

No.24

リスクマネジメントにおける 数理ツールの活用

鉄道トレンドウォッチングでは毎回、鉄道に関する最新のテクノロジーを中心にお届けしていますが、第24回となる今回は少し趣向を変え、鉄道の「リスクマネジメント」と、それに適用する「数理ツール」について解説します。

■ 鉄道とリスクマネジメント

鉄道には、他の交通手段やさまざまなサービスと同じように、事故や災害をはじめとして、好ましくない結果に至る可能性のある要因（ハザード）があります。ハザードが実際に好ましくない結果を生じ（危機を発生）させないよう、さまざまな取り組みが進められています。加えて、想定を超える事態が発生する可能性をゼロにすることは困難でもあることから、想定外の危機が起きた時に迅速に復旧できるよう、あらかじめ備えることも重要です。このような包括的な備えとして、リスクマネジメントはその一つの手段となります。

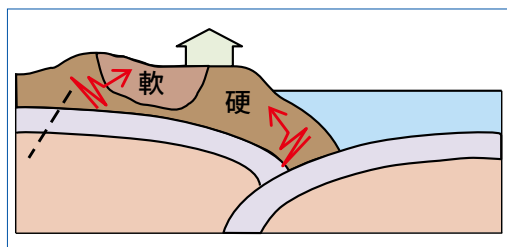


図1 地震リスクのイメージ

■ 数理ツールの活用

リスクマネジメントは、不確かなことが起こる確率を見定め、それによる影響を確認して、管理することをいいます。不確かなことには、目的に対して悪いことだけでなく、良いことも含みます。また、それによる影響は、具体的には利益や損害のことをいいます。

ここで、数理（数学を現実社会に役立てることを）、目的に応じた道具（ツール）として使うことが重要になります。リスクマネジメントでは、数理ツールを活用し、「確率」と「影響」を合理的に求める必要があります。例えば地震（図1）は、地球のプレートの動きにともない、断層などの震源で発生するので、種々の観測データからそ

の発生確率を求めることができます。しかし実際には、「特定の場所で大きな地震が発生する確率」を求めなければならず、揺れを伝える「地盤」の情報を使い、複数の震源を考慮して、計算を実施する必要があります。

■ リスクの管理と保険

リスクマネジメントでは、数理ツールにより確率と影響を把握したのち、その管理を行う必要があります。

リスクマネジメントにおける国際規格（ISO 31000シリーズ）では、ハザードが危機に至る原因を網羅的に把握し、重要と思われる原因を抽出して事前対策を講じ、あわせて危機が発生したときの緊急対策を計画します。さらに、

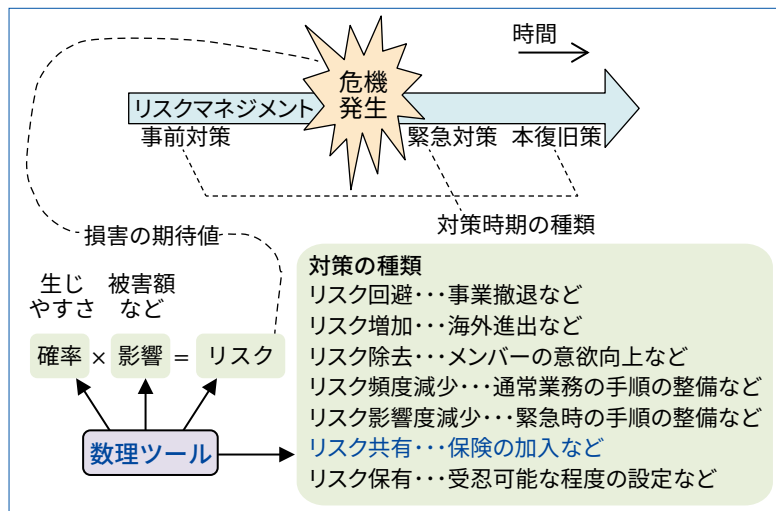


図2 リスクマネジメントにおける数理ツール

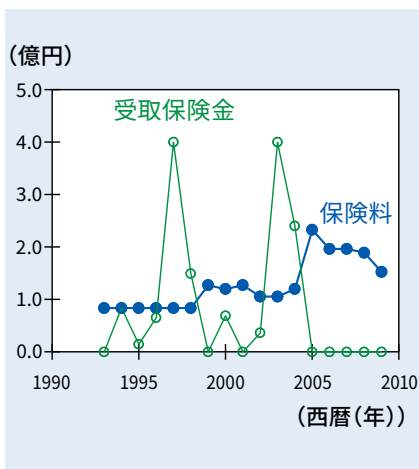


図3 土木構造物保険の保険料と受取保険金の推移 (ある鉄道会社の例)¹⁾より作図

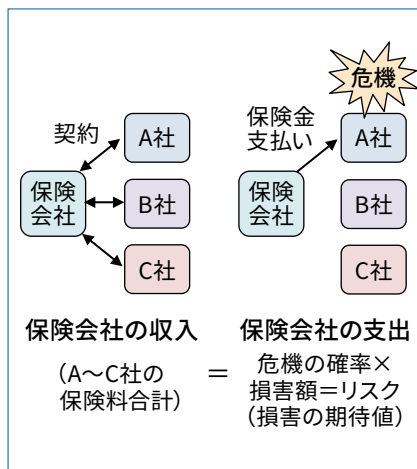


図4 收支相等の原則



図5 経年劣化を対象とした仮定の保険の保険料 (「構造物の状態割引」あり)²⁾

仮の緊急対策から本復旧へと回復するための対策を組み合わせます(図2)。

リスクの対策には、「回避」や「除去」など、いくつかの種類があります。そのうちの一つにリスクの「共有」があり、これは万一の際に使う「保険」がその代表例です。歴史的にも保険とリスクマネジメントは深く関係しています。数理ツールは保険でも重要な役割を担います。数理ツールでリスクを評価し、たくさんの人と保険契約をすることで、リスクを共有します。事前に費用の掛かる対策を施したものに関しては、保険契約を低廉化することも広く行われています。自動車保険で、衝突防止装置を取り付けた場合に保険料を割引くのと同等考え方です。

■ 鉄道施設と保険

保険は個人向けだけでなく、企業や団体向けにも、広範な業務のさまざまなハザードを対象とした商品があります。鉄道では土木施設など、建設工事その他で各種の保険が運用されています。例えば供用中の鉄道路線に対し、風水害などによって施設が損傷した場合に保険金を受け取ることができる、「土木構造物保険」があります。近年は災害が多く、保険料が値上がりしています(図3)。

保険は一般に、突発的な事故や災害による損害を補償します。ここでは、

一時払い生命保険と同じ考え方により、土木構造物の経年劣化を対象にした仮定の保険を考えました²⁾。適切なメンテナンスを前提としつつ、徐々に進行する経年劣化が生じさせる危機を対象にした保険を仮定しています。土木構造物が有している安全性などの性能が、あらかじめ定めた値を下回ったときに、保険会社は保険金を支払うものとします。また、保険の引き受け条件として「構造物の状態割引」を設定し、構造物の状態が良ければ保険料を安く、悪ければ保険料を高くします。保険会社の収入と支出が一致する(図4、これを收支相等の原則とよびます)ように計算しました。

計算の結果、保険期間10年で保険金1億円の場合の保険料は、良好な状態の構造物で年間7万円余りですが、悪い状態の構造物で250万円となりました(図5)。実際にはこのような保険はありませんが、もし存在したとすれば、施工品質を向上するなどの別のリスク対策(リスク頻度減少)と組み合わせ、良い状態の構造物として保険料も安くし、理想的な多重防御のリスクマネジメントに近づけることもできるでしょう。

■ リスクマネジメントと社会

リスクマネジメントの要点は、不確定な要因をあらかじめ洗い出して備え

ることにあります。確率と影響を合理的に求める必要があり、数理ツールの活用がカギになります。また、数理ツールを活用するリスク対策の例として、保険の活用例を紹介しました。

インフラを将来にわたり大切に使うために、社会の備えは欠かせません。リスクマネジメントは不確定なことに対する、社会の備えです。この原稿を書いている現在、世界的に新型コロナウイルス感染症の影響のただ中にあります。感染が広がる中で、鉄道に令和2年7月豪雨による水害が重なりました。次なるリスクも見据え、万全な体制で備えておくことが望まれます。

(大屋戸理明/企画室 戦略調査)

※鉄道トレンドウォッチングは次号より、偶数月の掲載に戻ります。

文献

- 野澤和行, 松田清宏, 森地茂: 交通施設の災害復旧に対するリスクマネジメントと公的負担制度に関する研究, 運輸政策研究, Vol.13, No.3, pp.85-92, 2010
- 大屋戸理明, 渡辺健, 西岡英俊: 土木構造物のリスクマネジメントにおける保険の活用についての調査と一考察, 令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会講演概要集, VI-291, 2019