

風水害タイムライン支援システム「ピンポイント・タイムライン®」の開発

長谷部 雅伸 野竹 宏彰 南部 世紀夫
(技術研究所) (技術研究所) (技術研究所)
松原 正芳 黒崎 ひろみ 齊藤 絢
(設計本部) (土木技術本部) (技術研究所)

Development of a System to Support Time-Lined Actions against Meteorological Disasters

Masanobu Hasebe, Hiroaki Notake, Sekio Nambu,
Masayoshi Matsubara, Hiromi Kurosaki, and Aya Saito

筆者らは風水害タイムラインの実行を支援するシステムである「ピンポイント・タイムライン®」を開発している。本システムは気象情報に基づくアラートを通知するだけでなく、災害時に各拠点で行うべき防災行動項目をも提案する機能を有するという特徴がある。本稿では本システムの機能・特徴について説明するとともに、現在当社が保有する全国の建設現場において行っている実証試験の概要について報告する。

Authors have developed a system named “Pinpoint-Timeline” to support pre-disaster time-lined actions against meteorological disasters. This system not only push notifications about weather alert, but also propose “What to do” at each site via SNS tools by disaster attack. This system is now used experimentally at several construction sites of our own to confirm its effectiveness. In this paper, the functions of this system are explained and the result of trial operation at our construction sites are reported.

1. はじめに

タイムラインとは台風や豪雨・洪水などといった予見可能な災害に対し、災害発生までのリードタイムまでに行う事前対策を時系列で整理する防災行動計画である^{例え 1), 2)}。国内では概ね 2014 年頃より行政機関や自治体を中心としてタイムラインが導入され始め^{例え 3), 4)}、全国各地への展開も進められてきた。最近では、個人レベルのマイ・タイムラインが推奨されるようになる⁵⁾など、広く一般にも浸透しつつある。

一方で企業や施設といったレベルでのタイムラインについては、それぞれ独自に導入が試みられているものと推測されるが、現状では具体的な報告事例は限られている。特に企業でタイムラインを実践する場合、①気象情報の入手・確認、②そのときとるべき対策の判断、③事前対策の実施状況の確認、を組織的かつタイムリーに行う必要がある一方、必ずしも気象や防災について十分な知見を持つ担当者が配置されているとは限らない点が懸念される。

そこで筆者らは、主に企業をターゲットとして、風水害に対するタイムラインの実践を支援するシステム「ピンポイント・タイムライン®」（以下、本システムと称す）を開発した⁶⁾。本稿では「ピンポイント・タイムライン®」の機能について概要を紹介するとともに、2021 年より当社建設現場作業所（以下、単に建設現場または現場と称す）で実施している試験運用の状況を報告し、本システムの有効性と課題について考察する。

2. システムの概要

2.1 システム構成

「ピンポイント・タイムライン®」は、①気象モニタリングシステム、②アラート通知システム、③風水害対策報告システム、の 3 つのサブシステムで構成される（図-1）。

「気象モニタリングシステム」では、台風経路や降水量マップといった各種気象情報と、ユーザーが予め登録した複数地点の状況一覧とを同時に閲覧できる。さらに、一例として図-2 に 2022 年 8 月 8 日

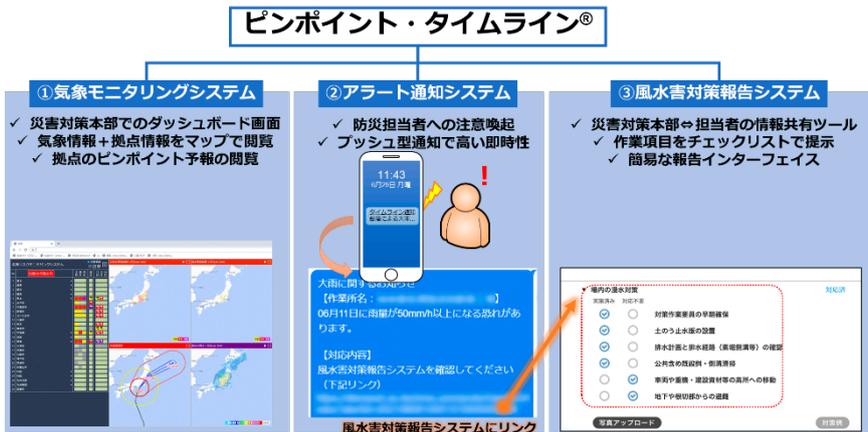


図-1 「ピンポイント・タイムライン®」の構成



図-2 試験運用実施現場の配置

の降水量マップを示すが、気象情報と登録地点の位置をマップ上に重ね書きできるとともに、災害の危険度に応じてピンの色を黄色や赤など段階的に変えて表示することで複数の拠点の状況を同時に確認することが可能となっているなど、災害対策本部でのダッシュボードとしての活用を念頭においている。

「アラート通知システム」は、主に現地・現場の防災担当者に向け災害の接近を通知することを目的としている。通知手段として当社が日常的に利用している社内 SNS を流用し、即時性の高いプッシュ型の通知によって気象情報を見逃すことなくタイムリーにキャッチすることを狙いとしている。また、アラートは雨量や風速といった数値などを基準として通知されるが、これら予報値は 1km メッシュの解像度のデータが用いられ、導入先の地点に対するピンポイントなアラート通知が可能となっている。

さらに「アラート通知システム」は Web ベースで構築された「風水害対策報告システム」（以下、単に報告システムと称す）と連動しており、単に気象情報を通知するだけではなくその時点で必要な防

災行動項目までも防災担当者に提示するようになっている。台風接近時を例とした本システムの具体的な動作とユーザー側の操作イメージを図-3 に示す。本システムでは最大 5 日先までの気象情報を常時監視しており、例えば警報の発表や風速・雨量などの予報値が特定の値（しきい値）を超過するといった条件に基づき、防災担当者など事前に登録した通知先に SNS 等で即座にアラートがプッシュ通知される。通知されたアラートには報告システムへのリンクがあり、リンクより報告システムを起動すると、現場の防災担当者にとるべき具体的な防災行動項目がチェックリスト形式で提示される。さらに報告システムの画面は現場の防災担当者と災害対策本部などの管理者とで共有することができ、完了した防災行動項目のチェックボックスにチェックを入れることで情報共有が可能となり、状況を簡潔・迅速に伝える報告ツールとして使うことができる。

2.2 システム導入手順

本システムの導入にあたっては、①導入先の位置情

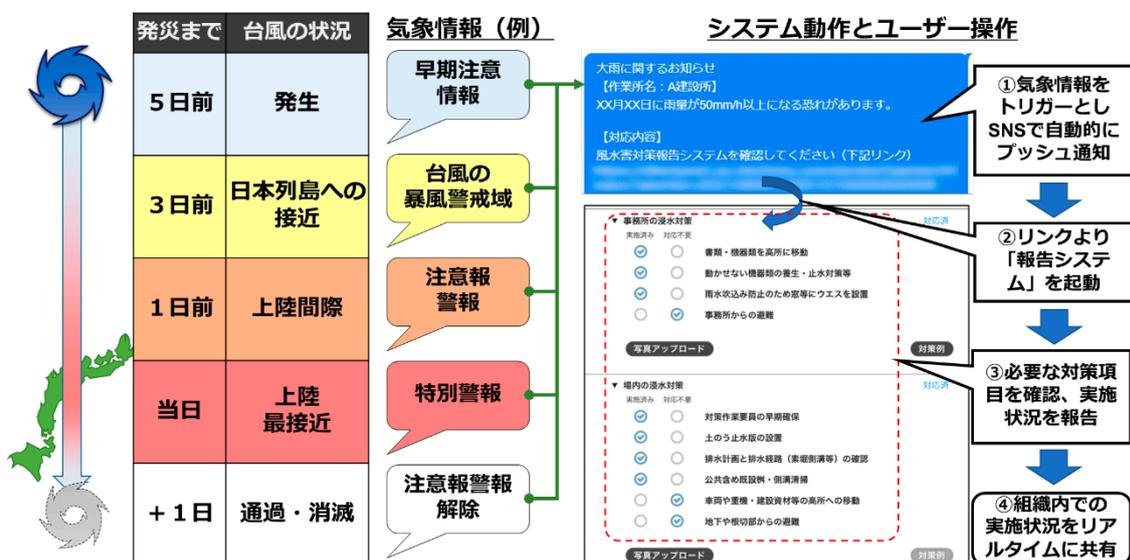


図-3 「ピンポイント・タイムライン®」の動作イメージ

報、②対象とする災害(ハザード)の種類、③導入先で必要となる防災行動項目、④アラート条件・しきい値、⑤アラート通知先、をシステム上に設定する必要がある。本システムの導入手順を図-4にまとめるが、上記の初期設定は一般的なタイムラインの策定手順(例えば1)に沿って行うことができる。

①導入先の位置情報は注意報・警報や雨量・風速といった予報情報の取得に用いられる。本システムでは雨量や風速などについては1kmメッシュの予報データに基づいており、予報区分(市町村など)を対象とした一般の天気予報と比べピンポイント性が高い予報の通知が可能となっている。②対象ハザードの種類は、導入先で想定されるハザードとリスクを勘案し決定される。例えば洪水などハザードマップで危険性が示されるものの他、強風や大雪など当該の施設等に被害を及ぼす可能性がある災害を考慮する。③防災行動項目はアラート通知時に提示される対策内容である。導入先の施設や組織の状況を踏まえ、例えば担当者へのヒアリング等で設定する必要がある。④アラート条件は注意報や警報などの発表、風速・雨量・河川水位に関するしきい値を設定する。導入先の防災計画における、防災行動の実施タイミングに基づいて設定する。⑤のアラート通知先は実際に防災行動にあたる防災担当者を選定するが、情報共有のため必要に応じ災害対策本部メンバーなどを指定してもよい。

3. 建設現場を対象とした試験運用

本システムの有効性検証のため、2021年より当社建設現場を対象とした試験運用を開始し、本稿の執筆時点(2022年11月)に至るまで継続中である。以下に概要を報告する。

3.1 建設現場へのシステム導入

2021年4月より、九州地方を中心としたのべ10

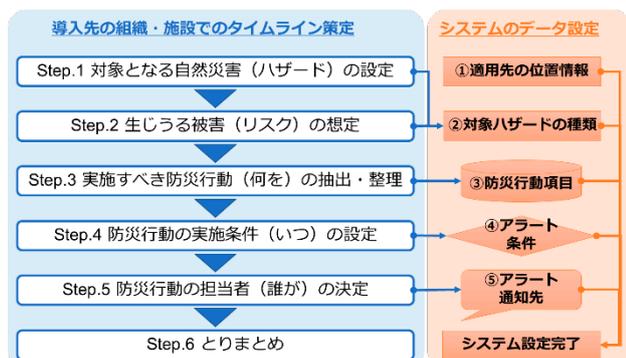


図-4 「ピンポイント・タイムライン®」の導入手順

地点の建設現場を対象として本システムを導入した。

システムの機能としては、アラートの通知条件は地点ごとのカスタマイズが可能ではある。しかし本試験運用では一部の例外を除き大半の現場で同一の条件を設定した。具体的には、大雨については①早期注意情報で大雨警報の可能性が高、②大雨警報の発表、③雨量50mm/h以上のいずれか、強風・暴風については①早期注意情報で暴風警報の可能性が高、②暴風警報の発表、③風速15m/s以上のいずれかが発表された時にアラートが通知されるよう、一律に設定した。なお、アラートの通知タイミングは早期注意情報については毎日12:00の定時に、雨量や風速の数値予報は毎日6:00の定時に、警報は発表時に随時アラートが通知されるように設定した。

報告システムにて提示される防災行動項目についても、個々の現場でカスタマイズが可能である。本試験運用では、大雨時の浸水対策として地下へのアクセスやピット廻りに土のうを設置するといった項目や、強風対策として仮囲いや足場を補強するなどといった項目など、大半の建設現場で共通のものをベースとして、個々の建設現場で必要な固有の防災行動項目を別途追加することで対応した。個別項目の具体例としては、河川近くの土木現場では重機を高所に移動させるなどの洪水対策を、高層ビルの建築現場ではタワークレーンのジブ旋回をフリーにするなどの強風対策がある。

図-5に一例として、ある建設現場に導入した実際の報告システムの画面と、試験運用で行われた報告の要領を示す。報告システムは屋外での利用も想定し、スマートフォンやタブレットなどの携帯端末でも容易に操作できるように作成した。チェックリストに基づく簡易報告の他、写真アップロード等による詳細報告や、過去の事例を参考資料として参照できる機能も備えている。

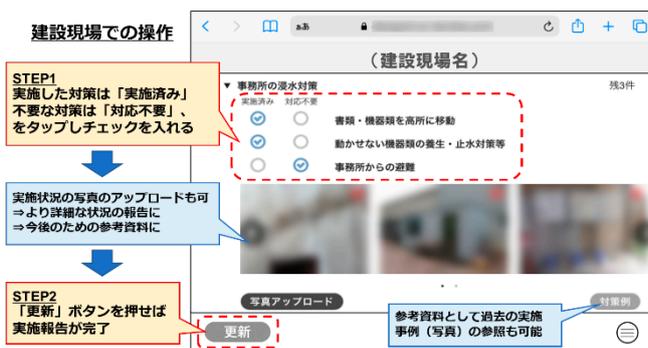


図-5 建設現場への報告システムの導入例

3.2 2021年の試験運用による基本検証

図-6 にシステムを導入した各建設現場におけるシステムの稼働状況を示す。試験期間である2021年（令和3年）は複数の台風の他、5月、7月、8月には九州地方を中心として前線や線状降水帯の影響による豪雨に見舞われた。本システムは規模の大きなこれらの災害の他にも、局地的な大雨や強風といった災害イベントを見逃さずにとらえ、アラートを通知することができた。一方、例えば10月の台風第18号では、沖縄県の建設現場Aにアラートが通知されたが、同じ県内の建設現場Bにはアラートが通知されなかった。これは図-7に示すように、建設現場Bが台風経路から遠い沖縄本島に位置しているため台風の強風域外となりリスクが低い反面、

建設現場Aでは強風被害のおそれがあるためであった。このように本システムでは必要な地点にのみ選択的にアラートが通知されることが確認できた。

図-8 に令和3年台風第6号が接近した作業所A（沖縄県）でのアラート通知状況と現場での対応、および実際の気象状況（注意報・警報の発表および風速の観測値）を示す。前述したとおり、当建設現場では強風対策の基準値（アラート通知基準）を風速15m/s以上に設定しており、実際に気象庁宮古島観測所では7月21日～24日にかけてこの基準を上回る風速が断続的に発生した。これに対し本システムは3日前の7月18日10:36に第一報のアラート（早期注意情報、暴風に対し警報級の可能性【高】の予報）が通知された。当該の現場については現場

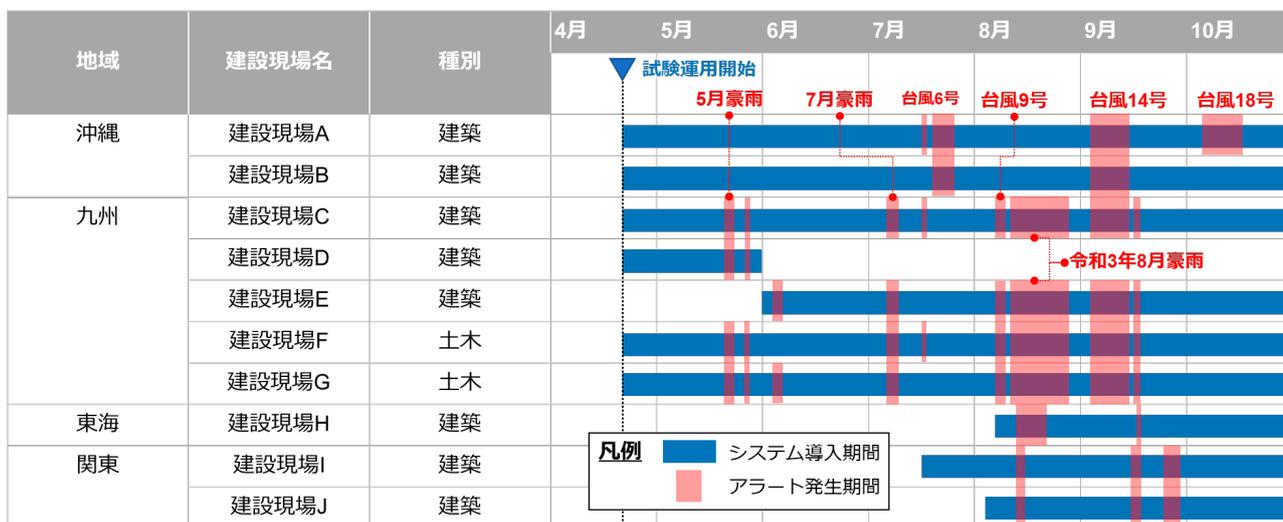


図-6 2021年の試験運用におけるシステム稼働状況

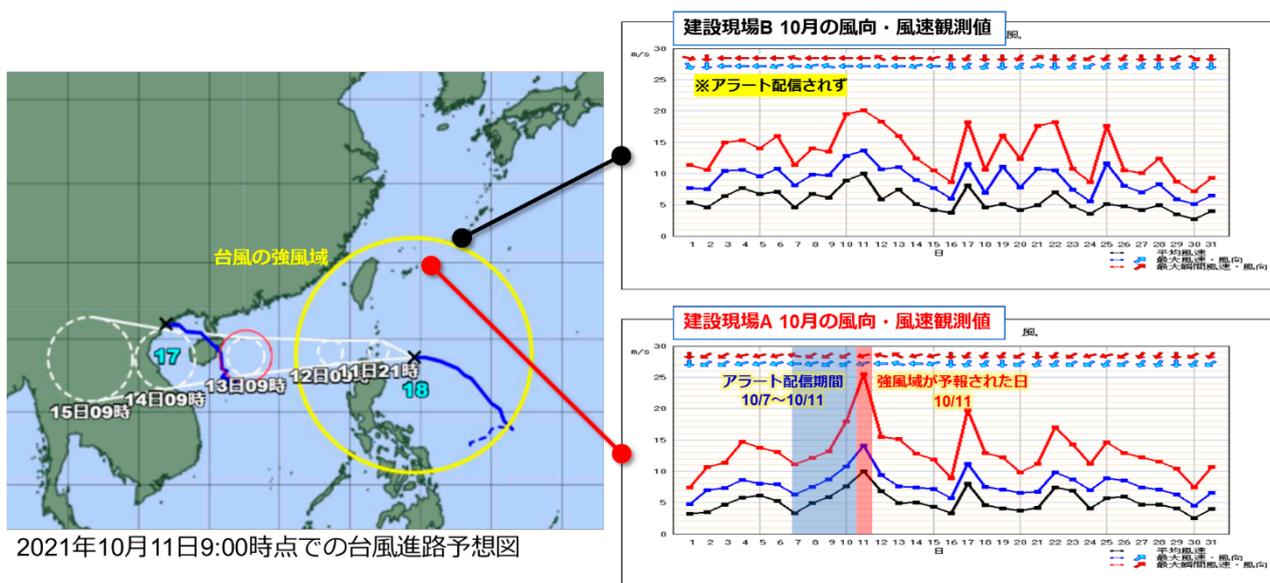


図-7 2021年台風第18号時の状況

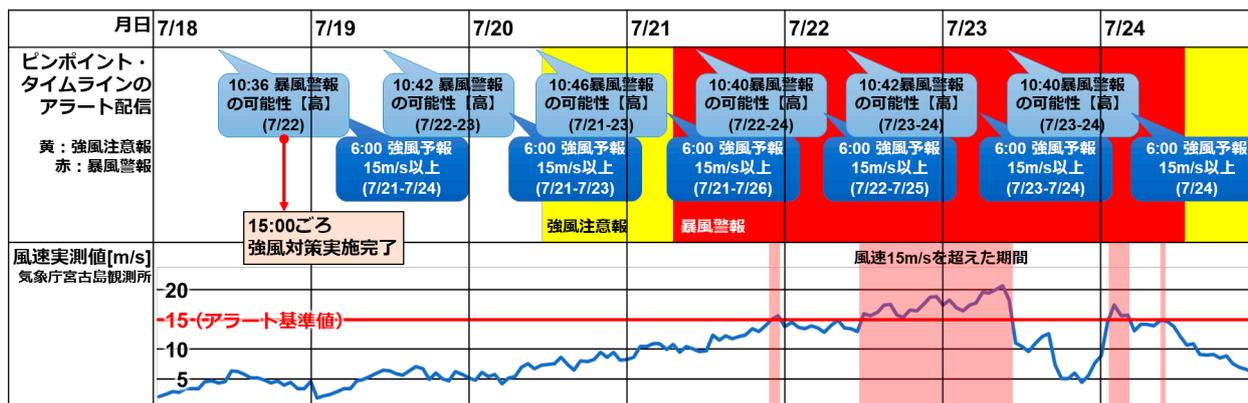


図-8 2021年台風第6号時の建設現場での対応事例

担当者が少人数であり、通常の業務をこなしながら頻繁に気象情報を確認することが困難な人員体制であったものの、本システムによりいち早く強風の予報情報を得ることができた。さらに具体的な作業内容が提示されたことで速やかに防災行動(強風対策)に着手し、第一報のアラートが通知された当日の風が穏やかなうちに安全に事前対策作業(主に事務所の保全作業)を完了させることができたなど、本システムの基本的な有効性が具体的に確認された。

3.2 2022年の試験運用による検証

より幅広い地域と多様な建設現場を対象としてシステムの有効性を検証するため、2022年6月より本システムの試験運用を全国の建設現場に拡大した。各建設現場の配置は前掲の図-2に示した通りである。図-9に2022年9月までのシステム稼働状況を示す。なお、地域は現場の立地する都道府県別に集計した。これらのうち「東海・甲信」は愛知、

岐阜、長野、静岡、山梨の5県を、「北陸」は福井、石川、富山、新潟の4県をそれぞれ集計した。図中青色の帯は2022年の梅雨の時期⁷⁾を、赤色の帯で示した部分は大雨に関するアラートが発出された期間を示す。また、気象庁が定める「特定期間」の災害イベント⁸⁾も図中に記載した。2022年は6月についてはアラートが散発的に通知された程度であるが、7月、8月と台風や前線性の大雨に見舞われた。7月から8月にかけては、特に例年に比べ東北地方で大雨となる期間が多く、これに応じてアラートの発生数も他地域と比較して多くなっていることがわかる。一方、9月については台風第11号、台風第14号の日本列島への上陸ないしは接近により、九州を中心とする西日本から東海地方などの太平洋側でアラートが多く発生した。

台風第11号が到来した後の2022年9月12日から9月22日にかけて、台風第11号の影響によるアラート通知が発生した51現場の168人を対象に

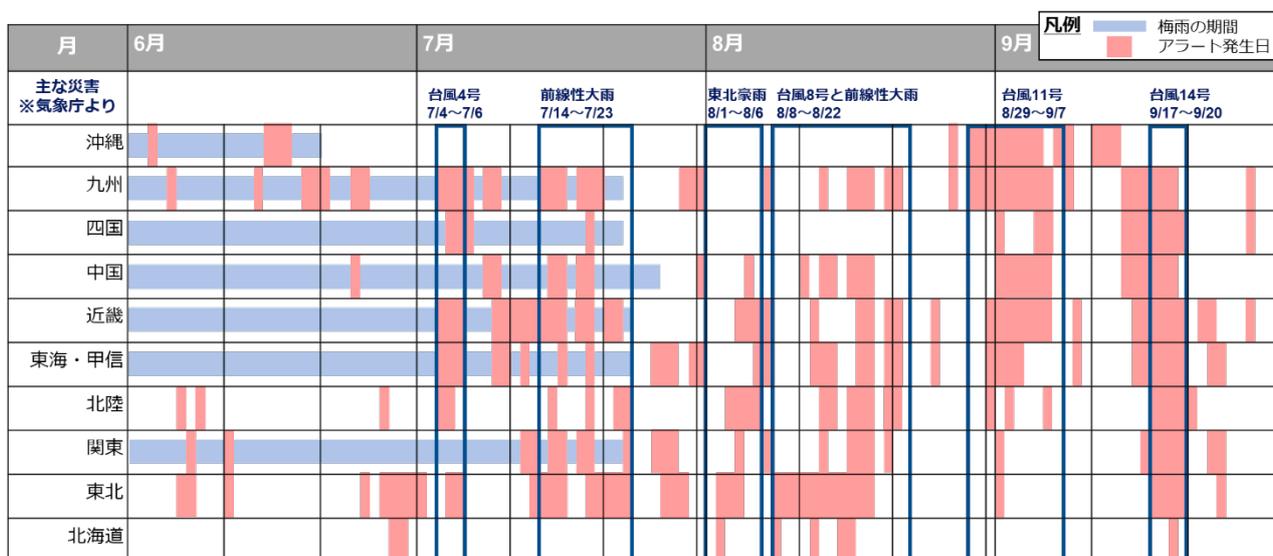


図-9 2022年の試験運用におけるシステム稼働状況(6月~9月)

※北陸、北海道は梅雨明けの時期が不明⁷⁾のため記載せず

アンケートを実施した。回答数は 91 であり、回答率は約 54%であった。本稿で以下に述べるアンケート結果については、地域別および建築・土木の種別での顕著な差は見られなかったが、回答者のうち建築現場は 56 名 (61.5%)、土木現場は 29 名 (31.9%)、内勤は 6 名 (6.6%)、また西日本地域 (九州、四国、中国、近畿、東海の各地方) は 63 名、東日本地域 (北陸、関東、甲信、東北、北海道) は 28 名であった。

アンケート結果の一例を図-10 に示す。図-10(a)のアラートの通知頻度については「多すぎる」と「多い」の回答が全体の約 47%を占めている。そして報告システムの利用率は全体の 53%であるが (図-10(b))、47%が利用していないと回答した。報告システムを利用していない理由については (グラフは省略)、「業務繁忙のため」(29%)という理由が最も多く、次いで「現場の事前対策が不要だった」(19%)という回答が多かった。また報告システムを利用した回答者からの回答 (図-10(c))としては、「対策するほどではないものがある」が 24%と最も多かった。

これらの結果に基づき、以下報告システムに関する現状の課題を考察する。まず、実際に通知されたアラートのうち最も多いものは大雨警報、強風警報であった。ただし、注意報や警報は気象庁により市町村といった予報区域単位で発表され、その予報区域内のどこかで注意報・警報の基準を超過する予報となった場合に発表される。よって、警報などが発表されアラートが通知されたとしても、当該の建設現場の地点では必ずしも事前災害対策が必要なレベルの大雨・強風になるとも限らない、いわゆる「空振り」のケースが多かったものと推察される。この結果、報告システムを利用していない、あるいは利用したとしても不要な対策項目が多く提示されるという結果になったと考えられる。よって、アラートの通知基準については、注意報や警報などよりも、可能な限り雨量や風速といった解像度の高い予報データを用いる方が、その地点の当該性に合ったも

のにできると考えられる。

また、現場の担当者に提示される防災行動項目についても、「数が多い」や「内容が現場に合っていない」といった回答が多い。これらに対しては、例えば本システムを利用しながら各建設現場で個別にカスタマイズできるような機能による対応が考えられる。

4. まとめ

企業をターゲットとしてタイムライン防災を支援するシステムを開発し、2021 年度より建設現場を対象とした試験運用を実施、その有効性について検証を行った。本システムは一般的な予報区域ごとの気象予報とは異なり、建設現場が所在する地点のピンポイントな予報情報を用いている。試験運用においても、気象災害のおそれがある地点にのみ、見逃しなく選択的にアラートが通知されることが確認できた。

本システムのもう一つの特徴として、気象情報だけではなく当該の現場に必要な防災行動項目まで提示することが挙げられる。これにより属人的になりがちな防災対応業務を組織内で標準化することで、担当者の業務負担の軽減とともに組織としての防災対応能力を引き上げる効果が期待できる。実際に 2021 年の試験運用では、通常業務で繁忙となりがちな少数の作業所において台風の接近に伴う強風をいち早く現場担当者に知らせ従前よりも速やかな事前の防災活動を促すことができるなど、本システムの有効性が確認できた。一方で、報告システムで提示する防災行動項目についてはより個々の現場の実情に沿ったものが求められていること、これに伴いアラートの「空振り」が少ないアラート通知基準の設定方法が現状の課題として挙げられる。

なお、本システムは必要な事前対策を導入先に応じてカスタマイズできるようになっており、建設現場以外への導入も可能である。今後は他業種・他施設への展開も視野に入れ開発を進める予定である。

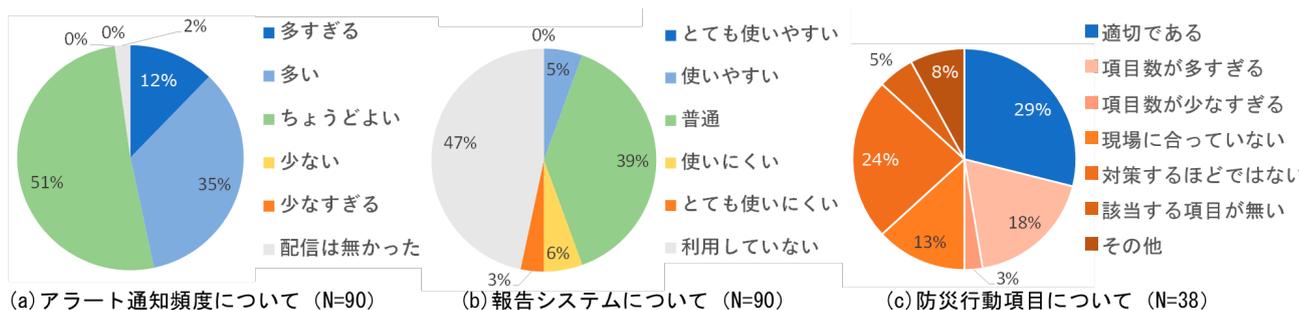


図-10 令和4年台風第11号後に実施したアンケート結果

謝辞

本システムの開発にあたり社内の多くの関係者に多大なるご協力を頂戴した。特に高原資典氏（東京支店）および山形裕之氏（営業総本部）には有益な助言を頂いた。また試験運用の実施に際しては同社の関連部署および全国の支店・現場作業所をはじめとする多くの方々の支援を頂戴した。この場を借りて深くお礼を申し上げる。

<参考文献>

- 1) 国土交通省：タイムライン（防災行動計画）策定・活用指針初版，2016.
- 2) 松尾一郎，CeMI タイムライン研究会：タイムライン 日本の防災対策が変わる，2019.
- 3) 国土交通省 荒川下流河川事務所：荒川下流タイムライン，<https://www.ktr.mlit.go.jp/arage/arage00385.html>，（2022/8/30 閲覧）.
- 4) 大阪府：おおさかタイムライン防災プロジェクト，<https://www.pref.osaka.lg.jp/kasenseibi/osakatimelineproject/>，（2022/8/30 閲覧）.
- 5) 国土交通省：マイ・タイムライン，<https://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/tisiki/syozaiti/mytimeline/>（2022/8/30 閲覧）.
- 6) 清水建設株式会社：ニュースリリース「防災対策をタイムリーにピンポイント提案」，<https://www.shimz.co.jp/company/about/news-release/2021/2021049.html>，（2022/7/19 閲覧），2021.
- 7) 気象庁：令和4年9月1日報道発表資料「夏（6～8月の天候）」別紙，https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/stat/tenko2022jja_besshi.pdf，（2022/10/19 閲覧）
- 8) 気象庁：特定期間の気象データ，<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/mdrr/periodstat/>，（2022/8/30 閲覧）