

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

官民データ連携による応急対応促進

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

(平成30年度)

成果報告書 (要約版)

平成31年3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	3
II. 業務実施計画	4
III. 研究報告	5
1. 要約	5
2. 成果（抜粋）	5
2. 1 産官学民保有データの収集	5
2. 2 データ項目の調査・分析	6
2. 3 データ仕様の整理	8
2. 4 2018年大阪府北部地震の保険損失推定とモデル精度確認	9
3. 結論及び今後の課題	11
4. 引用文献	12
5. 学会等発表実績	12
6. 特許出願・ソフトウェア開発等	12

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

平成30年10月15日から平成31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ることができるため、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地震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、2016年熊本地震や2018年大阪府北部地震等の過去の保険損失データとの比較による精度検証を通してモデルの高度化・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、研究推進に必要な環境を構築するとともに、入手可能なデータの収集と調査・分析を実施する。具体的には産学官民の保有データの中から入手可能なデータを網羅的に収集して、データ項目の調査・分析を行い、各データの仕様を整理する。そこから得られた情報をもとに、アウトプットとしてデータ仕様カタログを作成する。

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提供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、月次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した。

b. 研究環境の構築

本委託業務を遂行するために、十分なスペックのPCや大量データ保管用のストレージサーバーを設置するとともに、GISソフトウェアを導入して研究環境を構築し、地震ハザードや保険損失等に関する各種データの分析や空間分布解析を実施した。

c. 成果物の作成

一連の研究取組プロセスと実施成果、およびアウトプットとしてのデータ仕様カタログの連携に向けた課題を取り纏めて成果物を作成した。

② 産官学民保有データの収集

a. 防災科学技術研究所が保有するデータの収集

データ利活用協議会や府省庁連携防災情報共有システム等から提供予定の「超高密度地震観測データ」や「建物・構造物応答データ」等のハザードデータや脆

弱性データを収集した。

b. モデル提供会社が保有するデータの収集

モデル提供会社は開発モデルの妥当性検証や自然災害発生時の保険損失額予測に使用するために独自に日本全国をカバーした曝露資産データ（エクスポージャーデータ）を構築し、有償でモデルユーザーに公開している。このデータの使用ライセンスを取得してデータ内容の収集を行った。

c. その他の機関が有するデータの収集

損害保険関連機関等が保有する保険損失額に関わるデータや、その他の機関が保有するデータなど地震リスク評価に必要で入手可能なデータを網羅的に収集した。

③データ項目の調査・分析

上記②で収集した各データに含まれるデータ項目を抽出して、各データ項目について、データの作成時期や作成方法、地理的なカバー範囲、空間解像度、データ量、欠損データの有無、単位等を調査・分析した。

④データ仕様の整理

上記③の調査・分析結果に基づき、各データの仕様についてデータ項目毎に整理して一覧表を作成し、データ内容を確認した。

II. 業務実施計画

区分	H30			H31		
	10月	11月	12月	1月	2月	3月
①プロジェクトの総合推進						
a. プロジェクト管理の実施	→	→	→	→	→	→
b. 研究環境の構築						→
c. 成果物の作成						→
②産官学民保有データの収集						
a. 防災科学技術研究所が保有するデータの収集					→	
b. モデル提供会社が保有するデータの収集					→	
c. その他の機関が有するデータの収集					→	
③データ項目の調査・分析						→
④データ仕様の整理						→

Ⅲ. 研究報告

1. 要約

プロジェクト管理の下で、本委託業務を遂行するために必要な研究環境を構築して以下の業務を実施し、成果物を作成した。

- (1) 自然災害リスク評価モデルにおける各モジュール（ハザード、脆弱性、ファイナンス）への導入可能性を検討するために、産学官民の保有データの中から入手可能なデータとして、①ハザードデータ、②脆弱性データ、③資産データ、④保険データ、および⑤その他データ（衛星画像データ、建物属性データ）について収集を行った。
- (2) 上記（1）で収集したデータを対象にデータ項目の調査・分析を実施した。
- (3) 上記（2）で実施した①ハザードデータ、②脆弱性データ、③資産データに関する調査・分析結果を基に、データの仕様を整理してデータ仕様カタログを作成した。
- (4) 上記（2）で実施した④保険データに関する調査・分析結果を基に、情報開示・利用可能なデータを整理して一覧表を作成しデータ内容を確認するとともに、地震リスクをカバーする保険商品についてのデータ流通過程や、保有する保険データとその解像度、データの外部提供可否とその理由について整理した。
- (5) 上記（2）で実施した⑤その他データに関する調査・分析結果を基に、資産データの拡充・精緻化に有用な建物属性データに関する比較一覧表を作成するとともに、資産データの拡充・精緻化に使用した建物属性データの仕様を確認した。
- (6) 既存の地震リスク評価モデルと、本委託業務でライセンスし精緻化を図った日本全国曝露資産データを用いて、2018年大阪府北部地震の保険損失額を推定し、現状のモデル精度を確認した。

2. 成果（抜粋）

2.1 産官学民保有データの収集

現在、損害保険業界を中心にリスク管理や料率算出を主な目的として自然災害リスク評価モデルが利用されている。主要構造はハザード、脆弱性、ファイナンスの各モジュールからなり、これらに災害に関連する各種データを活用することで、リスク評価結果に内在する不確実性の低減、モデルの高度化・精緻化を図ることが期待できる。

以降では、産学官民が保有するデータについて、モデルの各モジュールへの導入可能性を検討するにあたり、どのようなデータが入手可能か確認し、データ収集を行った。

2.1.1 防災科学技術研究所が保有するデータの収集

(1) ハザードデータの収集

地震ハザードに関するデータは各機関から比較的豊富に提供されている現状にあるが、その中からモデルの高度化・精緻化に資するデータを抽出して有効に活用するためには、数多くの地震データセットを横断的に比較、俯瞰できる仕組みが必要となる。

そこで上記の仕組みを実現することを目的として、データが一覧可能なデータ仕様カタログ（ハザード）を作成するため、計14の地震ハザードに関する情報提供システムに収録されているデータセットを網羅的に収集した。

(2) 脆弱性データの収集

脆弱性に関するデータは、構造ヘルスマニタリングシステムによる建物の実観測応答値や被災度の判定結果が候補となる。このようなデータの提供事例は一部の取組を除き非常に少ないため、モデルの高度化・精緻化に資するデータを抽出すると同時に、それらのデータを取得し活用できるのかを確認することが必要となる。

そこで、構造ヘルスマニタリングシステムにより観測可能なデータの概要が一覧可能

なデータ仕様カタログ（脆弱性）を作成するため、民間企業が提供しているモニタリングシステムを対象に、システムにより観測・可能なデータ項目に関する情報を収集した。また、モニタリングシステムを開発・提供している民間企業を対象にヒアリング調査を実施して、取得可能なデータの確認、ならびに入手可能性（外部機関への情報開示の可能性）に関する情報についても収集を行った。

2. 1. 2 モデル提供会社が保有するデータの収集

損害保険各社で導入されている自然災害リスク評価モデルでは、ハザードデータ、脆弱性データに対して、資産データを入力することで地震や風水災等の自然災害による保険損失が計算される。したがって、現状の地震リスク評価モデルの精度検証を実施し、モデルによる予測技術の高度化を図るためには、モデルに入力する資産データの仕様を確認する必要がある。この資産データに関して、AIR Worldwide 社は同社のモデルに入力可能な形式で日本全国をカバーした曝露資産データ（以下、日本全国資産データと称す）を有しており、このデータを用いることにより保険、共済業界全体の損失額を算出し、過去の保険損失データとの比較によるモデルの精度検証を行うことが可能になる。

そこで、データ項目が一覧可能なデータ仕様カタログ（資産データ）を作成するため、AIR Worldwide 社が保有する日本全国資産データのライセンスを取得してデータ収集を行った。併せて同社によるデータ構築手法を確認した。

2. 1. 3 その他の機関が保有するデータの収集

（1）保険データの収集

保険に関するデータ（保険データ）を大別すると、保険契約手続きに関するデータ（契約データ）と保険金支払いに関するデータ（支払データ）の二つが挙げられる。対象物のリスク評価や、その結果に基づく保険引受判断に使用される契約データの重要性はもちろん、地震等の災害発生時に蓄積される支払いデータも、将来の保険料率算定やリスク評価モデルの構築、モデルによる損失推定精度向上等に重要な役割を果たす。

今回、広範かつ長期にわたり社会経済活動に大きな影響を与え得る地震に焦点を当て、そのリスクをカバーする保険商品について契約データ、支払データを収集した。併せて、地震に関する保険商品を中心とした保険業界内でのデータ流通過程やその解像度、情報開示可否についても調査を実施した。

（2）その他データの収集

建物等の地震被害発生においては、構造や高さなど対象物の属性が大きく影響する。AIR Worldwide 社の地震リスク評価モデルにおいても、主要な属性情報を考慮して損失を評価するよう設計されており、同社が作成したモデル入力用の日本全国資産データには各種統計データを情報源とした属性情報が付与されている。その一方で同社の日本全国資産データには付与されていない属性情報もある。

現状のモデル精度を確認するにあたっては、可能な限り属性情報を詳細に入力することが望ましい。そこで、日本全国資産データに追加可能な属性情報を検討するため、衛星画像関連会社等についてデータを収集し、入手可能な建物属性データについての比較を行った。

2. 2 データ項目の調査・分析

収集した各データに含まれる各データ項目について、データの作成時期や作成方法、地理的なカバー範囲、空間解像度、データ量、欠損データの有無、単位等を調査・分析した。

(1) ハザードデータ

防災科学技術研究所から公開されている強震観測網 (K-net, Kik-net) などのハザード情報提供システムを対象に、入手可能な資料からシステムに含まれるデータセットについて調査・分析を行った。また、防災科学技術研究所以外に、産業技術総合研究所、リアルタイム地震・防災情報利用協議会 (REIC)、東京ガス、国土交通省が提供するハザード情報提供システムについても同様の調査・分析を実施した。

具体的には、計 14 のハザード情報提供システム、および、各システムに収録されているデータセットを対象に、システムに関する情報やデータの仕様に関する情報をメタデータとして抽出し、1) 各システムに含まれるデータセットに共通のデータ項目か、あるいは2) 各システムに固有のデータ項目かで分類し、メタデータ・データベースである 1) 「データベース概要」、および 2) 「データベース詳細」に集約した。

(2) 脆弱性データ

a. 構造ヘルスマニタリングシステム上のデータ項目に関する調査・分析

入手可能な資料 (ウェブページやシンポジウム資料など) から構造ヘルスマニタリングシステムにより観測・収集されるデータ項目を調査した。具体的には、収集したシステムに関する情報やデータの仕様に関する情報をメタデータとして抽出し、1) 各システムに含まれるデータセットに共通のデータ項目か、あるいは2) 各システムに固有のデータ項目かで分類し、メタデータ・データベースである、1) 「システム概要」、および 2) 「データセット詳細」に集約した。次に作成したメタデータ・データベースから、各システムにおける脆弱性データセット別に必要データを抽出して、「データ仕様カタログ」を作成した。

b. ヒアリング調査

構造ヘルスマニタリングシステムを開発・提供している民間企業 2 社に対し、システムから取得可能なデータや、入手可能性 (外部機関への情報開示の可能性) についてヒアリングを実施した。

(3) 資産データ

AIR Worldwide 社から日本全国資産データのライセンスを取得後、同社作成のモデル技術文書入手し、資産データの概要、および資産データの構築手法についての調査・分析を行った。次に確認された内容をもとに、データ概要、データ構築手法を整理した。

(4) 保険データ

地震リスクをカバーする代表的な保険商品としては、政府が制度に関与し個人向けに提供される地震保険、企業が火災保険等と共に付帯する地震特約のほか、共済等が挙げられる。今回、地震リスクをカバーする商品について、公開資料とヒアリングの二つの方法により調査を実施した。

(5) その他データ

a. 衛星画像関連会社の調査

近年、自然災害発生前後の衛星画像比較による被害発生箇所の抽出や、得られた画像に機会学習を適用しての広範囲の建物データ構築など、衛星画像が様々な方法で用いられている。代表的な衛星画像関連会社としては米国資本の Digital Globe、Planet Labs、Orbital Insight、Descartes Labs、国内資本ではリモートセンシング技術センターが挙げられる。各社の主な事業形態により、下記のように大きく三つに分類した。

- ・ 自社衛星による画像データ取得・提供 : Digital Globe、Planet Labs
- ・ 画像データの処理方法提供 : Orbital Insight、Descartes Labs
- ・ 各社の画像データを収集・販売 : リモートセンシング技術センター

そのうち、Digital Globe と Orbital Insight は水害発生時の被災地特定技術を開発している。また、リモートセンシング技術センターは保険会社との天候インデックス保険開発に関与するなど、保険業界での活用事例も存在する。

b. 建物属性データの比較

建物属性データとして、リモートセンシング技術センター、Digital Globe、NTT データの3社により衛星画像を用いて共同開発された AW3D ビルディング 3D データ、調査員を現地に派遣しているゼンリンの建物ポイントデータと建物統計データ、航空写真を用いるパスコの3D-TIN モデルの4つのデータについて比較を行った。

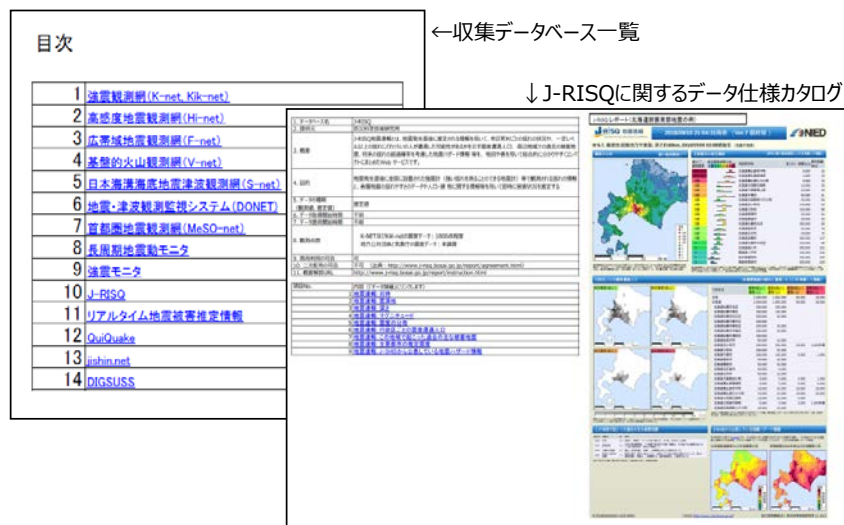
上記検討の結果、本委託業務ではゼンリンの建物統計データを用いて資産データの精緻化を図り、後述の2.4節におけるモデル精度検証を行うこととした。

2.3 データ仕様の整理

データ項目の調査・分析結果に基づき、各データの仕様についてデータ項目毎に整理して一覧表を作成し、データ内容を確認した。

(1) ハザードデータ

防災科学技術研究所、産業技術総合研究所、リアルタイム地震・防災情報利用協議会 (REIC)、東京ガス、国土交通省が提供する計14のハザードデータセットについて、メタデータ・データベース、データ仕様カタログを作成した。図1にデータ仕様カタログ例を示す。



図は防災科研HPよりMS&ADインターリスク総研(株)が一部引用

図1 データ仕様カタログ例 (ハザードデータ)

(2) 脆弱性データ

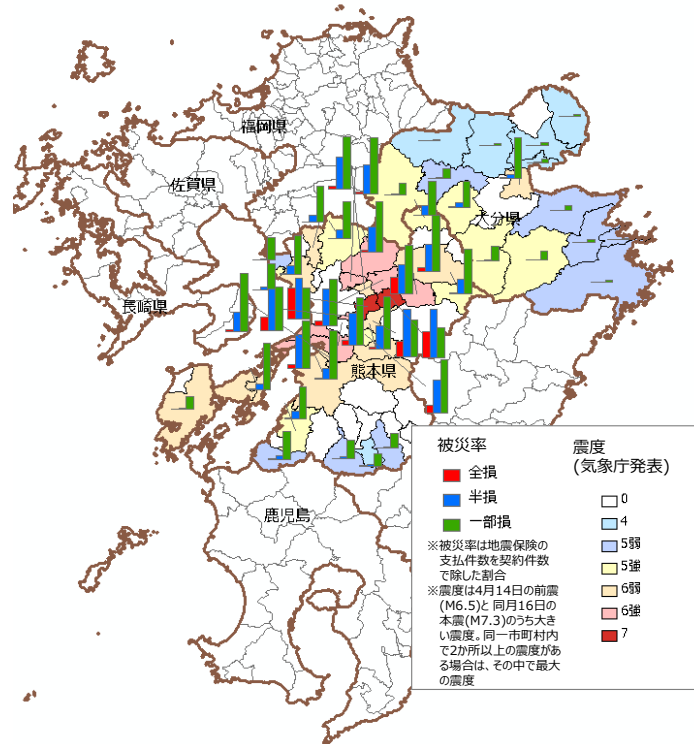
構造ヘルスマonitoringシステムを開発する民間企業2社に観測可能なデータ項目を確認し、メタデータ・データベース、データ仕様カタログを作成した。

(3) 資産データ

AIR Worldwide 社からライセンスした日本全国資産データについて、データ項目が一覧可能なデータ仕様カタログ (資産データ) を作成した。

(4) 保険データ

政府が制度に関与し個人向けに提供される地震保険に関して、一般公開されている情報から情報開示・利用可能なデータの一覧表を作成した。図2に情報開示・利用可能なデータの一つとして、2016年熊本地震における地震保険の保険金支払いに関するデータをGIS上に表示した事例を示す。



損害保険料率算出機構のデータをもとにMS&ADインターリスク総研㈱で作成

図2 2016年熊本地震における地震保険の保険金支払いに関するデータ例

(5) その他データ

その他データのうち、資産データの拡充・精緻化に用いたゼンリンの建物属性データ「建物統計データ2018(メッシュ対応版250m)」について、データの仕様に関する一覧をゼンリンから入手して確認した。

2.4 2018年大阪府北部地震の保険損失推定とモデル精度確認

(1) 実施内容

a. 概要

現状の自然災害リスク評価モデルが有している課題を整理し、モデルの一層の高度化・精緻化を図ることを目的として、収集した地震保険契約に関するデータを用いて、米国の大手モデル開発会社であるAIR Worldwide社製のモデルにより保険損失額を推定し、実際の支払保険金データと比較することにより同モデルの精度検証を行った。具体的には2018年の大阪府北部を震源とする地震(以降「大阪府北部地震」という)を対象にして、1)地震観測情報の取得、2)類似イベントの選定、3)日本全国資産データの精緻化、4)インポートデータの作成を実施した上で5)保険損失額の推定、および6)実際の支払保険金との比較検証を行った。図3に類似イベントの選定と地震リスク評価モデルを用いた保険損失額の推定手法の概要を示す。

地震規模と震源位置から類似イベントを選定

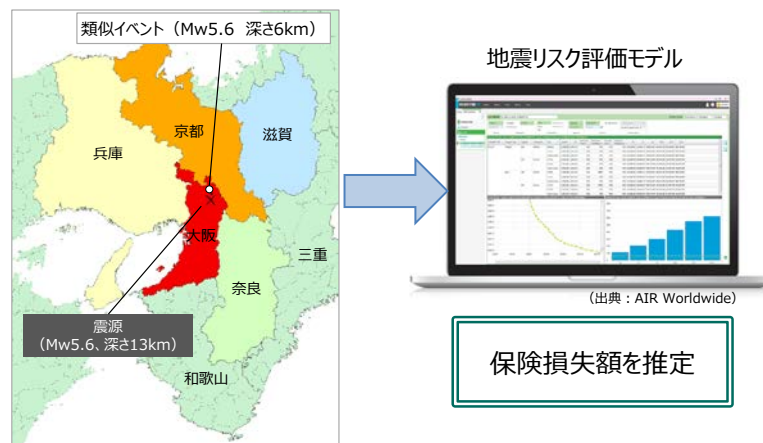


図3 類似イベントの選定とモデルを用いた保険損失額の推定手法の概要

b. 用語定義

本項で使用した用語の定義を表1に示す。

表1 用語の定義

類似イベント	モデル提供会社が作成している確率的イベントカタログの中で、推定額の算出対象とする地震の規模や震央位置、震源深さ等の特徴が類似しているイベント
インポートデータ	推定額を算出するために自然災害リスク評価モデルへ入力する、資産情報や保険条件等を保持しているデータ

c. 実施手順

1) 地震観測情報の取得

後述の類似イベントの選定に必要な以下の地震観測情報を取得した。

- ・ 地震規模 (Mw:モーメントマグニチュード)、震央位置、震源深さに関する情報を気象庁資料等より取得。
- ・ 防災科学技術研究所のリアルタイム地震被害推定情報を取得。

2) 類似イベントの選定

表2に示す2種類の手法により類似イベントを選定した。

表2 類似イベントの選定手法

手法1	気象庁資料等から得た地震規模、震央位置、および地震深さに関する情報を基に、モデルに予めセットされている地震イベント群の中から類似するイベントを選定する。具体的には、Mw および震央からの位置について許容範囲を定めてイベントを絞り込み、さらに地震深さがより適合するイベントを選定。
手法2	リアルタイム地震被害推定情報を基に、震度5弱以上の地域の地表最大加速度 (PGA) 分布を求める。また、モデル内のイベントごとにPGAを1kmグリッド単位で算出し、震度5弱以上が観測された地域を対象に実際に観測されたPGA分布に類似するイベントを絞り込む。類似度の判断は最小二乗法を用いた。さらに、絞り込んだイベントの中から地震規模や震央位置がより適合するイベントを選定。

3) 日本全国資産データの精緻化

モデルに入力するデータを作成するために、AIR Worldwide 社の日本全国資産デ

ータ（1kmグリッド）に、ゼンリン社から購入した建物統計データ（250mグリッド）から取得した階数情報を付与してデータの精緻化を行った。

4) インポートデータの作成

精緻化後の日本全国資産データに含まれる住宅物件の建物価額および家財価額に都道府県別の世帯加入率を乗じることにより、地震保険（住宅）を付帯している建物および家財の価額を推定してインポートデータを作成した。世帯加入率は損害保険料率算出機構が公表している2017年度の都道府県別データを用いた。なお、地震保険の保険金額は各価額の50%を上限とするため、全契約において上限金額で付保しているものと仮定し、推定額に1/2を乗じている。上記の処理を実施して求めた建物および家財の保険金額は、損害保険料率算出機構の公表値と概ね整合していることを確認している。

5) 保険損失額の推定

インポートデータをモデルに入力し、選定した類似イベントを用いて保険損失額（モデル推定額）を推定した。推定にあたり、地震保険の支払条件として、建物と家財ともに全損は保険金額の100%、半損は50%、一部損は5%とした。なお、保険始期が2017年1月1日以降の地震保険契約では、損害区分は4区分（全損、大半損、小半損、一部損）になったが、大阪府北部地震においては4区分が適用される保険契約は少なかったため、3区分（全損、半損、一部損）を用いて推定を行った。

6) 実際の支払保険金との比較検証

実際の支払保険金とモデルによる推定保険損失額（モデル推定額）を比較し、モデルの精度検証を実施した。

（2）大阪府北部地震における支払保険金とモデル推定額の比較

大阪府北部地震を対象として、手法2に基づいて類似イベントを選定しモデル推定額を求めたところ、手法1と比較して推定精度の改善が確認された。実観測データを用いて類似イベントを選択することにより、地震動予測の不確実性の低減が期待され、モデルによる推定精度の向上を図ることができる可能性があることが明らかになった。今後、一層の精度向上を図るために、より適切な類似イベントの選定手法や実際の地震動分布データを直接モデルに入力する手法の検討を行う予定である。また、入力データに起因する不確実性を低減するために資産データの高解像度化や細分化を図り、さらに被害関数を用いた被害予測における不確実性の低減についても検討を進める予定である。

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。

- ・ ハザードデータについて、14のハザードデータセットを収録したメタデータ・データベース、データ仕様カタログを整備したことで、一覧で容易にハザードデータに関する情報把握が可能となった。
- ・ 脆弱性データについて、民間企業が提供する構造ヘルスマニタリングシステムのデータ仕様カタログを整理し、ヒアリング調査を実施したことで、取得可能なデータとそのデータの入手可能性について明らかにした。
- ・ 資産データについて、AIR Worldwide社による日本全国資産データの構築手法を把握し、その内容についてデータ仕様カタログを整備するとともに、日本全国資産データには付与されていない属性情報を拡充し、データの精緻化を図った。
- ・ 保険データについて、取得可能なデータを収集するとともにヒアリング調査を実施したことで、保険データに関するデータ流通過程と解像度、情報開示可能な保険データの範囲について把握した。
- ・ 大阪府北部地震を対象に、既存の地震リスク評価モデルと精緻化した日本全国資産デ

ータを用いて、2種類の手法によりモデル推定額を算出し、実際の支払保険金と比較した結果、実観測データを用いることによりモデルによる推定精度が向上する可能性があることを示した。

(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。

- ・脆弱性データについて、入手データの自然災害リスク評価モデル精緻化への活用方法を検討する必要がある。
- ・保険データについて、地震保険に関する高解像度の契約データ、支払データは存在するが、一般公開されるのは主に都道府県以下の解像度となっている。高解像度での契約データ、支払データの収集と活用が課題である。
- ・モデルを用いた保険損失額推定について、一層の精度向上を図るために、より適切な類似イベントの選定手法や、実観測データを直接モデルに入力する手法の検討を行う必要がある。

4. 引用文献

なし

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