

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

Proposal of a new Method for Risk Evaluation of Supply-Chain Dependent Business Continuation Plan

○西川 智¹, 福島 誠一郎², 矢代 晴実³
 Satoru NISHIKAWA¹, Sei'ichiro FUKUSHIMA², Harumi YASHIRO³

¹ 国土交通省水資源部、(前)内閣府災害予防担当

Ministry of Land, Infrastructure and Transport

² 東電設計(株)

Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.

³ 東京海上日動リスクコンサルティング

Tokio Marine & Nichido Risk Consulting Co., Ltd.

Business continuity is now regarded as an important factor in management of enterprises. Most of the businesses are not stand-alone, they depend on supply chains. In order to draw BCP (business continuity plan) for such businesses, there is a need for a risk analysis method to evaluate such supply chain dependent manufacturing system. The business resumption period is a crucial factor in terms of economic loss. If an enterprise halts its supply of products over a consumer acceptable timeframe, the consumers will be quickly taken over by rival enterprises and if the business resumption time exceeds a certain limit, the enterprise will no longer be able to return to the previous market. A model enterprise with several factories located throughout the Tokyo Metropolitan area connected through supply chain was applied in analyzing the risk.

Key Words : Risk Evaluation Method, Business Continuity Planning(BCP), Supply-Chain, Seismic Risk, Portfolio Analysis

1. はじめに

(1) 背景

地震などの自然災害による経済的被害を軽減する予防的な取組として、企業のBCP(事業継続計画)が重視され始めている。平成17年8月、事業体の減災と災害対応の向上を目的として、中央防災会議(内閣府防災)より「事業継続ガイドライン 第一版」が示され、BCPの概念を整理するとともに、企業が計画を策定するに当たっての手順を提示した。これに基づき、様々な企業や産業団体が各々にあったBCP策定に動き出した。事業継続への具体的な取り組みは業種や業態に応じて異なる。企業の重要業務の継続と経営の存続が主眼であっても、小売業と製造業ではそれぞれ操業に必要な資機材や人員が異なる。このため、内閣府では現在、業種ごとの特性を踏まえた業種別のガイドライン作りを代表的な業界団体の参加を得て進めているところである。

各企業がBCPを策定するに際して、そのBCPに基づく様々な対策を講じる事によって、どれだけのリスクの低減効果が得られるのかを定量的に把握する手法が必要となってきた。また、その企業の事業継続のために複数の対策が選択肢として考えられる場合に、どの対策を優先的にとるべきかを比較考慮するためにもリスクの低減効果を定量的に把握する手法が必要となっている。

2007年新潟県中越沖地震などの実際の災害事例に鑑みると、複数の生産拠点が地理的に離れた場所に位置し、かつそれらがサプライチェーンで結ばれている企業の事業継続を考えるためのリスク解析手法が求められている。本研究では、複数の拠点がサプライチェーンで結ばれている企業の定量的なリスク解析手法を提案する。

2. サプライチェーンのリスク評価手法の必要性

(1) 最近の地震での企業被害

2007年7月の新潟県中越沖地震では、柏崎市を中心として数多くの企業が被災した。その中には、自動車エンジンのピストンリングで約5割、変速機部品のシールリングで約7割のシェアを持つ部品メーカーの主力工場が被災し、操業停止した。この工場で生産されていた部品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、このため、この部品工場の復旧と生産再開の応援のため複数の自動車メーカーが自社の人員を派遣し、この工場の業務再開のために協力し、自社の操業の早期再開のために努力した。また、自動車メーカーの完成来車の生産ラインが停止したことにより、他の部品メーカーが部品の出荷を停止せざるを得なくなるという影響も出た。企業のBCPを考える上で、自社の事業再開を考える上で、サプライチェーン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せつけた事例となった。

2004年10月の新潟県中越地震でも、数多くの企業が被災した。小千谷市にある自動車や二輪車用メーターの製造会社が地震による被害のため操業を停止した。ここからメーターを調達していたY社、H社、K社は二輪車の生産の部分停止を余儀なくされ、H社は自動車の生産を2日間全面停止させられた。自社が被害を受けなくても、サプライチェーンの途絶による操業停止が発生した。ある米菓製造会社では、本社は越路町、工場は長岡市、飯塚町、越路町に立地し、中でも米菓のもとになる米菓用の生地的主力生産工場は飯塚町にあり、その生地

を使い他の工場で米菓の製品が生産されていた。したがって、米菓製造会社として操業を続けるためには、生地を作る工場と、米菓製品を作る工場が両方とも稼働し、かつ本社が機能することが必要であった。この会社では、飯塚町の工場が損傷を受けたため、北海道千歳にある工場で作った生地を新潟に取り寄せることなどにより、早期の事業再開に努力し約2週間で製品出荷を再開した。

(2) サプライチェーン地震リスク評価の必要性

事業継続への具体的な取り組みは業種や業態に応じて異なる。企業の重要業務の継続と経営の存続が主眼であっても、小売業と製造業ではそれぞれ操業に必要な資機材や人員が異なる。このため、内閣府では現在、業種ごとの特性を踏まえた業種別のガイドライン作りを代表的な業界団体の参加を得て進めているところである。

1 事業所単独での地震災害に対する事業継続を考える上では、その事業所の建物や付帯設備の耐震性、その事業所の要員確保、重要データの保全などが重要な要素となる。その事業所の立地する場所での地震動の想定、それによる被害の確率の想定が、リスクの定量化の基礎データとなる。しかしながら、多くの企業、特に製造業においては、1 事業所で自己完結型の事業継続が成立するところは少ない。企業が数箇所に事業所を有し、それらの間の原材料や半製品のサプライチェーンがあつてはじめて操業は可能となる。さらに、取引先からの部品の納入ルートや製品の出荷ルートが確保されてこそ企業としての事業継続は可能となる。最近、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。そのこともあり、取引先に対してBCPへの取組みを要求する大手企業が増加してきている。

このため、サプライチェーン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計量化のためには、複数箇所の立地と、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。

(3) リスク評価の際の時間の要素の重要性

企業にとってBCP策定の目的は2つある。災害発生時に操業度をゼロに落とすことなく、許容される最低限以上のレベルで事業を継続させること、また、企業経営上許容される期間内に被災前の操業レベルに復旧させることである。(図1)被災した企業の製品のユーザーから見ると、特に復旧時間は重要であり、ユーザーから見て「待てる」期間内に製品供給の見込みがなければ、代替製品を探す、あるいは、代替メーカーを探すことになる。ユーザーが「これ以上待てない」となれば、被災した企業は製品の販路を失い、相当期間経過後、製品供給が可能な状態に復旧したとしても、かつてのユーザーは他の企業に奪われ、新規のユーザーの開拓、他社に奪われたユーザーの再獲得、のための多大な営業コストを払う可能性があり、さらに長期化すれば、マーケットから退出させられる可能性もある。この「待てる」期間は、製品やその市場での需給関係によって異なるが、「待てる」期間を超えて長期化すれば被災した企業にとっては、

「中断のコスト」、あるいは「市場復帰のためのコスト」は時間を追って大きくなり、さらに長期化すれば、マーケットへの復帰が不能、すなわち「中断のコスト」はその企業にとっては巨額なものとなる。

したがって、サプライチェーンに依存した操業形態を有する企業の事業継続のリスクを計量化する上では、復旧時間は重要な要素である。

事業継続計画(BCP)

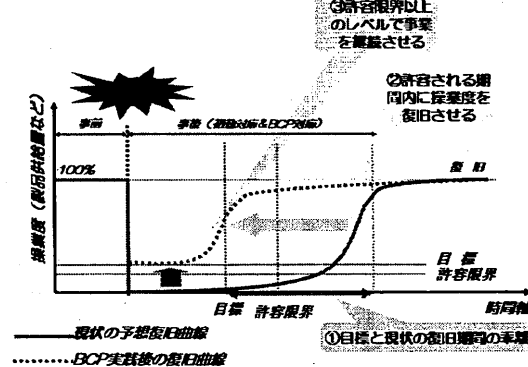


図1 事業継続計画(BCP)の概念図

3. 地震リスク評価におけるサプライチェーンの反映

(1) 確定論的評価から確率論的評価へ

内閣府「事業継続ガイドライン第一版」では、地震リスクを対象とした場合の被害想定の方法として、表1に示すように、想定地震による「シナリオ型被害想定」を取り上げている。想定地震の設定においては、「被害の大きさと、地震発生時の切迫性を判断基準とすること」、「シナリオに対する対応が取れないときには、対処可能なシナリオを別途用意すること」が示されている。企業経営者にとって、前者は被害の大きさとその発生確率から対象とする災害を抽出することであり、想定地震の抽出においてはリスクカーブの概念が存在すると考えることができる。

前述したように、BCPにおいてはサプライチェーンの評価は必須である。その評価は確定論的手法を用いた場合には比較的容易であるが、リスクカーブの評価といった確率論的手法を用いる場合については十分検討されていない。そこで本研究では確率論的手法に着目し、その評価手法について述べる。

表1 内閣府ガイドラインによる被害想定

シナリオの決定にあたっては、最初はあまり神経質になる必要はない。要は着手することが重要であり、被害想定 の妥当性や精緻さは継続的に改善することによい。^{24 25}
 一般的に、リスクマネジメントや事業継続の検討にあたっては、最悪のシナリオを検討することが主流となっている（従来は、発生確率と損害度合いを考慮して一番あり得るシナリオを想定して検討すればよいとされていた）。しかし、ここでの基本的レベルの検討としては、まず、一番あり得るシナリオより一段階あるいはそれ以上悪いシナリオをひとつ検討することによい。
「内閣府 事業継続ガイドライン 第一版」より

(2) 機能の相関を有するポートフォリオ解析

筆者らはこれまで、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¹⁾。同手法はモンテカルロシミュレーションによりリスクカーブを求めるもので、各試行において個々の施設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。地震発生が空間的にランダムであること、同一地点でも施設の損失は完全相関ではないこと、等によりリスク分散の効果が自動的に反映される。なお、異なる地点間での地震動強度の相関については、林ら²⁾の方法により評価することが可能である。

ところで、サプライチェーンはそれ自身がポートフォリオであると捉えることができる。従来のポートフォリオ解析では、モンテカルロシミュレーションの各試行で個々の施設の損失からポートフォリオの損失を求めるが、これに対してサプライチェーンのリスク解析では、個々の施設の損傷確率から、サプライチェーンとしての損傷確率を評価し、損失を求める。

以上の損失評価は、次のように表すことができる。

$$L_p(i) = \sum L_j(i) = \sum F[P_j(i)] \quad (1)$$

$$L_{sc}(i) = L' \cdot G[P_1(i), \dots, P_j(i), \dots, P_n(i)] \quad (2)$$

ここに、 i はポートフォリオ解析における要素地震の識別番号、 L_p はポートフォリオの損失、 L_j はポートフォリオを構成する施設の損失、 P_j は施設の条件付損傷確率、 $F(\cdot)$ は施設の条件付損傷確率と損失を関連付ける関数である。

一方、 L_{sc} はサプライチェーンの損失、 L' はサプライチェーンが機能しないという条件付損失、 $G(\cdot)$ は施設の条件付損傷確率とサプライチェーンの機能喪失確率を関連付ける関数である。なお、 $G(\cdot)$ については、対象企業に応じたフォールトツリーによって評価するものとする。

以上の考え方を図2にまとめる。

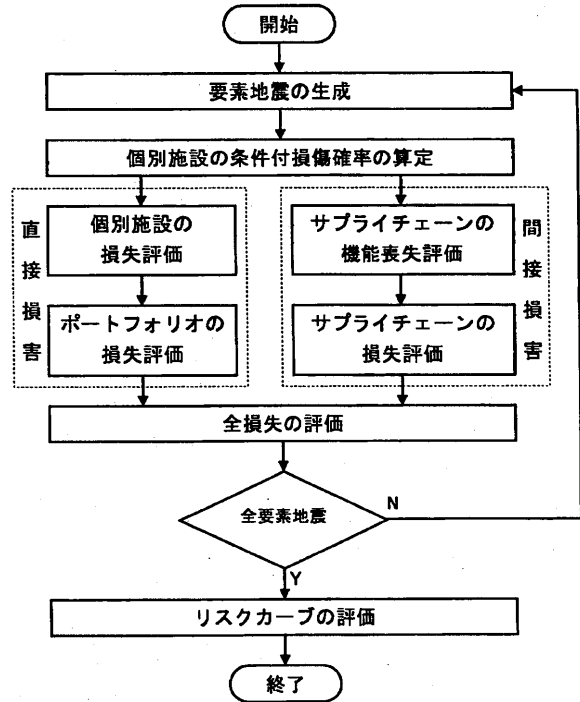


図2 サプライチェーンを含むリスク解析の枠組み

(3) サプライチェーンで結ばれた複数拠点のモデル企業の設定

前述のリスク解析手法を適用した分析対象として、首都圏に複数の生産拠点を有し、それらがサプライチェーンで結ばれたモデル企業を図3のように設定する。2種類の部品を中間工場を組み立て、さらに最終工場で完成させる、片方の部品は代替性のある2つの異なる地点に立地する工場生産されるという想定である。

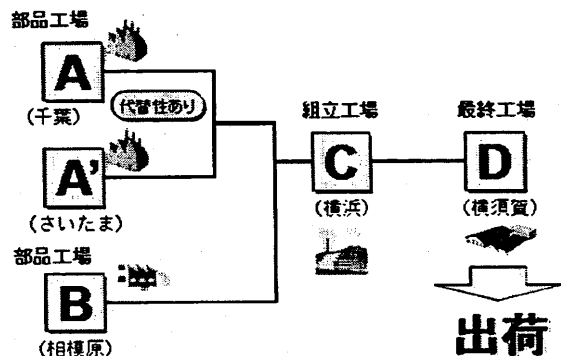


図3 モデル企業のサプライチェーン

図4のように、南関東の5地点にこれらの生産拠点が立地するとする。

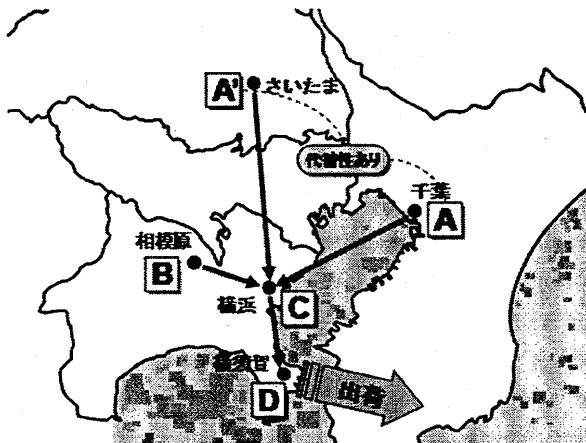


図4 モデル企業の生産拠点の立地

将来発生が予見されている首都直下の地震が発生した場合を仮定すると、図4中の5地点の地震動は地域により異なり、また、それぞれの拠点の構造物の特性により、各拠点の被害および復旧に要する費用と時間が異なる。

これらを考慮して、図2で示した解析を行うことにより、このサプライチェーン全体としての被害や操業再開時間の分析が可能になり、それにより、当該企業にとってのBCPを考え、どの拠点を優先して耐震補強するか、あるいは、代替性を有する拠点の組み合わせをどのように変更するかといった戦略を立案することが可能となる。

4. まとめ

本研究で、BCPにおけるサプライチェーンに着目し、複数の拠点がサプライチェーンで結ばれている企業のリスク解析手法と、将来発生が予見されている首都直下の地震を想定して南関東に複数拠点を有する企業をモデルケースとして解析することを提案した。

今後は、本提案手法でのモデル企業に適用し、当該企業にとっての直接被害と間接被害、当該企業の操業再開までの時間を比較分析し、サプライチェーンの効果を定量化していく予定である。

参考文献

- 1) 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, 552号, pp.169-176, 2002.2
- 2) 林孝幸, 福島誠一郎, 矢代晴実: 地震動強度の空間的な相関がポートフォリオの地震リスクに与える影響, 日本建築学会構造系論文集, 600号, pp.203-210, 2006.2
- 3) 中央防災会議(内閣府), 事業継続ガイドライン第一版, <http://www.bousai.go.jp/MinkanToShijyou/guideline01.pdf> 2005年8月
- 4) 西川智, 福島誠一郎, 矢代晴実: サプライチェーンを考慮した事業継続のためのリスク分析手法の提案, 日本建築学会2007年度大会(九州) 学術講演梗概集 F-1, pp.637-638, 2007.8