

VUCA 時代の自然災害に対する 事業継続計画 Formulation of a Business Continuity Plan Against a Natural Disaster in the VUCA Era

加藤 一紀 Ikki Kato
水谷 由香里 Yukari Mizutani
清水 啓太 Keita Shimizu
副島 紀代 Michiyo Soejima

1. はじめに

ウェルビーイングな社会を形成し、持続していくためには事業継続計画（以降、BCP）は必要不可欠である。日本では2004年10月に発生した新潟県中越地震を契機にBCP策定の機運が高まり¹⁾、以降2011年の東日本大震災や2016年の熊本地震、2018年の西日本豪雨などの自然災害を教訓に、効果的なBCPの構築が進められてきた。しかしながら、新型コロナウイルス（以降、COVID-19）や国際紛争がもたらした社会環境の変化は、個々人のウェルビーイングだけでなく、社会経済を支えるサプライチェーンなどにも大きな影響を与えた。その結果、最近の自然災害発生時には、例えば感染症対策を考慮した避難所運営など、これまでの災害対応とは異なる対応を余儀なくされるケースも増えている。

こうした事態を予見し、社会経済や個人への影響を軽減するための事前対応は一層重要となっている一方、以下2つの観点から、対応策が見出しにくくなっている。

第一に、リスク要因の予見性である。毎年1月にダボス会議で発表されるThe Global Risks Report²⁾において、COVID-19やロシアによるウクライナ侵攻の影響度合いを捉えることが出来なかったように、リスク情報は入手出来ていても、その重要度に関する評価は国際機関においても困難なものとなっていることが推察される。

第二に、全世界規模での物流や情報のネットワーク化とデジタル化がある。リスク要因の予見性の有無にかかわらず、これらの環境変化は、①リスク事象発生による影響が別の影響を誘引し易くし、②影響の広がり方や規模の増大を招き、③予測困難性を拡大している。

このように現代は、予測や評価のための様々な情報へのアクセス性は高まったものの、VUCA（Volatility: 変動性, Uncertainty: 不確実性, Complexity: 複雑性, Ambiguity: 曖昧性）の時代に向かって進み続けているといえる。

本報では、社会の複雑な変化に対応しながらも、自然災害への対応を要する事業者等のBCP策定に関して、その方法論と大林組が提供可能な関連技術等を紹介する。

2. VUCA 時代の事業継続計画の考え方

VUCAの時代には、社会環境の変化を前提としない自然災害への対応や、短期的な視点での復旧を目的として

策定したBCPでは、十分に機能しない恐れがある。

また、これからの時代のBCPにおいては、今後以下3つの社会的要請を満たす必要があると考えられる。

- 1) 安定的な事業経営とリスク対処に関する施策について、投資家等のステークホルダーに対して説明し、実行することへの重要度が増していること。
- 2) SDGsや人権デューデリジェンスへの対応として、事業経営の対象が企業内部に留まらず、サプライチェーン全体にまで波及してきていること。
- 3) 気候変動の影響を考慮した分析と経営戦略を求めるような枠組み（気候関連財務情報開示タスクフォース(TCFD)³⁾等）が広がりを見せてきていること。

このようにリスク対応に関する事業者への社会的な要求水準が高まりを見せる中、複雑化していく社会に柔軟に対応できる効果的なBCPを策定するためには、シナリオ・プランニングとリスクアセスメントの2つの手法を補完的に用いることが有効であると考えられる。

2.1 シナリオ・プランニング

シナリオ・プランニングとは、不確実な社会環境の変化や社会動向を客観的に考える手法である。対象とするタイムスパンは概ね10年程度とされている。

この手法の特徴は、不確実な社会の変化に対して具体的かつ客観的に対応方法や戦略を検討することで複雑化する社会に対して適応、あるいはビジネスチャンスとしていくための議論やマネジメントの土台となる基礎情報を作成するところにある。

一方で、「巨大災害の発生」のような自組織では対応しきれないようなインパクトの大きすぎる事象を組み込むことは、シナリオ作成には不向きとされている。

プランニングの大まかな流れは以下の通りである。なお、手法に関する詳細は参考文献4)等を参照されたい。

- 1) テーマを設定し、テーマに関係する外的要因を特定する。その不確実性と影響度を分析し、影響度の大きいものを抽出する（不確実性マトリックスの作成）。
- 2) 不確実性の低い将来の状態（少子高齢化等）をベースシナリオとして、影響度が大きく不確実性の高い項目について軸を定義し、これらの軸を組み合わせることができる複数の社会シナリオを策定する。

3) 策定したそれぞれのシナリオに基づいて、企業活動等の戦略を検討する。

Fig. 1 に不確実性マトリックスと複数シナリオの関係を示す。影響度が大きく不確実性の低い外的要因をベースシナリオに据え、影響度が大きく不確実性の高い外的要因からシナリオ作成のための軸を定義して、複数のシナリオを作成する。図では働き方をテーマに「DX」と「勤務体制」の2軸を定義することで、4つの社会シナリオが作成されることを例示している。

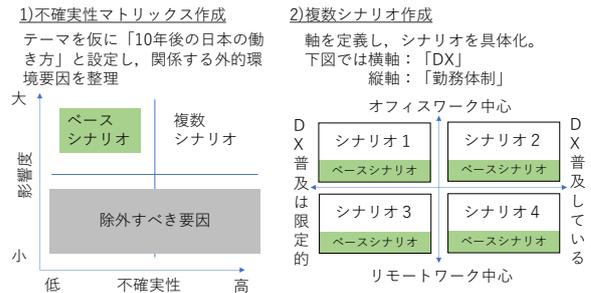


Fig. 1 シナリオ・プランニング策定の流れ
Flow of Scenario Planning

2.2 リスクアセスメント

リスクアセスメントは、突発的かつ影響度の大きい事象も含めて、企業活動に与える危険性や有害性等のリスク要因を特定し、そのリスクを評価・分析し、優先度の設定、リスク低減措置の決定といった一連の手順を表す。

リスクアセスメントの特徴は、リスク要因の特定とその発生を低減すること（リスクマネジメント）を目的としている点である。また、リスク要因が発生した場合の対処方法（クライシスマネジメント）を議論するための情報が整理できる点も重要な特徴の1つである。

一方で、想定するリスクの発生が数年～十数年先となる可能性があるにもかかわらず、リスクにさらされる対象の状態は現時点を基本としており、社会環境の変化やこれに伴う事業者の変化まで加味されることは稀である。

変化のたびに BCP を見直すことも重要と考えられるが、保有する施設に対して巨費の投入を要するようなハード対策を講じる場合には、事業者の今後の経営計画と整合していることが課題となる。

2.3 補完した事業継続計画策定のプロセス

上記のようにシナリオ・プランニングでは自然災害のようなインパクトの大きすぎる事象はシナリオ化できず、既存のリスクアセスメントでは社会環境の変化やこれに伴う企業の方向性を考慮できていない。

しかしながら、それぞれの手法の特徴と課題は、互いに補完的な役割を果たし得る。すなわち、不確実な社会環境の変化についてまずは事業者が客観的な視点でリスクやビジネスチャンスと議論する。これに則り策定した中期経営計画等の事業戦略と整合するように、客観的な視点で自然災害リスクに対する影響を評価する。

このような手順を踏むことで、複雑化する社会の変化に対応した企業の事業経営戦略をベースに、自然災害に対する BCP 策定が可能となる。

リスク評価や事業継続計画と聞くとコンサルタント会社が得意とする分野のようにも考えられる。一方で、例えば物的資産を有する製造工場等の事業者が、保有する構造物や施設機能に対する自然災害による影響を定量的に分析・評価する場合には、工学的な手法が不可欠であり、こうした知見や技術はゼネコンの強みとするところ

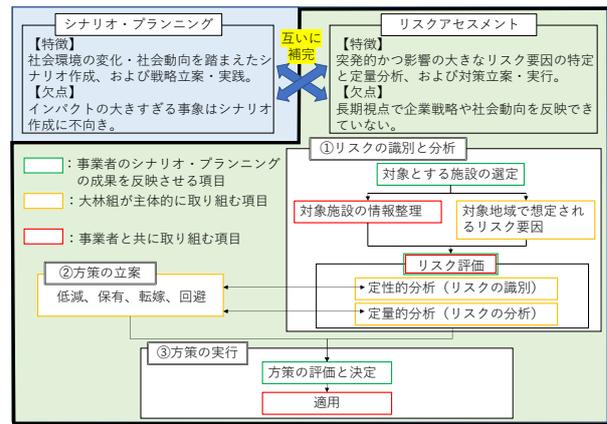


Fig. 2 事業継続計画策定フローと作業分担 ⁵⁾に加筆修正
Business Continuity Planning Flow and Task Assignment

と考えられる。

複雑化していく社会における BCP 策定のフローをシナリオ・プランニングとリスクアセスメントとの補完関係と併せて、Fig. 2 に示す。太枠中のリスクアセスメントのフローの中で、3色の色枠の項目は、その項目に対する BCP 策定事業者と大林組との関わり方を示している。

次章では、Fig. 2 の黄枠が示す大林組が主体的に取り組む項目について、提供可能な技術の一例を示す。

3. BCP の策定

3.1 リスクの識別（定性的分析）

Fig. 2 の太枠中①に示すように、重要業務の継続に必要な場所や施設等を検討対象として選定する。ここで、BCP 策定に当たっては、Fig. 1 に示した4つのシナリオごとに検討対象を設定する。図示した例によれば、リモートワーク中心とオフィスワーク中心では、検討対象とする場所が異なると考えられる。以降、Fig. 2 の緑枠で示す項目は、シナリオごとの検討を要するものとする。

対象選定後、それらの施設が自然災害によってどのような被害にさらされる恐れがあるか、過去の被害事例を基にしたマトリックスによる分析を実施する。Fig. 3 に示すように縦軸に対象とする施設、横軸にあらゆる自然

災害をとり、その被害形態を整理する。ここで施設に対する影響が大きい自然災害の種類を把握する。

次に事業工程ごとの機能に着目し、稼働性を評価する。すなわち、対象とする施設と事業継続に必要な各工程の関係を整理し、Fig. 3 で抽出された影響が大きい自然災害によって生じる各工程への影響を検討する。

例えば製造業の場合は、Fig. 4 に示すように対象施設と生産工程の関係を整理すると、生産工程iiへの影響が大きいと考えられるため、施設 A もしくは施設 C の対策を重点的に実施すべく、定量的分析の対象とする。

ある施設の被害が大きくても、事業工程に与える影響が必ずしも大きいとは言えないため、本ステップでは定性的に事業工程に与える影響の大きいもの、あるいは不明瞭なものを特定し、定量的分析の対象として選別する。

一方、本ステップでの検討において、対象とする施設および事業工程の機能が健全であると判断された場合には、施設外からの電力や水道、物資の供給に係るライフラインについて同様の分析を行う。この場合、Fig. 3 の縦軸をサプライチェーンに係るインフラ施設としてマトリクスによる分析を実施する。

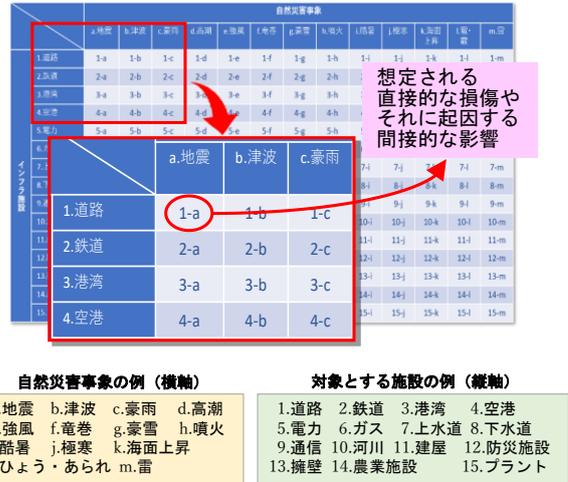


Fig. 3 リスク評価マトリクス⁶⁾
Risk Assessment Matrix

3.2 リスクの分析 (定量的分析)

定量的分析にあたっては、実施する事業所の地盤情報や地域の気象情報等の収集が重要となる。

地盤情報については、ちかなび⁷⁾を用いて、地盤構造を推定することが可能である。ちかなびは、地盤構造を三次元的に可視化できるシステムで、公開されている地盤情報データベースや、事業者が保有する地盤調査ボーリング情報を用いて推定する。

気象情報については、激甚化する豪雨災害、および気候変動への対策・研究に活用されている「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測 データベース (以降、d4PDF)」⁸⁾が2016年から公に提供されている。

d4PDFは、文部科学省の研究プロジェクトにおいて開発され、気候モデルによる膨大な数値計算による気候の再現・予測結果により構成されている。数値計算は、現在と将来の60年間分の気候状態を対象としており、これを数十ケース行うことで、合計数千年間分にわたる気候データが整備されている。

d4PDFの有する膨大な気候再現・予測情報と、既往の観測情報を併用することで、これまで発生したことがないような確率は低いものの発生すれば甚大な被害をもたらし得る気象現象のリスクが推定可能となる⁹⁾(Fig. 5)。

こうした知見に基づき、大林組の各種評価技術と組み合わせれば、より客観性の高い想定豪雨による施設内への雨水の浸水シミュレーション¹⁰⁾(Fig. 6)や避難シミュレーション¹¹⁾の実施が可能となる。

さらに、地下水面の上昇と地震との複合的な災害についても、ちかなびで得られた地盤情報を基に、FINAL-GEO^{®12)}を用いた地盤と構造物との相互作用を考慮した大規模・高速化非線形FEM解析(Fig. 7)によって、そ



Fig. 4 稼働性チェックマトリクス
Operability Check Matrix

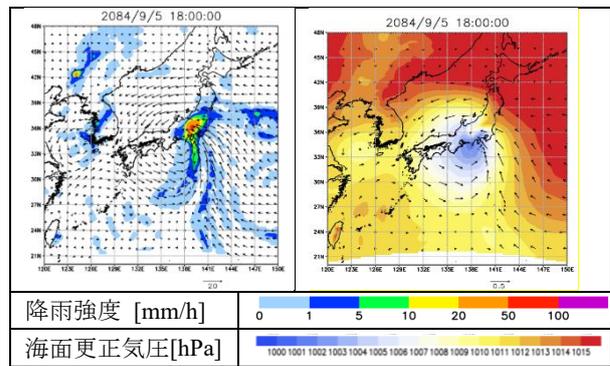


Fig. 5 d4PDFにおいて予測された豪雨の一例⁹⁾
Predicted Extreme Rainfall in d4PDF +4K Experiment

のリスクを定量的に評価することが可能となる。

3.3 方策の立案と実行

定量的分析により、対象施設の健全性が担保されない場合は、ハード対策などの補強によって健全性を高めることが必要となる。この時、対象施設はFig. 2のフローに基づき、シナリオ・プランニングに則り策定した企業戦略上の重要度に応じて、対策実行を判断する。

一方、現状のままでも、そのリスクが許容できる場合

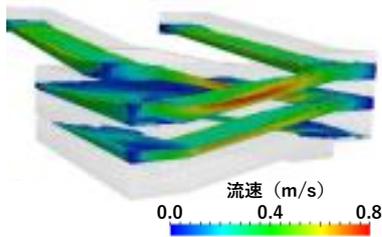


Fig. 6 地下街の浸水シミュレーションの例¹⁰⁾
Example of Inundation Simulation for Underground Mall

には定性的分析に戻り、施設外からの物資の供給やライフラインに関する事項を検討する。

例えば Fig. 1 で示したシナリオ 1, 2 の社会シナリオに基づけば、個々人の防災対策に加えて事業所への物資の供給に冗長性を持たせる対策が有効と考えられる。

またシナリオ 2, 4 に基づけば、現時点あるいは他のシナリオと比較して電力の重要度は高く、系統に頼らない電源を自前で確保する対策が有効と考えられる。

一例として、シナリオ・プランニングに基づく中期経営計画等でカーボンニュートラルな事業経営を志向することが決定していれば、再生可能エネルギーによる発電施設を新設する計画が、実行すべき対策案の1つとして浮上する。

大林組では 2022 年 3 月 1 日よりカーボンニュートラルソリューション部が設立¹³⁾され、顧客からのニーズにワンストップで応えられる体制がスタートしている。入口が事業継続計画ではなく、カーボンニュートラルであったとしても、同様に効果の高い対策メニューを提示することができると考えられる。

このように、BCP 策定過程の中にシナリオ・プランニングの成果を組み込むことで、限られた経営資源の中で、現状からは考えにくい視野の広い選択肢を検討することができ、より効果的な対策を講じることが可能となる。

4. おわりに

本報では、複雑化していく社会における自然災害への対応として、シナリオ・プランニングに基づく戦略に沿った長期視点でのBCP策定について、その方法論と大林組として提供可能な関連技術や体制を紹介した。

自然災害の発生については、時期や規模等は未だ予測困難であり、複合的な災害に対する検討方法も未整備な点が多い。しかしながら、既存技術をベースに、想定する事象に対して、事業者にとっての最適解を提案し、それを実現することは可能であると考えられる。

一方で、ステークホルダーも納得する計画が策定できたとしても、これを実行に移すことはもう1つの課題と言える。特にハード面での対策実行は、巨費を伴う場合もあるため、高度な経営判断が必要となる。

大林組は、その意思決定をサポートする計画策定とそれに見合う高品質な工事を通して、事業者と共にウェル

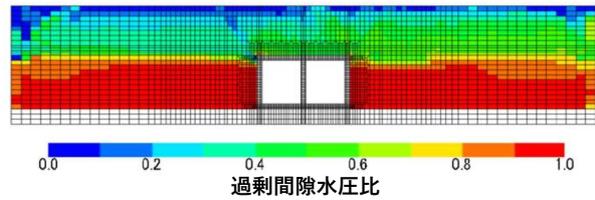


Fig. 7 FINAL-GEO による地盤と地下構造物の解析例¹²⁾
Example of Seismic Response Simulation for Underground Structure

ビーイングな社会づくりに貢献したいと考えている。

参考文献

- 1) 副島紀代：地震被害予測に基づく事業継続影響度の評価方法，大林組技術研究所報，No.72，2008
- 2) M. McLennan, SK Group and Zurich Insurance Group: The Global Risks Report 2021, 16th Edition, 2021
- 3) 環境省，“気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD）”，<https://www.env.go.jp/policy/tcfd.html>，(参照 2022-07-13)
- 4) 新井宏征：実践 シナリオ・プランニング ～不確実性を「機会」に変える未来創造の技術～，日本能率協会マネジメントセンター，2021.5
- 5) 星谷勝，中村孝明：構造物の地震リスクマネジメント，山海堂，2002.4
- 6) 小石一宇，水谷由香里，副島紀代：インフラ施設に対する自然災害事象影響分析 その1 豪雨によるインフラ施設被害分析，第12回インフラライフライン減災対策シンポジウム講演集，pp.40-42，2022.1
- 7) 児島理士，他：三次元地層推定手法による地盤構造の可視化，大林組技術研究所報，No.83，2019
- 8) 文部科学省「気候変動リスク情報創生プログラム」，“地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース”，文部科学省，<https://www.miroc-gcm.jp/d4PDF/index.html>，(参照 2022-07-13)
- 9) 清水啓太，山田正，山田朋人：気候変動予測情報を用いた極値水文量の統計的推定，土木学会河川技術論文集，Vol.26，pp.19-24，2020.6
- 10) 榎木康太，他：地下空間への浸水シミュレーション技術の適用とその検証，大林組技術研究所報，No.84，2020
- 11) 吉野攝津子，他：地下街浸水避難シミュレーション，大林組技術研究所報，No.79，2015
- 12) 伊藤浩二，他：不飽和・飽和地盤の有効応力解析手法と地中構造物への適用，大林組技術研究所報，No.84，2020
- 13) 大林組，“カーボンニュートラルソリューション部の新設について”，https://www.obayashi.co.jp/nene/detail/news20220301_2.html，(参照 2022-07-13)