

## サプライチェーンを考慮した BCP のための業務停止期間のリスク評価 その1 業務停止期間の定量化

正会員 ○西川 智\*  
同上 福島 誠一郎\*\*  
同上 矢代 晴実\*\*\*

事業継続 地震リスク サプライチェーン  
BCP 業務停止期間 リスクカーブ

### 1. はじめに

2007年7月の新潟県中越沖地震では、柏崎市にある自動車部品メーカーの主力工場からの供給が停止したことにより、日本の主要自動車メーカー各社が1週間余の生産停止を余儀なくされた。近年日本の企業は、市場の動向に迅速に対応するため、また在庫コストを削減するために、部品の在庫を少なくし、ジャスト・イン・タイムによる調達・生産・販売システムにシフトしてきている。企業のBCPでは、サプライチェーン（以下SC）で結ばれている他社の事業再開をその重要な要素としなければならないことを見つけた事例となった。

このようなSCに依存した操業形態を有する企業の事業継続を考える上でのリスクの定量化のためには、複数個所の立地と、それぞれの地点での被害リスクを組み合わせたリスク評価手法が求められている。また、当該企業の物的損失のみならず、取引先の操業停止など当該企業の外部で発生する事象がもたらす企業活動の中断に伴う損失の評価が重要であることから、企業活動の業務停止期間（BIT: Business Interruption Time）を定量的に把握し、それを減少させる手段を評価する必要がある<sup>1)</sup>。

本研究では以上に鑑み、複数の拠点があるSCで結ばれている企業の業務停止期間に関するリスク評価手法を提案する。

### 2. 業務停止期間の定量化手法の構築

筆者らは、複数施設を有する企業の地震リスクマネジメントを対象として、ポートフォリオの地震リスク評価手法を構築・提案してきた<sup>2)</sup>。同手法は膨大な数のシナリオ地震（イベント）毎に、個々の建物の損失の和としてポートフォリオの損失を求めるものである。このリスク評価手法を拡張し、複数拠点を有するSCの業務停止期間のリスク評価手法を提案する。

イベント*i*による拠点*j*の業務停止期間 $t_j(i)$ は、複数の限界状態に対する業務停止期間 $t_{j,k}(i)$ の条件付期待値として次式で定義する。

$$t_j(i) = \sum_{k=0}^4 [p_{j,k}(i) \cdot t_{j,k}(i)] \quad (1)$$

ここに、 $p_{j,k}(i)$ は、 $t_{j,k}(i)$ に対応した条件付確率、 $k$ は限界状態を表す変数で、 $k=0, \dots, 4$ は、無被害、小破、中破、大破、倒壊にそれぞれ対応する。

SCの業務停止期間 $t_{SC}(i)$ は、次式により求められる。

$$t_{SC}(i) = \sum_{l=1}^N f[p_l(i)] \cdot g[t_l(i)] \quad (2)$$

ここに、 $l$ は被害レベルの組み合わせを示す変数、 $N$ は組み合わせ数である。 $t_l(i)$ は、組み合わせ*l*におけるSCを構成する拠点の業務停止期間 $t_{j,k}(i)$ からなるベクトル、 $p_l(i)$ は $t_l(i)$ に対応した条件付確率のベクトルである。

$f[\cdot]$ は組み合わせ*l*が生じる条件付確率で、 $p_l(i)$ の関数として次式で定義する。

$$f[p_l(i)] = p_{l,k1} \times p_{l,k2} \times \dots \times p_{l,kn} \quad (3)$$

ここに、 $n$ はSCを構成する拠点数である。

一方、 $g[\cdot]$ は当該組み合わせによるSCの業務停止期間で、 $t_l(i)$ の関数として表され、その関数形は、SCの組合せを基に設定される。本研究では、直列系では各拠点の業務停止期間の最大値を、並列系では最小値を取る。

イベントに対する業務停止期間の評価の概念を図1に示す。提案する業務停止期間のリスク評価の手順を図2に示す。また、不確実性を考慮するため、地震動強度や建物強度等を確率変数としたモンテカルロシミュレーションを援用する。

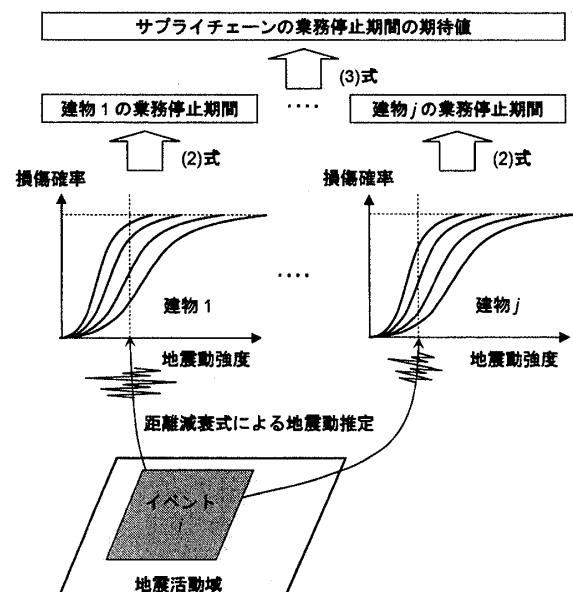


図1 業務停止期間の評価の概念

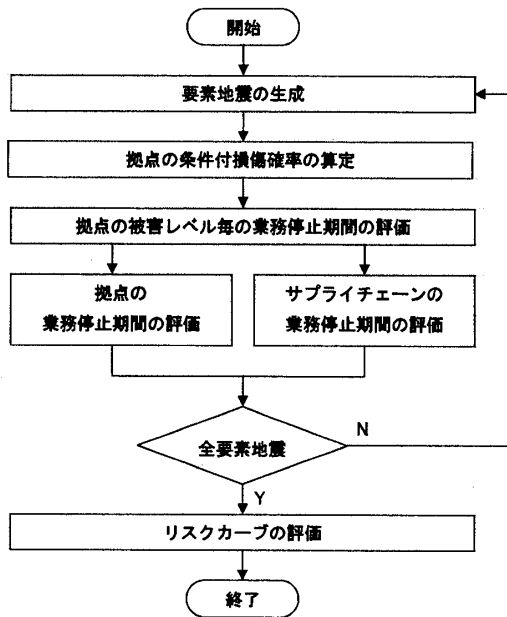


図2 業務停止期間のリスク評価の手順

### 3. サプライチェーンへの適用試算

この定量化手法を適用する SC の例として、3 拠点からなる配置（さいたま市，横浜市，千葉市）を想定した。各拠点は便宜上所在自治体の市役所位置とした。各拠点の耐震性能と業務停止期間については、文献 2)ならびに文献 3)に従い、表 1 のように設定した。

また、この 3 拠点の連結性については、図 3 に示すように、直列系と並列系の 2 つを仮定した。

表 1 フラジリティ曲線の特性値と業務停止期間

被害レベル	フラジリティ曲線の特性値		業務停止期間 (日)
	中央値(cm/s/s)	対数標準偏差	
小破	200	0.4	3
中破	600	0.4	15
大破	1000	0.4	60
倒壊	1400	0.4	180

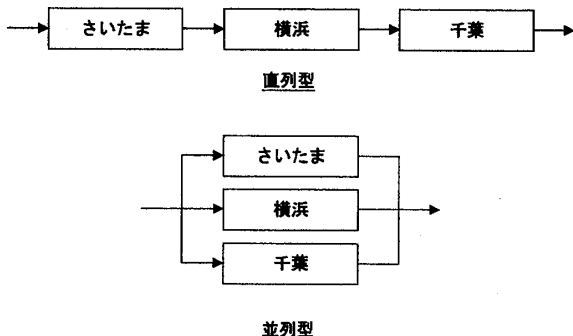


図3 サプライチェーンの連結性の設定

図 4 と図 5 に、業務停止期間のリスクカーブを示す。同図中で、太線は SC に、細線は個別の拠点に対応する。直列型では、3 つの拠点のうち 1 箇所が停止すれば SC 全体が停止する。SC のリスクカーブは、いずれの拠点のリスクカーブよりも大きく、地震発生確率が高い横浜の影響が大きい。一方、並列型では、3 つの拠点が同時被災しない限り SC は停止しない。したがって SC のリスクカーブは、いずれの拠点のリスクカーブよりも小さい。

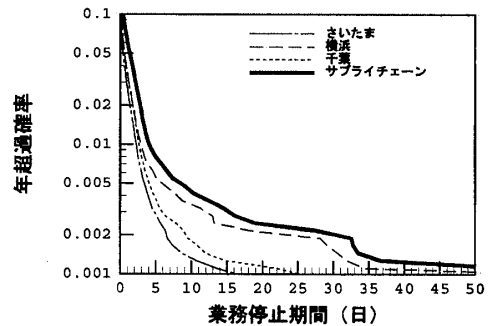


図4 業務停止期間のリスクカーブ（直列型）

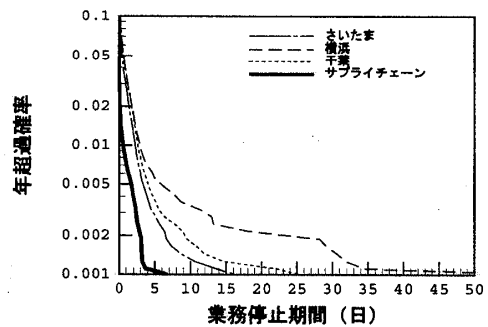


図5 業務停止期間のリスクカーブ（並列型）

### 4. まとめ

本研究では、複数の拠点が直列型，並列型で連結されているサプライチェーンの業務停止期間を定量的に算出する方法を提案し、そのリスクカーブを示した。

#### 参考文献

- 1) 西川智, 福島誠一郎, 矢代晴実: 事業継続 (BCP) のためのサプライチェーンのリスク分析手法の提案, 地域安全学会梗概集 No21, pp.39-42, 2007.11
- 2) 福島誠一郎, 矢代晴実: 地震ポートフォリオ解析による多地点に配置された建物群のリスク評価, 日本建築学会計画系論文集, No.552, pp.169-176, 2002.2
- 3) 坂本成弘: 事業継続計画における復旧曲線の評価, 大成建設技術センター報 第 39 号, 2006
- 4) 日本建築学会編: 建築物荷重指針・同解説, 2004.9
- 5) T. Annaka and H. Yashiro: A seismic source model with temporal dependencies of large earthquake occurrence for probabilistic seismic hazard analysis in Japan, Risk Analysis, WIT PRESS, pp.233-242, 1998

\*国土交通省, 前内閣府 (防災担当)

\*\*東電設計㈱

\*\*\*東京海上日動リスクコンサルティング

\*Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

\*\*Tokyo Electric Power Services, Co., Ltd.

\*\*\*Tokio Marine & Nichido Risk Consulting, Co., Ltd.