

安全問題討論会' 23
論文・報告
資料集
(暫定版)

公益社団法人 土木学会
安全問題研究委員会

序

土木学会安全問題研究委員会では、定期的に安全問題討論会を開催して、土木ならびに関連分野の安全問題について、分野横断的に自由に意見交換が行える場を提供しています。本年は、本日（12月18日）、3年ぶりに対面で開催することとなりました。

我が国の建設業界を振り返ると、工事現場での事故や労働災害は、関係各位の不斷の努力により件数自体は減少傾向にあります。しかしながら直近では、

- ・東京駅の近くでつるされた梁から落下した鉄骨の下敷きとなり、2名の作業員が死亡
- ・JR北陸線で作業中、はしごから転落して作業員1名が死亡
- ・山形で20代の作業員が熱中症で死亡
- ・群馬県で足場解体中に18メートル転落して作業員1名が死亡
- ・工事現場の掘削した穴で作業中、壁面が崩れて土砂に埋まり作業員1名が死亡

などの毎年のように発生する繰り返し型の死亡事故が報道されており、「不安全な状態や行動の見逃し」が主因と思われる労働災害が散見され、企業や組織の安全に対する意識が問われ続けています。そこで、建設業界では、働き方改革の一環として、ICTの活用、機械化・ロボット化、DXの導入による施工手順の最適化、工期短縮、労力削減、作業環境の改善などが進められています。このような改善工夫が現場の技能労働者の減少を補填し、安全環境の向上に幅広く貢献していくことが強く望まれます。

一方、近年の我が国は、これまでに例を見ないほどの大規模自然災害に繰り返し見舞われており、被災地域の痛ましい惨状には目を覆うばかりです。今年は関東大震災から100年にあたり、南海トラフ巨大地震の発生が懸念される中、

- ・5月5日の石川県能登地方を震源とする最大震度6強の地震により、死者1名（重傷者2名、軽症者46名）
- ・5月11日の千葉県南部を震源とする最大震度5強の地震により、死者はなかったものの軽症者9名

などの被害が報告されている。さらに風水害でいうと、

- ・6月2日の梅雨前線による大雨および令和5年台風第2号により、静岡県で2名、愛知県で1名、和歌山県で2名、沖縄県で1名の死者（重傷者5名、軽症者44名）
- ・6月29日から大雨により、富山県で1名、島根県で1名、山口県で1名、福岡県で5名、佐賀県で3名、大分県で2名の死者（重傷者5名、軽症者11名）
- ・令和5年台風第6号（8月6日～10日）により、沖縄県で1名の死者（重傷者6名、軽症者93名）

などの被害が報告されている。被災地域においては一日も早い復旧復興を願うと同時に、

人々の安心・安全な暮らしを確保するための防災への取組みの重要性が、あらためて問われています。このような状況の中で、地形や人口分布等の地域特性、治水治山のための施設や構造物、異常気象や地震への備えと情報伝達、リスクの把握と見える化など、土木技術者としてハードとソフトの両面から「強くてしなやかなニッポン」を作り上げていくことに努力していくことが重要であると考えます。

以上のような状況から、これまでの討論会では、建設工事と危機管理、防災教育、自然災害による被害軽減など幅広いテーマについての発表を通じ、研究者や技術者の方々の意見交換によって、安全問題を多面的に捉え、課題の解決に貢献して参りました。本年も例年通り「労働安全・工事安全」「地域安全・地域防災」「防災対応・避難計画」「防災情報・安全情報」などに関する論文の投稿があり、厳正な査読を通過した 18 件の論文について、討論会において発表していただく運びとなりました。この 18 件の論文については土木学会論文集 F6 の特集号（2023 年 12 月 18 日発行予定）に掲載されます。また上記の論文以外にも、4 件の報告に加えて、安全問題研究委員会のもとで活動している 2 つの小委員会（土木工事安全小委員会、地域安全小委員会）の活動状況の報告もさせていただくこととしました。また、本年から新たにデザイン部門も新設しました。デザイン部門では、安全問題に関連するプロダクト・模型・スライド・パネル等に関する成果物を共有することを目的とした部門であり、11 件の様々な取り組みについて紹介していただくこととなり、活発な意見交換がなされることを期待しております。さらに、この討論会への参加のモチベーションを高めるため、「安全問題討論会論文賞」「安全問題討論会論文奨励賞」「安全問題討論会優秀報告賞」も新設することとしました。今後も引き続き安全問題討論会の充実に努めてまいりますので、ご支援ご協力のほどよろしくお願いいたします。

最後に、各論文をご投稿いただきました皆様、そして発表いただきます皆様には、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。この「安全問題討論会'23」が、各分野で安全問題に取り組まれている研究者や実務者の皆様にとって、より有益な情報共有の場となり、発表していただいた論文・報告・作品が土木学会会員および安全問題研究に取り組まれている方々への貴重な資料となることを祈念しつつ、序とさせていただきます。今後とも皆様のご支援とご協力をお願い申し上げます。

2023 年 12 月

土木学会安全問題研究委員会
委員長 広兼 道幸

目次

土木学会安全問題討論会' 23プログラム	1
----------------------	---

論文（労働安全・工事安全）	5
---------------	---

1. 「360度映像を用いた建築作業ハザード知覚訓練のメディア形態と提示装置による効果の比較」の概説 6
高橋 明子(労働安全衛生総合研究所)・三品 誠(有限会社 サイビジョン)・菅間 敦(労働安全衛生総合研究所)
2. 「過疎地域における貨客混載拡大策の検討-自治体アンケート調査によるケーススタディ」の概説 8
永田 臨(愛媛大学大学院)・坂本 淳(高知大学)
3. 「建設工事の安全管理に用いられるリスクアセスメントに関するFRAMにおける半定量化手法の提案」の概説 10
友時 照俊(香川大学大学院)・井面 仁志(香川大学)・高橋 亨輔(香川大学)・白木 渡(香川大学)
4. 「労働災害防止のためのアンサンブル学習による斜面崩壊の異常検知」の概説 12
中根 良太(東京都市大学大学院)・平岡 伸隆(労働安全衛生総合研究所)・中條 優樹(東京都市大学大学院)・吉川 直孝(労働安全衛生総合研究所)・伊藤 和也(東京都市大学)
5. 「急傾斜対策工事現場での労働安全マネジメントとしての斜面ガイドラインの適用と機械分野の労働安全マネジメント手法との比較」の概説 14
柴田 達哉(柴田地盤問題研究所)・伊藤 和也(東京都市大学)・吉川 直孝(労働安全衛生総合研究所)・平岡 伸隆(労働安全衛生総合研究所)

論文（地域安全・地域防災・レジリエンス）	16
----------------------	----

6. 「令和元年台風19号における武石川と余地川の橋梁被害の要因分析とリスク評価」の概説 17
近広 雄希(信州大学)・大野 紅実(信州大学大学院)・市来 拓士(信州大学大学院)・豊田 政史(信州大学)
7. 「既存樹木の防火効果に関するシステム論的研究」の概説 19
二神 透(愛媛大学)
8. 「基礎自治体職員の災害レジリエンス向上に関する一考察」の概説 21
坂田 朗夫(豊能町役場)・川本 篤志(株式会社荒谷建設コンサルタント)・井面 仁志(香川大学)・白木 渡(白木防災Lab)
9. 「災害発生時における宿泊施設の活用事例とその課題に関する考察」の概説 23
大西 晶(株式会社志摩地中海村)・湯浅 恭史(徳島大学)・上月 康則(徳島大学)・中西 敬(徳島大学)・松重 摩耶(徳島大学)

論文（災害時対応・避難計画）	25
----------------	----

10. 「南海トラフ巨大地震津波に対する都市部での交通観測データを利用した車避難シミュレーション」の概説 26
大石 裕介(東北大学)・広上 新(富士通株式会社)・新出 孝政(富士通株式会社)・田上 直樹(富士通株式会社)・古村 孝志(東京大学)・今村 文彦(東北大学)
11. 「大規模地震直後における避難経路での人流交通閉塞の防止対策～名古屋駅周辺地区のシ

ミュレーションに基づいて～」の概説……………	28
中村 栄治(愛知工業大学)・小池 則満(愛知工業大学)	
12. 「特別支援学校における避難所運営計画の現状と課題に関する研究～徳島県内の特別支援学校をケーススタディとして～」の概説……………	30
扶川 巧真(徳島大学大学院)・金井 純子(徳島大学大学院)・白山 敦子(徳島大学大学院)・小川 宏樹(徳島大学大学院)	
13. 「令和4年8月9日からの豪雨による青森県鯉ヶ沢町の保育園での避難行動と保育継続」の概説……………	32
中野 晋(徳島大学)・西村 実穂(東京未来大学)	
14. 「令和4年台風15号による断水時の透析医療機関等の対応と今後の課題」の概説……………	34
湯浅 恭史(徳島大学)・宮地 武彦(しみず巴クリニック)・蔣 景彩(徳島大学)・上月 康則(徳島大学)	
論文(防災情報・安全情報・安全教育)……………	36
15. 「条件の違いが盛土の滑動崩落に与える影響に関する一考察」の概説……………	37
原田 紹臣(京都大学大学院)・酒匂 一成(鹿児島大学)・水山 高久(京都大学)・松井 保(大阪大学)	
16. 「受水槽のスロッシング被害評価のための速度応答スペクトル予測式の検討」の概説……………	39
西川 隼人(福井工業大学)・池本 敏和(金沢大学)・宮島 昌克(ライフライン防災総研)	
17. 「時間的持続性および面的波及性の観点からの水害教育効果の分析～三重県内の小学校における調査を通じて～」の概説……………	41
竹之内 健介(香川大学)・谷田 翔平(国土交通省中部地方整備局)・堀江 隆生(国土交通省中部地方整備局)・石井 美帆(パシフィックコンサルタンツ株式会社)・浅見 ユリ子(パシフィックコンサルタンツ株式会社)	
18. 「住民の富士山噴火に伴う溶岩流からの避難態勢構築ワークショップの実施」の概説……………	43
佐藤 史弥(山梨大学)・秦 康範(山梨大学)・本多 亮(山梨県 富士山科学研究所)・吉本 充宏(山梨県 富士山科学研究所)	
報告……………	45
1. 大規模災害直後の小規模自治体のレジリエントなBCP対応について……………	46
川本 篤志(株式会社 荒谷建設コンサルタント)・坂田 朗夫(豊能町役場)・井面 仁志(香川大学)・白木 渡(白木防災Lab)	
2. 地域建設業におけるSNSへの取り組み経過と今後の可能性……………	52
今瀬 肇(鈴縫工業株式会社)	
3. 設備点検システムの更新と対応について……………	59
丹治 雅尋(東京水道株式会社)・若林 優(東京水道株式会社)・坂本 航太(東京水道株式会社)	
4. 工事監督業務の効率化へ向けた「現場管理システム」試行導入……………	69
奥野 将年(東京水道株式会社)・坂本 剛夫(東京水道株式会社)	
委員会報告……………	70
1. 土木工事安全小委員会……………	71
須藤 英明(土木工事安全小委員会委員長)	
2. 地域安全小委員会……………	80
長谷川 潤(地域安全小委員会委員長)	

土木学会安全問題討論会'23 プログラム

日 時:令和5年12月18日(月)

会 場:土木学会本部(東京都新宿区四谷一丁目外濠公園内)

参加費:無料

10:00~10:10 開会挨拶

◆ 開会挨拶

安全問題研究委員会委員長 広兼 道幸(関西大学)

10:10~10:20 会場準備

【会場1】

10:20~12:00 論文(労働安全・工事安全)

座長:長澤 小太郎((独)国際協力機構)

- (1) 360度映像を用いた建築作業ハザード知覚訓練のメディア形態と提示装置による効果の比較
高橋 明子(労働安全衛生総合研究所)・三品 誠(有限会社 サイビジョン)・菅間 敦(労働安全衛生総合研究所)
- (2) 過疎地域における貨客混載拡大策の検討
-自治体アンケート調査によるケーススタディ
永田 臨(愛媛大学大学院)・坂本 淳(高知大学)
- (3) 建設工事の安全管理に用いられるリスクアセスメントに関するFRAMにおける半定量化手法の提案
友時 照俊(香川大学大学院)・井面 仁志(香川大学)・高橋 亨輔(香川大学)・白木 渡(香川大学)
- (4) 労働災害防止のためのアンサンブル学習による斜面崩壊の異常検知
中根 良太(東京都市大学大学院)・平岡 伸隆(労働安全衛生総合研究所)・中條 優樹(東京都市大学大学院)・吉川 直孝(労働安全衛生総合研究所)・伊藤 和也(東京都市大学)
- (5) 急傾斜対策工事現場での労働安全マネジメントとしての斜面ガイドラインの適用と機械分野の労働安全マネジメント手法との比較
柴田 達哉(柴田地盤問題研究所)・伊藤 和也(東京都市大学)・吉川 直孝(労働安全衛生総合研究所)・平岡 伸隆(労働安全衛生総合研究所)

13:00~14:20 論文(地域安全・地域防災・レジリエンス)

座長:平岡 伸隆(労働安全衛生総合研究所)

- (1) 令和元年台風19号における武石川と余地川の橋梁被害の要因分析とリスク評価
近広 雄希(信州大学)・大野 紅実(信州大学大学院)・市来 拓土(信州大学大学)

院)・豊田 政史(信州大学)

- (2) 既存樹木の防火効果に関するシステム論的研究

二神 透(愛媛大学)

- (3) 基礎自治体職員の災害レジリエンス向上に関する一考察

坂田 朗夫(豊能町役場)・川本 篤志(株式会社荒谷建設コンサルタント)・井面
仁志(香川大学)・白木 渡(白木防災Lab)

- (4) 災害発生時における宿泊施設の活用事例とその課題に関する考察

大西 晶(株式会社志摩地中海村)・湯浅 恭史(徳島大学)・上月 康則(徳島大
学)・中西 敬(徳島大学)・松重 摩耶(徳島大学)

14:40~16:20 論文(災害時対応・避難計画)

座長:磯打 千雅子(香川大学)

- (1) 南海トラフ巨大地震津波に対する都市部での交通観測データを利用した車避難シミュレ
ーション

大石 裕介(東北大学)・広上 新(富士通株式会社)・新出 孝政(富士通株式会社)・
田上 直樹(富士通株式会社)・古村 孝志(東京大学)・今村 文彦(東北大学)

- (2) 大規模地震直後における避難経路での人流交通閉塞の防止対策

～名古屋駅周辺地区のシミュレーションに基づいて～

中村 栄治(愛知工業大学)・小池 則満(愛知工業大学)

- (3) 特別支援学校における避難所運営計画の現状と課題に関する研究

～徳島県内の特別支援学校をケーススタディとして

扶川 巧真(徳島大学大学院)・金井 純子(徳島大学大学院)・白山 敦子(徳島大学
大学院)・小川 宏樹(徳島大学大学院)

- (4) 令和4年8月9日からの豪雨による青森県鯉ヶ沢町の保育園での避難行動と保育継続

中野 晋(徳島大学)・西村 実穂(東京未来大学)

- (5) 令和4年台風15号による断水時の透析医療機関等の対応と今後の課題

湯浅 恭史(徳島大学)・宮地 武彦(しみず巴クリニック)・蔣 景彩(徳島大学)・
上月康則(徳島大学)

【会場2】

10:20~11:40 報告

座長:高橋 亨輔(香川大学)

- (1) 大規模災害直後の小規模自治体のレジリエントなBCP対応について

川本 篤志(株式会社 荒谷建設コンサルタント)・坂田 朗夫(豊能町役場)・井面
仁志(香川大学)・白木 渡(白木防災Lab)

- (2) 地域建設業におけるSNSへの取り組み経過と今後の可能性

今瀬 肇(鈴縫工業株式会社)

- (3) 設備点検システムの更新と対応について
丹治 雅尋(東京水道株式会社)・若林 優(東京水道株式会社)・坂本 航太(東京水道株式会社)
- (4) 工事監督業務の効率化へ向けた「現場管理システム」試行導入
奥野 将年(東京水道株式会社)・坂本 剛夫(東京水道株式会社)

13:00~14:20 論文(防災情報・安全情報・防災教育)

座長: 中村 栄治(愛知工業大学)

- (1) 条件の違いが盛土の滑動崩落に与える影響に関する一考察
原田 紹臣(京都大学大学院)・酒匂 一成(鹿児島大学)・水山 高久(京都大学)・松井 保(大阪大学)
- (2) 受水槽のスロッシング被害評価のための速度応答スペクトル予測式の検討
西川 隼人(福井工業大学)・池本 敏和(金沢大学)・宮島 昌克(ライフライン防災総研)
- (3) 時間的持続性および面的波及性の観点からの水害教育効果の分析
～三重県内の小学校における調査を通じて～
竹之内 健介(香川大学)・谷田 翔平(国土交通省中部地方整備局)・堀江 隆生(国土交通省中部地方整備局)・石井 美帆(パシフィックコンサルタンツ株式会社)・浅見 ユリ子(パシフィックコンサルタンツ株式会社)
- (4) 住民の富士山噴火に伴う溶岩流からの避難態勢構築ワークショップの実施
佐藤 史弥(山梨大学)・秦 康範(山梨大学)・本多 亮(山梨県 富士山科学研究所)・吉本 充宏(山梨県 富士山科学研究所)

14:40~16:20 委員会報告

- (1) 土木工事安全小委員会
須藤 英明(土木工事安全小委員会委員長)
- (2) 地域安全小委員会
長谷川 潤(地域安全小委員会委員長)

【会場3】

13:00~16:20 デザイン部門

座長: 中島 徹(前橋工科大学)

- (1) 地下街からの避難のための地上立ち止り禁止エリアの周知を目的としたピクトグラムデザイン
富岡 千遥(愛知工業大学)・中村 栄治(愛知工業大学)
- (2) ものづくりが好きな子供達と安全
川田 佳穂(前橋工科大学)・山中 憲行(前橋工科大学)
- (3) 光と影の道路デザイン

青木 茉優(前橋工科大学)・山中 憲行(前橋工科大学)

(4) SPOT

田中 健太郎(香川大学大学院)・北村 颯(朝日スチール工業株式会社)・磯打 千雅子(香川大学)

(5) 地域交通のマークデザイン

青木 涼花(前橋工科大学)・山中 憲行(前橋工科大学)

(6) 自然災害安全性指標GNS2022ホームページ

安國 恭平(東京都市大学大学院)・伊藤 和也(東京都市大学)・平岡 伸隆(労働安全衛生総合研究所)・小山 倫史(関西大学)・菊本 統(横浜国立大学大学院)

(7) 「マイ避難カード」及び「わが家の避難計画」

佐藤 史弥(山梨大学)・秦 康範(山梨大学)・本多 亮(山梨県富士山科学研究所)・吉本 充宏(山梨県富士山科学研究所)・松崎 元(千葉工業大学)

(8) PROGLASS

渡辺 悠斗(香川大学)

(9) CLICLO

林 朋哉(香川大学)

(10) Blanket Knap

石井 友規(香川大学)

(11) Reliefio

吉森 日菜(香川大学)

(12) 講評

16 時 20 分から 16 時 40 分:意見交換・名刺交換

16 時 40 分から 17 時 00 分:表彰式・閉会挨拶

◆ 表彰式

◆ 閉会挨拶

安全問題討論会実行小委員会委員長 山中憲行(前橋工科大学)

※講演時間

論文:1 題につき 20 分(発表 15 分、質疑 5 分)

報告:1 題につき 20 分(発表 15 分、質疑 5 分)

デザイン部門:1 題につき 15 分(発表 10 分、質疑 5 分)

論文
(労働安全・工事安全)

「360 度映像を用いた建築作業ハザード知覚訓練のメディア形態と提示装置による効果の比較」の概説

労働安全衛生総合研究所 非会員 ○高橋 明子
有限会社 サイビジョン 非会員 三品 誠
労働安全衛生総合研究所 非会員 菅間 敦

1. 目的

建設業での事故の原因として、作業者のハザード知覚能力の重要性が注目されている。近年では、VR 装置や 360 度カメラなど高度な装置を比較的安価に入手できるようになり、産業現場ではそれらを各社のハザード知覚訓練などの安全教育へ利用することが期待される。その一方で、VR 装置を用いる場合、それらが従来の安全教育では検討されなかったような酔いやメンタルワークロードなどの生体や心理へ及ぼす負担についても考慮する必要がある。本研究は、各建築会社が 360 度映像を用いたハザード知覚訓練を作成、実施する場合を考慮し、訓練に用いる映像教材のメディア形態と提示装置の組み合わせを複数条件設定して、ハザードの記憶の程度と訓練による生体や心理への主観的な負担を実験的に比較する。それにより、360 度映像を用いたハザード知覚訓練の効果的で負担の少ないメディア形態と提示装置の条件を訓練状況別に検討する。なお、本報の一部は既報¹⁾を加筆・修正したものである。

2. 方法

実験条件は、メディア形態と提示装置の現実的な組合せを考慮し「全地球静止画・ヘッドマウントディスプレイ（以下、HMD）条件（基準条件）」、「全地球動画・HMD 条件」、「全地球静止画・PC モニタ条件」、「2D 静止画・PC モニタ条件（参考条件）」の 4 条件とした。実験刺激（映像教材）は、住宅建築現場の作業場面で、練習試行 1 場面（約 3 分）と本試行 2 場面（各約 4 分）を全地球静止画、全地球動画、2D 静止画で作成した。学習するハザードは、典型的な不安全状態と不安全行動を参考に、練習試行 2 項目、本試行 10 項目（5 項目×2 場面）を設定した。映像の提示方法は、360 度の作業風景の提示（50 秒間）→各ハザードの危険情報（ハザード、発生事象、対処行動）を含む作業場面の順次提示（各 20 秒間）→作業風景の再提示（50 秒間）とした。

実験参加者は、視力、視野、色覚に問題のない男性で建築作業未経験者 40 名（平均 21.3±1.9 歳）であった。実験参加者は心的回転テストの後、HMD 条件では空間中央に着座し HMD（HTC 製 Vive Pro Eye）を装着して、練習試行として Tobii・テクノロジー製 Tobii Pro ラボで提示された実験刺激（映像教材）を視聴した。次に、HMD を外し、危険感と危険情報の内容の記憶課題（5 問×2 場面を自由記述）に回答した。本試行ではこの練習試行の手順に、ハザード位置の記憶課題（1/20 縮尺の建築模型上で 5 つのハザード位置の指摘）も加え、これを 2 場面実施した。一方、PC モニタ条件では心的回転テストの後、実験参加者は 27 インチの PC モニタの前に着座し、アイトラッカー（Tobii・テクノロジー製 Tobii Pro グラス 3）を装着して、HMD 条件と同じように練習試行と本試行を行った。なお、全地球映像の 3 条件は 360 度を能動的に観察し、2D 静止画・PC モニタ条件は 4 方向の静止画を 1 枚ずつ受動的に観察した。その後、すべての条件で各記憶課題のメンタルワークロード²⁾、臨場感、酔い³⁾の評価と実験に関するインタビューに回答した。本実験は第一著者の所属機関の研究倫理審査委員会の承認を得た（R3-安 6-01）、本報は危険情報の内容・ハザード位置の記憶課題と各記憶課題のメンタルワークロード、酔いの結果を報告する。

3. 結果と考察

危険情報の内容の記憶成績とメンタルワークロード：心的回転テストは実験条件間で有意差がなく、視覚的イメージの能力が同等だと考えられたため、40 名全員のデータを分析に用いた。危険情報の内容の記憶課題は、4 点（ハザード、発生事象、対処方法、起因物の回答を各 1 点）×10 問（40 点満点）で採点をして実験条件間で比較した。その結果、実験条件間で有意差はなく（ $F(3, 36)=1.250, p=.306, \eta^2=.094$ ）どの条件も平均点が高かった（表 1）。内容の記憶課題のメンタルワークロードの「作業成績」は 2D 静止画・PC モニタ条件が 360 度静止画・PC モニタ条件よりも有意に悪く評価され、「フラストレーション」は 2D 静止画・PC モニタ条件が HMD の 2 条件よりも有意に高かった（表 2）。しか

キーワード ハザード知覚、メンタルワークロード、360 度映像、メディア形態、提示装置

連絡先 〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6 （独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所
E-mail: takahashi-akiko@s.jniosh.johas.go.jp

表 1 危険情報の内容の記憶課題

合計点	平均	SD	統計解析結果
a. 全天球静止画 ・HMD	37.1	2.6	n.s.
b. 全天球動画 ・HMD	37.6	3.2	
c. 全天球静止画 ・PCモニタ	38.9	1.6	
d. 2D静止画 ・PCモニタ	35.6	5.8	

表 3 ハザード位置の記憶課題

ズレ幅(mm)	平均	SD	統計解析結果
a. 全天球静止画 ・HMD	88.1	69.1	a<d, p<.001 c<d, p<.01
b. 全天球動画 ・HMD	187.5	200.4	
c. 全天球静止画 ・PCモニタ	85.7	103.7	
d. 2D静止画 ・PCモニタ	307.4	106.6	

表 2 危険情報の内容の記憶課題のメンタルワークロード

NASA-TLXの 下位項目	a. 全天球静止画 ・HMD		b. 全天球動画 ・HMD		c. 全天球静止画 ・PCモニタ		d. 2D静止画 ・PCモニタ		統計解析 結果
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	
知的・知覚的要求	42.8	20.7	36.8	21.4	46.7	24.1	48.2	26.1	
身体的要求	14.5	12.8	28.8	19.2	26.6	21.9	21.4	14.9	
タイムプレッシャー	24.3	19.7	33.6	20.2	31.2	17.2	28.0	16.9	
作業成績	24.4	21.1	22.6	15.6	13.6	11.9	41.5	20.7	c<d, p<.05
努力	35.7	21.3	41.4	16.3	39.8	22.0	58.7	22.9	
フラストレーション	23.5	16.9	17.4	11.8	29.0	17.2	49.2	17.4	a<d, p<.01 b<d, p<.001

表 4 ハザード位置の記憶課題のメンタルワークロード

NASA-TLXの 下位項目	a. 全天球静止画 ・HMD		b. 全天球動画 ・HMD		c. 全天球静止画 ・PCモニタ		d. 2D静止画 ・PCモニタ		統計解析 結果
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	
知的・知覚的要求	39.5	23.0	46.7	26.6	43.8	24.6	68.2	23.1	
身体的要求	24.6	22.9	40.7	28.6	29.7	27.1	33.2	27.5	
タイムプレッシャー	24.5	27.7	24.6	19.0	34.8	24.6	31.5	25.4	
作業成績	31.5	29.0	38.0	30.5	24.5	14.8	68.7	19.6	a<d, p<.05 c<d, p<.001
努力	41.7	25.8	45.4	26.2	49.2	24.0	68.1	25.7	
フラストレーション	29.3	28.3	23.9	20.4	31.7	20.4	59.2	21.4	a<d, p<.05 b<d, p<.05

し、実験後のインタビューから、位置の記憶課題を同時に課したことで内容の記憶課題が心理的に過負担になった可能性があったため、危険情報の内容のメンタルワークロードは適切に測定できなかった可能性があった。

ハザード位置の記憶成績とメンタルワークロード：ハザード位置の記憶課題は、指摘された5つのハザードの位置と模型上の正解領域とのズレ幅の合計を実験条件間で比較した（表3）。その結果、2D静止画・PCモニタ条件が、全天球静止画の2条件よりも有意にズレ幅が大きかった（Welch's $F(3,19.124)=9.427, p<.001, \text{est.}\omega^2=.457$ ）。また、位置の記憶課題のメンタルワークロードの「作業成績」は、2D静止画・PCモニタ条件が全天球静止画の2条件よりも有意に悪く評価され、「フラストレーション」は2D静止画・PCモニタ条件がHMDの2条件よりも有意に高かった（表4）。実験後のインタビューから、どの実験条件も多くの実験参加者が開口部や掃き出し窓のような固定物を基準とし、ハザード位置を認知する方略を用いており、全天球の3条件は360度方向を自由に観察でき、この方略を任意に利用できた。しかし、2D静止画・PCモニタ条件は受動的に映像が提示され、この方略を十分に任意に利用できなかった。このことが成績の悪さとメンタルワークロードの高さに影響したと考えられる。

酔い：酔いの指標であるSSQの4項目においてどの実験条件も評価値が低く、実験条件間で有意差がなかった。酔いは映像の観察者が前庭システムを通して重力を真下に感じるが、映像の傾きにより視覚システムでは重力を傾いて知覚するため、感覚の不一致から酔いが生じるという理論がある⁴⁾。本研究の実験刺激は固定された視点からの映像であり、HMDの2条件と2D静止画・PCモニタ条件では、映像上も実際に重力を真下に感じたため、実験参加者の視覚システムと前庭システムの感覚が一致し、酔いが生じづらかったと考えられる。一方、全天球静止画・PCモニタ条件は、マウスの上下方向の操作により、提示映像内の重力方向と実験参加者に働いている重力方向に不一致が生じた。しかし、実験参加者のマウス操作により、重力方向の変化について予測や調整ができたため酔いが軽減された可能性がある。

以上の結果から訓練状況別に見ると、危険情報の内容がわかればよい一般的なハザード知覚訓練では、どのメディア形態・提示装置でも良いと言える。一方、ハザード位置の情報も必要となる特定の現場や作業工程のハザード知覚訓練では、全天球静止画を用いることが推奨される。さらに、映像内の参照すべき固定物を明示するなど、ハザード位置の記憶を支援する情報を付加するとより記憶されやすく、メンタルワークロードも軽減されることが考えられる。

4. 文献

- 1) 高橋明子，三品誠：建設作業ハザード知覚訓練の効果と精神的負担—360度映像の提示形態の違いによる比較—，人間工学，Vol.58，No. Supplement，p.2F3-06，2022。
- 2) 芳賀繁，水上直樹：日本語版NASA-TLXによるメンタルワークロード測定—各種室内実験課題の困難度に対するワークロード得点の感度—，人間工学，Vol.32，No.2，pp.71-79，1996。
- 3) Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., Liliethal, M. G.: Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness, *The International Journal of Aviation Psychology*, Vol.3, No.3, pp.203-220, 1993.
- 4) Rebenitsch, L., Owen, C.: Review on cybersickness in applications and visual displays, *Virtual Reality*, Vol.20, pp.101-125, 2016.

「過疎地域における貨客混載拡大策の検討 -自治体アンケート調査によるケーススタディ」の概説

愛媛大学大学院連合農学研究科 学生会員 ○永田 臨
高知大学自然科学系理工学部門 正会員 坂本 淳

1. はじめに

我が国の自動車運転の職業は、有効求人倍率が全職業平均を大きく上回る状況が続いており、公共交通や物流サービスにおける運転者不足が深刻化している。また、働き方改革の一環として 2024 年 4 月からは時間外労働時間の上限規制が厳格に適用されることから、現状でも不足している自動車運転者が、より一層不足することが懸念されている。そこで国土交通省では、運転者不足問題に対応するために自動車運送業の生産性向上を掲げており、その手法の一環として貨客混載の取り組みを挙げている。そこで本研究では、運転者不足問題への対応策として貨客混載に着目し、貨客混載に取り組む地域の拡大に資する知見を提供することを目的として、研究を実施した。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

貨客混載に関する既往研究は、実施状況の整理やケーススタディ地域における実態把握等が中心であり、貨客混載を拡大するための手法を検討した既往研究は見られないのが現状である。そこで本研究では、自治体へのアンケート調査を実施して、自治体の貨客混載に関する施策への取り組み姿勢等を把握し、貨客混載に取り組む地域の拡大に資する施策の提案を行った。

3. 使用アプリケーション

本研究では、過疎地域の自治体を対象としてアンケート調査を実施した。アンケート調査の手法は、Microsoft 社が提供する Microsoft Forms 及び Google 社が提供する Google Forms を用いた Web アンケート調査である。対象とする 885 自治体の公共交通政策の担当者へ調査依頼票（郵便はがき）を送付し、調査依頼票に記載した URL から Web アンケート画面へアクセスして回答してもらう形式で実施した。アンケートの回答期間は 2023 年 4 月 28 日～5 月 26 日とし、期間中に 249 自治体から回答を得た（回答率 28%）。

4. 貨客混載の実態整理

アンケート調査結果を整理した結果、貨客混載の実施を検討した自治体の割合は 18%、検討したことがない自治体の割合は 76%であった。貨客混載の検討を行った理由は、公共交通の収益性改善や過疎地域における物流サービス維持のために実施しているという自治体が多く見られたが、運転者不足への対応策として検討した自治体の割合はそれほど多くなかった。また貨客混載の検討を行わなかった理由は、公共交通事業者、物流事業者から貨客混載の実施について特に要望がないからという回答が最も多く、専門知識や担当者の不足を指摘する意見も多く見られた。貨客混載の実施状況は、現在貨客混載を実施している自治体の割合は 11%であった。以前貨客混載を実施していた自治体(3%)と実証実験をしていた自治体(2%)、及び今後貨客混載を実施する予定の自治体(2%)を合わせても、貨客混載の実施自治体は 18%である。一方で、貨客混載を実施していない自治体は 70%であった。

5. 貨客混載の実施／非実施に関する要因分析

アンケート調査結果のうち、自治体の公共交通政策等が自治体管内における貨客混載の実施状況に対して影響を与えているか否かを検討するために、統計分析を行う。具体的には、貨客混載の実施／非実施に影響すると推測される要因を抽出してクラメル の 連 関 係 数 を 算 出 し、 影 響 の 有 無 等 に つ い て 考 察 を 行 っ た。

キーワード 貨客混載、運転者不足、アンケート調査、統計分析
連絡先 〒790-8560 愛媛県松山市榑味 3 丁目 5 番 7 号 愛媛大学大学院連合農学研究科
E-mail: s21dre09@s.kochi-u.ac.jp

クラメルの連関係数を算出した結果、「貨客混載を検討したことがある」「貨客混載を詳しく知っている」という回答は、貨客混載実施に対して強い関連が見られた。一方で、「貨客混載を検討したことはない」「公共交通事業者から貨客混載の実施について特に要望がない」という回答は、貨客混載非実施に対して比較的強い関連が見られた。また、「貨客混載を名称のみ知っている」や「貨客混載という施策は知らない」という回答に対しても関連が見られた。

また、貨客混載の実施状況と自治体の特性（人口・面積）について検討を行うために、貨客混載の実施状況を目的変数とし、自治体の人口及び面積を説明変数として判別分析を行った結果、面積や人口が大きい自治体の方が、貨客混載を実施している傾向が見られた。

以上の分析結果を踏まえて、貨客混載の実施／非実施に影響する要因としては、以下の点が挙げられる。

＜貨客混載の実施に影響する要因＞

- ・ 貨客混載を検討した自治体の管内では、貨客混載が実施されている傾向。また、検討理由が物流サービスの維持や生鮮品の輸送など、物流に関する課題解決を検討目的としている場合、貨客混載を実施している傾向がより強い。
- ・ 貨客混載の検討理由として運転者不足を挙げた自治体の管内では、約半数が貨客混載を実施する傾向。
- ・ 自治体の管内で貨客混載が実施されている場合は面積、人口共に大きい傾向があり、統計的にも有意。

＜貨客混載の非実施に影響する要因＞

- ・ 貨客混載の検討を行わなかった理由として、貨客混載に関する財源・専門知識・マンパワー（担当者）が不足していると回答した自治体の管内では、大半（回答者の80%以上）が貨客混載非実施の傾向。
- ・ 公共交通事業者・物流事業者から貨客混載の実施について要望がない自治体の管内では、貨客混載非実施の傾向。
- ・ 自治体の公共交通政策担当者が貨客混載という施策の名称しか把握していない自治体の管内では、貨客混載非実施の傾向。
- ・ 自治体の人口・面積が小さいほど、自治体管内では貨客混載非実施の傾向。面積が小さいほど貨客混載非実施である点は、統計的にも有意。自治体の人口・面積が特に小さい場合、貨客混載という施策も知らない傾向。

6. 貨客混載実施事例の整理と考察

貨客混載実施事例のうち、代表的な特徴を有する事例を整理した結果、貨客混載の運営方法には様々な形態が見られた。基本的には公共交通事業者と物流事業者が参加して貨客混載が実施されているが、自治体が関与しない事例や、学識経験者・運輸局等が関与する事例も見られた。以上の点を踏まえると、貨客混載の実施に当たり、必ずしも自治体の関与は必要ではないが、前章において貨客混載の検討が行われた自治体では貨客混載を実施している傾向が見られることから、公共交通事業者と物流事業者、自治体の関係性が、貨客混載の実施状況に影響を与える一要因になっていると推測される。

7. おわりに

本研究における調査・分析結果を踏まえると、貨客混載に取り組む地域の拡大を図るためには、自治体が「貨客混載の検討を行うこと」「貨客混載に係る財源・専門知識・マンパワーを拡充すること」「公共交通政策担当者が貨客混載に関する理解を深めること」に関する施策に取り組むことが重要であるといえる。一方で、前章では公共交通事業者と物流事業者、自治体の関係性について言及したが、本研究における貨客混載拡大に対する第三者の関与の有効性は、調査・分析結果から演繹的に推察したものであり、第三者の関与が貨客混載拡大に有意に有効であるか否かは明らかにできていないことから、その有効性を検証することが今後の課題として挙げられる。

「建設工事の安全管理に用いられるリスクアセスメントに関する FRAM における半定量化手法の提案」の概説

香川大学 学生会員 ○友時 照俊
香川大学 正会員 井面 仁志
香川大学 正会員 高橋 亨輔
香川大学 フェロー会員 白木 渡

1. FRAM（機能共鳴分析手法）について

近年、労働災害を減少させてきた災害防止活動ツールであるリスクアセスメント（以下 RA と表す）について、FRAM（機能共鳴分析手法）を用いたリスク分析を提案する。組織における人間のパフォーマンスは常に変動している。FRAM は、機能の共鳴による変動が事故や災害につながるかもしれないと、変動を抑制する分析手法を示している。FRAM の分析手順は、ステップ 1：機能の同定として組織の活動を機能として抽出、ステップ 2：変動の同定として機能のそれぞれの潜在的変動を予測し、ステップ 3：変動の集約として人間や組織の共通行動条件や機能の結合による共鳴の出現によって想定外の変動を予測し、ステップ 4：制御・対処として変動の制御を行うことで事故や災害を抑止する。

FRAM による分析手法は定性的なものであり、分析者による評価のばらつきが出るのは否めないが、評価項目の言葉による評価を数値に置き換えることで、客観性を高めることができる。それは質や状態の評価であり定量化ではないので半定量化と称する。

2. 半定量化した FRAM によるリスクアセスメント分析の手順と手法

表 1 は RA 分析におけるステップ 1 からステップ 4 までの手順と方法を表している。表では、ステップごとの評価項目とその評価を行う根拠図表（番号①から⑩）及び機能の評価の事例を記載している。分析結果は FRAM 分析表として表され、それに基づいて FRAM 図（図 1）を作成し、共鳴した機能と分析結果を可視化している。

3. 半定量化の内容

変動の大きさを表す方法として、ステップ 2 の「3 つの機能（技術的・人間的・組織的）による機能の変動の可能性」、ステップ 3 の「CPC の影響」、「CPC の依存関

係による影響」、「機能の結合における時間の観点による影響」及び「機能の結合における正確さの観点による影響」による 5 つの項目の積を用いる。次に、上記 5 項目の変動に影響を与えるそれぞれの要素の大きさの指標について、「3 つの機能（技術的・人間的・組織的）による機能の変動の可能性」は「1.0 から 2.0」、「CPC の影響」は「1.0 から 2.0」、「CPC の依存関係による影響」は「1.0 から 2.0」、「機能の結合における時間の観点による影響」は「0.5 から 2.0」及び「機能の結合における正確さの観点による影響」は「0.5 から 2.0」の数値に置き換える。ここで、変動の程度と増減を表すために 1 項目でも 0 があれば積が 0 になり変動への影響が見えなくなるため、大きさの指標の最小値を 0.5 としている。提案手法の変動の大きさは、 0.5^2 以上 2^5 以下の範囲となるように数値を定めている。

4. FRAM によるリスクアセスメントの半定量化手法の妥当性

本論文では、定性的分析方法では、結果が分析者の経験や知見による評価に差が出ることにに対し、半定量化した分析を実施することにより、評価者の評価の差が少なくなり客観性が向上する RA 手法を提案した。

現場で FRAM を使うメリットは、現場のシステム全体を視野に入れて、間接的な現場の活動の中にも関連するリスクが存在することを見つけ出し対処できることにある。

定性的分析と半定量化による分析の違いについては、定性的な分析では、評価者により結果に差が出ることで、経験と知見を有する者が実施をしなければならないことになるが、半定量的な分析では感性による評価を数値に置き換えて数字の大きさでリスクの大きさを評価できるので、ある程度の経験者であれば分析をすることができることを示した。

表1 半定量化したFRAMによる足場組立作業のリスクアセスメント分析表

ステップ1：機能の同定							ステップ2：変動の同定			ステップ3：変動の集約											ステップ4：制御、対処										
機能と6つの側面							3つの機能			CPCの影響				機能の結合による変動				⑩	⑪	想定外の変動	優先度見積				災害抑止対策		対応策		レジリエンスの4能力		
機能（F）	入力（I）	時間（T）	前提条件（P）	資源（R）	制御（C）	出力（O）	技術的	人間的	組織的	① 機能の変動の可能性	潜在的な変動	② 起る可能性のある変動	② 機能に影響を与えるCPC	③ CPCの依存関係によるCPC	④ CPCの依存関係によるCPC	⑤ 時間による影響度	⑥ 正確さの観点	⑦ 時間による影響度	⑧ 正確さの観点	⑨ 時間による影響度	⑩ 変動の大きさ予測 ①*③*⑤*⑦*⑨	⑪ 変動の大きさの指標	機能の結合により増幅された変動の予測	⑫ 災害発生可能性	⑬ 災害の重篤度	⑭ 可能性と重篤度の和 ⑫+⑬	⑮ 対応の優先度 ⑪+⑮	なるのを防ぐ 主要因の絞込み		対応策の型	具体的対応
RA	正常な状態の分析						変動の想定							共鳴の想定による変動							災害抑止対策										
図表							①							②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪		⑫	⑬	⑭	⑮		⑯	⑰
事例F72	親綱の設置（盛替え）						○	2.0	親綱設置不能	5	1.5	11	2.0	0	2.0	1	2.0	24	大	親綱緊張力不足	3	3	6	5		5	工法変更	対応			

①機能の変動の可能性

3つの機能	変動の要因の頻度	変動の可能性	大きさの指標
技術的機能	(内的) 始動しない、既知 (外的) 保守、誤用	低い	小 1.0
人間的機能	非常に多い	周波数大振幅大 周波数小振幅小	大 2.0
組織的機能	多い	周波数大振幅大 周波数小振幅小	中 1.5

②機能に影響を与えるCPC

No	11のCPC	建設現場におけるCPC
(1)	資源の利用可能性	適正な設備、工具、保護具
(2)	トレーニングと経験の妥当性	適正な資格と経験
(3)	コミュニケーションの質	良好なチームワーク
(4)	MMIの妥当性と運用サポート	設備の状態と保全
(5)	手順/計画の可用性	作業手順の遵守
(6)	労働条件	作業の環境条件
(7)	同時目標数	同時作業数
(8)	利用可能な時間	適正な作業時間
(9)	時刻(概日リズム)	概日リズム
(10)	クルーのコーポレーション品質	チームの作業品質
(11)	組織の妥当性	正常な安全衛生管理体制

③CPCの影響度

CPCの評価の категория	関連するパフォーマンスの変動のレベル	CPCによる影響の指標
安定又は変化するが適切	低い	1.0
安定又は変化するが不適切	高い	1.5
予測不能	非常に高い	2.0

⑩⑪変動の大きさの指標

項目	①	③	⑤	⑦	⑧	⑩	⑪
指標値				時間	正確さ	⑩*③*⑤ *⑦*⑧	⑪の範囲
最小値	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.125	0.125 ≤ ⑩ < 1.0 1.0 ≤ ⑩ < 3.0 3.0 ≤ ⑩ < 6.0
中間値	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	6.0	6.0 ≤ ⑩ < 12.0 12.0 ≤ ⑩ < 32.0
最大値	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	32	32.0 ≤ ⑩ < 32.0

④⑤CPCの依存関係図によるCPCの影響の指標

④⑤CPCの項目	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
資源の利用可能性	(1)										
トレーニングと経験の妥当性	(2)										
コミュニケーションの質	(3)										
MMIの妥当性と運用サポート	(4)										
手順/計画の可用性	(5)										
労働条件	(6)										
同時目標数	(7)										
利用可能な時間	(8)										
時刻(概日リズム)	(9)										
クルーのコーポレーション品質	(10)										
組織の妥当性	(11)										

(○) は直接的な影響 (増加→増加, 減少→減少) の比例関係を示し、(○⁻¹) は逆の影響 (増加→減少, 減少→増加) 反比例関係を示す、(ー) は影響なしを表す。

(5) 比例又は反比例により、変動が増幅される場合は2.0、減少する場合は0.5、影響がない場合は1.0とする。

⑯受容できないリスクに対する対策

対応策	詳細	考えられる方策の例
1 除去	排除	作業の停止、指示に従わない作業者の人場禁止措置
2 再設計	人間	訓練、教育、適正配置
3 再設計	技術	施工方法の変更(無足場工法)
4 組織	安全文化、コミュニケーション	安全文化、コミュニケーション
5 物理的バリア	物理的バリア	施工方法の変更(ブロック解体、手すり先行工法)
6 権能的バリア	権能的バリア	作業主役者による監視
7 シンボルによるバリア	シンボルによるバリア	警告、警報装置、サイン、シンボル
8 無形のバリア	無形のバリア	ルール、安全方針
9 オンライン(同期)	オンライン(同期)	安全帯使用の監視
10 オフライン(非同期)	オフライン(非同期)	試験、検査、事象報告
11 自動的	自動的	安全ネットの設置
12 管理的	管理的	業者の選別

⑥⑦⑧⑨上流・下流間結合による下流機能の

上流の出力の変動	符合	I: 入力	T: 時間	C: 制御	P: 前提条件	R: 資源
⑥ 早すぎる	E (too early)	[V+] 2.0	[V+] 1.0	[V+] 1.0	[V+] 1.0	[V+] 1.0
⑦ オンタイム	T (on time)	[V+] 0.5	[V+] 0.5	[V+] 0.5	[V+] 0.5	[V+] 0.5
⑧ 遅すぎる	L (too late)	[V+] 1.0	[V+] 2.0	[V+] 2.0	[V+] 2.0	[V+] 2.0
⑨ 欠落	O (omission)	[V+] 2.0	[V+] 2.0	[V+] 2.0	[V+] 2.0	[V+] 2.0
⑩ 不正確	I (imprecise)	[V+] 2.0	[V+] 2.0	[V+] 2.0	[V+] 2.0	[V+] 2.0
⑪ 受容可能	A (acceptable)	[V+] 1.0	[V+] 1.0	[V+] 1.0	[V+] 1.0	[V+] 1.0
⑫ 正確	P (precise)	[V+] 0.5	[V+] 0.5	[V+] 0.5	[V+] 0.5	[V+] 0.5

[V+]: 増加 2.0, [V+]: 変動なし 1.0, [V-]: 減少 0.5 (1/2)

⑫⑬⑭⑮優先度の見積もり

⑫災害の重篤度	1	2	3
⑬災害発生の可能性	軽微	軽微	軽微
⑭災害発生の可能性	軽微	軽微	軽微
⑮災害発生の可能性	軽微	軽微	軽微

⑭リスクの見積もり

評価	優先度	判定
6 直ちに解決すべき問題がある	5	即座に対応が必要
5 重大な問題がある	4	技術的対策が必要
4 かなり問題がある	3	何らかの対策が必要
3 多少問題がある	2	現時点では必要なし
2 問題は少ない	1	対策の必要なし

⑰レジリエンスの4能力

⑩レジリエンスの4能力

対処	対処する能力	potential to respond
監視	監視する能力	potential to monitor
学習	学習する能力	potential to learn
予見	予見する能力	potential to anticipate

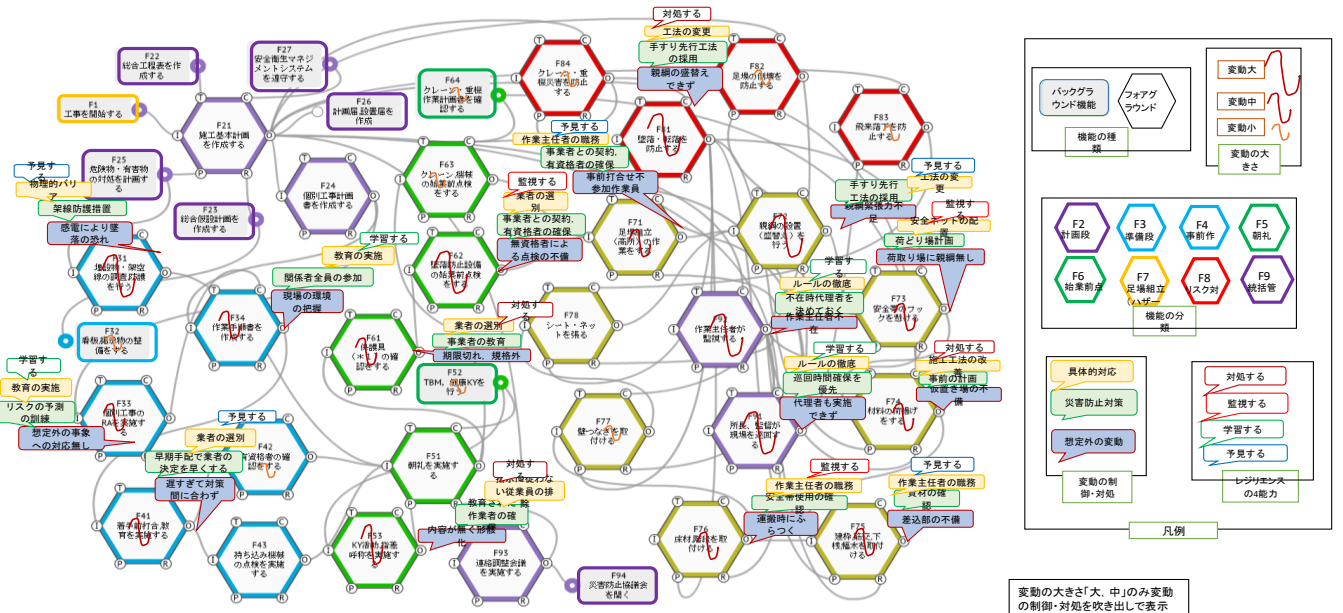


図1 半定量化したFRAMによる足場組立作業のリスクアセスメント分析図

「労働災害防止のためのアンサンブル学習による斜面崩壊の異常検知」の概説

東京都市大学 学生会員 ○中根 良太, 中條 優樹
(独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所 正会員 平岡 伸隆, 吉川 直孝
東京都市大学 正会員 伊藤 和也

1. はじめに

切土・盛土工事等の施工中に、斜面が崩壊し労働者が死傷する事故が発生しており、ICT 技術を用いて斜面崩壊前に異常を検知する取り組みが進んでいる。著者らは、線形回帰モデルや勾配ブースティング木を用いて斜面計測データの異常検知を検討してきた。本研究では、異常検知の精度向上を目的にアンサンブル学習の中からスタッキング手法を用いて異常検知を試みた。検証データには、遠心場において斜面掘削実験を行い計測した表層ひずみの時系列データを用いて、予測値と計測値の差から斜面の異常を検知する手法について検証した。

2. 遠心模型実験

本実験では、地盤工学分野にて利用されている遠心模型実験手法を用いて、遠心場において斜面の掘削を行った。遠心模型実験手法とは、実物の $1/n$ 縮尺の模型に対して n 倍の重力加速度（遠心加速度）を与えることで実際の応力状態を再現できる手法であり、地盤工学分野では広く用いられている。模型斜面に遠心加速度 50G を載荷し、実地盤換算で斜面高さ 12.5m（斜面寸法高さ 250 mm）、斜面勾配 30 度の斜面を再現した。土試料には、茨城県笠間産まき土を用いて、最適含水比 17.3 %に設定し、乾燥密度 1.50 g/cm³で 4 層に土を分け締固め模型斜面を作製した。実験では遠心加速度 50G 到達後に、遠心場で切土を行うことが可能である「遠心場掘削シミュレータ」を用いて、B 地点から G 地点まで計 13 回斜面の掘削を行い斜面表層ひずみの計測を行った（図-1 参照）。実験により計測された表層ひずみの時系列データを用いて異常検知できるかについて検討する。本実験では、F 地点から 75 度で掘削した斜面掘削 6 回目（6865s）、F 地点から 90 度で掘削した 8 回目（9145s）、G 点から 75 度で掘削した 10 回目（11888s）に斜面崩壊が発生した。この結果を用いて異常検知手法について検討を行った。

3. アンサンブル学習による斜面崩壊の異常検知

遠心場斜面掘削実験により計測された表層ひずみデータを用いて検証を行う。著者らは、これまで一時点先の計測値の予測モデルとして、線形回帰モデルや勾配ブースティング木を用いて斜面の異常検知を検証してきた。それら手法の精度向上案としてアンサンブル学習¹⁾が提案されている。アンサンブル学習は、複数の学習器を組み合わせることで、1 つの学習器（予測モデル）を作成する手法であり、それぞれのモデルの強みを活かし弱点を補うことで、精度が向上するとされている。本研究では、アンサンブル学習の手法の中から階層ごとにモデルを積み上げるスタッキング²⁾を用いて異常検知を行った。スタッキングの学習器には機械学習のモデルの中から線形回帰、Ridge 回帰、サポートベクター回帰、Random Forest、LightGBM、k 近傍法を用いた。それぞれのモデルでハイパーパラメータを探索し適用した。

実験で計測した 8 つの表層ひずみ計を用いて、それぞれの計測

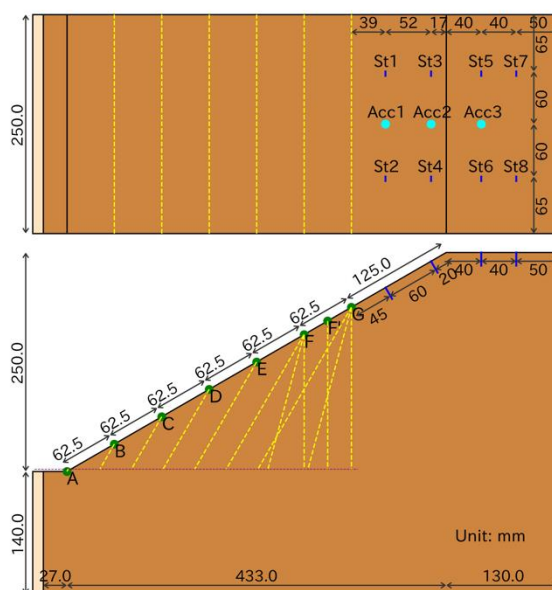


図-1 実験概略図

キーワード 斜面崩壊, 異常検知, 機械学習, アンサンブル学習, 労働安全

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1 丁目 28-1 東京都市大学総合理工学研究科

E-mail: g2281642@tcu.ac.jp

器で学習させモデルを作成した。また、本実験で計測したデータは、掘削段階でレベルシフトする非定常なデータである。そこで、データの階差を取り定常に近いデータである表層ひずみ速度データを用いて検証を行った。計測開始から3000秒(30000プロット)を学習データ、3000秒から4800秒を検証データ、残りのデータをテストデータとして計測データを3つに分割した。その後、Z-score normalizationを用いて、学習データが平均0、分散1となるように標準化処理を行い、検証期間とテスト期間に適用した。また、時系列データに関してはスライド窓を用いて、入力値と目標値を設定した。入力値のサイズを10に設定することで、10プロットのデータから次の1プロットのデータを予測するモデルを作成した。異常度の設定方法として検証期間の予測値と計測値の残差が正規分布に従うと仮定し、平均値と分散値を用いて異常度を算出した。本研究では、異常度の閾値は分位点(パーセンタイル)により決定する方法により、100パーセンタイルである学習期間及び検証期間の異常度の最大値を閾値として用いた。

検証データに St 2 (図-1 参照) の表層ひずみ速度を用いて、スタッキングにより作成したモデルにより予測を行った。検証期間の予測精度が高いモデル(1層目:線形回帰, Ridge 回帰, サポートベクター回帰, Random Forest, LightGBM, k 近傍法, 2層目:線形回帰)について詳細に検証した。St2 の表層ひずみ速度と予測値, 2つの値の残差から算出した異常度による異常検知結果を図-2 に示す。第1崩壊では、第6掘削中に異常を検知し、斜面掘削後に崩壊したことが確認できる。第2崩壊は、第8掘削と同時に崩壊したため、崩壊後の異常検知となった。第3崩壊時の異常検知結果について図-3 に示す。第3崩壊では、掘削終了後に崩壊の約5秒前から予測値と計測値に乖離が生じ、崩壊の約2秒前に異常を検知したことが確認できる。8つの表層ひずみ計の異常検知個数と経過時間の関係を図-4 に示す。第1崩壊前に6基の表層ひずみ計が異常を検知し、第2崩壊後に5基の表層ひずみ計、第3崩壊で5基の表層ひずみ計が異常を検知している。また、線形回帰のみを用いたモデルで平均二乗誤差を算出したところ、テスト期間の平均二乗誤差は4.31であり、スタッキングを用いたモデルの中で、検証期間の精度が最も良いモデルの場合は4.04であることから予測精度が向上することがわかった。検証期間においてモデルの予測精度が向上することで、掘削時に計測される変位による異常検知の誤検知が少なくなることがわかった。

4. まとめ

本研究では、遠心場で斜面掘削実験を実施し、計測した表層ひずみデータを用いて、アンサンブル学習のスタッキングによる異常検知について検証した。線形回帰と比較すると予測精度が向上し、異常検知の誤検知が少なくなることがわかった。

参考文献

- 1) Thomas, D.: Ensemble Methods in Machine Learning, *International Workshop on Multiple Classifier Systems*, pp. 1-15, 2000.
- 2) Leo, B.: Stacked Regressions, *Machine Learning*, Vol. 24, pp. 49-64, 1996.

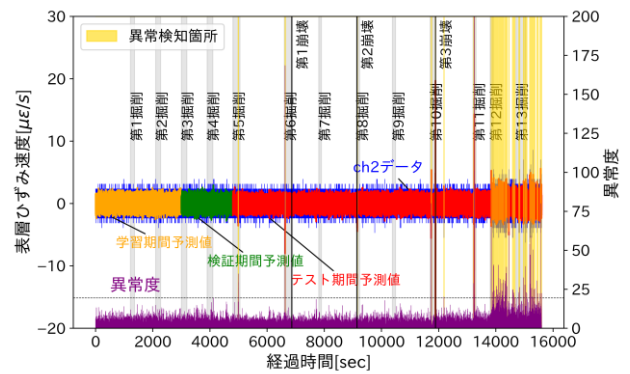


図-2 表層ひずみ速度異常検知結果

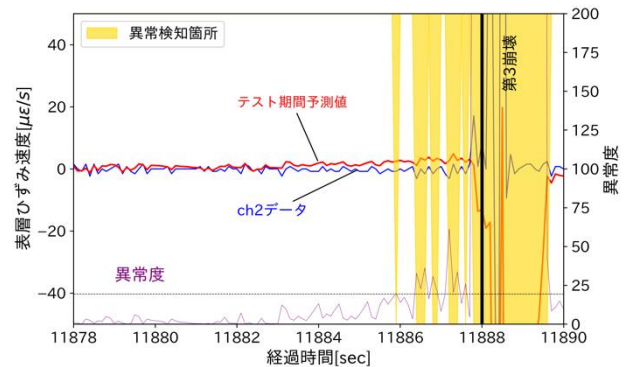


図-3 第3崩壊時の異常検知結果

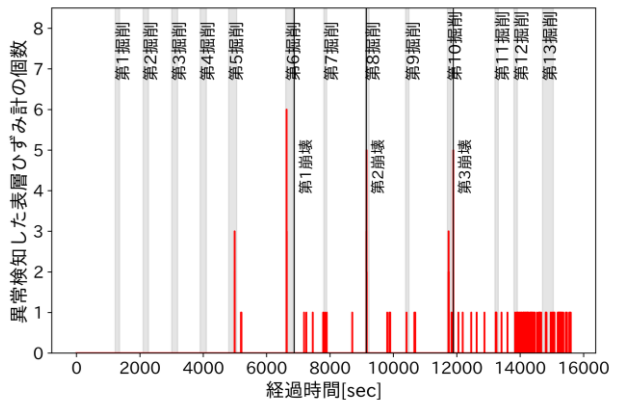


図-4 異常検知した表層ひずみ計の個数と経過時間

「急傾斜対策工事現場での労働安全マネジメントとしての斜面ガイドラインの適用と機械分野の労働安全マネジメント手法との比較」の概説

柴田地盤問題研究所 正 柴田達哉
東京都市大学 正〇伊藤和也
労働安全衛生総合研究所 正 吉川直孝
労働安全衛生総合研究所 正 平岡伸隆

1 はじめに

我が国の土砂崩壊による労働災害は、掘削工事中において多く発生している。これらの掘削工事中の土砂崩壊による労働災害は、(1) 溝掘削時の溝崩壊、(2) 斜面の切取り工事中の斜面崩壊がほとんどを占めている。

(1) については「土止め先行工法」などの普及により、溝崩壊による労働災害が減少する等、一定の効果が表れている。しかし、(2) は目立った減少が見られない状況であり、斜面崩壊による労働災害の防止措置の強化を図る必要があり、2015 年に「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン（基安安発 0629 第 1 号）」（以下、「斜面ガイドライン」という。）が発出された¹⁾。

本論文では、急傾斜地崩壊防止工事において斜面ガイドラインを適用して地質や施工上の問題点を抽出した。そして、最上流側からリスクマネジメントを実施できる機械分野の安全学で用いられるリスクマネジメント手法であるスリーステップメソッドを急傾斜地崩壊防止工事に適用して分析を行い、斜面ガイドラインの点検が持つ意味と必要情報の関係等について考察を行った。本論文要旨（概説）では、スリーステップメソッドの適用と斜面ガイドラインの関係について抽出して記載する。

2 スリーステップメソッドとは

スリーステップメソッドとは機械分野のリスクアセスメントのリスク低減手法の一つであり、設計者により講じられる 1.本質的安全設計方策, 2.安全防護および追加保護方策, 3.使用上の情報 の 3 方策のことであり、1>2>3 の順に優先順位をつけて対策を行う方法である。吉川らはこれを建設分野に適用し、2017 年福岡地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没事故について、スリーステップメソッドを用いて分析した事例を紹介している²⁾。本研究では機械分野で利用されているスリーステップメソッドを急傾斜地対策工事現場に適用し、併せて斜面ガイドラインとの関係について確認した。

3 スリーステップメソッドの適用と斜面ガイドラインの関係

スリーステップメソッドを急傾斜地対策工事現場に適用した結果を図-1 に示す。スリーステップメソッドでは、対策の実施者も明記するようになっており、対策工の実施者も整理してある（図-1）。例えば、[2] 安全防護の考えられる対策として a. シートによる養生 とあるが、これは対策の実施者にある a. 施工者 となる。図-1 にはそれぞれのステップごとに対策を列挙しているが、当該現場では通常の対応に加えて「斜面ガイドライン」の実施（[1] d, [2] b, [3] b）、残存型枠工（[2] c）、斜面の動態観測（[3] a）を実施している。斜面ガイドラインでは、設計段階での「緩い崩積土層」を掘削することを「崩壊リスク」として抽出している。また、そのリスクが大きいものと見積り評価した結果、危険状態を短縮できる「残存型枠工」を使うことで設計時にリスクを回避した。これは、スリーステップメソッドの [2] 安全防護（工学的対策） であり、より事業の上流からの対策を行ったこととなる。なお、当該現場への残存型枠工の適用についての詳細は、既報³⁾に譲る。[3] 使用上の情報の提供 においては、斜面ガイドラインでの日常点検に加えて計測器による動態観測も行っており、「地震・降雨」による災害リスクを回避している⁴⁾。当該現場では、前述の通り、実際に掘削するまで地山内部の地質状況が確認できない状態であったため予防的措置という側面もあり動態観測を併用している。安価な動態観測システムがあれば予防的措置としての適用も可能である。

4 まとめと今後の課題

本要旨では、機械分野の安全学で用いられるリスクマネジメント手法であるスリーステップメソッドを急傾

キーワード 労働安全, リスクマネジメント, 建設マネジメント, 斜面崩壊
連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学建築都市デザイン学部都市工学科
E-mail: itok@tcu.ac.jp

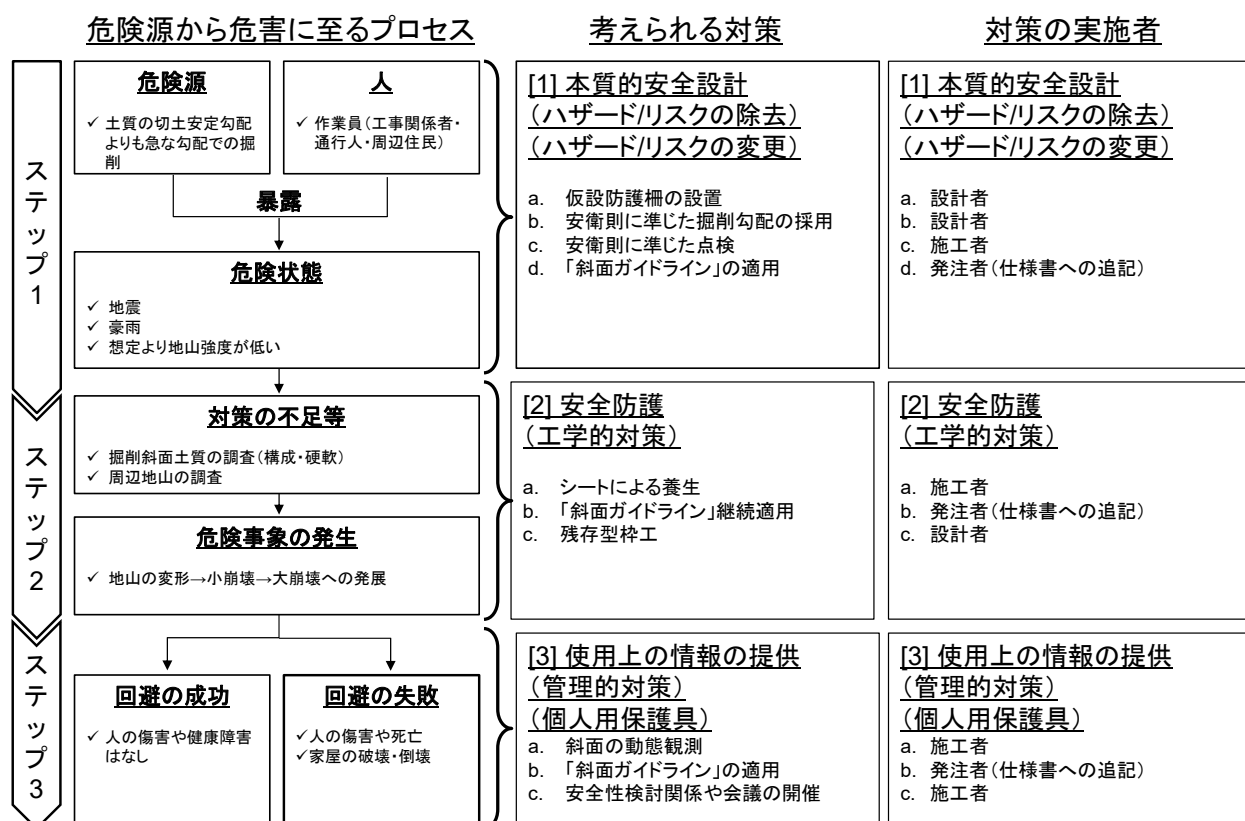


図-1 急傾斜地防止工事でのスリーステップメソッドの適用例

斜地崩壊防止工事に適用して分析し、斜面ガイドラインの点検が持つ意味と必要情報の関係等について考察を行った。

急傾斜地崩壊防止工事にスリーステップメソッドを適用した場合、ステップ1「危険源と隔離または距離の確保」は、安衛法に準拠することと同等と考える。ステップ2の「安全防護」は具体的な措置を行うことであり、その必要性の有無は「斜面ガイドライン」の適用に大きく関係する。また、ステップ3の「使用上の情報の公開」は、斜面に近づくことに対する制限や斜面の動態観測による現況把握と他者への情報共有である。すなわち、「斜面ガイドライン」での調査・設計段階別点検表が、ステップ1での方策になり、ステップ2の設計内容に影響を与える。さらに、ステップ3では施工上の留意点として、斜面モニタリングの必要性などが提示される。以上のことから、機械分野での安全設計の考え方は、リスクアセスメントから始まり、危険源との離隔からスタート地点であるため、斜面掘削工事での安全設計に有益なものである。今後、建設分野では機械分野の安全衛生の取り組みの利点を取り入れて、発注者からの安全衛生対策の実施による仕組み作りが必要である。

なお、本論文内には本要旨の内容に加えて、対象としている急傾斜地崩壊防止工事現場に斜面ガイドラインを適用した内容について記載している。掘削前には確認できない地質リスクが多くあり残留する地質リスクを頭に入れて施工を進める動機付けを斜面ガイドラインが与えていることを示している。

謝辞：本研究の一部は、厚生労働省科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業（20JA1004）の助成を受けた

参考文献

1. 厚生労働省：斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン，2015。
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000149406.html>
2. 吉川直孝，大嶋勝利，豊澤康男，平岡伸隆，濱島京子，清水尚憲：機械分野の安全学から見た建設業における安全衛生の課題と今後の方針に関する提案，土木学会論文集 F6(安全問題)，Vol. 75, No. 1, pp. 1-11, 2019. <https://doi.org/10.2208/jsceisp.75.1>
3. 柴田達哉，伊藤和也，吉川直孝，平岡伸隆，鈴木隆明：残存型枠を利用した擁壁施工中の斜面崩壊による労働災害防止の有効性，土木学会論文集 F6(安全問題)，Vol. 78, No. 2, pp. I_81-I_91, 2022. https://doi.org/10.2208/jsceisp.78.2_I_81
4. 柴田達哉：リスクマネジメント手法を用いた斜面掘削工事での労働災害防止に関する研究，東京都市大学学位論文，2023。

論文

(地域安全・地域防災・レジリエンス)

「令和元年台風 19 号における武石川と余地川の橋梁被害の要因分析とリスク評価」の概説

信州大学 正会員 ○近広 雄希
信州大学大学院 学生会員 大野 紅実
信州大学大学院 学生会員 市来 拓士
信州大学 正会員 豊田 政史

1. 背景と目的

2019 年 10 月 6 日に発生した台風 19 号により、信濃川水系千曲川流域では護岸被害に伴う橋梁被害が多数生じた。水害に対する橋梁被害の要因を明らかにすることで、その被災リスクを事前に予測して対策に繋げることができる期待される。一方、既往の研究の多くは洗掘被害に対する検討であり、護岸被害に着目した事例は少なかった。そこで本研究では、令和元年台風 19 号における橋梁被害の中でも被害が多かった上田市の武石川と佐久穂町の余地川に架かる 30 橋を対象に、その要因分析を行うとともに護岸被害を含む橋梁被害の有無を判別する上で有用なパラメータを線形判別分析から明らかにすることを目的とする。

2. 令和元年台風 19 号における武石川と余地川の橋梁被害

武石川は上田市武石地区を東流する 1 級河川である。武石川の内ノ山橋から上小寺尾橋の区間勾配は 4.3%、武石新橋から清水坂橋の区間勾配は 2.4% であり、ほとんどの箇所では屈曲度が 1.10 を下回る直線的な河川である¹⁾。武石川で被災した橋梁は 5 橋（架橋年の中央値 1974 年、橋長の中央値 50.2m）であった。流失した橋梁はなく、主な被害は橋台背面の土砂流出か橋梁近辺の護岸損傷であった。

余地川は佐久穂町余地地区を西流する 1 級河川である。余地川の勾配は概ね 2.6% 前後であり、上流部は蛇行した、下流部は直線的な河川である¹⁾。余地川で被災した橋梁は 6 橋（架橋年の中央値 1981 年、橋長の中央値 13.6m）であった。これらのうち流出した橋梁は屋奈久保橋、土井口橋であり、ともに木橋であった。また余地地区の県道 108 号が 95m に渡って流出し、林際 2 号橋や宮浦橋が被害を受けるとともに、上下水道も破損した²⁾。

3. 要因分析の結果と考察

本研究では、比較的データが得やすく構造的な要因に関連する架橋年、橋長、幅員、径間数のパラメータに着目した。また、Web 上で入手しやすい橋梁の健全度も維持管理状態を踏まえた構造的な要因を考えるパラメータとして着目した。さらに、護岸被害に対する検討であるため、地理的な要因として河床勾配、屈曲度、水理学的な要因として橋梁の桁下までの最大水深（以下、最大水深）のパラメータも着目した。

代表例として、架橋年、健全度のパラメータに対する分布状況を図-1 に示す。図-1 は 100% の積み上げ棒グラフ

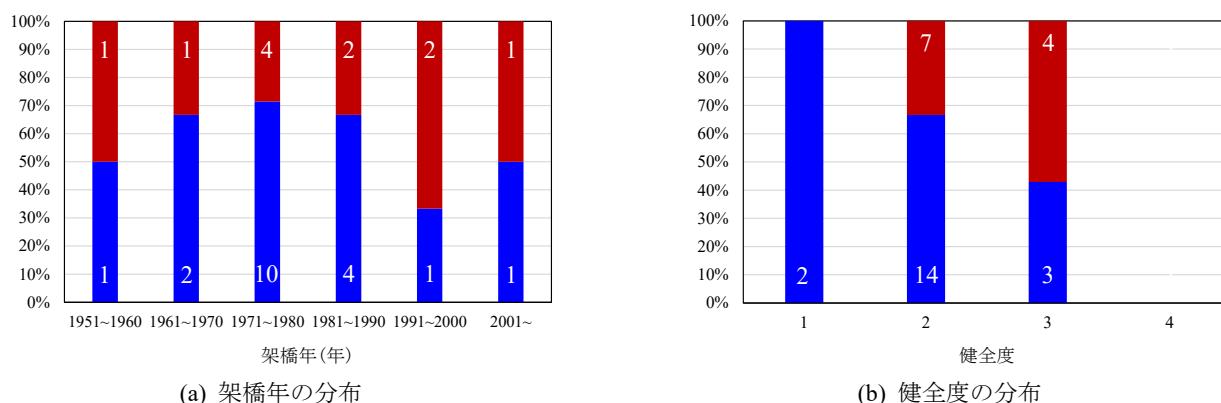


図-1 武石川と余地川の橋梁群に対するパラメータの分布（青：被災無しの橋梁群、赤：被災有りの橋梁群）

キーワード 令和元年台風 19 号、武石川、余地川、橋梁被害、要因分析

連絡先 〒380-8553 長野県長野市若里 4-17-1 信州大学工学部水環境・土木工学科

E-mail: chikahiro@shinshu-u.ac.jp

ラフとなっており、図中の青い棒グラフは被災無しの橋梁群を、赤い棒グラフは被災有りの橋梁群をそれぞれ示す。また図中の数字は被災無しの橋梁群と被災有りの橋梁群の数を表す。図-1(a)は架橋年の分布を示す。1990 年までは架橋年度が新しくなるにつれて被災した橋梁の割合は低下した。これは、1976 年に河川管理施設等構造令が示され、河川内の橋台・橋脚に対する洗掘被害の防止策や河川阻害率について考えるようになったためだと予測される。他方、1990 年以降に架けられた橋梁の被災有り割合は高くなっており、限られたデータ数であることや他のパラメータが影響したことなどが考えられる。図-1(b)は健全度の分布を示す。被災有りの橋梁の割合は健全度が I, II, IIIとなるに従って、0%, 約 33%, 約 57%と増加していき、橋梁が劣化するに従って被災するリスクが高くなると考えられる。武石川と余地川では護岸被害に伴う橋梁被害が多かったことを踏まえると、当然のことながら周辺状況にもよるだろうが、橋梁近傍の護岸なども橋梁架橋後から同様に劣化しているのではと予測される。

4. 橋梁被害の有無に対するリスク評価

橋梁被害の有無を判別するために線形判別分析を行った。本研究では次式のように定式化した。

$$f = a_0 + a_Y Y + a_L L + a_W W + a_n n + a_H H + a_i i + a_T T + a_h h_{\max} + a_A A \quad (1)$$

ここで、 $a_Y, a_L, a_W, a_n, a_H, a_T, a_h, a_A$ は説明変数である架橋年 Y 、橋長 L 、幅員 W 、径間数 n 、健全度 H 、勾配 i 、屈曲度 T 、最大水深 h_{\max} 、河川の平面形状（狭窄部・急拡部・急縮部） A に対する判別係数である。 f は橋梁被害の有無を表す目的変数である。 $f < 0$ の場合は被害有り、 $f > 0$ の場合は被害無しと判定される。

線形判別分析により得られた判別係数を表-1 に示す。 t 値は幅員に関する判別係数が 0.152 と最も低く、次いで勾配に関する判別係数が 0.705 と低かった。他方、架橋年度に関する判別係数の絶対値が 2.367 と最も高く、次いで健全度、河川の平面形状に関する判別係数の絶対値が 2.090, 1.868 と高かった。表-2 より、正答率は被災有りで 81.8%, 被災無しで 94.7%, 全体で 90.0%であった。このとき、被災有りの母集団に対して 2 橋が被災無し、被災無しの母集団に対して 1 橋が被災有りと判定された。

5. 結論

本研究では、令和元年台風 19 号における千曲川流域で、特に橋梁被害が被害の多かった上田市の武石川と佐久穂町の余地川に架かる 30 橋を対象に要因分析を行い、橋梁被害の有無を評価する判別式を提案した。その結果、橋梁の架橋年、健全度、径間数に加えて、河川の平面形状の t 値も高く、線形判別分析の結果に影響していることが分かった。これらの結果のように被災リスクの有無を事前に特定できるようになれば、管理者による重機や応急組立橋などの出動計画や地域住民の避難行動などを検討する際に役立つと期待できる。ただし、武石川と余地川ともに川幅が狭く多くの橋梁は 1 径間か 2 径間であったため、今後は武石川と余地川以外の千曲川流域の橋梁にも着目し、パラメータの有効性を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 近広雄希, 小池悠, 豊田政史, 奥山雄介, 大原涼平, 清水茂: 令和元年台風 19 号により生じた千曲川流域の橋梁被害とその要因分析, 土木学会論文集 F6(安全問題), 78(2), pp. 131-139, 2023.
- 2) 佐久穂町役場: 地域の道しるべ新聞, 2, 2020.

表-1 線形判別分析に用いたパラメータ

説明変数	判別係数	標準誤差	t 値
切片 a_0	83.419	35.748	2.333
架橋年 a_Y	-0.043	0.018	-2.367
橋長 a_L	0.013	0.016	0.818
幅員 a_W	0.011	0.076	0.152
径間数 a_n	-0.567	0.311	-1.821
健全度 a_H	-0.716	0.342	-2.090
勾配 a_i	0.187	0.265	0.705
屈曲度 a_T	2.283	1.983	1.151
最大水深 a_h	0.139	0.136	1.022
平面形状 a_A	-0.871	0.466	-1.868

表-2 河川形状を加味した線形判別分析による正答率

母集団	判別数 (橋)		正答率 (%)
	被災有り	被災無し	
被災有り	9	2 (見逃し)	81.8
被災無し	1 (空振り)	18	94.7
合計	11	19	90.0

「既存樹木の防火効果に関するシステム論的研究」の概説

愛媛大学 正会員 ○二神 透

1. はじめに

過去の大火事例（大正 12 年の関東大震災から、昭和 51 年の酒田大火までの 10 事例の地震火災・都市火災における、緑の焼け止まり率（火災が焼け止まった延長に占める緑の割合）のデータがまとめられている。それらによると、緑地による焼け止まりが最大なのは、昭和 27 年の鳥取火災で 50.0%，最小は昭和 51 年の酒田大火で 10.5%，平均は 31.5%となっている。1923 年の関東大震災では、東京市の半分が焼失し死者 59,065 人（約 90%が焼死）、行方不明者 34,821 人をだす大惨事となった。樹木の防火力は、共に面積が 4ha であった、陸軍被服廠跡（現横綱町公園一帯）と旧岩崎邸（現清澄庭園）の比較に見ることができる。当時の陸軍被服廠跡は空き地であり、避難した住民が運び込んだ家具や布団に火の粉が燃え移り、さらに火災旋風により 38,000 人の焼死者が出た。一方、旧岩崎邸の場合、周囲に巡らした塀の内側には高さ 3m、幅 7m の土塁があり、その上にスダジイ、タブノキなど多くの樹木が植栽されていた。これらが周囲からの熱風を遮って内部への輻射熱の侵入を阻止した。また、邸内にも多くの樹木が植栽されていて、これが着火飛来物を捕捉する効果を発揮し、避難した 20,000 人の命を守ることができた。

著者は、岩河らの樹木の防火効果算定モデルを、地震火災延焼シミュレーション・システムに組み込んでい

る。本論文では、松山市を対象として、既存の樹木の防火効果の定量的分析を試みた。はじめに、対象地域の樹種を調べるため、スマホ・アプリを用いて判別した後、樹冠タイプ、枝下比、葉張り、樹高のデータを入力した。そして、8 方向の風向きと樹木の有無による延焼リスクの算定を行い、防火効果率を定義した上で、樹木の有無による定量的分析を行った。さらに、樹木の有無による避難行動への効果についてもアニメーション化を行っている。最後に、樹木ありの最も延焼危険性が高い風方向に対して、生垣と樹木の整備による延焼遅延効果を定量的に提示している。

2. 樹木の防火効果を組み込んだ地震火災シミュレーション・システム

図-1に、開発しているシステムのフローを示す。図-1の左上部分は、対象地域の都市構造データの入力部分である。対象地域の建物データ、道路データは、国土地理院の基盤地図情報から、建物属性データ、道路縁線データを、同じフォルダにダウンロードする。つぎに、データ作成システムを用いて、ダウンロードしたデータ（緯度経度データ）を表示し対象地域を選定すれば、基本建物構造データ（普通建物、堅牢建物）が、シミュレーション用座標（緯度経度から、x,y座標）に変換される。建物情報は2種類なので、デフォルト値として普通建物を防火木造建物、堅牢建物を耐火造建物として取り扱っている。純木造建物、準防火造建物については、建物データ変更画面で個別に指定することも可能である。また、建物の除去や追加についても同画面で操作できる。

図-2 は、樹木の防火効果を組み込んだ地震火災延焼シミュレーション・システムにおける樹木データの入力インターフェイスである。画面右上の樹木設定については、樹木の性状（常緑樹、落葉樹、生垣）を選定する。樹木の場合は、樹冠類型

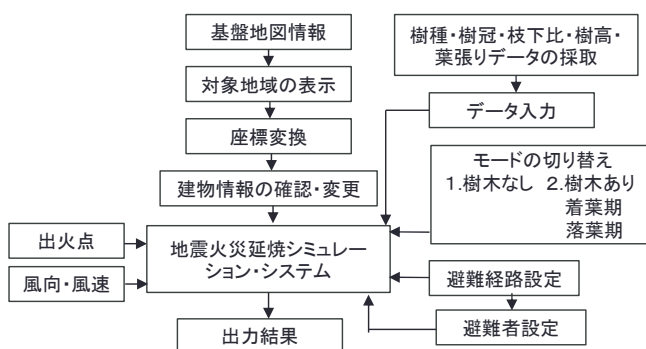


図-1 システムの概要

キーワード 既存樹木、防火効果、シミュレーション、樹木整備、避難行動
連絡先 〒790-8577 松山市文京町3番地 愛媛大学 防災情報研究センター
E-mail: futagami.toru.mu@chime-u.ac.jp

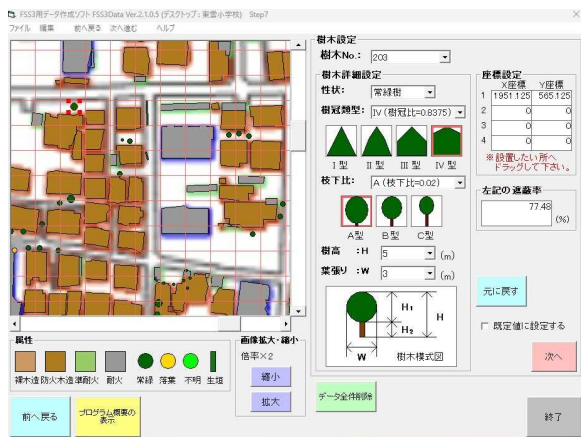


図-2 樹木データの入力インターフェイス

と枝下比を選択する。そして、樹高と樹冠の葉張りの値を入力する。樹木の位置は、マウスで図-2の左側の地図上に配置する。図中左画面の茶色は防火木造建物、グレーは耐火造建物を示す。左画面上の緑の丸が赤く彩られている点に入力している樹木は、図-2右画面より203番目の常緑樹木、樹冠のタイプ(T4)、枝下比(A)、樹高5m、葉張り3m、遮蔽率77.48%である。生垣の場合は、マウスで生垣の位置を指定すれば、指定した長さが表示されるので、生垣の高さの値を入力すればよい。

3. 適用計算と考察

対象地域のマップを図-3に示す。図中、赤で表示されている対象地域中心部の3箇所選定した建物(F1, F2, F3)は、それぞれ出火点である。対象地域は木造建物や耐火造建物やオープンスペースが混在しているため、出火点の位置による延焼への影響があると考えて、出火点を複数箇所独立に設定した。風速を3m/sと5m/sの2水準としたのは、愛媛県が想定した松山市における地震被害想定気象条件(冬18時の平均2.3m/sと、強風時の風速4.9m/s)から、それぞれ設定した。風向に関しては、8方向を設定した。シミュレーションの実施時期は、落葉期と、着葉期を想定した。シミュレーションの実施回数は、3水準(出火箇所)×8水準(風方向)×2水準(風速)×水準2(時期)の96セット実施した。表-1は、それぞれの3箇所の出火点における(防火効果率=(樹木なし-樹木あり)/樹木なし)を示している、この表より、対象地域の既存樹木による防火効果率が、0.364から0.410程度見込まれることが分る。

4. 樹木整備効果と今後の展開

図-4は、最も延焼面積が大きいケース(北西の風、5m/s)の出火点付近の拡大図である。この出火点付近に黄色の破線で囲んだ、大小のオープンスペースがあるため、この地域に樹木の整備を行った。整備後、北西の風、5m/sを想定し、樹木のなし・あり・整備後の延焼面積の推移より、整備後の防火効果率は、出火後90分で0.249と0.056上昇していることが明らかになった。今後、まちづくり協議会と連携し、具体的な樹木整備による防災まちづくりを推進したいと考えている。

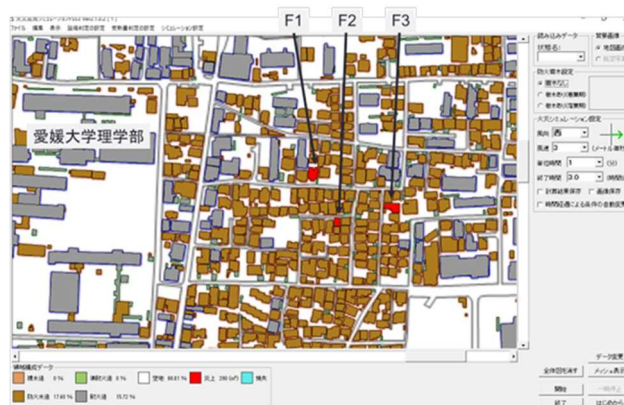


図-3 樹木データの入力インターフェイス

表-1 各出火点における防火効果

出火点	F1	F2	F3
樹木あり：焼失面積(㎡)	30256.2	32351.3	27676.3
樹木なし：焼失面積(㎡)	47540.2	54831	44539.2
防火効果率	0.364	0.410	0.379

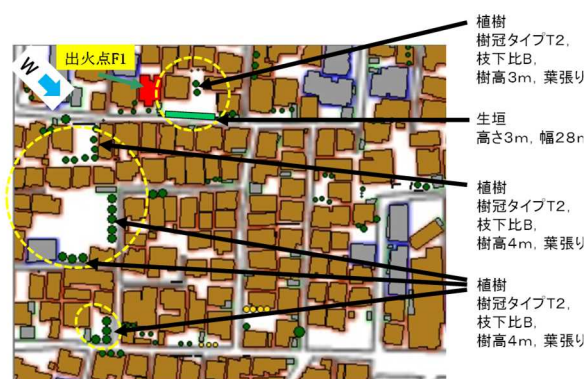


図-4 樹木の整備事例(生垣と樹木の配置)

「基礎自治体職員の災害レジリエンス向上に関する一考察」の概説

豊能町役場 正会員 ○坂田 朗夫
(株)荒谷建設コンサルタント 正会員 川本 篤志
香川大学 正会員 井面 仁志
白木防災 Lab 名誉会員 白木 渡

1. はじめに

基礎自治体では、毎年、自然災害に対しての防災訓練、避難所開設・運営訓練、情報伝達訓練などを行っているが、これまで発生した熊本地震などの地震災害では、人員不足や災害対応の不手際など従来の訓練では対応が困難な点が課題として指摘されている。これらの課題解決の一助となるのが災害応援に派遣された行政職員などの活動記録であるが、これらは文書記述による自由回答が多く、統計処理が難しく活用されていないケースが多い。そこで、本研究では、熊本地震時に派遣した地方公共団体職員などの対応事例や意見などをテキストマイニングによる言語データ分析を行い、基礎自治体職員の災害レジリエンス向上のために必要なレジリエンス4能力（対処能力、監視能力、学習能力、予見能力）や課題について考察する。

2. 行政職員等の災害対応活動の言語データ分析による整理

熊本地震の発災直後から、被災自治体からの支援要請に応じて、罹災証明交付や被災建築物応急危険度判定等の業務に従事した職員が支援活動を通じて得た貴重な体験や教訓などを集約した災害活動記録が香川県¹⁾や内閣府²⁾において取りまとめられている。しかし、自由回答文章のため全体像の把握やコンピュータ解析が困難のため、まず、第1段階の分析にあたっては、全自由文章データを575の文章に取りまとめた活動記録をテキストマイニングのKH Coder³⁾を用いて分析した。その結果、各業務の特徴を把握するためには、「対応分析」手法を使うことにより、行政職員の被災現場での対応業務が分類分けできた。また、文章型データの語と語の結びつきがわかる「共起ネットワーク」手法では、災害直後に起こっている事態をさらに、3つ（グループ①は支援活動や派遣業務などの「災害対応業務（全般）」、グループ②は罹災証明や家屋調査などの「災害対応業務（個別）」、グループ③はトイレ設置や避難所での健康管理などの「避難所関連対応業務」）にグループ化できたため、その後、高頻度で出現しているキーワードの前後を含めて整理すれば良いことがわかった。

次に、言語データ分析の第2段階では、自治体職員の災害レジリエンス向上を目的として、全575の自由回答文章をレジリエンスの4能力に分類してから分析を深めることとする。図-1は第2段階における文章型データの処理フローを示す。まず文章データを表-1に示すレジリエンスの4能力⁴⁾に分類した。その結果、「対処能力」は260文章、「監視能力」は97文章、「学習能力」は109文章、「予見能力」は109文章に分類できた。分類後の4能力に対して、各文章を言語分析中の「対応分析」手法により、それぞれ4つに分類分けして整理した。さらに第1段階で得られた手法と同様に「共起ネットワーク」手法を使って、それぞれの能力を「災害対応業務（全般）」、「災害対応業務（個別）」、「避難所関連対応業務」の3つに分類した後、「抽出後リス

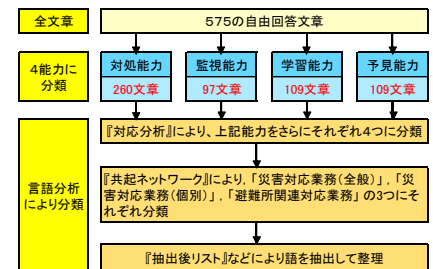


図-1 第2段階の文章型データ処理フロー

表-1 レジリエンスの4つの能力

レジリエンスの能力	各能力の項目
対処能力	◆ 対処能力を探索する項目 ①対象リスト整備、②選定の根拠理由、③改訂の適切さ（マニュアル）、④対処開始の基準、⑤対処行動の選択、⑥対処の速やかさ、⑦持続時間、⑧リソース、⑨終了基準、⑩動作待機状態確認
監視能力	◆ 監視能力を探索する項目 ①指標のリスト、②関連性、③指標のタイプ、④「先行」評価妥当性、⑤時間遅れ、⑥測定タイプ、⑦測定頻度、⑧分析・解釈、⑨安定性、⑩組織の支援
学習能力	◆ 学習能力を探索する項目 ①選択基準、②学習の基準、③データ・情報収集、④カテゴリ分類、⑤頻度に関して、⑥リソース、⑦遅れ時間、⑧学習の目標、⑨現場の実践、⑩検証とメンテナンス
予見能力	◆ 予見能力を探索する項目 ①活用知識、②予見実施の頻度、③情報の共有、④未来についてのモデル（未来のモデル）、⑤予見の時間スパン、⑥リスクの受容性、⑦起原追求、⑧組織文化

キーワード レジリエンスエンジニアリング、言語データ分析、業務継続計画（BCP）
連絡先 〒563-0292 大阪府豊能郡豊能町余野 414 番地の 1 豊能町役場 都市建設部
E-mail: sakata0572@town.toyono.osaka.jp

ト」,「KWIC コンコーダンス」により, 主要な語を抽出・整理して災害対応業務とレジリエンス 4 能力との関係进行分析することとした。

3. 災害レジリエンス向上の対策と課題

ここでは, レジリエンスの 4 能力のうち, 対処能力について述べる。対処能力として分類した 260 の自由回答文章を用いて, 「対応分析」, 「共起ネットワーク」, 「抽出後リスト」, 「KWIC コンコーダンス」を用いて整理した結果, 対処能力 260 文章中では, 対処能力の項目のうち, 「リソース」が全体の 57%, 「対処の速やかさ」が 24%, 「マニュアルなどの改訂の適切さ」が 9%と, この 3 項目で全体の 90%であった。この分析の結果から, 基礎自治体職員の対処能力向上には, 被災状況確認, 移動時間把握, 災害対策本部機能確保といった「リソース」, 罹災証明発行業務迅速化, 避難所対応などの緊急を要する初動業務への対応といった「対処の速やかさ」及び事前に「マニュアル改訂」の実施が必要であると考ええる。

4. 職員の防災意識アンケート結果を踏まえた災害レジリエンス向上の提案

本章では, 筆者らが 2016 年に大阪府の北摂地域の基礎自治体職員のレジリエンス能力評価に用いたアンケート結果⁵⁾を本論文に活用することとした。各職員の評価を行ったところ図-2 のとおり, 防災関係職員は, 毎年の豪雨災害に対する災害対応業務や各種研修を行っているため, 高い防災意識や知識を持っており, それ以外の職員よりも監視能力や学習能力が高いことがわかる。一方, 防災関係職員以外の職員も含めた全職員は, 対処能力と予見能力が監視能力や学習能力に比べ極端に低いことが分かった。ここでは, 自治体職員の対処能力を向上させるには, リソース, 対処の速やかさなどが重要であるがわかったため, 「リソース」について「自己組織化マップ分析」したところ, 「派遣, 職員, 支援, 公用, 管理」といった「人材」, 「物資, 食料, トイレ」など時間の経過に伴い「モノ」が必要となってくることが確認できた。さらに, 「対処の速やかさ」について, 「自己組織化マップ分析」(図-3)を行った結果, 主要な語は, 「状況, 自分, 実際, 災害」の 4 つで, 言葉の前後の文章分析の結果, 対処能力では, 被災状況が変化の中で少ないリソース下でも, 「臨機応変に対応できる能力の向上」, 「状況を判断できること」, 「災害が自分の場所で発生した場合を想定できるかどうか」も必要である。これらから, 被災地では刻一刻と状況が変化しているという自覚をもって, 自己完結, 自己管理しながら, 与えられた業務に適切に対応すべき能力を研修や訓練を通して向上を図ることが重要であると考ええる。

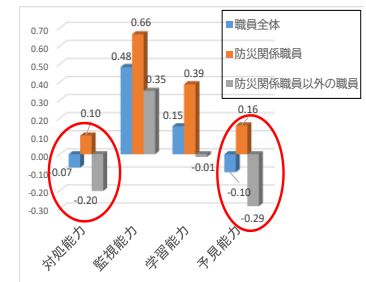


図-2 職員のレジリエント能力

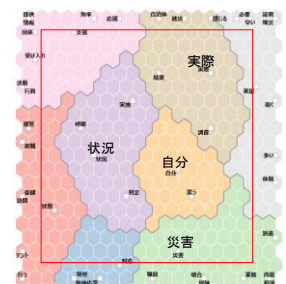


図-3 自己組織化マップ(対処能力)

対処能力では, 被災状況が変化の中で少ないリソース下でも, 「臨機応変に対応できる能力の向上」, 「状況を判断できること」, 「災害が自分の場所で発生した場合を想定できるかどうか」も必要である。これらから, 被災地では刻一刻と状況が変化しているという自覚をもって, 自己完結, 自己管理しながら, 与えられた業務に適切に対応すべき能力を研修や訓練を通して向上を図ることが重要であると考ええる。

5. おわりに

本研究では, 過去の大規模地震時における被災活動報告(自由回答文章)を言語データ分析により整理し, 従来のBCPを踏まえた防災訓練に加えて時系列に変化する被災状況に応じてレジリエンス 4 能力を強化する訓練を取り入れる必要性を示した。今後は, 職員の災害対応力強化に向け, この結果を従来の防災訓練に取り入れるとともに, 地震災害に加えて豪雨災害や土砂災害等に対する支援活動報告についても言語データ分析を実施し, 各災害対応時に求められるレジリエンス 4 能力について研究を進めていく予定である。

参考文献

- ・1) 香川県: 2016 年熊本地震における香川県職員の被災地支援活動記録集, 2017. 4
- ・2) 内閣府: 平成 28 年度避難所における被災者支援に関する事例等報告書, 2017. 4
- ・3) 樋口耕一: テキスト型データの計量的分析, 2004. 2
- ・4) 北村正晴監訳: レジリエンスエンジニアリング 概念と指針, 日科技連, 2012. 11.
- ・5) 坂田, 川本, 伊藤, 白木: 基礎自治体職員のレジリエンス能力評価手法の提案, 安全問題討論会 2016, 2016. 11.

「災害発生時における宿泊施設の活用事例とその課題に関する考察」の概説

株式会社志摩地中海村	正会員	○大西 晶
徳島大学環境防災研究センター	正会員	湯浅 恭史
徳島大学環境防災研究センター	正会員	上月 康則
徳島大学環境防災研究センター	正会員	中西 敬
徳島大学環境防災研究センター	正会員	松重 摩耶

1. 緒論

近年、日本では、大規模災害が頻発しており、被災者支援のために公的避難所だけではなく、ホテルや旅館等の宿泊施設の活用が求められている。令和3年5月の中央防災会議において、地震や豪雨災害などの大規模災害が発生した際の被災者支援の一環としてホテルや旅館など宿泊施設を活用する旨が防災基本計画に盛り込まれた。筆者の一人は南海トラフ大地震（以下、大地震と記す）の発生が懸念される伊勢志摩でホテル運営に携わっており、これら大地震等による被災を想定し、志摩市と災害時支援協定を結んでいるものの、緊急時に宿泊施設を避難所として運営する際の詳細は記載されておらず、その際参考となる事例も少なく、迅速な対応に必要な知見も不足している。そこで、本研究では、災害時に民間の宿泊施設が避難所として円滑に活用されることを目的とし、災害時において民間宿泊施設が果たすことのできる役割と課題について考察した。

2. 調査方法

(1) 災害支援協定に関する調査

既存の災害支援協定については、Googleの検索欄に「宿泊施設」「災害」「協定」のキーワードと47都道府県名を順次入力し、47都道府県における宿泊施設による被災者支援に関する協定を収集した。

(2) 被災者を受け入れた宿泊施設並びに所属団体に対するヒアリング調査

宿泊施設における被災者受入れ事例としては比較的最近発生した災害であること、先行研究として平成28年熊本地震（以下、熊本地震と記す）において避難所を使用した際、心理的・物理的理由から避難所へ避難できない住民や要配慮者が在宅避難等を強いられ¹⁾、指定避難所以外での避難者が発生した²⁾等の事例を元に熊本県をヒアリング対象とした。加えて熊本地震と令和2年7月豪雨時に、宿泊施設への被災者受入れをサポートした熊本県旅館ホテル生活衛生同業組合と被災者を受け入れた宿泊施設に対してヒアリング調査を行った。

3. 結果と考察

(1) 都道府県と宿泊施設との協定の概要

民間の宿泊施設が対象となる災害支援協定は、2023年3月時点で47都道府県全てにおいて確認でき、その総数は61件であった。また、協定の形態は「都道府県」と各都道府県にある「旅館ホテル生活衛生同業組合」などの団体（以下、団体と記す）との間で締結されたものが58件とほとんどを占めており、これら団体との間で締結された協定の内容は、3つに大別することができた（表-1）。避難所として

表-1 協定内容の分類（n=61）

主な区分	件数
避難所として宿泊施設の活用や確保の支援（宿泊、入浴、食事などの提供）	42
帰宅困難者の一時利用などの包括的な支援（水やトイレ、入浴、災害情報などの提供）	6
上記の双方の内容を含むもの	10
協定はあるが支援内容が不明	3
計	61

宿泊施設の活用や確保を行う支援協定に記載されている主な項目は、「目的」「被災者の範囲や対象」「業務の内容」「要請の方法」「要請の対応」「協力の期間」「受入れ期間」「実績の報告」「費用」等であった。重要な点

キーワード 災害、宿泊施設、協定、被災者

連絡先 〒517-0403 三重県志摩市浜島町迫子2619番地1 株式会社志摩地中海村

E-mail: akira.oonishi@puebloamigo.jp

としては、被災地となった市区町村や都道府県と宿泊施設の間に団体が位置し、宿泊施設への被災者受入れの可否の状況把握から受入れ後の精算までの手続きを団体が担っていたことである。各協定や団体が作成配布している災害対応マニュアルを参考に宿泊施設の提供フローを整理すると図-1 になる。

(2) 被災者支援の事例（熊本県旅館ホテル生活衛生同業組合）

熊本県旅館ホテル生活衛生同業組合（以下、県旅連と記す）は2014年3月に熊本県との間で「災害時における宿泊施設等の提供に関する協定書」を締結しており、熊本地震が発生した際、協定に基づき被災者受入れのための準備に着手した。しかし、協定内では具体的な手法や費用負担に関する取り決め等がなされていなかったことから実施細目や各種書式の作成から着手せねばならず、初動に時間を要していた。また、停電やスタッフ自身の被災など混乱の中で限られた人員で対応せざるを得ず、他県スタッフによる代行支援などの体制を事前に決めておくことも課題であると考えられた。

(3) 被災者支援の実態（熊本県人吉市の宿泊施設 A）

令和2年7月豪雨では、市の中心部を流れる球磨川やその支流が氾濫し、市街地を含めた広い範囲の浸水により多くのホテル・旅館が被災した。県旅連は協定に基づき宿泊施設における被災者受入れに着手し、7月～12月の6ヶ月間において計9施設、延べ2,725人の受入れが実施された。その1つである宿泊施設 A は、人吉市内にありながら水害の直接的な被害を受けなかったことから発災直後には補助対象ではない近隣の一般市民70名が自主的な避難先として来訪した。宿泊施設では従業員が複数被災したことから被災者の受入れ対応に混乱が生じていた。支配人によると県との災害時支援協定の存在は知っていたが具体的な内容や対応については理解しておらず、事前準備や前述の運用マニュアルも活用されていなかった。宿泊施設では、協定書の有無や協定書の補助対象であるかに関わらず、被災者が避難してくる可能性があることや従業員の被災により対応に必要な人員が確保できない可能性等が挙げられた。宿泊施設における被災者の受入れについては、受入れ体制や事前準備などにおいて留意すべき点が多く、これら協定書に対する理解を深め、マニュアルを活用した事前の訓練等を実施することなどが今後の教訓となると考えられた。

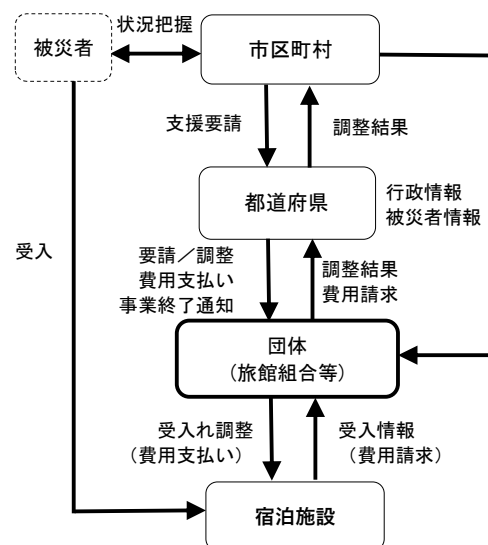


図-1 宿泊施設提供フロー

4. 結論

全ての都道府県において災害時における宿泊施設の活用に関する協定が締結され、そのほとんどが宿泊施設の属する団体である全旅連やその支部組織と都道府県との間で締結されていた。熊本地震の経験から運用マニュアルの製作や配布が実施され、令和2年7月豪雨では、県や市町村、受入れ側の宿泊施設との間で協定書に基づいた迅速な対応が出来た一方で、宿泊施設側では協定書や運用マニュアルに対する理解不足から活用が十分でない状況が明らかとなった。これら災害発生時における宿泊施設の活用事例を収集し、問題点や課題を抽出することは、より多くの宿泊施設の理解を広げることにつながり、これらの事業に対する参画意識を高められることで被災地の早期の復旧復興を宿泊施設が支える一助となると考えられる。

参考文献

- 1)加藤壮一郎:平成28年熊本地震の災害対応・支援活動にみる共助-避難所運営主体、民生委員・児童委員の活動を中心に-,経済社会学会年報,42 巻,pp.14-23,2020.
- 2)荒木裕子, 宇田川真之, 高田洋介, 坪井朔太郎, 北後明彦:指定避難所以外に避難者が発生した場合の対応に関する研究-2016 年熊本地震における益城町を事例として-, 地域安全学会論文集, 31 巻, pp.167-175.2017.11

論文

(災害時対応・避難計画)

「南海トラフ巨大地震津波に対する都市部での交通観測データを利用した車避難シミュレーション」の概説

東北大学	正会員	○大石	裕介
富士通株式会社		広上	新
富士通株式会社		新出	孝政
富士通株式会社		田上	直樹
東京大学		古村	孝志
東北大学	正会員	今村	文彦

津波避難時の車使用は原則禁止されているが、東日本大震災では車避難により助かった事例もあり検討課題となっている。本研究では車避難があった場合の被災状況予測と、減災に向けた交通制御の検討を、リアルタイムの交通状況を起点に行う手法を検討した。本手法では、商用車プローブデータと道路監視カメラからの断面交通量データにより交通状況をリアルタイムにシミュレーションする。再現された交通状況を初期値とした避難車両の動きの予測を、津波浸水予測と組合せることで、車両の被災地点と台数を算出する。名古屋市臨海部への想定南海トラフ巨大地震による津波に本手法を適用し、車避難台数の増加に対する被災台数の加速度的な増加傾向を確認し、湾岸部からの交通流を優先させる信号制御や津波浸水域外からの車避難抑制による減災効果を確認した。

1. 目的

避難者の5.7割が車を使用した東日本大震災以来、車避難のあり方についての議論がなされ、高齢者等の災害時要援護者の避難には車が必要といった指摘もあり、宮城県の亘理町や山元町等の一部の自治体で車避難が許容され始めた一方で、多くの自治体は、徒歩避難を原則としている。東日本大震災では車避難者の3分の1が渋滞に巻き込まれているが、今後の大規模津波災害に向けては、車避難自粛の周知と同時に、車避難による渋滞を想定した減災対策や災害時要援護者の避難等の車避難が不可欠なケースの安全確保に向けた検討が必要となる。

車避難のシミュレーションは、事前の防災計画等に用いられることが多いが、大石ら(2022)は、リアルタイムでの施策検討にシミュレーションを活用する検討を行った。いくつかの地点におけるリアルタイムでの断面交通量観測から地域全体の交通流を再現した上で、それを初期値として、発災時の有効な交通制御を検討する手法を提案した。名古屋市臨海部を対象とし、庄内川の橋梁を一方通行にすることにより南海トラフ巨大地震による津波被害を軽減させる検討を行った。本稿では、大石ら(2022)の手法を発展させ、さらに高精度な交通流再現に向け、個々の車の移動軌跡情報を含む商用車プローブデータを組み込んだシミュレーションを構築した。交通制御の施策として、技術的に実施可能となってきた津波の浸水予測を活用した以下の2ケースについて減災効果を評価した：

1. 浸水予測域内からの車避難のみを許容するケース
 2. 地域全体が車避難を行うが、浸水予測域内に位置する車両を優先的に避難させる信号制御を行なったケース
- さらに、避難路上で事故により通行止めが発生した場合の被災状況への影響評価も行なった。

2. 手法

本論文で提案する手法のスキームを図-1に示す。道路監視カメラからの映像と津波浸水予測情報をリアルタイム入力することで、被災台数や被災地点についての推定を行うとともに、被害軽減に向けた交通制御施策

キーワード リアルタイム交通制御, 津波, 南海トラフ巨大地震, プローブデータ
連絡先 〒980-8572 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1
E-mail: yoishi@irides.tohoku.ac.jp

の効果も評価する。道路監視カメラ映像は物体検知 AI で解析することで断面交通量の算出に用いる。また、商用車プローブデータを、カメラ映像による断面交通量から解析対象領域全体の交通量を予測するための予測器の構築と、交通シミュレーションの際の車両の走行ルート候補として用いる。また、道路監視カメラデータからシミュレーションにより再現したリアルタイムの交通流における車両分布情報を、発災時の避難シミュレーションの初期値として用いる。

3. 結論

本研究では、商用車プローブデータと道路監視カメラ映像からの解析で得られる断面交通量データを活用し、交通シミュレーションにより再現した交通流を基に、被害状況予測と交通制御施策の効果予測を行い、以下の知見が得られた：

1. 名古屋市臨海部を対象に、全国道路・街路交通情勢調査データを用いて行なった検証では、本手法により交通流を平均 23.4% の相対誤差で再現できることを確認した。
2. 名古屋市での断面交通量の実測値を基にして再現した交通流を初期値とし、南海トラフ巨大地震を想定し、地震発生後の車避難開始台数 N をパラメータとした避難シミュレーションを実施した(図-2)。その結果、 $N=60,000$ 台で被災台数が 168 台(被災率 0.2%)、 $N=80,000$ 台で被災台数が 2,164 台(2.7%) となり、 N の増加に対して加速度的に被災台数が増加する傾向が確認できた。
3. また、台数によらず、庄内川東側の南部において、北に向かう南北方向の幹線道路に東西から合流する道路において渋滞が発生し、その渋滞に巻き込まれた車両がそのまま津波に曝露される傾向が確認できた。
4. 全ての車が北側に避難する場合の渋滞状況を解析し、北側に比べ南側の方が北への交通流量が少なくなることが渋滞の原因であることがわかった。北側の車両数を制限するため、浸水予測域内からのみ車避難を許容する施策の効果を評価した。その結果、地震発生後の車避難開始台数 N が $N=70,000$ 台の場合に、被災台数が 779 台から 47 台まで軽減する効果が確認できた。
5. 南側の車両の避難を優先させるもう一つの施策として、信号のタイミングを制御する施策を検討し、 $N=70,000$ 台の場合に、被災台数が 358 台まで軽減することを確認した。
6. 災害時の混乱による事故等により、北に向かう幹線道路の 1 箇所に通行不可地点が生じた場合についての影響を調べ、 $N=70,000$ 台の場合に、被災台数が 2,174 台まで 3 倍程度増加する影響が確認された。

参考文献

- ・大石裕介, 広上新, 新出孝政, 高野和哉, 松本大輔, 大岡稜, 古村孝志, 今村文彦: 南海トラフ巨大地震による津波発生時のリアルタイム交通制御の検討, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 78(2), I_319-I_324, 2022.

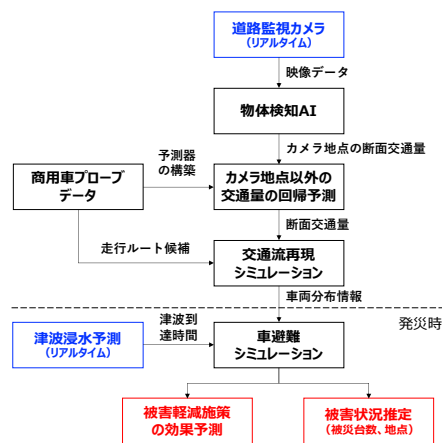


図-1 提案手法のスキーム

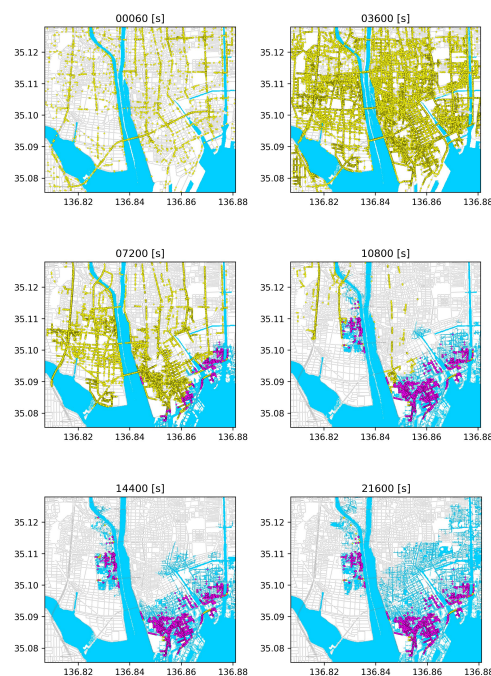


図-2 避難シミュレーション（ $N = 90,000$ 台）。黄色が避難車両、ピンクが津波に曝露した車両。

「大規模地震直後における避難経路での人流交通閉塞の防止対策 ～名古屋駅周辺地区のシミュレーションに基づいて～」の概説

愛知工業大学 正会員 ○中村 栄治
愛知工業大学 正会員 小池 則満

1. 研究の目的と背景

大都市においては、ターミナル駅を含む地区ごとに都市再生安全確保計画が策定されている。大規模地震が発生した場合に、徒歩帰宅者による交通混乱や群集事故を避けるため、徒歩帰宅できる滞行者（屋内に滞留）の一斉帰宅を抑制する前提、および徒歩帰宅できる来訪者（屋外に滞留）の帰宅を支援する前提で、徒歩帰宅者への対策が立てられている。

一斉帰宅抑制の対策は極めて重要ではあるが、筆者らは計画通りのレベルで対策が機能しないケースを取り上げ、徒歩帰宅者の避難について検討した。本研究では、人流が多く通過する主だった歩道を一方通行化することにより、対向流交錯点が発生しない避難経路を設定した。人流交通の閉塞の原因となる滞留の発生をどの程度抑制できるかをシミュレーションで明らかにすること、および、その上限が何で決まるのかを明らかにすることが研究の目的である。

3次元空間で歩行者と車両の動きを共に扱うことができる交通シミュレータ Vissim を使いシミュレーションを行った。Vissim では、他者から受ける力と自身が目的地へと向かう力を共に考慮した運動方程式（ソーシャルフォースモデル）に基づいて、個々のヒトモデルの動作が計算により決定する。

2. シミュレーション条件

名古屋市の都市再生安全確保計画に含まれている名古屋駅周辺地区において、滞行者の集積度が高い3つの区域（名駅1丁目、名駅2丁目、名駅4丁目）と駅西での商業施設やオフィスビルが集積する区域（椿町）を対象にしてシミュレーションを行った。これらの区域からの徒歩帰宅者は約8万3千人である。徒歩帰宅者の年齢および性別の分布は、愛知県の年齢別人口統計と就業状態等基本集計結果から求めた。年齢と性別に応じた歩行速さは、阿久津（歩行の科学，不昧堂，1975年）により実測されたデータを参考にして算出した。図-1に示すように、名古屋駅を取り巻く歩道の避難経路を、徒歩帰宅者が矢印の示す方向に歩いて避難する前提でシミュレーションを行った。記号IaからIjは横断歩道のある主だった交差点である。例えばIfは片道4～5車線の道路が交差する交差点であるが、この交差点に設置されている4つの横断歩道においては、反時計回りの一方通行になっている。

交通信号は地震による停電により、発災直後から機能せず無灯火状態が継続すると仮定してシミュレーションを行った。横断歩道においては、車両と歩行者とが衝突しないよう、歩行者を優先させながら人流の切れ目を縫って車両が横断歩道を通過するように設定した。

3. シミュレーション結果

名駅通沿いの歩道（図-1）において最も多くの人流が見込まれるため、図-2に示すように合計7地点（A0～A6）で人流を計測した。駅西地区では、名古屋駅西口（図-1 菱形印）からの徒歩帰宅者が主だった人流を構成する。図-3に示すように合計3地点（A7～A9）で人流を計測した。提案する対策の限界を見極めるために、nEWH

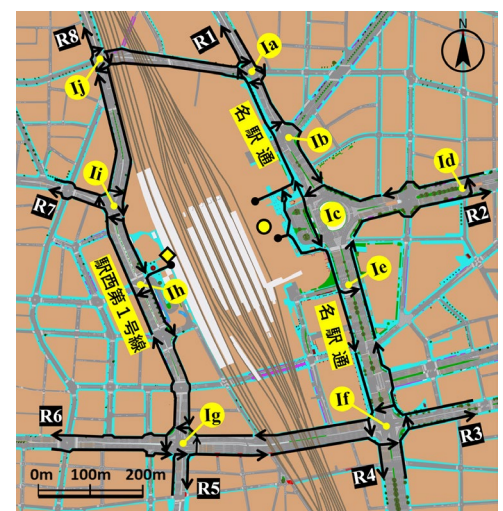


図-1 一方通行化した歩道の避難経路

(number of Evacuees Walking Home の略：一斉帰宅抑制が計画通り完全に機能した場合に想定される時間当たりの徒歩帰宅者数の意味)を6倍とした極端な事象を想定した。

各地点における人流密度を図-4に示す。横軸は計測地点を表し、縦軸は各地点での発災後1時間から2時間の60分間における人流密度の平均値である。各ビンの上部の数字は、人流密度の標準偏差の平均値に対する割合である。図-5は各地点での人流速さである。横軸は計測地点を表し、縦軸は60分間の人流速さの平均値である。各ビンの上部の数字は、人流速さの標準偏差の平均値に対する割合である。

A1地点においてはnEWHが6倍となっても人流密度が $0.5 \text{ 人}/\text{m}^2$ を少し上回る程度であり、人流速さは $3 \text{ km}/\text{h}$ を超しており、滞留を起こすことなく人流が流れる状態であることがわかる。A7地点(図-3)は名古屋駅西口からの人流が通過する最初の地点であるが、人流密度が $0.5 \text{ 人}/\text{m}^2$ を下回り、人流速さは $4 \text{ km}/\text{h}$ には達しないが、円滑に人流が流れる状態であることがわかった。A1やA7といった名古屋駅に最も近い地点に比べて、少し離れた4つの地点(A2, A3, A4, A9: 図-2と図-3)では人流密度が非常に高くなっている。中でもA2地点は歩道脇に設置された花壇により歩道幅が狭くなるため、A3地点では人流が合流するために、人流密度が $1.5 \text{ 人}/\text{m}^2$ を超えることがわかった。

4. まとめ

本研究では、大規模地震により大量の徒歩帰宅者が発生する場合において、対向流交錯を原因とする人流交通の閉塞を防ぐために主要避難路を一方通行化する対策の有効性を、名古屋駅周辺地区を対象にしてシミュレーションにより検討した。一斉帰宅抑制が計画通り機能しない場合、機能した場合を基準とした場合の徒歩帰宅者数の6倍までであれば人流交通の閉塞が発生しないことがわかった。さらに、歩道上の花壇や建築物による歩道の狭窄と人流の合流により、この上限値が決まることが明らかになった。

一斉帰宅抑制は非常に重要な対策であり、本研究は決して一斉帰宅を推奨するわけではない。徒歩帰宅者は均等に発生するわけではなく、時間当たりの徒歩帰宅者数は変動する。また防災の観点から、一斉帰宅抑制が計画通り完全には機能しない場合を考えておく必要がある。このような観点から、時間当たりの徒歩帰宅者数の発生が基準量を大幅に超える場合について、シミュレーションを行った。

最後に、歩道の一方通行化の実現方法について述べる。一方通行化は発災後、より早い時点で実施されるのが望ましい。歩いて向かってよい方向を示す電光掲示板(停電時にはバッテリー駆動で動作可能)を主だった避難経路である歩道に設置するなど、人的資源を要しない対策が望まれる。

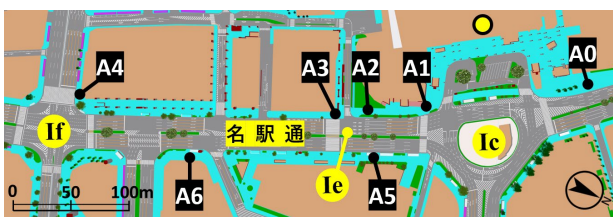


図-2 人流計測地点(駅東)



図-3 人流計測地点(駅西)

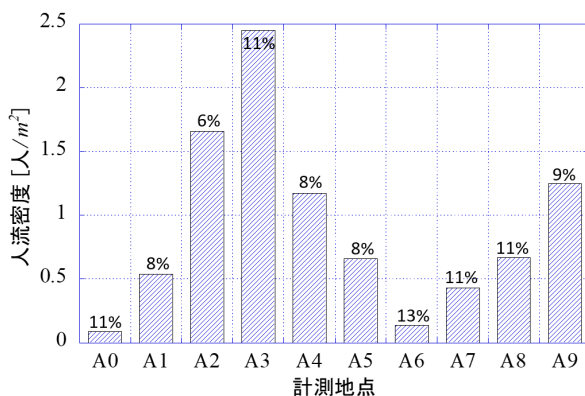


図-4 人流密度の比較 (nEWH=6倍)

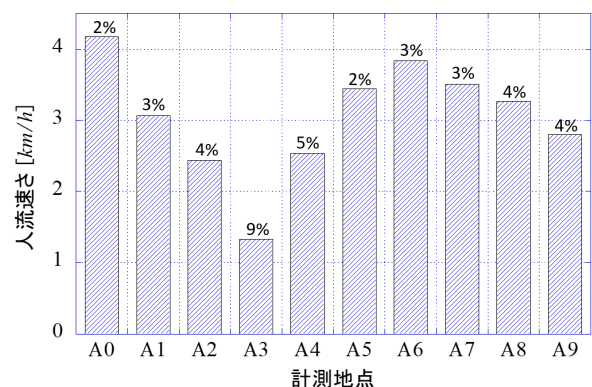


図-5 人流速さの比較 (nEWH=6倍)

「特別支援学校における避難所運営計画の現状と課題に関する研究 ～徳島県内の特別支援学校をケーススタディとして～」の概説

徳島大学	非会員	○扶川	巧真
徳島大学	正会員	金井	純子
徳島大学	非会員	白山	敦子
徳島大学	非会員	小川	宏樹

1. はじめに

東日本大震災や熊本地震など過去の大規模災害では、各地で避難所が開設される中、特別支援学校にも多くの避難者が集まり、避難所及び福祉避難所としての機能を求められた。そして、児童生徒の引き渡しや避難者への対応等の準備が不十分であり、様々な課題点が残った。

今後予想される南海トラフ巨大地震などの大規模災害において、徳島県内の特別支援学校では、過去の災害と同様に児童生徒の安全確保、保護者への引き渡し等の初動対応とともに、避難所及び福祉避難所としての機能を求められ、その役割を果たさざるを得ない状況になることが考えられる。

そこで本研究では、特別支援学校における避難所運営計画の現状と課題を明らかにすることを目的として、過去の事例調査や徳島県内の特別支援学校の現状分析を行い、その結果を踏まえた上で、児童生徒の安全安心を優先した避難所運営を行うための配置計画を検討する。

2. 大規模災害を経験した特別支援学校の事例

東日本大震災、熊本地震、平成30年7月豪雨で被災した特別支援学校3校の事例調査を行った。その結果、広域通学圏であることにより安否確認や授業再開に時間がかかったこと、自閉症を持つ児童生徒がパニックを起こしたこと、感染症の流行、児童生徒優先の避難所配置計画について地域住民から理解が得られなかったことなどの問題が生じたことが明らかになった。

3. 徳島県内の特別支援学校の災害リスク分析

徳島県内の公立特別支援学校10校を対象に、地震、津波、洪水、土砂災害についてGISを用いて災害リスクを調査した。その結果、すべての特別支援学校が震度6以上地域に位置していることが明らかになった。また、津波浸水想定2.0m以上が3校、洪水浸水想定0.5m以上が5校、土砂災害警戒区域内もしくは土砂災害警戒区域周辺（敷地の一部が土砂災害警戒区域内に含まれる場合）が7校であることが明らかになった。

4. 徳島県内の特別支援学校各校における避難所運営計画の現状

徳島県内の特別支援学校の避難所運営計画の現状を把握するため、2021年10月26日に徳島県教育委員会体育学校安全課を訪問し、徳島県内の公立特別支援学校10校の学校防災計画を閲覧した。その結果、各校の学校防災計画では、児童生徒の引き渡しや災害発生からの対応の流れ、避難経路については全ての学校で細かく計画されていたが、避難所運営における配置計画の図面の作成は進んでいないことが明らかになった。

一方、特別支援学校は空間・設備面から避難所として優れている一面があり、今後大規模災害が起こった際には東日本大震災や熊本地震などと同様に一般避難者が発生することが予想される。今後、特別支援学校の児童生徒の安心安全を優先した避難所運営を行うためにも、特別支援学校では避難所運営における配置計画の作成を進めておくべきであると考えられる。

5. 空間・設備の特徴を活かした配置計画とその留意点

表-1 に避難所運営における特徴を示す。特別支援学校と一般の学校とを比較した場合には、バリアフリー化が進んでいる、特別教室・体育館における空調設備設置率が高い、設置基準における1人当たりの面積が大きい、プレイルームや作業スペースなどの設置率が高い、寄宿舍が設置されているなどの特徴がある。

図-1 に上記の特徴を活かした特別支援学校の避難所運営における配置計画の例を示す。まず、障害を持つ児童生徒及びその家族に配慮し、他の避難者とは居住スペースおよび動線を分離する必要がある。また、特別教室における空調設備設置率が高く施設全体でバリアフリー化が進んでいることから、特別教室を要配慮者の居住スペース等として活用でき、それにより配置計画の選択肢が増え、普通教室などの部屋を使用制限スペースとすることで授業再開の円滑化に繋がると考えられる。さらに、特別支援学校には障害に関する専門的な知識・技術を有した教職員体制があり、児童生徒の支援のみならず、要配慮者への支援も可能である。以上のような特徴から、特別支援学校は要配慮者の避難生活の場として優位性があると同時に、一般避難者にとっても快適性を高める一面があり、避難生活後のフラッシュバックや災害関連死の軽減に繋がるのではないかと考える。これらの特徴は、都道府県や施設により差はあるが、文部科学省のデータからも全国的にみて同様のことが言えることから、これらの特徴を考慮した配置計画は徳島県内だけでなく、全国の特別支援学校で有効であると考えられる。

6. 結論

本研究では、特別支援学校における避難所運営計画の現状と課題を明らかにすることを目的として、過去の事例調査や徳島県内の特別支援学校の現状分析を行い、その上で、児童生徒の安全安心を優先した避難所運営を行うための配置計画を検討した。その結果、特別支援学校は充実した空間・設備等により避難所として優位性があることがわかった。そして、特別支援学校の児童生徒は災害時に環境の変化によって体調不良やパニックを起こしやすいことや、安否確認や授業再開に不利な一面があり、特別支援学校が避難所となった場合にはそれらのことも考慮しながら避難所運営を行う必要がある。そのためには、特別支援学校の空間・設備の特徴を活かした配置計画を作成しておく必要があると考える。

また、徳島県内の特別支援学校10校を対象とした災害リスク分析の結果、徳島県内の全ての特別支援学校が何らかの災害リスクがある場所に位置していることが明らかになった。さらに、各校の避難所運営計画の現状については、避難所運営における配置計画の図面作成が全体的に進んでいないことが確認できた。以上のことから、特別支援学校の空間・設備の特徴を活かした配置計画を提案した。

また、特別支援学校側としては児童生徒の安全確保および授業再開を優先して考えるべきであり、初期はやむを得ず一般避難者を受け入れたとしても、時間の経過とともに一般避難者は別の指定避難所に移ってもらう計画も立てておくべきであると考えられる。

表-1 避難所運営における特別支援学校の特徴

避難所運営における特別支援学校の特徴
児童生徒とその家族を優先した居住スペースおよび動線の分離
充実した施設・設備を児童生徒・要配慮者に活用できる
特別教室を利用することで配置計画の選択肢が増え、授業再開の円滑化に繋がる
障がいに関する専門的な知識・技術を有した教職員体制

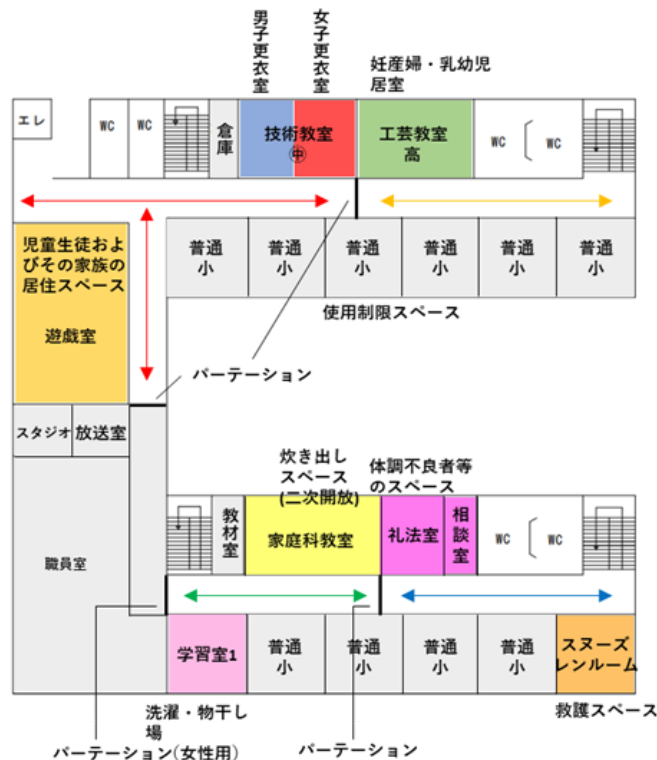


図-1 配置計画の例

「令和4年8月9日からの豪雨による青森県鯉ヶ沢町の保育園での避難行動と保育継続」の概説

徳島大学環境防災研究センター 正会員 ○中野 晋
東京未来大学こども心理学部 非会員 西村 実穂

1. はじめに

保育園などの避難行動要配慮者利用施設では水害時の避難確保計画策定や業務継続対策の重要性は年々高まっている。本研究では浸水が迫る中で園バスと徒歩の2つの手段で避難を実行し、その後、自治体との協力のもと、休園することなく保育継続を実践した青森県鯉ヶ沢町の保育園の事例分析を通して、避難確保計画として徒歩を前提とする場合の留意事項を明らかにすること、床上0.6mを超える浸水被害を受けた保育施設が休園することなくいかに保育を継続したか、その際に生じた問題にはどうしたことがあったかを整理することを目的とする。

2. 青森県鯉ヶ沢町での浸水被害の状況

令和4年8月8日から13日にかけて日本海から東北地方に伸びて停滞した前線の影響で青森県では9日未明から午後にかけて激しい雨が降り、各地で浸水被害が発生した。特に鯉ヶ沢町では中村川が氾濫し、図1に示すように374棟の住家の浸水被害などが発生した。河口から4.775kmに設置されている中村水位局では9日10時50分に氾濫危険水位、15時10分には水位局設置場所の堤防高を超える水位を記録した。

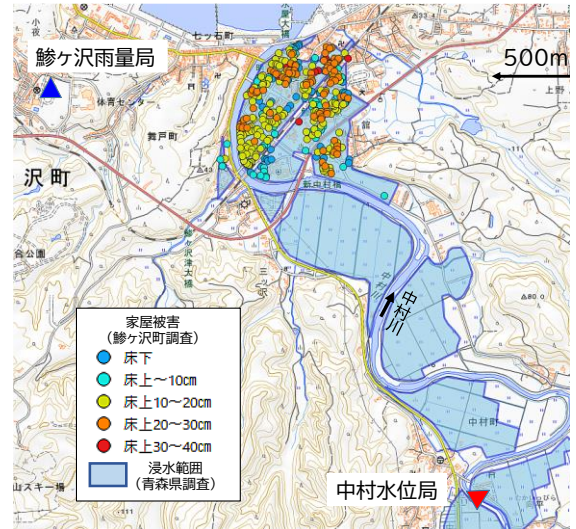


図1 浸水範囲と家屋の浸水状況

3. 方法

2022年11月11日にA保育園を訪問してインタビュー調査を行った。事前に調査目的や主な質問項目をまとめた協力依頼文にこれまでの公表論文のコピーを添えて送付した上で訪問した。インタビュー調査は事前に送付していた質問項目に関して適宜回答いただく半構造化方式のインタビュー調査である。また、鯉ヶ沢町総務課においても町内の浸水状況について説明を受け、家屋被害状況に関する未公表資料の提供を得た。訪問調査の前後にA保育園周辺の浸水痕跡を調査し、4カ所の浸水深をメジャーで測定するとともに河口から1.6~1.7km付近の越流地点の確認を行った。さらに施設の仮復旧ができるまで代替施設として利用した公民館の視察を行った。

平面2次元洪水氾濫解析プログラム「AFREL-SR」(ニタコンサルタント株)を用いて、洪水氾濫解析も実施した。計算領域は、中村水位局を含むように中村川流域を河口から5.0kmの範囲を含む南北2.8km東西2.2kmの範囲で、これを10mメッシュの正方格子で計算した。計算期間は8月9日0時から8月10日12時までの36時間、 Δt は0.015秒、地形データは国土地理院5mDEM、河川データは青森県提供(令和4年8月測量)を使用し、河床高、堤防高を与えた。

4. 結果

(1) A保育園と周辺の浸水被害

A保育園(0~5歳児47名、職員20名)は中村川河口近くの市街地に立地する。重ねるハザードマップに

キーワード 豪雨災害、保育園、避難行動、保育継続
連絡先 〒770-8506 徳島市南常三島町2-1 徳島大学環境防災研究センター
E-mail: nakano.susumu@tokushima-u.ac.jp

よると浸水想定は想定最大規模の洪水で3～5m、計画規模の洪水で0.5～3mとなっている。今回の水害では8月9日の16時頃に床上0.58～0.75mまで浸水するとともに泥が堆積した。調理室の主要器具の損傷、床板の反り上がり、床下への泥の堆積、教育備品など保育に必要な備品類、重要書類の多くが棄損した。ライフラインの被害はなく、断水や停電は生じていない。A保育園は商業施設が多く集積する場所に位置しているが、この周辺の浸水深は路面上1.0～1.5mと浸水エリアの中で最も高く、被災から3カ月が経過した調査時点でも多数の商店が事業再開できていなかった。職員は3名が床上浸水、園児は8家庭で床上・床下浸水被害となった。

(2) A 保育園の避難行動

10時50分に避難指示が発令されたので、11時から避難を始めた。園バスを2往復して0～3歳児を搬送し、4・5歳児は雨合羽を被らせて徒歩で、避難所（舞戸小学校体育館、約800m）へ避難させた。避難は11時20分までに完了した。幸いにも避難時には雨は小康状態（11時～12時の降水は1.5mm）であった。4・5歳児の徒歩による避難行動時の避難経路上の浸水状況の解析結果を図2に示す。

(3) A 保育園の保育継続

保育継続に向けた取り組みについて表1に整理して示す。被災翌日の10日（土）は希望者を対象に避難先の体育館の一面で保育を実施、12日～15日は町の公共施設のホールにマットを敷いて応急保育を実施した。16日～9月24日は園舎の修復工事を行いながら、2.6km離れた公民館を利用して保育を再開した。9月7日まで園舎の床と脇板の張替え工事を実施し、その後、清掃・消毒、保育に必要な荷物の搬入等を終えて、9月26日から1カ月半ぶりに自園での再開を果たした。なお、この保育園では津波や洪水の安全性を考慮して、被災前から町役場近くの高台に移転計画を進めている。新型コロナウイルス感染症などの影響を受け、完成が遅れていたが、2023年10月末竣工を目指して新設工事が進められている。

(4) 公民館利用で発生した課題

代替施設として利用した公民館は一般住民が集会等で利用する施設であり、トイレや手洗い場などは子どもの利用には適していない。また、冷房が必要となる期間が短いため、エアコンの設置がないなどの問題があった。前者については足台を設けるなどで対応したが、後者は扇風機だけしかなかったため、熱中症予防のために適切な水分補給に気を付けるなどで対応せざるを得なかった。代替施設等を利用する場合には衛生環境や暑さ対策、寒さ対策に加えて、遊び場の確保、送り迎えのための駐車場確保などが問題になった。

5. まとめ

この施設では避難確保計画の作成、河川の水位情報の収集とこれに基づく避難準備行動、保護者に対する丁寧な情報提供と共有が行われていた。適切な事前準備の結果、適切な避難行動がとられた。保育継続については町との連携のもとで、速やかな代替施設の決定と準備が進められたが、いくつかの問題が生じた。代替施設で生じやすい課題を事前に把握し、必要な備品等を準備しておくことがBCPとして重要である。

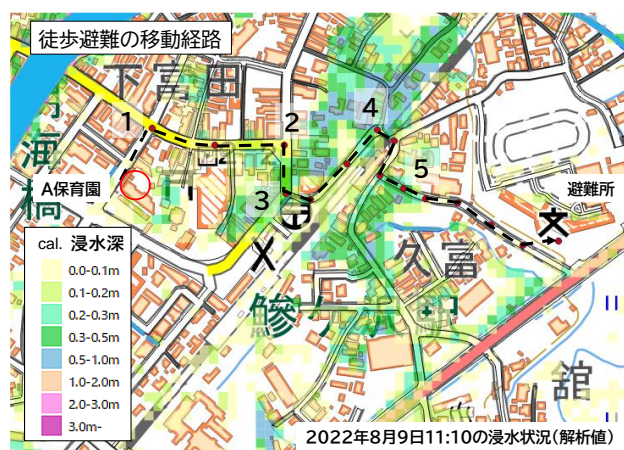


図2 徒歩避難時の浸水状況解析結果（8月9日11:10）

表1 保育継続の取り組み

項目	日時など	内容
休園と応急保育の連絡	8月9日16時半	翌日の避難指示が解除される見込みがないとのことで、10日の休園と希望者対象に小学校での仮保育を行うことを連絡
代替保育先の検討	8月10日	町と協議を開始し、その日の内に見下しをして、公民館利用を決定
応急保育1	8月10日	小学校体育館の一面を借りて保育（5名程度）
応急保育2	8月12日～15日	町の公共施設のホールにマットを敷いて応急保育（5名程度）。給食なし。弁当持参
公民館での保育	8月16日～9月24日	2.6km離れた公民館で保育再開。0-2歳は和室利用、3-5歳はホール利用。臨時メニューで給食提供
自園の復旧	8月17日～9月7日	床と脇板の張替え工事
	9月8日～9月25日	清掃・消毒、荷物の運び込みと整理
自園での再開	9月26日	自園での再開を果たす
今後の予定	2023年中	高台の町役場の横に新設工事中。2023年10月末竣工予定

「令和4年台風15号による断水時の透析医療機関等の対応と今後の課題」の概説

徳島大学 正会員 ○湯浅 恭史
しみず巴クリニック 非会員 宮地 武彦
徳島大学 正会員 蔣 景彩
徳島大学 正会員 上月康則

1. はじめに

人工透析治療は、水・電気といったライフラインに大きく依存した治療方法であり、災害時にライフラインの途絶があった場合には、大きな影響を受けることとなる。多様化する自然災害の被害から透析医療を継続するために、先行研究^{1) 2) 3)}によるとBCPや応急給水のための協定等のソフト対策や自家発電装置や井水の活用などのハード対策の必要性が高まっている。

そこで、本研究では、令和4年台風15号での静岡県静岡市清水区での断水被害に着目し、透析医療機関や水道事業者等に対してインタビュー調査を実施した。透析医療機関等の実際の対応と断水時の影響について明らかにし、断水時の透析医療の継続における現実的な課題を抽出することを目的とし、今後取り組むべき事前対策等について考察を行う。

2. 静岡市清水区における断水被害の概要

令和4年台風15号による集中的な降雨により、9月24日には興津川にある承元寺取水口で、水位の上昇により取水口が水没し、上流からの流木や土砂が流れ込み、取水することができなくなった。これにより、谷津浄水場に水を引き込むことができず、谷津浄水場が水を供給する静岡市清水区の巴川・興津、三保、庵原北部・庵原系小規模配水池、馬走、団地、富士見ヶ丘の各ブロックでは断水となった。また、興津川に架かる宮嶋橋水管橋が流木等により損壊を受け、和田島ブロックへの送水ができなくなり、断水となった。承元寺取水口の破損及び宮嶋橋水管橋の落橋による影響で静岡市清水区の最大63,000世帯程度が断水となった。

3. 令和4年台風15号による断水時の透析医療機関等の対応

清水区災害時透析連絡会議、透析医療機関への応急給水の対応・調整を行った静岡市上下水道局、透析医療機関の支援・調整を行った静岡市保健福祉長寿局に対し、インタビュー調査を行った。

今回の断水で清水区災害時透析連絡会議に所属する7透析医療機関のうち、透析医療機関Aは井水を利用

表-1 透析医療機関の対応状況

透析医療機関	A	B	C	D	E	F	G
透析形態	外来	外来	外来	外来、入院	入院	外来	外来
既存患者数	130人	66人	255人	4人	125人	68人	207人
継続方法	井水利用	応急給水	応急給水	応急給水	応急給水	他施設 (支援透析)	他施設 (関連施設)
受水槽容量	不明	30t	20t	250t/50t	30t	なし	不明
時系列対応	9/25 断水 9/26 受水槽の水で短時間透析へ切替、他施設の患者受入 9/27 井水利用透析への切替 10/1 通常復旧	9/24 断水、水道局による応急給水、短時間・低透析液流量透析への切替 9/29 短時間透析への切替 9/30 断水解消 10/3 通常復旧	9/24 断水、水道局による応急給水、短時間・低透析液流量透析への切替 9/27 3クール透析への切替 9/28 断水解消 10/2 通常復旧	9/24 断水 9/26 消防局等による応急給水、低透析液流量透析への切替 10/1 断水解消 10/3 通常復旧	9/24 断水 9/25 水道局による応急給水、短時間・低透析液流量透析 9/30 断水解消 10/1 通常復旧	9/24 断水 9/25 支援透析先の確保・調整 9/26 静岡市内他施設での支援透析、患者割振り、移送対応 9/30 断水解消 10/1 通常復旧	9/24 断水、静岡市内関連施設での支援透析 9/28 断水解消 9/29 通常復旧
通常透析復旧までの期間	6日	9日	8日	9日	7日	7日	5日
断水ブロック	巴川・興津	三保	巴川・興津	富士見ヶ丘	庵原北部	巴川・興津	巴川・興津

キーワード 透析、医療機関、台風、断水

連絡先 〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2丁目1 徳島大学環境防災研究センター

E-mail: yuasa.yasufumi@tokushima-u.ac.jp

しての透析に切り替えて対応し、通常の透析医療に加えて患者の受け入れも行った。透析医療機関 B,C,D,F は静岡市上下水道局等による応急給水を受けて対応し、既存患者への透析医療は継続した。透析医療機関 G,H は断水により透析医療を休止し、関連施設や他の施設での支援透析により対応した。支援透析では、静岡市保健福祉長寿局と地域のキーパーソンである医師（透析医療機関 B 所属）の個人的なネットワークにより連絡・調整がなされた。このように透析医療機関では機能復旧、応急給水、支援透析の 3 つの業務継続戦略により対応を行った。（表-1）

4. 断水時の透析医療の継続における課題と必要な今後の取り組み

今回から抽出される透析医療機関の課題は①水源確保、②応急給水対応、③支援透析体制の 3 点である。これらを解決するために今後必要な取り組みは、透析医療機関として必要な取り組みは、業務継続計画を策定し、災害発生または通常医療が困難になったことをトリガーとして、診療継続が可能かどうか施設や設備、ライフラインの被害確認、職員や透析患者の安否確認、自治体や関連機関等との連絡・調整、地域の透析医療機関の状況把握等を実施し、業務継続戦略を検討する必要がある。その上で、今回の事例で抽出された「井水等の利用など自施設の機能を復旧させる戦略」、「応急給水により業務継続する戦略」、「他施設での支援透析による代替戦略」等の複数の業務継続戦略を検討する必要がある。そして、それらを実施できる体制を整備し、単独または複数の業務継続戦略を組み合わせることで対応ができるように、事前対策等の準備しておく必要がある（図-1）。透析医療機関では、業務継続計画を策定するだけではなく、少なくともこれら 3 つの業務継続戦略のうち、2 つ以上の対応ができるよう、必要な事前対策や教育・訓練の実施が必要となる。さらに、清水区災害時透析連絡会議のような地域内の自治体や透析医療機関が集う会議体で取り組み内容を共有することで、各透析医療機関での継続的改善と相互理解につなげていくことも有効な手段となり得る。

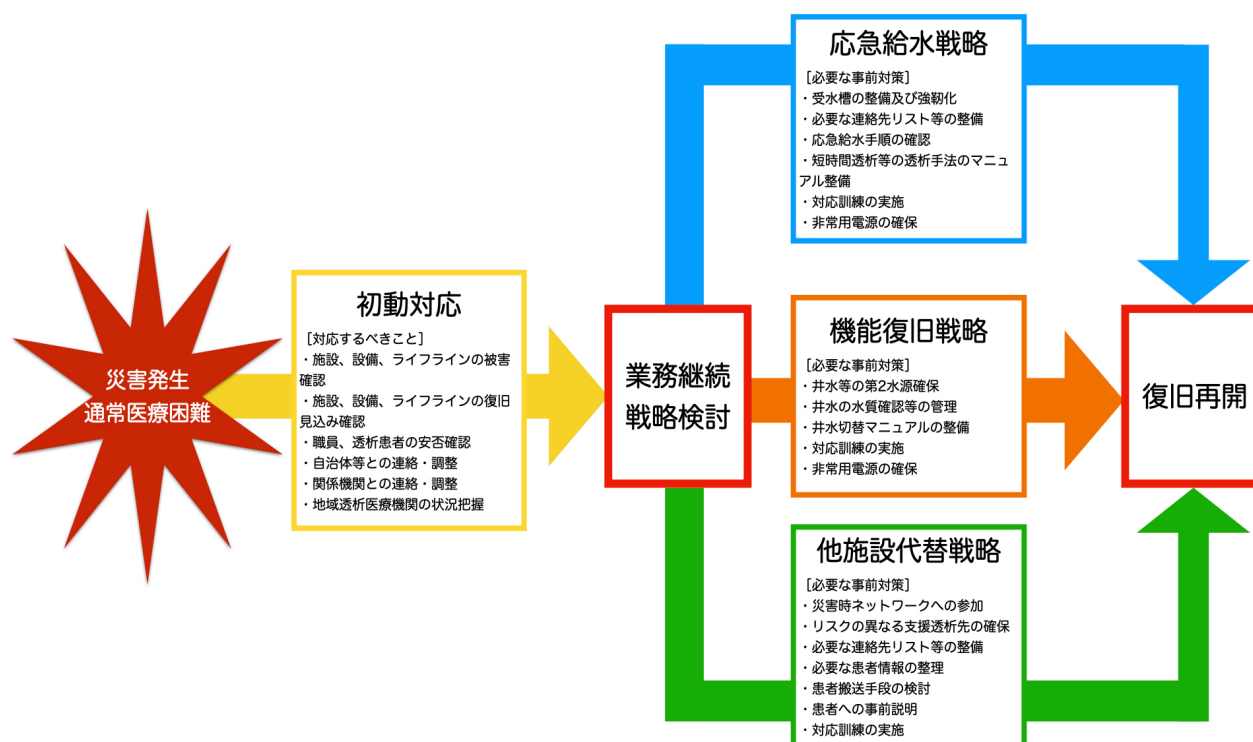


図-1 透析医療機関における業務継続戦略と必要な事前対策

参考文献

- 1) 高橋初, 桜井海斗, 澁澤工裕, 武藤潤一, 日暮光太郎, 河西亮佑, 松本修平, 刈込秀樹, 三浦國男, 大崎慎一, 池田重雄: 令和元年房総半島台風による在宅血液透析への影響と対応, 日本在宅血液透析学会誌, 3 巻, pp.31-38, 2023.
- 2) 松山美樹, 宮村正光, 杉本三千雄: 震災時における透析施設の機能継続に関する調査・研究, 日本建築学会技術報告集, 20 巻, 46 号, pp. 1141-1146, 2014.
- 3) 矢嶋晃仁, 倉持元: 大規模地震災害に備えた地域透析体制構築にむけて, 日本農村医学会雑誌, 61 巻, 5 号, pp.695-702, 2013.

論文

(防災情報・安全情報・安全教育)

「条件の違いが盛土の滑動崩落に与える影響に関する一考察」の概説

京都大学大学院農学研究科	正会員	○原田	紹臣
鹿児島大学工学部	正会員	酒匂	一成
京都大学名誉教授	正会員	水山	高久
大阪大学名誉教授	名誉会員	松井	保

1. 目的

本研究では、今後の盛土規制法の運用において、設計実務者に対して有益であると考えられる知見や、盛土規制法における課題とその対応について、常時や地震時を対象に、ガイドライン¹⁾で示されている二次元分割法等を用いた試算により考察している。

2. 簡便法における盛土条件（材料・形状）の違いが安定度を与える影響

実務者が簡易に盛土の安定性について評価可能とするため、先ず、これまで多くの現場で用いられてきた二次元分割法のうちの簡便法¹⁾を用いて、感度分析を実施した。その際、一般的に用いられている盛土材料毎における安定（基準となる常時安全率 1.5、地震時安全率 1.0）を確保する盛土形状（盛土高 h_0 とのり面勾配 θ ）の関係性を示した。

次に、実務者が現場で使用できる簡易な安定度評価に関する知見として、盛土形状（盛土高 h_0 、のり面勾配 θ ）毎に、簡便法における安定度を確保するための材料強度に関する感度分析の結果を示した。その際、盛土形状（盛土高 h_0 、のり面勾配 θ ）毎において安全率 F_{s2} を確保するために必要な材料強度毎の関係性について整理するため、盛土形状毎で、地震時における簡便法での基準となる安全率 F_{s2} を確保する材料強度の閾値を、それぞれ示した。

3. 二次元分割法における評価時に必要な任意点の位置が安定度を与える影響

簡便法¹⁾では、円弧すべり中心地点を対象に、盛土のすべり出す力と抵抗力のモーメントとの比（安全率）で評価している。しかしながら、非円弧等の盛土では、評価時に新たに設定する任意点 O の位置における各モーメントの比で評価する必要がある（図-1）。

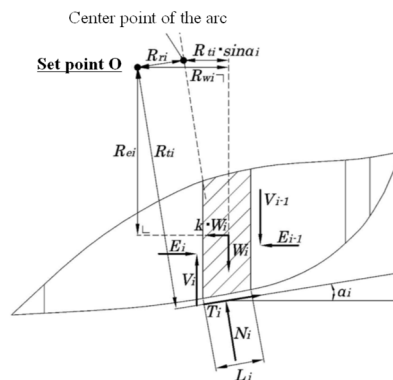


図-1 二次元分割法における各分割片に働く力（地震時等）¹⁾

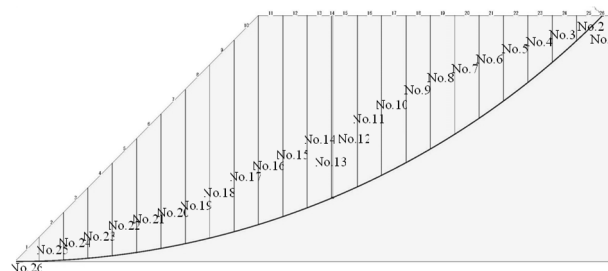


図-2 盛土の分割（スライス）条件

そこで、この任意点 O の位置の変化が二次元分割法における地震時の安定度（安全率 F_{s1} ）に与える影響について検討した。その際、分割された円弧を有するすべり面（図-2）を対象に、任意点 O 位置の変化が安全率 F_{s1} に与える影響について試算した結果を図-3 に示す。図-3 に示すとおり力のつり合いは認められず、任意点 O 位置が円弧すべり面と直角方向等への距離に応じて、安定度（安全率 F_{s1} ）が変化することが新たに確認された。また、鉛直及び水平方向の力のつり合いの検証として試算した結果（表-1）に示すとおり、つり合いが不均衡（力学的矛盾）状態であることが確認された。最後に、これらの考えられる要因について考察するとともに、新たに、この力学的矛盾^{2),3)}による影響を軽減させる手法について提案した。

キーワード すべり解析、盛土、斜面安定、二次元解析
連絡先 〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 京都大学大学院農学研究科
E-mail: harada3@kais.kyoto-u.ac.jp

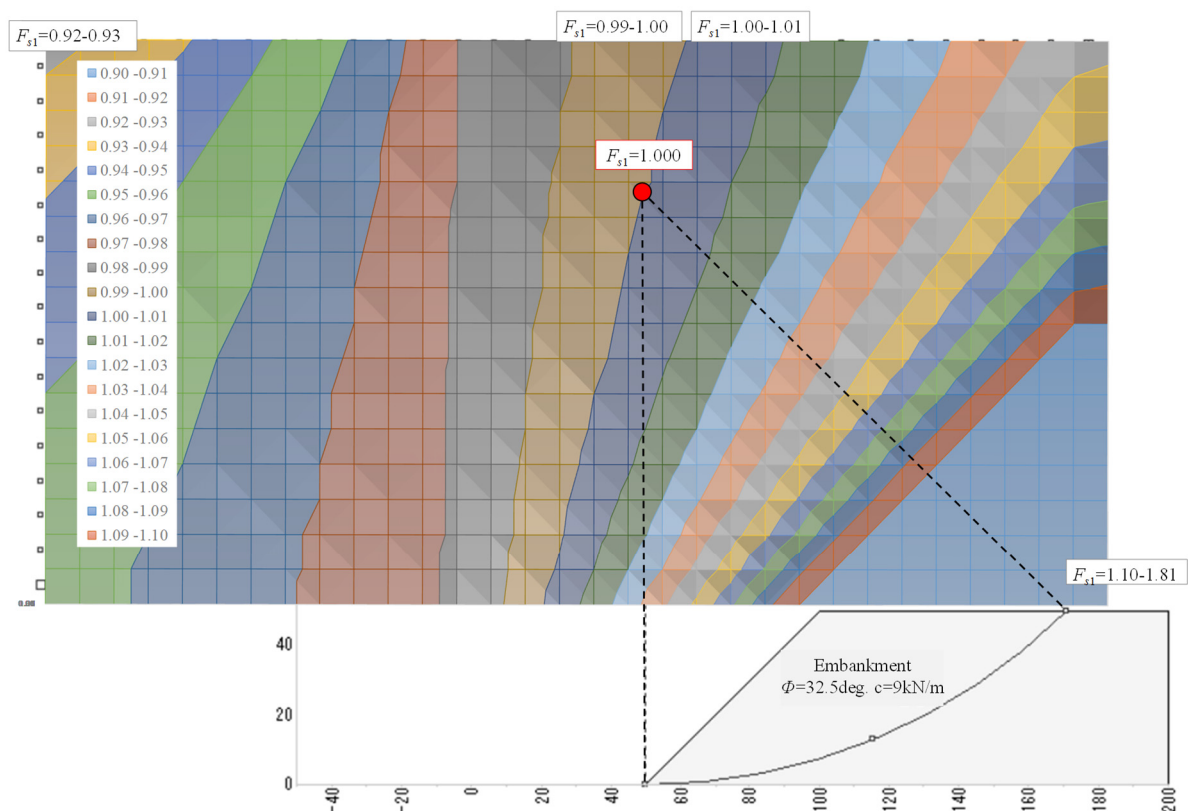


図-3 任意点位値の変化が安定度（安全率）に与える影響（地震時， $k=0.25$ ）

表-1 仮定条件（分割片に働くすべての鉛直，水平方向のつり合い式）に対する検証結果

Slice No.	w_i kN/m	N_i kN/m	α deg.	$N_i \cdot \cos \alpha$ kN/m	$c \cdot L_i$ kN/m	$N_i \cdot \tan \phi'$ kN/m	T_i kN/m	$T_i \cdot \sin \alpha$ kN/m	$V_{i1} - V_i$ kN/m	$T_i \cdot \cos \alpha$ kN/m	$N_i \cdot \sin \alpha$ kN/m	$k \cdot W_i$ kN/m	$E_{i1} - E_i$ kN/m
1	1	1	44.9	1	5	0	5	4	-3	4	1	0	-3
2	279	155	43.3	113	62	99	161	111	56	117	107	70	59
3	738	433	41.3	325	60	276	336	222	191	253	286	184	217
4	1162	718	39.1	557	58	458	516	325	279	400	453	290	343
5	1554	1007	37.0	804	56	642	699	420	329	558	606	389	437
6	1918	1297	34.9	1064	55	827	882	505	349	723	743	479	499
7	2254	1586	32.9	1331	54	1011	1065	579	344	894	862	564	532
8	2566	1871	30.9	1605	52	1193	1245	640	321	1068	962	642	536
9	2855	2151	29.0	1881	51	1371	1423	690	284	1244	1043	714	513
10	3122	2423	27.1	2157	51	1545	1595	727	238	1420	1104	780	465
11	3368	2687	25.2	2430	50	1713	1763	752	185	1594	1146	842	393
12	3594	2941	23.4	2699	49	1875	1924	764	130	1766	1168	898	301
13	239	198	22.4	183	3	126	129	49	6	120	76	60	16
14	3814	3200	21.5	2978	48	2040	2089	765	71	1944	1171	953	181
15	4002	3431	19.7	3230	48	2187	2235	753	18	2105	1155	1000	51
16	4172	3649	17.9	3472	47	2326	2374	730	-30	2259	1122	1043	-94
17	4075	3630	16.2	3486	47	2314	2361	658	-69	2268	1011	1019	-238
18	3712	3363	14.4	3257	46	2144	2191	546	-91	2122	838	928	-355
19	3332	3067	12.7	2992	46	1956	2002	440	-100	1953	675	833	-445
20	2937	2743	11.0	2693	46	1749	1795	342	-98	1762	523	734	-504
21	2526	2391	9.3	2360	46	1525	1570	254	-87	1550	386	632	-532
22	2100	2012	7.6	1995	45	1283	1328	176	-70	1317	266	525	-525
23	1659	1608	5.9	1599	45	1025	1070	110	-50	1065	166	415	-484
24	1204	1178	4.3	1175	45	751	796	59	-30	794	87	301	-406
25	733	724	2.6	723	45	462	507	23	-13	506	33	183	-290
26	248	246	1.1	246	45	157	202	4	-3	202	5	62	-135
Σ	58163								2158			14541	532

参考文献 1) 国土交通省：盛土等の安全対策推進ガイドライン，安全性把握調査編，2023.，2) Fellenius, W.: Calculation of the stability of earth dams, Second Congress on Large Dams, pp. 445-462, 1936.，3) 山口柏樹：土質力学（全改定），2015.

「受水槽のスロッシング被害評価のための速度応答スペクトル予測式の検討」の概説

福井工業大学 正会員 ○西川 隼人
金沢大学 正会員 池本 敏和
ライフライン防災総研 正会員 宮島 昌克

1. はじめに

給水タンクや配水タンクなどの受水槽は、快適な社会生活や円滑な生産活動を行う上で必要不可欠なインフラ設備である。また、受水槽は地震などの災害による断水時なども、給水を確保する上で重要な役割を果たしているが、過去の大規模地震において、受水槽内の液面が揺動するスロッシング現象によって、水道供給システムの異常挙動や受水槽容器の破損などの被害が報告されている。スロッシング被害調査やスロッシング波高の低減対策に関する研究がいくつか行われているが、地震動に対する地盤の増幅特性、いわゆるサイト特性のスロッシング波高への影響は、十分に調べられておらず、また、スロッシング波高を予測した研究も少ない。

そこで本研究では、地震時の受水槽のスロッシング被害を評価するために、関東地方を例として、受水槽の1次スロッシング固有周期よりやや広い固有周期1～5秒の擬似速度応答スペクトル予測式を二段階回帰分析によって求めた。予測式では、周期1～5秒のサイト特性を考慮するために、表層地盤だけでなく、工学的基盤以深の深部地盤構造の影響を反映させた。また、予測式をもとに、想定されている首都直下地震を対象として、スロッシング波高の評価と受水槽被害が発生する可能性を検討した。

2. 解析地震記録と地盤データ

擬似速度応答スペクトルの予測式を求めるために、関東地方の604地点の地震観測点で得られた、気象庁マグニチュード6.0～7.6の11地震の観測記録を用いた。解析対象とした地震の震央(★)と地震観測点(○, △など)の位置は図-1のとおりである。予測式にサイト特性を反映させるための地盤データとして、地震調査研究推進本部の関東地方の浅部・深部統合地盤構造モデルを用いた。図-2に深部地盤構造を用いて評価した地盤の1次固有周期分布、図-3に地表から深さ30mまでの平均S波速度の分布を示す。図-2の赤い○は固有周期が5秒以上の地点であり、図-3の赤い○は平均S波速度が200m/s未満の地点である。

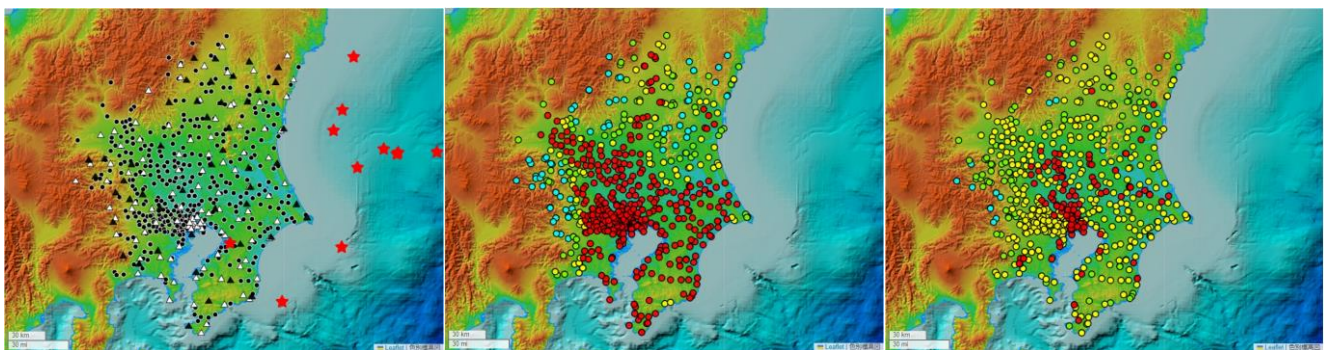


図-1 震央と地震観測点

図-2 地盤の1次固有周期分布

図-3 平均S波速度分布

3. 擬似速度応答スペクトルの予測式

地震観測記録から計算した擬似速度応答スペクトルの予測式を求めるために、二段階回帰分析によって、気象庁マグニチュード、震源距離、平均S波速度、地盤の1次固有周期をパラメータとする回帰式を求めた。回

キーワード 受水槽, スロッシング, 速度応答スペクトル, サイト特性

連絡先 〒910-8505 福井県福井市学園3丁目6番1号 福井工業大学工学部建築土木工学科

E-mail: nishikawa@fukui-ut.ac.jp

帰分析の結果、得られた相関係数は、一段階目、二段階目ともに対象とした固有周期全域で、0.9 以上の値となった。また、予測式の構築に含まれていない地震観測記録に対して、地震観測記録から求めた擬似速度応答スペクトルと予測式から求めた値を比較した結果、相関係数が 0.9 前後という良好な結果が得られた。

4. 擬似速度応答スペクトル予測式に基づくスロッシング波高と受水槽被害の評価

得られた擬似速度応答スペクトル予測式に基づき、首都直下地震を想定した場合のスロッシング波高を評価するとともに、受水槽の被害が発生する可能性を検討した。スロッシング波高は、図-4 の受水槽モデルを対象に、受水槽の 1 次スロッシング固有周期 (1.96 秒) に対する擬似速度応答スペクトル予測値をもとに計算した。解析対象とした首都直下地震は、中央防災会議が想定した茨城・埼玉県境の地震 ($M_w=7.3$) である。

図-5 に想定地震における震源距離とスロッシング波高の関係、図-6 に想定地震を対象に求めたスロッシング波高の分布を示す。図-5、図-6 の△は、予測式に用いたデータの震源距離の範囲外だった地点の値であるため、外挿値となるが、参考値として記載している。また、図-5 の赤い破線は、スロッシングによる受水槽天板損傷を防止するために設けられている余裕高さ (30cm) を表している。図-5 の震源距離とスロッシング波高の関係をみると、○で示される予測式の適用範囲内の 9 地点で、スロッシング波高が余裕高さを超えており、波高の最大値は 32.5cm であった。図-6 のスロッシング波高分布を見ると、波高が余裕高さ (30cm) 以上の赤い○の地点が震央南側の東京都で多く、この地域では受水槽の液面が天板に衝突することで、天板や側板上部に損傷が生じる恐れがある。波高が高く評価された地点は、表層 30m の平均 S 波速度が小さく、なおかつ、地盤の 1 次固有周期が長い、サイト特性の大きな地点であったことから、受水槽のスロッシング被害を評価する上で、精度の高いサイト特性評価が非常に重要であると考えられる。

5. まとめ

本研究では、地震時の受水槽のスロッシング被害を評価するために、関東地方を例として、受水槽の 1 次スロッシング固有周期よりやや広い固有周期 1~5 秒の擬似速度応答スペクトル予測式を構築するとともに、予測式をもとにスロッシング波高の評価と受水槽被害が生じる可能性を検討した。予測式では、周期 1~5 秒のサイト特性を考慮するために、表層 30m の平均 S 波速度と地盤の 1 次固有周期をパラメータに用いた。得られた予測式を用いて、首都直下地震で想定されている地震に対して、受水槽のスロッシング波高を評価した。その結果、東京都などの一部の地点では、スロッシング波高が大きくなることで、受水槽の液面が天板に衝突し、損傷が生じる可能性があることを示した。

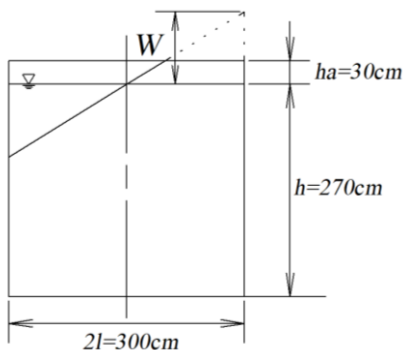


図-4 受水槽モデル

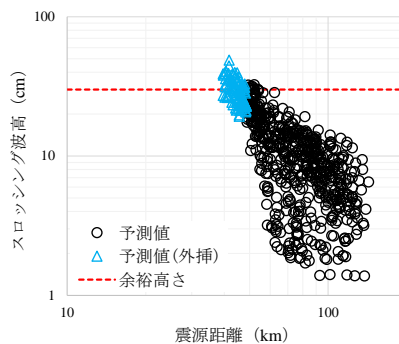


図-5 震源距離とスロッシング波高の関係

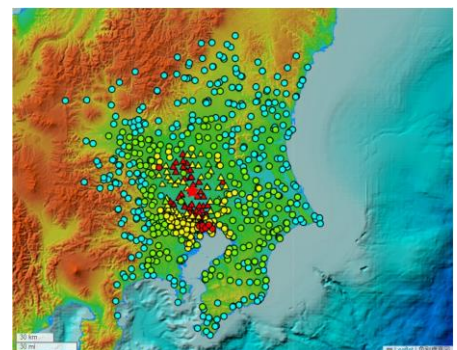


図-6 スロッシング波高分布

謝辞：本研究では気象庁、国立研究開発法人 防災科学技術研究所の K-NET, KiK-net, 首都圏強震動総合ネットワーク SK-net の地震観測記録を使用させて頂きました。一部の図の作成において、国土地理院の地理院タイルを利用させて頂きました。標高図の海域部は海上保安庁海洋情報部の資料を使用して作成しました。記して御礼申し上げます。

「時間的持続性および面的波及性の観点からの水害教育効果の分析～三重県内の小学校における調査を通じて～」の概説

香川大学 正会員 ○竹之内 健介
国土交通省中部地方整備局 非会員 谷田 翔平
国土交通省 中部地方整備局 非会員 堀江 隆生
パシフィックコンサルタンツ株式会社 非会員 石井 美帆
パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 浅見 ユリ子

1. 背景および目的

水害教育の重要性については否定的な意見は少ない。一方で、その長期的効果の検証やその社会的波及性については十分に議論されていない。水害教育が重視される社会において、また水害リスクの上昇が危惧される状況において、その検証をどのように進めるか検討することは重要である。

本研究では、このような現状を踏まえ、これまで水害教育を実施してきた学校を対象に、その児童・保護者・教員に対しアンケート調査を行い、水害教育の効果として水害に対する知識や意識が長期的に見た場合にどの程度継続しているのか（時間的持続性）、また児童を通じた家庭における水害の話し合いや備えの実施、地域との連携促進など、周囲にどの程度影響を与えているのか（面的波及性）という観点から評価を行い、単に一時的な児童に対する教育効果に捉われず、社会における多面的な評価の一端を確認する。

2. 研究方法

本研究では、水害教育の時間的持続性および面的波及性について、三重河川国道事務所が三重県内の小学生を対象に提供している水害教育プログラムの事例を基に評価する。水害教育を受けた数か月後の児童と過去に同様の水害教育を受けた児童の比較を通して、水害教育効果の時間的持続性を確認する。次に、保護者が児童からどのような影響を受けたか、児童を通してどのような周囲への波及の可能性があるか、児童・保護者・教員それぞれの結果の比較を通して、周囲への面的波及性を確認する。水害教育実施の数か月後の評価として2021年度の水害教育を受けた児童・保護者・教員を対象に、過去の水害教育の評価として2019年度の水害教育を受けた児童をそれぞれ対象としてアンケートを実施した。

児童向けのアンケート内容は、大きく授業の記憶（SQ1）、水害の考慮（SQ2）、周囲との水害に関する会話（SQ3）、災害への備え（SQ4）、各種意識変化（SQ5-1～SQ5-11）で構成されている。なお、各種意識変化については、災害に関するもの（SQ5-5～SQ5-11）だけでなく、日常に関するもの（SQ5-1～SQ5-4）も対象とした。また保護者と教員向けのアンケート内容は、まず保護者に対し、「A 家庭への波及影響」として、家庭への授業伝達（PQ1-1）、家庭における参考内容（PQ1-2）、家庭における水害の議論（PQ1-3）、家庭での防災取り組み（PQ1-4）を確認した。また水害教育による「B 児童の変化」として、保護者と教員の両方に対し、自助、学校防災、家庭防災、地域防災への関心（PQ2-1～PQ2-4, TQ2-1～TQ2-4）を確認し、教員には併せて、学校における水害の議論（TQ2-5）を確認した。今後の防災教育の参考として、「C 防災教育の必要性・継続性」について、保護者に対し、必要性（PQ3-1）、優先度（PQ3-2）、役割分担（PQ3-6）を確認し、教員に対し、優先度（TQ3-2）、学校での継続取り組み（TQ3-3）、継続できる理由（TQ3-4）、継続に必要なこと（TQ3-5）、役割分担（TQ3-6）を確認した。

3. アンケート調査結果

水害教育効果の持続可能性として2021年度と2019年度の児童を比較した。授業の記憶（SQ1）や水害の考

キーワード 水害教育, 時間的持続性, 面的波及性
連絡先 〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20 香川大学創造工学部防災危機管理コース
E-mail: takenouchi.kensuke@kagawa-u.ac.jp

慮 (SQ2), 周囲との水害に関する会話 (SQ3), 災害に関する意識変化 (SQ5-5~SQ5-11) など, 多くの項目で 2021 年度児童より 2019 年度児童の方が肯定的な意見が少なく, 効果の低下の可能性が確認された。一方で, 水害の考慮 (SQ2) や災害に関する意識変化 (SQ5-5~SQ5-11) など, 2019 年度の児童においても半数を超える高い割合で肯定的な意見が見られるなど, 水害教育をきっかけとした変化の継続性も確認された。また日常に関する意識変化 (SQ5-1~SQ5-4) は, 2021 年度児童も 2019 年度児童も災害に関する意識変化 (SQ5-5~SQ5-11) と比較して低い評価となるとともに, さらに災害に関する意識において, 項目間で違いが確認された。特に, 水害教育が自助意識の強化として機能しており (SQ5-6), 相対的に学校・家庭・地域との防災への意識はやや弱いことが確認された (SQ5-7~SQ5-9)。

次に水害教育の波及効果として保護者と児童を比較した。PQ1-1 (家庭への授業伝達) において, 児童の記憶への定着とは異なる内容が家族へは波及していることが確認された。このことから, 授業における児童への直接的な効果と, 児童を通じた家族への波及効果は教材によって異なる形で現れていると言える。また PQ1-3 (家庭における水害の議論) に対する肯定的な意見は, 2021 年度児童で 70.2%, その保護者で 77.3%とともに高い割合となった。また災害に関する意識変化 (SQ5-6~SQ5-9) では児童の自助への強い意識が確認された一方, 「B 児童の変化」の自助, 学校防災, 家庭防災, 地域防災への関心 (PQ2-1~PQ2-4) の結果から, 家族は, 児童自身の変化よりも児童の学校における会話 (46.6%) や家族同士の会話 (50.4%) を通して, 水害に対する児童の変化を認識しており, 少し異なる傾向も確認された。

最後に, 保護者と教員の水害教育に対する認識の比較を行った。PQ3-2, TQ3-2 (防災教育の優先度) から, 76.3%の保護者と 42.9%の教員が水害教育の優先度を他の課外授業より肯定的に考えていることも確認された。また PQ3-6, TQ3-6 (防災教育の役割分担) による学校・地域・家庭の水害教育に対する分担割合の結果として, 保護者の平均で学校 40.0%, 地域 23.1%, 家庭 36.9%, 教員の平均で, 学校 33.6%, 地域 29.3%, 家庭 37.1%であった。保護者, 教員ともに地域に役割を期待している割合は 20%台とやや低く, 保護者は学校に, 学校は家庭にその役割を互いに求める傾向がややあるが, その差は小さく, 互いの役割を肯定していると言える。

4. 考察

水害教育の時間的持続性として, 授業時の一時的なツールと異なり, 身近なことや一般的な防災ツールであるハザードマップなどは, その後も家族や友達と話す機会が生まれていることが確認された。このことから, 水害教育の記憶や災害への意識は減衰する可能性はあるものの, 日常や家族・友達との関係を考慮した水害教育を行うことで, その減衰を抑制できる可能性があり, 時間的持続性を高める意味では, 授業後に日常で話に挙げられるような教材が好ましい可能性が考えられた。

水害教育の面的波及性として, 児童にとって記憶への定着率が高い内容が家庭に伝わりやすいわけではないことが確認された一方, 水害教育をきっかけに家庭内での水害に関する話し合いにつながっていた。また保護者は児童自身が水害について考えているという印象が低く, 家庭への波及を高める意味では, 授業内容に応じて, 児童に何を家庭で伝えて欲しいかを明確にすることで, 家庭での間接的な波及効果も高まると考えられる。

今後の水害教育における連携としては, 保護者は学校に対し, 非常に強く水害教育の実施を希望している実態が確認された。水害教育の役割分担としても, 学校と家庭で同程度の役割を必要とする結果が得られており, 両者のバランスを取る意味でも, 学校だけで水害教育を考えるだけでなく, 家庭での振り返りなど, 学校における水害教育の一部を家庭が担う形での水害教育が理想である。まずは学校と家庭がより連携した形を前提とした方法や内容が求められていると言える。ただし, 実践面を考慮した際, 地域との連携が果たす役割は大きく, 水害教育を通じた議論はより促進していくべきである。

5. 今後の方向性

評価方法としては, 他の水害教育との比較や, 検証方法を同一人物に対し長期的に実施するなど, 改善の余地がある。また, 学校, 家庭, 地域の連携のための手法とその教育効果についても議論していきたい。

「住民の富士山噴火に伴う溶岩流からの避難態勢構築ワークショップの実施」の概説

山梨大学 地域防災・マネジメント研究センター 正会員 ○佐藤 史弥
 山梨大学 地域防災・マネジメント研究センター 正会員 秦 康範
 山梨県 富士山科学研究所 非会員 本多 亮
 山梨県 富士山科学研究所 非会員 吉本 充宏

1. はじめに

富士山は過去に様々な形態の噴火を引き起こしており、噴火の規模や発生する火山現象を絞り込むことが難しい。さらに、火山現象毎の到達距離の違いと火口の位置関係により、富士山噴火災害のリスクは地域ごとに異なる。そのため、同一市町村内でも、理解しなければならないリスクが異なることから、住民がそれらのリスクを適切に理解することが難しい。したがって、住民の適切な火山現象に対する理解を促すためには、火山防災の専門家と住民のリスクコミュニケーションが必要となる。

そこで、筆者らはリスクコミュニケーション手法の一つである CAUSE モデルに基づき、「富士山噴火災害からの避難態勢構築ワークショップ（以下、避難態勢構築 WS）」を設計し、富士山北麓地域の住民を対象に実施した。本稿では、避難態勢構築 WS の実施結果を報告すると共に、地域主体の火山避難態勢構築のための知見を整理することを目的とする。

2. CAUSE モデルの概要と避難態勢構築 WS の設計の設計

CAUSE モデルとは、Rowan が提案するリスクコミュニケーションの 1 手法である。リスクコミュニケーションの醸成のためには CAUSE モデルが定義する 5 段階を経ることを提唱しており、これらの段階を経ることで、リスクの受容や対処行動の実行に至るとされている。CAUSE モデルが定義する 5 段階とは、1.Confidence（関係者間の信頼確立）、2.Awareness（リスクへの気づき）、3.Understanding（リスクに関する理解）、4.Satisfaction with proposed solutions（解決策への満足感）、5.対処行動の Enactment（実行）であり、各段階の頭文字が、モデルの名称となっている。本研究では、避難態勢構築 WS を設計するために、CAUSE モデルの各段階に対応するように達成目標を設定し、表-1 に示す避難態勢構築 WS を設計した

表-1 避難態勢構築 WS の実施内容

実施時期	令和 3 年度（2021年度）		令和 4 年度（2022年度）		
	市役所職員：9月8日～10月8日 精進湖住民：9月19日～10月19日	市役所職員：10月15日実施 精進湖住民：11月29日実施	市役所職員：5月13日実施 精進湖住民：5月19日実施	市役所職員：7月14日実施 精進湖住民：7月7日実施	市役所職員：1月31日実施 精進湖住民：書面開催
実施項目	事前火山防災意識調査	第 1 回WS	第 2 回WS	第 3 回WS	第 4 回WS
内容	対象：市職員20人、精進湖住民10人 調査目的： 地域住民の富士山ハザードマップの理解、噴火時の避難意向、本活動への参加意欲等の把握	・富士山の噴火履歴と想定される噴火現象の解説 ・富士山噴火により生じる被害の説明 ・第 1 回意識調査結果の説明	・富士山火山広域避難計画検討委員会中間報告の概要を解説 ・富士山噴火による溶岩流からの避難時に生じる個人に生じる困りごとの検討 ・富士山噴火による溶岩流からの避難時に生じる家族に生じる困りごとの検討 ・困りごとの解決策の検討	・第 2 回WSで検討した解決策の整理結果の提示・説明 ・避難支援ツールの提示と意見聴取	・避難支援ツールの提示と意見聴取
達成目標	・地域住民が富士山噴火による溶岩流等の危険性に気付く	・地域住民が富士山噴火による溶岩流等の危険性に気付く ・地域住民が富士山噴火で想定されるリスクを理解する	・地域住民が噴火時に求められる対応の重要性を理解する	・避難支援ツールの素案を作成し賛同を得る	・参加者の賛同を得た避難支援ツールを開発し配布する
CAUSEモデルでの位置づけ	Awareness（リスクへの気づき）	Awareness（リスクへの気づき） Understanding（リスクに関する理解）	Satisfaction with proposed solutions（解決策への満足感）	Satisfaction with proposed solutions（解決策への満足感）	Satisfaction with proposed solutions（解決策への満足感） Enactment（実行）

キーワード 富士山、噴火、溶岩流、リスクコミュニケーション、避難、CAUSE モデル
 連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 山梨大学工学部土木環境工学科
 E-mail: fsato@yamanashi.ac.jp

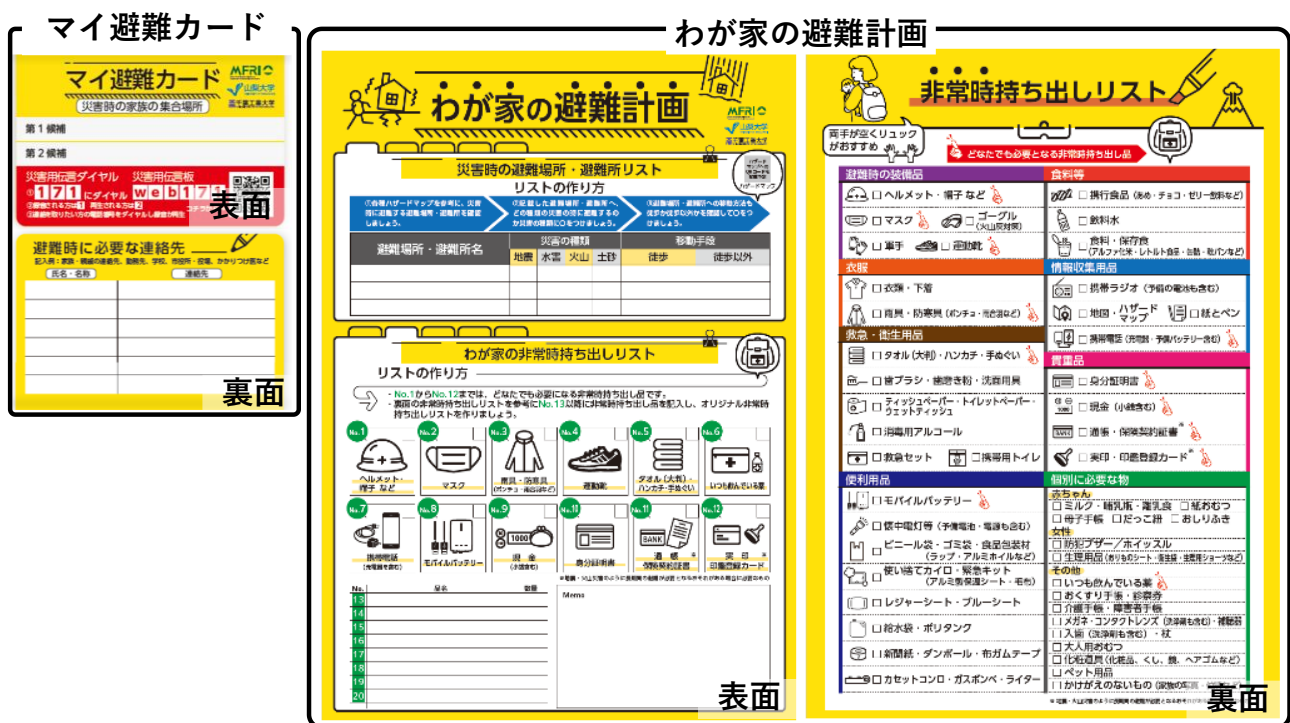


図-1 開発した2種類の避難支援ツール

3. 避難態勢構築 WS の実施結果と考察

避難態勢構築 WS の結果、図-1 に示す2種の避難支援ツールを開発することができた。「マイ避難カード」は、クレジットカードサイズで常に財布などに携帯し、避難時に必要な家族の連絡先や集合場所、噴火警戒レベル等を確認できる。「わが家の避難計画」は、B4 サイズで、冷蔵庫等に掲示することを想定しており、各家庭の避難先や非常時持ち出し品を確認できる。さらに、この避難態勢構築 WS を実施する過程で、地域主体の火山避難態勢構築のための以下の4つの知見が整理できた。

1 つめが事前火山防災意識調査の有効性である。第1回 WS の前に実施した事前火山防災意識調査では、参加者が富士山噴火に対して理解が不足する点を確認でき、第1回 WS の内容を深く理解する一助となった。

2 つめが、溶岩流からの避難先を検討する際の溶岩流ドリルマップの必要性である。溶岩流からの避難先は、溶岩流の流下方向から垂直方向に避難する必要がある。特定の条件のシナリオに基づく溶岩流の流下シミュレーションが明示された溶岩流ドリルマップが避難先の検討に重要な役割を持つ。

3 つめが、参加者のニーズを考慮した避難支援ツールの開発の必要性である。避難態勢構築 WS では WS の各回を終える度に参加者の意見を踏まえ、最終成果である避難支援ツールの方向性の修正をおこなった。参加者との双方向のリスクコミュニケーションを通して、参加者のニーズを丁寧に把握したことが、参加者の賛同する避難支援ツールの開発に繋がった。

4 つめが、火山災害の不確実性を踏まえた避難態勢構築 WS の設計の必要性である。火山災害は噴火の時期や継続時間、噴火の発生場所に不確実性を有している。したがって、対象となる火山の特性を十分に考慮したうえで、WS で検討する避難の前提を設定する必要がある。

4. まとめ

本稿では、リスクコミュニケーション手法の1つである CAUSE モデルに基づき、避難態勢構築 WS を開発し、富士山北麓地域の住民に実施した結果を報告するとともに、地域主体の火山避難態勢構築のための知見を整理した。

報告

大規模斜面崩壊後の小規模自治体の レジリエントな BCP 対応について

川本篤志¹, 坂田朗夫², 井面仁志³, 白木渡⁴

¹ 正会員 ㈱荒谷建設コンサルタント 鳥取支社 (〒680-0874 鳥取市叶 148-3)
E-mail: atsushi.kawamoto@aratani.co.jp

² 正会員 豊能町役場 都市建設部 (〒563-0292 大阪府豊能郡豊能町余野 414-1)
E-mail: sakata0572@town.toyono.osaka.jp

³ 正会員 香川大学教授 創造工学部 防災・危機管理コース (〒761-0396 高松市林町 2217-20)
E-mail: inomo@eng.kagawa-u.ac.jp

⁴ 名誉会員 香川大学名誉教授 白木防災 Lab (〒760-0007 高松市中央町 1-5)
E-mail: shiraki1930@gmail.com

熊本地震では、小規模の自治体が策定した BCP が機能せず、迅速な初期及び復旧対応が遅れ長期に亘って多くの住民が不自由な生活を余儀なくされた。これは、BCP は策定していても実効性に欠けていることを示している。BCP で重要なことは、災害直後の初動対応を効果的に実施し早期の復旧・復興を果たすことである。本研究では、大阪府北摂地域の町役場を対象に大規模な斜面崩壊災害が発生した場合を例として、行政組織の BCP の実効性を担保するために必要な初動対応及び迅速な地域復旧の在り方を検討する。具体的には、まず大規模斜面崩壊災害により寸断された道路ネットワークを早期に復旧するための課題をレジリエンスエンジニアリング手法により抽出し、その結果を策定済みの BCP に反映し実効性を向上する方法を提案する。次に初動対応に関わる職員や地元建設業との連携について、取り組むべきレジリエントな初動対応をレジリエンスの4要素（頑健性、冗長性、資源、即応性）のうち、BCP に寄与する「資源」及び「即応性」を強化する方法と合わせて地域存続のために必要な事前対応の取り組みを提案する。

Key Words: *business continuity plan(BCP), district continuity plan(DCP), disaster resilience, resilience engineering, large-scale slope failure, road network recovery*

1. はじめに

わが国では、地震災害等の自然災害発生後、速やかな災害対応を行うとともに早期に通常業務に戻ることを目指して業務継続計画（BCP: Business Continuity Plan. 以下、BCP と記す）の策定が求められてきた。内閣府では、平成 27 年 5 月に「市町村のための業務継続計画作成ガイド」を作成するとともに、より実効性の高い BCP の策定を支援するため、平成 28 年 2 月に東日本大震災の教訓や近年の災害事例等を踏まえた「大規模災害発生時における地方公共団体の業務継続の手引き」¹⁾（以下、手引きと記す）を作成した。この手引きでは、BCP において特に重要な首長不在時の明確な代行順位及び職員の参集体制の構築等の 6 つの要素を提示し、実効性のある業務継続性の確保を要請している。

また、平成 25 年 12 月 4 日には国土強靱化基本法が成立し、12 月 11 日から公布・施行された。これにより、

我が国は、いかなる災害に対しても①人命保護、②国家、社会の重要機能維持、③国民の財産、公共施設被害最小化及び④迅速な復旧・復興の 4 つの基本方針を達成するため、最悪の事態に対して「強さ」と「しなやかさ」を持った「レジリエントな国土・地域・経済社会の構築」、 「国土強靱化」を推進することとなった。そして、すべての都道府県及び市区町村では地域の強靱化を進めるにあたってのマスタープランとなる国土強靱化地域計画を策定し、防災・減災・縮災に取り組むこととなった。

しかし、平成 28 年 4 月 14 日に熊本県を中心に発生した直下型の群発地震では、震度 7 の強地震動が 28 時間内に 2 度発生し、その後も長期にわたる活発な地震活動が続いたため被害が拡大し、効果的な初期対応、復旧対応が実行できない事態に陥った。さらに、本災害では、早期に国や他の地方公共団体が支援活動を行ったが、被災した熊本県を含む県下の市町村が混乱し、適切な受援対応ができず、外部からの支援が活用できなかったとい

う課題も指摘されている。これは、BCP 及び国土強靱化地域計画が策定されていなかったこと、策定していても訓練等により業務継続マネジメント（BCM:Business Continuity Management）として機能的な運用、実効性が担保されていないことが原因と考えられる。この地震災害により、国土強靱化による防災・減災・縮災対応への取り組みの重要性を改めて認識させられることになった。

地方公共団体、特に基礎自治体である市区町村は、災害発生時に災害応急対策や災害からの復旧・復興対策の主体として重要な役割を有している。そのためには、災害時に地域内の資源（人材、重機、資金、情報、等）を最大限に活用し、能動的に機能させる組織力が必要である。具体的には素早い回復を実現させるための危機対応力、すなわち、レジリエンスエンジニアリング²⁾で示されているレジリエンス4能力の習得・強化が求められている。

レジリエンスエンジニアリングの考え方によると、図-1 に示すように頑健性(Robustness)、冗長性(Redundancy)、資源(Resourcefulness)及び即応性(Rapidity)の4Rを組織が保有する施設等のハード及びBCP、避難マニュアル、防災システム等のソフトが備えるべき特性としており、かつ、対処能力(Actual)、注意（監視）能力(Critical)、学習能力(Factual)及び予見能力(Potential)の4能力を組織や構成員が備え・実践すべき災害レジリエンス（縮災能力）としている。これらを定量的に評価して不足している特性（4R）とレジリエンス（4能力）を強化することによって、実効性のある組織の危機管理（防災、減災、縮災）が可能になるという考え方である。

本研究では、災害直後の実効性のある初動対応としてレジリエンスエンジニアリングの4Rを事前に備えてお

くべき防災・減災特性（頑健性、冗長性）と被災後に早期復旧・復興を図るための縮災特性（資源、即応性）で整理し、災害発生前の準備と発生後のレジリエントな初動対応について検討する。

検討事例として、大阪府北摂の中山間地域に位置するT町（以下、対象地域と記す）で大規模な斜面崩壊災害が発生した状況を想定し、災害発生時の初動対応における行政と地元建設関連企業との効果的な連携の在り方を検討する。具体的には、まず道路啓開活動に要する時間を試算し、即応性に関する課題を抽出する。次に抽出した課題を解決するため、行政職員や地元建設業との連携において取組むべきレジリエントな初動対応について検討する。さらに、減災及び縮災に寄与する災害状況に応じた対応策の決定（即応性）及び復旧優先度に基づいた地域内資源の有効活用について提案する。

2. 災害発生後のレジリエントな地域の復旧・復興の実現に向けて

我が国の地方公共団体や基礎自治体においては、地域防災計画に基づいて地震災害、風水害、土砂災害等の各自然災害に対して、リスク評価、防災対策及び被害を受けた時の復旧・復興対応について検討している。また、想定を超える不測の事態においても行政や企業等の組織や地域社会が存続していくためにBCPを策定している。BCPでは重要な業務や機能について具体的な復旧目標を定め、それを達成するための施策や対策を検討している。さらに、地域防災計画及びBCPをより実効性のあるものにするため、それらを包含する国土強靱化地域計画を策定し、防災、減災、縮災対策に取り組んでいる。

しかし、近い将来発生が危惧されている南海トラフ巨大地震は、M8～9クラスの地震の発生が30年以内に70～80%、40年以内に90%程度で発生することが予想される中、起こってはいけない最悪の事態想定し、その事態に対して可能な限り事前（防災対策中心）、事中（減災対策中心）、事後（縮災対策中心）の各対策を総合的に考える危機管理（国土強靱化）対応の重要性が認識されてきている。

そこで、ここでは、災害状況に応じたレジリエントな危機管理対応を考え、災害状況（レジリエンス状況）^{注1）注2)}を以下に示す3つの状況に分類し、時間認識と合わせて対応時に必要となるレジリエンスの4能力の活用方法を示して、具体的に身につけておくべき対応力を整理している。また、ここに示す状況ではアメリカの危機管理で設定している5段階の状態と関連づけている。



図-1 レジリエンスエンジニアリングの考え方

i) レジリエンス状況① (標準的事象)

この状態は、図-2 に示すレジリエンス状況① (アメリカの危機管理事象：インシデント、エマージェンシー) であり、繰り返し発生するので災害対応マニュアル等が準備されているもので時間的認識は、最悪の事態が起こることを事前に防ぐ段階であり、スムーズな対応が可能で復旧までに時間が想定できる範疇となる。この状況では、図-1 に示すように「学習能力」が基幹となり、その次には「注意（監視）能力」となる。さらに、危機的な状況が近づいてくると「予見能力」が重要となり、いつ起こるのか、起こったらどうするのかを予見して、事前に対処策を準備・訓練することにより「対処（回復）能力」を高めておくことが必要となる。そして、これらの4能力を強化しておくことが「防災力」の向上に繋がる。

ii) レジリエンス状況② (例外的事象)

この状態は、図-2 に示すレジリエンス状況② (アメリカの危機事象：クライシス、ディザスター) であり、1回限りの事象であらかじめ対策を準備することが不可能な状況であり、時間的認識は、最悪の事態がさらに最悪になることを防ぐ段階となる。そして、状況を把握しながら被災状態を軽減するための対応に迫られるため、復旧・復興に着手するまでにある程度の時間が必要となる。この状態は既に危機的な状況に陥っているため、図-1 に示すように何が起こるのかを予測する「予見能力」が重要となり、予見した事態がいつ起こるか「注意（監視）能力」を発揮してその兆候を見つけることに注力することになる。それには、過去の事例より災害パターンを整理・把握した「学習能力」を基幹能力とし、最終的には、過去の事例を基に「対処（回復）能力」を発揮して最善の減災対策を講じることを考えていくことになる。そして、これらの4能力を強化して得られるものが「減災力」となる。

iii) レジリエンス状況③ (前例のない事象)

レジリエンス状況③ (アメリカの危機事象：カストロフィ) は、図-2 に示すように恐ろしく想像を絶する

事象に遭遇した状況で、時間的認識は、もう最悪な事態に落ちっており甚大な被害が出ている状況である。あとは被災状況を把握し、被災状況に応じて早く効果的に復旧・復興を果たすか検討する段階となる。ここでは、図-1 に示すように「学習能力」を発揮して過去の復旧・復興事例より、どのような復旧・復興対策が有効か、今後起こることに対して「注意（監視）能力」、「予見能力」「対処（回復）能力」をいかに発揮してレジリエンス強化に取り組むとともに復旧・復興対策にフィードバックすることが重要となる。そして、これらの4能力を強化しておくことが「縮災力」の向上につながる。

また、この状況では、効果的に復旧・復興対策を実施するため、被災状況を踏まえて復旧・復興後の形態を戦略的に検討し、いち早く計画を提示することが重要となる。そのため、最悪の状況を想定し、復旧・復興方針として①被災前と同じ状態に戻す「構造的レジリエンス」、②ある程度機能維持が可能であれば被災前の構造にこだわらず異なる構造に戻す「機能的レジリエンス」及び③被害が甚大で構造的にも機能的にも被害前に戻すことが困難な場合、全く新たな状態に変更する「革新的レジリエンス」のいずれかを選択しておくことが重要となる。

以上より、あらゆる災害やハザードに柔軟に対応するには共通の基盤としてレジリエンスの4つの能力（学習、注意（監視）、予見、対処）を強化し、レジリエンス状況に応じた「防災力」、「減災力」及び「縮災力」を身につけておくことが求められる。そして、災害発生後のレジリエントな地域の復旧・復興を成し遂げるには、防災、減災、縮災の各対策を含む総合的危機管理への展開が必要不可欠となる。

3. 対象地域の防災対応の現状と課題

対象地域の行政における防災対策については、地域防災計画、業務継続計画を作成し、令和3年には先の2つの計画を包含した国土強靱化地域計画を作成している。その計画では、地域に発生するリスク（地震、風水害）に対して「起きてはならない最悪の事態」を想定し、それらの事態を回避するための施策の現状と課題を分析・評価した上で推進すべき施策を抽出して計画的に防災力の向上に取り組んでいる。

一方、同対象地域では、災害発生時の対応を円滑に進めるために地域内の建設関連企業と災害協定を結んでいる。そして、対象地域の地域特性を踏まえ、図-3 に示すようにT1からT10の10地区に分割し、それぞれの地区に拠点を置く建設関連企業で対応グループを形成し、それぞれに企業が保有する建設機材と人員を融合させて対応する方法を提案している³⁾。しかし、実際、この提

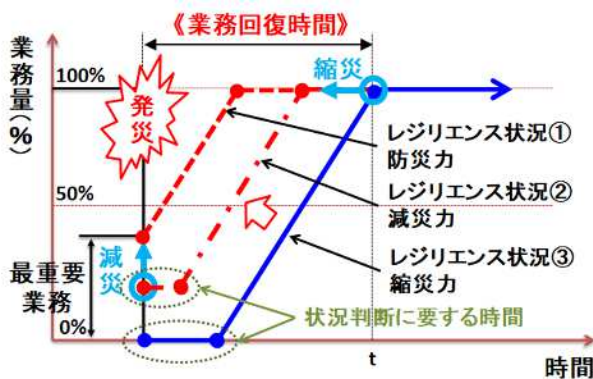


図-2 災害レジリエンスモデル

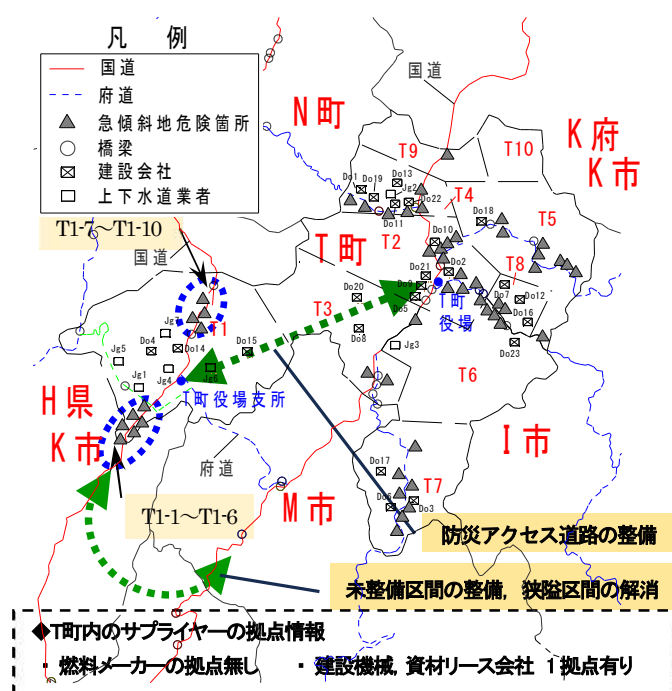


図-3 対象地域の建設関連企業及び急傾斜危険箇所分布

案について具体的な対応方法を検討する段階まで至っておらず、災害発生後、速やかに対応する体制は構築されていない状況である。この原因は、具体的にどのような災害が発生しその規模がどの程度か、その対応に必要な地域固有の資源（資機材、燃料、人員及び残土処分場等）について議論されていないため、初動対応に求められる即応性（具体的な対応方法、必要となる時間等）が整理されていないことが原因と考えられる。

また、先の提案は平成 27 年度にされたものであり、その後、令和 3 年に建設関連企業の状況を調査したところ平成 27 年度 31 社であったが、その後 3 社が廃業を予定しているため 28 社となる。このように地域の災害時の復旧・復興で重要な役割を担う建設関連企業の衰退は、今後の地域の防災上、重要な地域資源の減少と考えなければならず、その対応も大きな課題となる。

4. レジリエントな初動対応に向けた取り組み

ここでは、レジリエントな初動対応を考えるため、対象地域で長年多く発生している土砂災害に着目した対応について検討する。

(1) 対象地域における土砂災害と対応

対象地域では、昭和 40 年代以降の宅地造成等により形成された人工斜面を後方に背する地区や山地急斜面域、人工改変地等が分布しており崩壊等の危険性を有する土砂災害危険箇所及び指定区域が多数存在する。このうち、土砂災害警戒区域（イエローゾーン）は 409 箇所、土砂

災害特別警戒区域（レッドゾーン）は、377 箇所存在する⁴⁾。これらの急傾斜地崩壊危険箇所では、防災及び減災の観点から①急傾斜地崩壊防止対策の推進、②住民への周知、③パトロールの実施、④警戒避難体制の整備及び⑤災害危険区域を指定する等の対応がなされている⁴⁾。また、災害が発生時の行政組織の対応についても情報の収集・伝達から自発的支援の受入れにわたる全 25 項目が地域防災計画⁴⁾にまとめられている。しかし、災害発生後の初動対応のうち救助活動及び物資の移送等、緊急輸送道路の確保は重要な業務であるにもかかわらず、道路啓開活動について具体的な対応方針が示されていない状態である。

(2) 斜面崩壊時に想定される土砂量と道路啓開作業時間の想定

災害発生直後の初動対応では崩壊斜面の土砂量を把握し、その土砂の撤去時間を考慮して道路啓開計画を検討する必要がある。

対象地域の急傾斜地崩壊危険箇所のうち、広域緊急交通路及び地域緊急交通路の近傍に位置し、斜面崩壊が発生した場合に道路上に土砂が堆積する危険性のある崩壊箇所を図-3 に▲印で示す。実際の崩壊到達点並びに土砂量を正確に確定するのは困難であるが、様々な推定法が提案されている⁹⁾。

本検討では、大阪府にて実施された土砂災害防止に関する基礎調査データをもとに設定された警戒区域（イエローゾーン）及び特別警戒区域（レッドゾーン）を被災範囲とし、高知県道路啓開計画⁹⁾において設定されている想定作業量を用いて土砂崩壊箇所の土砂量を設定した。なお、本検討では、啓開作業は T 町内に拠点を置く建設関連企業に依頼することを原則とした。バックホウの作業能力はルーズな状態での積込みを想定し、対象土質を岩塊・玉石・岩（破碎）とした。

このうち、ここでは図-3 に示す土砂崩壊の危険性が高い箇所のうち T1 地区における道路啓開作業について検討した結果を表-1 に示す。図-3 のとおり当該地区を南北に通る地域緊急交通路では斜面崩壊危険箇所が南側に 6 箇所、北側に 4 箇所存在する。個々の斜面で単発的に崩壊が起こった場合、道路啓開に要する日数は 4 日程度であり、その間は迂回路等を利用して物資の供給を行うことは可能である。また、表-2 に示すように当該地区で保有するバックホウ等の掘削機械を最大限活用した場合、最大能力 711m³/日となるため、道路啓開計画で設定している能力よりも高く、道路啓開に要する日数は 1/2 程度に短縮することが可能である。

よって、通常発生する単発の災害では地区内に保有す

表-1 T1 地区の道路啓開必要日数

崩壊斜面 情報	要対策延長 (m)	単位延長当りの 想定崩壊土量 (m ³ /m)	発生土量 (m ³)	土砂撤去能力 (m ³ /日)	道路啓開 必要日数 (日)
T1-1	47	20	940	240	4
T1-2	84	20	1,680	240	7
T1-3	126	20	2,520	240	11
T1-4	42	20	840	240	4
T1-5	58	20	1,160	240	5
T1-6	142	20	2,840	240	12
T1-7	67	20	1,340	240	6
T1-8	45	20	900	240	4
T1-9	47	20	940	240	4
T1-10	31	20	620	240	3
合計			13,780		57

表-2 T1 地区内資源の整理

		④ 平均降 水 容 量 (m^3)	バックホウ 時間当り作 業能力 (m^3/h)	バックホウ 日作業量 (m^3) ※2時間	燃料消費 量 (l/h)	燃料タンク 量 (l)	給油無し で可動で きる日数 (日) ※2 l /日	地区内の 保有台数	必要 燃料量 (l)	地区内重 機での作 業能力 (m^3 /日)
バックホウ	0.1 m^3 まで	0.1	4.94	59	5	42	0.7	3	128	177
バックホウ	0.2 m^3	0.2	9.88	119	7.6	58	0.6	1	58	119
バックホウ	0.35 m^3	0.35	17.29	207	13.6	250	1.5	0	0	0
バックホウ	0.5 m^3	0.5	24.7	296	14.2	290	1.7	0	0	0
バックホウ	0.7 m^3	0.7	34.57	415	15	340	1.9	1	340	415
バックホウ合計								5	524	711

る資源で対応可能である。しかし、線状降水帯の停滞により局所的に多量の雨が降った場合、地域緊急交通路の斜面崩壊危険箇所が一度に複数箇所崩壊し、当該地区の中心部を孤立状態に陥れる危険性がある。ここでは、最悪の事態を想定し、レジリエントな初動対応を実施するためにレジリエンスの4要素のうち、「資源」及び「即応性」を強化する方法を検討するとともに地域機能継続に必要な既設道路の機能向上の事前対策について考える。

(3) レジリエントな対応による迅速な道路ネットワークの復旧への取り組み

先に示した T1 地区の地域緊急交通路の斜面崩壊危険箇所が一度に複数箇所崩壊する事態が、事前対応や準備がなされていない状況で発生した場合は、2章で記載したレジリエンス状況②(例外的事象)に該当し、災害が発生した段階では災害発生箇所の把握、災害規模及び近隣住民の安全確保等の情報を収集し、事態の把握に追われる状況となる。また、地域緊急交通路の斜面崩壊危険箇所が災害が発生しているため、道路網は寸断され、T1 地区は孤立した状態となる。

このような状況を想定し、T 町では地域防災計画及びBCP を作成しており、災害協定に従って建設関連企業に対応を要請し、早期に道路網の暫定復旧を試みることになる。しかし、線状降水帯の停滞により局所的に多量の雨が降った場合、T 町のその他の地区でも同様な状況に陥っている可能性もあり、T1 地区の内と外から復旧作業に着手できないことが想定される。この場合、T1 地区の内から限られた地区内の資源を活用して対応・復旧

に取り組むしかない状況となる。

実際、表-1 及び表-2 で整理したように、T1 地区内の T1-1 から T1-10 の崩壊斜面で災害が発生した場合、発生土量は 13,000m³ を超えることになる。その場合、撤去した土の仮置場を T1 地区内に確保するとともに土砂撤去作業に使用するバックホウ及び運搬トラック等を確保する必要がある。またそれらの重機を動かすために必要なオペレータ及び燃料の確保が必要となる。このうち、T1 地区は住宅地内の町有地の空地に 5,000m³ 程度仮置することが可能であるが、それ以上は地区外に搬出するしかない状況にある。よって、このような土砂災害が複数、同時期に発生した状況でここに示す必要事項を揃えることは T1 地区では不可能であり、外からの支援を待つしか手立てがない状況となる。

そのため、T1 地区でレジリエントな対応による迅速な道路ネットワークの復旧を実現するは、まず地域内資源を有効活用した即応性の強化が必要である。同時に斜面崩壊危険箇所が一度に複数箇所崩壊するような状況でも外から復旧に必要な人的・物的資源供給が早期に可能となる道路の整備等の対策が求められる。

ここでは、以下に示す4つの対策案を提案する。

- i) T1 地区内の建設関連企業に想定される崩壊斜面の1カ所当たりの発生土量を撤去するには4日程度要するため、建設機材を4日程度稼働させるだけの燃料の備蓄を要請する(「資源」の強化)。
- ii) 地区内の建設関連企業内で地区が孤立した場合の対応方法をT町とともにシミュレーションし、具体的な行動計画を検討する(「即応性」の強化)。
- iii) T1 地区では広域緊急交通路のレジリエント力を向上させるため、対象となる斜面崩壊危険箇所を調査し、人及び物流の供給に有利なK市側の斜面崩壊危険箇所の法面对策を先行して実施し、一方向からの流通を確保する。これは、T町の都市計画マスタープランのH県K市との広域道路の整備に該当し、速やかな実施が期待される(機能的レジリエンスの向上)。
- iv) 図-3に示すようにT1地区は、南北に走る地域緊急交通路しかなく、冗長性にかける道路網となっている。また、T町の中核機能が集中するT2地区へのアクセスは一度町外に出たから迂回していく必要があり、緊急対応等が難しい地理条件となっている。この状況を改善し、T町の災害レジリエンス(縮災能力)を向上させるためT1地区、T3地区及びT2地区を繋げる防災道路の建設が望まれる(革新的レジリエンスの向上)。

以上の取り組みにより、T1地区の災害レジリエンス(減災力、縮災力)を向上させることが可能となる。ま

た、同様に他の地区においても地区の特徴を活かした対応方針を具体的に検討することでレジリエントな初動対応を実現し、早期の地域復旧・復興を成し遂げることが可能となる。

5. おわりに

本論文では、防災から危機管理への展開により、何があってもレジリエントに存続する地域を目指すために、レジリエンスエンジニアリングの考え方をもとに、小規模な基礎自治体がレジリエントな初動対応を実施し、早期の復旧・復興を果たすための対応策について検討した。

具体的には、まず災害リスクのうち土砂災害がある地域に発生した場合に想定される様々な課題を抽出した。

そして、その課題解決のために必要な対策について、3つのレジリエンス状況（状況①標準的事象、状況②例外的事象、状況③前例のない事象）における対応策について検討策を提案した。状況①に対しては平常時の事前対応である程度準備することができるが、状況②及び状況③では今回提案した事前に地域の幹線道路の機能を向上する対策が必要になる、過大な投資ではなく、強靱化（減災力、縮災力）のために必要不可欠なものである。

また、レジリエントな初動対応を実施できれば、引き続き地域の存続のために必要な行政機能の確保や住民の生活の維持継続を担保するBCP対応に必要な行政と建設関連企業との連携による応急復旧対策が実施可能になる。行政と一対となって行動する建設関連企業のBCPの策定及び確実な初動対応には欠かせない4R、とりわけ資源と即応性に着目し、建設関連企業のレジリエンス評価³⁾を基に建設関連企業の企業間連携を基本とした地域全体のレジリエンス力の向上、さらに、具体的な被災状況を

踏まえた復旧対応計画の検討の必要性を示した。

今後は、本論文で提案した地区の特徴を活かした対応策の内容を踏まえ、具体的な復旧対応計画を検討するとともに他地区での対応方針の検討を進め、対象地域全体の機能回復を早期に実現する計画策定を目指す。

NOTES

注1) 白木渡: 防災から危機管理への展開～国土強靱化の考え方～, pp.6-22, 公益社団法人 全国宅地擁壁技術協会, ようへき, Vol.95, 2022.9.

注2) 白木渡: 防災から危機管理への展開(2)～国土強靱化の考え方～, pp.12-25, 公益社団法人 全国宅地擁壁技術協会, ようへき, Vol.96, 2023.9.

REFERENCES

- 1) 内閣府: 大規模災害発生時における地方公共団体の業務継続の手引き, 2016.2.
- 2) Erik Hollnagel, David D.Woods, Nancy Leveson 著, 北村正晴監訳: レジリエンスエンジニアリング 概念と指針, 日科技連, 2012.11.
- 3) 坂田朗夫, 川本篤志, 伊藤則夫, 白木渡: 発災直後の効率的な対応の実現に向けた建設関連企業のレジリエンス評価手法の提案, pp.77-84, 安全問題討論会'16資料集, 2016.11.30.
- 4) 豊能町防災会議: 豊能町地域防災計画, 2015.3.
- 5) 坂田朗夫, 伊藤則夫, 川本篤志, 白木渡: 道路ネットワーク上の内在リスク分析を踏まえた行政BCP策定に関する研究, pp.I_71-I_76, 土木学会論文集 F6(安全問題), Vol.67, No.2, 2011.
- 6) 高知県道路啓開計画作成検討協議会: 高知県道路啓開計画(Ver.2). 2017.3.

Resilient BCP Response of Small Municipalities after Large-Scale Slope Failure

Atsushi KAWAMOTO, Akio SAKATA, Hitoshi INOMO and Wataru SHIRAKI

In this research, resilient initial response immediately after large-scale slope collapse disaster occurred in the town located in the Osaka Hokusetsu area will be studied. Specifically, we examined how the initial response framework through collaboration with local construction companies worked when initial response to the large-scale slope failures in the town occurred, and how shortening of the road renewal work time could be achieved. In addition, from the analysis of this initial response towards ensuring rapidness and resources that contribute to shrinkage among the four elements of resilience (robustness, redundancy, quickness, resources) indispensable for realizing resilient initial response. Propose advance preparations.

地域建設業における SNS への取り組み経過と今後の可能性

今瀬 肇（鈴縫工業株式会社）

1 はじめに

今日、担い手確保の問題や魅力向上の必要性など、建設業を取り巻く多くの課題があるなかで、建設業界においても、デジタル化と情報通信技術（ICT）の活用、それをもとにした業務改革、さらには業界の構造改革、つまりデジタル・トランスフォーメーション（DX）が急務となっています。

本報告では、そうした建設 DX の一環として、当社が取り組む SNS 活用の事例を紹介させていただきます。

(1) 当社の会社概要

当社鈴縫工業株式会社は、本社を日立市に置く茨城県を中心とした総合建設会社で、2018 年 7 月に創業 100 周年を迎えております。1918 年 7 月に建設工事請負業を営む鈴縫組として創業して以来、100 年以上の長きにわたり地域社会に支えられ歩んできたところです。

資本金 1 億円、従業員 190 名で、公共及び民間の建築・土木工事の設計、施工を中心に、不動産事業や太陽光発電事業も営んでおり、年間の売上規模は約 120 億円程度となっております。

当社では、社長直轄の ICT プロジェクトチームを立ち上げ、会社全体の ICT ロードマップを作成して各部門での具体的な取り組みをスタートさせたところであり、今年で 2 年目に入ります。

(2) SNS への取り組み概要

前述の動きの中で、ICT 活用方針の一つに、「ICT を活用した社内外のコミュニケーションの向上」を掲げ、SNS を積極的に活用しようと取り組んでおります。当社において現在使用している SNS 媒体としては、X (Twitter)、Instagram とともに、Youtube があります。

X (Twitter) は 140 文字以内の文章と写真、動画が使用できるツールであり、リアルタイム性と情報拡散力が高い媒体と言われています。この X (Twitter) には 2020 年 6 月から取り組み、その後後述するようなプロセスを経て、現在 861 人のフォロワー数に至っています。

Instagram は画像や動画投稿を主としたツールであり、X (Twitter) が「テキスト」を中心とした構成に対して、Instagram は「ビジュアル」を中心とした構成と言われています。これまでの投稿数は 400 件を超え、フォロワーも 3704 人にまで増加しています。

3 番目の媒体として Youtube ですが、当社では 2021 年から Youtube チャンネル (SUZUNUI チャンネル) を開設して、工事現場などの動画を配信しています。自前で撮影、編集を行った動画コンテンツをアップしており、最近では現場の技術者が撮影したショート動画にも力を入れて取り組んでいます。現在までにショート動画を含む 46 本の動画をアップしており、チャンネル登録者数は 337 人となっています。

2 取り組みの成果

(1) フォロワー数の推移

次に各 SNS のフォロワー数が、取り組み開始から今日までどのように推移して来たかを見てみます。当社では、ISO の認証を受けておりますが、その管理のための毎年の目標の一つに各媒体のフォロワー数を設定しています。これが SNS 活用の KPI の意味を持っており、2020 年度に初めて設定してから 2023 年度で 4 年目になります。

毎年、年度当初に設定した目標達成に向けて努力してきた結果、各媒体のフォロワー数の推移は下表 1 のとおりとなりました。このような伸びを実現するために、どのような工夫と対応を行ってきたかについては、「3 取り組みの経過」において詳述します。

[表 1：各媒体のフォロワー数の推移]

	インスタ	Twitter	YouTube
2020.9.30	56	3	
2021.3.31	159	61	0
2021.9.30	425	163	93
2022.3.31	495	238	151
2022.9.30	2093	640	217
2023.3.31	3119	710	289
2023.9.30	3592	831	330

(2) 情報内容の分析

取り組みの成果として、次にどのような情報を発信しているかを分析してみます。ここでは X (Twitter) について詳しく見るために、2023 年に入ってから 2 か月ごとの情報ジャンル別のインプレッションの数を表 2 のように整理してみました。

「地域紹介」は、地域のイベントや現場周辺のおすすめの食事場所、地域の風景等に関する投稿です。「建設業」は、完成工事の紹介をはじめ工事の内容を中心とした建設業への理解を深めてもらおうという投稿です。「水戸 H」は、当社もスポンサー企業になっている水戸ホーリーホックに関する投稿です。「挨拶」は、担当（投稿責任者）が、毎朝地元の天気を一言コメントを添えて発信するなどの内容のものです。「会社紹介」は、社内の様子とか社内の行事などを紹介する投稿です。「採用関係」は新入社員の研修とかの様子を発信したものです。

このような大まかな分野ごとに分けて見てみると、地元プロサッカーチームの関係はインプレッション数の増に大きく貢献していることが分かります。また、地道な日々の挨拶等やこまめな返信も、一定の反応を維持できているところです。

こうしたなかで、7/16～9/15 の「建設業」のインプレッション数が急増していますが、これは台風 13 号に関する災害情報や災害復旧の情報に係る投稿が寄与しているもので、注

目すべき動きと言えます。この点については X (Twitter) の広範囲な可能性を示すものであり、4 で後述することになります。

[表 2：X (Twitter) のインプレッション数の推移]

	1/16～3/15	3/16～5/15	5/18～7/15	7/16～9/15
地域紹介	7653	12904	14382	7785
建設業	9458	23684	23414	51571
水戸H	19250	2350	23732	9720
YouTube	6431	2439		
挨拶	17899	16113	15434	17600
返信	1096	2068	2344	1502
会社紹介	1382	1509	4370	6091
採用関係	1690	4606	2043	
計	64859	65673	85719	94269

次に Instagram についてですが、X (Twitter) との分担を意識して建設業中心の投稿を心がけています。現場での作業風景、現場で使用している重機や道具、作業所内の便利グッズの紹介から安全看板の紹介など、これまでに多くの画像や動画を投稿しています。なかでも、重機の紹介や完成工事の状況、現場作業の一部を切り取った動画等に多くの反応がありました。

なお、建設業の安全問題への理解の一助になることを期待して、「現場の安全標示シリーズ」を投稿するなど、シリーズもので建設業への理解を深めていく取り組みも行っています。

また Youtube については、「動画」と「ショート」に分けて投稿しています。人気動画にはどのようなものがあるかと言えば、例えば、建築現場の基礎杭工事で働く杭打機と油圧ショベルとの絶妙なコンビネーションを撮影した動画は、視聴回数が約 2 万回に達しています。また、夜間の道路舗装工事の現場のタイムラプス動画は、夜間照明に映し出された重機の姿が人気を呼び、視聴回数は約 7800 回にのぼっています。

ショート動画では、クローラクレーンへのキャタピラ取り付けに際しての職人技の様子は、視聴数が 5000 回近くになっています。スリップホームペーパーでのコンクリート締固めの様子なども人気上位です。

3 取り組みの経過

(1) スタート時期(2020 年～2021 年)

2020 年（令和 2 年）6 月に Twitter をスタートしたものの、担当する総務部内で週一回の当番制で発信していくという体制で行っていたこともあり、なかなかうまく回らない状況が続きました。ミスや炎上が怖いといった投稿内容への不安や懸念も大きく、その年は当初設定したフォロワー数の目標 100 も達成できませんでした。

2021 年（令和 3 年）からは、Twitter と Instagram に加えて Youtube チャンネルを開始（SUZUNUI チャンネル登録）しました。これについては、年間 8 本アップを目標に、アイデアを出しながら内容のオリジナリティを出すよう努め、動画編集にも相当の時間をかけて発信するなど、閲覧回数の増加に注力しました。

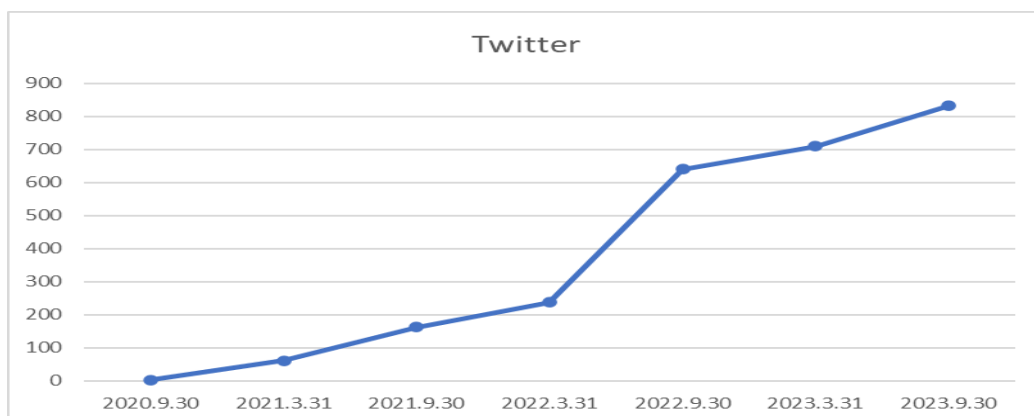
一方 Twitter については、担当者をローテーションで発信する方法で行っていたこともあり、リアクションやリツイートへの失念など理解不足も目立ちました。担当社員からは、「会社の看板を背負っているのだから、気軽な投稿をしていいのかわからない」「課長、部長と承認を取るのには手間がかかる」「工事関係の投稿については、許可取りに神経を使う」「投稿内容に安全面での問題がないか心配」「週当番でやっていると、業務との両立が大変な時が出てくる」などの意見が聞かれました。

（２）体制強化時期(2022 年)

2022 年（令和 4 年）4 月からは、前述の全社的な ICT ロードマップをスタートさせるなかで発信体制の再検討を行い、社内の各部門から選出した若手メンバーによる SNS チームを結成して活動を展開する体制を構築することになりました。

新体制では、SNS 媒体への「投稿責任者」と「魅力発信者」とに役割を分けて活動を行うこととし、投稿責任者は魅力発信者から集まった投稿情報をチェックし、投稿情報の内容を判断して SNS 媒体への投稿を行うこととしました。一方、投稿責任者は、相互コミュニケーションとなる他投稿へのリアクション、自投稿コメントへの対応を日々行うことを必須とし、関係者アカウントを日々チェックし、有意義な投稿には積極的に絡むということを義務としました。（関係者とは、フォロワー、発注者、顧客、業界団体、支援先団体、各種メディア等々）

このような取り組みの結果、Twitter、Instagram とともに、次のグラフで分かるように、この期間にフォロワー数が急増しました。





また、Youtube については、ショート動画に力を入れていく方針を打ち出し、ショート動画を含む動画コンテンツを年間 20 本以上アップすることを目標に取り組みました。ショート動画では、30 秒から 1 分の、できれば発注主の許可を必要としない、場所や建設物が特定されない動画を作成しようということで、重機紹介、職人技、その他建設業関係の魅力を発信できる内容となるように取り組むことにしました。

このショート動画の撮影に当たっては、入社 10 年目までの現場配属の若手社員を動画撮影スタッフとして依頼して、手持ちの iPhone で気軽に撮影したものを、社内のサイボーズ共有リンクに設置した「ショート動画投稿箱」に投げ込んでもらうことにしました。それを SNS 担当者が編集し、安全管理部門の安全面の確認チェックを経て投稿に至るという仕組みです。これにより投稿数を大幅に増やすことが可能になりました。

(2) 全社体制へ模索(2023 年)

しかしながら、スタッフも業務多忙のなかで、1 年を経過すると徐々に情報提供頻度が低下するという現象が避けられないのが現状です。投稿責任者に魅力発信者からなかなか情報が集まってこないという状況です。各自の業務の隙間に情報があれば提供するとの意識では、提供すること自体を忘れてしまうこともあります。投稿頻度が落ちるとインプレッション数が低下することは明らかで、活発な投稿維持に向けどのような仕組みを作る必要があるかの検討が行われました。

まず、食事処や地域散策などの地域紹介ツイートを投稿すると、多数の反応があることから、SNS チーム以外の社員からもこの手の情報提供を募ることにしました。この情報は社報にも活用することとして、社内コミュニケーションの一助にも役立てようとするものです。社員のおすすめの場所などの情報を、エピソードや理由などを添えて、社内のサイボーズのリンク集に設置した「地域情報箱」に提供してもらうという仕組みをスタートさせました。

さらに、投稿へのインセンティブを付与する必要があるのではないかと社長のアドバ

イスもあって、投稿情報提供を魅力発信者ばかりでなく社員全員に依頼するという方法を取ることにしました。投稿に貢献した社員を、社内表彰に載せて報奨金を支給しようという仕組みの導入です。

こうした仕組みがどのように効果を発揮するかは、これから少し時間をかけて検証していく必要があるかと考えています。

4 今後の課題と可能性

(1) 今後の課題

以上整理してきたように、SNS への取り組みについては、いろいろな工夫を行いながら今なお模索を続けているのが現状です。SNS は成果が出るまでには時間がかかると言われているのが実感できます。

SNS の運用については、通常業務を行いながら隙間時間に行うという考えでは、なかなか十分な対応が不可能です。質の高い情報を定期的に数多く発信することを継続していくには、運用担当者を決めることはもちろん広報活動専任の担当者を配置することも必要かもしれません。そうした広報要員の追加も望まれるところです。

さらに、SNS の活用は単なる広報や情報提供にとどまらない広範囲な可能性を持っていると言えるでしょう。例えば、新入社員の採用活動に当たっても、SNS から当社を知って応募してくる例も増えています。また、先にみたように災害時の情報提供にも大きな効果を発揮するものと考えられます。そのためにも、豊富な情報により投稿数を増加、安定させ、活発な SNS であることを印象付けることによって新たなフォロワー獲得を目指していくことが、今後も引き続き重要課題となるところです。

(2) 災害時対応の可能性

前述した災害時の活用について、実際に先の台風 13 号の時にどのような対応ができたかを振り返ります。今回の台風 13 号に伴う記録的な豪雨によって、地元日立市内の河川が氾濫するとともに、浸水や土砂災害などの被害が各地で続出しました。現在、国から「局地激甚災害」の指定を受けて、災害復旧を急ピッチで進めているところです。

災害時の投稿内容としては、被害が生じている最中のリアルタイムな情報、災害に伴う交通規制等の情報、災害復旧の状況など、様々な内容が想定されます。今回当社においては、現場からの情報発信は思うようにできなかったのが実情ですが、復旧の様子等を工事現場の協力を得ながらできるだけ発信することを目指すとともに、国土交通省や県、市の投稿のリツイートに心がけたところです。

災害時にどう情報を流すかは大変難しく、実際に災害に遭遇すると、現場対応に追われて投稿写真の撮影どころではなくなってしまうのが現実ではないかと考えられます。誰がどのように撮影して、どう投稿するかが課題です。また、とくに災害時には不適切な文章や写真があると炎上の心配も大きいので注意が必要です。

こうした課題を事前によく調整して準備しておくことで、災害発生時に防災情報や災害対応状況を発信することができるになれば、地域の守り手としての建設業の役割をさらに広くアピールできる情報インフラになるのではないかと思います。

(3)今後の展望

冒頭述べたように、当社では、SNS の活用の目的を「社内外の双方向でのコミュニケーションの向上」を目指していくことにしています。

建設業や地域インフラの状況を一般の人に広く知ってもらう情報発信が重要であり、そうすることで建設業への理解向上、魅力アップに貢献していくことにつながります。現場作業の状況や社内情報さらに地域貢献の状況などをより多く発信することができれば、共有や共感を得ることで当社に親しみを感じてもらいやすくなり、コミュニケーションを取りやすくなるでしょう。

このようにして、地域社会とのコミュニケーションをより強化していくことが重要であり、社内外におけるブランディングの強化にもつながるものと考えられます。今後とも、外部とのコミュニケーションツールとして、SNS のさらなる活用の深化を図っていきたいと思います。

(参考) 災害時の Twitter の事例



設備点検システムの更新と 対応について

東京水道(株)

○丹治 雅尋、若林 優、坂本 航太

1 はじめに

○導入目的：浄水施設・設備の各種点検を正確かつ効率的に実施

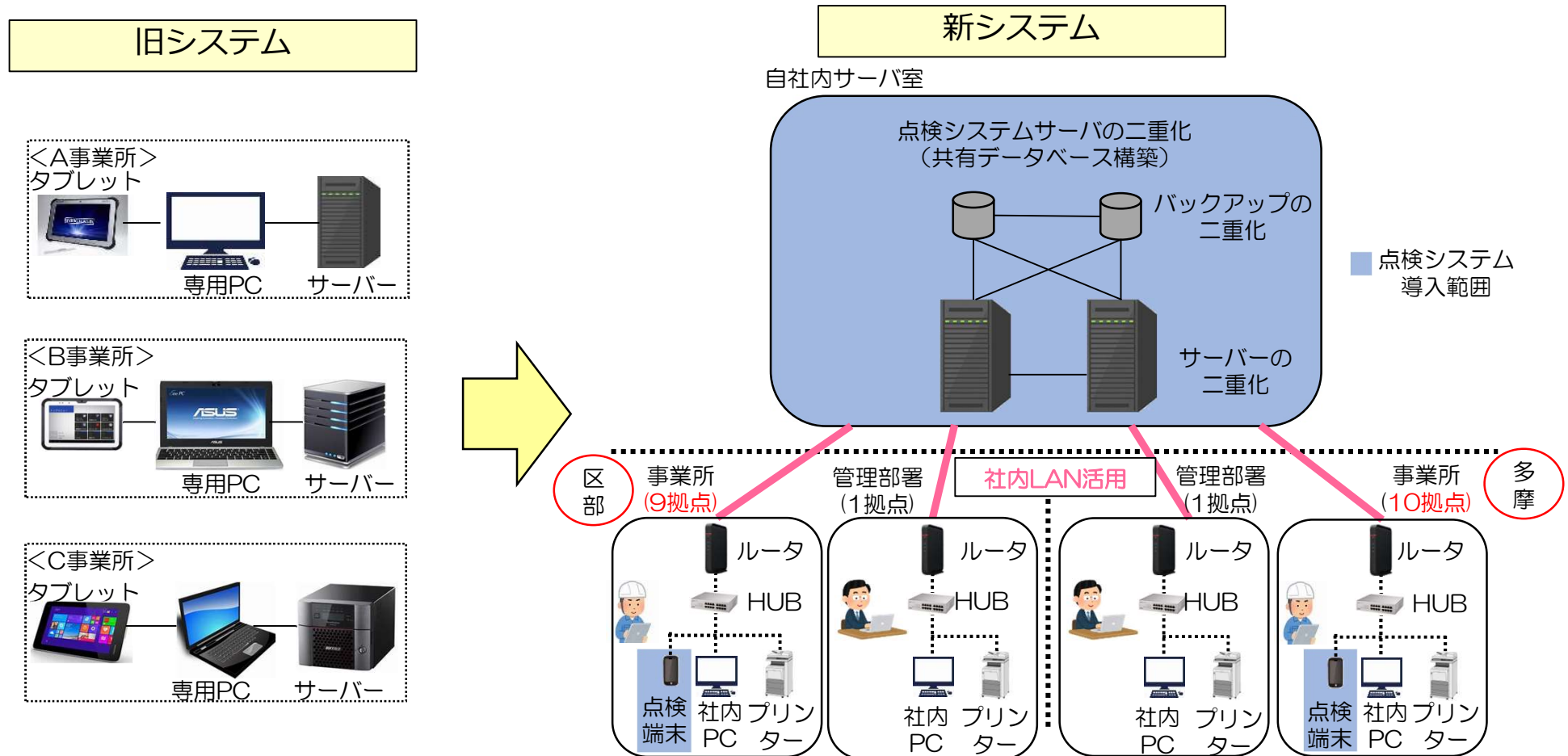
○これまでの経緯

- H27から東京水道(株)設備系業務では事業所毎にタブレット端末を用いた点検システムを導入し運用
 - ⇒経年劣化によってシステム等の老朽化や不具合等が発生
- R2にICT活用検討PTを設立し、新システムの導入を本格的に検討
 - ⇒更新にあたり前回の課題や技術発展の背景を踏まえ、R3に更新

○本報告：システム更新から運用までの検討や対応等の情報化施工に関する報告

2 設備点検システムの概要（1）

業務用パソコン・スマホ・タブレットを用いて
計画的に設備点検を実施できる点検システム



2 設備点検システムの概要（2）

○システム使用の流れ

システム画面の一例

業務用パソコン
＜スケジュール管理＞

作業イベント一覧

カレンダー ジョブリスト

絞り込みパネル

今日 再読み込み

日	月	火
31	1	2
	13:00 - 16:00 浄水場 ポンプ設備 日常点検 [tw1[tw1]]	0:00 - 23:59 弁室点検 (デモ不定)
7	8	9
デモ浄水所 日常点検 [tw1[tw1]]	13:00 - 16:00 浄水場 ポンプ設備 日常点検 [tw1[tw1]]	デモ浄水所 日常点検 [tw1[tw1]]

転送

点検端末
＜データ入力＞

点検項目一覧 (1/1) 残り1項目

ポンプ室

1号ポンプ

回転数

最新: スキップ 差分:

基準: 0 ~ 2000 RPM

点検結果:

00 7 8 9 0 4 5 6 +/- . 1 2 3 スキップ

転送

業務用パソコン
＜点検表（整理・出力）＞

〇〇浄水場 ポンプ設備 日常点検日誌

日付: 2022/6/23 天候: 曇

点検時間: 9:00 ~ 10:00

点検者: ○○ ●● -

点検機器	点検項目	点検内容 適正範囲	異常の有無 指示値
1号ポンプ	運転状態	-	運転
	電流 (A)	56 ~ 86	65
	圧力 (Mpa)	0.0325 ~ 0.065	0.055
2号ポンプ	異常の有無	外観、漏れ、異音、異臭、振動、温度	無
	運転状態	-	停止
	電流 (A)	56 ~ 86	73
1号系ポンプ盤(1・2号)	異常の有無	外観、異音、異臭、表示灯状態	無
	圧力 (Mpa)	0.0325 ~ 0.065	0.053
	異常の有無	外観、漏れ、異音、異臭、振動、温度	無
3号ポンプ	異常の有無	外観、漏れ、異音、異臭、振動、温度	無
	電流 (A)	56 ~ 86	66
	圧力 (Mpa)	0.0325 ~ 0.065	0.053

3 システム構築の流れと対応について

- システム構築の流れ
 - ①点検項目の作成（点検ツリーの登録）
 - ②作業・順路の登録（ジョブ管理の登録）
 - ③点検の実施
 - ④点検表への反映（既存の点検表とのリンク）
- システム構築の対応（主要取組）
 - （1）運用条件の整理
 - （2）補助ツールの作成
 - （3）事前研修

4 システム構築の対応

(1) 運用条件の整理 (その1)

システム構築時に事前に点検順路の型を決めなければならない
⇒そのために「①点検項目の作成（点検ツリーの登録）」を整理する必要がある

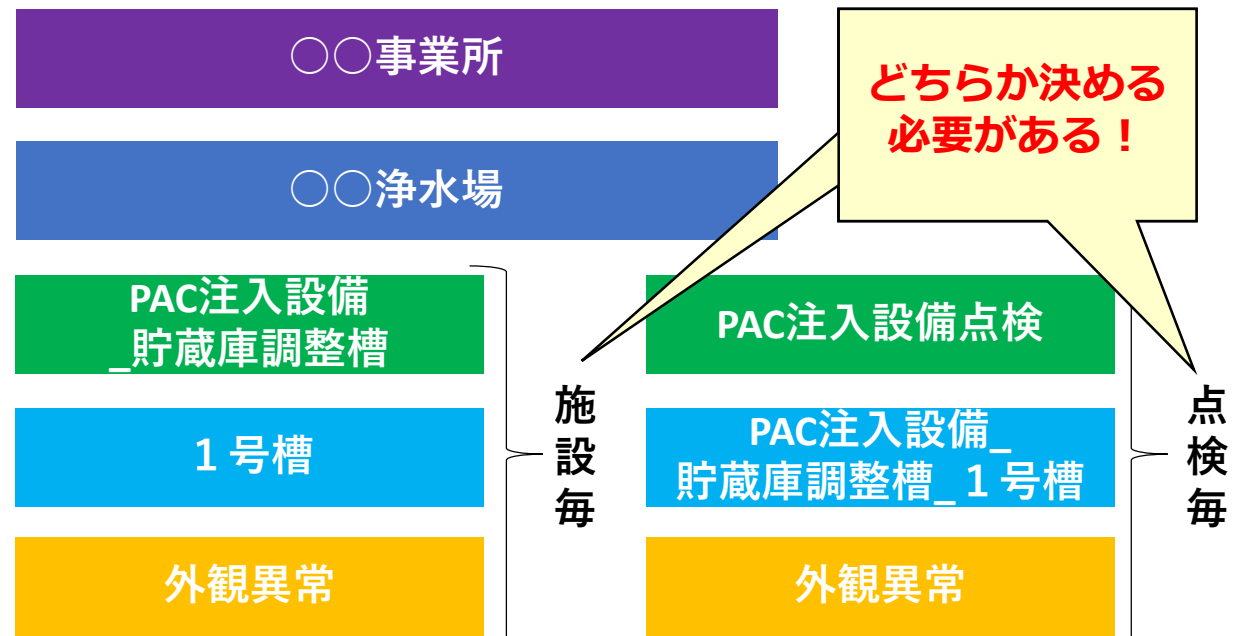
(一例) 1階層：ワークグループ

2階層：場所

3階層：点検対象グループ

4階層：点検対象

5階層：点検項目、作業項目



4 システム構築の対応

(1) 運用条件の整理 (その2)

案毎にメリット・デメリットが混在しており判断しづらいため、抽象化した総括表を作成

点検階層の登録案におけるメリット・デメリットの総括表

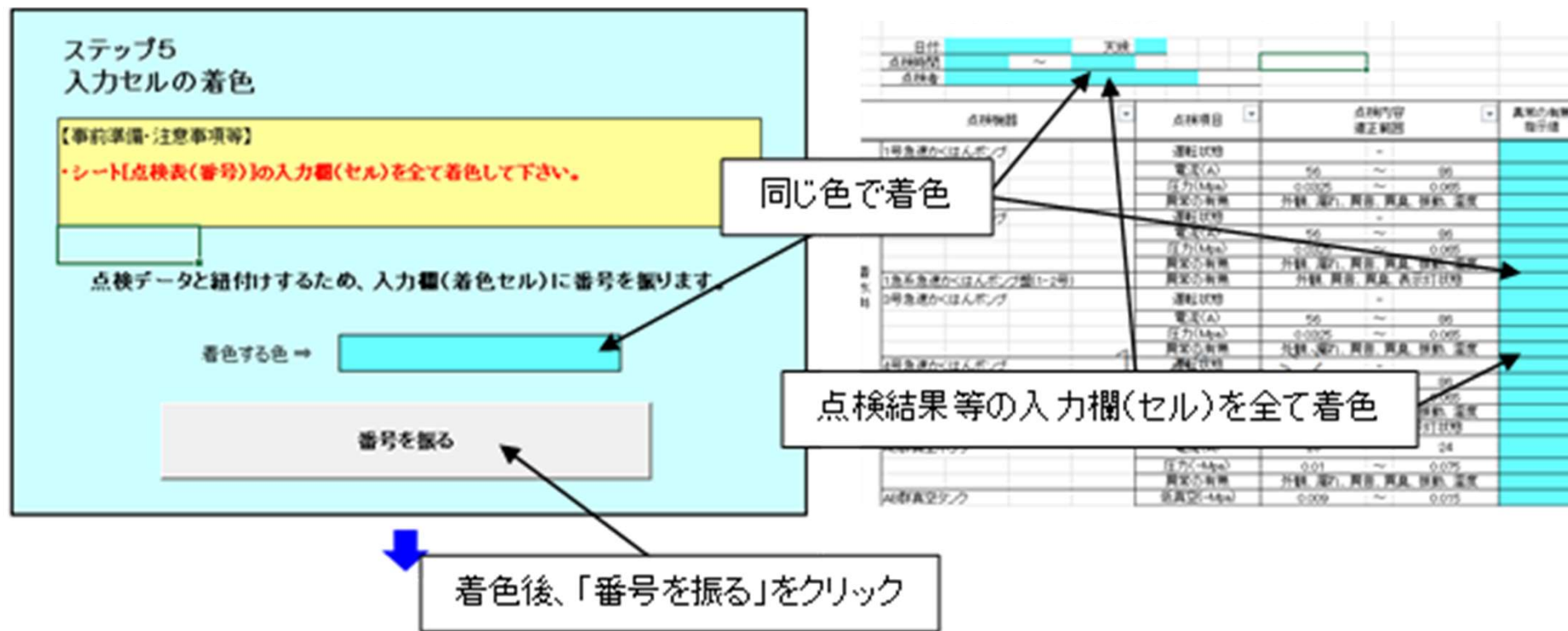
	①施設毎に登録する案	②点検毎に登録する案
概要	システムの仕様に合わせて点検項目を登録していくシステム本来の方法	既存の点検表を基に点検項目を登録していく方法
メリット	設備台帳的な管理ができ、順路を後から修正がしやすい	既存の点検表を基にしているため、項目登録がしやすい
デメリット	登録項目を整理し直し設備台帳のよう登録する必要があるため手間がかかる	順路を変更したい場合に登録項目から修正する必要がある

採用

4 システム構築の対応 (2) 補助ツールの作成

「④点検表への反映（既存の点検表とのリンク）」では関数入力が必要であったが、関数不要のツールを作成

○点検帳票のリンク作業補助ツール（一例）



4 システム構築の対応 (3) 事前研修

○オンライン研修でのデモ画面の一例

スマート
フォン
画面
(入力画面)

9:41
点検項目一覧 (4/10) 残り6項目
本館B1
膜式除湿装置 No.2 指示値
✓ 圧力
最新: 差分:
基準: 5 ~ 10
点検結果: 5 MPa
00 7 8 9
0 4 5 6 +/-
. 1 2 3 確定

パソコン画面
(スケジュール
登録画面)

8:00 - 9:00
02_〇〇浄水場_機械設備日常点検 [tw02[tw02]]
9:00 - 11:00
52_〇〇浄水場機械 設備日常点検 [tw52[tw52]]
12:00 - 13:00
03_〇〇浄水場_機械設備点検 [tw03[tw03]]
13:00 - 16:00
31_〇〇浄水場_機械設備日常点検 [tw00[tw00]]
13:00 - 15:00
39_〇〇浄水場_機械設備日常点検 [tw39[tw39]]
13:00 - 15:00
41_〇〇浄水場_機械設備日常点検 [tw41[tw41]]
13:00 - 15:00
18_〇〇浄水場_機械設備日常点検 [tw18[tw18]]
13:00 - 15:00
44_〇〇浄水場_機械設備日常点検 [tw44[tw44]]
13:00 - 15:00
00_〇〇浄水場_機械設備日常点検 [tw00[tw00]]
18:00 - 19:30
35_〇〇浄水場機械 [tw35[tw35]]

スマートフォンとパソコンの画面を同時に表示して説明

5 まとめと今後について

- 新システム導入後、令和4年度に行ったシステムの運用までの準備について、事前研修、運用条件の統一、補助ツールの作成を中心に述べた。
- 新システムの導入から運用にかけては調整すべき事項が多々あり、これらの対応には関係各所の協力が必要不可欠であった。
- 引き続きシステムの安定稼働に向け、関係各所と連携を図りながら情報化施工に取り組んでいく。

工事監督業務の効率化へ向けた 「現場管理システム」試行導入

○奥野 将年、坂本 剛夫
東京水道株式会社

背景

東京水道株式会社では、東京都水道局より水道管耐震化工事の監督業務委託を受託しており、工事契約後・工事着手から完成・清算など一連の工事監督業務を通じ、現場管理、安全管理、書類審査、対外調整など様々な業務を行っている。

また、当社は、各業務への積極的なICT技術等の導入を推進するため、DX推進検討委員会を設置しており、この取組の一環として、工事監督業務に焦点を当て、現場の安全管理や事故・地震等災害時での迅速な対応や的確な状況把握できるシステム導入の検討を進めている。本検討において、現場パトロールによる安全管理での、点検時のペーパーレス化や事故時等の対応の迅速化などに向けたICT技術の活用・検証を行った。

本稿では、工事監督業務において当社が開発したスマートフォンおよびクラウドサーバーを活用した「現場管理システム」(以下、本システムという)を導入し、検討・試行について報告するものである。

現場管理システム概要

現場管理システム

当社では、現場の安全管理をパトロール形式で実施しており、本システムは、複数の現場を効率よく点検することや、帰庁後の事務作業を簡略化することを目的としたものである。

これまで、現場パトロール時に工事申請書類を持参して、施工状況をチェックシートで確認している。〈図.1〉

本システムにより、現場パトロールの監督員がスマートフォン等を用いて、電子化したチェックシートによる確認や状況写真を撮影・送信し、事務所とリアルタイムにクラウドサーバ上の状況写真を確認・共有できるものである。〈図.2〉



図.1 従来の現場パトロール



図.2 本システムの現場パトロール

本システムの具体的な構成は、サーバーアプリケーションとAndroid端末用アプリケーションで構成されている。

実際の運用方法として、事務所内では図.3に示すサーバーアプリケーションを使用し、現場の情報を選遠で確認する。一方、現場パトロールの監督員は、図.4に示すAndroid端末用アプリケーションを活用し、クラウドサーバーへ現場からの情報を送信する。



図.3 現場管理システム(Web)

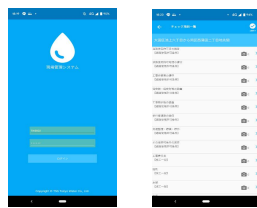


図.4 現場管理システム(スマホ)

試行概要

試行内容

本システムについて、現場パトロール時の電子チェックシート機能の有効性及びクラウドサーバーを通じた事務所との相互融通性についての確認、さらに、現場パトロール時の書類作成・管理の効率化について、導入効果・検証を行った。〈図.5〉

- I. 電子チェックシート機能により、従来の点検作業との比較およびその有効性を確認。
- II. クラウドサーバーを通じた点検情報の相互融通機能について検証。
- III. 書類作成・管理の簡略化についての効果確認。
- IV. 事故時等におけるシステム活用の検証。

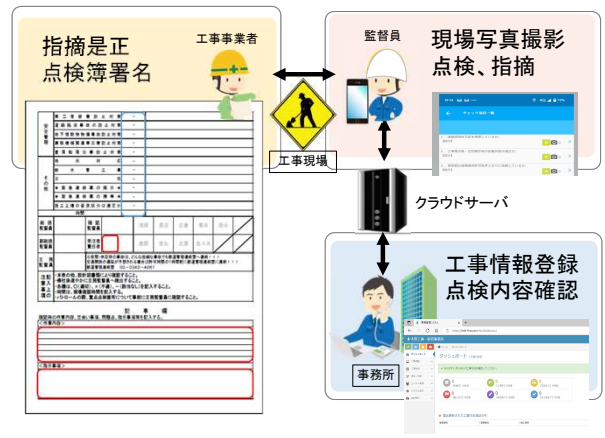


図.5 試行内容

検証結果

- I. 電子チェックシート機能の有効性については、従来の紙ベースでの点検作業と同等機能があることやその有効性を確認できた。
- II. クラウドサーバーを通じた相互融通機能については、クラウドサーバー上での閲覧はできるものの、現場との相互融通や関係者への回付チェック機能についてさらに拡充が必要。
- III. 書類作成の簡略化については、自動生成が可能となり、簡略化に十分に寄与。さらなる活用にあたっては、経過分析や自動集計などの拡張検討が必要。
- IV. 事故時等におけるシステム活用については、事務所との写真情報の共有に留まり、事故経過に沿った整理にあたっては、さらなる改良が必要。

今後の取組・方向性

現場の安全管理において、本システムの一定の有効性は確認できた。一方で、クラウドサーバーを通じた相互融通機能や書類の自動集計、事故時における更なる改良を図るうえでは、本システムの大幅な改良が必要となる。

これらの課題解決へ向け、DX推進ツールとして着目を浴びるノーコードアプリを活用し、現在、新たな現場管理システム機能を備えた拡張性を持った「工事管理システム」として、導入検証を行っている。

本稿が工事監督における現場の安全管理ツールとして、工事関係者の一考となれば幸いである。

委員会報告

土木学会
安全問題研究委員会
土木工事安全小委員会

「建設工事安全かるた」の普及に向けて

～製作の経緯と活用事例～

須藤 英明（公益社団法人土木学会 安全問題研究委員会 土木工事安全小委員会）

建設工事は人々の暮らしや生業を支える社会資本整備の重要な一翼を担っている。しかし建設現場には多くのリスクが存在することから、施工の第一線を担う工事関係者の災害防止が極めて大切である。そこで当委員会では、こうした建設工事関係者の安全意識高揚の一助とすべく、古来より我が国に馴染みの深い「かるた」にヒントを得て、現場の事故や災害の防止を願う標語そして絵柄を製作し、普及活用を目指すこととした。

当報文は、こうした製作の経緯とこれまでの活用事例、ならびに将来への展望について紹介する。

1. はじめに

土木学会安全問題研究委員会は、土木ならびに関連分野の「安全」に関するさまざまな意見交換・討論会開催、情報収集や展開等に取り組んでいる。

「Civil Engineering」という言葉によるまでもなく、土木工学はまさしく「人々のための技術」であり、日々の暮らしや生業を支える社会資本整備の重要な一翼を担っている。一方、我が国の就業人口を直近の5年平均でみると、全産業約6,700万人のうち建設業従事者は約500万人でおよそ7%であるが、労働災害統計によれば死傷者数は年間約15,000人で全産業就業人口の12%、死亡者に至っては年間約300人で34%にも及んでいる（表-1）。すなわち、建設業の就労環境、とりわけ「工事現場」には多くのリスクが存在することが表され、現場施工の第一線を担う「労働者の災害防止」が極めて大切なことを示唆している。こうした実態に鑑み、当委員会内の小委員会で今般、建設工事関係者の安全意識高揚に役立てるべく、古来より我が国に馴染みの深い「かるた」にヒントを得て、現場の事故や災害の防止を願う安全標語そして絵柄を製作し、普及を目指すこととした。当報文は、この経緯と活用事例を紹介する。

表-1 就業人口と労働災害統計

就業者数						
年	2018(H30)	2019(R01)	2020(R02)	2021(R03)	2022(R04)	5年平均
① 全産業(万人)	6,682	6,750	6,710	6,713	6,723	6,716
② 建設業(万人)	505	500	494	485	479	493
建設業占有率 ②=①/① (%)	7.6	7.4	7.4	7.2	7.1	7.3

（出典：総務省統計局HP「労働力調査 産業別就業者数(第5表)」）

死傷者数						
年	2018(H30)	2019(R01)	2020(R02)	2021(R03)	2022(R04)	5年平均
① 全産業(人)	127,329	125,611	131,156	130,586	132,355	129,407
② 建設業(人)	15,374	15,183	14,977	14,926	14,539	15,000
建設業占有率 ②=①/① (%)	12.1	12.1	11.4	11.4	11.0	11.6

（出典：厚生労働省HP「労働災害発生状況」）

死亡者数						
年	2018(H30)	2019(R01)	2020(R02)	2021(R03)	2022(R04)	5年平均
① 全産業(人)	909	845	802	778	774	822
② 建設業(人)	309	269	258	278	281	279
建設業占有率 ②=①/① (%)	34.0	31.8	32.2	35.7	36.3	34.0

（出典：厚生労働省HP「労働災害発生状況」）

建設業が占める比率

就業者数	死傷者数	死亡者数	
7.3%	11.6%	34.0%	≒ 1 : 1.6 : 4.7

2. 製作のねらい

かるたは、平安時代の「貝覆い」という遊びに端を発するといわれている。室町時代にポルトガルから伝わったカードという意味の「CARTA」遊びが語源だそうである¹⁾。「貝」から「札」に変わり、外国文化とも融和した伝統があるといえよう。インターネットで「かるた」「安全」を検索す

ると、例えば防災や交通事故防止をはじめさまざまな事例が拾える。加えて、産業分野では職場で役立つ安全衛生標語²⁾や工場での安全活動への適用³⁾が紹介されており、土木学会からは土木への興味を幅広く持ってもらうために「土木用語を集めたどぼくかるた」⁴⁾、「土木偉人かるた」⁵⁾が発行されている。実現場においても朝礼広場への看板掲示の事例が登場した⁶⁾。

そこでこれらを参考に、主に以下の観点から「建設工事安全かるた」の製作に取り組むこととした。

- (1) 現場実務に密接した場面をイメージ (図-1)
- (2) 第一線作業メンバーの安全意識高揚の一助
- (3) 朝礼看板等で「読むより見て」学ぶ安全
- (4) 安全集会や行事での「かるた遊び」的利用
- (5) 将来現場を担う次世代へのインセンティブ



イラスト出典：
厚生労働省 職場の安全サイト 災害事例



イラスト出典：
厚生労働省 職場の安全サイト ヒヤリハット事例

図-1 たたき台イメージ

3. 目標設定

かるたの製作着手にあたり、かるたに担ってほしい目標（機能・要求品質）が大切と考え、以下を設定した。

(1) 誰に役立ててもらうのか？

まずは、現場の第一線を担う施工会社の作業メンバーを対象とすることとした。

- a. 興味・親近感の織り込み
- b. 自分の担当仕事にも繋がる内容
- c. 日々のKY（危険予知）や安全行動への反映

(2) いつ、どこで使われるイメージか？

「かるた」の名称に囚われず、多方面での利用に応じられるよう考慮することとした。

- a. 朝礼看板に掲示し、定期的（毎週等）に更新
- b. かるた文言に応じた作業場所等に掲示
- c. 安全大会や講習会等での紹介・啓発

(3) どのような画面構成や文字構成とするか？

一発使用でなく継続的な利用に意義があると考え、次のポイントにも軸足を置いた。

- a. 見てわかるイラストで注目度アップ
- b. 5-7-5 調の文言で簡潔にうったえかけ
- c. 「あ」～「わ」の44 文言を独立使用可能

(4) 著作権への配慮は？

かるたの各文言作成者の著作権と、土木学会の刊行物であることへの配慮も勘案した。

- a. 文言作成者名は非開示（委員会で承認を得た）
- b. 44 枚の全かるた画面個々に委員会名を明記
- c. 画面や文言の改変は禁止の旨を周知

(5) 「使われ方」の応用も考えるべきでは？

現場での掲示からかるた大会まで、さまざまな使われ方の応用にも考慮しておくこととした。

- a. かるたの伝統的様式（文字等）の継承
- b. 拡大コピー等に備えた用紙サイズへの配慮
- c. 電子データでの提供勘案

4. 完成までの経緯

以上のねらいや目標を安全問題研究委員会の各委員に諮り、製作を進めた。

(1) かるた文言のカバー範囲

かるたの文言は、一般の建設工事で遭遇し得る危険場面やヒヤリハット体験を対象と考えた。

(2) 文言の作成

安全問題研究委員会の各委員に「あ」から「わ」までの44 文字を割り振って文言作成を依頼した（表-2 参照）。

(3) 文言の絞り込み

一言文に複数応募された委員もあり選定に迷う場面もあったが「一文字一言文」に絞り込んだ。

表－2 各委員からの応募作品例

					※は複数応募作品の中の推奨作案				
割付 1	応募作品				割付 2	応募作品			
あ	安全は 守るとともに 作るもの				の	能力を 常に確認 重機操作			
い					は				
う	うっかりと ぼっかり空いた 危険行動				ひ	日の入りで見落とし多し冬季作業			
え	絵で確認 そして実践 安全ヨシ！				ふ	フルハーネス 面倒がらずに 装着を			
お	オヤジさん 年相応に ご用心 おかしいな 気づいたときに すぐ改善 (※) おおげさな 安全意識 身を守る				へ	ヘルメット アゴ紐しめて 気もしめる ヘルメット 働く人の身だしなみ ベテランの 所作で示す 良い習慣 (※)			
か					ほ				
き					ま				
く	繰返し型災害は しつこく声掛け 自分事に				み	見過ごすな 不安全設備 すぐに復旧			
け	KYで 予知した災害 起こらない (※) 危険源 リスクアセスで 再評価				む	無災害 一人ひとりの 心がけ (※) 無理言うな 工程確保は 計画で			
こ					め				
さ					Free				
し	失敗を 次に活かして 再発防止				も	もう一度 教え教わる 勘所			
す	健やかな 父の帰りを 待つ家族 (※) 少しぐらい その横着が 事故のもと すれ違う 手順の中に 潜む事故 据え付ける ブロックの傍 潜水士				や	役立つと 作ったマニュアル 二度は見ず やるせない 何度も起こる 同じ事故 やっつけの 雑な仕事で 事故を呼ぶ 役立てる ためのマニュアル 二度三度 役立つと 作ったマニュアル 遵守せず (※)			

(4) イラストの作成

抽出選定されたかるた文言を、建設分野に造詣の深いイラストレーターに画像化依頼した。

(5) 文言とイラストの整合性検討

文言と画像の双方の「整合性」も大切と考え、微修正を重ねた（図－2 参照）。

(6) 最終版のスタイル決定

かるたとしての文字デザイン検討に加え、建設工事の安全へのインセンティブ付与の観点から、かるたの読み札に「ワンポイントコメント」を書き添えることとし、最終スタイルを決定した。完成したかるたの最終版を図－3～4 に示す。



図－2 イラストの修正例



図-3 絵札（取り札）の例



図-4 ワンポイントコメントを付した読み札の例

5. 現場での活用事例

以上の経緯を経て完成した「建設工事安全かるた」を、本年3月、安全問題研究委員会の各委員の所属組織を通じて開示し、実際の工事現場への活用を皮切りに普及を目指すこととした。

活用事例を写真-1～8 に示す。



写真-1 朝礼ボードデジタルサイネージで掲示(1)



写真-2 朝礼ボードデジタルサイネージで掲示(2)



写真-3 朝礼での活用



写真-7 かるたを利用した安全勉強会



写真-4 喫煙所入口に掲示



写真-8 かるたを最も多くとった方へ賞品授与



写真-5 安全通路に掲示



写真-6 ミーティングに利用

6. 活用しての感想

現場での活用が始まり、以下に要約したような感想が寄せられている。

(1) 元請職員からの感想

- 新鮮感があり良かった。共用スペースへの掲示も良いと感じた。
- 種類が豊富で作業内容に合わせて掲示できる。
- わかりやすい絵やポイントを押さえた表現で理解も容易なため、伝わりやすいと感じた。
- KY に利用しているが、他の利用方法の意見も出ており、行ってみたい。

(2) 協力会社メンバーからの感想

- とてもわかりやすくまとめられているので、ついつい足を止めて読んでいます。
- 作業にあったかるたを近くに掲示することで注意喚起になる。
- 安全に対する心掛けや意識がかるた形式になっていることで、覚えやすく理解しやすい。

- d. 作業開始前にかかるたを見て、今日の作業に当てはまるものを選んで 全員で声出し確認を行っている。
- e. かるたになっているのでメンバーに伝わりやすい。種類が豊富。
- f. さまざまな場所に掲示されているので、心に留めて安全作業ができるよう役立てていく。

7. 英訳版かるたの製作

今回のかるたの製作過程において、委員会メンバーの中から、英訳版の製作についての提案が生まれ、以下の考え方で新たに取り組んだ。

(1) 提案の背景

以下の背景に応えることに大きな意義があると考えた。

- a. 現場には外国人の方々も少なからず在職
- b. そうした方々への安全意識啓発の一助
- c. 当かるたの絵柄に対する理解促進に効果的
- d. 海外の現場等にも当かるたの活用推進
- e. 建設工事安全への学会としての貢献活動

(2) 製作手順と留意点

昨今、テレビ等にキャッチコピー風の英語文言が登場し注目されている。こうした趨勢や上記の背景に鑑み、簡潔な表現で外国人労働者の方々にも関心をもってもらう(安全意識を高めてもらう)内容での製作を目指した。

- a. 本来の日本語かるたに造詣が深く、英語にも native な翻訳者に翻訳依頼
- b. 日本語かるたで取り入れた 5-7-5 調の表現を極力尊重しつつ英文翻訳
- c. かるたのメッセージ性を活かしながら、いくつかの文言には英語詩でよく用いられる「韻を踏む」工夫を取り入れ
- d. 現場で広く使われている用語の、例えば「危険予知」という言葉は、英訳すれば「risk prediction」となるが、あえてそのまま「KIKEN YOCHI」という記載で日本語表現
- e. 「かるた」という言葉も「KARUTA」としてそのまま表現継続

- f. もともとの日本語版かるたに添えていた「ワンポイントコメント」については、安全意識高揚の大切な補足説明であることから、できるだけ忠実に英文に翻訳
- g. 著作権(著作権)についての記述も重要と考え、既往の土木学会の凡例に準拠

(3) 成果品

以上の手順と留意点を踏まえ、日本語かるたと同様の 44 文字に対応する英訳版かるたを完成させた。代表例を図-5~7 に示す。

8. 将来展望

(1) 今回製作した建設工事安全かるたは、当委員会メンバーの所属組織等を通じ活用を開始している⁷⁾。加えて、大学や高専等の教育機関や公的な研修機関等での利用に向けても PR を図っている。

(2) 英訳版かるたの活用は、まだ緒に就いたばかりであるが、国内外での普及を大いに期待する。

(3) 土木学会のホームページでのかるた紹介の準備も進めており、幅広い活用を願うところである。

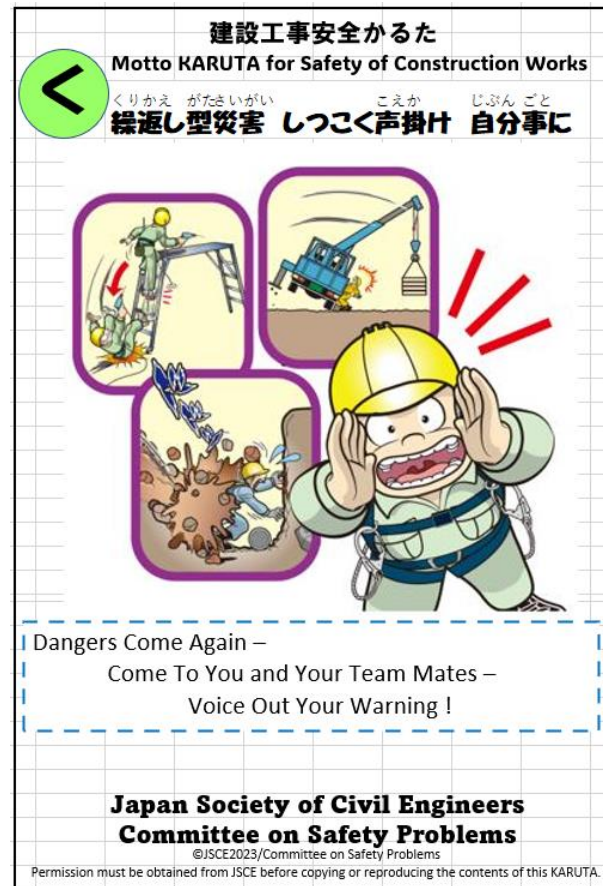
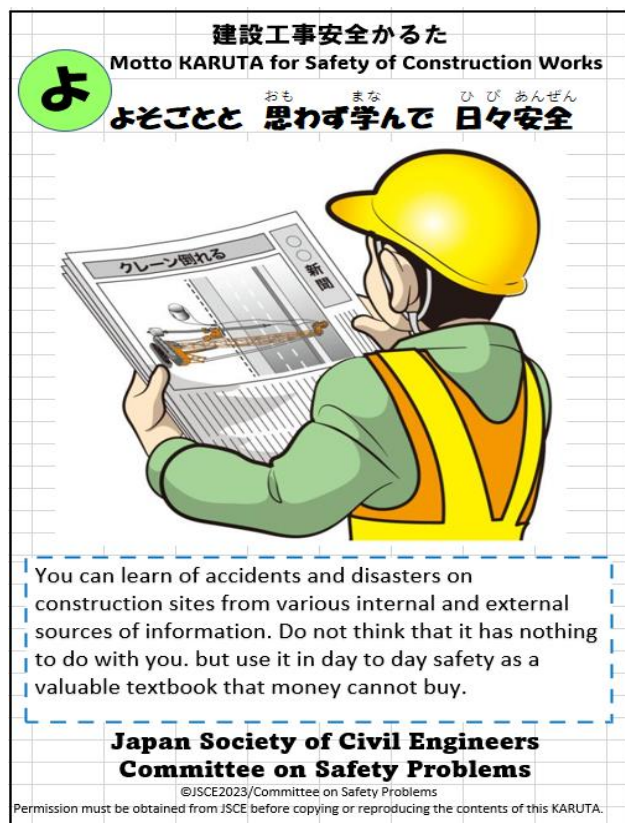


図-5 英訳版かるたの例 (1)



図ー6 英訳版かるたの例 (2) 「KIKEN YOCHI」



図ー7 英訳版かるたの例 (3) ワンポイントコメント英訳

9. むすび

以上、建設工事安全かるたの製作の経緯や活用事例そして将来への展望を紹介した。建設工事関係者の今後の安全意識の高揚に少なからず寄与していくものと念ずる。

かるたという「身近なツール」に親しみ、安全・安心・安定な現場、よい品質の構造物づくりへの手掛かりに繋がることを心から願う次第である。

参考文献

- 1) 「かるた歴史を解説！」: スポスルマガジンより引用
- 2) かるたでおぼえる安全衛生標語 45 選: 中央労働災害防止協会
- 3) みんなで作った「安全カルタ」作業中の注意点を伝達: キリンビール取手工場、安全スタッフ誌特集号 2017.05.04 労働新聞社
- 4) どぼくかるた: 土木学会コンサルタント委員会 市民交流研究小委員会
- 5) 土木偉人かるた: 土木学会土木広報センター土木リテラシー促進グループ
- 6) 安全標語「いろは」かるた大型看板: 厚労省安全プロジェクト「見える安全活動コンクール」令和3年度優良事例より抜粋
- 7) 「建設工事安全かるた」の普及に向けて: 土木学会安全問題研究委員会より投稿 日本学術会議 安全工学シンポジウム 2023.06

委員名簿

役職	氏名	所属
委員長	須藤 英明	鹿島クレス(株)
幹事長	吉川 直孝	(独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
委員	赤尾 欽正	(株)大林組
委員	大幢 勝利	(独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
委員	岡村 尚彦	大成建設(株)
委員	酒井 暢彦	鹿島建設(株)
委員	豊澤 康男	(一社)仮設工業会
委員	長澤 小太郎	(独)国際協力機構
委員	東屋 克典	清水建設(株)
委員	広兼 道幸	関西大学
委員	前田 直志	(株)長大
委員	山中 憲行	前橋工科大学
オブザーバー	岩原 廣彦	香川大学

土木学会
安全問題研究委員会
地域安全小委員会



令和5年度安全問題討論会

公益社団法人 土木学会 安全問題研究委員会 地域安全小委員会 委員会活動中間報告書

令和5年11月10日（金）

目 次

- 1 地域安全小委員会について ……スライド3
- 2 これまでの活動経過（その1） ……スライド4～12
～有識者や実務者との意見交換、ヒアリング調査～
- 3 これまでの活動経過（その2） ……スライド13～16
～令和4・5年度土木学会全国大会研究討論会等概要～
- 4 意見交換・ヒアリング結果等を踏まえた現時点でのまとめ
……スライド17
- 5 今後の活動について ……スライド18
- 6 地域安全小委員会委員名簿 ……スライド19

1 地域安全小委員会について



- ・少子高齢化社会のさらなる進展、東京圏や都市部への人口集中、地方自治体の財政難、老朽化インフラの増加等の問題を抱える中、災害発生後もいかにして市民の安全で安心な生活を維持、継続していくかが課題
- ・土木学会として、市民のための社会・経済活動を支える基盤づくりを進めていくうえで、このような課題への対応策を提示することが大きな役割の1つ

今後発生が危惧される大規模災害への対応しうるこれからの社会における地域のレジリエンスの在り方について、土木技術者と社会や市民との対話という視点を考慮しながら、調査研究を進める

- ・市民の良質な生活空間を継続して確保するための在り方・方向性
- ・地方、都市部それぞれの継続的なリスクコミュニケーションの在り方
- ・地域の災害リスクに対する市民の許容性とそれに係る公的、社会的支援等

2 これまでの活動経過（その1）



- (1) 多様な視点での地域レジリエンスに係る考え方の把握を目的に様々な分野の有識者や実務者との意見交換を実施
- (2) 地域コミュニティ継続に係る取組事例の把握を目的に基礎自治体等へのヒアリング調査を実施

(1) 意見交換実施概要 ※各専門分野での取組について委員会内でご講演頂いた後、意見交換を実施

① 倉敷市真備町での西日本豪雨被害時の実体験ならびにその後の活動

(サツキPROJECT代表 津田 由起子氏)

②「水害地域学習研究会」の取組 ～水害に関する「地域の学び」を支援する技術～

(長岡技術科学大学工学部環境社会基盤系 准教授 松田 曜子氏)

③ (株)HITOTOWA取組事例及び書籍「ネイバーフットデザイン」の概要紹介

(株)HITOTOWA シニアディレクター 高村 和明氏)

④ 農山村の実態と再生課題

(明治大学農学部専任教授 小田切 徳美氏)

⑤ 復興とコミュニティ

(東北大学災害科学国際研究所教授 姥浦 道生氏)

⑥ 東日本大震災におけるURの復興まちづくり支援 ～ハードとソフトの両面から～

(独立行政法人 都市再生機構 震災復興支援室長 山本 直氏)

(2) ヒアリング調査実施概要

- ・鳥取県 智頭町役場:「1/0村おこし運動」「百人委員会」等の取組紹介
- ・宮城県 女川町 ※令和5年11月27日予定
- ・宮城県 石巻市 (株)街づくりまんぼう ※令和5年11月27日予定

有識者・実務者による講演・意見交換結果概要①



倉敷市真備町での西日本豪雨被害時の実体験ならびにその後の活動 (サツキPROJECT代表 津田 由起子氏)

【地域レジリエンス・地域コミュニティ維持に係る主なポイント】

- ・日ごろからの地域交流の必要性を気づき様々な活動(認知症理解啓発, サロン活動, こども達の居場所, 住まいの勉強)を始めたことがさつきPROJECT(避難機能付き共同住宅)のきっかけ
- ・災害時に臨機応変に対応できるようにするためには、隣人を知るなど普段からの地域住民とのつながりを作っておくことが必要であり、地域の人との連携が重要
- ・避難をためらう人への働きかけは、提供する情報の読み解く力を期待するのではなく、高齢者や若年者など対象者に併せたオーダーメイドでの情報提供が重要
- ・被災経験の有無が組織や人の行動に大きく影響すると考えられる
- ・防災に係るWS等の実施に当たっては、紙をうめることを目的にせず意見交換する場を共有し、お互いの連絡先を交換できるようなことに主眼をおくことが重要
- ・サツキアパートは、災害復興公営住宅にはない安心を感じられるつながり、暮らしぶりが目立つ
- ・災害時はすべてが特別であるため、その対応が結果的に公平性につながるという認識に基づく行政支援が必要
- ・行政が住民の話を聞き、共感しようとする姿勢が重要



※内閣府防災情報HPより

有識者・実務者による講演・意見交換結果概要②



「水害地域学習研究会」の取組 ～水害に関する「地域の学び」を支援する技術～ (長岡技術科学大学工学部環境社会基盤系 准教授 松田 曜子氏)

【地域レジリエンス・地域コミュニティ維持に係る主なポイント】

- ・ハイスク・アプローチよりもポピュレーション・アプローチによって社会的要因を探求し、集団を対象とした働きかけが重要(防災施策と保健施策を比較した考察)
 - 防災分野においても防災に限らず多様な社会課題の担い手との連携が重要であり、多様な社会資源を使って地域のレジリエンスを高めていくことが必要
 - 直接的に自分の利益につながらないことであっても、皆が行動学習を続けることで地域の防災や安全につながる視点を社会全体で共有することが必要
- ・水害対策に資するセンサーを地域の中に置くことは、自分たちの情報としてのオーナーシップ度が上がるため、住民の情報取得ハードルが下がり、学習を促進させる効果もある:「我がこと化」
 - 通学路に設置した水位計を子どもたちに知ってもらう効果や動画(ドラレコ)により、自宅近くの通りに雨が降ったことを知ってもらえる効果
- ・ドライブレコーダーの浸水データ、VR技術などを活用したヒヤリハット経験を共有することも考えられる
- ・かつての水害の経験を聞いて、若い人に伝えるという取組も必要
- ・表面的なメタファーと深層的なメタファーの視点での災害情報発信の在り方
 - 科学における比喩の役割、例えば「川の健康診断」という比喩表現の活用
- ・地域レジリエンスには、地域とつながりの質の構造化の視野が必要
- ・地域や社会の中にあるソフトな取組に対して、技術者側がどのような形の技術を提供して支援できるかを考えることが必要

有識者・実務者による講演・意見交換結果概要③



(株)HITOTOWA取組事例及び書籍「ネイバーフットデザイン」の概要紹介 (株)HITOTOWA シニアディレクター 高村 和明氏)

【地域レジリエンス・地域コミュニティ維持に係る主なポイント】

- ・ネイバーフットデザインの価値
→単にイベントで皆が盛り上がるというだけでなく、コミュニケーションが広がることで防災や防犯などの困りごとの解決につながる
- ・自分が得意なことを人に話せる場所があること→暮らしが生き生きしてくる
- ・「場所」に行けなくとも地域のつながりをゼロにしない備え(学びあえる機会が暮らしの中にあること)であり、オンラインのなどのIT化の活用も重要
- ・コミュニティはサービスではない→課題に対して皆で解決していくことが求められるが、義務的な役割を分担するのではなく、まちに関わる権利があることを意識し、自分のやりたいことがまちのためになることが一貫していることが重要
- ・都市におけるコミュニティの価値は「助け合い」
- ・マンションの共用部の一部をマンション周辺も含めた住民の集いの場所に(セキュリティーラインはしっかり設定)※神奈川県のプロール元住吉の事例
- ・「防災」だけでは、強制的になってしまいハードルが高いため、気軽にできる取組が重要(ソーシャルフットボールcoro:サッカーと防災との連携の取組)
- ・主人公は住民であり、支援者はその後退くことをしっかりと伝えることや、取組のゴールや未来像を住民としっかり共有することが重要
- ・コミュニティへの参加は8割加入でも十分(その中で実際に積極的に参加する人は2割程度)。
- ・既存組織にこだわり過ぎず、個々のつながりを育て発展させていくことが重要
- ・地域住民の風通しの良さ、顔が見える関係性の構築→このようなことが自然にできるような体制づくり、地域内の情報交換の促進、共有のしやすさづくりが地域レジリエンスにつながる

有識者・実務者による講演・意見交換結果概要④



農山村の実態と再生課題 (明治大学農学部専任教授 小田切 徳美氏)

【地域レジリエンス・地域コミュニティ維持に係る主なポイント】

- ・集落機能は、臨界点(何事が起きた際)に一気に限界集落化が進む
→強いインパクトに当たってしまった時も壊れないようにすることが必要
- ・より少ない人口で集落を維持するには、次の世代にも支持される暮らしが生み出しえるかを追求することが必要→その原則となる内発性(地域の想いと力)、多様性(地域なりに)、革新性(今までと違う方法)で地域を作り直す
- ・地域づくりの3要素
→暮らしのものさしづくり:主体づくり(人材)
→暮らしの仕組みづくり:場づくり(コミュニティ)
→カネとその循環づくり:条件づくり(しごと)
- ・災害後にV字回復はしないことを認識し、むしろ水平を持続することが妥当(多額の交付金投入は非効率)
- ・地域運営組織(RMO)は、連合町内会のようなものではなく、まちづくり協議会のような、多世代がフラットに課題解決できる組織を念頭にしている
→当該組織の実態:多機能性、補完性(町内会を保管)、革新性(攻めの自治)
- ・住民のやらされ感はあきらめにつながるため、小さな成功体験を積み重ねていくような取組が重要
- ・関係人口の多さと多様性(無関係人口と移住の間の多様性)に注目することが必要
- ・地方内部で格差(むら・むら格差)があることはよくない
- ・地域継続には多様なプレイヤーや人材が交錯(地域住民+RMO、移住者、関係人口、民間企業)できる場づくりが必要であり、人口減だが地域は元気という状況が重要

有識者・実務者による講演・意見交換結果概要⑤



復興とコミュニティ

(東北大学災害科学国際研究所教授 姥浦 道生氏)

【地域レジリエンス・地域コミュニティ維持に係る主なポイント】

- ・石巻市の事例：震災前に設立されていた地域のまちづくり会社(櫛街づくりまんぼう)が復興に当たって大きな役割を果たした→行政、地元が入りやすくなり、意見聴取やとりまとめがやりやすく、外からの協力も受けやすかった
※今後は地域のエリマネ団体にしていくことが理想
- ・名取市の事例：復興の過程で市民の意見を聞くための手段として、100人会議、地区懇談会等が設定された
→意見の対立もあり、中立な立場の第三者の存在が重要だった
- ・宮古市の事例：WSの経験が無い方との合意形成や制度の枠組みを超えた範囲における住民の理解をどのように得ていくかが課題であった
- ・塩釜市の事例：防潮堤高さに係る住民合意の実現が課題であり、平時から地域自治や地域のマネジメントの発展を進めていく重要性を認識
- ・平時から地域の課題や在り方を考える場や組織が必要。平時から意見交換を行っていれば、例えば防潮堤の高さを決める際もすぐに集まることができる。
- ・復興の合意形成に当たっては、行政と住民の間に第三者(単純な第三者ではなく、住民と関わりながら意思をもって動く方)・ファシリテーターなどが入り、お互いが共通のゴールを目指すようにしていくことが重要(最終手段としては取捨選択もやむを得ない)
→そのためには、制度的な実現可能性を理解してもらい、行政・住民の信頼を得ることが必要
- ・合意形成に係る意見交換は回数を多くすれば良いというものではなく、議論の枠組みの設定が重要

有識者・実務者による講演・意見交換結果概要⑥



東日本大震災におけるURの復興まちづくり支援 ～ハードとソフトの両面から～
(独立行政法人 都市再生機構 震災復興支援室長 山本 直氏)

【地域レジリエンス・地域コミュニティ維持に係る主なポイント】

- ・災害公営住宅への移転前からコミュニティづくりを支援、将来の自治組織化を期待
女川町：公営住宅入居予定者を対象とした事前の交流イベントの実施
(異なる地域の住民同士が馴染みやすくなるようなコミュニティづくりを支援)
- 塩釜市：設置する集会所の活用方法に係るWS開催、サークル活動立ち上げ支援
- 盛岡市：県営アパート入居後も市の復興支援センター職員がアパート内に常駐・支援
(業務委託職員常駐による相談窓口、サークル活動支援)
- ・事前から被災後のまちづくりについて地域住民と議論しておくことが重要
- ・復興事業の着実な前進が実感でき、かつわかりやすい情報発信、幅広い周知が重要
→他地域への流出、コミュニティの離散防止
- ・地籍調査や地下埋設物等のデータの定期的な更新と保管場所を分散
- ・外部機関の専門家と平時から連絡できる体制の構築
- ・福島県の原子力災害復興に当たっては、帰還住民だけでなく、移住・関係人口増も考慮しながら地域再生の担い手(将来のまちづくりのプレイヤーやエリマネージャー)の発掘、育成連携の取組を支援
- ・コミュニティ醸成に係るイベントは、目的を明確に共有して実施することが重要
- ・地域に深く関わっていく人材の発掘が重要である。場合によっては首長の強力なリーダーシップや公民連携による人材の発掘も考えられる。
- ・広域的かつ大規模災害時における復興に係る専門的人材派遣体制の構築が必要
- ・復興は、地域コミュニティ維持と地域経済循環を両輪で考えることが必要

基礎自治体等へのヒアリング調査結果概要①



鳥取県智頭町企画課ヒアリング調査概要①

【智頭町概要】

- ・人口6316人(令和5年9月現在)、高齢化率14.5%、面積224.7km²(山林:93%、農地:3%、その他:4%)
- ・林業が主要産業
- ・日本で最も美しい村連合会に所属
- ・地区は小学校区6地区、88集落



【これまでの変遷】

昭和30年代	林業の最盛期
昭和60年	徐々に人口が減る中、わかとり国体開催時にまちづくりの機運が高まる。
平成9年	日本1/0村おこし運動をスタート。住民が主役のまちづくり。
平成13年	智頭には観光施設がないため、観光の目玉としようと石谷家住宅を一般公開
平成21年	百人委員会がスタートし、森のようちえんスタート
平成27年	第1期総合戦略策定、おせっかいのまち宣言(暖かいおせっかいがこれからも必要という考えから設定)
平成29年	第7次総合計画策定
平成30年	重要文化的景観(林業景観)に指定、住民のシビックプライドの再認識 ※林業景観だけの文化的景観としては初
令和元年	SDGs未来都市選定
令和2年	おせっかい奨学パッケージスタート

基礎自治体等へのヒアリング調査結果概要②



鳥取県智頭町企画課ヒアリング調査概要②

【1/0村おこし運動について】

- ・集落単位で原則全戸へ会費負担を依頼し、地区振興協議会を設立しその地域ごとに支援(地縁型支援)
- ・自分たちの村は、自分たちで守るという意識を醸成させることが大きな狙い
- ・当該運動の活動の柱は、交流・情報(ホームページ制作等)、住民自治(清掃活動等)、地域経営(アウトプットの重要性、収益確保)の3つ



【「百人委員会」について】

- ・居住地によらず、同じ目的を持った人達が集まって実施する取組を支援(テーマ型支援)
- ・住民のアイデアを実現していくことが重要ということで生まれた施策
- ・住民が身近で関心の高い課題を話し合い、その解決のため政策を行政に提案し実行していく組織で、商工観光部会、生活環境部会、健康部会、林業部会、特産農業部会、教育文化部会、獣害対策部会の7つの部会で構成(事務局として行政職員出席)
- ・提案内容を審議し議決を経て予算化し、その後に交付申請してもらい事業化
 - 住民達でやらないといけなことを前提に意見交換した企画を提案してもらうため、基本的に庁内の幹部職員会議では却下されていない
 - 長期間継続している理由の1つは、住民と行政の関係性が近いことが考えられる

【その他】

- ・人口減少に係る危機感を持った方が住民の中におり、その方が行政を巻き込み進めてきたことが、住民が自主的に動くようになったきっかけだと考えられる
- ・行政職員が集落に入り、様々な人と知り合い関係性を構築することが役立つ
- ・行政ではなく、地域のキーマンが声がけすると住民が集まってくる

3 これまでの活動経過 (その2-1)



令和4年度土木学会全国大会研究討論会 ～気候変動への適応に向けたこれからの地域社会の構築～

- ・気候変動の適応策（風水害に対策）のうち、主にソフト分野の取組（例えば地区防災計画、地域への災害情報発信、災害時コミュニティ対応等）を紹介するとともに、今後の気候変動を見据えた安全・安心・安定に資する地域社会（地域防災）に向けた課題や今後の展望について意見交換を目的にパネルディスカッションを実施

①地域社会で改めて考える～気象災害の激甚化・頻発化への対応～

（東京大学 加藤 孝明氏）

②情報の観点から見た防災

（関西大学 近藤 誠司氏）

③災害復興とまちづくり、どう備えるか

（㈱都市環境研究所 高鍋 剛氏）

④社会課題解決に向けた取り組み ～レジリエンス分野について～

（㈱三菱総合研究所 政策・経済センター 山口 健太郎氏）

⑤真備町での取組

（香川大学 磯打 千雅子氏）

令和4年度土木学会全国大会研究討論会まとめ



問題提起：気候変動に適応できる地域社会の構築

加藤先生(地区防災計画の重要性)

- ・自然との付き合い方
- ・公の役割：社会的孤立への対応
- ・流域単位と地域社会

近藤先生(情報学からのアプローチ)

- ・地域の感測隊
- ・保存食＝非常食
- ・共同体を創る

高鍋様(災害復興とまちづくり)

- ・プラン、アクション、仕組み
- ・地域運営組織の構築
- ・俯瞰×寄添、自立×持続

磯打先生(リスクと共存する暮らし方)

- ・地域への愛、家族への想い
- ・避難機能付き共同住宅
- ・平時の利活用、助け合いの関係性

山口様(社会課題解決に向けて)

- ・個人起点のレジリエンス
- ・個人の日常的な／無意識下の関心・行動とレジリエントな行動・意向

【共通しそうなこと、関係性がありそうなこと】

- ・地域のごく普通の生活様式の一部が、実は気候変動への対応に寄与
- ・地域のみでは対応不可→持続可能な地域社会に向けた専門家や行政等の支援
- ・ある程度自然を受け入れる考え方、対応

- ・普段の何気ないご近所のゆるやかなつながり→公・民と住民をつなぐハブ
 - ・平時のまちづくりに係るコミュニティや仕組みの構築、住民意識の醸成＋公・民・学支援
- 様々な社会的課題に対応しうる地域社会構築⇒気候変動への適応**

3 これまでの活動経過 (その2-2)



令和5年度土木学会全国大会研究討論会 ～地域レジリエンスに資するまちづくり～

- ・社会構築に当たっての一つの視点として、災害発生後における市民の安全で安心な生活の維持、継続に資する地域コミュニティに係る様々なまちづくりの取組や企業における取組事例等を紹介し、その紹介内容を踏まえ、今後の地域レジリエンスの在り方について意見交換を目的にパネルディスカッションを実施

- ①平成30年7月豪雨災害をふまえた水害BCPタイムラインと地域との連携
(香川大学 磯打 千雅子氏)
- ②災害拠点病院を対象とした水害タイムラインの策定と実降雨での検証
(京都大学 佐山敬洋氏、清水建設㈱ 鳥山 亜紀氏)
- ③自治体における地域防災力の継続的な維持のための取組事例
(応用地質㈱ 大平 真弓氏)
- ④地域における防災まちづくり方針策定の取組事例の紹介
(さいたま市都市局 矢内 匠氏)
- ⑤全体で助け合う「レジリエントな社会」の実現に向けて
(㈱三菱総合研究所 政策・経済センター 山口 健太郎氏)

令和5年度土木学会全国大会研究討論会まとめ



課題提起：防災・減災に資する地域コミュニティの維持

磯打先生(水害BCPタイムラインと地域との連携)
・住民と企業における地域内危険源を事前把握
・企業対応行動を検討可能な啓発ソール
・地域と企業との信頼関係構築

佐山先生・鳥山様(水害タイムラインの策定と実降雨での検証)
・災害に強いまちづくりには医療継続が重要
・土木や建築などの専門家と医療者が協力して
取り組むことが必要

大平様(自治体における地域防災力の継続的な維持)
・自治体による住民への防災意識啓発の限界
・コンサルタント、防災アドバイザーによる支援
・防災活動を中心に行う中核的人材の育成

矢内様(地域における防災まちづくり方針策定)
・エビデンスに基づいた防災まちづくり
・地域と行政との協働によるまちづくり方針策定
・問題意識を持った人が中心となった活動

山口様(全体で助け合う「レジリエントな社会」の実現)
・個人の日常的・自発的な行動を公助負担の軽減に繋げていく視点
・生活者の多数派「ライト層」がカギ・防災アウトサイダーを巻き込んだ「準公共サービス」の開発を

【共通しそうなこと、関係性がありそうなこと】

- ・住民による共助、自助だけでなく、民間企業等の多様な主体との連携や支援
- ・地域を担う活動家、中核的人材、個の力、自分ごと
- ・エビデンスの適切な活用
- ・防災、減災に係る計画策定過程における多様な主体の参画

- ・地域の住民、企業、医療機関等の様々な主体同士の連携
- ・さまざまなデータを活用したまちづくり ⇒ 自分事として捉えるきっかけに
防災だけでなく、多様な視点でのまちづくり⇒地域レジリエンスの向上

4 意見交換・ヒアリング結果等を踏まえた現時点でのまとめ



- ・ポピュレーション・アプローチによって社会的要因を探索し、集団を対象とした働きかけ
- ・隣人を知るなど繋がりがあれば臨機応変に動ける→地域の人との連携が重要
- ・地域住民の風通しの良さ、顔が見える関係性の構築が地域レジリエンスにつながる
- ・地域のコミュニティが形成されている地域は、災害時に強い
- ・防災に限らず多様な社会課題の担い手との連携が重要
- ・標準化は否定しないが、どこでも通用するレシピは存在しない
→標準化と土着とのバランス
- ・個人、ライフスタイルの多様性を扱える手法が必要
- ・次の世代にも支持される暮らし→内発性、多様性、革新性
- ・平時から地域の課題や在り方を考える場や組織
- ・地域に深く関わっていく人材の発掘
- ・地域の危機感に係る住民と行政との共有、住民と行政との良好な関係性構築

地域レジリエンスとは・・・

普段の何気ない生活様式、コミュニティ、生活環境、ローカルルール、多様性、地域特異性の維持継続、地域の主導的な人材発掘等
⇒これらを高めていくことが必要

5 今後の活動について



～今後の進め方～

「地域レジリエンスをどのように高め、高めた地域レジリエンスを地域防災にどう有機的に結び付けていくのか」といった課題に取り組む

①地域レジリエンスに係るアンケート実施(案)

【目的】

年齢や職業等の属性に関わらず地域住民全体が主体的かつ行政との協働により、地域課題に対応していく姿の構築が、防災・減災に資する地域レジリエンスの実現につながると考えられ、地域住民が主体的に地域課題に対応していくためには、地域コミュニティの維持が重要である。以上の考え方を踏まえ、本調査では、防災・減災等に係る取組と地域コミュニティ維持の関連性、地域コミュニティの維持に係る様々な主体からの支援や自治体と地域との関り等を把握する。

【把握事項】

- ・基礎情報：年齢、居住地域(市町村単位)、職業
- ・災害経験の有無や防災意識(ハザードマップ等の認知度、防災訓練参加の有無等)
- ・コミュニティ結びつきの度合(自治会等の地域団体加入や地域活動参加の有無等)
- ・自治会等の地域活動に対する行政支援の認知度
- ・・・等

②有識者や実務者との意見交換、ヒアリング調査再整理

③地域レジリエンスに係る文献調査・・・等

6 地域安全小委員会委員名簿



・委員長	長谷川 潤	さいたま市役所
・幹事長	磯打 千雅子	香川大学IECMS地域強靱化研究センター
・委員	井上 晋一	(株)JR東日本商事
・委員	上田 繁和	(株)長大
・委員	内田 加苗	清水建設(株)
・委員	大澤 修一	(株)三菱総合研究所
・委員	大平 真弓	応用地質(株)
・委員	指田 朝久	東京海上ディーアール(株)
・委員	佐藤 英治	いであ(株)
・委員	白木 渡	香川大学
・委員	須藤 英明	鹿島クレス(株)
・委員	須見 徹太郎	(一社) 全国地質調査業協会連合会
・委員	高鍋 剛	(株)都市環境研究所
・委員	竹元 貴彦	(株)システム二十一
・委員	濱田 俊介	応用地質(株)
・委員	早川 直喜	札幌市役所
・委員	広兼 道幸	関西大学
・委員	藤井 裕	東日本旅客鉄道(株)
・委員	三浦 健	国土交通省
・委員	矢内 匠	さいたま市役所
・委員	山口 健太郎	(株)三菱総合研究所
・委員	山中 憲行	前橋工科大学

※令和5年9月現在

委員名簿

役職	氏名	所属
委員長	長谷川潤	さいたま市役所
幹事長	磯打千雅子	香川大学 IECMS 地域強靱化研究センター
委員	井上晋一	(株)JR 東日本商事
委員	上田繁和	(株)長大
委員	内田加苗	清水建設(株)
委員	大澤修一	(株)三菱総合研究所
委員	大平真弓	応用地質(株)
委員	指田朝久	東京海上ディール(株)
委員	佐藤英治	いであ(株)
委員	白木渡	香川大学
委員	須藤英明	鹿島クレス(株)
委員	須見徹太郎	(一社) 全国地質調査業協会連合会
委員	高鍋剛	(株)都市環境研究所
委員	竹元貴彦	(株)システム二十一
委員	濱田俊介	応用地質(株)
委員	早川直喜	札幌市役所
委員	広兼道幸	関西大学
委員	藤井裕東	日本旅客鉄道(株)
委員	三浦健	国土交通省
委員	矢内匠	さいたま市役所
委員	山口健太郎	(株)三菱総合研究所
委員	山中憲行	前橋工科大学

安全問題討論会' 23 論文・報告 資料集（暫定版）

発行日：2023 年 12 月 5 日

編集者：公益社団法人 土木学会 安全問題討論会 実行小委員会

委員長 山中憲行

幹事長 高橋亨輔

発行所：公益社団法人 土木学会

〒160-0004 東京都新宿区四谷一丁目 外濠公園内

電話 03-3355-3559 FAX03-5379-0125

©土木学会 2023