

# 港湾BCPへのビジネス・インパクト分析等の 適用方法に関する研究

小野 憲司<sup>1</sup>・滝野 義和<sup>2</sup>・篠原 正治<sup>3</sup>・赤倉 康寛<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 京都大学防災研究所教授 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

E-mail: ono.kenji.5z@kyoto-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 (独法)港湾空港技術研究所 前・特別研究官 (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1)

E-mail: yoshikazu\_takino@yahoo.co.jp

<sup>3</sup>正会員 阪神国際港湾株式会社 理事 (〒651-0087 神戸市中央区御幸通8-1-6)

E-mail: m-shinohara@hanshinport.co.jp

<sup>4</sup>正会員 京都大学防災研究所准教授 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

E-mail: akakura.yasuhiro.6n@kyoto-u.ac.jp

東日本大震災以降、港湾物流の分野でも港湾機能の継続のための計画（港湾BCP）策定の取り組みが進んでいるが、それらの現下の港湾BCPは、災害時の緊急対応計画と被災した港湾施設の復旧計画を主な内容とする。しかしながら、地域の生産活動や消費を支える一方で厳しい港間競争にさらされる現代の港湾においては、単なる一刻も早い施設の復旧と輸送機能の回復にとどまらず、港湾利用者のニーズに的確に 대응する効果的で効率的な物流機能継続マネジメントの視点が重要なものとなる。

このようなことから本稿においては、企業が作成するBCPにおいて重視される顧客確保の観点に立ったBCP策定手法として、施設の被害リスク評価の手法と並び重視されるビジネス・インパクト分析の手法を港湾BCPに導入するための手順と方法論について論じる。

**Key Words:** *business continuity management, business impact analysis, port logistics*

## 1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災は、北関東及び東北の港湾、海運機能は一瞬にして麻痺させ、地域経済や市民生活に大きな負のインパクトを与えた。被災地への緊急支援物資等の輸送、地域の産業活動を支える物流の重要性が再認識され、港湾物流の分野でも港湾機能継続のための計画を策定する動きが急速に広まった。

本研究では、まず、事業継続計画（Business continuity plan: BCP）に関する国際基準の考え方や港湾機能の継続性についての近年の研究等を踏まえ、公共性の高い物流インフラである港湾の事業継続計画（港湾BCP）策定の意義について考察する。

次に東日本大震災以降、日本の各港湾で検討が進んでいる港湾BCP策定の現状と課題について述べるとともに、これらを踏まえて、港湾BCP作成のためのビジネス・インパクト分析（BIA）に着目した分析手法について、筆者らの考えを示す。

また、大阪港夢洲地区コンテナターミナル（DICT）

及びチリ国イキケ港におけるBCP検討の事例に基づいて、上記の分析手法の有効性と課題を明らかにする。

## 2. 港湾BCPを巡る現状と課題

### (1) 港湾物流におけるBCP策定の重要性

地震や津波等のハザードは人為的に不可避な自然現象であるため、抜本的なリスク回避策となると、災害の無い場所に人口や資産、中枢機能等を移転する、「エクスポージャーの回避」が最も効果的である。

しかしながら、海運輸送と陸上交通網の結節点にあって、コンテナやエネルギー資源等の輸送拠点として、また、臨海部に立地した企業の生産活動を支えるロジスティクス基地として機能する港湾は、船舶の入出や荷役を行う都合上、地震の大きな揺れや津波のリスクが高い臨海部から離れることは不可能である。このため、港湾における地震、津波リスク対策は、専ら、防波堤の建設や岸壁等物流施設の耐震強化、液状化対策の実施等のハー

ドの災害脆弱性低減策に依拠してきた。

しかしながら東日本大震災の教訓から我々は、一旦大地震や大津波が発生すれば港湾機能の大幅な低下を免れることは困難であることを再認識し、港湾施設等の被災による物流機能の低下を前提とした機能継続マネジメントに正面から向き合う必要性に迫られている。

平成25年12月4日に国土強靱化基本法が成立し、その第10条に基づき作成された国土強靱化計画及びアクションプログラムには、災害時でも機能不全に陥らない経済社会システム確保策の一端として事業継続計画（BCP）作成の重要性が盛り込まれている。港湾物流の分野においても、国際戦略港湾・国際拠点港湾・重要港湾における港湾の事業継続計画（港湾BCP）策定割合を平成28年度中に100%とすることが決定された。

このようなことから、万一の大地震や大津波にあっても、最小限度の物流機能を保持し、いち早い復旧を成しとげるために、全国の重要港湾以上の港においてBCPの作成が推進されている。

## (2) 港湾BCPに関するこれまでの研究と基本的な考え方

BCPは、その作成主体が災害に遭っても存続できるようにあらかじめ災害に対する対応策を準備しておくための計画である。

BCPの起源は1960年代のアメリカで企業活動が次第にコンピューターに依存し始めた際に立てられた災害復旧計画にある。企業ビジネスのコンピューター依存度が増大するに従って、コンピューターシステムの停止が大きな顧客損失を生じ、企業の存続を脅かす大きなリスクとなるに至ってBCPが策定されるようになった。

今日では、自然災害や事故災害等企業活動を取りまく様々な経営リスクに対して、単なる復旧計画に留まらない、災害後の顧客離れを最小限度にとどめて企業の存続を維持するためのビジネス上のツールとして、BCPはますます重要視され、2012年にはISO（International Organization for Standardization）が国際規格ISO 22301<sup>1)</sup>を策定し、第三者認証を行っている。

港湾の分野では、1995年の阪神・淡路大震災が港湾機能継続の重要性を考える転機となった。港湾施設が被災し、国際コンテナ港湾としての機能停止が数か月間続いた結果、世界の海運網における神戸港の地位はこれ以降凋落の一途をたどった。

このことは、震災が引き金となって、当時すでにコンテナ港湾としての国際競争力を失いつつあった神戸港が一気に港勢を衰退させたと受け止められ、これ以降、港湾の国際競争力強化が国を挙げて政策となったが、一方で、安部<sup>2)</sup>は、神戸港の荷主のビジネス再開時期に国際

コンテナ輸送機能の復旧が間に合わなかったため、荷主の港湾利用ニーズと港湾サービスの供給にミスマッチが生じた結果との見方を示し、神戸港における災害時の危機管理上の問題であると指摘した。

また、2002年に北米西岸港湾において労使協定をめぐる対立から発生した港湾ロックアウト（港湾封鎖）は、港湾におけるコンテナ船の平均滞在時間が通常の5倍に達し、一部の日系企業では北米工場の操業停止を回避するため部品の空輸を行うなど、大きな影響を与えた<sup>3)</sup>。国土交通省が行った調査では、船舶輸送費・航空輸送費の高騰、滞船料、東岸・メキシコへの迂回輸送による経費の増大、一時保管のための倉庫料の発生などに加えて、トラック事業者・鉄道事業者の収益減、事業者収入の減少に伴う租税減少、船腹減少による一部生産調整、一部食料品の腐敗などによる販売機会の損失等によるロックアウト期間中における1日当たり損害額は1.5億ドル（北米西岸港湾経由の貿易額の約15%）と見積られた<sup>4)</sup>。この港湾ロックアウトは、グローバルサプライチェーンにおける港湾機能継続性の重要性を広く認識させた

これらを背景として安部<sup>2)</sup>は、国際物流インフラである港湾の事業継続マネジメントの方向性として、1)最低限の機能確保、2)提供可能な港湾サービス水準に関する情報開示、3)代替輸送の提供、の3点をあげた。特に2)の情報開示を前提として荷主企業は自らの事業継続計画の策定が可能となると指摘した。

また、宮本・新井<sup>5)</sup>は、名古屋港を事例として、災害時における国際港湾物流サービスの維持のためのBCPの在り方について研究を行い、港湾物流サービスの需要と供給のボトルネックを、港湾機能の復旧時間を指標として抽出するとともに、その解消に向けた取り組みを港湾ロジスティクス維持計画として提案した。

安部<sup>2)</sup>、宮本・新井<sup>5)</sup>の研究は、日本の港湾物流における機能継続計画検討の基本的な方向性を示すものであると位置づけられる。特に宮本・新井<sup>5)</sup>の港湾物流サービスの需給ギャップとボトルネックの考え方は、2012年3月に東北地方整備局が発表した「東北地方における港湾物流の業務継続計画策定の手引き」<sup>6)</sup>や2013年6月の「東北における大規模災害発生時の港湾機能継続の基本的な考え方」<sup>7)</sup>に大きな影響を与えた。

これらの先行研究を踏まえて、現下の港湾BCPでは、1)港湾施設の耐震強化等による物流機能の頑健性強化、2)早期復旧体制の事前準備による早期機能回復、3)代替港湾機能確保によるリダンダンシーの拡大の3つの対策を組み合わせ、万一の災害時にあっても港湾利用者である荷主、船社等を繋ぎ止めることが目標となる。（図-1参照）

上記の3つの対策を的確に講じることを通じて、災害

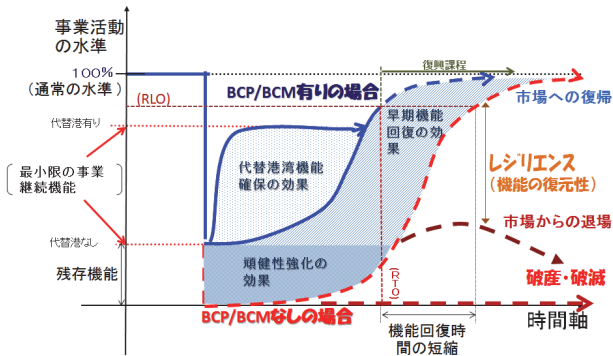


図-1 港湾物流におけるBCPの概念

による港湾物流機能の低下と回復のスピードが港湾利用者が不便を受忍できる範囲に収まれば、港湾は災害前と同様の港湾利用を回復することができる。港湾が再び海運・港湾輸送市場に復帰し、地域経済及び社会の復興に寄与することができて初めて、港湾がレジリエンシー（災害に対する復元性）を有すると言える。

一方で、港湾利用者の要請に対応できない場合は、当該港湾の市場からの退場につながる。この差を分けるのがBCPの作成等の事前準備の実施を通じたBCMS（Business Continuity Management System）の確立とそれに基づいた事業継続マネジメントの実行であると言える。

### (3) 日本における港湾BCP策定の現状と課題

現在、東日本大震災の教訓を踏まえて、国土強靱化アクションプランの一環として、全国の重要港湾以上の123港で港湾BCPの作成が進められている。東日本大震災によって地域の生産活動や物流に多大な影響が生じた東北地方の場合、2014年12月時点で、6港で策定済み、6港で平成26年度内に策定予定、2015年度以降は2港となっている<sup>9)</sup>。

東北地方では、国土交通省東北地方整備局が東北広域港湾防災対策協議会を設立し、先述の「東北における大規模災害発生時の港湾機能継続の基本的な考え方」を公表、重要港湾以上の港格を持つ14港に港湾機能継続協議会を設置して港湾BCP策定作業を推進してきた。上記はその成果であると言える。

現下の港湾BCP検討のもう一つの特徴は地域や湾域単位での広域的な港湾BCPの策定である。例えば、南海トラフの巨大地震・津波が発生すれば高知県の全域と徳島県及び愛媛県の南部に大きな被害が発生することとなる四国地方においては、近畿や中国、九州地方等の周辺地域からの緊急支援物資海上輸送ルート確保が喫緊の課題となっている。このようなことから国の主導の下に、大規模な地震・津波災害が発生した際の広域的な海上輸送継続指針が作成された。指針では、東南海・南海地震

及び南海トラフの巨大地震の発生を念頭において、四国の主要な港湾の被災想定、津波による海上流出物の推計、航路泊地の速やかな啓開のあり方等が示されている<sup>9)</sup>。

一方、我が国の国際貿易輸送の拠点である東京湾及び伊勢湾、大阪湾においても、大規模な災害発生時の港湾物流機能の継続性確保のための計画が検討され、直下型地震（上町断層帯地震）及び海溝型地震に備えた大阪湾諸港の機能継続のための活動指針（大阪湾BCP）が発表されている<sup>10)</sup>。

大阪湾BCPでは、上町断層帯地震及び南海トラフの巨大地震を念頭に置いた大阪港及び神戸港等の物流施設の被害想定を行うとともに、緊急支援物資の受け入れについて発災後3日、国際コンテナ輸送の再開については2ヶ月（上町断層帯地震）を目標に掲げ、その目標を達成するための港湾施設の緊急復旧の手段や復旧にあたる組織と連絡体制の明確化、役割分担や工程表の提示、課題の検討内容等を記載した。

大阪湾BCPでは、特に、災害時における湾内の港湾物流機能の低下を最小限度にとどめることを重視し、緊急支援物資の港湾における揚陸機能や国際コンテナ取扱機能の継続性確保に向けて、神戸港及び大阪港をはじめとする湾内諸港が相互にバックアップするための活動指針を示している。

例えば上町断層帯地震に対する国際コンテナ物流機能上の対処方針として、発災直後は大阪港のコンテナ貨物を神戸港経由で代替取扱いするとともに、大阪港夢洲地区等の耐震岸壁を優先的に暫定復旧することによって大阪港のコンテナ取扱機能の早期回復を図ることとした。その際に重要となる耐震強化岸壁の変状等は有限要素法によって求め、復旧工法と復旧に要する資材等の量、復旧期間の推定をより厳密に行っている。

また、大阪湾港湾機能継続推進協議会の下で、国、港湾管理者、その他の海事・港湾関係者の協働体制の構築を図り、これら関係者による対応訓練の実施を通じて、BCPの有効性に関する検証と改善を図ってきた。

上記の結果、大阪湾BCPでは、耐震強化岸壁を有する夢洲コンテナターミナルに復旧資源を優先的に投入することによって目標とした2か月後に国際コンテナ取扱機能の再開が可能であるとされている。

### (4) 現下の港湾BCPの作成上の課題

上述のように、現下の港湾BCPでは、主たる事業の場である港湾が公共性の高い交通インフラであることから、一刻も早い港湾施設の復旧と輸送サービスの再開を念頭に置いた、いわばサービス供給側の視点に立った機能継続計画の色合いが強い。しかしながら、機能復旧の速さが必ずしも港湾利用者である荷主や船社の顧客満足度に

直結するとは限らない。神戸港衰退の事例にみられるように、前述の安部<sup>2)</sup>、宮本・新井<sup>3)</sup>の研究において指摘された、港湾利用ニーズと港湾サービス供給のミスマッチが港湾ビジネス復興のボトルネックになる可能性がそこにある。

一方、前述の国際規格ISO 22301<sup>1)</sup>では、BCMSの運用にあたって事業影響度評価（Business impact analysis: BIA）及びリスク・アセスメント（Risk assessment: RA）を実施することを求めている。

BIAは、サービスの提供が中断した場合に、サービスの再開を顧客がどの程度待つことが可能かといった顧客の受忍の限度を評価する手法である。港湾BCPの検討時に、上述の港湾利用ニーズと港湾サービス供給のミスマッチを防ぐための手段として、顧客目線の分析を行うBIAの実施は欠かせないと言える。

BIAではまた、財、サービス等を提供する事業活動とそれらが依存する資源に注目して、万一、それらの資源が被災して事業活動が中断した場合の事業活動全般に対する影響を、リスクの大小にとらわれず評価し文書化する<sup>1)</sup>。港湾サービスの提供に必要な資源とは、基本的な港湾施設である航路・泊地や岸壁、荷役機械に加えて、情報通信システムや労働力、建物・オフィス、外部からの電力、燃料供給と言った様々な財、労働力、情報等が含まれる。

前節で述べた大阪湾BCPでは、緊急支援物資の受け入れを発災後3日目、国際コンテナ輸送の再開については2ヶ月後を目標に掲げ、必要な港湾機能の復旧を行うこととしているが、上町断層地震の様な大規模災害の直後にあっても岸壁や荷役機械等のターミナル施設の復旧工事に必要な要員、資機材等を的確に確保することができるという確証を得るのには困難が伴う。また、コンテナターミナルの施設の復旧が目標期間内に完了できた場合であっても、船舶の入出港に必要なタグボートや水先案内サービスなどの船舶航行支援、港湾労働者による荷役体制、港湾入出港や税関・検疫・入管手続き体制、背後道路網の啓開等の確保が欠かせない。

このように、BIAに基づいて港湾サービス提供に必要な資源の使用可能性（availability）を確認しておくことも有効な機能継続マネジメントの実施上不可欠である。上記のように、港湾におけるBCP検討上の目下の大きな課題は、ISO 22301が求めるBIAの的確な実行にあると言え、そのための適切な方法論の提供が実効性ある港湾BCP作成上の喫緊の課題となっている。

このようなことから本稿では、これまでの先行研究からの明示的な提示がなかった、BIAの手法を的確に港湾BCPに導入するための手順と方法論について論じる。

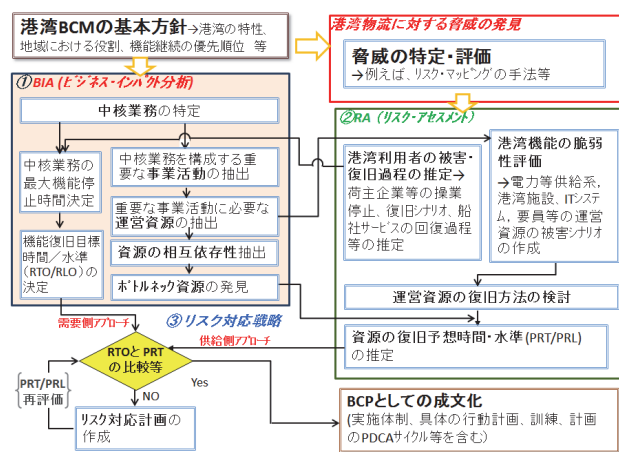


図-2 港湾におけるBCP検討の手順

### 3. 港湾BCPの分析・検討の手順と手法

事業継続マネジメントの国際規格ISO 22301は、災害時にあっても最低限の顧客満足度を維持し、またサービス機能の的確な復旧によって顧客をつなぎ留め、経営に破たんをきたさないための事前の分析と準備を目的としたBIA及びRAを実施し、その成果をBCPに記述しておくよう求めている。このような国際標準を港湾に当てはめるために筆者らが提案する、港湾運営の特徴や港湾ユーザーを念頭においたBIA及びRAの実施に基づく港湾BCP検討の手順を図-2に示す。

大阪港夢洲コンテナターミナル（DICT）は、日本の港湾の国際競争力強化を目指す国際コンテナ戦略港湾として大規模コンテナターミナルの一体経営を進めているが、南海トラフの巨大地震等の地震・津波による経営リスクに強い危機感を持ち、筆者らの協力の下、図-2の手順に従った分析を2014年度に実施した。

また科学技術振興機構（JST）及び国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラムであるSATREPSチリプロジェクトにおいては、津波に強い地域社会づくりの一環としてチリ国港湾におけるBCPの検討が進んでいる。筆者らは検討対象港湾のイキケ港において、地元の港湾・海運関係官署や自治体、港湾ターミナル運営会社、荷役業者等で構成されるBCP協議会を設置し、バルパライソ大学の研究者とともにBIAの実施を進めてきた。

上記の2港でのケーススタディは、いずれも筆者らが分析のガイドラインを与えると同時に、議論のための分析原案の作成を担当し、それらに基づき現地のDICT等担当者やBCP協議会メンバーがワークショップ形式で討議を重ね取りまとめるという形で実施した。



本章では、図-2に示した港湾BCP作成手法の具体的内容についての筆者らの提案を述べるとともに、ケーススタディの結果等についても報告する。

### (1) 港湾BCPの基本方針と港湾に対する脅威の発見

BIA及びIRAに先立ち、港湾における事業継続マネジメントの基本方針を決定する。すなわち、港湾の歴史や地理的特性、役割等を踏まえて、国、地域経済の物流基盤並びに生活、防災基盤としての港湾機能の継続の必要性と方向性を確認しておくことが重要である。

次に、当該港湾が直面する脅威（ハザード）の特定と評価を行う必要がある。現下の港湾BCPでは、作成の最大の動機づけが東日本大震災であることから、もっぱら地震、津波を想定脅威とするものとなっているが、日本の港湾物流機能に対する現実の脅威は、これらにとどまらず、自然現象だけでも高潮、強風、大雪、濃霧、火山噴火といった様々な脅威が存在する。

図-3はDICTにおける議論に用いたリスクマッピングの一例である。このように、地域が有する固有の災害リスクやその特性を、リスクマッピングの手法を用いて、発生の確からしさ（発生確率）と影響大きさから評価しておくことが推奨される。

### (2) ビジネスインパクト分析

港湾物流におけるビジネスインパクト（BIA）では、先述のとおり、港湾物流サービスに必要な資源の発見とそれら資源の他の資源への依存性の発見、並びに災害によってそれら資源が失われた場合の港湾サービス停止期間に対する荷主や船社等の許容度の評価を行う。

内外のBCPコンサルタントが民間企業向けに数多くのBIA用のガイドラインや作業シート、チェックシート等を提供しているが、BIA及びIRAを体系的に実施できる包括的なシステムは多くはない（例えば昆<sup>12</sup>、2009）。

筆者らは既存のBCP検討作業シートを参照しつつ、港湾BCPの作成時にBIA等の作業を平易に実施できるように作業シートシステムの検討を行った（図-4参照）。

図-4の作業シートシステムでは、BIAの実施プロセスを7ステップに分け、それぞれのステップの作業のために1~2の作業シートを用意することとしている。また、定められた作業手順に従ってこれらの作業シートを順番に作成することによって、容易にBIAの分析作業を進めることができるよう工夫した。

#### a) 中核業務の決定

BIAの実施にあたっては、まず当該港湾にとって最も重要な機能である「中核業務」を決定する必要がある。そのため、港湾の主要な業務について、その業務が停止した場合に生じる当該港湾の将来の発展性や競争力と言った経営上の重要事項に対する負のインパクトを評価指

標とするスクリーニングを行うことが有効である。中核業務決定のための作業シートを表-1に示す。

中核業務は、将来にわたる港湾運営の根幹に係るものであることから、当該港湾の将来の発展性や競争力と言った評価項目に基づいて評価し、トップマネジメントが決定する必要がある。従って、原案作成者から現場の責任者、関係者、更にはトップマネジメントが容易に情報を共有し、意見を発信する共通インフラとして、作業シートの果たす役割は重要なものとなる。

中核業務のスクリーニング基準の決定に際しても、港湾機能継続の意義、戦略的価値等を十分議論し、共有す

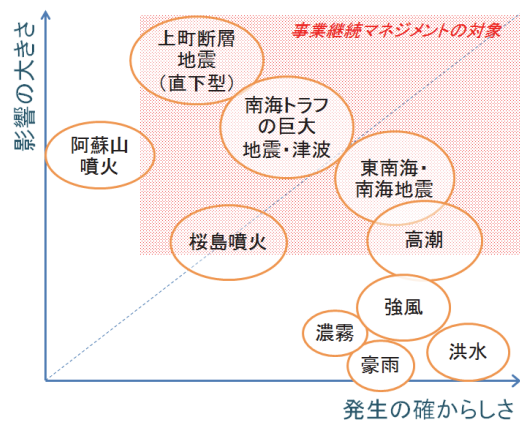


図-3 大阪湾港湾の自然災害リスクマッピング

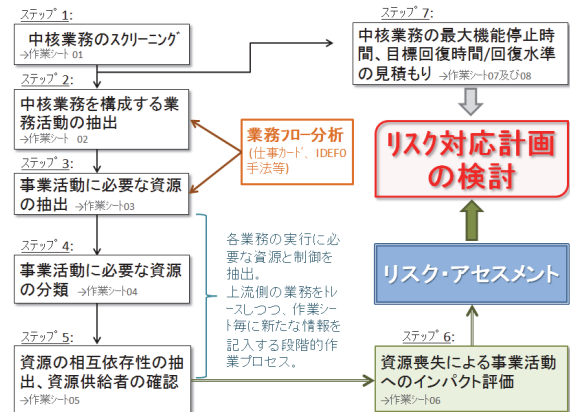


図-4 BIA実施の詳細手順と作業シートシステム

表-1 港湾物流中核業務の抽出用作業シート

スクリーニングの基準		対象業務の評価			
視点	インパクト又は脅威	コンテナターミナル運営	多目的ターミナル運営	旅客船ターミナル運営	...
将来発展性	港湾貨物量、旅客数、企業立地等の将来の港勢の伸びに悪影響。	A	B	B	-
国際競争力	近隣港湾や陸上輸送網との競争力を喪失。	A	B	C	-
市場シェア	近隣港湾との集荷競争力の喪失。	A	B	C	-
顧客の信頼性	荷主、船社の信頼性の喪失。	A	A	C	-
総得点		8	5	1	-
BCPの中核業務としての特定/非特定		特定	非特定	非特定	...

影響度: A=高い(2点), B=普通(1点), C=低い(0点)

る作業を経ることが、平時からのマネジメント能力の向上に繋がることとなる。

**b) 業務活動フローの分析と業務資源の抽出**

港湾物流が災害にあうということは、換言すると、港湾の資源の一部が失われ、港湾における中核業務に支障が生じることである。従って、スクリーニングに基づき決定された港湾の中核業務が災害によってどのような影響を被るかを知るためには、中核業務が必要とする資源を明らかにすることが必要となる。

筆者らは、中核業務の実施に必要な資源を洗い出すために、小松ら<sup>13)</sup>の事例を参照しつつ、港湾における業務の詳細なプロセスを把握することとした。小松ら<sup>13)</sup>は、公共施設におけるBCPの作成にBIAを導入する先事例として、仕事カードとIDEF0の手法を用いた浄水場の業務フロー分析の結果について報告している。

IDEF0は、企業、組織の業務プロセスを機能（アクティビティ）という観点から階層化して表記するモデリング手法で、複雑な業務プロセスを単純な箱の図形（仕事カード）と4種類の矢印で体系的に表す。

筆者らが港湾の業務プロセス表現用に作成した仕事カードを図-5に示す。

港湾における船舶の入港や貨物取扱い作業の一単位毎に1枚のカードを割り当てることとし、各カードの左側に上流側からの業務の伝達を、カード内に業務処理の内容を、カードの右側に処理結果を記す。また、カードの下から業務処理に必要な資源を、上から業務処理に必要な制御をインプットするイメージで個々の業務がその処理上必要とする資源を記述する事とした。

DICTやイキケ港の中核業務であるコンテナターミナルの運営業務は、図-6のブロックチャートに示すように、

1)コンテナ船の入出港と荷役、2)コンテナの保管、輸入手続き、荷受人から差し向けられたトラックへの引きわたし、3)荷送人が持ち込んだコンテナの受け取り、保管、輸出手続き、の3つの流れに区分された。また、それぞれが5~6の業務活動から構成され、合計16の活動が抽出された。例えばコンテナ船の入出港・荷役はIDEF0手法を用いて図-7に示すとおり記述された。

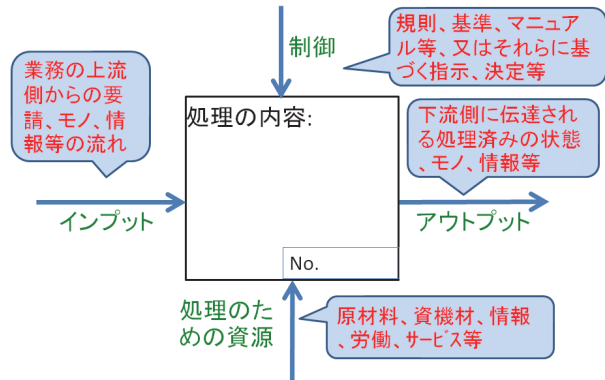


図-5 港湾業務フロー分析用に修正した仕事カード

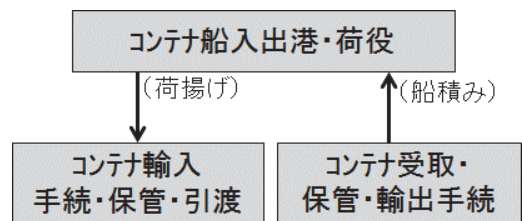


図-6 コンテナターミナル業務のブロックチャート

**(事例：船舶の入出港)**

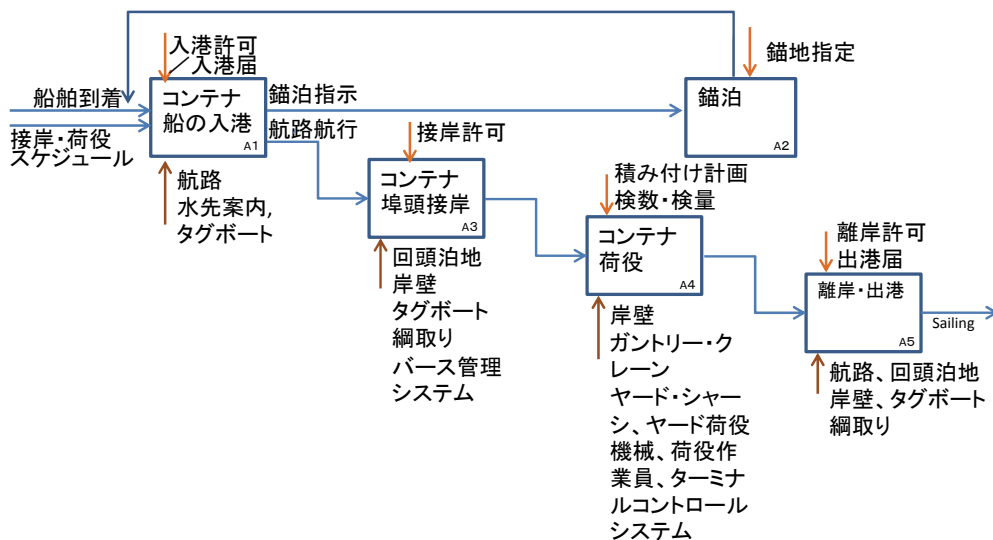


図-7 コンテナ船入出港・荷役の業務フロー

このような業務フロー図を作成することを通じて、中核業務の実施に必要な資源が容易に抽出できる。

すなわち、業務フロー図から得られる1)事業活動、2)制御、3)処理のための資源等の情報は、いったん作業シートに転記した後、制御の内容から制御機関を割り出し、その制御機関が活動するために必要な資源を選び出すという手順を踏むと、「制御のための資源」も容易に抽出できる(表-2参照)。

またこれらの資源は、災害リスク評価や事前対策の検討上の便宜を考慮すると、i)外部供給、ii)人的資源、iii)施設・設備、iv)情報通信、v)建物・オフィスの5区分に分類しておくことが望ましい(表-3参照)。

上記作業の結果、DICTのターミナル運営業務は61項目の資源を、またイキケ港のコンテナふ頭の場合81項目の資源を必要とすることが判明した(表-4参照)。

これらの作業シートを媒介とする資源抽出作業は透明性が高く、現場の専門家の関心を高める効果があるため、さまざまな現場情報や意見が議論に供される等、関係者

の議論への積極的な参加が促された。

### c) 業務資源の他資源への依存性の分析

次に、これらの資源が機能するうえで必要とする他の資源の発見手順について述べる。先述の昆は、これを「リソース間の依存関係の特定」と呼んだ。ここでは、「依存資源の発見」という表現を用いる(表-5参照)。

例えば、税関職員が業務を行うためには、輸出入品を電子申告で受け付けコンピュータ処理するためのSea-NACCSと呼ばれるシステムが欠かせない。また、書類検査では不十分な場合に実物検査を行う場合には、検査場が必要となり、場合によってはコンテナ用の大型X線検査装置が投入される。コンテナから荷物を一旦取り出す際には荷役作業員とフォークリフトの支援を必要とする。このように、コンテナターミナルの運営に係わる業務資源はそれ単独では機能できず、他の資源に依存する機会が多い。

上記のような業務資源の相互依存関係は1及び0を要素とするマトリックス(資源依存関係マトリックス)として表現できる。模擬的に作成した資源依存関係マトリックスを表-6に示す。

また個々の業務資源を $x_i$ と表し、 $x_i$ が依存する資源の集合を $D_i$ ( $f: x_i \rightarrow D_i$ )とすると、資源の依存関係のマトリックスは下式(1)及び(2)で表現できる。

$$X_{ij} = \begin{cases} 1: & x_j \in D_i \\ 0: & x_j \notin D_i \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1M} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{1N} & \cdots & X_{NV} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$M$ は業務資源の数で、 $0 \leq j \leq N$ 。

ここで、 $D_i$ に含まれる資源 $x_j$ は、 $D_j$ に含まれる資源 $x_i$ に依存することから、その依存関係も考慮した資源 $i$ の依存資源の集合 $D_i^*$ を定義すると：

$$D_i^* = D_j \cup D_i \quad (3)$$

他の資源への依存性が及ばなくなる条件は、

$$D_i^* = D_i \quad (4)$$

であるから、式(1)~(4)から成るアルゴリズムによって業務資源のすべての依存関係を求めることができる。

上記手順に基づいて表-6の資源の依存性を追跡した結果を表-7に示す。表-7では、主航路 $\Leftarrow$ 岸壁 $\Leftarrow$ クレーン $\Leftarrow$ クレーン操縦士、及びクレーン $\Leftarrow$ 電力供給、と言う依存関係は、主航路が機能するために電力供給、岸壁、クレーン、クレーン操縦士の4資源の確保が必要であるとい

表-2 業務資源の抽出作業シート

事業活動	制御	制御機関	業務資源	
			制御に必要な資源	業務の処理のための資源
A1 コンテナ船の入港	無線検査、入港届、危険物取扱届出...	検査、入国管理局、海上保安部、税関、港湾管理者	税関・検査・入管職員、埠頭管理事務所職員、海上保安部職員、入出港管理システム、SeaNACCS、入国管理局庁舎、埠頭管理事務所、電力...	主航路、タグボート、水先案内人、ボートラジオ、電力、通信、燃料油
A2 船泊	船地指定	海上保安部	大阪海上保安監部職員、通信	検査船地、サービスボート、通信、燃料油
A3 コンテナ船回頭・接岸	接岸許可	ターミナルオペレーター、港運会社	ターミナルオペレーター職員、パースコーディネーター、ターミナルオペレーター、電力...	回頭泊地、岸壁、港湾保安施設、タグボート、綱取作業員...

表-3 業務資源分類作業シート

事業活動	業務資源(制御資源及び業務処理資源)				
	外部供給	人的資源	施設・設備	情報・通信	建物・オフィス
A1 コンテナ船の入港	電力、通信、燃料油...	税関・検査職員、水先案内人...	主航路、タグボート...	港湾入出港管理システム、SeaNACCS...	入国管理局庁舎、港湾合同庁舎...
A2 船泊	電力、燃料油	海上保安部職員	検査船地...	通信	
A3 コンテナ船回頭・接岸	電力、通信、燃料油...	綱取り作業員...	岸壁、回頭泊地、タグボート...	ターミナルオペレーションシステム	ターミナルオペレーションセンター

表-4 DICTの業務資源

事業活動	業務資源				
	外部供給	人的資源	施設・設備	情報・通信	建物・オフィス
(5項目)	電力、通信、水道、燃料油、ガス	税関職員、検査職員、入管職員、埠頭管理事務所職員、海上保安部職員、水先案内人、綱取作業員、港湾運送会社担当及び作業員、ガントリクレーンオペレーター、DICTオペレーションセンター職員、トラクター運転手、トランスレーンオペレーター、ゲートクレーン等	主航路、検査船地、回頭泊地、岸壁、タグボート、サービスボート、エプロン、ガントリクレーン、トレッラー・シャーシ、トランスレーン、コンテナ蔵置スロット、リーフアーコンセンタ、チェックイン(アウト)ゲート、臨港道路、税関検査施設、検査検査施設、港湾保安施設等	SeaNACCSシステム、港湾出入管理システム、ボートラジオ、DICTオペレーションシステム、港湾保安管理システム (5項目)	入国管理局庁舎、港湾合同庁舎、埠頭管理事務所、航行安全情報センター、船舶代理店事務所、阪神国際港湾大阪事業所、DICTオペレーションセンター、元請港運現場事務所、マリンハウス (9項目)
(18項目)			(24項目)		



表-5 依存資源の発見作業シート

資源	依存資源				
	外部供給	人的資源	施設・設備	情報・通信	建物・オフィス
電力			受変電施設		
通信			回線・交換機等		
燃料油			パンカー・給油施設		
税関職員	電力、通信		税関検査場	SeaNACS	港湾合同庁舎
検疫職員	電力、通信		検疫スペース	出入港管理システム	港湾合同庁舎
海保職員	電力、通信…			出入港管理システム	港湾合同庁舎
水先案内人	通信		サービス・ボート		
主航路		埠頭管理事務所職員			
回頭泊地		埠頭管理事務所職員			
岸壁		埠頭管理事務所職員	ガントリークレーン		
ガントリークレーン	電力、通信	クレーンオペレーター	トラクター、シャシー	ターミナルオペレーションシステム	

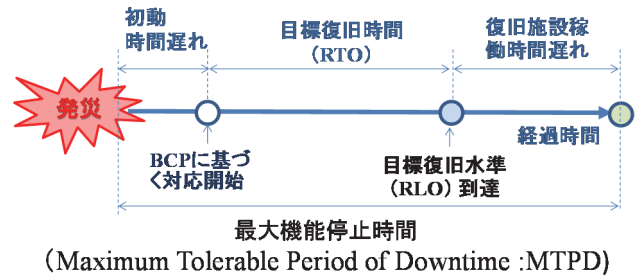


図-8 目標機能復旧時間の求め方

表-6 資源依存関係マトリックス

	電力供給	クレーン操縦士	主航路	岸壁	クレーン
電力供給	1	0	0	0	0
クレーン操縦士	0	1	0	0	0
主航路	0	0	1	1	0
岸壁	0	0	0	1	1
クレーン	1	1	0	0	1

表-7 資源の依存関係の追跡結果

	電力供給	クレーン操縦士	主航路	岸壁	クレーン
電力供給	1	0	0	0	0
クレーン操縦士	0	1	0	0	0
主航路	1	1	1	1	1
岸壁	1	1	0	1	1
クレーン	1	1	0	0	1

う依存関係に帰結することがわかる。

DICT及びイキケ港における検討では、それぞれ61及び81業務資源が抽出されたため、それぞれ61×61及び81×81の大きさの資源の依存関係マトリックスについて式(4)のアルゴリズムを用い資源の依存性を分析した。

d) 重要業務の目標復旧時間と復旧水準の決定

BIAで決定するもう一つの重要なパラメーターとして最大機能停止時間 (Maximum Tolerable Period of Downtime: MTPD) があげられる。

MTPDから算定される目標機能復旧時間 (Recovery Time Objective: RTO) 及び目標機能復旧水準 (Recovery Level Objective: RLO) は、港湾物流サービスを再開するための機能復旧の作業に、顧客の我慢の範囲内でどの程度の時間を費やすことができるか、また、どの程度まで機能を復旧すれば当面の間の顧客の理解が得られるかと言う目安を表す。RTOは、図-8に示すように、MTPDから発

災後の初動の遅れや機能復旧後からサービス再開までのタイムラグを差し引いたものとなる。

まず最初に重要業務のMTPDを決定する必要があるが、これはさほど容易な作業ではない。港湾物流の場合、荷主や船社に対して「万一の災害が発生した場合、どの程度、港湾サービスの停止を容認してもらえるか？」といった質問を投げかけても、厳密な回答は期待し難い。顧客側からすれば、港湾機能の復旧は当然早い方が良く、復旧の水準も被災前のサービスが提供されれば物流面での一切のビジネスリスクを避けられる。顧客の要請はその時々での輸送の緊急性にも依存することから、真摯な回答者であれば「その時になってみなければ分からない」と答えるであろう。

一方で、港湾物流サービスを提供する側にとってMTPD及びRTO, RLOは、被災した港湾機能の復旧計画をたて実施するうえで大変重要なパラメーターである。顧客である荷主や船社に求められるままの迅速性を持って施設を復旧しようとするとは莫大なコストをかけねばならないかもしれない。その場合、仮に復旧がかなって顧客が戻ってきたとしても、復旧コストに見合う利益が上げられない恐れがある。また、要員や資機材といった復旧工事等のための資源の不足、その他の様々な制約条件によって、掲げた復旧目標の達成が困難になると、港湾の信頼性が失われ、中長期的には顧客を失うことになりかねない。

このようなことから、重要業務のMTPDを推定するにあたっては、機能復旧に対する実需や顧客のビジネス上の諸事情等の背景となる情報を可能な限り収集するとともに、ポートセールスやマーケティング担当者の経験と感性を最大限に生かしつつ顧客の意向を探ることが重要となる。その際の具体的な情報収集手段として、顧客や内部担当者に対するアンケート調査、インタビュー等が有効な手立てとなる。赤倉ら<sup>14)</sup>は、アンケートに基づき東日本大震災におけるコンテナ輸送需要の回復曲線を定量化しており、参考とすることができる。また、多くの情報に基づいて行うMTPDの検討プロセスを「見える化」することは、トップマネジメントから現場担当者に至る



衆知を広く集めるための重要な手続きとなる。これらを勘案して筆者らは、DICTやイキケ港での検討に際して表-8のようなMTPD推定のための作業シートを提案した。

上記の作業シートを用いて筆者らは、DICTの中核業務であるコンテナターミナル運営について、1)発災時に在港しているコンテナの滞留、2)近海・アジア航路の他港移転、3)北米航路の他港移転、の3項目をMTPDの評価基準とするMTPDの評価を行った。

具体的には、まず筆者らが大阪湾諸港のBCPで設定されたDICTの復旧目標やターミナル運営者の意見に基づき、コンテナ取扱機能がどの程度の期間失われると上記3項目の影響が顕在化するかについて、L: 影響は無いか限定的、M: 影響は回復可能な範囲内、H: 影響は大きく長期化し回復困難、の3段階での評価を行い、M評価の範囲を上限とするMTPDの値をDICT関係者とのワークショップに提示した。

ワークショップには大阪港埠頭会社やDICTのトップマネジメント、現場の埠頭運営責任者等が参加し、提案されたMTPDの値の妥当性を検討し、その範囲内でのRTOの値及びRLOの内容を決定した(表-9参照)。

ワークショップでは、例えば「近海・アジア航路の他港移転防止」を機能継続目標2とし、これについて上町断層帯地震発生後2か月目でのコンテナターミナルの業務再開が必要(MTPD=60日)であることから、BCP発動等のリードタイムを考慮するとRTOは59日、RLOは近海・アジア航路の就航船型から「航路、泊地の水深-12m、ガントリークレーン1基/バースの確保等」と結論づけた。

### (3) リスクの評価と対応戦略の検討

#### a) リスクアセスメント

リスクアセスメント(RA)は、事業の中断を引き起こすインシデントの発生の確からしさと資源に及ぶ被害

表-8 MTPD検討のための作業シート

機能停止のインパクト	1週間以内	2週間以内	1か月以内	2か月以内	3か月以内	6か月以内	1年以内	MTPD(日)	RTO(日)	RLO
在港コンテナの滞留	L~M	H	H	H	H	H	H	7	6	内航コンテナ船やトラックによる発災時コンテナの払い出し機能の確保
近海・アジア航路の他港移転	L	L	L	M	H	H	H	60	59	近海・アジア向けコンテナ航路の再開(水深-12m、ガントリークレーン1基/バースの確保等)
基幹航路の寄港取りやめ	L	L	L	L	M	H	H	90	89	基幹航路の寄港再開(水深-15m、ガントリークレーン2基/バースの確保等)

表-9 DICT中核業務の目標復旧時間/復旧水準

機能継続目標	1	2	3
機能継続目標	発災時に在港コンテナの滞留解消	近海・アジア航路の他港移転防止	基幹航路の寄港取りやめ防止
目標復旧時間(RTO)	6日	59日	89日
目標復旧水準(RLO)	内航コンテナ船やトラックによる発災時コンテナの払い出し機能の確保	近海・アジア向けコンテナ航路の再開(水深-12m、ガントリークレーン1基/バースの確保等)	基幹航路の寄港再開(水深-15m、ガントリークレーン2基/バース確保等)

の程度を評価するものである。

前出の図-2においてRAの対象となっているのは、中核業務の実施に必要な資源(業務資源)と港湾における貨物取扱需要の発生源である荷主の経済活動である。前者について昆<sup>12)</sup>は、被害の想定と復旧に要する期間、復旧可能な水準を予想復旧時間(PRT)及び予想復旧水準(PRL)として算出することを提案している。後者は、港湾BCPに固有のRAで、災害後の港湾利用需要の変化を把握し、荷主の意向面からのMTPDの評価に反映しようというものである。

DICTにおけるRAでは、大阪湾BCPが想定する南海トラフの巨大地震及び上町断層帯地震による地震・津波ハザード、震度7~5弱、津波高さ5mを踏まえて、BIAで抽出されたすべての業務資源について脆弱性評価を行った。筆者らが評価しワークショップに提示した業務資源のPRTを表-10に示す。

機能継続目標1では、荷主の求めや施設復旧上の必要性から発災時に在港したコンテナをターミナル外に排出することを目的とするため、内航コンテナ船やトラックへのコンテナ積み込み機能のみの回復が急がれ、ワークショップの議論では、1週間以内の機能回復の達成はそれほど困難ではないと結論付けられた。

しかしながら、機能継続目標2及び3では、税関、検疫等の貿易、入出国手続き機関が機能し、外航コンテナ船の入港を受け入れるための航路、泊地、岸壁、大型クレーンの稼働が確保される必要があり、津波による漂流物や航路埋没の発生、コンテナガントリークレーン等荷役機械の損壊等によってPRTが大幅に長くなる可能性が生じると判断された。更にこれらの復旧期間の見積もりには常に大きな不確実性が伴うことから、標準のリスクシナリオに加えて、最悪時のシナリオも併せて設定された。機能継続目標3について、業務資源別シナリオ別のPRTを比較したものを図-9に示す。

施設・設備に分類されるハード系の業務資源は、発災後に構造照査やマイナーな補修が伴うため他の資源に比

表-10 DICTの業務資源の目標復旧時間/復旧水準

(単位:日)

運営資源の分類	機能継続目標1			機能継続目標2			機能継続目標3		
	資源数	標準シナリオ	最悪シナリオ	資源数	標準シナリオ	最悪シナリオ	資源数	標準シナリオ	最悪シナリオ
外部供給	4	2	7~14	5	2	7~14	5	2	7~14
人的資源	12	2~3	6~7	18	5~7	10~15	18	5~7	5~7
施設・設備	33	3~5	5~7	24	30~60	60~180	24	30~90	60~180
情報システム	48	4	6	5	7~35	14~70	5	7~35	14~70
建物・オフィス	55			9	2	5~14	9	2	5~14
合計	152			61			61		

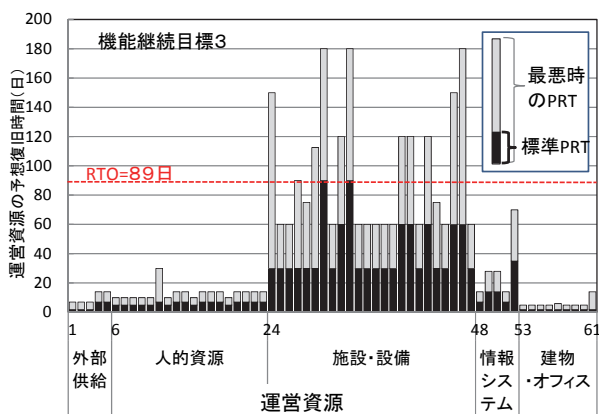


図-9 PRTの業務資源別シナリオ別比較

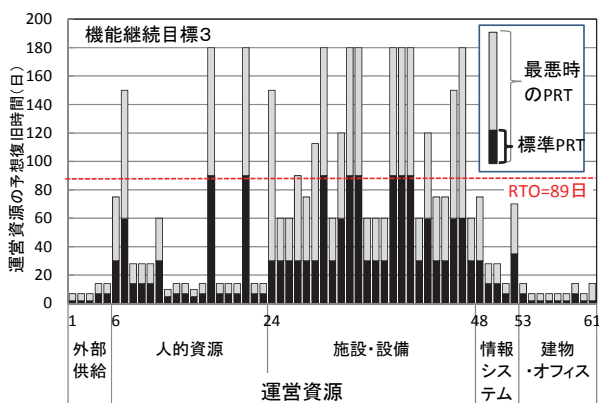


図-10 依存性を考慮した場合のPRT

べるとPRTが大きくなっている。また、構造物や機器類が損壊する最悪の被災シナリオを想定すると長期にわたる復旧期間を要するリスクがある。

またこれらの業務資源のPRTは、それぞれの資源の機能を単独で復旧しようとする場合に要する時間であり、他の資源の機能への依存性を勘案すると、当該資源が機能を発揮するまでには更に時間を要する場合がある。

前節で述べたBIAでは資源の依存関係を示すマトリクスを作成した。DICTの業務資源に関してこれを用いると、図-9の業務資源のPRTは図-10のようになる。

他の資源への依存性の波及の効果によって、PRTが大幅に増加している資源が出現していることが分かる。特に単独ではPRTが短かった人的資源が、施設・設備や情報システム依存し、PRTが大きくなることが判明した。

なお、港湾貨物の荷主に関するリスクアセスメントについては、川村ら<sup>19)</sup>が、東日本大震災時の被災企業を対象とするアンケートに基づき災害発生後の港湾貨物輸送需要復旧曲線を提案しており、その情報は前節で述べたBIAにおけるMIPD評価に反映した。

#### b) 事業継続戦略検討のための隘路資源

PRT及びPRLは、機能復旧を阻む様々なリスクに対し

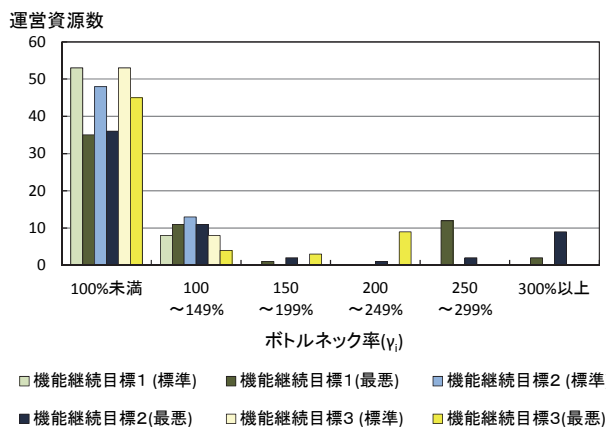


図-11 業務資源のボトルネック率の分布

て事前に講じるリスク対応オプション( $\chi$ )の関数であることから、港湾BCP作成の手順においては、式(5)を満たすような $\chi$ を求め、その実施の方策を事業継続戦略としてBCPに記述することとしている。

$$\{\chi \in A : PRL(\chi) \geq RLO\} \cap \{\chi \in A : PRT(\chi) \leq RTO\} \quad (5)$$

なお、ここで(A)は、港湾業務資源復旧のためのオプション全体の集合であり、例えば、岸壁の耐震化等の災害に対する港湾施設の強靱化やバックアップ電源の設置、港湾間における作業員、荷役機械等の相互融通などのリダンダンシーの確保、貨物輸送の代替港湾・ルート確保等の事前対応方策が含まれる。

ここで資源確保のボトルネック率( $\gamma_i$ )を

$$\gamma_i = \frac{PRT}{RTO} \times 100 \quad (6)$$

で定義する。DICTのコンテナターミナルオペレーションについて求めた $\gamma_i$ の分布を図-11及び表-11に示す。

表-11にまとめた通り、標準PRTでは目標1及び3において13%、目標2では21%の業務資源がRTOを超え、荷主や船社の要請に応える上での隘路となる危険性があることが判明したが、その程度は50%以内であり、特にレベル2及び3については10%未満の軽微な値となった。一方、最悪のシナリオでは、26%~43%の資源の $\gamma_i$ が100%を超え、300%を超える資源も発見された。

これは、予想外の地震動によって耐震強化済の岸壁等が大きく変形したり、免振クレーンが脱輪、倒壊する等の極端な被災シナリオを想定した場合であって、現実にはまず起こりえないと考えられるが、想定外の事態を避けるためのクライシスマネジメントを考える上で有用な情報となるものと考えられる。

これらの業務資源の隘路情報に基づき、事業継続戦略の検討を効果的に進めることが可能となる。

表-11 ボトルネック率に対応する資源数

	目標レベル1		目標レベル2		目標レベル3	
	(標準)	(最悪)	(標準)	(最悪)	(標準)	(最悪)
100%未満	86.9%	57.4%	78.7%	59.0%	86.9%	73.8%
100~149%	13.1%	18.0%	21.3%	18.0%	13.1%	6.6%
150%以上	0.0%	24.6%	0.0%	3.3%	0.0%	4.9%

#### 4. まとめ

本論文では、まず、港湾等の公共性が高い物流インフラにおけるBCPの意義について検討し、港湾施設の耐震強化等による物流機能の強靱性強化に加えて、適切な事前準備による復旧の迅速化、代替港湾の確保による物流容量の継続的確保の3点が重要であることを明らかにした。

また、昨今の港湾BCPの検討状況を概観し、港湾が公共インフラであることから、一刻も早い港湾施設の復旧と物流サービスの再開を目指す、サプライサイド型の機能継続計画となっていることを指摘した。

更に第3章では、効果的なBCP作成に向けて筆者らが検討してきたBIA重視の分析手法について述べ、大阪港夢洲コンテナターミナルにおける検討成果を中心に、その適応結果を示した。

上記の議論を通じて、南海トラフの巨大地震や首都直下地震等の脅威にさらされている我が国の経済活動と国民生活をより安全で安定的なものにしていくためには、我が国の港湾物流の分野において、BIA等の手法を駆使した効率的で効果的な事業継続計画の作成推進が求められると結論付けられた。

一方チリ国においては、2014年4月1日にイキケ市沖合でマグニチュード8.3の地震が発生した。イキケ港の既存ターミナルは大きな被害を受けたが、その際のイキケ港関係者の初動時には、イキケ港BCP協議会のこれまでの活動によって培われたネットワークを生かした綿密な連絡調整が可能となったと報告されている<sup>10)</sup>。

上記のことは、本研究で論じた作業シートシステムを活用したプロセス参加型のBIAの検討が、我が国やチリといった災害の多い国々において、よりレジリエンシーの高い社会の構築につながることを示唆する。

このように、BIAの実施において重視される顧客重視の立場と災害現場の現実と向き合う姿勢は、港湾BCPなどの災害リスクマネジメントの充実を通じて国際物流の安定性と信頼性を担保し、より向上させるものとして、単に災害への備えにとどまらず、港湾の競争力を支える

ソフト・インフラとして、今後さらに重要なものとなっていくと考えられよう。

なお、図-2で示したように、港湾BCP検討のプロセスは、BIAから導き出される目標機能回復時間・水準とリスク評価によって求められる復旧予想時間・水準が比較され、両者を適合させるためのリスク対応計画の下で必要な事前措置が講じられて初めて完結するものである。港湾BCP作成のための効率的で効果的なリスク評価手法の高度化についても今後更なる検討を進めていくこととしたい。

**謝辞：**本研究の実施にあたっては、夢洲コンテナターミナル株式会社の後藤顧問及び水城所長他スタッフの方々には、多忙中にも係わらずワークショップにご参加いただいた。また、JST及びJICAが推進するSATREPSチリプロジェクトの下でチリ国イキケ港におけるフィールド研究を行うことができた。これらの本研究に対する支援とご協力に心より感謝の意を表明する。

#### 参考文献

- 1) International Organization for Standardization: Societal security – Business continuity management systems – Requirements, ISO 22301, 2012.
- 2) 安部智久：事業継続支援のための国際物流インフラマネジメント方策に関する基礎的検討，国土技術政策総合研究所資料第409号，2007.
- 3) 舟橋香，高橋宏直：世界コンテナ船動静分析（2003年版）－コンテナ船寄港実績データと北米西岸の港湾ロックアウト影響－，国土技術政策総合研究所資料第145号，2004.
- 4) Ono, K.: The further research topics to be focused by the participant, *Discussion Paper for the 2<sup>nd</sup> International Workshop on Risk Governance of the Maritime Global Critical Infrastructure*, DPRI-KU, IRGC and GCOE-HSE, Kyoto, 2010.
- 5) 宮本卓次郎，新井洋一：地震災害に対応した港湾の国際物流サービス維持のための対策の提案，沿岸域学会誌，Vol.22, No.4, pp.93-104, 2010.
- 6) 東北地方における港湾物流の業務継続計画策定の手引き，東北地方整備局港湾空港部，2012.
- 7) 東北における大規模災害発生時の港湾機能継続の基本的な考え方，第2回東北広域港湾防災対策協議会資料，東北地方整備局，2013.
- 8) 東北広域港湾防災対策協議会第4回会議資料，東北地方整備局，2014.
- 9) 南海トラフ地震に対応した四国の広域的な海上輸送の継続計画，四国の港湾における地震・津波対策検討会議資料，2014.
- 10) 神田正美，小野憲司，石原正豊：東日本大震災以降の我が国サプライチェーンの構造変化と物流リスク管理，土木計画学研究・講演集，Vol.48, CD-ROM, 2013.
- 11) 中島一郎，渡辺研司，櫻井三穂子，岡部紳一：ISO 22301: 2012 事業継続マネジメントシステム要求事項の解説 (Management System ISO SERIES)，日本規格協

- 会, 2013.
- 12) 昆正和：実践BCP策定マニュアル，オーム社，2009.
- 13) 小松瑠実，林春男，尾原正史，鮫島竜一，玉瀬充康，豊島幸司，木村玲欧，鈴木進吾：最大級の南海トラフ地震による津波を見据えたBIA及びRAに基づく浄水施設の事業継続戦略構築，自然災害科学，Vol. 32, No. 2, pp. 183-205, 2013.
- 14) 赤倉康寛，邊見充，小野憲司，石原正豊，福元正武：海運依存産業における大規模地震・津波後のコンテナ貨物需要の復旧曲線，土木学会論文集B3, Vol. 70, No. 5, pp. I\_689-I\_699, 2014.
- 15) 川村浩，赤倉康寛，山岡潮，西川泰樹，小野憲司：東北における港湾BCP策定の実践，土木計画学研究・講演集，Vol. 49, CD-ROM, 2014.
- 16) Caselli, F., Beale, M. and Reyes, M.: Impact of the recent earthquake and tsunami on Chilean port, Iai, S. (Ed.), *Geotechniques for Catastrophic Flooding Events*, pp. 207-215, CRC Press, Leiden, 2014.
- (2015. 2. 27 受付)

## STUDY ON THE METHODOLOGY FOR PREPARING PORT LOGISTICS BUSINESS CONTINUITY PLAN

Kenji ONO, Yoshikazu TAKINO, Masaharu SHINOHARA and Yasuhiro AKAKURA

Resiliency of port operation is one of key elements, hence is essential for the modern port logistics business, and local and global economy. Developing business continuity plans (BCPs) for major port operation is, in this context, encouraged by the government in Japan in particular after the Great East Japan Earthquake. This study discusses and proposes a procedure and techniques, by focusing on the port logistics, for systematically preparing BCPs. Particular emphasis is placed on the practice to undertake business impact analysis for improving quality of port BCPs. Case studies undertaken by authors in Japanese and Chilean ports are also discussed for demonstrating effectiveness and efficiency of the proposed BCP preparation system.