官民研究開発投資拡大プログラム

PRISM

革新的建設・インフラ維持管理技術／革新的防災・減災技術

官民連携による防災情報サービスプラットフォームの構築及び適切な災害対応の促進

早期復旧に貢献するための詳細な被害想定によるリスクや被害状況の定量化のニーズに基づく研究開発

（令和３年度）

成果報告書

令和４年５月

ＭＳ＆ＡＤインターリスク総研株式会社

目次

Ⅰ．委託業務内容 3
１．委託業務の題目 3
２．実施期間 3
３．委託業務の目的 3
４．当該年度における成果の目標及び業務の方法 4
Ⅱ．委託業務の実施体制 6
１．業務主任者 6
２．業務項目別実施区分 6
Ⅲ．業務実施計画 7
Ⅳ．研究報告 8
１．要約 8
２．成果 9
２．１　商圏等のエリア別分析手法の開発 9
２．２　道路の通行状況把握のための仕組み構築 18
２．３　地震被害推定手法の自動化 34
２．４　洪水被害推定手法の高度化・自動化 45
３．結論及び今後の課題 73
４．引用文献 73
５．学会等発表実績 75
６．特許出願・ソフトウェア開発等 75

Ⅰ．委託業務内容

１．委託業務の題目

「早期復旧に貢献するための詳細な被害想定によるリスクや被害状況の定量化のニーズに基づく研究開発」

２．実施期間

令和３年５月１日から令和４年３月３１日

３．委託業務の目的

損害保険各社では地震や風水災等の自然災害による保険損害リスクを評価するためにモデルを導入して、自社のリスク管理や保険料率の検討等を行っている。災害に関連する各種データを広く活用することにより、リスク評価結果に内在する不確実性を大きく低減させ、モデルの高度化や精緻化を図ることが期待できるが、実現するための具体的なデータ活用方法や既存モデルへの組み込み時における課題は十分に整理されていない。

このような背景のもと、産学官民が保有するデータ（ハザードデータ、脆弱性データ、資産データ等）を、損害保険業界で活用されている既存のリスク評価モデルに組み込むためのインターフェースを開発し、過去に発生した災害時の保険損失データとの比較による精度検証を通じて、モデルの高度化・精緻化を図り、国内はもとより世界の損害保険元受会社や再保険会社、保険リスクコンサルティング会社等に広くモデルを普及させて社会実装化を実現することが求められている。さらにモデルを普及させた上で将来的には防災・減災に役立つ活用展開を進めていくことが期待されている。

そこで本委託業務では、損害保険会社等が災害発生直後の被害把握に必要な情報を提供することによって広くモデルを普及させ、モデルの活用度向上を実現することを目的に、2018 年度および 2019 年度の取組成果を基に検討を進め、2020 年度には災害時におけるビルや家屋の迅速な被害想定・保険調査を行うために、実観測ハザードデータと高解像度保険資産データ、および改良したマルチパラメータ型被害関数を用いることで既存の地震リスク評価モデルの精緻化・高度化を図った。また、マルチハザードに対応するために検討の対象を洪水に拡張して、気象庁の流域雨量指数データから求めた河川流量データや解析雨量を既存の風水災リスク評価モデルへ取り込むインターフェースを開発し、洪水による保険損失額の推定を実施した。

上記の成果を踏まえて、2021 年度は地震と洪水を対象に、災害発生直後に被害把握に必要な情報の提供を実現するために、提供可能な災害情報の拡充を図る。また、被害推定結果などの情報を早期に作成するために、被害推定の実施から情報提供に必要なコンテンツ作成までを自動的に実施する手法を開発し、早期被害把握システムの高度化を図る。

具体的には、災害情報の拡充については、2020 年度に実施した企業へのヒアリング調査結果から、小売業では拠点の直接的な被害に加えて、商圏等のエリア内での被害に関する情報を欲していることが明らかになり、商圏等のエリア単位での被害把握が可能な分析手法を開発する。また、発災時に各店舗への各物資・商品の供給量判断にあたり道路情報が求められており、道路の通行状況を把握する仕組みを構築する。

被害推定手法の自動化については、住宅を対象にした地震保険の支払件数や保険損失額の算出手法を損害査定実務に適用するためには算出時間の短縮を図る必要があり、自動化に求められる要件を確認した上で、地震被害推定手法全体の自動

化を実施する。また、洪水被害推定手法に関しては、推定精度の向上を図るとともに、特に河川の破堤点を早期に把握する手法を開発する必要があり、衛星画像などを用いて破堤点を自動で認識する仕組みを構築する。さらに、既存の風水災モデルに取り込むためのデータファイル（ALERT ファイル）の早期作成手法を開発する。

以上の成果を基に、既存モデルを活用した早期被害把握システムの高度化を図る。

４．当該年度における成果の目標及び業務の方法

①研究プロジェクトの総合推進

ａ．プロジェクト管理の実施

データ提供機関や既存モデルの開発・提供元会社と綿密に打ち合わせを行った上で実施計画の詳細を策定し、必要な人員体制のもと、隔月毎に進捗レポートを作成することにより適切に実施計画や業務品質、必要資源、リスクを管理してプロジェクトを推進する。

ｂ．定期ミーティングの実施

業務を円滑かつ効果的・効率的に遂行するため、業務参加者間で業務の進捗状況や課題を共有するため、定期ミーティングを毎月開催する。

ｃ．成果物の作成

一連の研究取組プロセスと実施成果を取り纏めて成果物を作成する。

②商圏等のエリア別分析手法の開発

あらかじめ店舗等の拠点の所在地情報や商圏範囲などのエリア情報を入力しておくことで、エリア内の被災人口を算出する手法を高度化する。地震・洪水などの実観測データの取り込み、拠点の所在地情報や商圏範囲、人口情報を重ね合わせ、被害推定人口等を集計する。集計方法については、単純集計の他に、最寄り拠点でのみ集計する方法など、様々な手法があるため、より活用度が高まる集計方法と検討することで、高度化を図る。

③道路の通行状況把握のための仕組み構築

2020年度業務で実施した一般企業ヒアリングで、災害時の様々な企業活動において道路情報の把握が極めて重要であることが分かった。そのため、当該業務で得られる情報と合わせて災害時における道路の通行状況を把握するための仕組みを構築する。具体的には、現存する各道路情報サイトの内容と利用制限などを調査して比較検討を行い、情報を入手するための手続きや情報を提供するためのコンテンツ化を検討する。

④地震被害推定手法の自動化

2020年度までの業務で構築した地震被害推定手法について、推定フローを分析して自動化の要件を整理し、被害把握に必要な情報を早期に作成可能なシステムを構築する。

ａ．自動化の要件の整理

2020年度に構築した地震発生から災害情報提供までのフロー案をベースに、自動化で求められる要件（発災時間帯別被害推定完了時間など）について改めて損害保険会社等に確認し、費用対効果の高い仕組みを構築する。

ｂ．被害推定手法の自動化

実観測データの入手、分析用データの作成、分析実行、分析結果の抽出などを対象として自動化を検討し、自動化した部分を含めて全体パッケージとして早期に被害推定が実施できるようにシステム化を行う。

⑤洪水被害推定手法の高度化・自動化

2020年度業務において、洪水被害推定のための実観測ハザードデータ組み込み用インターフェースを開発したが、課題として推定精度の向上や損害保険の査定実務活用のための算出時間短縮を図る必要がある。

ａ．被害推定手法の高度化

洪水被害推定の適用事例を蓄積し推定結果と実際の保険損害との関係性を比較検証する。必要に応じて、推定結果の補正方法について検討する。さらに、破堤点を早期に把握する仕組みを構築する。衛星画像やライブカメラ、報道、ＳＮＳなどの活用により、破堤点を自動で迅速に認識する手法を検討する。また、破堤点の情報が入手できない場合の破堤点推定方法についても検討する。

ｂ．被害推定手法の自動化

被害推定にかかる処理時間の短縮を図るため、既存の風水災モデルに取り込むためのデータファイル（ALERTファイル）を早期に自動的に作成可能な手法を開発する。

Ⅱ．委託業務の実施体制

１．業務主任者

総合企画部リスク計量評価グループ　グループ長/フェロー　堀江　啓

２．業務項目別実施区分

業　務　項　目	実　施　場　所	担　当　責　任　者
①研究プロジェクトの総合推進 ａ．プロジェクト管理の実施 ｂ．定期ミーティングの実施 ｃ．成果物の作成	東京都千代田区神田淡路町 ２－１０５ ワテラスアネックス	MS＆ADインターリスク総研株式会社総合企画部リスク計量評価グループ グループ長/フェロー 堀江　啓
②商圏等のエリア別分析手法の開発	〃	〃
③道路の通行状況把握のための仕組み構築	〃	〃
④地震被害推定手法の自動化 ａ．自動化の要件の整理 ｂ．被害推定手法の自動化	〃	〃
⑤洪水被害推定手法の高度化・自動化 ａ．被害推定手法の高度化 ｂ．被害推定手法の自動化	〃	〃

Ⅲ．業務実施計画

区分	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
①研究プロジェクトの総合推進												
ａ．プロジェクト管理の実施	←	―	―	―	―	―	―	―	―	―	→	
ｂ．定期ミーティングの実施	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
ｃ．成果物の作成											←	→
②商圏等のエリア別分析手法の開発												
③道路の通行状況把握のための仕組み構築		←	―	―	―	→						
④地震被害推定手法の自動化												
ａ．自動化の要件の整理		←	―	―	→							
ｂ．被害推定手法の自動化					←	―	―	―	―	→		
⑤洪水被害推定手法の高度化・自動化												
ａ．被害推定手法の高度化		←	―	―	―	―	―	―	―	→		
ｂ．被害推定手法の自動化		←	―	―	―	―	―	―	―	→		

Ⅳ．研究報告

１．要約

プロジェクト管理の下で以下の業務を実施し、成果物として本報告書を作成した。

（１） 小売業などで商圏等のエリア別分析が求められる背景を整理の上、エリア内の被災人口などの集計方法を検討した。具体的には、まず、実際の分析にあたって必要な各データ（ハザード情報（震度分布、浸水深分布）、拠点・商圏情報、人口等の集計項目情報）を整理した。次に、当該分析結果を利用することになる小売業等にとって有用な複数の集計方法や分析結果形式につき検討した。加えて、当該分析結果をより広く活用いただくため、災害による罹災によって、各業種で想定される需要変化につき整理した。

（２） 小売業では発災時に各店舗への物資・商品の供給可能量を判断するために道路通行情報が必要にされるなど、災害時の様々な企業活動において道路の通行状況に関する情報の把握が重要となる。そこで、災害時における道路の通行状況を把握する仕組みを構築することを目的に、既存の道路通行情報提供サービスに関する調査を実施して情報収集を行った。また、これらの既存サービスの活用可能性について比較検討を行い、情報を入手するための手続きや物流への影響に関する情報を提供するためのコンテンツ化を検討した。

（３） 地震被害推定手法について、推定フローを分析して自動化の要件を整理し、被害把握に必要な情報を早期に作成可能なシステムを構築した。
具体的には、地震発生から災害情報提供までに自動化が求められる要件（発災時間帯別被害推定完了時間など）について改めて損害保険会社等に確認し、費用対効果の高い仕組みを構築するための要件整理を実施した。また被害推定手法については、実観測データの入手、分析用データの作成、分析実行を対象として自動化を検討し、自動化した部分を含めた全体パッケージとして早期に被害推定が実施できるようにシステム化を構築した。構築した被害関数システムについては 2021 年 8 月以降からテスト運用を開始し、想定通りに被害推定が実施されることを確認した。

（４） 洪水被害推定のための実観測ハザードデータ組込用インターフェースを用いて様々な豪雨事例で損失額を推定し、実際の保険損害と突き合わせることで精度検証を実施した。また気象庁の洪水警報危険度分布などのデータを用いて洪水リスク評価モデル内で定義されている単位集水域ごとの破堤確率を推定することで、破堤情報を取得する前の早い段階で損失額を推定する仕組みを構築した。さらに、洪水の実観測ハザードデータ をリアルタイムで取得し、インターフェースへ取り込むまでのプロセスをプログラムで１本化し高速化を実現した。

２．成果

２．１　商圏等のエリア別分析手法の開発

（１）概要

スーパーマーケットやホームセンターなどの小売業においては、地震や洪水による被害が発生すると、食料や資料品、家屋などの被害が発生した箇所の応急対応のためのブルーシートなどの需要が高まる。また、普段生活の足として使用している自動車が損傷した場合には直ちに代替品が必要となり、需要が高まる。

それらの需要増の度合いを精度高く把握することができれば、各拠点に需要増に応じて商品を分配することで、被害を受けた方々に効率よく必要な物資を供給することができ、レジリエントな地域の実現に向けて小売業等に期待される社会的責任や役割を果たすことにつながる。

このような地域･社会の期待に応えるために､商圏等のエリア別分析手法を開発した。具体的には、拠点の所在地情報と商圏範囲を設定し、人口情報を重ね合わせ、被害推定人口等を集計する手法を検討・開発した。また、集計方法については、単純に集計する方法に加えて、災害時の需要との相関が高いと考えられる最寄り拠点でのみ集計する方法を検討した。

さらに、想定される地震・洪水などの想定震度や想定浸水エリアに基づく分析だけでなく、実観測データを取り込み分析できるようにすることで、実際の災害発生時に被害推定人口等の算出する手法を開発した。

加えて、分析結果を一部企業に提供して意見交換を行い、業種別の想定される需要の変化（需要増が見込まれる商品）や活用イメージを整理した。

（２）開発方法

商圏等のエリア別分析手法は、図１に示す被災人口の集計フローを基本にして開発した。まず、①拠点の位置情報を取得し、②商圏距離を設定して拠点を中心にした商圏範囲を決定する。次に③国勢調査に基づく人口情報を取得し、④ハザード情報（想定シナリオに基づく洪水浸水深、または計測震度）と重ね合わせて、各拠点の商圏内の被災人口を算定する。

また、実際の災害発生時には、④ハザード情報については、実際に観測された洪水浸水深、または計測震度に関する情報が必要になる。

上記は集計項目情報が人口の場合を記載したが、例えば自動車台数の場合は、図１の基本的集計フローにおいて、人口情報の代わりに自動車の保管台数に関わる情報を用いることになる。

上記をまとめると、本手法に必要な情報は以下の４種類である。

a)　拠点情報
b)　商圏情報
b)　人口等の集計項目情報
c)　ハザード情報（計測震度データ、洪水浸水深データ）※
　　※想定ベースと実観測ベースの２パターン

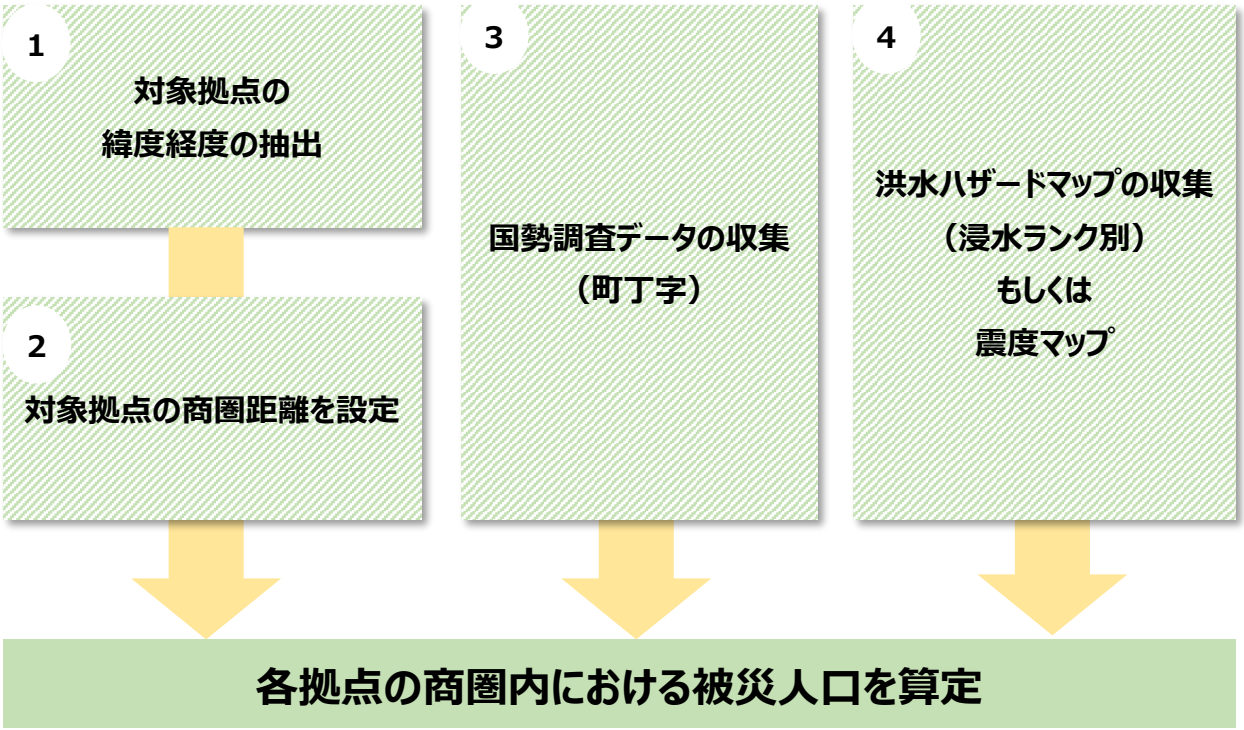


図１　商圏等のエリア別分析手法における基本的集計フロー

２．１．１　集計方法

（１）使用する主なデータ

主な４つの情報に関するデータについて、以下に詳細を説明する。

①拠点情報

所在地より緯度経度変換して情報をデータ化（数値化）する。

②商圏情報

拠点からの直線距離などで定義づけし、情報をデータ化する。

③人口等の集計項目情報

□人口

政府統計の総合窓口 e-Stat のサイト[1]から、国勢調査の人口データを無償でダウンロードすることができる。データの種類としては、統計データと境界データが掲載されているが、GIS ソフト等での集計を行う場合を想定すると、境界データの方が使い勝手が良い。境界データは、小地域、３次メッシュ（１ｋｍメッシュ）、４次メッシュ（500m メッシュ）、５次メッシュ（250m メッシュ）と別れており、さらにファイル形式としては、シェープファイルなどが用意されている。

また、国勢調査の人口データには、全人口だけでなく年齢別人口も含まれている。

□自動車台数

被災した自動車台数を算定する際には、自動車の保管台数に関わる数値が必要になる。当該データは、国土交通省の各地域の運輸局のサイトから無償でダウンロードすることができる。貨物用・乗用などの用途や自家用・営業用などの区分別の保有車両数がデータ化されている。

④ハザード情報（想定震度・浸水深などの情報、実観測データ）

□想定震度データ

Ｇ空間情報センターのサイト[2]から、会員登録することにより南海トラフ地震（東海地震・東南海地震・南海地震）、東京湾北部地震、日本海溝・千島海港沿いの巨大地震などの想定震度（計測震度）のデータを無償でダウンロードすることができる。

想定地震により、メッシュの細かさが異なるが、南海トラフ地震の場合は 1km メッシュデータとなっている。メッシュコードや緯度経度単位で計測震度がデータ化されており、GIS ソフトなどで閲覧や集計できるようになっている。

□浸水深データ

国土交通省の国土数値情報ダウンロードサービスのサイト[3]から、主要河川の洪水浸水深データを無償でダウンロードすることができる。シェープファイルの他、GeoJSON 形式ファイルが用意されており、GIS ソフトなどで容易に閲覧や集計できるようになっている。

□実観測データ

後述の２．３節と２．４節で述べる地震被害推定手法および洪水被害推定手法の実行過程で生成される実観測に関するデータ（地震：計測震度、洪水：浸水深）から、商圏別分析の集計プログラムに取り込むデータを生成する。

元々、商圏別分析の集計プログラムは以下に公開されているハザードマップデータを取り込んで分析できるようにしている。

・地震：　メッシュコード形式の計測震度データ（Ｇ空間情報サイトより入手可）
・洪水：　シェープファイル形式の浸水ランクデータ（国土数値情報より入手可）

そこで、地震被害推定・洪水被害推定の際の過程で生成される実観測に関するデータを上記の公開されている地震・洪水データとデータ仕様を同一にすることで、商圏別分析の集計プログラムに取り込むようにする。こうすることで、商圏別分析の集計プログラムは公開されているハザードマップデータに基づく分析も実観測データに基づく分析も同一のプログラムを使用することができ、分析手法の簡素化や分析プログラム改良の際の簡便化を実現している。

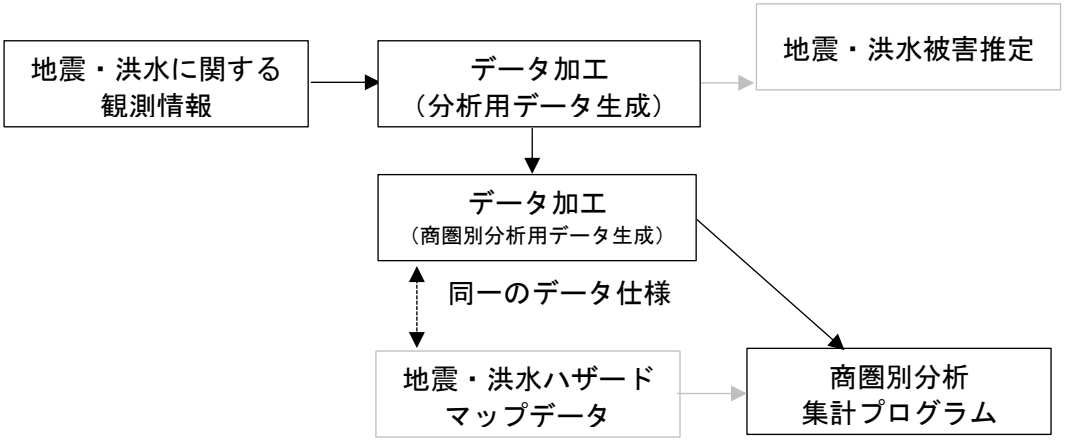


図 2 実観測データの商圏別分析プログラムへの取り込みフロー

（２）集計方法

前述２．１（２）に記載のデータを重ね合わせて集計する。以下に基本的な集計方法を記す。

①ハザード情報と人口等の集計項目の情報を地理的に突合させる。ここで、例えば、洪水の被害想定を行う場合は、洪水が想定される地域（のみ）と人口等の集計項目を突合し、洪水が想定されない地域の情報は先に排除しておくと集計が効率的である。

②上記情報と拠点・商圏情報を突合し、人口等の集計項目を集計する。この集計では、単純に集計する他にも、最寄り拠点でのみ集計する方法や、競合店が近隣にある場合は競合店でカウントするなど、実際の被災者の動きを想定して様々な集計方法が考えられる。以下に a. 単純集計と b. 最寄り拠点集計、および c. 最寄り拠点修正（競合他社考慮）について集計方法を示す。

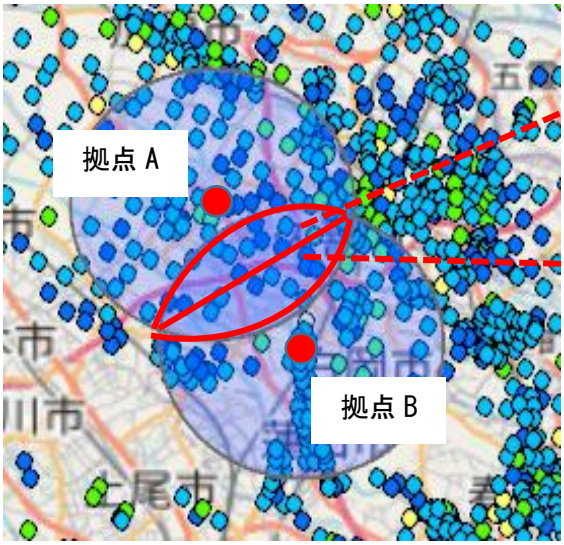
a. 単純集計

単純に、各拠点から一定距離の範囲内を商圏と仮定して、その範囲内に所在する人口等の集計項目を集計する方法。

図 3 単純集計の集計パターン

b. 最寄り拠点集計

複数の拠点の商圏範囲内に所在する人口等の集計項目を最寄りの拠点で集計する方法。



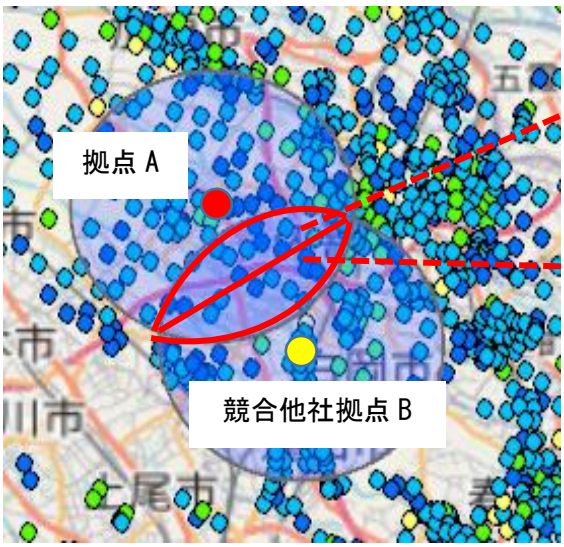
拠点 A、拠点 B 双方の商圏内であるものの、最寄りの拠点 A で（のみ）カウントする。

拠点 A、拠点 B 双方の商圏内であるものの、最寄りの拠点 B で（のみ）カウントする。

図 4 最寄り拠点集計の集計パターン

c. 最寄り拠点集計（競合他社考慮）

競合他社拠点が近接する場合、商圏範囲内であっても競合他社より近い人口のみ集計する方法（集計内容は上記 b. とほぼ同じ）。



拠点 A、競合他社拠点 B 双方の商圏内であるものの、最寄りは拠点 A であり、カウントする。

拠点 A、競合他社拠点 B 双方の商圏内であるものの、最寄りは競合他社拠点 B であるため、カウントしない。

図 5 最寄り拠点集計（競合他社考慮）の集計パターン

なお、各種 GIS ソフトを用いて集計する方法が一般的であるが、専用のプログラムを開発して集計する方法も考えられる。

２．１．２　集計結果例

主な集計結果を以下に記す。

（１）拠点別商圏範囲別被災人口

拠点ごとに、商圏範囲（例：1km、2km など）ごとの被災人口を把握することができる。各拠点の平常時の商圏範囲と災害時に想定される商圏範囲における被災人口の規模を両面から確認し、有事の際の需要予測の参考情報として提供する。

分析結果概要

商圏1km以内でみると、I店、A店、J店の結果が突出しています。

No.	分析対象店舗	商圏0.5km	商圏1km	商圏2km	商圏3km
1	A店	17,502	69,592	234,362	326,327
2	B店	11,276	34,900	107,137	177,862
3	C店	11,958	43,964	107,288	158,799
4	D店	11,245	45,050	109,864	185,526
5	E店	15,484	52,741	104,447	134,550
6	F店	14,432	47,920	107,585	128,026
7	G店	13,983	55,186	174,769	326,429
8	H店	12,781	43,895	116,436	175,591
9	I店	20,719	71,238	180,053	240,791
10	J店	17,920	66,537	274,182	429,591

© MS&AD InterRisk Research & Consulting, Inc. 1

図 6 拠点別商圏範囲別被災人口の分析結果例（単純集計パターン）

（２）商圏範囲別被災種類別被災人口

特定の商圏範囲（例：1km、2km など）における被災種類（洪水の場合は浸水深別、地震の場合は半壊・全壊など）の被災人口を提供する。

分析結果「最寄り店舗集計」
店舗別商圏1km内浸水深別被災人口

全店舗で3万人から7万人の被災人口が見込まれる。

No.	分析対象店舗	浸水0.5m未満	浸水0.5～3m	浸水3～5m	浸水5m以上	合計
1	A店	2,225	26,163	41,013	191	69,592
2	B店	36	886	25,762	8,216	34,900
3	C店	17	20,326	22,863	758	43,964
4	D店	618	44,426	6	0	45,050
5	E店	8	13,977	38,561	195	52,741
6	F店	7	150	11,829	35,934	47,920
7	G店	0	710	52,050	2,427	55,186
8	H店	21,418	22,469	8	0	43,895
9	I店	142	27,914	43,160	22	71,238
10	J店	747	26,037	37,912	1,841	66,537

© MS&AD InterRisk Research & Consulting, Inc. 2

図 7 商圏範囲別被災種類別被災人口の分析結果例（最寄り拠点集計パターン）

２．１．３　災害時に想定される需要変化

集計結果を一部企業に提供して、業種別の災害時に想定される需要の変化（需要増が見込まれる商品）について意見交換を実施した。意見交換から想定される需要の変化を表１に取り纏める。

表１　業種別災害時に想定される需要変化

業種	災害時に想定される需要変化
スーパー コンビニ	災害により、家屋が被害を受けることにより、失われた飲料・食料、衣料品などの生活物資や家屋を一時的に修繕するための物品の需要が高まるものと考えられる。 １．飲料・食料 水、お茶、スポーツドリンクなど ２．食料 お米、パン（賞味期限の長いもの）、レトルト食品 ３．家屋を修繕するための物品 ブルーシート、軍手、長靴、スコップ、のこぎり ４．その他 カセットコンロ（カセットボンベ）、乾電池等のバッテリー類、寝具類、衣料品、タオル、作業服、生理用品
ホームセンター	災害により、家屋が被害を受けることにより、失われた飲料・食料、衣料品などの生活物資や家屋を一時的に修繕するための物品の需要が高まるものと考えられる。 １．飲料・食料 水、お茶、スポーツドリンクなど ２．家屋を修繕するための物品 ブルーシート、軍手（手袋）、長靴、清掃用具、作業着、スコップ、土嚢袋（ゴミ袋）、のこぎり、台車、ホースリール ３．その他 カセットコンロ（カセットボンベ）、寝具類、衣料品、タオル、作業服、生理用品、使い捨てカイロ、瞬間冷却剤
自動車販売業	災害により、自家用車が被害を受けることにより、代替の自動車や修繕するための備品などの需要が高まるものと考えられる。 １．代替の自動車 新車よりもすぐに乗れる中古車の需要が高まる。 ２．修繕するための備品 清掃用品（ボディー用、車内用）
電気器具販売店	災害により、家庭内の様々な電気器具が損傷し、代替需要が高まる。 １．電気器具 テレビ、冷蔵庫、洗濯機（乾燥機）、電子レンジ、オーブン、エアコン、石油暖房器具など ２．その他 発電機、スマホ充電器など
ドラッグストア （調剤店）	災害により、普段服用している薬剤が失われることが想定される。症状によっては、１日失われても深刻な影響が発生することがありうる。

２．１．４　集計結果活用イメージ

前述の需要変化量は、災害時の人の行動に鑑みると、以下の算式で求められると考えられる。

需要変化量　＝　拠点周辺の被災規模（１）　×　商圏調整率（２）
×　商品別需要係数（３）

（１）拠点周辺の被災規模

拠点周辺の被災規模は、前述の２．１．３項などで示した被災人口（もしくは世帯数）や被災自動車台数などで表される。分析対象の業種・特性、存在しているデータ（指標）などに鑑み、分析する指標を検討する。

例を挙げると、スーパー・コンビニ・ホームセンターであれば人口（もしくは世帯数）を用いるのが一般的であるが、自動車販売業であれば被災台数（台数も乗用車か貨物車か自動車販売業の業態に応じて選択）が一般的と言える。また、ドラッグストアのように、調剤ニーズに関する分析を行う場合は年齢別人口で集計することが考えられる。

（２）商圏調整率

災害時の人の行動に鑑みると、上記（１）で算出される拠点周辺の被災規模に加えて、以下の要素を考慮する必要がある。

〇競合他社

当然同種の企業があれば、そちらで購入することも考えられる。周辺の競合他社の配置・施設の規模・周辺のマーケットシェアなどの要素を考慮する必要がある。

〇商圏範囲

前述の分析上は、一律に拠点からの距離と設定するが、実際の商圏は店舗規模や幹線道路の配置などにより、複雑な形状となる。以下の要素などを考慮する必要がある。

・拠点から距離が離れるごとに当該拠点を選択するお客さまの割合が低減する
・集客力の高い店舗は商圏範囲は広くなる
・都市部より郊外の方が商圏は広くなる

（３）商品別需要係数

商品によって、分析指標あたりの需要は異なる。例を挙げると、テレビであれば世帯数に依存して被災一世帯あたり１台（多くて２台）程度、長靴であれば被災人口一人あたり最大で１足と考えられる。他方、ブルーシートの場合は家屋の被害規模に応じて複数枚の需要が想定される。過去に、拠点周辺において災害が発生している場合は、当時の需要（販売量）を参考に、商品別需要係数を類推することができる。

２．２　道路の通行状況把握のための仕組み構築

（１）概要

早期被害把握に必要な災害情報を明らかにするために、2020 年度に損害保険会社や小売業等合計 3 社にヒアリング調査を実施した結果、災害対応における意思決定のために以下の情報が必要になることが挙げられた。

- 事業継続判断のための店舗などの自社の拠点の被害情報
  （非構造部材の被害情報を含む）
- 従業員の安否や自宅の被害に関する情報
- 生活物資等の需要量への影響把握のための店舗周辺の被害情報
- 電気、ガス、水道、通信などのライフライン被害および復旧に関する情報
- 鉄道の通行状況や復旧情報など帰宅困難者対応に必要な情報
- 物流への影響把握のための道路通行状況に関する情報

上記６）に関して、小売業では発災時に各店舗への物資・商品の供給可能量を判断するために道路通行情報が必要にされるなど、災害時の様々な企業活動において道路の通行状況に関する情報の把握が重要であることが明らかになり、入手方法の検討が課題として挙げられた。

そこで、2021 年度は災害時における道路の通行状況を把握する仕組みを構築することを目的に、既存の道路通行情報提供サービスに関する調査を実施して情報収集を行った。その結果、道路通行情報の情報源は大きく、①日本道路交通センター（JARTIC）および道路交通情報通信システムセンター（VICS）の配信情報（以下、「VICS 交通情報」と称す）、②プローブ情報（通行実績情報）、③携帯電話等の GPS 対応デバイス情報の 3 種類があることが明らかになった。また、これらの既存サービスの活用可能性について比較検討を行い、情報を入手するための手続きや物流への影響に関する情報を提供するためのコンテンツ化を検討した。

（２）実施方法

１）既存の道路通行情報の提供サービスに関する調査

災害時に道路通行状況に関する情報提供を実施している既存サービスを対象に、サービスの内容および情報源に関する調査を実施した。調査対象にした 8 件の提供サービスを表 2 に示す。

表 2　調査対象にした災害時の道路通行状況に関する情報提供サービス（8 件）

提供主体	サービス名
国土交通省[4]	災害時における通行可否の情報（通れるマップ）
（特非）ITS Japan[5]	乗用車・トラック通行実績情報
トヨタ自動車（株）[6]	通れた道マップ
ヤフー（株）[7]	Yahoo!地図「道路通行実績情報」
(株)レスキューナウ[8]	レスキューWeb MAP
静岡市[9]	静岡市道路通行規制情報「しずみち info」
(株)エヌ・ティ・ティ・データ [10]	BizXaaS MaP
住友電工システムソリューション(株)[11]	交通情報/地図配信サービス（Traffic Vision SERVICE）

２）道路通行状況に関する情報コンテンツの検討

既存の道路通行情報の提供サービスに活用されている情報源を整理した。また、これらの既存サービスの活用可能性について比較検討を行った。さらに、道路通行情報を入手するための手続きと、物流への影響に関する情報を提供するためのコンテンツ化を検討した。

２．２．１　既存の道路情報提供サービスに関する調査

前掲表 2 の情報提供サービスを対象に実施した調査の結果を以下に記す。

（１）国土交通省：災害時における通行可否の情報（通れるマップ）

１）概要

国土交通省[4]は地震、台風等の災害時に「通れるマップ」を通じて、通行止めの箇所と通行可能な道路に関する情報提供を行っている。「通れるマップ」は、2016 年 4 月に発生した熊本地震において、国土交通省[12]により ETC2.0 の通行実績データとパトロールによる被災確認情報等を用いて作成され、関係機関と連携して道路啓開や緊急物資輸送等の災害対応に活用されたと報告されている。熊本地震以降は、民間保有データの活用が検討され、2017 年 5 月には国土交通省と ITS Japan の間で、7 社の民間企業が保有する通行実績データの災害時の提供に関する協定が締結された。この協定に基づき、ETC2.0 と民間データの双方を集約した「災害通行実績データシステム」の運用が開始されている。図 8 に「災害通行実績データシステム」を用いた「通れるマップ」の提供フローを示す。

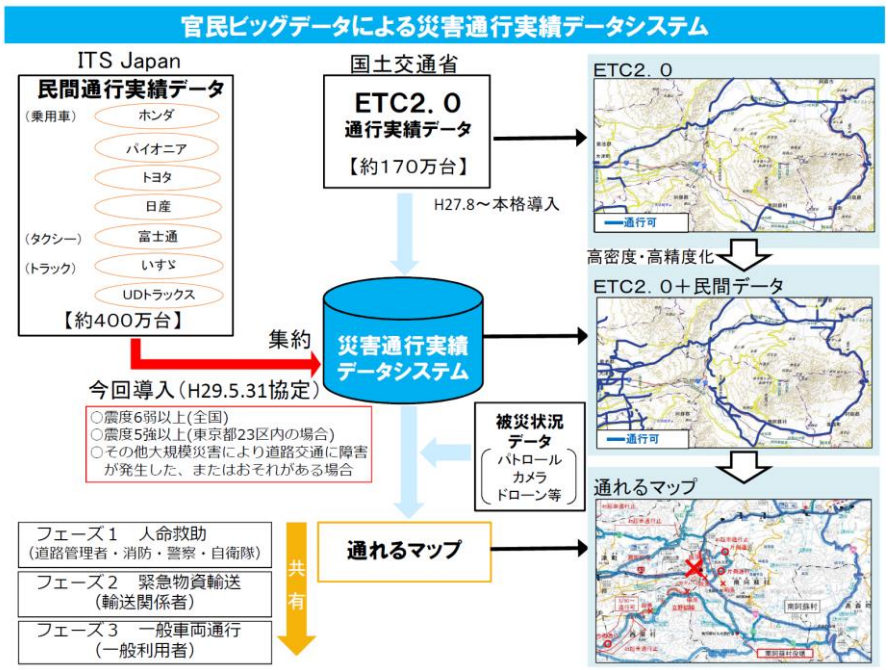


図 8　「災害通行実績データシステム」を用いた「通れるマップ」の提供フロー
（出典：国土交通省道路局［12］）

２）特徴

「通れるマップ」は、高速道路、一般国道、主要地方道を対象に、ETC2.0 通行実績データ、民間通行実績データ、被災状況調査データを基に作成され、国土交通省[4]の web 上に公開される。実績として、web 上には 3 件の災害発生時におけるマップが公開されており、PDF データ形式でダウンロードすることが可能である。①提供主体、②協力会社（7 社）、③対象とする災害、④対象エリアは以下のとおり。

①提供主体　：特定非営利活動法人 ITS Japan

②協力会社　：本田技研工業(株)、パイオニア(株)、トヨタ自動車(株)、日産自動車(株)、富士通(株)、いすゞ自動車(株)、ボルボグループ（UD トラックス(株)）

③対象とする災害：
・震度 6 弱以上（全国）
・震度 5 強以上（東京都 23 区内）
・その他大規模災害により道路交通に障害が発生した、またはおそれがある場合
④対象エリア：災害が発生している地域を含む約 80km 四方のエリア

事例として、図 9 に令和 2 年（2020 年）7 月豪雨時に公開されたマップを示す。

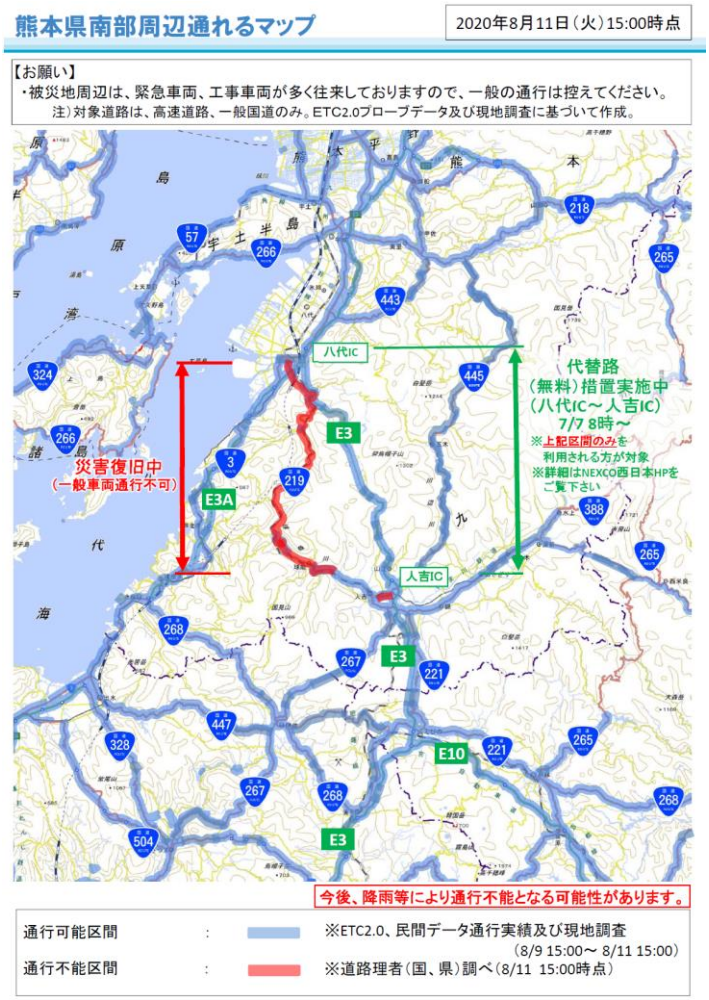


図 9　「通れるマップ」の事例＜熊本県南部周辺通れるマップ（令和 2 年 7 月豪雨）＞
（出典：国土交通省九州地方整備局[13]）

３）主な情報源
「通れるマップ」の作成に用いられている主な情報源は以下のとおり。
①ETC2.0 通行実績データ（国土交通省）
②民間通行実績データ（ITS Japan 提供。プローブ情報をもとに、車が通行した道路を特定してデータ化したもの。道路上の車の位置情報は個別識別ができないように統計化、匿名化処理が行われている。プローブ情報とは車載されたカーナビゲーションシステムにより収集された道路上の車両の位置情報。）
③被災状況調査データ（国土交通省や地方整備局管理のパトロールカメラ、ドローン等）

（２）ITS Japan：乗用車・トラック通行実績情報

１）概要

ITS Japan[5][14]は、プローブ情報の保有企業の協力を得て、大規模災害発生時に通行実績情報を迅速に収集・配信する仕組みを構築して「乗用車・トラック通行実績情報」を公開している。公開に至る経緯として、2011 年 3 月の東日本大震災において、民間が保有するマイカー系のプローブ情報を統合した「自動車通行実績情報」を公開し、被災地周辺の道路の通行実績状況の把握、救援活動、物資輸送における経路検討などで活用されたと報告されている。その後、2014 年 6 月にタクシー系やトラック系のプローブ情報が加わった「乗用車・トラック通行実績情報」が公開され、一般市民や行政機関に提供されている。

図 10 に情報提供スキームを示す。地震発生時は、気象庁の防災情報に連動し、震度 6 弱以上（東京 23 区は 5 強以上）が発生した場合、プローブ情報保有各社へシステム運用開始依頼が通知され、通行実績情報の集約・配信が自動起動する。風水害、雪害、土砂崩れなどの災害発生時は、内閣府に非常災害対策本部が設置され、広範囲の道路交通に支障がある災害と判断されたに、手動で各社にシステム運用開始依頼を通知し、通行実績情報の集約が開始される。

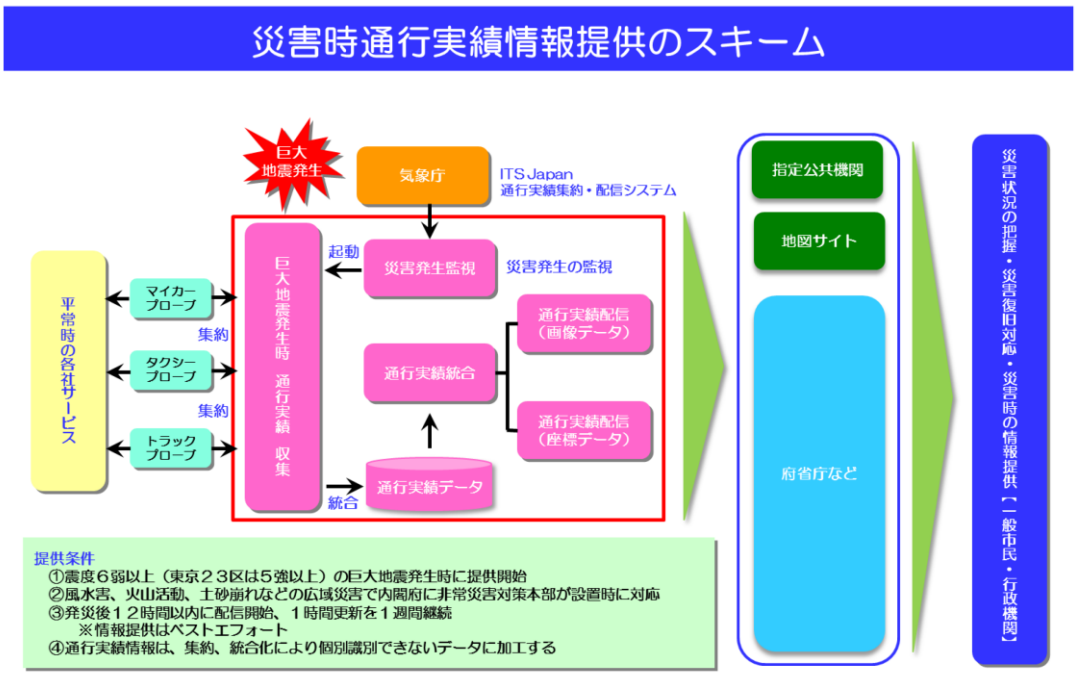


図 10　「乗用車・トラック通行実績情報」の提供スキーム
（出典：ITS Japan [14]）

２）特徴

「乗用車・トラック通行実績情報」は、発災後 12 時間以内を目標に配信が開始され、１週間継続して１時間毎の更新が行われる。情報は発災後 1 週間を目安として画像データとして web 上に公開される。また、前述のように国土交通省などの行政機関には座標データを含めた通行実績情報が提供される。この通行実績情報は、統計化、匿名化処理により個別識別できないデータに加工されている。①提供主体、②協力会社（8 社）、③対象とする災害、④対象エリアは以下のとおり。

①提供主体　：特定非営利活動法人 ITS Japan
②協力会社　：本田技研工業(株)、パイオニア(株)、トヨタ自動車(株)、日産自動車(株)、富士通(株)、いすゞ自動車(株)、ボルボグループ（UD トラックス(株))、日野自動車（株）
③対象とする災害：
・震度 6 弱以上（東京 23 区は 5 強以上）の地震発生時
・風水害、火山活動、土砂崩れなどの広域災害で、内閣府に非常災害対策本部が設置され、広範囲の道路交通に支障がある広域的な災害であると判断したときに個別対応
④対象エリア：震源地を含む震度 5 強以上が発生した複数の 1 次メッシュ（約 80 km 四方の区域）

2014 年の情報提供開始以降、ITS Japan[5]より約 20 件の災害について情報配信が行われた。いずれも現時点において公開は終了している。参考として、図 11 に平成 23 年（2011 年）3 月の東日本大震災時に公開された「自動車通行実績情報」を示す。

図 11　「自動車通行実績情報」＜2011 年 3 月東日本大震災＞
（出典：ITS Japan [5]）

３）主な情報源
・プローブ情報（マイカー系、タクシー系、トラック系のプローブ情報保有企業 8 社の協力による）

（３）トヨタ自動車：通れた道マップ

１）概要

前述のように現在では複数のプローブ情報保有企業の情報を集約した通行実績情報がITS Japan から提供されるようになっている。一方で東日本大震災では自動車メーカー別でも自社車両のカーナビに限定した情報提供がされており、その一つであるトヨタ自動車[6]（以下、「トヨタ」と称す）は、現在「通れた道マップ」を一般にも公開している。このマップは、トヨタのテレマティクスサービスの利用車両から収集したプローブ情報を基に、直近 24 時間以内の通行実績をリアルタイムで地図上に表示したものである。大規模災害の発生時には、トヨタ独自のリアルタイム交通情報「T プローブ」、交通規制情報、被災地域の航空写真なども同一画面上で確認することができる。

２）特徴

通行実績情報（通れた道）は、平時は直近 24 時間以内の通行実績が表示されるが、災害時には直近 3 時間以内の通行実績を確認することができる。T プローブ交通情報は災害時のみ表示可能で、渋滞は赤色、混雑は橙色で道路地図上に表示させることができる。交通規制情報は、日本道路交通センター（JARTIC）および道路交通情報通信システムセンター（VICS）から取得した VICS 交通情報をトヨタコネクティッドが提供している。被災地域の航空写真は、地図上のカメラマークを押下すると表示することができる。その他に、災害支援可能なトヨタ販売店の店舗および給電支援可能な車両を表示することができる。

３）主な情報源

①プローブ情報（トヨタ独自のリアルタイム交通情報「T プローブ」）
②交通規制情報（VICS 交通情報）
③被災地域の航空写真情報（(株)パスコと国際航業（株）から提供）
④支援販売店・給電支援車両情報（トヨタ独自情報）

（４）ヤフー：　Yahoo!地図「道路通行実績情報」

１）概要

ヤフー[7]は、災害発生時に本田技研工業のインターナビ搭載車両から得られたプローブ情報をもとに作成された道路通行実績情報を Yahoo!地図を通じて公開している。直近 3 時間以内の通行実績を確認することができ、情報は 1 時間ごとに更新される。JARTIC と VICS から提供された交通規制情報（通行止め情報・渋滞情報）を Yahoo!地図上に重ねて表示することも可能である。

２）特徴

道路通行実績情報は災害発生時に Yahoo!地図上のコンテンツとして提供される。Yahoo!地図上では、台風情報を切り替えて表示することもできる。発災から一定期間後に情報提供は終了になる。

３）主な情報源

①プローブ情報（本田技研工業提供）
②交通規制情報（VICS 交通情報）

（５）レスキューナウ：レスキューWeb MAP

１）概要

レスキューナウ[8]は危機管理情報を監視・取材し、収集した情報を「レスキューWeb MAP」として　Web サイト、MAP、アラートメールを通してリアルタイムで配信するクラウドサービスを提供している。配信情報カテゴリには、気象災害情報、生活安全情報、交通情報、緊急情報、NHK ニュース、被害状況サマリ、工場総合関連情報、海外ニュースクリッピングがある。交通情報カテゴリの中には道路交通情報と道路交通プローブ解析情報が含まれている。表 3 に各情報の概要を示す。

表 3　道路交通情報と道路交通プローブ解析情報の概要[8]

情報名	概要
道路交通情報	JARTIC による通行止め、通行規制の情報
道路交通プローブ解析情報	交通渋滞、通行止め（および通行止め候補）、道路工事（及び道路工事候補）、事故（および事故候補）が含まれており、それぞれ解析結果についての信頼度とともに表示。リアルタイムのプローブデータがない場合は、直前のプローブデータの状況の他、過去 3 年以上にわたり蓄積されたプローブの統計データを解析した情報。

２）特徴

レスキューナウ[15]のニュースリリース資料によると、道路交通プローブ解析情報は、オランダのアムステルダムに本社が所在する TomTom Global Content B.V.が提供する「TomTom Traffic Service」が採用されている。「TomTom Traffic Service」とは、世界中で 6 億台を超える GPS 対応デバイス（カーナビゲーションシステムや携帯電話等）から匿名化されたプローブデータを処理、解析することにより、データが存在する全道路に対し、旅行時間、速度、渋滞、渋滞予測、道路閉鎖等に関するデータをリアルタイムで提供するサービスである。

また、レスキューナウによると、レスキューWeb MAP の情報ラインナップに「道路交通プローブ解析情報」が加わることにより、災害時の道路交通状況のリアルタイム把握といった用途だけでなく、平時における車の移動や渋滞の緩和、道路利用における生産性向上が期待され、物流や運輸などの業界での活用も見込まれると説明されている。

参考として、図 12 にレスキューWeb MAP 上における道路交通プローブ解析情報の画面表示イメージを示す。

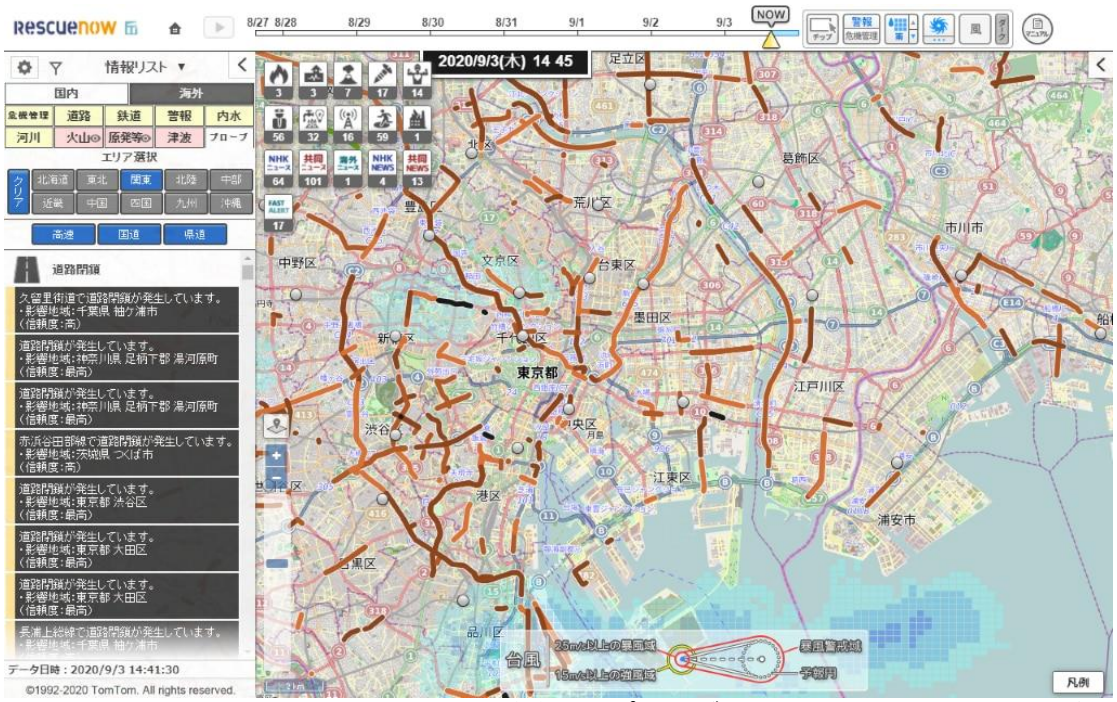


図 12　レスキューWeb MAP 上における道路交通プローブ解析情報の画面表示イメージ
（出典：レスキューナウ[15]）

３）主な情報源

①道路交通プローブ解析情報（TomTom Traffic Service を利用）

②交通規制情報（VICS 交通情報）

③その他（気象業務支援センター、政府機関、消防機関、交通機関、警察機関、報道機関、ライフライン機関、自治体、SNS などから情報を得て MAP 上に重ねて表示することが可能）

（６）静岡市：静岡市道路通行規制情報「しずみち info」

１）概要

静岡市[9]が提供する道路通行規制情報「しずみち info」とは、Google のクラウドサービスを活用して、静岡市内の国道、県道、市道の幹線道路を対象に通行規制情報や災害情報等を管理し、インターネットを通じて一般市民が確認できる仕組みである。災害時だけではなく、平時は工事などの通行規制情報を発信して一般市民に利用されている。提供情報の一覧を表 4 に示す。表 4 に示した情報の他に Google Cloud Platform における API サービスを利用して道路通行状況に関する情報（渋滞情報）を取得し、「しずみち info」上に重ねて表示することができるようになっている。なお、Google のサービスには、携帯電話の GPS 情報（匿名化された位置情報と速度データ等）が利用されていると報告されている。

表 4　「しずみち Info」提供情報の一覧[9]

情報カテゴリ	区分	説明
道路規制情報	全面通行止め	全面通行止め
	片側交互通行	双方向に向かう車両を交互に通行
	大型車両通行止め	大型貨物自動車と大型特殊自動車、特定中型貨物自動車は通行止め
	チェーン必要	積雪によりタイヤチェーンの装着が必要
	夜間通行止め	夜間の全面通行止め
	時間帯全面通行止め	指定時間内での全面通行止め
	その他規制	その他
	片側通行止め	上り下り車線のいずれかが通行止め
	車線減少	車線数の減少
	規制解除中（試験運用中）	一時的な規制解除中を表示
災害情報	災害等	建物倒壊、水道管破裂、電柱倒壊、信号機倒壊、マンホール浮上、脱線
	災害（土砂災害）	法面崩壊、落石、崩土、土石流、土砂堆積
	災害（河川・浸水害）	破堤、河道閉塞、道路冠水、浸水
	災害（倒木）	倒木
	災害（橋梁）	橋梁損壊、落橋
	災害（道路災害）	道路亀裂、路肩崩壊、路面陥没、路面隆起、施設損壊、沿道障害
	気象条件	積雪・凍結、強風、霜、大雨、台風、洪水、高潮、越波、津波、地震
	火災	車両火災、トンネル火災、その他火災
	路上障害物、事故	落下物、流出物（オイル等）、交通事故、故障車
	行事等	催し物、デモ、歩行者天国、マラソン、警備
	その他	その他
避難等に関する情報	広域避難地	静岡市の広域避難地、地震・広域火災の際の緊急避難場所
	一時避難地	静岡市の一時避難地、地震の際の緊急避難場所
	津波緊急避難場所等	静岡市の津波避難ビル及び津波避難タワー、津波緊急避難場所
	救護所	静岡市の救護所
	避難所	静岡市内の避難所、自宅が倒壊等し生活できない場合、やむを得ず避難生活を送る場所
冠水情報（冠水監視可能アンダーパス）	正常	正常
	走行注意	冠水により車両の通行注意
	通行止め	冠水により車両通行止め
	欠測	データが取得できていない状態

２）特徴

通行規制情報や災害情報を共有、活用できるように、データの複製や再配布を可能とし、営利目的にも利用できるオープンデータとして、Web API によりリアルタイムで情報を提供している。Web API は標準的な「REST API」が採用され、GIS データとして扱いやすい GeoJSON 形式のデータが提供される。「しずみち info」と IoT を組み合わせたサービスとして、アンダーパスの冠水水位やポンプの稼働状況などをセンサー類からクラウド上に収集し、Web API よりリアルタイムにオープンデータとして提供するサービスも開始されている。

３）主な情報源

①道路規制情報（静岡市が取得・管理）
②災害情報（静岡市が取得・管理）
③避難所等に関する情報（静岡市が取得・管理）
④アンダーパス冠水水位（静岡市が取得・管理）
⑤道路通行状況（Google Cloud Platform における API サービスを利用）

（７）エヌ・ティ・ティ・データ：BizXaaS MaP

１）概要

エヌ・ティ・ティ・データ（以下、「NTT データ」と称す）[10]は、図 13 に示す BizXaaS MaP を提供している。BizXaaS MaP は、営業周辺業務等を支援する様々な業務アプリケーションや、ブルーマップ、地価情報、ゼンリン住宅地図、交通情報などのコンテンツが用意されている。また、他のサービスや既存システムに地図標準機能を組み込むための API が用意され、業務に合わせた独自のアプリケーションの構築が可能になっている。

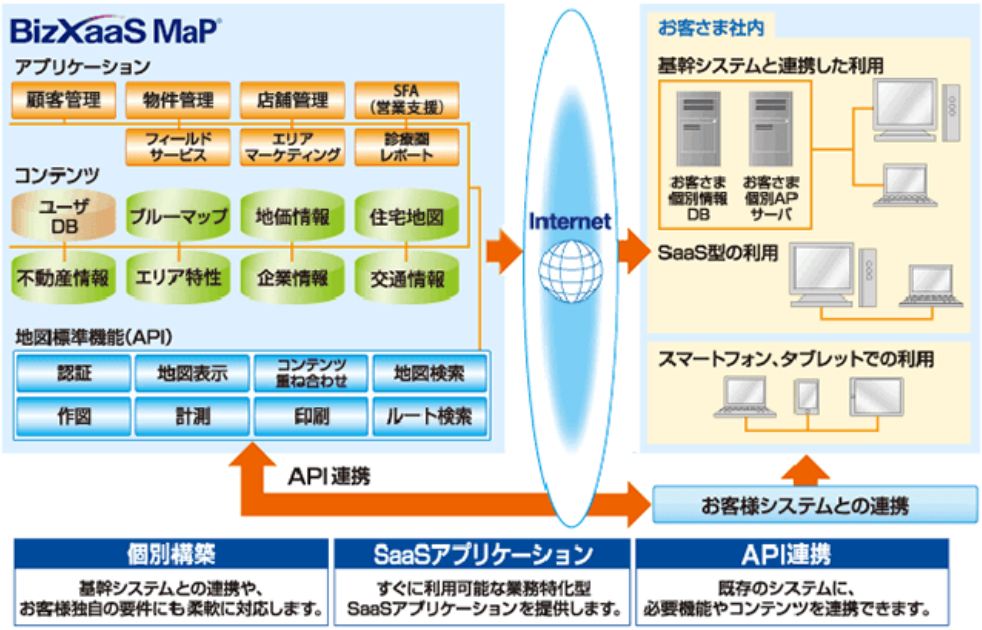


図 13　BizXaaS MaP のサービス全体像
（出典：NTT データ[10]）

２）特徴

交通情報としては、VICS センターから配信される渋滞情報や道路規制情報などを利用することができる。また、過去の VICS 交通情報を NTT データ独自の渋滞予測エンジンで統計分析し、指定した日時における渋滞予測データベースの利用が可能である。この他に道路ネットワークデータとして、規制速度、道路幅員、リンク旅行時間（道路の交差点間などの一定区間の通過に要する時間）、平日の 12 時間交通量、車線数等のデータの利用や、駐車場の満車、混雑、空車などの情報をリアルタイムで取得することも可能である。交通情報の利用事例として、カーナビゲーションでの利用や各種運送・配送業、保守業務での配車指示、運行管理などが挙げられている。

３）主な情報源

・渋滞情報、道路規制情報、駐車場情報（VICS 交通情報）

（８）住友電工システムソリューション：交通情報/地図配信サービス（Traffic Vision SERVICE）

１）概要

住友電工システムソリューション[11]が提供する「Traffic Vision SERVICE」は、同社が開発した経路探索技術や交通情報関連技術を結集したサーバーエンジン「Traffic Vision Engine[16]」の高度な機能をインターネット経由で利用可能なプラットフォームサービスである。「Traffic Vision Engine」の全体像を図 14 に示す。各種エンジンを通じて地図情報、交通情報、経路探索機能等を利用することができる。経路探索サービスは、VICS センターから取得したリアルタイム交通情報に、予測交通情報とプローブ統計情報を組み合わせて、将来の渋滞を予測した経路探索が可能である。また、CO2 排出量が最少となる経路探索、走行に係る費用（有料道路料金、燃料費）が最少となる経路探索も実施することができる。

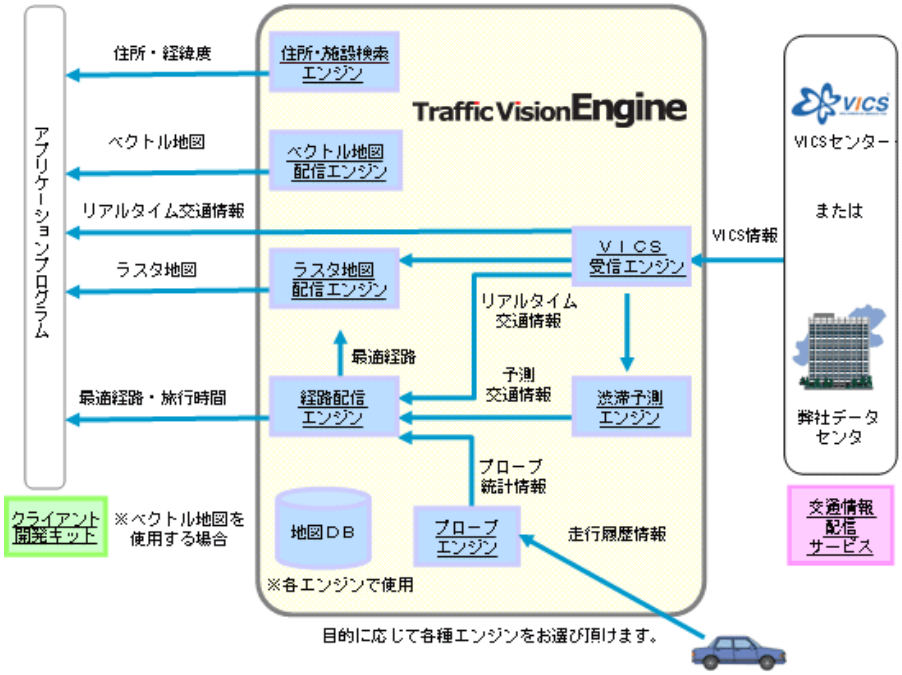


図 14　Traffic Vision SERVICE の全体像
（出典：住友電工システムソリューション[16]）

２）特徴

「Traffic Vision SERVICE」は、Windows アプリケーション開発用のクライアント開発キット（SDK）が提供されるため、サーバーとの通信を意識することなくアプリケーション開発を行うことができる。また、Web アプリケーション開発用の API が提供され、Web アプリケーションからサーバー側の CGI を起動して各種機能を利用することも可能である。

３）主な情報源

①リアルタイム交通情報（VICS 交通情報）

②プローブ統計情報（本田技研工業株式会社の Honda フローティングカーデータを統計処理）

２．２．２　道路通行状況に関する情報コンテンツの検討

（１）既存の情報提供サービスの比較検討

災害時の道路通行状況に関する既存の情報提供サービスを調査した結果、主な情報源は①VICS 交通情報、②プローブ情報（通行実績情報）、③携帯電話等の GPS 対応デバイス情報の 3 種類が挙げられた。また既存の情報提供サービスの中には、これらの情報に災害や避難に関わる情報などを重ね合わせて情報提供しているケースが確認できた。

これらの既存サービスの活用可能性について検討するために比較を行った。表 5 に比較結果を示す。各項目について以下に補足する。

表 5　既存の道路通行状況に関する情報提供サービスの比較結果

サービス名	通行状況	通行規制	混雑状況	平時利用	データ連携
災害時における通行可否の情報（通れるマップ）	○	－	－	－	－
乗用車・トラック通行実績情報	○	－	－	－	△
通れた道マップ	○	○	○	－	△
Yahoo!地図「道路通行実績情報」	○	○	○	－	△
レスキューWeb MAP	○	○	○	○	－
静岡市道路通行規制情報「しずみち info」	○	○	○	○	○
BizXaaS MaP	○	○	○	○	○
交通情報/地図配信サービス（Traffic Vision SERVICE）	○	○	○	○	○

１）通行状況に関する情報

いずれのサービスも災害時に道路通行状況に関する情報を提供していることが確認できた。

２）通行規制に関する情報

VICS 交通情報を利用しているサービスについては情報提供を実施していることが確認できた。

３）混雑状況に関する情報

VICS 交通情報を利用しているサービス、およびプローブ情報（通行実績情報）や GPS 対応デバイス情報を独自に解析しているサービスについては情報提供を実施していることが確認できた。

４）平時利用

表 5 に丸印が付いたサービスは平時・災害時を問わずに共通のサービスを提供していることが確認できた。丸印が付いていないサービスは、災害時のみに情報提供している場合や、災害発生後に一定の期間のみ情報を提供している場合に該当すると判断したサービスである。

５）データ連携

API が提供されているサービスのようにデータを取り込んで活用可能なサービスには表 5 に丸印が付いている。三角形の印が付いているサービスは、下記のとおり、提供対象が限定されている場合や、他のサービスを通じてデータ連携されている場合に該当すると判断したサービスである。

・ITS Japan の「乗用車・トラック通行実績情報」は国土交通省などの行政機関を大砲に座標データを含めた通行実績情報が提供されている。
・トヨタの「通れた道マップ」は、基本的なサービスとして直接的なデータ提供は行われていないが、ESRI ジャパン[17]が、道路交通オンラインサービスとして、トヨタのコネクティッドカーから得られるプローブ情報をもとに、直近 24 時間/直近 3 時間の通行実績をリアルタイムな情報として可視化するベクタータイルサービスを提供している。
・ヤフーの Yahoo!地図「道路通行実績情報」は、基本的なサービスとし直接的なデータ提供は行われていないが、情報源のプローブ情報（本田技研工業）は、住友電工システムソリューションの交通情報/地図配信サービス（Traffic Vision SERVICE）にも利用されている。
・レスキューWeb MAP は、道路通行状況に関する情報がデータとして取得可能かどうか確認できなかったため、無印とした。

（２）情報を入手するための手続きの検討

既存の情報提供サービスを調査した結果、情報源として用いられている①VICS 交通情報、②プローブ情報（通行実績情報）、③携帯電話等の GPS 対応デバイス情報は下記のとおり、いずれも活用可能であると考えられる。

まず、①VICS 交通情報は、道路交通情報通信システムセンター（VICS センター）から有償で以下の情報を 5 分更新頻度で入手可能である。

・渋滞情報
・事故・工事などの事象規制情報
・所要時間情報、都市高速道路における入口閉鎖情報
・SA・PA の満車・空車情報、施設情報
・一般道路の駐車場の位置や満車・空車情報
・工事行事予定情報
・冬期閉鎖情報

また、②プローブ情報（通行実績情報）は、前述のとおり ESRI ジャパンの道路交通オンラインサービス等が利用可能と考えられる。

③携帯電話等の GPS 対応デバイス情報については、Google Cloud Platform における API サービスが比較的利用しやすいと考えられる。

これらの情報を直接入手して利用するほかに、NTT データの BizXaaS MaP や住友電工システムソリューションの交通情報/地図配信サービス（Traffic Vision SERVICE）などを利用することで、情報入手手続きの簡略化や効率的で高度なコンテンツ開発の実現が期待できる。

（３）道路通行情報を提供するためのコンテンツ化の検討

物流への影響に関する情報を提供するためのコンテンツ化について検討を行った。必要とされる情報コンテンツとして、まず、①道路通行状況（渋滞、通行規制等）に関するリアルタイム情報が挙げられる。既存の情報提供サービスを調査した結果、この情報は入手可能ではあるが、後述の経路検索サービスと連動しているか、同サービスを開発可能な情報として提供されることが望ましい。

次に②道路通行状況を反映した最適経路に関する情報が求められる。道路接点区間単位での車両移動時間に関する情報が得られればコンテンツ化は可能と考えられる。実際に既存の情報提供サービスにおいても経路と所要時間を表示する経路検索サービスが提供されているものがある。物流への影響を評価する場合には、大型車両の通行を考慮した経路検索機能も必要になると考えられる。また、リアルタイム情報に加えて、将来の渋滞予測情報に基づく最適経路情報についてもコンテンツ化を検討する必要があると考える。

上記のようなコンテンツ化を進めるためには、例えば一元的かつ網羅的な道路ネットワークに関する地図情報の整備や、物流車両への ITS 車載器設置によるプローブ情報収集などの取り組みも重要と考える。

２．３　地震被害推定手法の自動化

2020 年度までの業務で構築した地震被害推定手法について、推定フローを分析して自動化の要件を整理し、被害把握に必要な情報を早期に作成可能なシステムを構築する。

２．３．１　自動化の要件整理

2020 年度に構築した地震発生から災害情報提供までのフロー案をベースに、自動化で求められる要件（発災時間帯別被害推定完了時間など）について改めて損害保険会社等に確認し、費用対効果の高い仕組みを構築する。

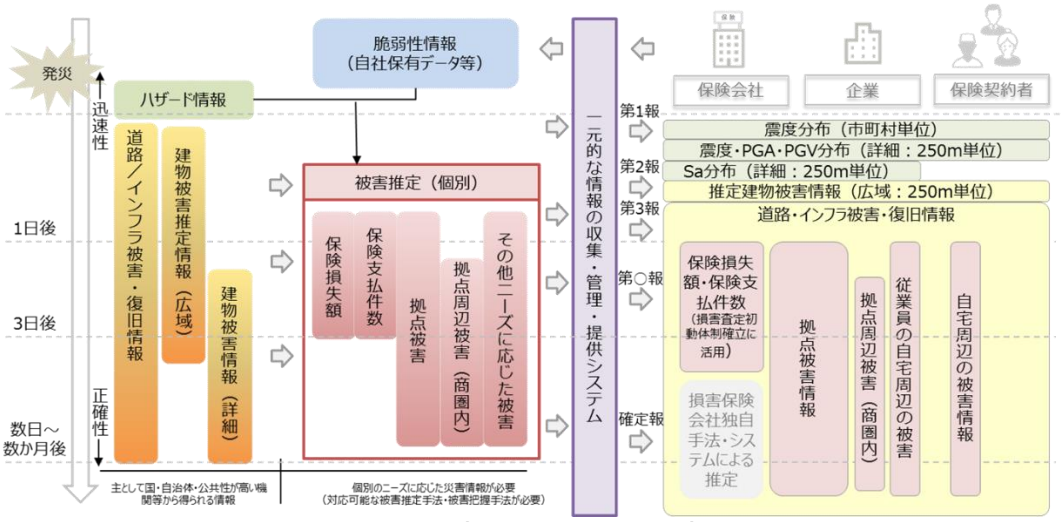


図 15 地震発生時における早期被害把握のための災害情報提供フローの提案

図 15 は 2020 年度に構築した地震発生から災害情報提供までのフロー案である。

自動化の効果が大きい部分は、迅速性が求められる情報の収集・管理・提供にかかる部分である。すなわち、発災当日から 1 日に満たない期間、第 1 報から第 2 報にあたる部分と考えられる。ハザード情報としては、市区町村単位の震度分布、および 250m メッシュ単位の震度および各種地震動指標の分布が該当する。被害情報としては、250m メッシュ単位での推定建物被害情報が該当する。これらの考え方をベースにして、表 6 のように、自動化に際し求められる段階的な情報提供の要件として、情報提供時間、ハザード情報、地図上での可視化、ダッシュボード※としての表現を整理した。

※複数の情報源からデータを集め、概要をまとめ一覧表示すること

表 6　自動化に際し求められる段階的な情報提供の要件

項目	情報提供時期	ハザード情報	地図上での可視化	ダッシュボードとしての表現
1	地震直後	気象庁震度 （市区町村）	気象庁震度分布 （市区町村）	震度別・市区町村別 契約件数 （表、棒グラフ）
2	地震直後	気象庁震度 （250m）	気象庁震度分布 （250m）	同上
3	地震発生後 24時間以内	USGS （約1km）	・被災率／件数 （市区町村、詳細）	・市区町村別被災件数 （表、棒グラフ）
4	地震発生後 ●●時間以内	QuiQuake （250m）	・被災率／件数 （市区町村、詳細）	・市区町村別被災件数 （表、棒グラフ）

補足として、表 6 の項目 3 に示す USGS[18]はアメリカ地質調査所から地震発生後迅速に発表される地震動強度の空間分布情報、QuiQuake [19]は産業総合技術研究所の運営する同名のシステムから災害後に発表される QuakeMap と呼ばれる地震動強度の空間分布情報を指している。一般的に、USGS の方が QuiQuake よりも早く発表される傾向にある。

改めて自動化で求める要件を損害保険会社 1 社に確認したところ、以下のような意見があった。

・表 6 に示すような時系列に沿った段階的情報発表は活用しやすい。
・最大震度 5 強以上を観測した地震が発生した場合に情報を提供してほしい。
・GIS マップやダッシュボード上に提供するデータが表示されているとより良い。
　ただし、自動化の初期段階では csv 形式のファイルによる提供でも良い。

そこで、最大震度 5 強以上の地震が発生した場合に、表 6 に示した項目 3 の情報の自動的な提供を実現することに注力することとした。すなわち、ハザード情報に USGS のデータを用いた被災率および被災件数の推定手法について主に自動化を実施し、情報提供時期を極力早めることを目指した。これは、分析に複数のデータが必要であり、かつ計算コストも高い処理を実施するにもかかわらず、地震発生後なるべく迅速に被害推定情報を提供するニーズが高いためである。

項目 3 の被害推定を開始させるためのトリガーとして、気象庁が配信する推計震度分布を使用することとした。推計震度分布は原則震度５弱以上を観測した場合に発表され、気象業務支援センターを通じて有償契約を結ぶことにより企業は受信可能である。従い、推計震度分布を受信したことを推定開始のトリガーにすることにより、最大震度 5 強以上を観測した地震をほぼ確実に包含する情報提供が可能になると考えた。なお、震度 5 弱以上を観測していても、強い揺れの範囲に十分な拡がりが見られなかった場合に推計震度分布は発表されない場合があるが、被害総数が多い場合に推定を実施することが損害保険会社等の主なニーズであり、損害保険会社としては大きな問題はないことを確認している。

なお、表 6 に示した項目 1 や項目 2 について、地震直後に発表される気象庁震度についても自動化が必要になるが、気象庁から配信されたデータを分析・加工する計算コストは高くなく、比較的容易に処理することが可能なため、本研究プロジェクトのスコープ外とすることとした。また、項目 4 にあげたハザード情報に QuiQuake のデータを用いた被災率および被災件数の推定手法は、USGS に比較すると、QuiQuake の安定的な提供や情報の自動取得が現状は困難であると判断し、今回は自動化を見送った。

また、本研究プロジェクトでは、ウェブ上の地図やダッシュボードに結果を表示するためのデータ形式として、汎用的な利用が可能な csv 形式のファイルによる情報提供を実施することとした。なお、結果表示については別途システム開発が必要となるため、本研究プロジェクトのスコープ外とした。

提供するデータ項目は表 7 のように設定した。(a) 250m メッシュ別、(b) 市区町村別、(c) 都道府県別の 3 種である。

表 7　自動的に出力される地震被害推定結果のデータ項目

（a）250m メッシュ別

データ項目名	データ内容	単位
MESHCODE	5次メッシュ（4分の1地域メッシュ）コード	-
PREF	都道府県コード	-
PREF_NAME	都道府県名	-
JIS5	JIS5桁コード	-
CITY_NAME	市区町村名	-
LATITIDE	緯度	-
LONGITUDE	経度	-
震度	震度（Source:気象庁推計震度分布）	-
shindo	計測震度（Source:気象庁推計震度分布）を10倍した値	-
pga	地表最大加速度（Source:USGS）	gal, m/s2
pgv	地表最大速度（Source:USGS）	kine, cm/s
sa0.3	加速度応答スペクトル 周期0.3秒（Source:USGS）	g
sa1.0	加速度応答スペクトル 周期1.0秒（Source:USGS）	g
sa3.0	加速度応答スペクトル 周期3.0秒（Source:USGS）	g
Num	insured : 件数, insurable : 棟数	件／棟
Amt	金額	円
Num_全損	推計全損件数（推計全損棟数）	件／棟
Num_半損	推計半損件数（推計半損棟数）	件／棟
Num_一部損	推計一部損件数（推計一部損棟数）	件／棟
Num_支払	推計支払件数（推計支払棟数） ※原則「Num_全損+Num_半損+Num_一部損」と一致	件／棟
Num_無被害	推計される支払の発生しない件数／棟数 ※原則「Num-Num_支払」と一致	件／棟
被害率_全損	推計全損被害率	-
被害率_半損	推計半損被害率	-
被害率_一部損	推計一部損被害率	-
被害率_支払	推計支払被害率	-
被害率_無被害	推計される支払の発生しない被害率 ※原則「1-被害率_支払」と一致	-

（b）市区町村別

データ項目名	データ内容	単位
PREF	都道府県コード	-
PREF_NAME	都道府県名	-
JIS5	JIS5桁コード	-
CITY_NAME	市区町村名	-
震度_最大	市区町村内メッシュの震度の最大値（Source:気象庁推計震度分布）	-
shindo_max	震度_最大の計測震度（Source:気象庁推計震度分布）を10倍した値	-
震度_最小	市区町村内メッシュの震度の最小値（Source:気象庁推計震度分布）	-
shindo_min	震度_最小の計測震度（Source:気象庁推計震度分布）を10倍した値	-
pga_max	市区町村内の地表最大加速度（Source:USGS）の最大値	gal, m/s2
pgv_max	市区町村内の地表最大速度（Source:USGS）の最大値	kine, cm/s
sa0.3_max	市区町村内の加速度応答スペクトル 周期0.3秒（Source:USGS）の最大値	g
sa1.0_max	市区町村内の加速度応答スペクトル 周期1.0秒（Source:USGS）の最大値	g
sa3.0_max	市区町村内の加速度応答スペクトル 周期3.0秒（Source:USGS）の最大値	g
Num	insured : 件数, insurable : 棟数	件／棟
Amt	金額	円
Num_全損	推計全損件数（推計全損棟数）	件／棟
Num_半損	推計半損件数（推計半損棟数）	件／棟
Num_一部損	推計一部損件数（推計一部損棟数）	件／棟
Num_支払	推計支払件数（推計支払棟数） ※原則「Num_全損+Num_半損+Num_一部損」と一致	件／棟
Num_無被害	推計される支払の発生しない件数／棟数 ※原則「Num-Num_支払」と一致	件／棟
被害率_全損	推計全損被害率	-
被害率_半損	推計半損被害率	-
被害率_一部損	推計一部損被害率	-
被害率_支払	推計支払被害率	-
被害率_無被害	推計される支払の発生しない被害率 ※原則「1-被害率_支払」と一致	-

（c）都道府県別

データ項目名	データ内容	単位
PREF	都道府県コード	-
PREF_NAME	都道府県名	-
震度_最大	都道府県内メッシュの震度の最大値（Source:気象庁推計震度分布）	-
shindo_max	震度_最大の計測震度（Source:気象庁推計震度分布）を10倍した値	-
震度_最小	都道府県内メッシュの震度の最小値（Source:気象庁推計震度分布）	-
shindo_min	震度_最小の計測震度（Source:気象庁推計震度分布）を10倍した値	-
pga_max	市区町村内の地表最大加速度（Source:USGS）の最大値	gal, m/s2
pgv_max	市区町村内の地表最大速度（Source:USGS）の最大値	kine, cm/s
sa0.3_max	市区町村内の加速度応答スペクトル 周期0.3秒（Source:USGS）の最大値	g
sa1.0_max	市区町村内の加速度応答スペクトル 周期1.0秒（Source:USGS）の最大値	g
sa3.0_max	市区町村内の加速度応答スペクトル 周期3.0秒（Source:USGS）の最大値	g
Num	insured：件数, insurable：棟数	件／棟
Amt	金額	円
Num_全損	推計全損件数（推計全損棟数）	件／棟
Num_半損	推計半損件数（推計半損棟数）	件／棟
Num_一部損	推計一部損件数（推計一部損棟数）	件／棟
Num_支払	推計支払件数（推計支払棟数） ※原則「Num_全損＋Num_半損＋Num_一部損」と一致	件／棟
Num_無被害	推計される支払の発生しない件数／棟数 ※原則「Num-Num_支払」と一致	件／棟
被害率_全損	推計全損被害率	-
被害率_半損	推計半損被害率	-
被害率_一部損	推計一部損被害率	-
被害率_支払	推計支払被害率	-
被害率_無被害	推計される支払の発生しない被害率 ※原則「1-被害率_支払」と一致	-

２．３．２　被害推定手法の自動化

地震動データの入手、分析用データの作成、分析実行を対象として自動化を検討し、自動化した部分を含めた全体パッケージとして早期に被害推定が実施できるようにシステム化を行う。被災率および被災件数の自動推定フローを図 16 に示す。

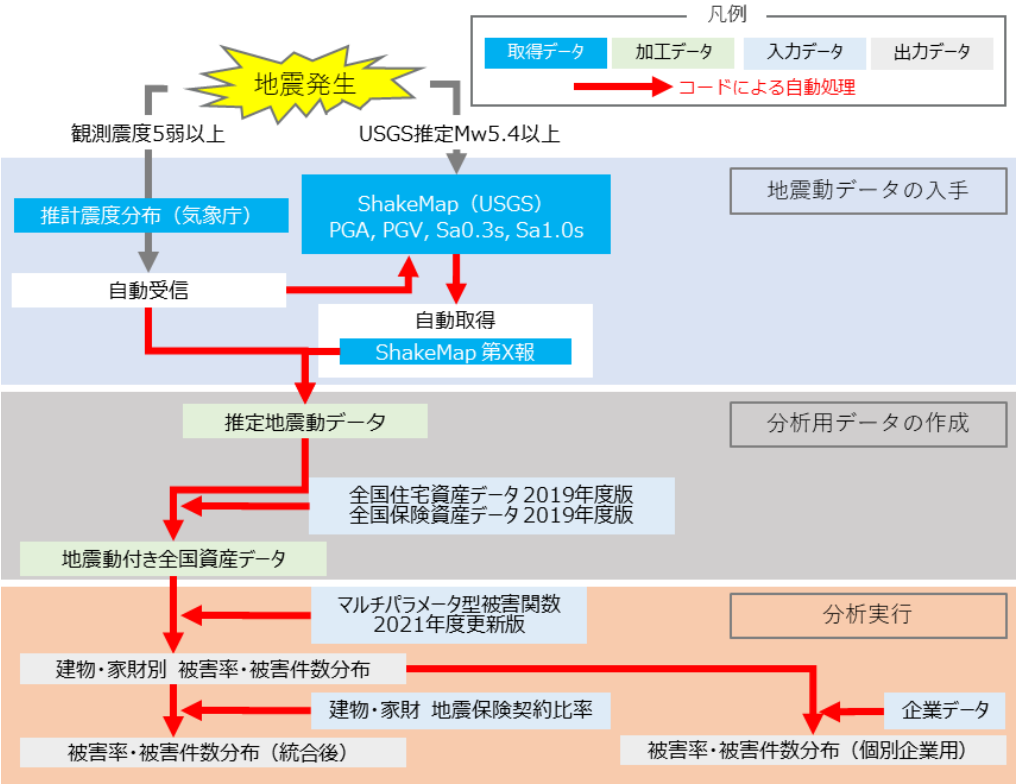


図 16　被災率および被災件数の自動推定フロー

以下の（１）から（３）にシステムの自動化の概要を示す。また（４）に分析結果のイメージを例示する。

（１）地震動データの入手

＜気象庁の推計震度分布図の入手＞

推計震度分布図は、震度５弱以上を観測した地震について、震度 4 以上の範囲を示し、1km メッシュ毎の計測震度の数値情報が含まれたデータである。この情報は気象業務支援センターからクラウド環境上に構築した FTP サーバー上に配信される。また別途設置した被害推定計算用サーバーは、本 FTP サーバー内の情報を 1 分毎に常時監視しており、新たに配信された際には自動的に情報を取得する。

なお、以下の 2 点に留意する必要がある：

- 推計震度分布図は、同一の地震について複数回発表されることがある。
- 推計震度分布図は、震度５弱以上を観測していても、強い揺れの範囲に十分な拡がりが見られない場合などにおいては、作成・配信されないことがある。

＜USGS の推定地震動分布図（ShakeMap）の入手＞

ShakeMap は、USGS が推定したモーメントマグニチュード（Mw）が 5.4 以上の地震について基本的に発表される。ShakeMap には、被害推定に使用する地震動強度の指標である、地表面最大加速度（PGA）、地表面最大速度（PGV）、加速度応答スペクトルの周期 0.3 秒

（Sa0.3s）および周期 1.0 秒（Sa1.0s）の 4 種の数値情報が約 1km メッシュ毎に収録されている。本情報は USGS が用意している WebAPI に自動的にリクエストすることにより取得する。リクエストは被害推定計算用サーバーが新たな気象庁の推計震度分布図を取得すると、その後は約 5 分毎に行われ、推計震度分布図に含まれる地震発生時間、震源位置、気象庁マグニチュード（Mj）と類似している ShakeMap を探索する。具体的には、地震発生時間の差異が±1 分、震源の緯度経度の差異が±0.3 度、マグニチュードの差異が±0.5 以内となる情報が見つかった場合、自動的に取得する。

なお、以下の 3 点に留意する必要がある：

- ShakeMap は、同一の地震について複数回更新版が発表される場合が多い。更新版を取得した場合、被害推定は全ての取得した ShakeMap に対して実施する。なお、永久に推定を実施することを避けるため、更新版の取得のリクエストは、地震発生 3 日後で取りやめる。
- ShakeMap は、過去において Mw が 5.4 未満の地震についても発表されたことがある。
- ShakeMap の取得条件である推計震度分布図情報からの差分（±1 分、±0.3 度、±0.5 以内）の設定については、過去地震における群発地震の発生間隔や、武村（1990）などから算出される Mw と気象庁マグニチュード（Mj）の関係式などを参照して定めた。

（２）分析用データの作成

＜ハザード情報の作成＞

入手した推計震度分布図と ShakeMap を、同一の地震を対象とした地震動情報と判断し、自動的に結合する。推計震度分布図が震度情報を提供している推定震度 4 以上の各 1km メッシュについて、ShakeMap から PGA、PGV、Sa0.3s、Sa1.0s を抽出して情報を結合し、ハザード情報とする。

＜地震動情報が付与された資産データの作成＞

まず分析対象となる資産の特定を自動的に行う。本研究では、ハザード情報が存在する全てのメッシュにおける資産を対象とすることにした。すなわち、気象庁の推計震度分布図において震度 4 以上と推定された地域につき被害を計算し、逆に推定震度 3 以下の地域においては被害が無いと仮定した。

このような特定の手法が妥当であるかは、議論のあるところであるが、本手法の利点は以下である：

- 地域を絞ることにより推定の計算負荷を軽減することができ、地震発生後の迅速な計算が可能となる
- 気象庁等により実際に観測された多くの地震動情報を使用して推定された推計震度分布に基づく（それに対し USGS の地震動は根拠とする実観測地震動情報の数が少ない傾向にある）
- 損害保険会社における請求勧奨は震度に基づき行われる傾向にあり、震度に基づき特定された被害情報が利用されやすい

以上から、迅速な情報提供、余震が頻発した場合の計算負荷の軽減、特定手法の信頼性確保、保険業界での活用の促進が可能となると考えられる。

次に、ハザード情報を特定された資産データと自動的に結合し、地震動情報が付与された資産データを作成する。具体的には、計測震度、PGA、PGV、Sa0.3s、Sa1.0s を、2019 年度に本研究で開発した全国住宅資産データおよび全国保険資産データに付与する。最終的に、250m メッシュ毎に、ハザード情報および件数・建物属性等を含む資産情報が結合されたデータが作成される。

（３）分析の実行

＜マルチパラメータ型被害関数の適用＞

地震動情報が付与された資産データを、従来より本研究で開発してきたマルチパラメータ型被害関数に自動的に入力し､250mメッシュ毎の被害件数を推定する｡被害件数は、住宅用地震保険の支払条件である全損・半損・一部損別に計算され、それらを足し合わせたものが全体の被害件数（すなわち支払件数）と理解される。

なお、マルチパラメータ型被害関数は、新たなデータを加えることにより 2020 年度に作成したものを更新した。具体的には、損害保険会社から 2021 年度に新たに入手した熊本地震の保険データ､および 2020 年度に使用した大阪府北部地震のデータを加えて学習データを作り、多層パーセプトロン（MLP）を再学習させた。この更新版の被害関数は、熊本地震と大阪府北部地震の両方の実績支払件数を精度よく再現することを確認している。

＜建物・家財別　被害率・被害件数分布を算出＞

被害関数を適用し計算された結果である､250mメッシュ毎かつ火災構造級別毎の建物･家財別の被害件数分布・被害率は、分析結果としてシステム内に自動的に保存される。

＜建物・家財を統合した被害率・被害件数分布を算出＞

損害保険業界における災害後請求勧奨の規模予測等に活用しやすいよう、地震保険契約比率に基づき建物と家財を統合した支払件数を自動的に算出し、分析結果としてシステム内に保存する。地震保険契約比率は全契約件数に対する建物もしくは家財の付保件数の割合であり、損害保険料率算出機構から公表されている地震保険都道府県別統計表から都道府県別に算出した。

＜個別損害保険会社データの適用＞

個別の損害保険会社等に特有のデータを適用し、同損害保険会社等用にカスタマイズした被害率・被害件数分布を自動的に算出し、分析結果としてシステム内に保存する。

例えば、地震保険について各損害保険会社は自社で契約を結んだ保険の対象（建物・家財）について査定・支払業務を行うため、災害対応にあたるべき自社の契約件数（保有契約件数）の規模を予測したいという要望がある。こうしたニーズに対応するため、地域別に全保険契約件数に対する保有契約件数の比率を個別損害保険会社等について整備し、全国保険資産データを用いた分析結果に本比率を乗算することで対応している。

（４）分析結果のイメージ

分析結果である、被害率・被害件数分布の事例を表 8 に示す。市区町村別の分析結果の一部を掲載した。なお、建物でも家財でも結果出力の形式は同じである。

表 8 の(a)から(d)は実際には横に繋がって一つのデータとして出力されるが、本報告書紙面への掲載上 4 つに分割した。

各データ項目の内容については、表 7 を参照されたい。表 8 では、例として、データ項目の一つであり推計支払件数（あるいは推計被害棟数）にあたる「Num_支払い」の大きい順に並び替えた。また、ユーザーが使用しやすいよう、小数点以下を削除するなどの処理を加えている。

表 8　システムから自動的に出力される分析結果の事例

(a)

PREF	PREF_NAME	JIS5	CITY_NAME	震度_最大	shindo_max	震度_最小	shindo_min
43	熊本県	43101	熊本市中央区	6強	62	6弱	56
43	熊本県	43102	熊本市東区	6強	62	6弱	56
43	熊本県	43104	熊本市南区	6強	63	5強	53
43	熊本県	43105	熊本市北区	6強	62	5弱	49
43	熊本県	43103	熊本市西区	6強	63	6弱	55
43	熊本県	43216	合志市	6強	62	6弱	56
43	熊本県	43202	八代市	6弱	58	4	43
43	熊本県	43211	宇土市	6強	62	5強	50
43	熊本県	43213	宇城市	6強	61	5弱	46
43	熊本県	43443	上益城郡益城町	6強	62	5強	54
43	熊本県	43210	菊池市	6強	64	5弱	47
44	大分県	44201	大分市	5弱	49	4	35
43	熊本県	43403	菊池郡大津町	6強	62	6弱	57
43	熊本県	43404	菊池郡菊陽町	6強	62	6弱	58
43	熊本県	43214	阿蘇市	6強	62	5弱	48
41	佐賀県	41201	佐賀市	5強	51	4	35
40	福岡県	40203	久留米市	5強	51	4	39
43	熊本県	43441	上益城郡御船町	6強	61	5強	52
45	宮崎県	45201	宮崎市	4	43	4	35
40	福岡県	40132	福岡市博多区	5弱	45	4	35

(b)

pga_max	pgv_max	sa0.3_max	sa1.0_max	sa3.0_max	Num	Amt
843	90	1.86	0.9	0.28	5,114	59,106,797,479
941	108	2.14	1.06	0.36	4,483	46,382,825,905
745	84	1.7	0.96	0.3	2,853	28,909,127,735
726	76	1.66	0.72	0.2	3,028	29,569,918,509
628	64	1.42	0.7	0.2	2,132	21,186,544,658
608	62	1.44	0.54	0.2	1,313	13,420,496,602
314	38	0.78	0.54	0.1	2,438	25,249,722,658
569	68	1.34	0.9	0.16	739	6,922,619,837
569	58	1.34	0.76	0.12	1,012	10,252,450,053
961	110	2.14	1.08	0.42	374	3,300,262,541
588	62	1.36	0.48	0.2	684	6,908,426,953
118	18	0.28	0.14	0.08	9,382	99,344,678,550
863	92	2.12	0.8	0.3	360	4,079,426,873
824	88	1.98	0.8	0.28	369	4,707,440,866
824	116	2.04	0.94	0.66	352	3,679,339,269
137	16	0.38	0.2	0.04	4,683	50,385,811,323
157	14	0.4	0.2	0.06	5,299	60,644,925,526
863	100	1.92	0.98	0.3	223	2,106,217,732
118	10	0.2	0.12	0.04	7,221	75,232,548,042
98	8	0.24	0.1	0.02	6,268	58,873,476,349

(c)

Num_全損	Num_半損	Num_一部損	Num_支払	Num_無被害
162	931	3,336	4,429	686
250	1,387	2,629	4,266	217
84	471	1,820	2,375	478
44	253	1,459	1,756	1,271
26	148	994	1,168	963
23	126	705	854	459
6	36	458	499	1,939
16	86	387	488	251
12	65	397	473	539
24	143	200	367	8
8	46	289	344	340
1	9	296	306	9,076
11	61	233	304	56
9	53	238	300	69
14	67	180	261	91
1	8	210	219	4,464
1	7	204	212	5,087
10	51	128	188	34
0	5	180	185	7,036
0	3	137	140	6,128

(d)

被害率_全損	被害率_半損	被害率_一部損	被害率_支払	被害率_無被害
3.16%	18.20%	65.24%	86.60%	13.41%
5.58%	30.94%	58.63%	95.15%	4.85%
2.95%	16.51%	63.80%	83.26%	16.75%
1.46%	8.37%	48.18%	58.01%	41.99%
1.23%	6.94%	46.64%	54.81%	45.19%
1.75%	9.58%	53.71%	65.04%	34.96%
0.23%	1.46%	18.78%	20.47%	79.53%
2.13%	11.61%	52.27%	66.01%	33.99%
1.17%	6.39%	39.23%	46.79%	53.22%
6.39%	38.21%	53.35%	97.95%	2.05%
1.24%	6.68%	42.32%	50.24%	49.76%
0.01%	0.09%	3.16%	3.26%	96.74%
2.96%	16.86%	64.63%	84.45%	15.55%
2.51%	14.37%	64.50%	81.38%	18.62%
3.94%	19.09%	51.18%	74.21%	25.80%
0.02%	0.17%	4.49%	4.68%	95.32%
0.01%	0.13%	3.86%	4.00%	96.00%
4.32%	22.81%	57.49%	84.62%	15.38%
0.01%	0.07%	2.49%	2.57%	97.43%
0.00%	0.05%	2.18%	2.23%	97.76%

２．３．３　暫定版システムのテスト運用実績

上記の自動化を実装した被害推定システムの暫定版（暫定版システム）のテスト運用を、2021 年 8 月以降に実施した。テスト運用期間中に発生した観測震度 5 弱以上の地震（計 8 地震）とその関連情報について、表 9 に示している。

表 9　テスト運用期間中に発生した観測震度 5 弱以上の地震と関連情報

2020年8月～2021年1月に発生した最大震度5弱以上の地震（気象庁）						USGS		PRISM	
地震の発生日	地震の発生時刻	震央地名	Mj	最大震度	気象庁推計震度分布 ※1	Mw ※2	ShakeMap	被害推定	地震発生～初報推定完了までの所要時間
2022/1/22	1:08:38	日向灘	6.6	震度５強	発表(2回)	6.3	発表	自動で作動	28分、33分
2022/1/4	6:08:52	父島近海	6.1	震度５強	発表されず	5.8	発表	作動せず	—
2021/12/9	11:05:08	トカラ列島近海	6.1	震度５強	発表	6.0	発表	自動で作動	25分
2021/12/3	9:28:29	紀伊水道	5.4	震度５弱	発表	5.2	発表されず	作動せず	—
2021/12/3	6:37:48	山梨県東部・富士五湖	4.8	震度５弱	発表	4.4	発表されず	作動せず	—
2021/10/7	22:41:23	千葉県北西部	5.9	震度５強	発表	5.9	発表	手動で作動	約9時間
2021/10/6	2:46:02	岩手県沖	5.9	震度５強	発表	5.7	発表	手動で作動	約5時間
2021/9/16	18:42:30	石川県能登地方	5.1	震度５弱	発表	4.9	発表	自動で作動	28分

8 ケースの地震のうち 1 地震について気象庁から推計震度分布が発表されず、2 地震について USGS から ShakeMap が発表されなかった。これらの 3 地震についてはハザード情報を生成できなかったため被害推定が実施できなかったが、いずれについても被害が相対的に少ないと考えられ、大きな問題はないと考えられる。なぜなら、推計震度分布が発表されなかった理由は強震動を経験した地域が少なかったため、ShakeMap が発表されなかった理由は Mw が他の地震と比較して相対的に小さかったためである。

一方、強い揺れの範囲に十分な拡がりが見られ Mw が相対的に大きかった 5 地震については　推計震度分布と ShakeMap の両方が発表された。そのうち、3 地震について自動的に被害推定が想定通りに完了した。地震発生から初報推定完了までにかかった所要時間は約 30 分であった。計算結果の例として、2021 年 10 月 7 日に発生した千葉県北西部の地震の支払件数の推定分布図を図 17 に示す。なお、2 地震については自動的に完了しなかったが、これは随時改修を行っていた暫定版システムの一部プログラムに不備がであったためであり、地震発生後迅速に修正することにより数時間の所要時間で被害推定は完了した。

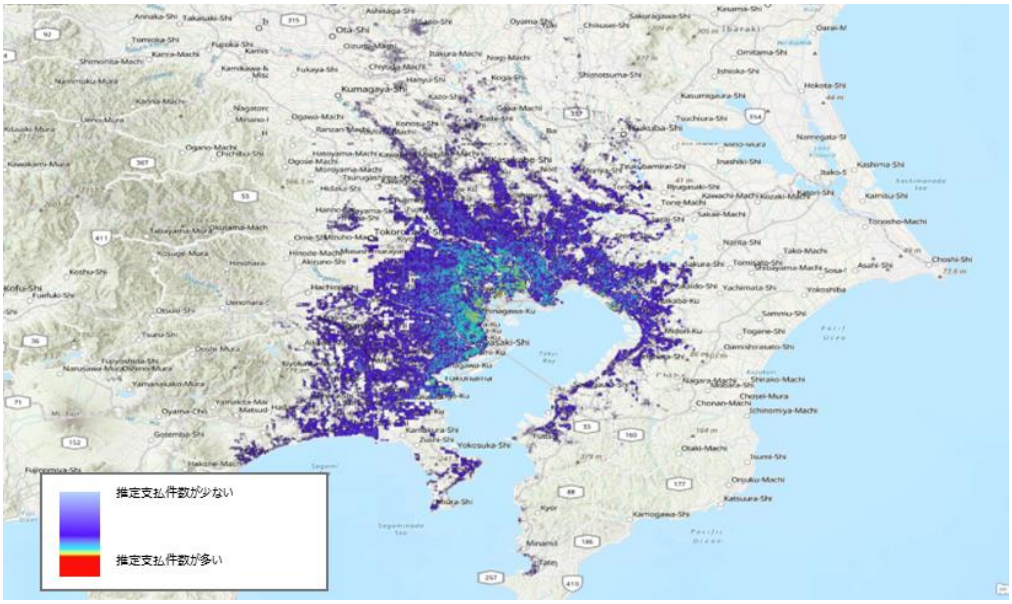


図 17　令和３年１０月７日２２時４１分頃の千葉県北西部の地震の
地震保険金支払件数（推定値）の分布図の例

２．４　洪水被害推定手法の高度化・自動化

（１）概要

2020 年度業務において、洪水被害推定のための実観測ハザードデータ組込用インターフェース（以下、インターフェースとよぶ。位置づけは図 18 を参照）を開発したが、推定精度の向上や損害保険の査定業務活用のための算出時間短縮などの課題があった。2021 年度はまず 2018 年 7 月豪雨（西日本豪雨）以外の様々な豪雨事例で損失額を推定し、実際の保険損害と突き合わせることで精度検証を実施した。また気象庁の洪水警報危険度分布などのデータを用いて洪水リスク評価モデル内で定義されている単位集水域ごとの破堤確率を推定することで、破堤情報を取得する前の早い段階で損失額を推定する仕組みを構築した。さらに、洪水の実観測ハザードデータ[1]をリアルタイムで取得し、インターフェースへ取り込むまでのプロセスをプログラムで 1 本化し高速化を実現した。

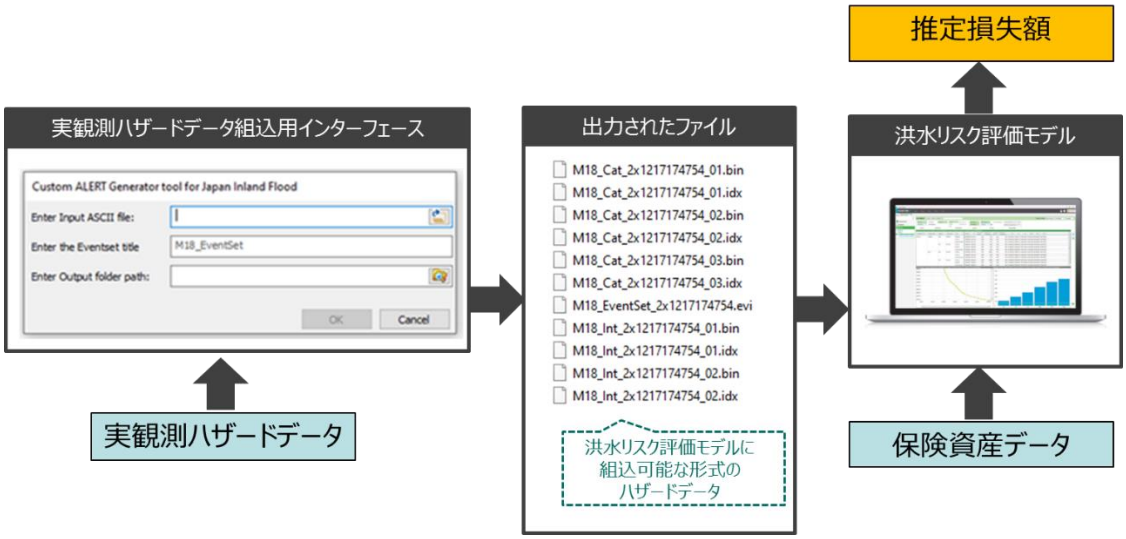


図 18　損失額推定におけるインターフェースの位置づけ

（２）実施方法

被害推定手法の高度化にあたっては、まず過去の事例による推定結果を蓄積することを目標に対象事例の選定やハザードデータ・破堤点の調査・収集を行った。具体的な調査・収集方法と推定結果、推定結果から得られる示唆は**２．４．１．１　様々な過去事例に対する損失額推定**で説明する。次に、発災直後の情報が限られる状況の中で被害推定するにあたって、どのように破堤箇所の情報を得るか検討した。検討内容や手法、検証の詳細は**２．４．１．２　破堤点の推定手法の開発**で説明する。

被害推定の自動化・高速化にあたってはプログラムの改定やデータ配信サーバーとの接続を実施した。実施内容の詳細は**２．４．２　洪水被害推定の自動化・高速化**で説明する。

---

[1] 洪水リスク評価モデル内において、ハザードの情報は通称「ALERT ファイル（ALERT: AIR Loss Estimates in Real Time)」と呼ばれるバイナリファイル群で表現される。

２．４．１　被害推定手法の高度化

２．４．１．１　様々な過去事例に対する損失額推定

（１）概要

損失額の推定にあたっては、モデル提供会社である AIR Worldwide 社[2]の洪水リスク評価モデル（図 19）を使用した。洪水リスク評価モデルは浸水深を計算する「ハザードモジュール」、建物等の保険資産が被る損失率を計算する「脆弱性モジュール」、保険契約条件適用後の損失額を計算する「ファイナンシャルモジュール」の 3 つのモジュールから構成されている。

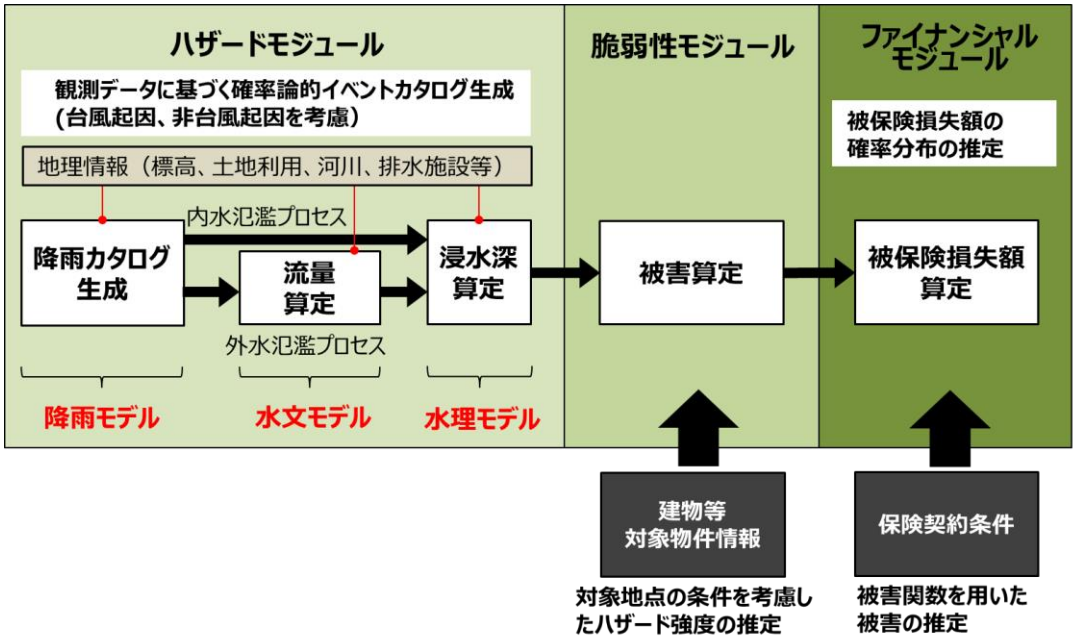


図 19 洪水リスク評価モデルの概念図

2020 年度の取組においては、発災直後に得られる降雨および洪水の強度情報をモデルに入力することで、実観測データに基づいた損失額の推定を実現した。降雨および洪水の強度情報としては 2 時間累積雨量の最大値、河川流量、破堤箇所を入力する必要があり、2021 年度の業務においては気象庁の解析雨量ならびに「精緻化された流域雨量指数」（以下単に流域雨量指数とよぶ）を採用している（表 10）。

表 10　使用したハザードデータ

データ種類	流域雨量指数	解析雨量
データ提供元	日本気象株式会社	気象業務支援センター
データセット名	流域雨量指数	解析雨量
データ形式	BUFR 第 4 版	GRIB2
グリッドサイズ	1km	1km

次に精度検証の対象とした事例については、損保協会が保険金支払額を公表しており、かつ相当の洪水被害が発生していると認められる表 11 に示す事例とした。

[2] AIR Worldwide 社のリスク評価モデルの名称は「Touchstone」。

表 11　保険損失額の算出対象とした事例

記号	年月	名称	影響地域
A	2021 年 7 月	2021 年 7 月豪雨災害	広島県・神奈川県・静岡県等
B	2020 年 7 月	2020 年 7 月豪雨災害	九州地方等
C	2019 年 10 月	2019 年 10 月 25 日関東豪雨	千葉県等
D	2019 年 10 月	台風 19 号（Hagibis）	日本広域
E	2017 年 10 月	台風 21 号（Lan）	三重県・和歌山県等
F	2017 年 7 月	2017 年 7 月豪雨災害	福岡県・大分県等

また、精度検証に使用する資産データは 2020 年度までに開発した日本全国住宅資産データ（250m メッシュ解像度、詳細は表 12 に示す）をもとに以下のステップにより作成した。

表 12　全国住宅資産データの仕様

データ名	全国住宅資産データ（建物/家財）
対象物件	日本全国の住宅物件
位置情報	標準地域メッシュコード
メッシュサイズ	4 分の 1 地域メッシュ（250m メッシュ解像度）
測地系	JGD2000
作成基準年	2018 年度末
データ形式	CSV ファイル形式
建物属性情報	＜物件種別＞ 戸建/集合住宅/不明 ＜構造＞ RC 造/S 造/防火木造/非防火木造/不明 ＜建築年区分＞ 1970 年以前/1971 年-1980 年/1981 年-1990 年/1991 年-2000 年/2001 年-2010 年/2011 年-2015 年/2016 年-2018 年/不明 ＜階数区分＞ 3 階以下/4 階-6 階/7 階-10 階/11 階-20 階/21 階-30 階/31 階以上/不明
数値情報	・建物/家財再調達価額（円） ・建物件数（棟）

STEP1　前年度における住宅火災保険新規契約の保険金額を抽出

…　前年度損害保険料率算出機構統計集（火災保険）[20]をもとに前年度の対象都道府県における①新規火災保険契約（住宅物件）の保険金額を抽出。

STEP2　前年度末時点における住宅火災保険保有契約の保険金額を推定

…　前年度損害保険料率算出機構統計集（地震保険）[20]における都道府県別の新規・保有契約の保険金額をもとに、新規・保有比率を算出し、STEP1 で抽出した新規保険金額に乗じることで、前年度末時点における②火災保険（住宅物件）保有契約の保険金額を推定した。

STEP3　前年度末時点における水災補償付き住宅火災保険保有契約の保険金額を推定

…　前年度水災補償付帯率（損害保険料率算出機構）[21]を STEP2 の保険金額に乗じることで、前年度末時点における③火災保険（住宅物件）保有契約のうち、水災補償を付帯しているものの保険金額を推定した。

STEP4　日本全国住宅資産データ（250m メッシュ解像度）の比に水災保険金額を案分

…　STEP3 で求めた保険金額を既開発の日本全国住宅資産データの資産価額の比で案分することで、250m メッシュ解像度で水災補償付保険資産データを作成した。

（２）比較対象とする実損失額の算出

洪水リスク評価モデルを用いて推定した損失額を実損失額と比較して精度を検証する。しかし、全国の住宅を対象とした実損失額は明示的に集計されておらず、国土交通省の水害統計[22]ならびに損保協会の自然災害別支払保険金データ[23]から以下の算式を用いて近似的に算出することとした。

推定実損失額＝Min（水害統計に基づく損失額，損保協会発表に基づく損失額）

ここで、水害統計に基づく損失額（α）と損保協会発表に基づく損失額（β）はそれぞれ以下の算式により推定するものとした。なお、水害統計が未発表の年度についてはβのみの算出とした。

α＝[水害統計の水災損失額]×（[住宅火災保険保有保険金額]×[水災付帯率]/[全国住宅資産データの合計保険金額]）

β＝[損保協会発表の火災保険損失額]×（[住宅火災保険新規保険金額]/[火災保険新規保険金額]）

（３）精度検証結果

災害毎の精度検証結果を示す。なお、実務的な観点から、推定損失額が実損損失額の半分～2 倍以内に収まっていれば、精度良く推定できていると仮定した。

A.　2021 年 7 月豪雨災害（事例 A）

計算の仮定は表 13 のようにおいた。損失額推定に使用したハザードデータの概要を図 20～21 に示す。

表 13　事例 A の計算仮定

洪水発生日時	2021 年 6 月 30 日 0 時
洪水発生期間	2021 年 6 月 30 日 0 時～2021 年 7 月 12 日 23 時
対象都道府県	静岡県
破堤点	なし（外水氾濫による損失額はゼロと仮定）

※計算時点において、2020 年度損害保険料率算出機構統計集[20]が未発表であったため、2019 年度損害保険料率算出機構統計集[20]を使用した。

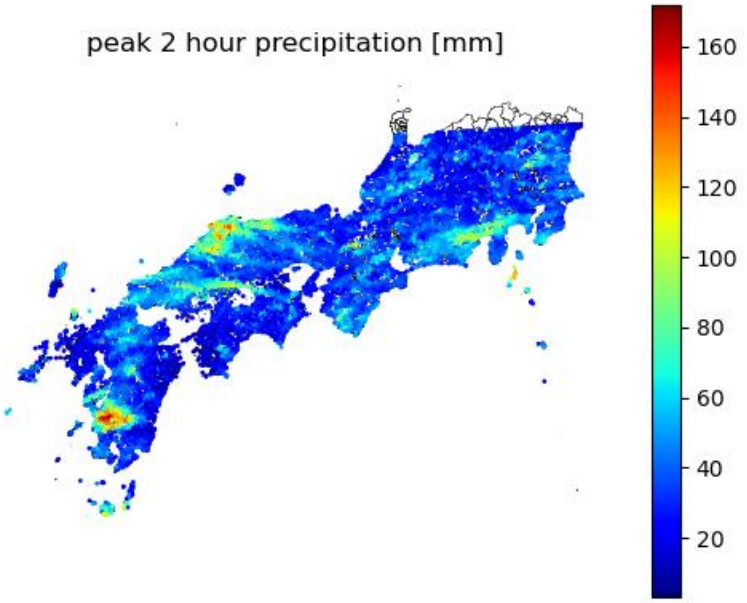


図 20　事例 A の損失額推定に使用した 2 時間累積雨量（最大値）

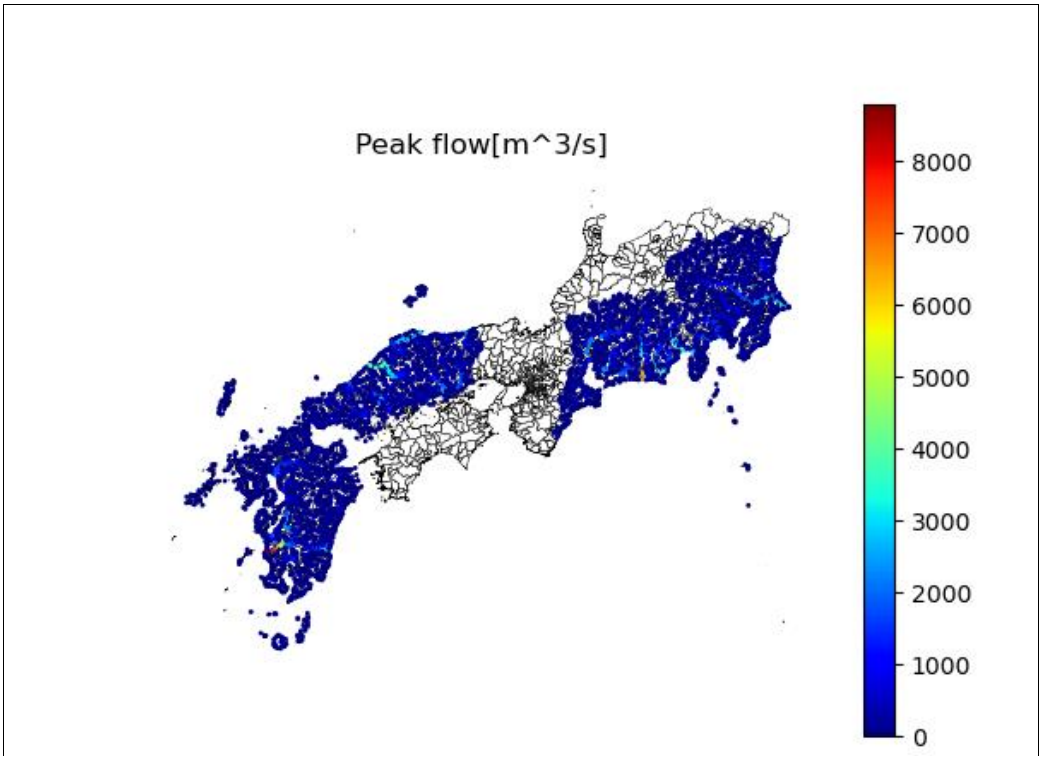


図 21　事例 A の損失額推定に使用した河川流量

結果は表 14 の通りであった。被害が顕著であった静岡県では実損失額の 2 倍以内と概ね良い精度で推定できた。

表 14　事例 A の精度検証結果（百万円単位）

都道府県	①実損失額	②推定損失額	比率（②/①）
静岡県	509	996	1.96

B.　2020 年 7 月豪雨災害（事例 B）

計算の仮定は表 15 のようにおいた。損失額推定に使用したハザードデータの概要を図 22～23 に示す。また、設定した破堤点の位置を図 24 に示す。

表 15　事例 B の計算仮定

洪水発生日時	2020 年 7 月 3 日 0 時
洪水発生期間	2020 年 7 月 3 日 0 時～2020 年 7 月 31 日 23 時
対象都道府県	大分県、熊本県、鹿児島県、福岡県（4 都道府県）
破堤点	球磨川 2 箇所（破堤）＋球磨川 3 箇所（越流）

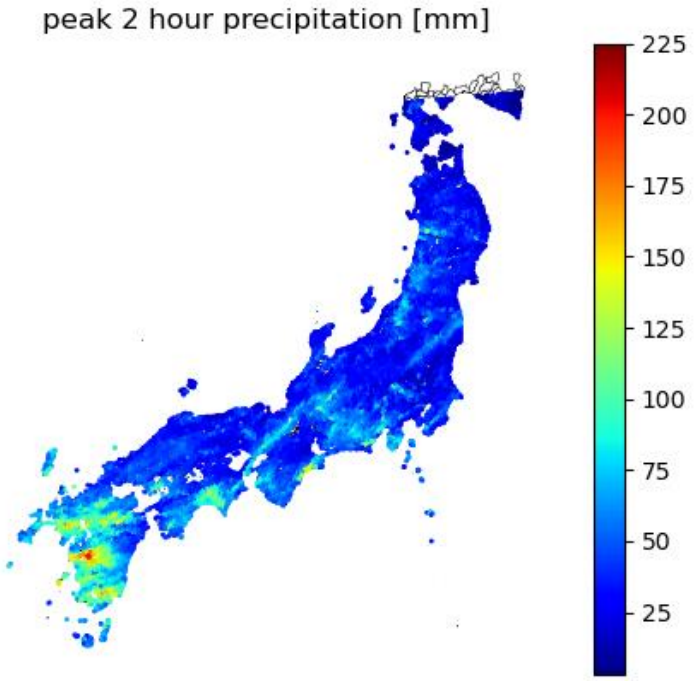


図 22　事例 B の損失額推定に使用した 2 時間累積雨量（最大値）

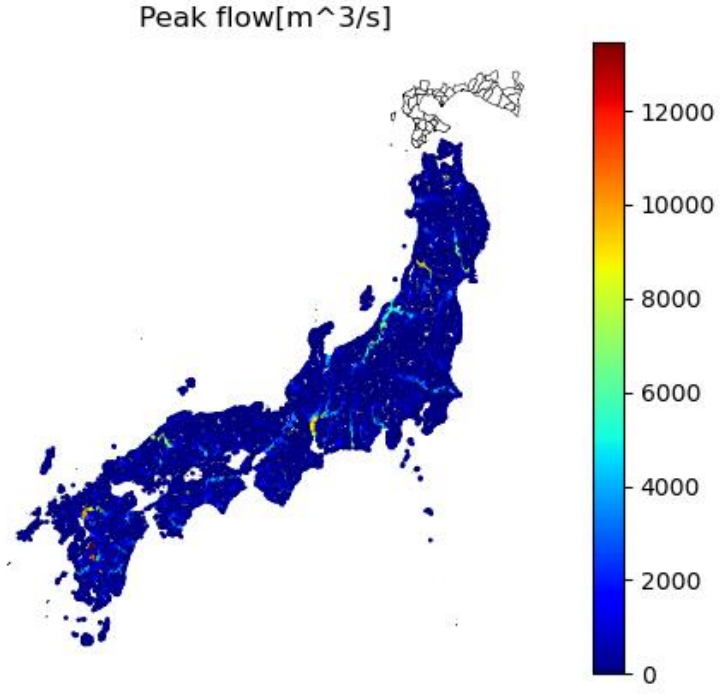


図 23　事例 B の損失額推定に使用した河川流量

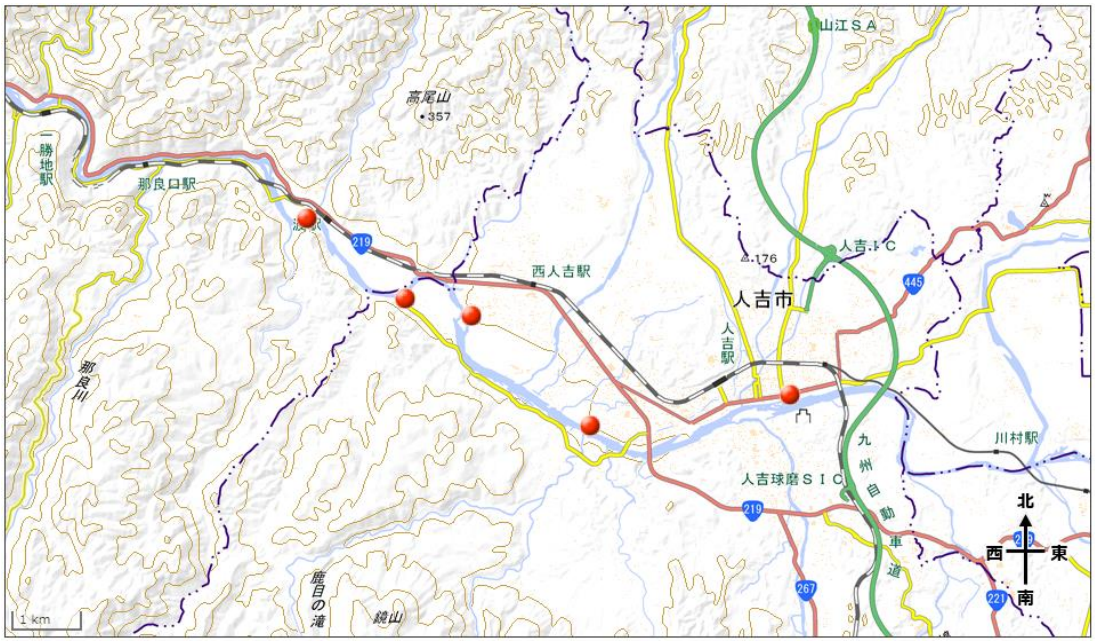


図 24　事例 B の損失額推定時に設定した破堤点

結果は表 16 の通りであった。主に破堤が生じた熊本県において推定結果が大きく過小になる結果となった。熊本県を流れる球磨川水系においては決壊の他に複数の箇所で越流による被害が確認されている。洪水リスク評価モデルでは越流の効果は分析に反映できないため、位置情報を取得できた越流箇所 3 か所を除いて外水氾濫による損失額が算

定されず、過小評価に至ったと考えられる。また、決壊箇所が集中しているため、複数の地点で決壊していても、洪水リスク評価モデル内では 1 つの集水域の破堤として扱われてしまったことも過小評価の要因と考えられる。福岡県、大分県、鹿児島県は外水氾濫が発生していたものの、ほとんどが越流による被害であり、洪水リスク評価モデル上は外水氾濫による損失額が 0 となるため、総じて過小評価の傾向にある。

表 16　事例 B の精度検証結果（百万円単位）

都道府県	①実損失額	②推定損失額	比率（②/①）
大分県	1,062	434	0.409
熊本県	17,271	1,477	0.0855
鹿児島県	1,937	536	0.277
福岡県	5,707	1,723	0.302
小計	**25,977**	**4,170**	**0.161**

C.　2019 年 10 月 25 日関東豪雨災害(事例 C)

計算の仮定は表 17 のようにおいた。損失額推定に使用したハザードデータの概要を図 25～26 に示す。

表 17　事例 C の計算仮定

洪水発生日時	2019 年 10 月 24 日 0 時
洪水発生期間	2019 年 10 月 24 日 0 時～2019 年 10 月 26 日 23 時
対象都道府県	千葉県
破堤点	なし

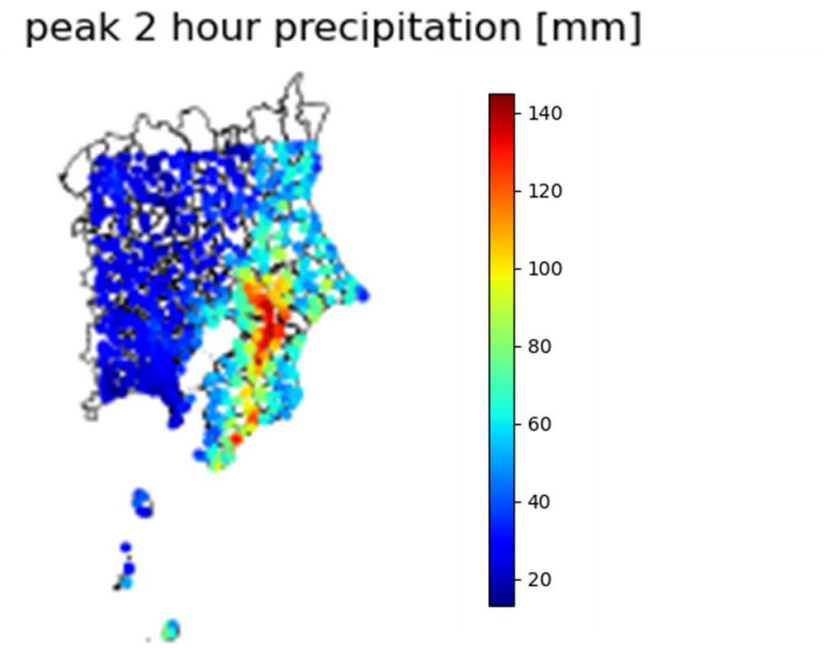


図 25　事例 C の損失額推定に使用した 2 時間累積雨量（最大値）

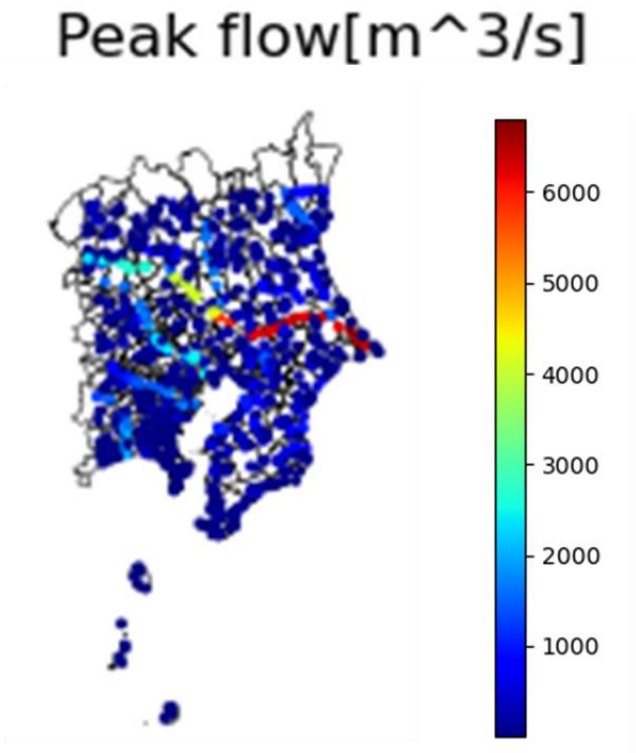


図 26　事例 C の損失額推定に使用した河川流量

結果は表 18 の通りであった。推定損失額は実損失額の 2 倍以内となっており、概ね問題ない精度で推定できているといえる。

表 18　事例 C の精度検証結果（百万円単位）

都道府県	①実損失額	②推定損失額	比率（②/①）
千葉県	1,723	2,756	1.60

D.　2019 年台風 19 号（Hagibis）（事例 D）

計算の仮定は表 19 のようにおいた。損失額推定に使用したハザードデータの概要を図 27～28 に示す。また、設定した破堤点の位置を図 29 に示す。

表 19　事例 D の計算仮定

洪水発生日時	2019 年 10 月 12 日 19 時（台風上陸時に設定）
洪水発生期間	2019 年 10 月 6 日 0 時～2019 年 10 月 13 日 23 時
対象都道府県	福島県、宮城県、長野県、茨城県、栃木県、埼玉県、新潟県（7 都道府県）
破堤点	国土交通省の破堤点住所情報[24]より Google API で緯度経度化（120 地点）したものを使用

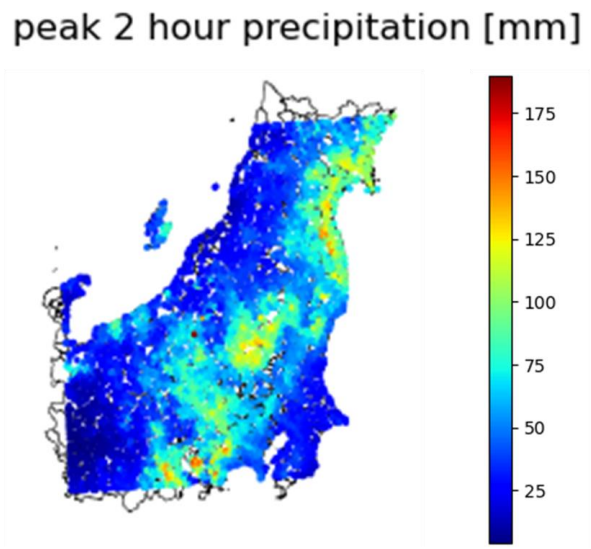


図 27　事例 D の損失額推定に使用した 2 時間累積雨量（最大値）

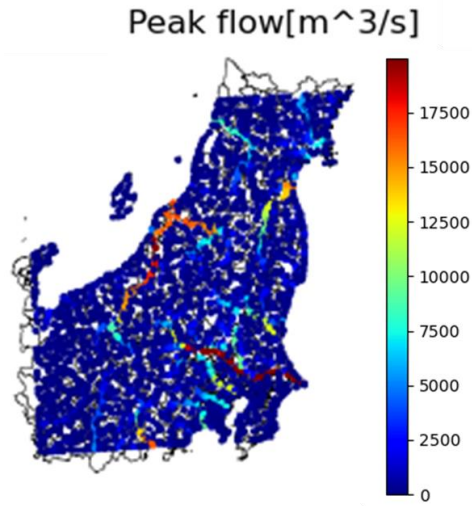


図 28　事例 D の損失額推定に使用した河川流量

図 29　事例 D の損失額推定時に設定した破堤点

結果は表 20 の通りであった。7 県中 5 県ならびに全体では推定損失額は実損失額の半分から 2 倍の範囲に収まっており、概ね問題ない精度で推定できているといえる。

表 20　事例 D の精度検証結果（百万円単位）

都道府県	①実損失額	②推定損失額	比率（②/①）
福島県	30,566	12,795	0.419
茨城県	3,448	2,092	0.607
宮城県	10,074	16,562	1.64
長野県	16,783	5,153	0.307
新潟県	421	591	1.40
埼玉県	10,455	13,087	1.25
栃木県	8,112	6,458	0.796
小計	**79,851**	**56,738**	**0.711**

E.　2017 年台風 21 号（Lan）（事例 E）

計算の仮定は表 21 のようにおいた。損失額推定に使用したハザードデータの概要を図 30～31 に示す。

表 21　事例 E の計算仮定

洪水発生日時	2017 年 10 月 23 日 3 時（台風上陸時に設定）
洪水発生期間	2017 年 10 月 16 日 0 時～2017 年 10 月 23 日 23 時
対象都道府県	三重県、和歌山県（2 都道府県）
破堤点	なし

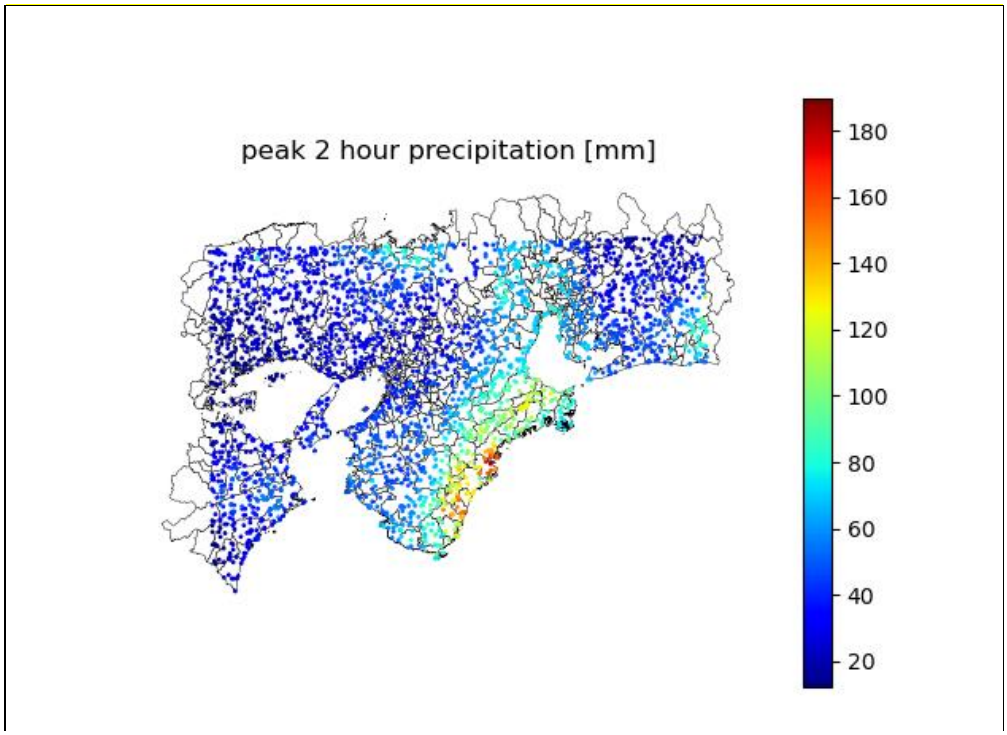


図 30　事例 E の損失額推定に使用した雨量

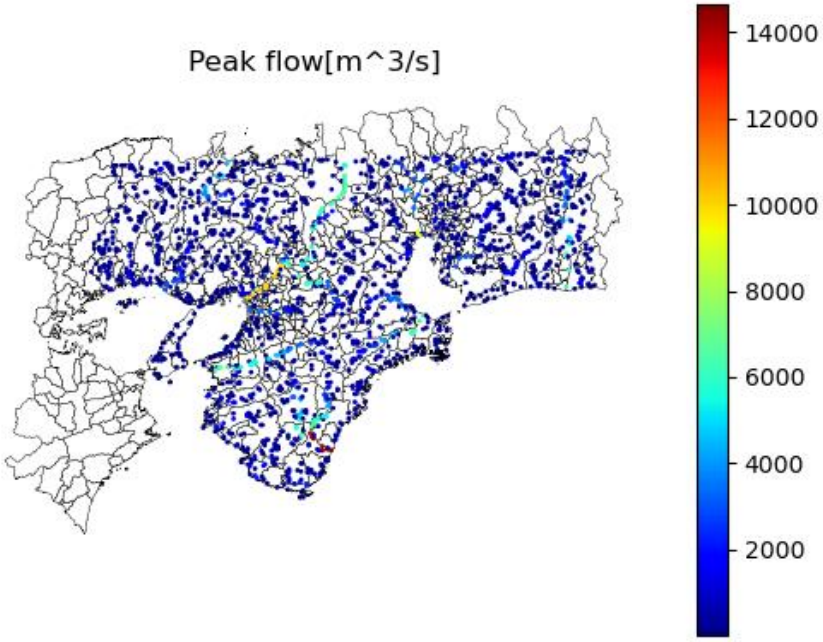


図 31　事例 E の損失額推定に使用した流量

結果は表 22 の通りであった。推定損失額の推定精度は、三重県は問題ない結果が得られたが、和歌山県では過小となる結果となった。破堤が生じない場合に外水氾濫を評価できない問題に起因すると考えられる。

表 22　事例 E の精度検証結果（百万円単位）

都道府県	①実損失額	②推定損失額	比率（②/①）
三重県	101	132	1.31
和歌山県	430	55	0.128
小計	**531**	**187**	**0.352**

F.　2017 年 7 月豪雨災害（事例 F）

計算の仮定は表 23 のようにおいた。損失額推定に使用したハザードデータの概要を図 32～33 に示す。また、設定した破堤点の位置を図 34 に示す。

表 23　事例 F の計算仮定

洪水発生日時	2017 年 7 月 6 日 0 時
洪水発生期間	2017 年 7 月 5 日 0 時～2017 年 7 月 8 日 23 時
対象都道府県	福岡県、大分県（2 都道府県）
破堤点	筑後川右岸の 2 箇所

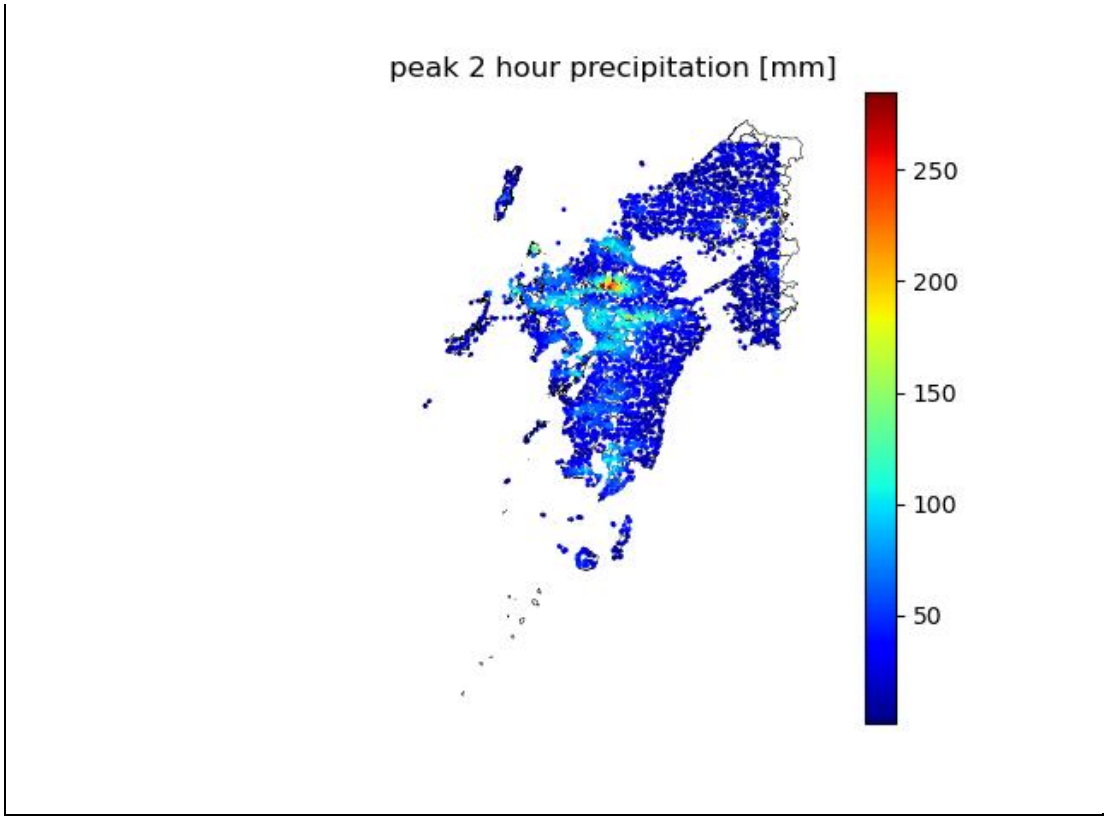


図 32　事例 F の損失額推定に使用した 2 時間累積雨量（最大値）

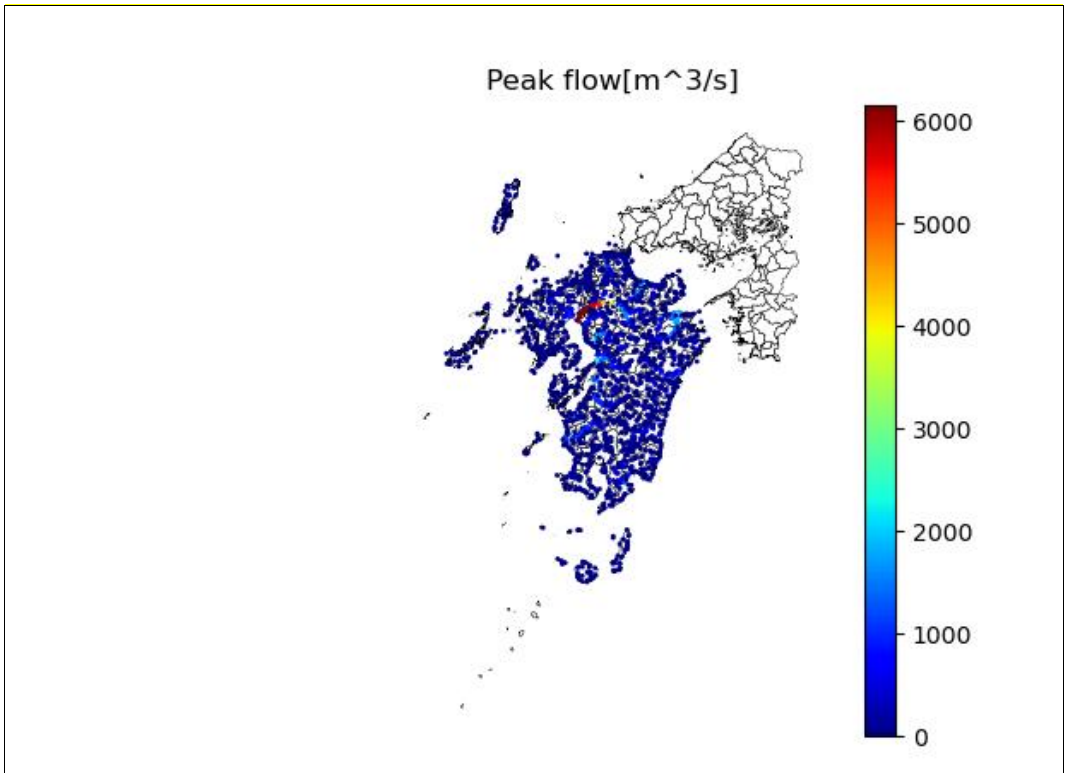


図 33　事例 F の損失額推定に使用した河川流量

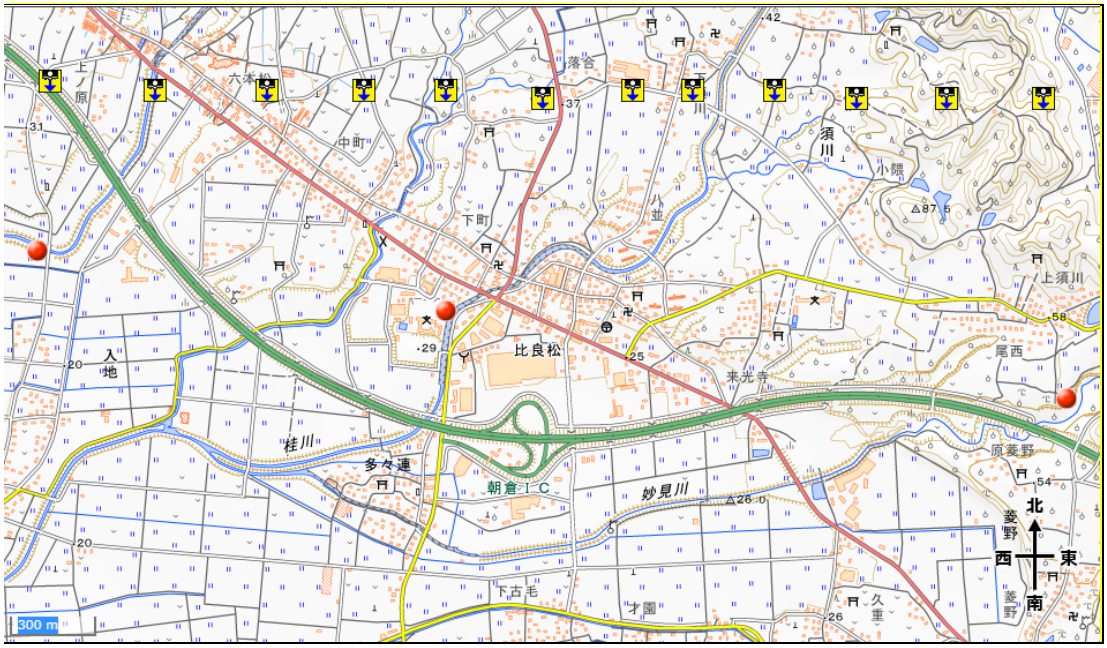


図 34　事例 F の推定時に設定した破堤点

結果は表 24 の通りであった。福岡県は推定損失額が実損失額の半分以内に収まっているのに対し、大分県で過小評価の傾向がある。大分県では山地河川の氾濫による被害が多数確認されており、それらが洪水リスク評価モデルで十分に表現されていないことが要因として考えられる。

表 24　事例 F の精度検証結果（百万円単位）

都道府県	①実損失額	②推定損失額	比率（②/①）
福岡県	643	325	0.505
大分県	125	34	0.272
小計	**768**	**358**	**0.466**

（４）考察

過去事例の分析から、広域の洪水で破堤箇所を適切に指定できた場合は良い推定精度が得られる一方で、現状の洪水リスク評価モデルでは以下の課題があることを確認した。

- 破堤点が 1 区画に集中している場合、洪水リスク評価モデルでは集水域毎に 1 つの破堤点しか指定できないため、推定が過小になりやすい
- 山地河川では急な水位の上昇により河川が氾濫し被害が拡大するが、モデルでは堤防決壊が生じない限り外水氾濫による被害が生じないとみなされるため、推定が過小になりやすい
- 土砂災害による被害はモデルで考慮できない
- 越流による被害はモデルで評価できない

２．４．１．２　破堤点の推定手法の開発

（１）背景

実観測データに基づいた外水氾濫の損失額推定を実施するためには、洪水リスク評価モデル内で定義された単位集水域毎に破堤の有無（左岸、右岸、両岸、破堤なし）の情報を入力する必要がある。しかし、破堤の情報は発災後一定の時間が経過してから現地調査などにより判明してくるものであり、早期の損失額推定を困難にする要因となっている。本取組の目的は早期に洪水による損失額を把握することであり、早期かつ自動的な破堤点把握が重要となってくることから、本項目を実施するに至った。

（２）利用データの検討

破堤点を早期に把握する仕組みを構築するために、利用データの検討を行った。利用データについては、SNS 情報、ライブカメラ映像、衛星画像、気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報を候補として比較を行った。各データの比較に先立ち、気象庁の洪水警報危険度分布と指定河川洪水予報の概要について記載する。

（３）気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報の概要

(a) 気象庁の洪水警報危険度分布

気象庁の洪水警報危険度分布[25]は、流域雨量指数及び表面雨量指数の実況・予想に基づいて、1km メッシュ毎に中小河川の洪水災害発生の危険度の高まりを５段階で表示した分布図である。危険度は“今後の情報に留意”、“注意”、“警戒”、“非常に危険”、“極めて危険”で表示される。表示例を図 35 に示す。

この危険度は 10 分毎に計算される「流域雨量指数」を「洪水警報・注意報基準」に基づき判定される。判定には、3 時間先までの流域雨量指数の予測値を用い、その中で最も高い危険度が表示される。洪水警報の危険度とその意味を表 25 に示す。

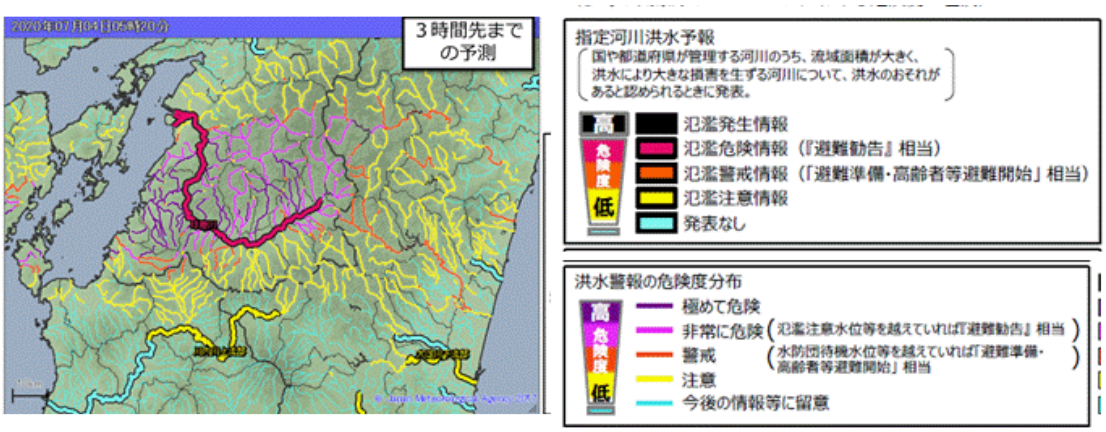


図 35　気象庁の洪水警報危険度分布および指定河川洪水予報の表示例と凡例[26]

表 25 洪水警報の危険度とそれらが示す意味[26]

洪水警報の危険度	意味
今後の情報に留意	実況および予想で、基準Ⅰ（洪水注意報の流域雨量指数基準あるいは複合基準（※１））未満
注意	実況または予想で、基準Ⅰ（洪水注意報の流域雨量指数基準あるいは複合基準（※１））に到達
警戒	実況または予想で、基準Ⅱ（洪水警報の流域雨量指数基準あるいは複合基準（※１））に到達
非常に危険	予想で、基準Ⅲ（洪水警報の流域雨量指数基準を大きく超過した基準）に到達
極めて危険	実況で、基準Ⅲ（洪水警報の流域雨量指数基準を大きく超過した基準）に到達

※１ 湛水型の内水氾濫に起因する浸水害を対象として設定した、表面雨量指数と流域雨量指数の組み合わせによる基準

また、表 25 で記載されている洪水警報・注意報基準については、: 表 26 のとおり示されている。

表 26 洪水警報・注意報基準の考え方[25]

基準		基準要素	基準設定手法	
			調査対象期間に災害発生あり	調査対象期間に災害発生なし
警報相当	Ⅲ	流域雨量指数基準	河川流域で発生した外水氾濫に起因する重大な浸水害を高い確度で適中させるように設定。	災害ありの河川で設定された基準Ⅲを参考に、それと同等レベルの基準値を設定。(基準Ⅲと基準Ⅱの比が「災害発生ありの河川」と同程度になるように設定)
	Ⅱ	流域雨量指数基準	河川流域で発生した外水氾濫に起因する重大な浸水害を見逃さないように設定。	基準超過頻度を考慮し、30年確率値を設定。(調査期間(25年間程度)で1回基準超過するレベルに設定)
		複合基準 表面雨量指数＋流域雨量指数	河川流域で発生した内水氾濫に起因する重大な浸水害を見逃さないように設定。	設定しない。
注意報相当	Ⅰ	流域雨量指数基準	河川流域で発生した外水氾濫に起因する浸水害（警報まで至らない軽微なもの）を見逃さないように設定。	基準超過頻度を考慮し、基準Ⅱの7～8割に設定。
		複合基準 表面雨量指数＋流域雨量指数	河川流域で発生した内水氾濫に起因する浸水害（警報まで至らない軽微なもの）を見逃さないように設定。	設定しない。

（b）指定河川洪水予報の概要

指定河川洪水予報[26]は、気象庁が国土交通省または都道府県の機関と共同して、あらかじめ指定した河川を対象とした洪水の予報である。予報の種類は“発表なし”、“氾濫注意情報”、“氾濫警戒情報”、“氾濫危険情報”、“氾濫発生情報”の 5 段階。流域面積が大きく、洪水により大きな被害が発生するおそれがある河川を対象としており、大きく 2 種類に分けられる。

・国土交通省と共同で行う指定河川洪水予報

2 つ以上の都府県にわたる河川または流域面積の大きい河川で、洪水によって重大な損害が生ずるおそれのあるものについて、国土交通大臣が指定する。国土交通大臣が管理する全国 109 の水系すべてで指定河川洪水予報が実施されている。

・都道府県と共同で行う指定河川洪水予報
上記以外の河川で、洪水によって相当の被害が発生するおそれのあるものについて、気象庁と協議して都道府県知事が指定する。

上記気象庁の洪水警報危険度分布および指定河川洪水予報のデータ（いずれも 1km メッシュ）は、気象業務支援センター・日本気象株式会社からデータ購入が可能である。

（４）各データの利用可能性
（２）で候補とした各データについて、具体的な破堤点推定への活用方法を表 27 にまとめた。

表 27　候補データの活用方法

データソース	概要
SNS 情報	SNS の投稿内容や画像から破堤点を推定する。
ライブカメラ映像	ライブカメラの映像を基に破堤点を推定する。
衛星画像	衛星画像を基に、破堤が生じている箇所を特定する。
気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報	洪水警報・指定河川洪水予報の危険度の高まりから、破堤が生じる確率が高い地域を特定する。 具体的には、過去の災害における洪水警報・指定河川洪水予報の危険度と破堤確率の関係を算出し、将来災害の破堤を確率的に評価する。

（a）速報性、（b）網羅性、（c）自動化、（d）精度の観点から整理した各データの特徴を比較して表 28 にまとめる。
気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報が他データに比べ、速報性、網羅性および自動化の観点で優れていることを踏まえ、本研究では気象庁の洪水警報危険度分布および指定河川洪水予報を活用した破堤点推定手法の開発を行った。

表 28 各データの特徴

	速報性	網羅性	自動化	精度
SNS 情報	○	×	○	△
ライブカメラ映像	○	×	○	△
衛星画像	△～○	△	△	△
気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報	○	○	○	△

各データの各観点に関する特徴については、以下のとおり。
＜SNS 情報＞
（a）速報性
SNS では、多数の人がリアルタイムで情報を投稿するため、速報性を満たす。

（b）網羅性
首都圏や住宅街ではユーザーが多く、十分な投稿量があると推察されるが、過疎地域・山間部等の人口の少ない地域や時間帯によっては情報がない場合がある。

（c）自動化、（d）精度
キーワード検索で「破堤」「決壊」が含まれる投稿と位置情報で自動的に特定することは可能と思われる。しかし、空振り率が多かったり、正確な位置を判断できなかったりする可能性が想定される。

＜ライブカメラ映像＞

（a）速報性
ライブカメラでは、リアルタイム状況を確認できるため、速報性を満たす。

（b）網羅性
全国の河川に多くのライブカメラが設置されているものの、全ての地域を網羅できていない。令和2年の国土交通省の発表では、ライブカメラ（CCTYカメラ）を設置している箇所は約2,800か所にとどまる[27]。

（c）自動化、（d）精度
ライブカメラから河川状況（濁度・水位等）を判定する技術の開発が進められているが、破堤に関する研究は少なく、現時点では監視カメラを用いた破堤点の自動判読については、実用化の段階にはない。

＜衛星画像＞

（a）速報性
ALOS-2は緊急観測で発災地域の衛星画像を撮影することがあり、迅速に衛星画像を取得できる可能性がある。しかし、他の衛星画像（Sentinel-2等）は起動周期が2週間程度であり、発災時の緊急観測を行わないため、発災時に迅速にデータを取得できない場合がある。

（b）網羅性
衛星については、1軌道で撮影できる観測幅が定められている。例えば、ALOS-2の高分解能(6m)では、観測幅は 50km となっている。そのため、広範囲で洪水をもたらした2018年7月豪雨、2019年台風19号の場合は、発災地域を網羅的に観測できない可能性がある。

（c）自動化、（d）精度
軍事衛星などの一部を除き、一般的な衛星画像の分解能（解像度）では、画像解析技術を用いて自動で破堤点を特定するのは難しく、精度は良くないと考えられる。衛星画像を目検で判読することで、精度は向上する可能性があるが、現時点では実用化の段階にはないと思われる。

＜気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報＞

（a）速報性
10分毎に最新の情報に更新され、判定には、3時間先までの流域雨量指数の予測値を用い、その中で最も高い危険度を表示しており、速報性を満たす。

（b）網羅性
前述のとおり、全国の危険度・洪水予報を1kmメッシュで把握できるため、網羅性を満たす。

（c）自動化
気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報は気象業務支援センターがリアルタイム配信を行っており、自動化に適している。

（d）精度
気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報について、これらの危険度と破堤には相関があると思われるが、空振りや見逃しが生じることも想定される。

（５）気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報と破堤確率の関係
気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報を活用した破堤点推定手法の開発にあたり、当該データと実際の破堤との関係を調査することとした。調査の対象は、多くの河川で破堤が生じた 2018 年 7 月豪雨（西日本豪雨）と 2019 年台風 19 号とした。
調査に際し、日本気象株式会社より 2018 年 7 月および 2019 年 10 月の過去データ計 2 か月分を購入した（形式は shp ファイル）。

（a）格納されているデータについて[25]
〈気象庁の洪水警報危険度分布〉
洪水危険度判定値は、以下の 3 つの判定値のうち、最大のものを河川毎に格納している。
・解析時刻の流域雨量指数・表面雨量指数による洪水危険度判定値
・10 分毎の降水ナウキャストを用いた 1 時間先までの雨量予測に基づく流域雨量指数・表面雨量指数の予想による洪水危険度判定値
・1 時間毎の降水短時間予報を用いた 3 時間先までの雨量予測に基づく流域雨量指数・表面雨量指数の予想による洪水危険度判定値

なお、データ上では数値が入っており、格納されている数値と意味は表 29 のとおり。

表 29　洪水警報危険度分布のデータ上に格納されている数値とそれらの意味

格納されている数値 （以後、危険度と記載）	意味
1	注意
2	警戒
3	非常に危険
4	極めて危険

〈指定河川洪水予報〉
指定河川洪水予報についても、データ上は数値が格納されている。格納されている数値と意味は表 30 のとおり。

表 30　指定河川洪水予報のデータ上に格納されている数値とそれらの意味

格納されている数値 （以後、危険度と記載）	意味
2	氾濫注意情報
3	氾濫警戒情報
4	氾濫危険情報
5	氾濫発生情報

(b) 各災害の破堤の概要と当該データの情報元

気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報と実際の破堤との関係調査に当たり、使用した破堤点に関する情報と当該データの情報元は表 31 のとおり。

表 31　実際の破堤の概要と当該データの情報元

災害名	対象都道府県	破堤点の情報元
2018 年 7 月豪雨	岡山県、広島県	2 県合計 32 地点 （土木学会調査資料[28]、内閣府資料[29]等）
2019 年台風 19 号	福島県、宮城県、長野県、茨城県、栃木県、埼玉県、新潟県 （7 県）	7 県合計 120 地点 （国土交通省の破堤点住所情報[24]より Google API で緯度経度化したものを使用）

(c)調査概要

前述のとおり、AIR Worldwide 社の ALERT ファイルを用いた洪水損失額推定では流量の入力を単位集水域毎に与えており、破堤情報もこれに合わせて単位集水域毎で入力することとしている。当該調査結果を基に、推定破堤点に基づく洪水損失額推定を実施することを踏まえ、今回の比較する単位も単位集水域とした。また、危険度についても、時系列データを用いるのではなく、危険度（格納されている数値）の最大値を用いることとした。

単位集水域に含まれる格子の最大危険度で各集水域を区分し、破堤が生じた集水域の数を調査した。

(d)調査結果

＜危険度（気象庁の洪水警報危険度分布（指定河川洪水予報対象集水域を除く））＞

危険度（気象庁の洪水警報危険度分布）ごとに区分した集水域（指定河川洪水予報対象集水域を除く）と破堤が生じた集水域の数、および破堤確率を下表に示す。表 32・33 のとおり、危険度（気象庁の洪水警報危険度分布）については、破堤確率と相関がある。

表 32　2018 年 7 月豪雨のケースにおける危険度（気象庁の洪水警報危険度分布）ごとに区分した集水域と破堤が生じた集水域の数、および破堤確率

危険度 （洪水警報）	①集水域の数	②破堤を観測した集水域数	破堤確率 （②/①）
1 （注意）	134	0	0.00%
2 （警戒）	268	3	1.12%
3 （非常に危険）	156	4	2.56%
4 （極めて危険）	113	5	4.42%

表 33　2019 年台風 19 号のケースにおける危険度（気象庁の洪水警報危険度分布）ごとに区分した集水域と破堤が生じた集水域の数、および破堤確率

危険度 （洪水警報）	①集水域の数	②破堤を観測した 集水域数	破堤確率 （②/①）
1 （注意）	360	1	0.28%
2 （警戒）	238	0	0.00%
3 （非常に危険）	512	6	1.17%
4 （極めて危険）	1,057	41	3.88%

＜危険度（指定河川洪水予報）＞

危険度（指定河川洪水予報）ごとに区分した集水域と破堤が生じた集水域の数、および破堤確率を下表に示す。表 34・35 のとおり、指定河川洪水予報の危険度と破堤確率にも相関がある。

表 34　2018 年 7 月豪雨のケースにおける危険度（指定河川洪水予報）ごとに区分した集水域と破堤が生じた集水域の数、および破堤確率

危険度 （指定河川洪水予報）	①集水域の数	②破堤を観測した 集水域数	破堤確率 （②/①）
2 （氾濫注意情報）	16	0	0.00%
3 （氾濫警戒情報）	6	0	0.00%
4 （氾濫危険情報）	72	3	4.17%
5 （氾濫発生情報）	11	3	27.27%

表 35　2019 年台風 19 号のケースにおける危険度（指定河川洪水予報）ごとに区分した集水域と破堤が生じた集水域の数、および破堤確率

危険度 （指定河川洪水予報）	①集水域の数	②破堤を観測した 集水域数	破堤確率 （②/①）
2 （氾濫注意情報）	62	1	1.61%
3 （氾濫警戒情報）	56	1	1.79%
4 （氾濫危険情報）	223	10	4.48%
5 （氾濫発生情報）	169	24	14.20%

（５）気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報により設定した破堤点に基づく損失額の推定

上記の調査で、気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報について、破堤確率と相関があることがわかった。当該結果を踏まえ、本研究では洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報により設定した破堤点に基づく損失額の推定手法を開発した。本手法の概要と結果を以下に示す。

（a）手法の概要

AIR モデルの ALERT ファイルを使用して洪水被害推定を行い、本手法の推定精度を確認する。分析条件の詳細は２．４．１．１（３）を参照されたい。ただし、破堤点のみは以下の（b）で説明するデータを使用している。

（b）気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報に基づく破堤点の設定

前述（４）において、危険度（気象庁の洪水警報危険度分布・指定河川洪水予報）と破堤確率に相関関係があることがわかった。上記の結果を踏まえ、気象庁の洪水警報危険度分布等に基づき破堤確率を設定し、当該破堤確率に基づき、以下の手順で破堤点の設定を行った。

STEP1. 格子(1km)ごとに流域雨量指数の対象期間における最大の危険度を算出。

STEP2. その後、単位集水域に含まれる格子の最大危険度を算出。

STEP3. （４）で求めた 2018 年 7 月と 2019 年台風 19 号の破堤確率の加重平均（単位集水域の数）を各危険度における破堤確率として設定する。なお、指定河川洪水予報対象河川は、指定河川洪水予報の最大危険度を基に破堤確率を設定した。（具体的な確率は表 36 参照）

STEP4. 乱数を発生させ、各集水域の破堤確率に基づき、破堤発生有無の判定を行い、破堤点を設定したデータを作成する。

STEP5. 乱数により結果が大きくばらつくので、乱数を複数個発生させ、破堤点データを複数作成する。
※指定河川洪水予報と洪水警報危険度が両方出力される格子については、指定河川洪水予報を優先することとする。

上記複数の破堤点データを使用し、2018 年 7 月豪雨は表 36 を、2019 年台風 19 号は表 37 の分析条件を使用した ALERT ファイルを作成し、洪水リスク評価モデルで分析を行った。以下では、上記手法による推定結果を“提案手法”と記載する（本検証では 30 個の乱数を発生させ、平均値に加え 10%Tile～90%Tile の範囲で示すこととした）。

表 36　2018 年 7 月豪雨の計算仮定

洪水発生日時	2018 年 7 月 1 日 0 時
洪水発生期間	2018 年 6 月 27 日 0 時～2018 年 7 月 10 日 23 時
対象都道府県	岡山県、広島県（2 県）

表 37　2018 年 7 月豪雨ならびに 2019 年台風 19 号の破堤確率の（単位集水域の数で重みづけた）加重平均

危険度 （洪水警報）	2018 年 7 月豪雨	2019 年 台風 19 号	加重平均
1 （注意）	0.00%	0.28%	0.20%
2 （警戒）	1.12%	0.00%	0.59%
3 （非常に危険）	2.56%	1.17%	1.50%
4 （極めて危険）	4.42%	3.88%	3.93%

危険度 （指定河川洪水予報）	2018 年 7 月豪雨	2019 年 台風 19 号	加重平均
2 （氾濫注意情報）	0.00%	1.61%	1.28%
3 （氾濫警戒情報）	0.00%	1.79%	1.60%
4 （氾濫危険情報）	4.17%	4.48%	4.41%
5 （氾濫発生情報）	27.27%	14.20%	15.00%

（６）分析結果

分析は観測破堤点を入力したパターンについても、実施した。結果は表 38 のとおりであり、観測破堤に基づく推定損失額と近しい結果が得られた。

表 38 2018 年 7 月豪雨・2019 年台風 19 号を対象とした推定損失額

破堤点の仮定	2018 年 7 月豪雨損失額	2019 年台風 19 号損失額
観測破堤	12,970 百万円	56,738 百万円
破堤なし	1,604 百万円	9,032 百万円
提案手法 （30 サンプルの 10%Tile～90%Tile）	平均：9,885 百万円 （2,027 百万円～25,169 百万円）	平均：47,712 百万円 （25,275 百万円～80,439 百万円）
（参考）実損失額	20,771 百万円	79,851 百万円

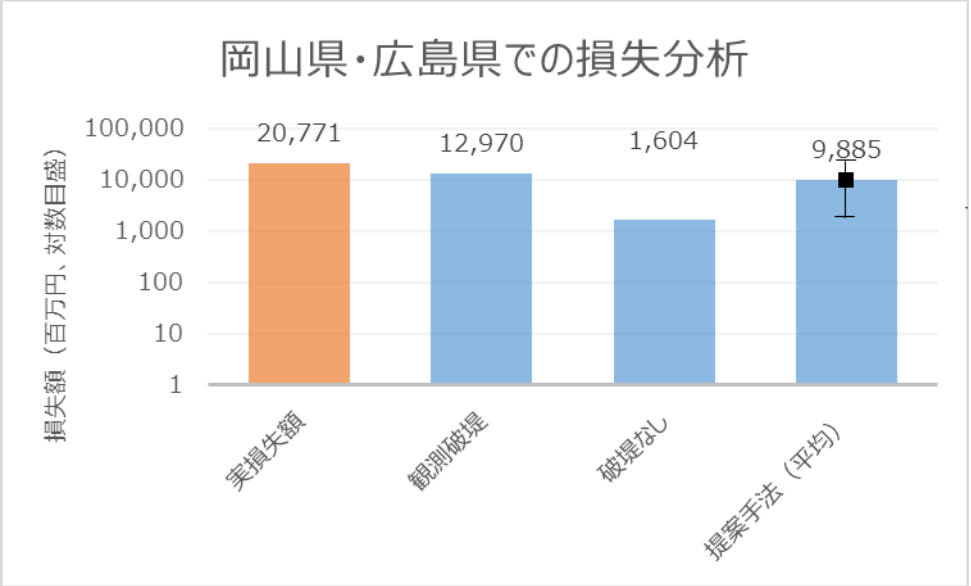


図 36　2018 年 7 月豪雨を対象とした推定損失額（グラフ）
※提案手法は箱ひげで 10%Tile と 90%Tile の幅を表示

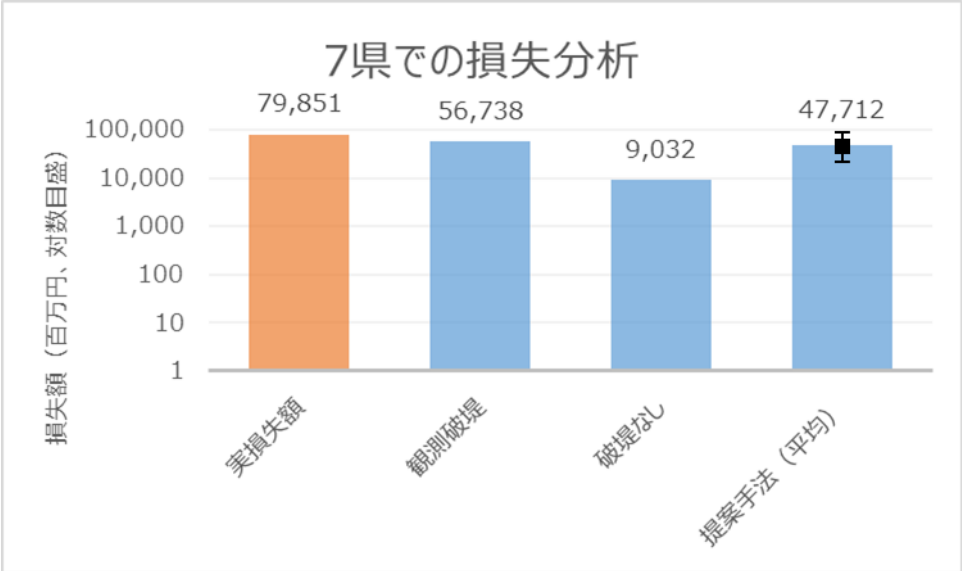


図 37　2019 年台風 19 号を対象とした推定損失額（グラフ）
※提案手法は箱ひげで 10%Tile と 90%Tile の幅を表示

分析の結果、以下の結果や示唆が得られた。

- 推定破堤点に基づく平均損失額は観測破堤点に基づく推定損失額よりやや小さいものの、破堤点を特定せず損失額を推定できるため、実際に破堤が生じた点を特定する前の迅速な損失額推定として活用できる。
- 推定破堤点に基づく平均損失額は実損失額の 48%(平成 30 年 7 月豪雨)・60%程度(令和元年台風 19 号)であり、やや過小評価する傾向にはなるが、倍半分程度に収まっているため、推定精度に問題はない。

- 提案手法の推定結果は、観測破堤点に基づく推定損失額と近い水準になっている。前述のとおり、観測破堤点に基づく推定手法については、実損失額と比較して過小評価傾向にあり、その要因として、洪水リスク評価モデルは越流、土砂災害が考慮できていないことが挙げられた。提案手法の精度についても、越流、土砂災害の考慮等のモデルの改良に伴い、改善する可能性が高い。

２．４．２　洪水被害推定の自動化・高速化

洪水被害推定を早期に実行するにあたって、損失額推定までの一連のプロセスを自動化・高速化することが重要となる。2020 年度は解析雨量や流域雨量指数のデータを入力することで、インターフェースへの入力ファイルを作成するプログラム一式を構築した。2021 年度の取組における改良点は以下の 4 点である。

- 複数あったプログラム群を一本化することで、極力人の手を介さないようにした。
- インターフェースを自動で動かすモジュールを組み込むことで、洪水リスク評価モデルへ入力する ALERT ファイルまでを自動で作成するよう改良した。
- 気象業務支援センターから当社の SFTP サーバーに自動配信されている解析雨量と流域雨量指数を発災時に取得することでリアルタイムでの損失推定ができるようになった。
- 単位集水域とハザードデータの結合処理を改善することで、1 事例につき 30～60 分程度での ALERT ファイル作成を可能にした。

本プログラムの位置づけと 2020 年度からの改良点は図 38～39 を参照されたい。

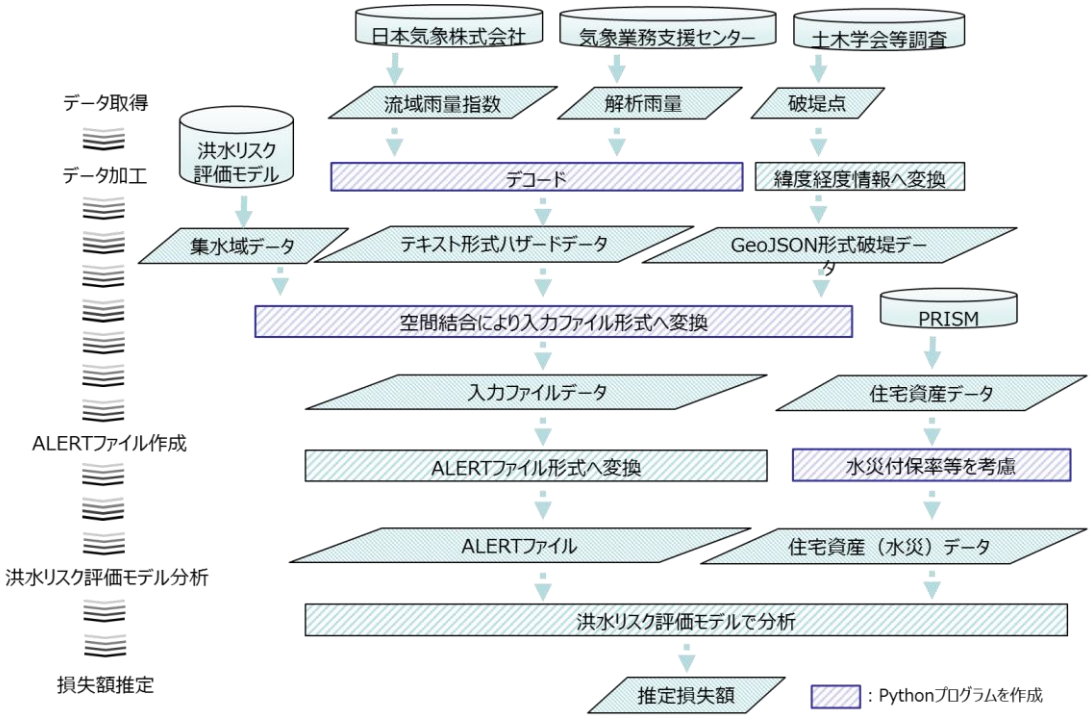


図 38　2020 年度時点のプログラム構成

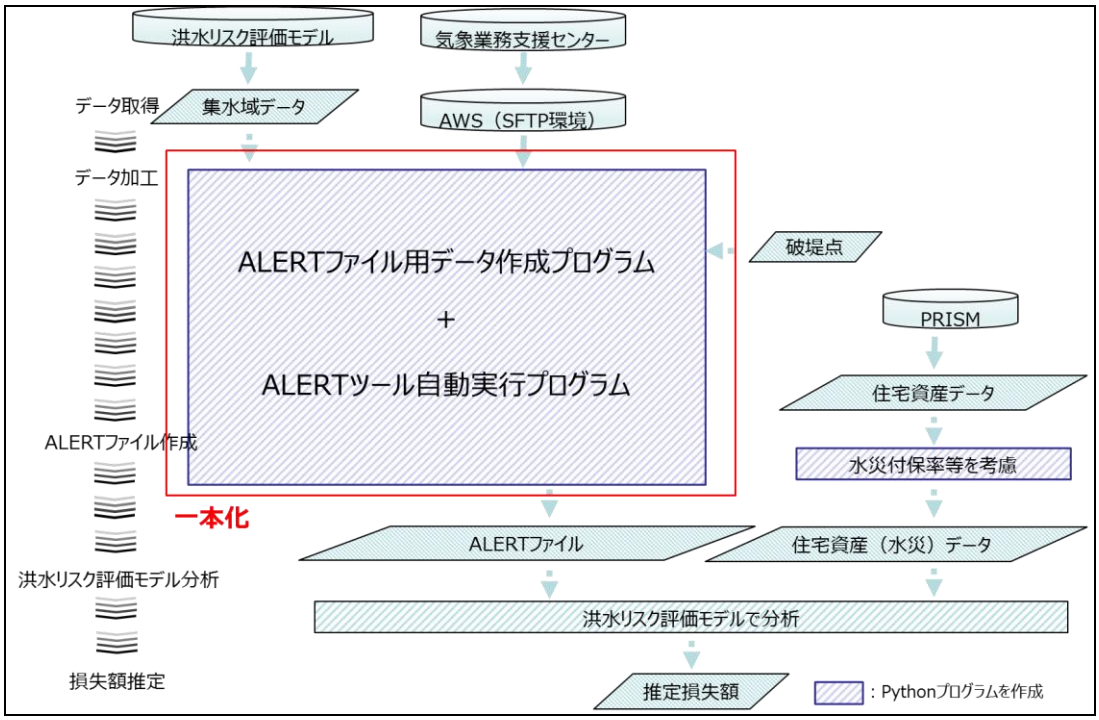


図 39　2021 年度の取組後のプログラム構成

また、ハザードデータをリアルタイムで受信している SFTP サーバーのイメージは図 40 を参照されたい。

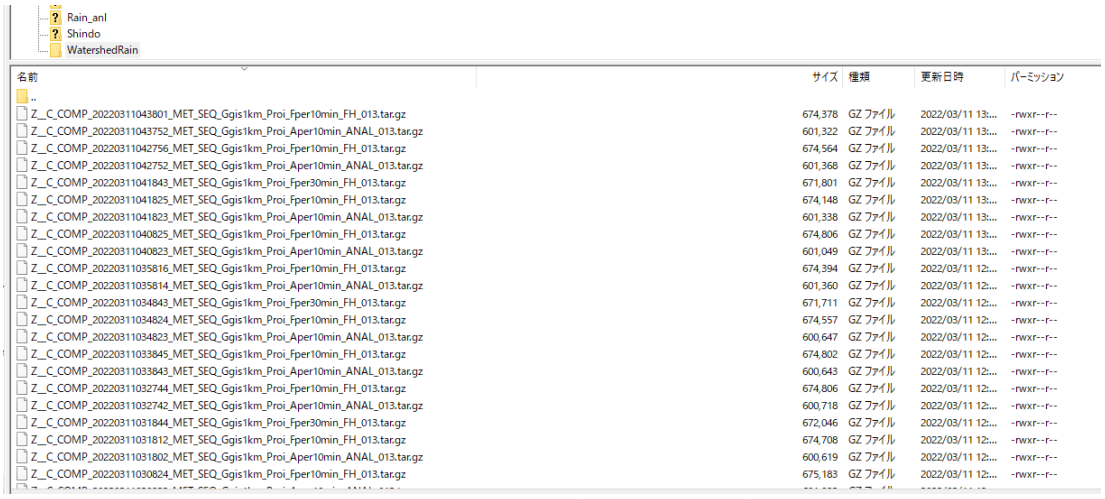


図 40　SFTP サーバーのイメージ

３．結論及び今後の課題

（１）結論

本研究で得られた知見を以下に列挙する。

1. 商圏等のエリア別分析手法を開発した。現在公表されている分析に使用できるデータにつき整理した。また、小売業等で広く活用いただけるよう、複数の集計方法を開発し、災害による罹災によって想定される各商品の需要変化について取りまとめた。
2. 災害時における道路の通行状況を把握する仕組みを構築することを目的に、既存の道路通行情報提供サービスに関する調査を実施した結果、主な情報源には、①VICS 交通情報、②プローブ情報、③GPS 対応デバイス情報の 3 種類があることが明らかになった。また、これらの既存サービスの活用可能性について比較検討を行い、物流への影響の観点から必要とされる道路通行情報のコンテンツを検討して整理した。
3. 地震発生から災害情報提供までの自動化で求められる要件について、損害保険会社等に確認し、自動化の要件整理を実施した。被害推定手法について、実観測データの入手、分析用データの作成、分析実行を対象として自動化を検討し、自動化した部分を含めた全体パッケージとして早期に被害推定が実施できるようにシステム化を構築した。構築した被害推定システムについてテスト運用を開始し、2021 年 8 月以降に発生した地震について想定通りに被害推定が実施されることを確認した。
4. 洪水リスク評価モデルで得られる推定損失額の傾向が明らかになった。また破堤点を速やかに設定し早期に損失額を推定できる仕組みを構築した。

（２）今後の課題

本研究で明らかになった課題を以下に列挙する。

- 地震被害推定手法で使用しているマルチパラメータ型被害関数について、近年の地震被害データを用いて汎用性の向上を図る。また即時推定結果を損保社等に連携し、さらなる精度検証を実施する。
- 洪水リスク評価モデルには越流を考慮できない等の限界により実損失額との乖離が生じてしまう課題が明らかになった。破堤点設定ではサンプリングによる不確実性により推定損失額の幅が大きいことも分かった。

４．引用文献

[1] **政府統計の総合窓口 e-Stat**：統計でみる日本
https://www.e-stat.go.jp/（閲覧日：2022 年 3 月 18 日）

[2] **Ｇ空間情報センター**：
https://www.geospatial.jp/gp_front/（閲覧日：2022 年 3 月 18 日）

[3] **国土交通省**：国土数値情報ダウンロードサービス
https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A31-v2_1.html
（閲覧日：2022 年 3 月 18 日）

[4] **国土交通省**：災害時における通行可否の情報（通れるマップ）
https://www.mlit.go.jp/road/bosai/toorerumap/index.html
（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）

[5] **（特非）ITS Japan**：乗用車・トラック通行実績情報
https://www.its-jp.org/katsudou/tsuko_jisseki_joho/（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）

[6] **トヨタ自動車（株）**：通れた道マップ
https://www.toyota.co.jp/jpn/auto/passable_route/map/#
（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）

[7] **ヤフー（株）**：Yahoo!地図　道路通行実績情報
https://map.yahoo.co.jp/（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）
[8] **（株）レスキューナウ**：レスキューWeb Map
https://ferret-one.akamaized.net/files/61161e1502917e3a37589db7/rescuewebMAP-202108.pdf?utime=1640685429（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）
[9] **静岡市**：静岡市道路通行規制情報 しずみち info
https://shizuokashi-road.appspot.com/index_pub.html（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）
[10] **（株）エヌ・ティ・ティ・データ**：BizXaaS MaP
https://madore.glbs.jp/index.html（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）
[11] **住友電工システムソリューション（株）**：交通情報／地図配信サービス（Traffic Vision SERVICE）
https://www.seiss.co.jp/ms/telematics/tv_service.html（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）
[12] **国土交通省道路局**：官民ビッグデータによる災害通行実績データシステムの運用を開始～ＥＴＣ２．０と民間通行実績データを活用して災害対応を強化～、平成 29 年 5 月 31 日報道発表資料
https://www.mlit.go.jp/common/001186832.pdf（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）
[13] **国土交通省九州地方整備局**：熊本県南部周辺通れるマップ（令和 2 年 8 月 11 日 15:00 時点）（九州地方整備局）
http://www.qsr.mlit.go.jp/site_files/newstopics_files/20200811/bousai20081104.pdf（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）
[14] **（特非）ITS Japan**：大規模災害時に通行実績情報を迅速に公開する仕組みを構築、2014 年 6 月 5 日報道発表資料
https://www.its-jp.org/wp-content/uploads/2014/06/e3a916cca89198c1847970ed5513c4db.pdf
（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）
[15] **（株）レスキューナウ**：レスキューWeb MAP への道路交通プローブ解析情報表示機能の追加について～トムトムと協力し、災害/危機管理 MAP で新たに道路交通プローブの解析情報にも対応～、2020 年 9 月 16 日ニュースリリース資料
https://www.mlit.go.jp/common/001186832.pdf（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）
[16] **住友電工システムソリューション（株）**：テレマティクス／GIS 開発エンジン（Traffic Vision Engine）
https://www.seiss.co.jp/ms/telematics/tv_engine.html（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）
[17] **ESRI ジャパン（株）**：道路交通オンラインサービス 道路通行実績情報、esri ジャパン GIS データストア
https://www.gisdata-store.biz/product/online-road-traffic/
（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）
[18] **アメリカ地質調査所**：USGS/ShakeMap
https://earthquake.usgs.gov/（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）
[19] **国立研究開発法人産業技術総合研究所**：QuiQuake-地震動マップ即時推定システム－　地震動マップ（確定）／QuakeMap
https://gbank.gsj.jp/QuiQuake/（閲覧日：2022 年 3 月 1 日）
[20] **損害保険料率算出機構**：　損害保険料率算出機構統計集

https://www.giroj.or.jp/publication/statistics/
（閲覧日：2022 年 3 月 18 日）
[21] **損害保険料率算出機構：** 火災保険　水災補償付帯率
https://www.giroj.or.jp/databank/attachment_ratio_flood.html
（閲覧日：2022 年 3 月 18 日）
[22] **国土交通省：** 水害統計調査
https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00600590&result_page=1（閲覧日:2022 年 3 月 18 日）
[23] **日本損害保険協会：** 自然災害での支払額（風水害による保険金の支払い）
https://www.sonpo.or.jp/report/statistics/disaster/index.html（閲覧日：2022 年 3 月 18 日）
[24] **国土交通省：** 堤防決壊箇所一覧
https://www.mlit.go.jp/common/001313204.pdf（閲覧日：2022 年 3 月 18 日）
[25] **気象庁：** 配信資料に関する技術情報第 489 号_20190110 一部修正
https://www.data.jma.go.jp/add/suishin/jyouhou/pdf/489.pdf
（閲覧日：2022 年 3 月 18 日）
[26] **気象庁：** 洪水キキクルについて
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/bosai/riskmap_flood.html
（閲覧日：2022 年 3 月 18 日）
気象庁： 指定河川洪水予報について
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/bosai/flood.html
（閲覧日：2022 年 3 月 18 日）
[27] **国土交通省：** 河川監視カメラについての報道発表資料
https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo03_hh_001010.html
（閲覧日：2022 年 3 月 18 日）
[28] **土木学会社会支援部門：** 2018 年 7 月　西日本豪雨災害調査報告書の掲載について
https://committees.jsce.or.jp/report/node/194（閲覧日：2021 年 3 月 1 日）
[29] **内閣府防災情報：** 平成 30 年 7 月豪雨の概要
http://210.149.141.46/fusuigai/suigai_dosyaworking/pdf/dai1kai/siryo2.pdf
（閲覧日：2021 年 3 月 1 日）

５．学会等発表実績

なし。

６．特許出願・ソフトウェア開発等

なし。