蔵小杉では47階建てのマンションの地下室に浸水して全電源喪失となり、エレベーターが使用なくなってしまいました。また、上水道もトイレも使用なくなりました。

ほとんどのライフラインが使用できない状況で、高齢の人も47階から1階までトイレに行くため、もしくは水を運ぶために行き来しなくてはなりません。そうならないためにも、自分のマンションが水害時にどうなるのか、例えば一番身近な対策として特に電源をどう確保するのかなどについて考えておくことは非常に重要です。

電源について考えておくことが2つあります。1つ目は、通常の商用電源がどうなるのかです。2つ目は、非常電源設備が地下や半地下に設置されているところが多いので、地震では結構持ちこたえますが、水害になると全電源喪失になる可能性が高くなります。そうすると、高齢者福祉施設はもちろんのこと、高層マンションや病院といった施設では機能支障をきたすこととなります。2つ目は、市役所も水に浸かると、今度は地域の災害対応に支障をきたします。そのため、そのような施設では、大規模な水害を想定した場合に、最低限の機能を確保できるようにしておくことが重要ではないかと考えています。

池田：最近、市役所が被災しました。地震対策は行っていました浸水対策は行っていなかったそうです。昔、私は土木学会で災害の対応を検討していましたが、大部分の人は地震のことしか考えていませんでした。水・土砂災害はどうするのだと

いったら、「えっ」というような感じでした。

近年の世界の災害のデータを見てみると、地震災害は変化がほとんどありませんが、ヒートウェーブ（熱波）と、水・土砂災害が着実に増えてきています。気候変動と非常に深い関係があると感じます。

被災してしまった場合に戸建て住宅ですと、泥が入り、時間が経つとカビが生えて健康上に大きな問題がありますが、それに対して、建築では何か対策を検討していますか。

田村：事前の対策としては、例えばその場所、部位にもよりますが、乾燥しやすくするという方法が従来からとられています。被災地で実際に行っている一番手っ取り早い方法が、例えば床とか壁をすべて剥がすという作業があります。

ただし、そういうことをしないで、なるべく早めに住めるように、また軽微な浸水のときにそこまでするのは大変という場合には、床を剥さないでどのように乾燥させるかといった方法として、換気孔や点検口をうまく利用するとか、事前の対策として壁の中に断熱材を張ってあると簡単に乾燥しないため、最終的には剥がす必要がありますが、一時的に乾燥しやすくするため隙間をつくっておくなどといったことがあります。

今後の話になりますが、具体的にどのくらいのを、どうすれば、どのくらい乾燥しやすいのかといったことを研究していると思います。被災地の工務店の人から聞くなど経験的にはある程度、情報が得られていますので、そういう情報をいかに全国展開するのかということが重要だと思います。

池田：以前、浸水被害にあったお宅にアドバイスをしたら、うまくいったという話もありましたので、そういう情報も皆さんに知ってもらうのは、非常に重要なことではないかと思っています。

田村：はい。そのとおりだと思います。その辺を、例えば技術者、あるいはさまざまな団体で取りまとめたものを積極的に広く公開することで、具体的に最前線で作業されている工務店の人などと情報共有して展開していくことで、情報が建物所有者にも展開されるという流れがいいと思います。

前川：マンション住民からすると、今の状態で、事後対応、つまり水害で被災したマンションで何かしろといわれても準備をしていないのでできません。今後は事前に対策をすることを前提に事後対応を考えていかないと、非常に厳しいと思います。

二瓶：事前対応が第一ですが、対応できないのが現状です。そういうことを考えたとき、いくつかありますが、人的被害という観点でいきますと、直接洪水が発生した時に亡くなる人もいますが、その後亡くなる人、つまり災害関連死が多くいます。

水害ではないですが、熊本地震ですと直接亡くなった人より、災害関連死のほうが多分4~5倍くらいは多かったと記憶しています。そう考えた時に自助だけでできることはそれほど多くないのかもしれない。特に、東京23区のマンションに住んでいる人たちは、マンション同士の連携がとれていれば、「あそのマンションは使えるから少し融通を利かせよう」といった、最悪の事態を防げるような共助があるといいと思います。

また、戸建てだと乾燥などといった事後対応をしっかりとすれば、数カ月後には元どおりの生活ができると多くの研究者がいています。しかし、それが一般の人にほぼ伝わっていないと、建築の先生からも聞いています。

情報発信の仕方もありますが、事後対応をしっかりとすれば住めることを、一般の人にまず理解してほしいです。

池田：2019年の東日本台風（台風19号）のときに、私の家の周りでも水害に遭ったところが多くあり、マンションの地下が水浸しになって、駐車場が全部使えなくなったという話を聞きました。見に行ったら、何も浸水対策をしていなかったのです。そのマンションは、昔の明治時代の地図を見ると小さな川の水源みたいなところに建てておきながら、何の対策もしてないという状況でした。その後、また見に行ったら、止水板を付けてありましたので、これからはたぶん浸水を防げると思います。自分がどこに住んでいるのか、水害が発生した場合どのようなことが起こるのかについて、皆さんが少しずつ理解して、ちょっと対策すれば防げることもありますし、まずは、そういうことから始めていく必要があると思います。

端戸：対策に関しては、洪水というのは規模がそれぞれまちまちですので、特に例えば、中央区に関しては、神田川があふれた場合どうなるのか、荒川が破堤した場合どうなるのか、といったことを考えるのも重要だと思います。

特に神田川の氾濫は、汚水混じりの水が家の中に入ってくるので止めたいです。荒川の氾濫についても、中央区はハザードマップを公表しており、荒川のどこで破堤したらどうなるのかについて記されています。

実際にハザードマップをみると、荒川沿いの、ここからはかなり遠い板橋区高島平で破堤しても、中央区まで届くことがわかります。ただ、その場合は浸水深が浅いです。逆に北区の岩淵水門辺りで破堤すると非常に深くなるといったように、同じ洪水でも場所や雨量によって浸水の規模がまちまちですので、いきなりすべてに対応しようとすると厳しいですし、段階的に少しずつでもやっていくという意識が非常に重要だと思います。

池田：段階的というのは非常に重要な概念で、一気にすべてがだめになるということではなくて、ち

よつとしたことで防げるとか、もう少し水深が深くなるとこういった対策をしなくてはいけない、あるいは5mくらい浸かると住むのは難しいといった多段階の考え方を導入していく必要があると思います。その辺りはいかがでしょうか。

池内：私も多段階の考え方は必要だと思います。ハザードマップを見て最大クラスの洪水が発生した場合、もうできることがないと思ってしまうかもしれませんが、堤防の決壊箇所によって全く浸水深が違います。そのため、いざ災害のときにどこを見れば洪水の状況がわかるのかを普段から把握しておく、例えばこの辺で破堤したら自分の家に水が来そうだから何か対応しようかという発想になります。ぜひ、具体的にはハザードマップだけではなくて、浸水ナビや、どこが破堤しそうなのかといったことがわかる水害リスクラインの情報を見ると、いざというときに的確な対応ができますので、ハザードマップだけを見て思考停止にならずに、それ以下の水害も結構多いので、さまざまな情報を得て、具体的に対応策を考えておくといいと思います。

では、具体的に何をするのか。例えば、家の中に泥水が入ると大変なので、例えば緊急の手段としては、ゴミ袋を二重にして水を入れたもので外とつながっている開口部をふさぐだけでも被害を軽減できますし、トイレなどからの逆流による浸水を防げますので、「いざ」というときの対応方法も勉強しておく、実際に洪水が発生したときの被害も違います。

池田：これからは、住民の皆さんにお願いするだけではなくて、企業や行政も、災害に対してどのように貢献するのもも含めて、いろいろと考えておかないといけません。

また、研究者や技術者はどういうことを考えて、何をやっておかなければいけないのかについても考えておかななくてはなりません。これからは、災

害について「自分事」として捉えていただくことについて話し合います。

田村：やらなければいけないことはたくさんあるのですが、まずは対策として情報を展開することが重要だと思います。

具体的にどのような対策を、どのようなタイミングで行っていけばいいのかというと、例えば全国の工務店の技術者に対してもう少し広く全国を見て得られる知見を整理して情報を提供する必要があります。

もう一つ、私たちから見てちょっと知りたい情報もあります。さっきのインフラ関係の話ですが、情報がわかりにくい感じがします。例えば、こういう浸水があったときに、「このようなことが起きます」という情報が、インフラ関係についてほしいです。

そうすると、電気はこのくらいで止まるから、こういったことに気を付けなくてはいけないといったこともできますし、下水道を使えない可能性があるとか、どのくらいになると危ないのかといったことを知りたいと思っています。

二瓶：私たちに何ができるのかについて、3点お話しします。

まず、1つ目は、適切なリスク情報を適切にお知らせすること、また、もう少し整理整頓することがもっと必要なのだろうと思っています。

池内先生の話をもとに補足すると、ハザードマップという、考えられ得る最大の雨が降ったときに浸水深や浸水の規模、範囲が出ているものですが、併せて、例えば10年に1回くらいの雨だと、どれくらいの浸水が発生するのか、30年に1回だと、どれくらいの浸水が発生するのかということ、例えば国土交通省では水害リスクマップと呼んでいますが、最近、さまざまな機関からリスク情報が出されています。想定される最大というと、例えば1,000年に1回だと長期間ですが、10年に1回

とか30年に1回といわれると、私たちのライフサイクルの中で何が起こるのかを現実的に考えられますので、そういう情報を見てほしいです。

同じリスク情報の発信についてですが、よく大雨が降るときに、気象庁から、「大雨警報」、「大雨特別警報」、「竜巻注意報」、「洪水警報」、などといった情報が出ます。気象庁としては、すごく正確・適切に発信していますが、受け手がおそらくついていけないというのも事実です。解決策は2つしかなくて、1つは、もっと簡単な情報を出す、もう1つは、受け手である住民、つまり私たちが、普段からちょっとずつ慣れてほしいです。私としては、できれば、皆さんにも普段から慣れていただくと、すごくいいと思っています。

2つ目は、マンションに多い話ですが、2019年の東日本台風によって発生した武蔵小杉のタワーマンションの浸水や、2023年9月の台風13号によって日立市役所が水没し地下が浸水したため、さまざまな機能が失うなどといったことがありました。浸水についていろいろといわれているにもかかわらず、まだまだ被災しているのが現状です。1つの洪水という災害だけではなくて、その後、連鎖的に発生するかもしれないさまざまなインフラの被害に対してマルチハザードといったことを、より考えていかななくてははいけません。それが、私たち研究者のやるべきことで、どういうリスクがあるのかについてももっとしっかり提示しなくてははいけません。

3つ目は、私は大学で働いていますので、いつも授業で学生に今日お話しした内容の話をします。20歳前後の学生たちには、「水害が発生したら、こんなことになるよ」ということを知ってもらうとともに、将来にわたる住まい方、例えば災害が起こる立地にあるわが国において、浸水深2mと想定されているところに900万人とか1,000万人という人が、日本全国でも住んでいます。

しかし、被害が想定されているけれど、実際に

被災しないと考えられる場所もちろんあります。また、そういう住まい方を国全体として根本的に考えていくのは、すごく重要で、特に若い人に事実を知り考えてもらうことが大事だと思います。

教育という視点で3点を述べさせていただきます。

前川：今日のパネルディスカッションに向けて、もう一度改めて、中央区のホームページを見直しました。そうすると、中央区のホームページには、高層住宅やマンションの防災対策について、いろいろとリンクが張られています。そして、上から順番に見ていくと、そのほとんどが地震対策です。

ただし、1つ見つけました。マンション防災パンフレットの改訂版『今始めよう、マンション防災』には風水害対策編として4ページ記載されていました。ただし、受変電設備が使えなくなります、エレベーターは動きません、ハザードマップを見ましょう、避難生活や避難行動はどうしましょうといった4つの事項しか書いていないです。

その理由としては、浸水対策はまだ始まったばかりだということです。高い頻度で繰り返される風水害の中で、都心であろうが、地方都市であろうが、行政や地域が取り組むべきことを、マンションや戸建て、事業者（事務所・店舗）といったように分類し、課題と対策について、どれができるのか、何をすべきかなど、例えばショッピングメニューみたいなチェックリストを地震災害並みにつくる必要があります。

私は今、マンションの理事会の理事長ですので、先月（10月）の理事会において、二丁目町会に入ること決議しました。その理由としては、首都直下地震時などの大規模災害時には町会で相互協力がしたいと考えているからです。

風水害時においても浸水被害があった被災地域は運命共同体ですので、複数のマンションでも協力するし、戸建ての人たちとも協力します。現状は、昔から住んでいる一戸建ての町会に加入して

いる人たちが高齢化しているにもかかわらず水害時の避難所運営される人もいます。そういうときに、私ぐらいの50歳ぐらいの人間が1人行けば、もしかして役に立つかもしれないです。

また、住宅に限らず、事業所の大きなビルや中小のビル、古いビルも、すべて運命共同体です。ビルは地下街でつながっていると1つのビルが一生懸命止水板を設置しても、ほかのビルや地下街を経由して水が流れてきて、受変電設備が浸水してしまいます。そういったことを防ぐためにも実際にリスクを空間的に見て、管理者同士が横断的にできることをしっかり整理することが重要です。ハードもそうですが、運命共同体として、しっかり事前に情報を共有しておけば事前に準備する時間がありますが、発災から数時間前に初めて話し合いをしてもたぶん間に合わないの、ふだんからしておく必要があります。例えば、「地下街があるから事業所同士は運命共同体」、「マンションも戸建ても多いけれども、町会は何かあったら大変」、「みんなトイレに来るから大変」といったことを共有し対策を考えることが大切です。

だから、この1年くらいかけて、「町会員をもう少し増やす」、「イベントだけでも参加しましょう」などといった関係が構築できるといいです。

技術者としても、RisKmaといったテクニカルな技術もありますが、私自身は地元の防災のアドバイザーもしており、「地域に根差した技術屋さん」、「風水害について語り部となって入っていく技術者」といった存在を増やすことも重要だと思います。

端戸：企業として、私は中央区民ではないです。大雨と地震とは異なりますが、社員は出社しないということが大事だと思います。そういった、極力地域に迷惑をかけない範囲で協力しながら、また、地震の場合は突然発生しますので連携していくことが重要だと思います。

技術者としては、先ほど RisKma の話を挙げまし

たけれど、正確な情報発信をいかにしていくのかということが重要だと思っています。特に、どれだけ早く予測して発信できるのかといったことが重要ですので、そういった技術開発にかなり力を入れて取り組んでいます。

国土交通省も含めてですが、予測を外すことを非常に恐れている、わかってはいたけれども情報を出すことができなかったということが結構あります。予測を外すと、市民から、「空振り」、「うそつき」、「狼少年」といったようなことをいわれてしまうので萎縮して出さないのが現状です。これからは、皆さまの考え方として、予測が外れて大丈夫だったときには、「空振り」ではなく「素振り」と思って、訓練したくらいの気持ちでいてくれると、行政側や企業側も、少し気が楽になって情報が出しやすくなると思います。

池田：最後に、池内さんから、行政の経験も含めて、今日の講演やパネルディスカッションについてコメントやアドバイスをお願いします。

池内：行政ですが、今大きな課題になっているのが、情報提供のあり方です。さまざまな名称の情報がたくさんあります。そうすると、住民がそれぞれの情報に対応してどう行動すればいいのかがわからないということがしばしば起こっています。

そこで、最近の方向性としては、警戒レベル相当というのも設けています。簡単に言いますと、5、4、3です。5は黒、4は紫、3は赤です。赤は、高齢者等避難と一般の人は避難準備、紫は一般の人も全員避難、黒は、災害が発生している、もしくは切迫している状況なので身近なところで身の安全を確保する、といったように、統一化することを気象庁や内閣府等の防災部局が進めています。5、4、3、黒、紫、赤で、そのときに具体的に何をしたらいいのかということ、まずは理解しておくことが一番重要であるということです。

それから、2点目としては、最近、特に防災の拠

点となる市役所が水没して、災害時の応急対応に支障をきたすといったことが、毎年のように発生しています。重要なのは、市役所はいざというときの災害対応の最後の砦になりますので、浸水区域や土砂災害の危険区域にある場合には、被害を受けた際の対応策を検討しておく必要があります。

まずは、代替のオペレーションの場所を決めておくことが重要です。そういう場所を事前に契約しておくなどといったことを含めた市役所のBCP（事業継続計画）をつくるのが重要です。

これについても同じ状況で、地震を対象としたBCPの策定は進んでいますが、水害を対象としたBCPがまだまだ十分ではありません。市役所のBCPには重要6要素があります。これを落としてはいけないのですが、重要6要素すべてを満たしているのは、全体の3割程度にしかすぎません。今後、重要6要素を含む水害を対象とした市役所のBCPをつくっていく必要があります。

また、企業も同じです。企業の側でも水害を対象としたBCPを作成する必要があります。最近の水害を見ていると、その企業自体が直接的な被害を受けることがもちろんあります。それに加えて、例えば2018年の岡山で発生した水害では、アルミの製錬工場が浸水して水蒸気爆発を起こし、溶けたアルミと建屋の部材が四方八方に飛び散ったため周辺の民家を壊した上に、火災が発生し、さらに爆風で窓ガラスが割れてけが人が出るといったことまで起こっています。

また、同じく2019年の佐賀の水害では、工場から油が流出し、それが民家や病院などにへばりついてしまいました。さらに、油が流出したため油を含んだ水を下流側に排水できなくなったことから、浸水が長期化しました。企業の被災だけではなく、2次的に社会的な影響が多く発生しています。だからこそ、企業の責務としては、自らのBCPに加えて、自分が被災したときに社会に対して悪影響を与えないための対策を講じておく必要があります。

一方で、最近すばらしい事例も出てきています。災害時に企業の社会貢献の一環として、電気自動車を電源の代わりとして派遣することが、最近になって増えてきています。そういう意味では、二次災害を起こさないということに加えて、一方で、災害時に企業も社会貢献できることがありますので、地域社会に対して貢献していくといった面でも、知恵を出してほしいと思います。

池田：BCPは非常に重要な課題で、日本を代表する自動車メーカーも、国内外で水害に遭っては稼働が止まるということが結構あります。日本では多くの経営者が水害についてあまり考えていないというのが現状だと思います。

では、フロアからの質問、意見についてお答えします。1つ目の質問は、地震とか豪雨の複合災害が発生した時にどのように対応すればよいでしょうか。

二瓶：通常ですと、洪水は洪水、地震は地震といったように、単独で発生しますが、それぞれが同じ場所、同じ時期に起こったらどうなるのかについては、たぶん、今でも考えられていないリスクが生じるのではないかと考えています。

昨年（2022年）、東京都では強靱化プロジェクトでさまざまな風水害や地震、火災といったハザードのメニューの中に、複合災害も挙げていました。東京都でも複合災害のリスクが認識されつつあるようです。ただし、より複合化したマルチハザードが発生したリスクは、どこでどのように増大するのかについては一つひとつケースごとに調べていく必要がありますので、今後の研究や技術開発も含めて大きな課題だと思っています。

池田：2つ目の質問です。住宅の浸水後の臭いの問題について、有効な対策がありますか。また、止水板は一般の人でも購入できるのか、また、設置する高さや費用はどれくらいでしょうか。

田村：今までの臭いの問題になった事例は、浸水後すぐに乾燥させなかった場合です。例えば、床下浸水が5cm程度だけだからといって、放置したまましばらく普通に生活していると臭いが出たということがあります。壁の中が浸水してしまった場合、壁をすぐ剥がして乾燥させるといいのですが、大丈夫と判断して周囲や床の掃除だけしかしていない場合があります。断熱材は、放っておくとすぐ乾きますが、壁の中に入ってしまうと乾きにくくなるので、通常は早く掃除して乾燥させる必要があります。そうしないと臭いが出てしまいます。

また、止水板は市販されています。少なくともホームページをみると10~20社くらいのメーカーからいろいろなレベルのものが出されています。それこそ簡易的なものでいうと、土嚢があり一番安いです。

性能は、浸水深や1時間当たりの水漏れといった数値を出すといった規格がありますので、そのJISの規格に沿って考えればいいのですが、どちらにしても1mや2mの浸水深を超えるようなものに対しては、一般の人は気をつけたほうがいいです。浮力の問題もありますし、試験をしているのかを確認してから施工した方がいいと思います。

池田：断熱材は、相当注意する必要があります。一見、外見から見て大したことがないように思えても、中では水が抜けていけないので、だんだん住宅がやられてしまいます。

田村：繊維系の断熱材のグラスウールは捨てなくてはいけません。発泡スチロール系といった固形は再度使えますが、少なくともいったん剥がさないと乾燥しないという場合が多いので、とにかくすぐに乾燥させるのが臭いを防ぐカギとなります。

池田：次の質問です。合意形成について、質問者はハザードエリアに住んでいるようです。内水氾濫で大きな貯留施設を設置するのも解決策の1つだ

と思いますが、恩恵が受けられない住民は、立ち退きなどの問題から反対する場合があります。どのようにしたら住民と合意形成できますか。

池内：水害対策で難しいのは、対策を講じる場所と被害を軽減する場所が違う場合が多いということです。例えば、洪水調節のために水を貯める施設を整備することがありますが、整備箇所の住民は立ち退きをしなくてははいけません。しかし、自分たちは立ち退きするだけでメリットはなく、下流側の住民が恩恵を受けることから、用地買収に支障をきたすことはよくあります。

重要なのは、恩恵を受ける地域の人が負担を強いられる地域の人に対して、少なくとも感謝の念を持ち、何らかのものを負担することが望まれます。

しかし、それでもなかなか理解を得られないので、根気強く、長い年月をかけて社会的な必要性を説明しているのが現状です。これは、一朝一夕ではいきません。最初は、叱られるし、怒られるし、それだけで済まない場合もあります。それでも、世のため、人のため、後世のために何が良いのかということ、根気強く説いていく必要があります。誠意を持って対応していくこと、上・下流の住民が交流していくことが必要です。簡単な解決策はありません。

池田：私は、技術者倫理も研究していますが、どちらかというと昔の土木技術者は、「専門家がやっているから、意見を聞かなくてもいい」というやり方だったと思います。しかし、今はリスクも含めたコミュニケーションをしっかりとって進めていくことが、一番求められていると思います。つまり、双方向のリスクコミュニケーションが非常に重要ではないか思います。

最後になりますが、わたしからコメントさせていただきます。

今日のセミナーですが、まずはリスクを知ることが最初に求められます。その場合には、ハザードマップや当社の開発した無料で使えるRiskmaを使って、自分がどういうところに住んでいるのかをまず知っていただきたいと思います。

それに応じて、何が起こるのかを想像し、あらかじめ考えておいて対策をとってほしいです。また、自分が避難する必要がでてきた場合を想定し、家族で話し合っただけでタイムラインをしっかりとっておく必要があります。台風の場合ですと、地震と違って2、3日前から大体何が起きそうだとわかってきますので、あらかじめどのような行動をとるのかを考えておくことが大事です。

住宅の対策についてもお話がありましたが、多岐にわたります。低層住宅というのは割と話がわかりやすいですが、高層住宅は、さまざまなことが起こるといことがわかりました。例えば、エレベーターが止まるだけではなく、ライフライン全体が使えなくなります。そうすると、高層階に避難をしても、その後の生活はしばらくできない可能性があることを理解しておく必要があります。

また、池内さんから指摘のあったBCPですが、何か起きたときに事業継続をどのようにするかについて、自分のことだけではなくて周りにどのような影響を与えるかについても一緒に考えておく必要があると思います。

今日のセミナーを参考にして、自分事として捉えて、もし水害に遭ったらどうすればいいのか、あるいは、どのように対応していけばいいのかについて、あらかじめ考えておいていただくのが非常に重要ではないかと考えます。

それでは、パネリストの皆さん、どうもありがとうございました。

以上

国土文化研究所年次報告 2023 (VOL.22)

2024(令和6)年8月19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/>