

特集 「自然災害にそなえる」

事業継続マネジメント(BCM)簡易評価システムの開発

富家 貞男 諏訪 仁 久保田 孝 幸
吉野 攝津子 大塚 清 敏 若松 邦 夫

Development of Concise Evaluation Systems for Business Continuity Management (BCM)

Sadao Tomiie Hitoshi Suwa Takayuki Kubota
Setsuko Yoshino Kiyotoshi Otsuka Kunio Wakamatsu

Abstract

Business Continuity Management is a holistic management process that ensures continuity of critical business functions in the face of a disaster or other major outage. BCM has become a major concern because of frequent occurrences of natural disasters and incidents that threatened business in recent years. However, it is very hard to manage BCM activities because it generally requires a lot of time, effort and cost. We have developed following concise evaluation tools for supporting efficient BCM: 1) BCM Maturity Evaluation System, which indicates points for improved BCM, 2) Natural Disaster Risk Evaluation System, which estimates damage levels caused by earthquake, typhoon, and flood, and 3) Earthquake Risk Evaluation System for Production Facilities, which predicts the potential loss of production rate and the expected recovery time. This report introduces the outline, evaluation methods, and example outputs of each tool.

概 要

事業継続マネジメント(BCM)とは、企業が災害や事故などにより被害を受けても重要業務を中断させない、あるいは中断した場合でもできるだけ早期に復旧させるための総合的なマネジメント手法である。最近、企業経営に影響を与える自然災害や事件・事故が多発していることから、企業のBCMに対する関心が高まっている。しかし、BCMを実施するには多大な労力・時間・コストを要するため、BCMを推進することは容易ではなかった。そこで、顧客のBCMを効率的に推進するため、1)企業のBCMの問題点や改善点を提示する「BCM達成度診断システム」、2)地震、台風、大雨の3つの自然災害による被害レベルを簡易に評価する「自然災害リスク診断システム“てんさい診たろう[®]”」、3)生産施設の稼働率の低下や復旧期間を簡易に予測する「生産施設の地震リスク評価システム」を開発した。本報告では、上記3ツールのシステム概要、評価方法、評価例などを紹介する。

1. はじめに

近年、企業経営に影響を与える自然災害や事件・事故が多発していることを背景に、企業のリスク対策の一環として事業継続マネジメント(Business Continuity Management: 以下、BCM)の重要性が認識されるようになってきた。BCMとは、企業が災害や事故などにより被害を受けても重要業務を中断させない、あるいは中断した場合でもできるだけ早期に(目標時間内に)復旧させるための総合的なマネジメント手法である。従来の防災対策が人命の安全確保や物的被害の軽減を目的としているのに対し、BCMは、従来の防災対策の目的を保持しつつ、重要業務を継続することが最大の目的である。

一般にBCMの実施にあたっては、重要業務の特定、被害の予測、組織・連絡体制の整備、施設・設備の対策、教育・訓練など多数の検討項目がある。しかし、作業量が膨大であり、どこに注力すべきかが明確でないため、不必要な労力と時間を費やすことがあった。また、事業継続計画(Business Continuity Plan: 以下、BCP)の策定に不可欠なリスク評価(被害レベルや復旧時間の予測)

には多大な労力とコストを要し、BCP策定時のネックとなっていた。

そこで、顧客のBCMを効率的に推進するための簡易評価システムとして、1)企業のBCMの問題点や改善点を提示する「BCM達成度診断システム」、2)地震、台風、大雨の3つの自然災害による被害レベルを簡易に評価する「自然災害リスク診断システム“てんさい診たろう[®]”」、3)生産施設の稼働率の低下や復旧期間を簡易に予測する「生産施設の地震リスク評価システム」を開発した。本報告では、上記3ツールのシステム概要、評価方法、評価例などを紹介する。

2. 開発の目的

企業のBCMを効率的に推進するための支援ツールとして、3つの簡易評価システムを開発した。それぞれの開発目的を下記に示す。

一つ目のシステムは、「BCM達成度診断システム」である。既にBCMに取り組んでいる企業であっても、そのレベルや内容は様々であり、必ずしも実効性を伴ったも

のとは言えない。また、BCMにこれから取り組む企業は、現状の防災対策のレベルを把握できていないため、既存の資源を活かしきれず、結果としてBCMに係る作業量が膨大なものとなる場合が多いようである。そこで、本システムは、企業のBCMへの取組み状況の達成度を短時間で簡易に評価し、改善すべき点や注力すべき点を明らかにすることを目的とする。

二つ目のシステムは、「自然災害リスク診断システム“てんさい診たろう®”」である。BCMでは被害を想定するためリスク評価が必要となるが、従来の自然災害リスク評価は、建物の損傷度や物的損害額について詳細かつ高精度に評価するものであり、評価・分析に多大な労力と時間を要した。そこで、本システムは、地震、台風、大雨の3つの自然災害に対するリスク（建物被害、人的被害、営業停止、機能低下など）を短時間で簡易に評価することを目的とする。

三つ目のシステムは、「生産施設の地震リスク評価システム」である。BCPを策定するためには、重要業務の目標復旧時間を決定し、それを達成するための具体的な対策を検討・立案しなければならない。そのためには、現状、地震により生産活動がどの程度低下するのか、また復旧にどの程度の時間を要するのかを把握する必要がある。そこで、本システムは、地震発生後の復旧期間（事業中断期間）と生産稼働率の関係を簡易かつ定量的に評価し、その関係を分かりやすく提示すること、また対策立案に資する重要な要素（ボトルネック）を提示することを目的とする。さらに、建物のみならず、生産活動に大きな影響を与える建築設備機器、配管、生産機器の被害やインフラ停止などの影響も考慮した総合的な評価システムの構築を目指す。

3. BCM達成度診断システム

3.1 システムの概要

本システムは、企業のBCMに対する取組みの達成度を「BCMサイクルから見た達成度」と「経営資源などの整備状況」の2つの観点から評価し、改善すべき点を明らかにするものである。「BCMサイクルから見た達成度」は、BCMサイクル（基本方針と推進体制、リスク分析とビジネス影響度分析、BCM戦略の決定とBCP作成、対策の実施、教育・訓練 点検・見直し）の5つのフェーズおよびサイクル全体の達成度を「高」「中」「低」の3段階で評価し、どのフェーズを重点的に改善すべきかを明らかにする。「経営資源などの整備状況」は、企業がBCMを推進するために把握すべき具体的な問題点や改善点を提示するものであり、評価項目はTable 1に示す6つの大項目と21の小項目から構成される。BCMを推進するためには社内横断的な検討が必要であるが、「経営資源などの整備状況」の項目は、BCMの推進に必要な業務が網羅的に分類されているので、企業においてどの部署が対応すべきかの検討も容易になる。

Table 1 経営資源などの整備状況の評価項目
Evaluation Items of State of the BCM Resource

大項目	小項目
分析と戦略	①リスク分析 ②ビジネス影響度分析 ③戦略の構築
組織運営	①組織体制 ②安全確保 ③要員確保
施設・情報のバックアップ	①代替拠点の確保 ②情報のバックアップ ③通信・連絡手段 ④各種設備の二重化
施設・設備の補強	①施設の耐震化 ②設備の転倒防止 ③地盤対策 ④防火対策 ⑤風水害対策 ⑥業種特有の災害防止対策
供給関係・財務手当て	①部品・材料の調達 ②財務手当て
訓練・維持管理	①教育・訓練 ②点検・見直し ③文書化

質問		
1	企業の経営方針・経営計画に防災や事業継続に関する事項が含まれていますか	失、顧客離れ、資金繰りの悪化など
2	防災や事業継続の基本方針に沿った活動を行うために必要な予備や要員などの経営資源を確保していますか	な要素（主要な生産設備や情報などの
3	防災または事業継続を平時より統括する部署がありますか	目標時間が明確に定められています
4	防災または事業継続の推進にあたり必要な知識と経験を要する要員が確保されていますか	システム、代行機能が明確に定められてい
5	災害対策を策定する上で、被害想定シナリオを準備していますか	ど)の安全確保手順および緊急連絡方
6	想定されている災害が発生した場合の建物被害を把握していますか	急連絡網を含む安否確認体制が整備さ
7	想定されている災害が発生した場合の地盤の危険性（液状化、土砂崩れなど）を把握していますか	の体制(危険周知、連絡・連携など)を
8	災害時に優先的に継続すべき重要な業務（主だった製品やサービスの供給）を特定していますか	整備や取引先からの問い合わせへの対
17	災害時の人命救助、火災防止、弱者支援などの地域の安全確保に貢献するための支援体制が整備されていますか	

Fig. 1 チェックリストの抜粋
Part of the Evaluation Checklist

また、現状の防災対策の達成度についても診断できるので、これからBCMには取り組む企業に対しても、既に防災に投資した経営資源を活かしながらBCMへとレベルアップする方法を提案できる(下記「評価方法」参照)。

3.2 評価方法

事業を継続する上で必要となる人員や体制、BCPの策定状況、実施・運用状況、教育や訓練の実施など約50項目のチェックリストを用いて診断する。チェックリストの一部をFig. 1に示す。このチェックリストは、内閣府事業継続ガイドライン¹⁾、中小企業BCP策定運用指針²⁾等で公表されているチェックリストを参考に、当社独自の診断項目と診断基準を設定している。各診断項目は、一般的な防災対策レベル（人命や資産を守るレベル）、事業継続可能なレベルなど段階的に複数の選択肢が用意されている。従って、BCMに未着手の企業であっても、現状の防災対策のレベルを把握でき、さらにBCMにレベルアップするためにはどのような対策を講じるべきかを把握できる。各診断項目には予め重み係数が設定されており、最終的な評価点数は加重平均により算出される。診断結果は「BCMサイクルから見た達成度」、「経営資源などの整備状況」とも100点満点で表示され、達成状況の目安は、60点が人命や資産を守ることを目的とした一般的な防災対策に求められるレベルを示し、60点を超えるほど事業継続性が高いことを示す。

3.3 評価例

本システムを用いて、ある企業のBCMへの取組みの達成状況を診断した。BCMサイクルから見た達成度をFig. 2に示す。事業継続の基本方針が明確に定められ、平常時の推進体制も整っているなど、BCMの最初のフェーズは取組みが進んでいる。しかし、その他のフェーズは取組みが十分とは言えず、特に「対策の実施」のフェーズに大きな課題があることが分かる。

経営資源などの要素別の整備状況をFig. 3に示す。「組織運営」と「供給関係・財務手当て」についてはある程度整備されているが、「施設・情報のバックアップ」「施設・設備の補強」「訓練・維持管理」の整備が必要である。さらに、この結果の詳細(一部)をFig. 4に示す。「施設・設備の補強」に関しては、耐震化、風水害対策などの面で問題があることが分かる。

4. 自然災害リスク診断システム「てんさい診たろう®」

4.1 システムの概要

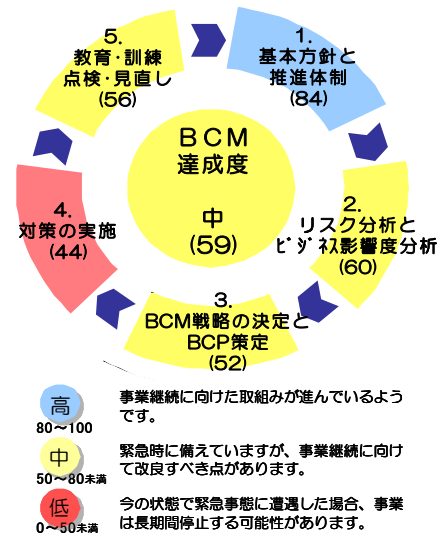
本システムは、工場や事務所ビルなどを対象に、地震、台風、大雨の3つの自然災害による建物の危険性や人的・物的な被害の程度を迅速かつ定量的に評価する。評価項目は、人的被害、建築被害、生産設備被害、資産の喪失、営業停止、機能低下、外部への影響の7項目であり、事業継続の観点を含めて多角的に評価するので、事業継続能力を高める対策の検討に役立てることができる。

本システムは、独自の評価法である自然災害リスク評価マトリクス(災害別に、建物仕様と具体的な被害影響との関係をマトリクス化したもので、各災害の特性や被害事例データをもとに作成)に基づいて評価するので、一般に行われるリスク評価手法より作業効率が大幅に向上する。その結果、短時間・低コストで評価可能となる。調査・診断に要する時間は半日~1日程度である。

4.2 評価方法

本システムでは、建物の設計仕様、立地条件、劣化状況、運用実態など、建物オーナーへのヒアリングや図面調査による約70項目のデータを入力することで、被害影響度(人的被害、建物被害、生産設備被害などの被害レベル)が出力される。災害想定レベルは、Table 2に示す2つの災害レベルI、IIから選択する。災害ごとの評価方法を次に示す。

4.2.1 地震 建物の被害率は、兵庫県南部地震における被害率曲線を用いて求め、天井の落下率も考慮して評価する。人的被害は、建物被害率を用いて推定する。生産設備被害は、機器の固定状況により転倒率を求め、配管の損傷率も考慮して評価する。営業停止は、事務所では代替施設の有無、工場では建物被害のみならず生産設備被害も考慮して評価する。機能低下は、事務所ではエ



※ 数値は100点満点とした場合の評価点を示す。

Fig. 2 BCMサイクルから見た達成度の評価例
Example Output of State of the BCM Life-Cycle

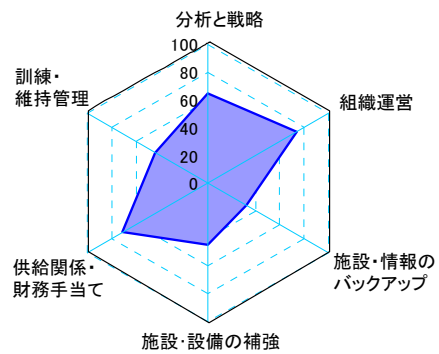


Fig. 3 経営資源などの整備状況の評価例 (1)
Example Output of State of the BCM Resources (1)

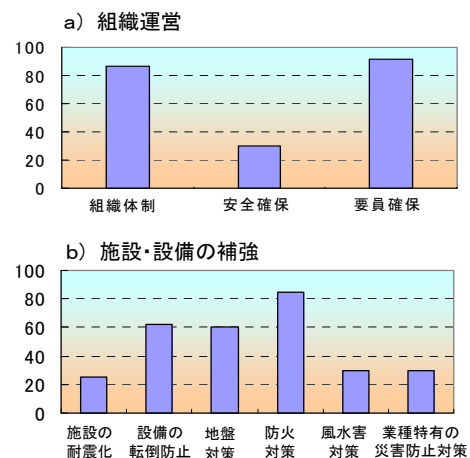


Fig. 4 経営資源などの整備状況の評価例 (2)
Example Output of State of the BCM Resources (2)

レータの停止や機器・什器の転倒、工場では建物被害に加えて生産設備被害も考慮して評価する。外部への影響は、ガラスや吊看板の落下などを対象に評価する。

4.2.2 台風 屋根、外壁、窓ガラス、シャッター、その他(看板、植栽等)の5つの部位ごとに、設計仕様、劣化状況、維持管理状況などの面から現在の状態を診断し、強風となりやすい立地条件も考慮して、各部位の被害レベル(大規模破壊、中規模破壊、部分破損、被害なし)を評価する。各部位の被害レベルを比較し、最も被害レベルの大きい部位の被害影響度が対象建物の被害影響度として適用される。

4.2.3 大雨 建築被害、生産設備被害、資産の喪失、営業停止、機能低下、外部への影響の評価については、1) 浸水の恐れがある階の重要設備機器や資産の有無、2) 開口部の位置や防水板の設置等の浸水防止対策により評価する。人的被害については上記に加えて、3) 浸水の恐れがある階の在館者の有無、浸水センサーの設置や漏電防止措置、危険周知体制等の避難安全性を考慮する。また、必要に応じて在館者密度、移動距離、出入口幅等を考慮した避難安全検証³⁾を行う。

4.3 評価例

本システムを、過去に自然災害により被害を受けた事例に適用し、実際の被害状況と本システムによる評価結果を比較したので、その結果を紹介する。本システムによる評価結果をFig. 5に示す。結果は10点満点で示され、点数が大きいほど被害が大きいことを示している。

(1) 地震 2004年の新潟県中越地震で被害を受けた某生産工場に適用した。この生産工場では、人的被害や建物被害は僅かであったが、生産設備の被害が甚大であり、生産機能が全面的にストップし、数ヶ月間の操業停止を余儀なくされた。本システムによる評価では、人的被害が甚大と予想された以外は、実際の被害と評価結果はほぼ一致した。

(2) 台風 2004年の台風被害を受けた某生産施設の事例に適用した。この生産工場は、人的な被害はなかったものの、屋根の破損とそれに伴う設備の破損により、約3日間操業が停止した。本システムによる評価では、人的被害、生産設備被害、機能低下にある程度の被害が発生し、かつ数日間の操業停止が予想された。人的被害以外は、実際の被害と評価結果はほぼ一致した。

(3) 大雨 1999年の台風被害を受けた某医療施設の事例に適用した。この施設は、地下機械室に浸水したため建物の全機能が停止し、復旧には1ヶ月以上を要した。地下在室者は早急に脱出して、辛うじて難を逃れた。本システムによる評価では、人的被害、資産の喪失、営業停止、機能低下への影響は甚大と予測され、人的被害以外は、実際の被害と評価結果はほぼ一致した。

以上の事例では、人的被害に関しては本システムの方が実際より大きな被害となったが、他の評価項目は、実際の被害と評価結果はほぼ一致した。人的被害の評価は、

Table 2 各災害の災害想定レベル
Assumed Hazard Level of Each Natural Disaster

災害種別	災害レベル		
地震	II	極めて稀に発生する最大級の揺れ	震度7
	I	稀に発生する中程度の揺れ	震度6強
台風	II	極めて稀に発生する最大級の暴風	最大瞬間風速： 70~90m/s
	I	稀に発生する中程度の暴風	最大瞬間風速： 50~70m/s
大雨	II	1階レベルまで浸水する最大級の洪水	浸水深：50~200cm
	I	床上レベルまで浸水する中程度の洪水	浸水深：0~50cm

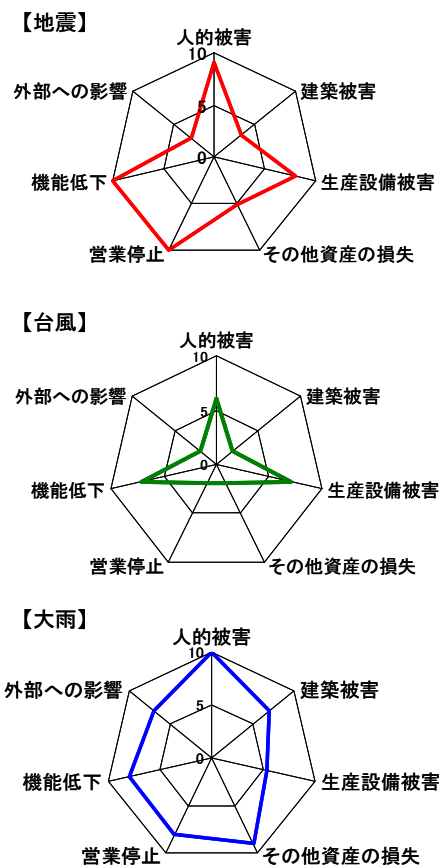


Fig. 5 災害別被害影響度
Example Estimated Damage Level of Each Disaster

いずれの事例も場所や時間帯によっては大きな被害を受ける可能性があったことから、本システムによる評価は妥当なものとする。

5. 生産施設の地震リスク評価システム

5.1 システムの概要

建物、天井、建築設備機器、配管、生産機器を対象に、客先へのヒアリングや簡単な目視調査を行い、調査結果をFig. 6に示すヒアリングシートに記入する。次に、地

震の大きさを設定し、調査結果に基づき、復旧費用、生産を継続させるために重要な要素（ボトルネック）、生産復旧曲線を評価する。システムの特長として、地震時における生産活動への影響度を総合的に評価できること、約60の質問項目に回答することにより比較的短時間で評価できること、費用対効果に優れた対策を提案できること、などが挙げられる。

5.2 評価方法

生産施設において、製品作成までの工程フローを、模式的にFig. 7に示す。地震後において、生産稼働率の低下を極力防止するには、建物の耐震性に加えて、建築設備機器や生産機器の耐震性、さらにインフラ施設の供給が必要となる。このため、建物、天井、建築設備機器、配管、生産機器、電気、水道、ガス、通信を対象に、これらの要因が被害を受けることによる生産稼働率への影響を、以下のように評価する。

建物の耐震性は、兵庫県南部地震の建物被害データに基づき、建築年および構造形式ごとに作成された被害率曲線⁴⁾を用いて評価する。ここで、建物の被害率曲線は、建築年および構造形式に分類された平均的な建物の耐震性能を表現しているため、建物階数、平面形状、吹き抜けの面積比などの建物固有の情報⁵⁾を用いて、建物の被害率曲線を補正する。さらに、柱や壁の斜め亀裂の有無などを目視調査で確認し、経年劣化による耐震性への影響⁵⁾も考慮する。

地震時に天井が落下すると、生産が停止するのみならず、人的被害の生じる可能性がある。天井の耐震性は重要であるが、現状ではその耐震性能について十分に把握されていない。このため、兵庫県南部地震における被害結果や天井の崩落対策⁶⁾を参考に、天井の被害率曲線を作成する。

建築設備機器の耐震性は、機器が床にアンカーボルトなどで耐震固定されているかどうかで評価法を大別する。まず、機器が床に固定されていない場合は、床応答加速度を建物周期と機器の設置階の情報を用いて求め⁷⁾、機器の形状に基づきその転倒率を評価する。一方、機器が床に固定されている場合は、建築年、構造形式、建物階数ごとに作成された建築設備の被害率曲線⁸⁾を用いて、機器の被害率を評価する。このとき、機器を固定しているアンカーボルトの腐食の有無や、コンクリート基礎に埋込まれているアンカーボルトのへりあき寸法などの建物固有の情報も考慮する。

配管の耐震性は、振止めの有無、機器への接続部におけるフレキシブル継手の有無など、建物固有の情報に基づき、建築設備の被害率曲線⁸⁾を用いて評価する。

生産機器の耐震性は、さきほど述べた建築設備機器の評価法を準用する。また、インフラ施設の供給は、首都直下地震に係る被害想定手法⁹⁾などに基づき評価する。

次に、建物、天井、建築設備機器、配管が被害を受けたときの復旧費用は、兵庫県南部地震における補修費用

No	評価項目	質問内容	選択肢			
1	建物	建設地は、埋立地や水田跡ですか？	<input checked="" type="radio"/> いいえ	<input type="radio"/> はい		
2	建物	建物の構造形式は何ですか？	<input type="radio"/> RC造(SRC造を含む)	<input checked="" type="radio"/> S造		
3	建物	建物の建築年はいつですか？	1970 年			
4	建物	建物の階数は？	3 階			
5	建物	建物の平面形状は整形ですか？	<input checked="" type="radio"/> 整形	<input type="radio"/> ほぼ整形	<input type="radio"/> 不整形	
6	建物	建物の辺長比a(=長辺/短辺)は大きいですか？	<input type="radio"/> 普通(1.5≦a)	<input type="radio"/> 大きい(5<a≦8)	<input type="radio"/> かなり大(8<a)	
7	建物	建物のくびれcは大きいですか？	<input checked="" type="radio"/> 小さい(0.8≦c)	<input type="radio"/> 普通(0.5≦c<0.8)	<input type="radio"/> 大きい(c<0.5)	
8	建物	吹抜部の面積比e(=吹抜面積/床面積)は大きいですか？	<input checked="" type="radio"/> 小さい(e≦0.1)	<input type="radio"/> 普通(0.1<e≦0.3)	<input type="radio"/> 大きい(0.3<e)	
9	建物	吹抜の偏在比f(=建物中心と吹抜中心の距離/建物長辺の長さ)は大きいですか？	<input checked="" type="radio"/> 小さい(f≦0.1)	<input type="radio"/> 普通(0.1<f≦0.3)	<input type="radio"/> 大きい(0.3<f)	
10	建物	地下室の面積比h(=地下室積/建築面積)は大きいですか？(地下室が無い場合は、「小さい」を選択)	<input type="radio"/> 大きい(1.0≦h)	<input type="radio"/> 普通(0.5≦h<1.0)	<input checked="" type="radio"/> 小さい(h<0.5)	
11	建物	階高i(=上層の階高/下層の階高)は均等ですか？	<input checked="" type="radio"/> 均等(0.8≦i)	<input type="radio"/> ほぼ均等(0.7≦i<0.8)	<input type="radio"/> 不均等(i<0.7)	

Fig. 6 ヒアリングシートの場合
Example of Questionnaire

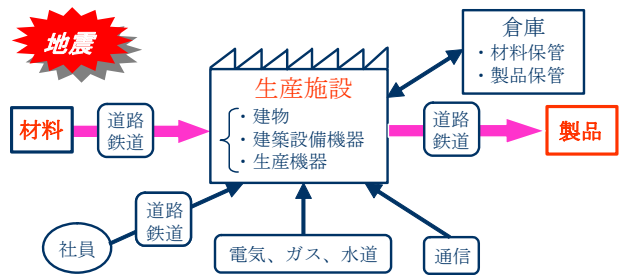


Fig. 7 生産施設の工程フロー
Schematic Diagram of Productive Flow

データ¹⁰⁾などを参考に設定する。ただし、生産機器の復旧費用は、客先へのヒアリング結果に基づき設定する。同様に、建物、天井、建築設備機器、配管が被害を受けたときの復旧期間は、兵庫県南部地震における復旧期間データ¹¹⁾などを参考に設定する。一方、建物被害やインフラ停止による生産稼働率への影響度は、客先へのヒアリング結果に基づき設定する。

以上により、地震に対する建物やインフラ施設の被害率、復旧費用、復旧期間、生産稼働率への影響度がモデル化できたので、イベントツリー解析を行い、地震後における復旧期間と生産稼働率の関係を評価する。

5.3 評価例

旧耐震基準の某生産施設を対象に、地震の大きさを震度6強に設定した場合の復旧費用の評価例をFig. 8に示す。これより、建物や生産機器の復旧費用が高いことがわかる。生産を継続するための重要な要素（ボトルネック）を抽出すると、Fig. 9となる。生産稼働率への影響が大きいのは、生産機器、建物、ガス停止、配管などの順番であることがわかり、費用対効果の高い地震対策が実施できる。次に、地震の大きさを変化させたときの生産復旧曲線をFig. 10に示す。ただし、生産稼働率は平常時を1に設定しており、生産稼働率が0のときは生産が完全に停止した状態を示す。事業継続計画を策定するときは、目標復旧時間や復旧レベルを設定する必要があり、このとき生産復旧曲線が有効活用される。また、現状と対策後の生産復旧曲線を、Fig. 11に示す。地震対策を行うことにより、復旧期間の短縮や生産稼働率の向上がど

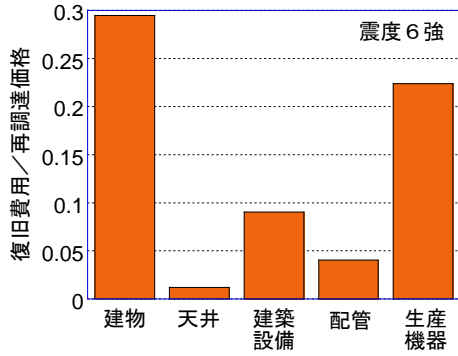


Fig. 8 復旧費用の評価例
Example of Repair Costs

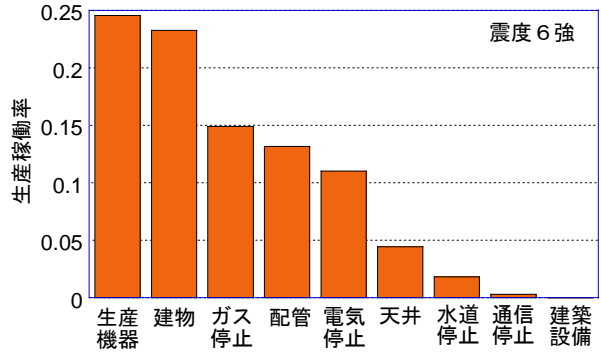


Fig. 9 重要な要素(ボトルネック)の評価例
Example of Critical Factors

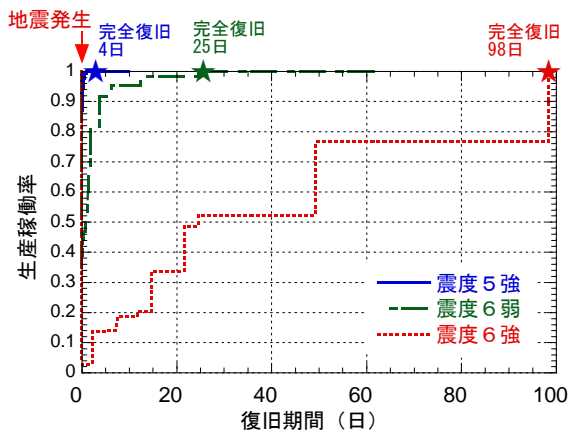


Fig. 10 生産復旧曲線の評価例(1)
Example of Relation
between Recovery Time and Recovery Point (1)

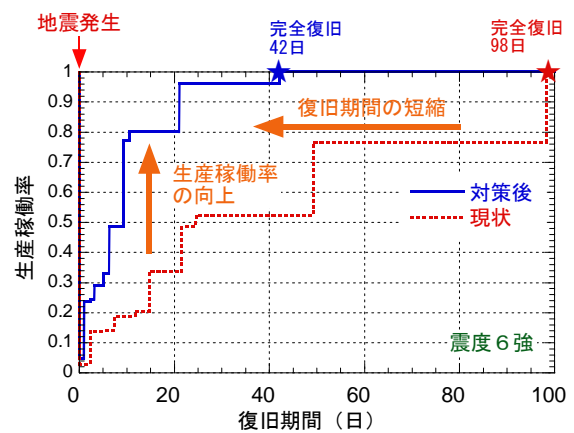


Fig. 11 生産復旧曲線の評価例(2)
Example of Relation
between Recovery Time and Recovery Point (2)

の程度になるかを、定量的に把握することができる。

6. まとめ

顧客のBCMを効率的に推進するための簡易評価システムとして、「BCM達成度診断システム」、「自然災害リスク診断システム“てんさい診たろう”」、 「生産施設の地震リスク評価システム」を開発し、その概要を紹介した。今後、データの蓄積と検証を積み重ね、更なる精度向上を図っていく予定である。

最後に、自然災害リスク診断システム“てんさい診たろう”の開発にご協力いただいた巨大大自然災害対応研究開発チーム各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 内閣府:事業継続ガイドライン(第一版), (2005)
- 2) 中小企業庁:中小企業のためのBCP(事業継続計画)策定・運用指針, (2006)
- 3) 日本建築防災協会:地下街等浸水時避難計画作成の手引(案), (2004)

- 4) 大井, 水谷, 諏訪, 吉田, 野畑, 田内, 藤原:木造建物群の地震損傷度評価手法の検討, 独立行政法人防災科学技術研究所, 第250号, (2004)
- 5) 日本建築防災協会:既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説, (2001)
- 6) 国土交通省住宅局建築指導課:大規模空間を持つ建築物の天井の崩落対策について(技術的助言), (2003)
- 7) 日本建築センター:建築設備耐震設計・施工指針2005年版, (2005)
- 8) 諏訪, 神田:兵庫県南部地震における地震被害データを用いた建築設備の被害率曲線, 日本建築学会大会梗概集, (2007)
- 9) 内閣府(防災担当):首都直下地震に係る被害想定手法について
- 10) 諏訪, 関:兵庫県南部地震の補修費用に関する統計的評価, 構造工学論文集, Vol. 50B, (2004)
- 11) 諏訪, 神田:兵庫県南部地震の被害データを用いた建物補修期間の統計的検討, 構造工学論文集, Vol. 53B, (2007)