

# 工業団地の災害レジリエンス向上に向けた 水害リスク情報システムの構築

ささきたくま やがみたくや たかはしのりひと やまだ さ え か ながはまただし  
笹木拓真<sup>1</sup> 矢神卓也<sup>1</sup> 高橋範仁<sup>1</sup> 山田早恵香<sup>1</sup> 長濱 匡<sup>2</sup>

1 (株)建設技術研究所 東京本社水システム部 (〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 3-15-1)

2 (株)建設技術研究所 大阪本社防災室 (〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町 1-6-7)

近年の豪雨災害を受け、住民主体の避難行動や企業が対象となる自衛水防は重要な課題となっている。国・自治体では、河川監視カメラなどの防災情報の整備を進めているが、より小さな地域レベルで防災活動を支援するために利用可能な防災情報は十分ではない状況である。本論文では、群馬県で実施されている「企業立地エリア災害レジリエンス実証事業」の中で行った IoT 観測機器の設置と水害リスク情報システムからの情報発信の取組について述べ、本システムが企業の水災害の認知度向上、防災意識の高まり等の一助になっており、災害レジリエンスの向上につながっていることを示す。

*Keywords : IoT 観測機器, 水害リスク情報システム, 災害レジリエンス, タイムライン*

## 1. はじめに

内閣府が示す「避難情報に関するガイドライン 令和3年5月」においては、平成30年7月豪雨の教訓を踏まえ、避難に対する考え方として『住民は「自らの命は自らが守る」の意識をもって自らの判断で避難行動をとり、行政は全力で支援する』という住民主体の取組強化の必要性が示され、住民と行政が一体となった水害対策の取組を推進している。このような取組のひとつとして、企業等が対象となる自衛水防(企業防災)は重要であり、企業には水害時の従業員の安全確保に加えて、事業継続のための水害による被害を軽減するための取組も求められている。

また一方で、近年では、住民・企業の防災活動を支援するための国・自治体レベルの水位観測所や河川監視カメラなどの防災情報の整備が図られているものの、より小さな地域レベル(ミクロな視点)で防災活動を支援するために利用可能な防災情報は十分ではない状況である。

このような背景をもとに、群馬県では災害レジリエンス NO. 1 の実現に向けて、令和2年度から5か年で重点

的に防災・減災対策を推進している。本論文では、その一環として実施されている「企業立地エリア災害レジリエンス実証事業」の中で行った、大利根工業団地における IoT 観測機器の設置と水害リスク情報システムからの情報発信による災害レジリエンス向上のための取組について述べる。

## 2. 対象エリアの概要と災害レジリエンス向上に求められる要件

検証対象エリアとする群馬県大泉町に位置する大利根工業団地は、図-1 に示すように利根川と休泊川、新谷田川に囲まれている。このエリアでは、河川からの外水氾濫や内水氾濫による水害リスクが懸念されており、令和元年東日本台風時においては、休泊川からの越水(溢水)や側溝からの内水氾濫により、住家被害、事業所被害が生じている<sup>1)</sup>。工業団地付近の水文観測状況については、周辺河川において国・自治体の観測機器も設置されているが、既往洪水で冠水実績がある工業団地に隣接する道路には観測機器が設置されておらず、浸水状況の確認は難しい。

以上の状況を踏まえ、大利根工業団地周辺の災害レジ

リエンス向上に向け、水害リスク情報システムに必要な要件を以下のように設定した。

- ・既設の観測機器のみでは把握できない道路冠水や越水が想定される地点での観測と情報配信 (IoT 観測機器)
- ・企業や従業員の迅速な避難、操業停止の的確な判断をサポートするため、追加した IoT 観測機器も含めた水害リスク情報を一元的に集約・表示できるインターフェースの構築
- ・企業や従業員の迅速かつ確実な防災・防災行動へつなげるための工業団地版タイムライン (案) の作成



※浸水範囲は令和元年検証報告書を参考に記載

図-1 大利根工業団地付近で想定される浸水リスク

表-1 監視ポイントの浸水リスク

配置箇所	現象別の浸水リスク
①	・ 休泊川と工業団地が接している箇所の越水 (溢水) 氾濫
②	・ 休泊川と工業団地が接している箇所の越水 (溢水) 氾濫 ・ 休泊川に接続する排水路
③	・ 工業団地内の地盤高の低い道路での内水氾濫 (道路冠水)
④	・ 休泊川上流の越水 (溢水) 氾濫

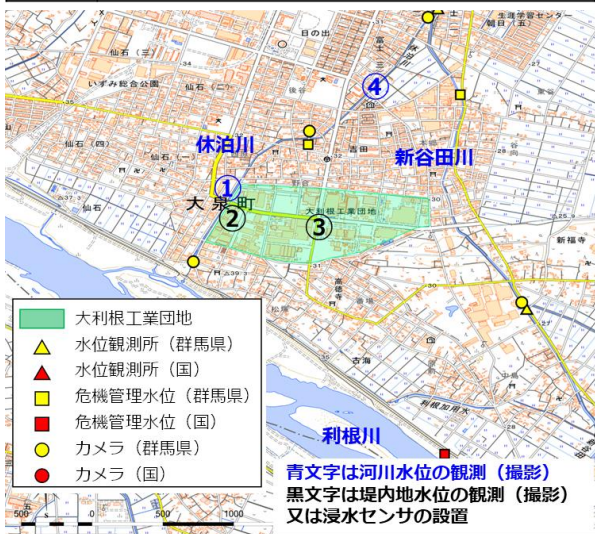


図-2 監視ポイントと想定される水害

### 3. 水害リスク情報システムの構築

#### (1) IoT 観測機器の設置による浸水状況の迅速な把握

##### a) 監視ポイントの設定

表-1、図-2 に示すように監視ポイント毎の浸水リスクに応じて観測機器を配置した。

##### b) IoT 観測機器の選定

観測機器は表-2 の機能を有する機器を設置した。

表-2 IoT 観測機器の有する機能

種別	機能
河川 水位計	10 分に 1 回観測し、水位データを送信する。
カメラ	5 分に 1 回撮影し、画像データを送信する。 夜間での観測も可能とするため夜間視認性の高い高性能カメラを設置
冠水 センサー	冠水検知時に水位を送信し、その後 5 分に 1 回水位データを送信する

##### c) 観測機器の設置

河川水位を観測する水位計やカメラは、一般的な基準「道路標識設置基準・同解説」に基づいて、設置を行った。堤内地を観測するカメラや冠水センサーを設置する際は以下の点に留意した。実際の設置例を図-3 に示す。

##### 【道路交差点のカメラ】

人や車が行きかう場所での撮影になるため、物体検出AIエンジンを用いて人と車だけにマスキングをかけることでプライバシーに配慮しながらの道路冠水の観測を可能とした。

##### 【冠水センサー】

冠水センサーの通信ユニットについては、浸水しないように単管や周辺構造物を利用して高い位置に取り付けた。センサー部については、道路冠水を早期に検知できるように道路面高さより低い位置に取り付けた。以上、a), b), c) によって、これまで把握することができなかった工業団地周辺の水害リスク、浸水状況を後述 (2) に示すシステムを通じてリアルタイムに確認・把握することが可能となった。



図-3 IoT 観測機器の設置例

## (2) 操作性が優れたインターフェイスの構築

上述した観測機器の観測状況を確認するために、表-3に示す様々な河川防災情報を一次的に集約し、水災害に関するあらゆる情報を分かりやすく把握可能なシステム（以下、「本システム」という。）を構築した。本システムの表示画面の一例を図-4に示す。通常業務に従事している従業員が使用することを想定し、以下のような仕様としている。

- 水位、雨量、カメラ画像等、状況把握、避難判断等に必要情報を網羅的に表示し、1クリックで任意情報を直感的に選択できる仕様とした
- 基準水位到達時に企業にアラートメールを通知する機能に加え、回転灯（パトライト）による発信も行い、通常業務に従事している状況でも気づけるよう工夫した

## (3) 本システムを活用した工業団地版タイムライン（案）の提案

大利根工業団地の実証事業参加企業（11社）を対象にWEBアンケートとヒアリングを実施し、企業での水害対策の取組を踏まえ、工業団地版タイムライン（案）を作成した。タイムラインは以下の観点で作成している。

- アンケートより、各企業の水害時の取組と使用している防災情報を把握し、タイムラインの対応項目と時間軸を設定した
- タイムラインに記載する防災行動のタイミングについては、本システムにて確認ができる防災情報を活用できる構成とする
- 工業団地版タイムライン（案）は、標準型（ガイドライン）であり、今後は企業ごとにカスタマイズして活用可能な構成とする

表-3 本システムの機能一覧

種別	機能
管理機能	ユーザ別ログイン機能
アラート表示	注意報警報・気象情報表示
雨量予測	気象庁レーダ雨量表示(過去～36時間先予測)
	観測所雨量(過去～現時刻)
水位	既設の観測所水位(過去～現時刻)
	新たに設置した水位計水位(過去～現時刻)
	新たに設置した冠水センサー水位(過去～現時刻)
カメラ	既設の河川監視カメラ画像(県・簡易カメラ)
	追加したカメラ画像
ハザード情報	洪水浸水想定区域図
	土砂災害警戒(特別)区域
アラート通知	基準水位到達によるメール通知機能
	基準水位到達によるパトライト通知機能

## 4. システムの運用実績とアンケート調査による災害レジリエンス向上状況

### (1) 運用中のアラート配信状況

本システムは、令和4年7月より運用を開始し、令和5年6月末時点までの期間において、計11回の出水で観測機器が基準の水位に達し、アラートを発信している（表-4、図-5）。運用期間中に対象とする工業団地の企業の浸水被害が生じるような出水はなかったが、水災害リスク情報を迅速に工業団地の企業に伝えることができた。また、今まで把握できなかった道路冠水状況を定量的なデータとして観測することができた。内水氾濫のような地先レベルの水害の経年的なデータは貴重なデータであることから、これを活かした予測情報の配信や内水氾濫予測モデルの構築も可能となると考えられる。

### (2) 工業団地の災害レジリエンス向上状況

工業団地（地域）の災害レジリエンスが向上しているか否かは、本システム側から水害リスク情報の配信に加え、その情報を受け取った企業が防災行動へ活用できていること、水害リスクへの認知度が向上していることが



図-4 本システムの表示画面の一例

重要である。そのため、本システムの運用開始から3か月後に実証実験参加企業を対象にWEBアンケートを実施し、システムの使用状況等を確認した。

表-5に、WEBアンケートの項目のうち、システムの使用頻度や活用状況に関する質問の回答結果を記載する。アンケートの結果、本システムを活用して、水害リスクへの意識の向上している企業が確認された。

- 多くの企業が本システムを閲覧しており、水害への意識が高まっていると考えられる。
- アラート情報を受信後、従業員への注意喚起などの実際の防災行動を行った企業が1社や、対応行動を検討中という企業もあった。

表-4 アラートが発信された出水一覧

NO	出水日時	降雨要因	アラート発信
1	2022年7月12日20時~23頃	集中豪雨	冠水センサー1地点が基準水位に到達
2	2022年7月15日20時頃	集中豪雨	冠水センサー3地点が基準水位に到達
3	2022年7月16日1時頃	集中豪雨	冠水センサー3地点が基準水位に到達
4	2022年7月27日16時頃	集中豪雨	冠水センサー3地点が基準水位に到達
5	2022年7月28日18時頃	集中豪雨	冠水センサー3地点が基準水位に到達
6	2022年7月30日18時頃	集中豪雨	危機管理型水位計が基準水位に到達
7	2022年9月18日21時30分頃	台風の影響	冠水センサー2地点が基準水位に到達
8	2022年9月23日23時30分頃	台風の影響	冠水センサー3地点が基準水位に到達
9	2023年5月22日18時頃	集中豪雨	冠水センサー2地点が基準水位に到達
10	2023年6月2日15時45分頃	前線	冠水センサー2地点が基準水位に到達
11	2023年6月28日16時10分頃	集中豪雨	冠水センサー2地点が基準水位に到達

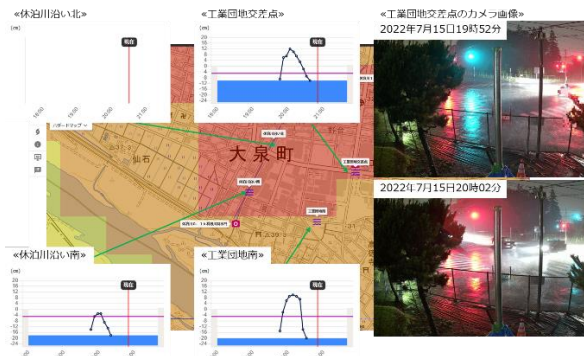


図-5 冠水センサーの観測状況とカメラ状況

表-5 アンケートの質問と回答状況

問	質問	アンケート結果 (11社中8社が回答)
問1	群馬県工業団地レジリエンスシステムにどのくらいの頻度でアクセスしましたか。	①雨が降った時はほぼ毎回閲覧した：1社 ②ゲリラ豪雨時、台風時等の強い雨が降った時に閲覧した：2社 ③アラートメールやパトライトによる連絡があった時に閲覧した：4社 ④雨の有無に関わらずほぼ毎日閲覧した：0社 ⑤あまり見ることはなかった：1社
問2	アラートメールを受信（パトライトが稼働）した際、社内での情報共有は行いましたか。	①広く情報共有を行った（例：勤務中の全従業員を対象に連絡）：1社 ②情報共有は行わなかった（例：担当者若しくは担当部署のみ把握）：6社 ③その他：1社
問3	上記のアラートメールやパトライトによる点灯は水害の際に役立つでしょうか。	①水害が来た時に役立つと感じる：3社 ②現状ではあまり役立つないが、改善すれば役立つと感じる：2社 ③水害が来てても役立つとは思えない：0社 ④アラート等の活用方法が分からない、現状では判断できない：3社
その他、自由記述で頂いたコメント等		・グループアドレスでアラートメールを受信したので社内の情報共有が容易にできた。 ・アラートが届いたときには従業員が通勤に使用する門を通過するときに注意が必要との情報を周知しておいた。 ・通勤時間帯での通行不能発生時は社員に迂回通行を連絡する計画です。 ・水害リスクの認知度向上につながっており、さらに防災意識の高まりにもつながると感じており、とても良い取り組みだと思います。 ・水位が一定以上であることがわかると何か対応が必要かと検討するきっかけとなる。従業員の出勤停止や作業停止、工場待機のための初動が早くなる。 ・活用する企業サイドでの活用や運用方法を改善すれば本システムは役立つと考えます。 ・今回の実証実験については、今後どのように役立てていくかは現在模索中です。

- 本システムの情報の活用できておらず、企業側で活用方法の確認・改善が必要であると回答があった。工業団地版タイムライン(案)を活用しながらフォローアップできる仕組みを構築することで更なる災害レジリエンス向上につながると考えられる。

## 5. 結論と今後の展開

工業団地の災害レジリエンス向上に向け、IoT 観測機器を設置し、既設の水位情報だけでなく、ミクロな水害リスク情報も提供可能なシステムを構築した。

システムの運用状況については、令和4年7月本システム運用後計11回の出水が観測され、水災害リスク情報を迅速かつ確実に工業団地の企業に伝えることができた。また、対象とする工業団地の企業を対象としたアンケート調査結果から水害リスクの認知度の向上、防災意識の高まりの一助になっていることや本システムを今後どのように活用していくか検討中である等、前向きな意見があげられた。このことから、本システムは、工業団地の災害レジリエンス向上に資するものであると考えられる。

今後は、本システムを軸とした工業団地内各企業が相互に避難情報や水防対応等の情報を共有する仕組みを構築し、工業団地におけるさらなる災害レジリエンスの向上を目指していく。

謝辞：本検討は、群馬県未来投資・デジタル産業課のご協力を受けて実施したものである。ここに深謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 大泉町：令和元年東日本台風（台風19号）検証報告書大泉町、2020年2月