

水害リスクにさらされている企業や工場等の危険源の把握とタイムラインによる地域の安全確保の枠組みの設計に関する研究

香川大学
名古屋工業大学
防災科学技術研究所

磯打千雅子
渡辺研司
酒井直樹

研究背景

- ・近年の記録的な大雨や台風の大型化に伴う水害リスクの高まり

企業の操業リスク × 自然災害 = 2次災害の拡大

- ・平成30年7月豪雨災害：アルミ工場爆発事故
- ・令和元年佐賀豪雨：鉄工所からの油流出



Googleストリートビュー



地域を共有する住民と企業が地域内の危険源を事前に把握し、災害警戒時の行動をお互いに把握しておくことで2次的な被害を回避

- ・企業の操業リスクに関する情報は外部に開示することは容易ではなく、時間を要する

研究目的

- ・企業が自社のBCPを検討する上で、地域への影響や連携の気づきにつながるツールが必要
 - ・企業BCPは地震に偏重
- 
- ・水害警戒時等の対応行動を検討可能な啓発ツールとして企業向け「水害BCPタイムライン」と「検討支援ツール」を開発
 - ・関係機関と事前に情報共有がなされることで、水害発生後の被害状況の予測が円滑に
 - ・2次被害発生防止・拡大抑止に向けた企業や関係機関の活動が平時になされることが期待

研究内容

I. 既往災害における事故事例調査

2. 企業版水害BCPタイムラインの試行

3. 検討支援ツールの試作

4. 今後の課題

事前調査

- ・平成30年7月豪雨（西日本豪雨）におけるアルミ工場爆発事故の影響調査結果
- ・令和元年8月の前線に伴う大雨（令和元年佐賀豪雨）調査結果

リスク企業の抽出

- ・浸水想定区域と地理情報の重ね合わせによる企業（製造業・鉱業）の抽出
- ・リスク評価

既往水害における事故事例調査

文献調査

聞き取り調査

- ・危険物施設事故事例・平成30年7月豪雨、
・報道資料 令和元年佐賀豪雨時に
おける被害実態

企業版 水害BCPタイムラインの試行

シナリオ整理

- ・既往水害の事例
- ・モデル企業を中心とした被害と対応シナリオの作成

モデル企業を中心としたワーキングの実施

- ・モデル企業を中心に、まずは小規模な作業ワーキングを実施

水害BCPタイムラインの試作版作成

- ・シナリオとワーキングをふまえた試作版の作成

水害BCPタイムラインの検討支援ツールの試作

- ・現状把握支援機能：地理情報、衛星情報と近傍の水位観測データのリンク
- ・意思決定支援機能：過去の水害パターン、複数条件下による今後の水害予測、油流出などの危険物拡散早期状況把握

企業版 水害BCPタイムラインの作成

検討支援ツールの試行

- ・平時の備えやBCP発動基準（トリガー）検討支援や演習などの教育訓練への利活用検討

モデル企業による運用検討ワーキングの実施

- ・モデル企業を中心に、周辺地域や商工会、自治体、国交省事務所の参画による運用検討ワーキングの実施
- ・運用にあたって課題と対策の検討

水害BCPタイムラインの作成

- ・ワーキングをふまえて作成

運用を促進するDCPタイムラインの作成

- ・運用モデルケースの検討

普及啓発の試行

- ・岡山県、香川県内企業への展開

1年目

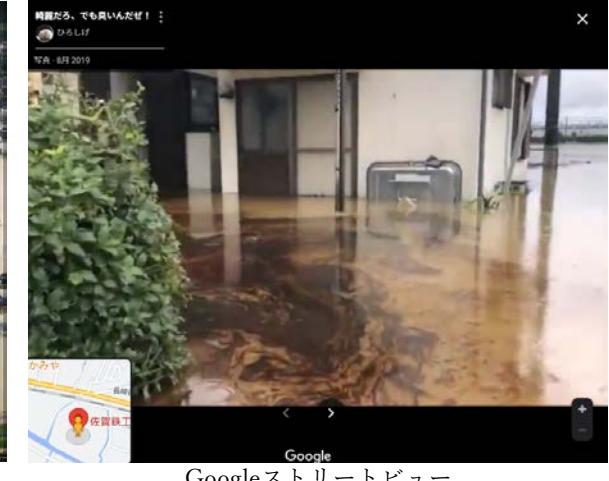
2年目

既往災害における事故事例調査(Ⅰ)

【令和元年佐賀豪雨】

令和元年8月の前線に伴う大雨では、8月27日から九州北部で集中豪雨が発生。秋雨前線の影響で線状降水帯が発生し、8月28を中心として各地で観測史上1位の値を更新する記録的な大雨に。大雨の特別警報が発表。

佐賀県大町では、大雨による冠水の影響で佐賀鉄工所大町工場から油が流出。周囲に2次被害が発生。

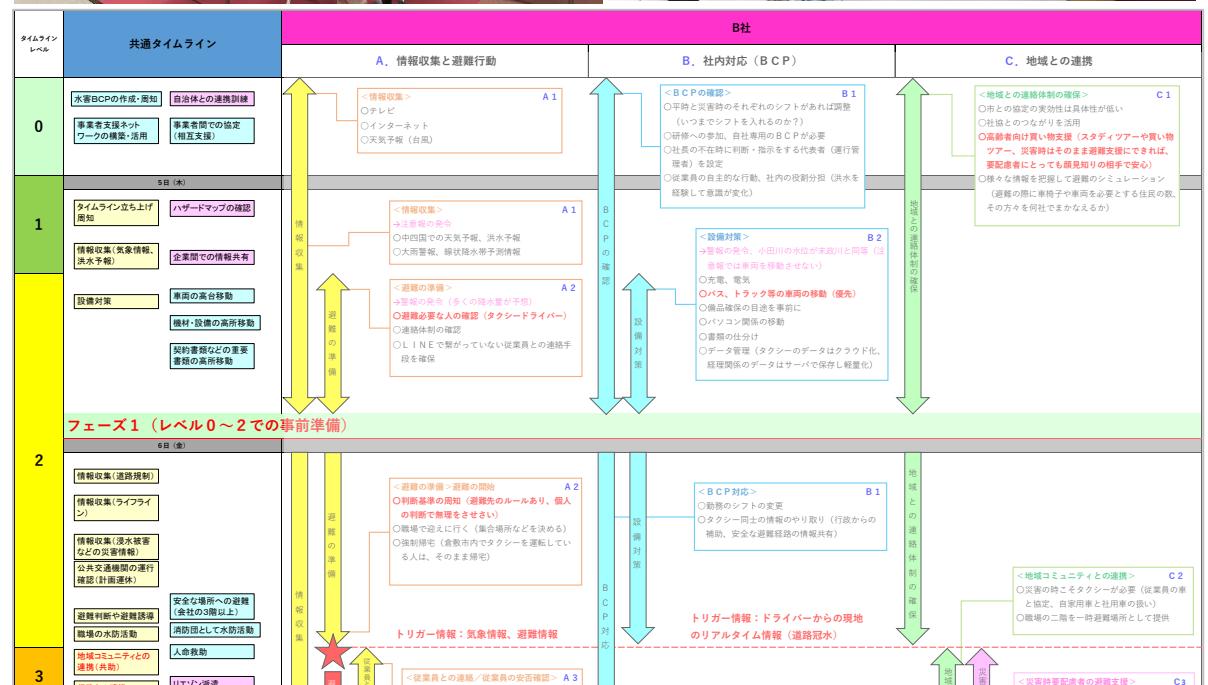


・国土交通省 社会資本整備審議会 河川分科会 第1回資料6 p70
・豪雨による油流出事故の数値解析 寒地土木研究所2020北海道開発技術研修発表会論文
<被害内容出典>
・佐賀県鉄工所 工場冠水・焼き入れ油流出事故について 海と諸環境美化・油濁対策機構, 2020
・その他、表 10油流出報道より水稻・大豆・きゅうり被害を推定して記載

項目	内容
①復旧活動への影響	<ul style="list-style-type: none">・油の流出で排水を進められずに被害が広がった可能性・国土交通省は油流出に関する対応実施
②周辺住民への影響	<ul style="list-style-type: none">・健康被害（油にふれることによるかぶれ、アレルギー、ガスを吸ってしまうことによる呼吸器疾患の可能性）・流れ込んだ油の匂いで吐き気や体調不良・水が引いた後も周辺に臭いが残る・生活用品に油臭が残り廃棄せざるを得ない、住宅材にも油のしみ込み・油で滑り怪我
③農業等の事業への影響	<ul style="list-style-type: none">・田んぼや畑の農作物に深刻な影響・吸着シートでの油の除去作業をしているが収穫目前の稲に油が付着し出荷は厳しい状況・農作物は土壤ごと入れ替える必要が出てくる可能性、海産物は雨が続ければ油が有明海に流れ、有明海苔などに影響が出る可能性
④その他の影響	<ul style="list-style-type: none">・流出油を川に流すことはできないため、ポンプによる排水作業も慎重にならざるを得ない。・周辺住宅だけでなく病院にも油が流れ込んだ

既往災害における事故事例調査(2)

【平成30年7月豪雨災害】



平成30年7月豪雨災害では、西日本を中心に被害が発生。最大浸水深約5mに及び51名の人的被害が発生した岡山県倉敷市真備町の被災企業を対象に被害と対応行動の時系列データを取得。

日付	調査方法	調査結果
2021/3/9	オンラインによる半構造化インタビュー	<ul style="list-style-type: none"> ・発災前後の動き ・被害状況 ・水が引いた後の復旧対応 ・今後の課題
2021/10/15 倉敷市真備町	対面形式のグループワーク	<ul style="list-style-type: none"> ・当時の防災情報、行政機関の行動、地域の被害に基づく時系列行動の洗い出し ・4社の時系列行動シナリオの作成

企業版水害BCPタイムラインの試行(Ⅰ)

(既往事例の整理)

危険物施設の風水害対策に係る調査分析報告書（総務省消防庁危険物保安室）
平成30年7月豪雨災害等の被災事例をふまえて、主に予防の観点でタイムラインを作成。

タイムライン【浸水・高潮】

防災情報	警戒レベル	フェーズ	時間 (日安)	危険物施設の対応	危険物施設の対応事例		
				一般取扱所・金属溶融炉(発災事例)	移動タンク貯蔵所(浸水事例)	屋内貯蔵所(停電・火災事例)	
●予警報信の現象が予想される台風の発生	警戒レベル1		-72H	□防災情報登録 ※チェックリスト(災害予防期)を参照			
●注意報警表(大雨、洪水、高潮)	警戒レベル2	①災害予防期	-48H	□防災情報を定期的に収集する。 ※チェックリスト(災害予防期)を参照 □応急対策期に実施すべき内容を再確認する。	□大雨注意報の把握	□大雨注意報の把握	□大雨注意報の把握 □低温槽(部屋)の有機過酸化物の冷却代替方法の確認 ・非常用発電設備 ・液化ガスを用いた冷却設備 ・冷冻トレーラー
●大雨警報発表(土砂災害) ●高潮警報発表	警戒レベル3		-36H	□渋水の危険性が高まってきた場合の応急対策を実施する。 ※チェックリスト(応急対策期・初期)を参照	□大雨・高潮警報の把握	□大雨・高潮警報の把握	□大雨・高潮警報の把握
●渋水警報発表 ○避難準備警報発表			-24H	□不急の操業を停止し、警戒体制の発令 □渋水の危険性が高まってきた場合の応急対策を実施する。 ※チェックリスト(応急対策期・中期)を参照 □危険物施設を巡回し、対策遅れがないか確認する。			
●高潮特別警報 ○避難勧告			-12H	□通常可能な従業員は安全な場所に避難する。 ・最低限当てる従業員以外 ・給油取扱所等の営業施設が望まるる東側以外 □浸水等に伴い、大規模な離島等周囲に危害を及ぼす可能性がある場合、安全な状態に停止するための措置する。	□大雨・高潮・渋水警報の把握	□大雨・高潮・渋水警報の把握	□大雨・高潮・渋水警報の把握 □構内排水で供給停止・停電 (自家発電設備は外因困難)
●氾濫危険情報 ○避難指示	警戒レベル4	②応急対策期	-6H	□安全な場所へ避難する。 ・最低限当てる従業員以外 ・給油取扱所等の営業施設が望まるる東側以外 □浸水等に伴い、大規模な離島等周囲に危害を及ぼす可能性がある場合、安全な状態に停止するための措置する。	□大雨・高潮・渋水警報の把握	□大雨・高潮・渋水警報の把握	□有機過酸化物を比較的低い位置の低温槽(3階)に移動する。 □液化ガスを用いて移動封鎖
●大雨特別警報 ●氾濫発生情報	警戒レベル5		-3H	□安全な場所での待機、情報収集等	□溶解した金属の温度を下げる作業を開始(4時間半程度の時間がかかる。 ※常駐場所はこの時間間隔) □川が氾濫して床面に水が浸入したため、水蒸気発熱が発生し、工場周囲の民家に被害が発生した。	□常駐場所が低地のため浸水が発生する。 □常駐場所の移動タンク貯蔵所が水没して全壊した。 《教訓》 ※常駐場所の浸水が想定される場合、移動タンク貯蔵所を高所に移動することで、被害を軽減する。 ※常駐場所を高所に移動する際は、構造物をやり直す。	□渋水深が増加し、全ての冷水槽(床)の水位が跳ねた。そのため、その水位を下げるため、冷冻トレーラーに有機過酸化物を積替え、車両を基に移動封鎖した。 □冷冻トレーラーの燃料が切れ、冷冻封鎖のまま、温度が上昇して、有機過酸化物から出火・火災となった。
●警戒解除		③災害復旧期	+24H	□警戒体制の解除 □危険物施設を巡回し、被害がないか点検を行う。 ※チェックリスト(災害復旧期)を参照			
			+48H	□安全が確保できた後、操業を開始する。			

事前対応

事後対応

	対応行動
台風来襲前の備え	<ul style="list-style-type: none"> ・防災計画の策定と従業員への教育 ・危険物施設のリストアップと対応の検討 ・基礎・土台の形状などによる建物の位置を高くすること止水板、水密扉等での建物への浸水遮断 ・ポンプ等の準備 ・設備の高所設置などによる浸水被害の軽減電源確保に対する検討 ・食料等、残留要員に向けた備蓄
台風来襲直前の備え	<ul style="list-style-type: none"> ・土嚢設置や防水板設置といった浸水対策機械等の避難 ・情報収集及び連絡 ・事業上の対応（休止等）に関する広報従業員、顧客、関係者等の避難
台風来襲後の対応	<ul style="list-style-type: none"> ・情報収集 ・消防及び救助 ・情報連絡体制の構築応急資器材の運用事業の早期復旧

企業版水害BCPタイムラインの試行(2)

【既往事例の整理】 平成30年7月豪雨災害で被災した倉敷市真備町の被災住民、福祉事業者、地域コミュニティによって要配慮者支援を目的とした連携型マイタイムラインを作成。

マイタイムライン（個人別避難手順）				
個人情報 本人(氏名):	家族	近所	組織 (会社・施設・ケアマネ等)	
住所:	関係: 姓名: 氏名:	関係: 姓名: 氏名:	関係: 姓名: 氏名:	関係: 姓名: 氏名:
携帯(- -)	携帯(- -)	携帯(- -)	携帯(- -)	携帯(- -)
いつもいる場所(昼 夜) 避難リュックの置き場所()	いつもいる場所(昼 夜) 避難リュックの置き場所()	いつもいる場所(昼 夜) 避難リュックの置き場所()	いつもいる場所(昼 夜) 避難リュックの置き場所()	いつもいる場所(昼 夜) 避難リュックの置き場所()
<input type="checkbox"/> 一人暮らし <input type="checkbox"/> 高齢者世帯 <input type="checkbox"/> 障害 <input type="checkbox"/> 小学生以下 <input type="checkbox"/> その他()	<input type="checkbox"/> 一人暮らし <input type="checkbox"/> 高齢者世帯 <input type="checkbox"/> 障害 <input type="checkbox"/> 小学生以下 <input type="checkbox"/> その他()	<input type="checkbox"/> 一人暮らし <input type="checkbox"/> 高齢者世帯 <input type="checkbox"/> 障害 <input type="checkbox"/> 小学生以下 <input type="checkbox"/> その他()	<input type="checkbox"/> 一人暮らし <input type="checkbox"/> 高齢者世帯 <input type="checkbox"/> 障害 <input type="checkbox"/> 小学生以下 <input type="checkbox"/> その他()	<input type="checkbox"/> 一人暮らし <input type="checkbox"/> 高齢者世帯 <input type="checkbox"/> 障害 <input type="checkbox"/> 小学生以下 <input type="checkbox"/> その他()
自宅の危険性 <input type="checkbox"/> 浸水 <input type="checkbox"/> 土砂 <input type="checkbox"/> 地震	自宅の危険性 <input type="checkbox"/> 浸水 <input type="checkbox"/> 土砂 <input type="checkbox"/> 地震	自宅の危険性 <input type="checkbox"/> 浸水 <input type="checkbox"/> 土砂 <input type="checkbox"/> 地震	自宅の危険性 <input type="checkbox"/> 浸水 <input type="checkbox"/> 土砂 <input type="checkbox"/> 地震	自宅の危険性 <input type="checkbox"/> 浸水 <input type="checkbox"/> 土砂 <input type="checkbox"/> 地震
多様な主体				
5日前	<input type="checkbox"/> テレビなどで大雨の情報を知る <input type="checkbox"/> 薬を余分にもらっておく <input type="checkbox"/> 持ち物の確認 <input type="checkbox"/> 買い出し <input type="checkbox"/> 避難先の確認・連絡	<input type="checkbox"/> 大雨情報を伝える <input type="checkbox"/> 薬を確認する <input type="checkbox"/> 持ち物の確認 <input type="checkbox"/> 買い出し <input type="checkbox"/> 避難先の確認・連絡	<input type="checkbox"/> 大雨情報を伝える <input type="checkbox"/> 薬の準備の声掛け <input type="checkbox"/> 持ち物準備の声掛け <input type="checkbox"/> 買い出し <input type="checkbox"/> 避難先の確認・連絡	<input type="checkbox"/> 大雨情報を伝える <input type="checkbox"/> 薬の準備の声掛け <input type="checkbox"/> 持ち物準備の声掛け <input type="checkbox"/> 買い出し <input type="checkbox"/> 避難先の確認・連絡
2日前	<input type="checkbox"/> いつ避難するか相談 相談する人()	<input type="checkbox"/> 避難準備の声掛け(再確認) □ 準備状況の確認	<input type="checkbox"/> 避難準備の声掛け(再確認) □ 準備状況の確認	<input type="checkbox"/> 避難準備の声かけ(再確認) □ ()対策本部立ち上げ □ 避難所準備
1日前	<input type="checkbox"/> 家族・近所と避難準備状況を確認 □ 避難先を決める	<input type="checkbox"/> 準備状況の確認 □ 要支援者の避難先を決める □ 自らの避難準備	<input type="checkbox"/> 準備状況の確認 □ 要支援者の避難先を決める □ 自らの避難準備	
時間	避難スイッチ (L3 もしくは)			
半日前	<input type="checkbox"/> 避難の希望を介助者に伝える <input type="checkbox"/> 貴重品の準備	<input type="checkbox"/> 避難の声掛け <input type="checkbox"/> 貴重品の準備	<input type="checkbox"/> 避難の声掛け	<input type="checkbox"/> 避難所開設
4時間前	<input type="checkbox"/> 荷物を持って玄関で援助を待つ (居室から玄関まで 分)	<input type="checkbox"/> 避難開始	<input type="checkbox"/> 避難開始	
2時間前	<input type="checkbox"/> 避難終了	<input type="checkbox"/> 避難完了を共有(災害用伝言ダイヤル171等) <input type="checkbox"/> 避難完了を共有(災害用伝言ダイヤル171番)	L4 避難通告・避難指示	
	L5 避難発生			

※ 口にチェックがつかない場合は、誰が実施するのか決めておくこと

要配慮者マイタイムライン

「どこに・いつ・誰と・どうやって」避難する?

(例)	本人	別居家族	近所	福祉事業所
台風発生	1週間分の薬をもらう	台風発生を伝える	声かけする	1週間分の薬をもらうよう伝える
台風接近	貴重品を避難バッグに用意	近所に避難支援をお願い	自分の避難の準備をする	避難準備を呼びかけ
警戒レベル3	すぐに避難できるよう玄関で待つ		車で一緒に避難	

時間の流れ

避難完了 ~避難したことをみんなに知らせる~

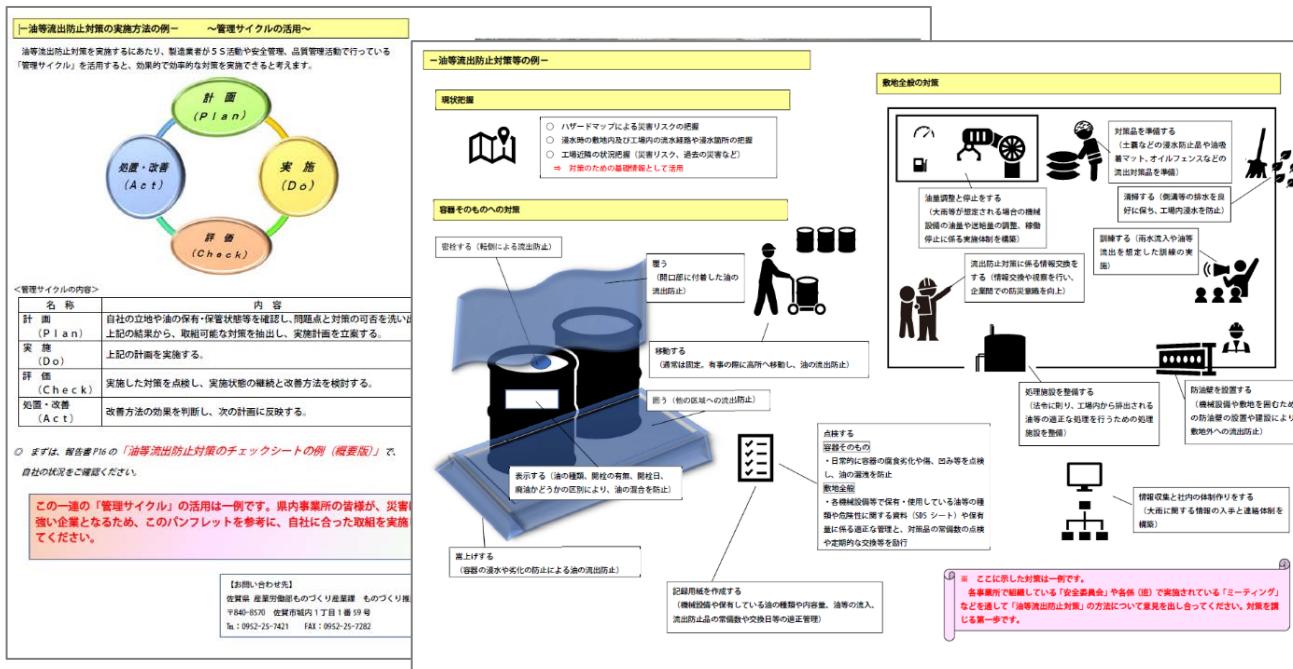
シートを埋めること
が目的ではなく、
顔が見える関係を
築くことが大事!



企業版水害BCPタイムラインの試行（3）

【既往事例の整理】

- 令和元年佐賀豪雨の被害に基づき、大雨等の災害時における製造業者からの油等の流出を防止するための対策として有用な手段を提供することを目的に、研究会を立ち上げ、報告書とチェックシートを作成
 - 市町村の危機管理・消防部局と連携して取り組むことで、様々な規制に関する情報を獲得
 - 企業に対して防災部局と一緒に防災訓練やマニュアル作成支援を実施。
 - 企業からの問い合わせ担当係を課内に設置
 - 2年前にも同様の氾濫を経験しており、今回は何時間かおきに企業に状況を聞き取りを実施。一方、電話での聞き取りであり画像等でも見られるようだとわかりやすい。様々な媒体から情報の収集の必要性。



企業版水害BCPタイムラインの試行(4)

「止む事なき災厄」への備え

ハザードマップから読み取れる情報	想定される被害	業務を継続するにあたって発生する支障	止めてはいけない重要業務
勤務地の浸水深			
自宅の浸水深	①	②	③
通勤経路の浸水状況			④

：大
又堂

災害警戒期（災害が発生する前）		応急対策期（災害が発生した後）	
3~2日前	フェーズ1 事前準備 行動目標：	災害発生後	フェーズ3 被害を最小限にし、事業・業務を継続する 行動目標：
警戒レベル1 台風接近 早期注意情報	情報収集 災害警戒期（災害が発生する前） 3~2日前 フェーズ1 事前準備 行動目標：	警戒レベル1 台風接近 早期注意情報	警戒レベル5 氾濫発生 →氾濫発生情報 3日後 防災関係機関の緊急活動
警戒レベル2 大雨・洪水注意報 氾濫注意水位到達 →氾濫注意情報	情報収集・避難行動 BCP対応 地域との連携	BCPの確認（チェックリストの整理、責任者、役割分担など） 企業間連携、災害協定の確認 従業員との連絡手段・体制の確保（メール、アプリなど） 雨量・水位の予測情報のモニタリング 上流や周辺の河川の状況確認 避難の準備（心構え、宿泊、帰宅手段、非常食、備蓄品など） 車両の移動	地域の水防活動 地域との連絡体制の確保 流域ネットワークによる上・中・下流域の情報共有 企業間での情報共有 職場の水防活動（土のうの準備） 避難所の準備（心構え、宿泊、帰宅手段、非常食、備蓄品など） 車両の移動
1日前～時間 (災害発生) 警戒レベル3 避難判断水位到達 →氾濫警戒情報 高齢者等避難 土砂災害警戒情報	情報収集 フェーズ2 災害警戒期の防災・避難行動 行動目標：	警戒レベル3 避難判断水位到達 →氾濫警戒情報 高齢者等避難 土砂災害警戒情報	氾濫した自宅の片付け 自宅周辺の浸水被害の状況把握 職場の片付け 設備の応急復旧 機械や車両の稼動チェック 避難者の受け入れ 企業間・地域・自治体の連携による応急復旧 車両や備蓄品の提供
警戒レベル4 氾濫危険水位到達 →氾濫危険情報 避難指示 大雨特別警報	情報収集・避難行動 BCP対応 地域との連携	避難の開始（帰宅者の判断） 災害対策本部の立ち上げ 従業者の判断 帰宅ルートの安全性確保 帰宅できたことの連絡	近隣住民への声かけ 職場の一部を一時避難場所として提供 災害時要配慮者の避難支援（個別避難計画） 取引先への連絡（自社の状況説明、従業者の連絡）

注) 避難開始のタイミング (★印)



日付	調査方法	調査結果
2022/8/22 倉敷市真備町	対面形式のグループワーク	・水害BCPタイムライン様式とチェックリストの提案

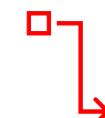
検討手順



水害リスクのチェック



行動のきっかけになる情報をチェック



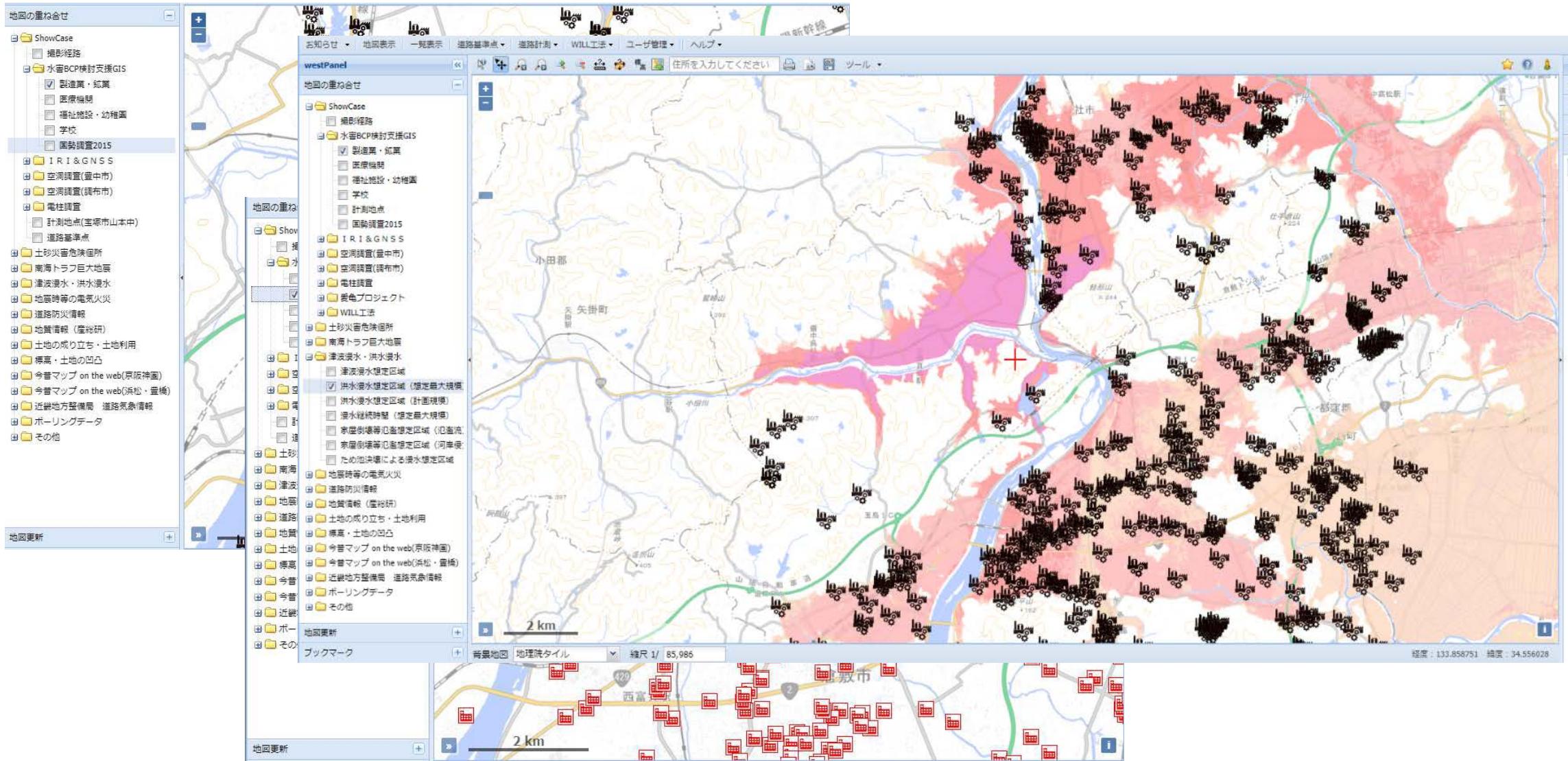
災害による業務への支障をチェック



行動手順(水害BCPタイムライン)の作成

災害警戒期の場面での防災行動を考える	⑥フェーズ2 災害警戒期の防災・避難行動 避難開始のタイミングとトリガーアクション 情報 ⑥'行動目標
応急対策期の場面での減災行動を考える	⑦フェーズ3 被害を最小限にし、事業・業務を継続する ⑦'行動目標

検討支援ツールの試作



今後の課題

- ・本研究では、平成30年7月豪雨や令和元年佐賀豪雨における企業の操業リスクが地域に与えた影響を調査し、企業のBCPにおける水害への対応と、周辺地域との連携を促進させる水害BCPタイムラインを作成
- ・水害による2次被害の拡大は近年顕著である。流域内の関係機関と事前に情報共有が成されることで、水害発生後の被害状況の予測が円滑になされること、2次被害発生防止・拡大抑止に向けた企業や関係機関の活動が平時になされると期待
- ・一方で、地域と企業が共に水害時の課題について取り組むことは効果的であることは令和元年佐賀豪雨の事例からも明らかではあるものの、検討会に参加した企業の声からは、その実現は容易ではないと示唆
- ・今後においては、水害BCPタイムラインの作成をきっかけにして、企業目線で地域と共同の普及に加えて、地域目線でも企業との防災活動の取り組みに関する事例や効果について普及啓発が必要。
- ・平成26年に施行された地区防災計画制度を媒体にして多様な主体が連携した取り組みを推進することも一手段

謝辞：本研究は一社河川情報センター研究助成「水害リスクにさらされている企業や工場等の危険源の把握とタイムラインによる地域の安全確保の枠組みの設計に関する研究」にて実施しました。記して感謝申し上げます。