

高まる自然災害リスクと損害保険事業におけるリスク評価の手法について

Increasing risk of natural disasters and risk assessment methodology in insurance business

三和多賀司*

2018年は地震や気象災害の頻発により、日本の各地で甚大な被害が発生した。表1は2018年に発生した主な自然災害であるが、損害保険会社による

表1 2018年に発生した主な自然災害の概要
(出典：MS & AD インターリスク総研株式会社 RMFocus 2019年1月号)

発生時期	自然現象・災害の名称
1月～2月	平成30年冬期の大雪
1月	草津白根山噴火
4月	鳥取県西部を震源とする地震
6月	大阪府北部を震源とする地震
7月	平成30年7月豪雨(西日本豪雨)
9月	平成30年台風21号
9月	平成30年北海道胆振東部地震
9月	平成30年台風24号

表2 風水災などによる保険金の支払額上位一覧(2019年3月末時点)
(一般社団法人日本損害保険協会の公表情報を基にMS & AD インターリスク総研作成)

支払保険金(見込み含む)			
順位	災害名	発生年	支払保険金(億円)
1	平成30年台風21号	2018	10,678
2	平成3年台風19号	1991	5,680
3	平成16年台風18号	2004	3,874
4	平成26年2月雪害	2014	3,224
5	平成11年台風18号	1999	3,147
6	平成30年台風24号	2018	3,061
7	平成30年7月豪雨	2018	1,956
8	平成27年台風15号	2015	1,642

表3 地震による保険金の支払額上位一覧(2019年3月末時点)
(一般社団法人日本損害保険協会の公表情報を基にMS & AD インターリスク総研作成)

支払保険金(見込み含む)			
順位	災害名	発生年	支払保険金(億円)
1	東日本大震災	2011	12,833
2	平成28年熊本地震	2016	3,859
3	大阪府北部を震源とする地震	2018	1,072
4	平成7年兵庫県南部地震	1995	783
5	平成30年北海道胆振東部地震	2018	387
6	宮城県沖を震源とする地震	2011	324
7	福岡県西方沖を震源とする地震	2005	170
8	平成13年芸予地震	2001	169

保険金支払いを見ても、表2を見ると台風21号ではそれまでの最高額であった平成3年台風19号の支払額を大きく上回り1兆円を超え、過去最高となった。大阪府北部を震源とする地震でも歴代第3位の保険金支払額を記録している。

損害保険事業は過去の事故の発生頻度とその損害額の統計値から演繹的に将来の事故発生予測を行い、支払が予想される保険金原資についての原価算定をする特徴があるが、自動車事故や火災などと異なり、発生頻度は低くとも甚大な損害に至る地震や風水害などの自然災害に対する発生予測は同様の手法だけでは難しい。また近年、損害保険事業では、将来的な保険引き受けリスクを定量的に精緻に把握し、経営の健全性と収益性の向上を図るERM経営という手法が求められている。このような背景を受けて、自然災害の分野ではシミュレーション技術を用いたリスク分析・評価の研究を長年続け、実用化を図っている。また、このリスク分析・評価手法は損害保険会社の引き受けリスクの総量を分析するだけでなく、単一あるいは複数拠点を分析対象とすることにより、施設固有のリスク量を把握することが可能であり、損害保険会社では保険契約の引き受けを検討する際の契約条件の設定や保険料算出の際の指標としても活用されている。また、企業側においても自社のリスクマネジメントやBCPを検討する上での資料としたり、不動産流動化市場や再生可能エネルギー市場での投資リスク判断の参考データとして活用されている。本稿では、当社およびグループ会社である、MS & AD インシュアランスグループ傘下の損害保険会社、外部提携先であるAIR Worldwide社の3社で協働して開発している自然災

*MS&AD インターリスク総研株式会社リスクマネジメント第一部 災害リスクグループグループ長

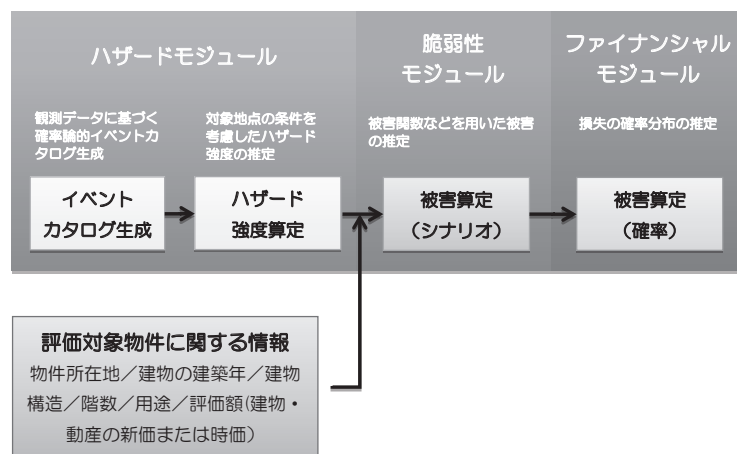


図1 リスク分析の手順

(出典：AIR Worldwide Corporation の資料を基に MS & AD インターリスク総研にて一部加工)

害リスク評価モデルの分析手法の概要と、それらを活用した損害保険の顧客向けのリスク分析サービス等について触れたい。なお当社で使用している分析モデルでは現在、風水害、火山噴火リスク分析にも応用が可能となっているが、本稿では地震・津波リスクを対象として記述する。

1. 地震・津波リスク分析の手法

地震・津波リスク分析は、対象拠点到影響を及ぼす地震源の特性、対象拠点直下の地盤状況、建造物の耐震性等を評価し、評価対象物の地震・津波に起因する被害想定率を算出するもので、リスク分析の手順は図1のとおりである。

2. イベントカタログ生成

地震・津波リスク分析では、日本全国の震源について震源位置、深さ、規模（マグニチュード）、発生確率等を評価したデータベース（イベントカタログ）を用いて対象拠点の被害想定率を算出する（図2）。

震源としては、地震調査研究推進本部の長期評価結果（主要な活断層で発生する地震や海溝型地震を対象に、地震の規模や一定期間内に地震が発生する

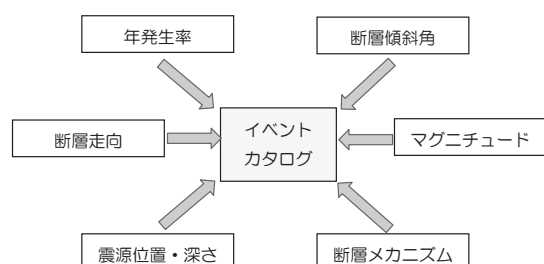


図2 イベントカタログの項目

(出典：AIR Worldwide Corporation の資料を基に MS & AD インターリスク総研にて一部加工)

確率を予測した、地震発生可能性の長期評価）を基に、当社および MS & AD インシュアランスグループ傘下の損害保険会社と協働している AIR Worldwide 社の独自見解を加えた約 80 万のシナリオを考慮している。

(1) 地震ハザード強度

地震による揺れの強さは、伝播特性（震源から離れると揺れは小さくなる）と、地盤増幅度（評価対象地点直下の地盤で揺れが増幅する）から算定する。

地震による揺れは震源から遠くなるほどエネルギーを消費して減衰する。リスク分析では、過去の地震における観測データを基に震源からの距離と揺れの強さを関数化して表現した「距離減衰式」を用いて評価対象地点の地震基盤面における揺れの強さを算定する（図3）。

(2) 津波ハザード強度

津波とは、地震などによって発生した海底地盤の急激な変化により海水面が上昇（下降）し、水面の変動が海面を伝播して海岸に打ち寄せる現象であるが、津波は海岸付近で増幅し、陸地を遡上することによって建物等に被害が発生する。

当社が使用している津波シミュレーションでは、「初期水位の算定（津波生起）」、「津波伝播解析」、「津波遡上解析」の3段階で津波ハザードの強度を計算している。

①初期水位の算定（津波生起）

断層のすべり分布に基づいて海底の地殻変動量を計算し水位の上昇量を算定

②津波伝播解析

初期水位や海底地形情報に基づいて海岸線での津波高、津波到達時間などを算定

③津波遡上解析

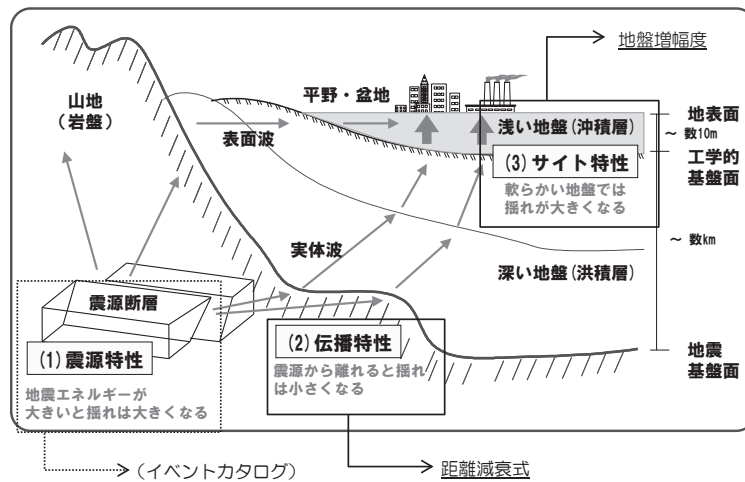


図3 地震による揺れの強さの算定イメージ

海岸線での津波高と地形情報に基づき、津波の遡上高、浸水深、流速、波力、最大浸水時間などを算定

3. 被害算定（シナリオ分析）

(1) 揺れによる被害

揺れによる被害は、揺れの強さと損失の大きさの関係を表す被害関数によって算定する。被害関数は、構造解析や過去の地震による被害事例を基に、構造種別、用途、建築年等によってあらかじめ算出されており、対象物件に応じた被害関数を適用して被害想定率を算定する（組み合わせは1,000ケース以上）。

被害関数は、構造解析によって構造種別（鉄筋コンクリート造、鉄骨造、木造等）ごとに算出された「地震力（揺れの強さ）－構造物の変形量」の関係と各シナリオの加速度応答スペクトルを組み合わせ

せて算定した変形量に対する構造物の各構成要素（柱、はり、壁、設備等）の被害を積算することによって設定する（図4）。

(2) 液状化による被害

液状化による被害は、液状化の危険度を表すPL（Potential of Liquefaction）値を基に算定する。PL値は地震による揺れの強さを基に算出される液状化対象層ごとの液状化抵抗率（FL）を用いて地層全体の液状化危険度を評価する指標であり、PL値が大きいほど液状化の危険度が高くなる。

(3) 地震後火災による被害

地震後に発生する火災には以下のような特徴がある。

- ① 地震による揺れが強いほど出火する確率が高い。
- ② 出火が同時多発となり、広域火災となるケース

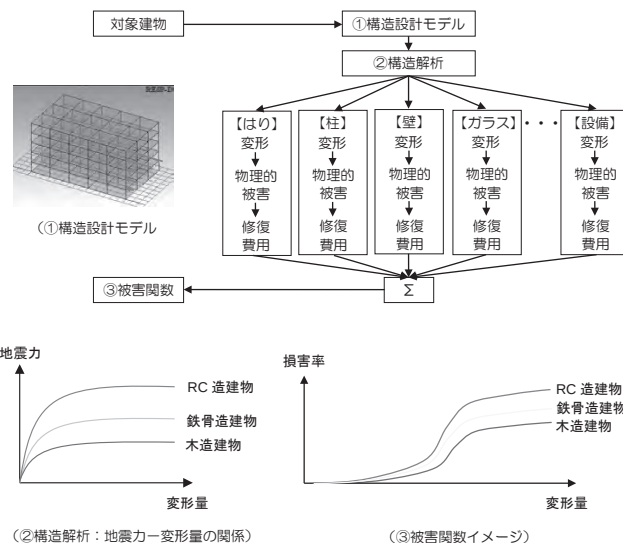


図4 被害関数の設定イメージ

（出典：AIR Worldwide Corporation の資料を基に MS & AD インターリスク総研にて一部加工）

が多い。

③ 消防活動が制限されることにより、延焼が拡大する傾向にある。

④ 市街地特性（例：木造建物が密集→延焼しやすい、道路幅が広い→延焼しにくい）や風速によって延焼範囲が大きく異なる。

地震後火災の分析にあたっては、これらの特徴を反映した損害額を算定するために、出火シミュレーションや延焼シミュレーションの手法をモデルに反映している。

(4) 津波による被害

津波による被害は、浸水深および流速と損失の大きさの関係を表す被害関数によって算定する。被害関数は、2011年3月11日に発生した東日本大震災の被災現況調査データ（国土交通省）および保険損害データを基に、構造種別、用途、建築年等によってあらかじめ算出されており、対象物件に応じた被害関数を適用して被害想定率を算定している（組み合わせは1,000ケース以上）（図5）。

4. 被害算定（確率分析）

確率分析では、まず考え得る全ての地震について、「3. 被害算定（シナリオ分析）」で解説した手法により、評価対象物件が受ける被害想定額を算出する。

それぞれの地震は、「2. イベントカタログ生成」において発生確率が評価されており、被害想定額と発生確率の一覧表を作成する。この一覧表について被害想定額を大きい順に並べ替え、被害想定額上位から順に発生確率を累積したものが超過確率になる。

予想損失額を横軸に、年超過確率を縦軸にとって描いた曲線がイベントリスク曲線（以降、イベントカーブ）となる（図6）。

さらに、イベントカーブに対して分析の不確実性

を考慮したカーブをリスクカーブといい、各シナリオに対する被害想定額のばらつきを図7のように確率分布で表し、それぞれのシナリオについてある損失額（図7ではX）以上の損失が生じる確率（図7のハッチング部分）を足し合わせることによって作成される。

確率分析では、リスクカーブに基づき年超過確率に対する被害想定額を算出する。

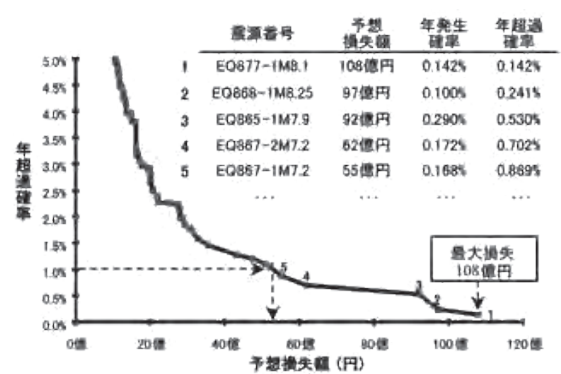


図6 イベントカーブの作成

（出典：「地震危険度指標に関する調査研究」損害保険料率算出機構 平成14年12月）

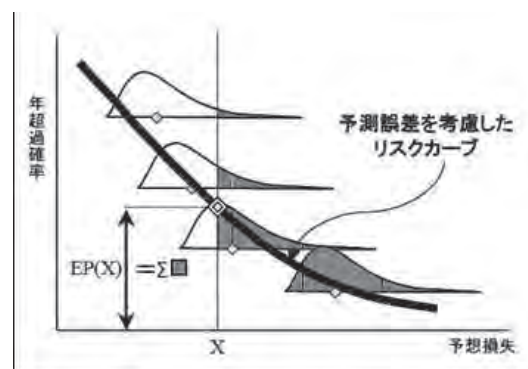


図7 リスクカーブの作成

（出典：「地震危険度指標に関する調査研究」損害保険料率算出機構 平成14年12月）

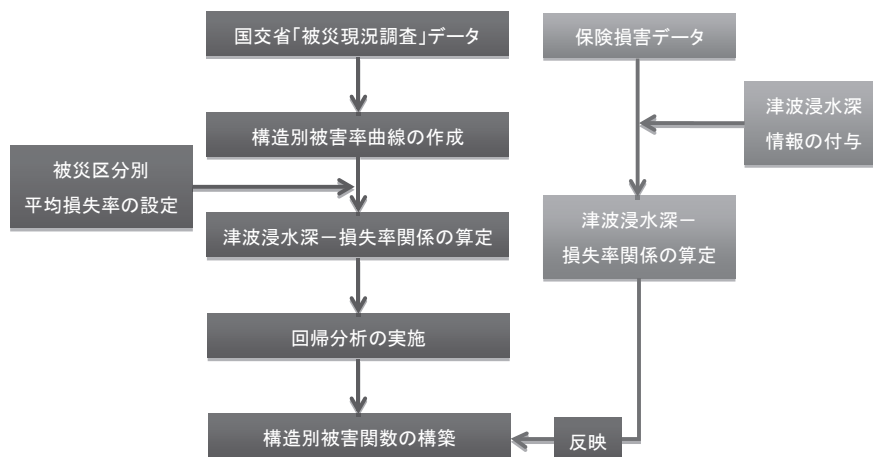


図5 津波被害関数の構築フロー

年超過確率は再現期間の逆数であり、例えば再現期間 100 年は年超過確率 1%、再現期間 475 年は年超過確率 0.21% に相当する。

5. リスク分析サービスとしての活用

(1) 定量的リスク分析の活用

冒頭で記述の通り、当社ではグループ会社である損害保険会社からの依頼により損害保険契約の引き受けに際し、対象物件の構造・階数・建築年等の情報をもとに、確率分析（年超過確率毎の被害想定額）とシナリオ分析（地震シナリオ毎の被害想定額）の結果を報告書として提示する業務を実施しているほか、不動産流動化やメガソーラー施設等の開発に携わる事業者からの委託にも応え、彼らのリスク判断などにも活用いただいている（図8）。

(2) その他のリスク評価サービス

当社では定量的なリスク分析だけでなく、対象物件の自然災害リスク評価を行うために各種のリスク評価サービスを開発し損害保険会社や顧客へ直接提供している。

①ハザード情報調査レポート（机上調査）

保険化や対策を検討すべき自然災害リスクの洗い出しや優先順位等を検討したい場合などに、地震、風水災、火山噴火、落雷、積雪等のハザード情報に



図8 地震リスク分析レポートの一例



図9 ハザード調査レポートの一例



図10 浸水危険度判定レポートの一例

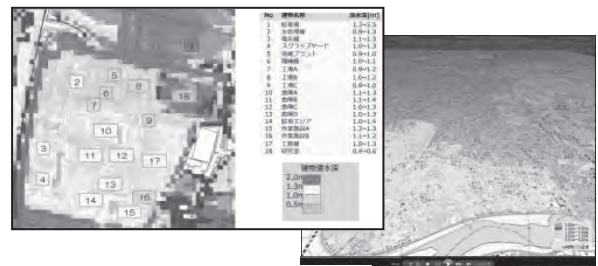


図11 浸水シミュレーションの一例

ついて、公的な機関から公表されている情報を収集し、報告書にまとめるもの（図9）。

②浸水危険度判定（机上調査）

ハザードマップなどにに基づき、浸水リスクが高い拠点を洗い出し、報告書にまとめるもの。多数の拠点がある場合に効率的な調査が可能（図10）。

③浸水シミュレーション

洪水、高潮、内水氾濫を対象とし、ハザードマップでは把握しきれない詳細メッシュによる浸水シミュレーションを浸水シミュレーションソフトウェアで実施し報告書を作成するもの（図11）。

④各種現地調査

対象物件の自然災害リスク（地震、風水雪災など）に関して現地調査の上、想定される被害やその規模、防災のための施設や防災計画の改善提案などを実施するもの。

6. おわりに

自然災害が多発し、企業・事業所、家庭などあらゆる局面で人命安全の確保、施設の損害軽減、事業中断リスクの回避、リスクファイナンス（保険手当等）などの対応の加速を求められる時代となった。

損害保険事業はその中核領域として損害保険の引き受けと保険金の支払いという経済的な補償機能を担っている。損害保険会社と一体となってリスク関連事業に携わる我々には、顧客が災害に見舞われる前から、リスクを発見し、わかりやすく伝える機能、

さらにそのリスクの発現を防ぎ、影響を最小限にとどめるための役割が求められている。

本稿で記述したリスク評価の手法や各種サービスについても更なる研究開発に努め、精度・機能向上により顧客のリスク対策に貢献できるよう努めてゆきたい。
おわり

参考文献

日本損害保険協会「自然災害での支払額」（最終アクセス 2019 年 8 月 7 日）

<http://www.sonpo.or.jp/news/statistics/disaster/>

略歴



三和 多賀司（みわ たかし）
1989 年 千代田火災海上保険(株)（現：あいおいニッセイ同和損害保険（株））に入社。2011 年より MS&AD インターリスク総研（株）に出向。企業・事業所の自然災害に関するリスク分析，防・減災コンサルティングを担当。