

ビジネス・インパクト分析を用いた港湾物流 機能継続計画策定手法の開発

小野 憲司¹・滝野 義和²・赤倉 康寛³

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

E-mail: ono.kenji5z@kyoto-u.ac.jp

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

E-mail: yoshikazu_takino@yahoo.co.jp

³正会員 准教授 京都大学防災研究所（〒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）策定の動きが急速に広まっているが、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応え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発表においては、企業が作成するBCPが重視する顧客確保の観点に立って、BCP策定手法として施設被害の想定・復旧のための評価手法（リスク・アセスメント：RA）と並び重視される、ビジネス・インパクト分析（BIA）の手法を港湾物流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、海運機能を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（港湾BCP）策定の動きが急速に広まった。

本研究は、まず、これまで民間企業によって作成されてきた事業継続計画（Business continuity plan: BCP）の考え方やBCPに関する近年の議論を踏まえ、港湾等の公共性の高い物流インフラにおけるBCPの意義を考察する。

次に東日本大震災以降、日本の各港湾で議論が活発化している港湾BCPの策定の現状と課題について述べるとともに、これらの課題を踏まえて、港湾物流におけるBCP作成の在り方についての筆者らの考え方を示す。

また、併せて、昨年度より筆者らが関わって来たSATREPSチリ・プロジェクトにおける港湾物流BCP検討の状況等を紹介する。

2. 港湾物流BCPを巡る課題

(1) 港湾におけるBCP策定の意義

一般に災害は、自然が引き起こす地震や津波に代表される「自然災害（Natural disaster）」とテロ行為などの人が引き起こす「人為災害（Man-made disaster）」にわかれるが、このような災害は、地震や洪水、津波といった自然現象（ハザード）が社会の脆弱性と出会うことで起こる（Disasters occur when hazards meet vulnerability）とされており、概念的に災害とハザードが明確に区分されている。すなわち、発生したハザードに住民や財産等の価値の集積がさらされ（エクスポージャー）、これらがハザードに耐える力を持っていないと（脆弱であると）災害が発生するという考え方をとる。（図-1参照）

換言すれば、自然現象であるハザードの発生は人間の力では回避できないが、災害リスクの高い地域に人口や資産を集積させない等のエクスポージャーの回避や社会の脆弱性を減少させることで、災害は軽減できる。

一方で、東日本大震災後に計画された津波を避けるた

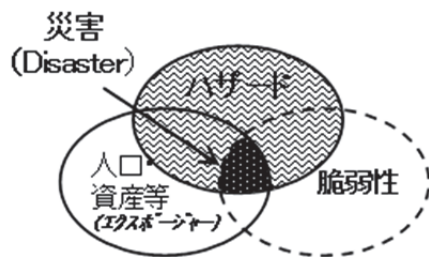


図-1 災害とハザード

めの集落の高台移転などはなかなか進まない。経済活動上の利便性から、津波浸水区域に生産や生活の場が再建される例が多いことは、いかにエクスポージャーを回避することが難しいかと言う事実を物語っている。よって、港湾のように、大量輸送を伴う臨海部の産業活動と一体的であり、大津波が発生すれば被災を免れることが困難なインフラには、被災を前提とした対策が求められる。

上記を勘案すると、万が一自然災害等によって被災した場合にあっても、その影響を最小化し、復旧、復興を可能とする対策が港湾物流においては現実的であり、その答の一つが事業継続マネジメントの実施であり、BCPの策定であるといえる。

(2) 港湾物流BCPの考え方

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の起こりは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。コンピューターの導入は業務の迅速化、効率化を生んだが、コンピューターが故障すると業務が停止してしまうことから、事前にそのような事態への備えが必要となったためである。

1970年代以降コンピューターの性能が著しく高度化すると、企業の業務のコンピューター依存は更に著しくなった。一旦コンピューターシステムに異常をきたせば、顧客に大きな損害が発生し、企業は顧客や企業シェアを失い、著しい場合は倒産するといった事態が頻発した。このような事を背景として、単なる復旧計画ではなく、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備えとしてBCPが生まれた。

1995年1月17日に発生した阪神・淡路大震災においては、神戸港の港湾機能は地震によって完全に停止した。その際、港湾管理者や国、その他の港湾関係者の懸命の努力によって被災した埠頭の急速な機能復旧が図られ、発災後8日目にはトラッククレーンを用いた荷役が再開され、また、2ヶ月後には一部でガントリークレーンによる荷役が復活したが、港湾の貿易機能が70%の水準に復帰するのに7か月、震災以前の水準に回復には1年間の期間を要した。その間、神戸港取扱いのコンテナの多

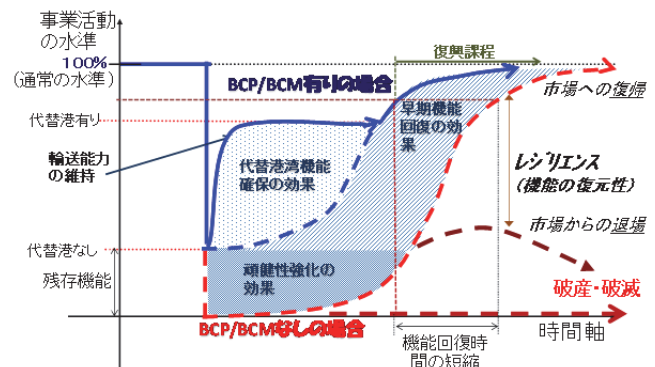


図-2 港湾物流におけるBCPの概念

数が釜山港等の他港に流れ、震災前は年間300万TEU近くあった神戸港のコンテナ貨物取扱量は、長期にわたって200万TEUを大きく割り込み、今日の低迷につながった。

また、東日本大震災においても、港湾の復旧とその臨海部に立地する企業の生産の再開が遅れたことから、企業の市場シェアがなかなか回復せず、港勢の停滞や地域経済の衰退につながっている事例が見られる。

このような過去の災害の教訓を踏まえると、港湾物流BCPでは、

- ① 港湾施設の耐震強化等による物流機能の強靱性強化、
- ② 早期復旧体制の事前準備による復旧の迅速化、
- ③ 代替港湾の確保による物流容量の継続的確保、

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、船社等をつなぎとめることが社会的使命であり、策定意義であると言える。(図-2 参照)

(3) 日本における港湾物流BCP策定の現状

現在、東日本大震災の教訓を踏まえて、全国の港湾で港湾BCPの作成が進められている。特に、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では、大きな地震津波災害が再度発生した時に備えて、重要港湾以上の港で物流機能の速やかな復旧と継続が可能となるようBCPの策定作業を進めている。

国土交通省の調査結果¹⁾に基づき、BCPを策定済み又は策定しようとしている全国の50港について、図-3に、2013年9月末現在の状況とBCP策定の時期を示す。すでにBCPを策定済みの港湾は4港しかなく、策定のための作業中が29港、策定の準備中が17港となっている。策定準備中の29港のうちの20港(69%)は2013年度中に策定予定と答え、BCPの策定を急いでいることが示唆される。

図-4にこれらの港湾を地域別に見る。BCPへの取り組み港数が最も多いのは東北地域であり、東日本大震災の被害を受けた関東地域が、東海地域とともにこれに次ぐ。南海トラフの巨大地震のリスクに直面している四国地域では、高松港及び高知港においてBCPが策定済みである。その一方で、近畿地域及び中国地域では、個別港単位で

港湾数

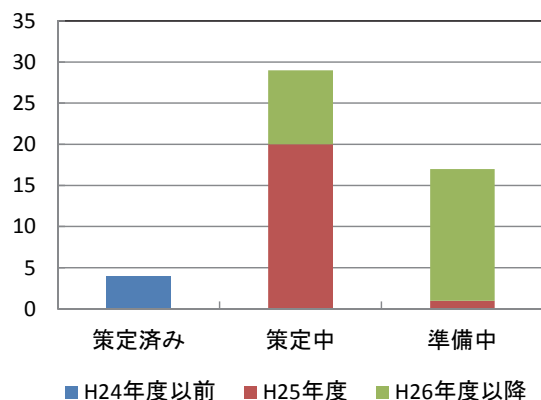


図-3 全国の港湾におけるBCPの策定状況

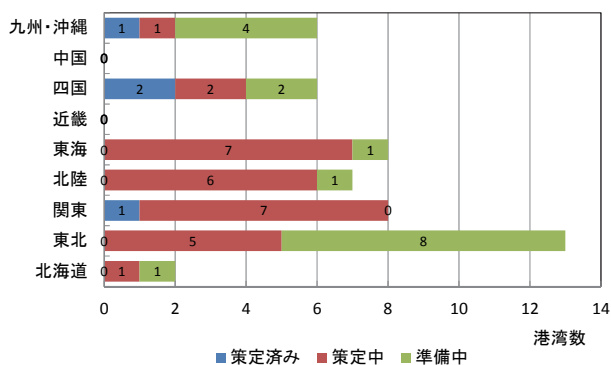


図-4 港湾BCPの策定状況（地域別）

のBCPの検討が未着手であることが判明した。

国土交通省東北地方整備局は、東北地域の港湾BCP策定の基本的な方針と具体的手続の検討に向け、2012年2月に東北広域港湾防災対策協議会を設立した。2013年6月には「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」を公表し²⁾、各港に設置した港湾機能継続協議会においてBCPを策定中である。

また、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域では、国土交通省四国地方整備局と各港の港湾管理者が連携して港湾機能継続のためのBCPの策定作業を進めている。³⁾この他、四国地方整備局及び四国運輸局は、大規模な地震・津波災害が発生した際の近畿や中国、九州地方からの緊急支援物資海上輸送ルートの確保を目指して、広域的な海上輸送継続指針を検討した。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の想定、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、緊急支援物資輸送のためのフェリーの入港可能性等が示された。⁴⁾

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を策定中である。



図-5 大阪港の物流機能のバックアップのイメージ

例えば近畿地方整備局は、平成23年度に大阪湾港湾機能継続計画推進協議会（会長：黒田勝彦神戸大学名誉教授）を設置し、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）を策定した。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、これに基づき港湾における緊急支援物資の輸送機能と国際コンテナ物流機能を港湾相互のバックアップによって継続していくための活動指針を示した。（図-5参照）

また、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を実施することを通じて、BCPの有効性等に関する検証と改善を図っている。⁶⁾

これらの現下の港湾BCPは、例えば緊急支援物資の受け入れについて発災後3日を目標に掲げるなど、まず一定の港湾機能復旧目標を掲げ、次に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、課題の検討の内容等をその主な内容としている。

大阪湾BCPでは、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法方針として、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、地震動による耐震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、復旧期間の推定を行っている。

これらの検討の結果、2か月後には夢洲コンテナターミナルの再開が可能であること、また、大阪湾BCPがあることによって短縮される復旧時間は2か月と評価された。⁷⁾（図-6参照）

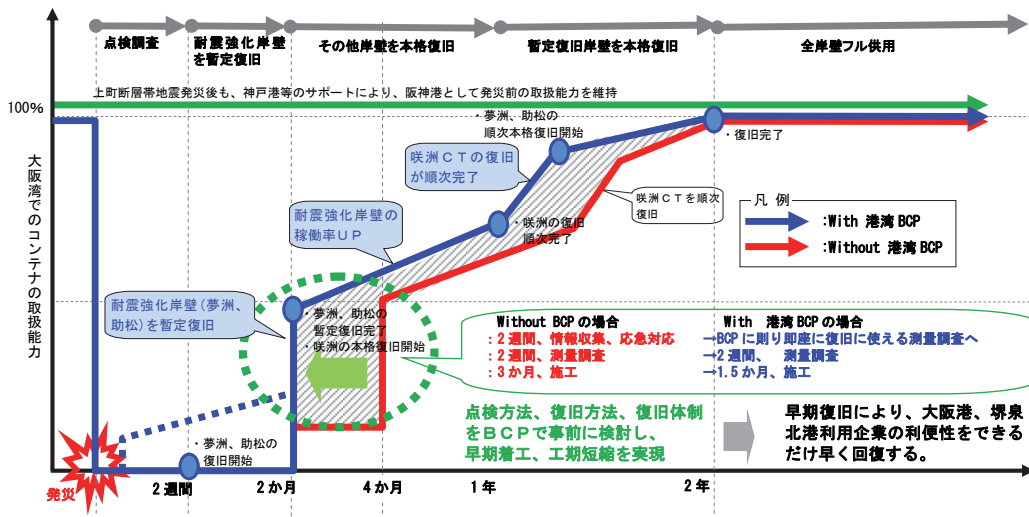


図-6 直下型地震に対する大阪湾BCPの対処と効果

(4)課題

大阪湾BCPでは、上町断層地震の様な大規模災害の直後にあっても夢洲コンテナターミナルの施設のための工事に必要な要員、資機材等を確保することができかどうかの確証は得られていない。また、仮に2ヵ月後に夢洲コンテナターミナルの施設の復旧が成ったとしても、ターミナルを運営するために必要となるその他の資源（船舶航行支援、荷役体制、港湾諸手続き、背後道路網等）の利用可能性は確認されていない。さらに、夢洲コンテナターミナルの供用再開に必要なこれらの資源が相互に依存関係にある場合もあり、災害によってある資源が失われることが、連鎖的に他の資源の供給を不可能とする場合がある。このように、ターミナル運営のための資源の災害に対する脆弱性や確保の可能性を検討しておく必要が残されている。

この一方で、2か月間夢洲コンテナターミナルが使えず、また咲洲地区のコンテナターミナルに至っては復旧工事が1年以上続き、神戸港を代替港として使う必要性が生じることに限して、荷主、船社等港湾ユーザーの不満足度が評価されていないことも大阪湾BCPの課題として挙げられる。すなわち、民間企業が作成するBCPにおいては最初に評価することとされている顧客の意向が、港湾のBCPにおいては評価されていないため、復旧後の施設が荷主や船主のニーズに応えるか否かが明確ではないため、阪神淡路大震災時にみられたような災害をきっかけとした他港への貨物の流出が生じないという保証が確認されていない。

このように、大阪湾BCPにとどまらず現下の港湾物流BCPは、一般的に、主たる事業の場である港湾が公共性の高いインフラであることもあって、一刻も早く港湾施設を復旧し、物流サービスの提供を再開することを視野に入れた、いわばサプライサイドの機能継続

性確保のための計画であると言える。しかしながら、施設・機能の復旧が成っても顧客が逃げてしまっは意味をなさない。顧客目線のBCPの検討が今後重要なものとなってくると考えられる。

3. SATREPSチリにおける港湾物流BCPの検討

(1) チリ国港湾におけるBCP検討の概要

2012年1月から日本とチリの共同プロジェクトとしてSATREPSチリ・プロジェクトが開始された。SATREPSチリ・プロジェクトは、平成20年2月のチリ地震津波及び東日本大震災を契機として開始された国際共同研究プロジェクトで、津波に強い地域づくり技術の向上に関する研究を日本とチリの大学、研究機関の協力のもと実施しようというものである。

SATREPSチリの研究体制は、4つの研究者グループで形成されている。そのうちの「津波災害に強い市民および地域づくりのためのプログラムの提案グループ」は、津波に強い市民育成プログラムや津波に強い地域づくりのための港湾利用手法の提案を行うもので、その一環として京大防災研究所及びチリ国バルパライソ大学を核とするワーキンググループ（WG4b）が、チリ国港湾BCP整備のパイロット研究事業として、チリ国北部のタラパカ州の州都イキケ市にあるイキケ港の港湾機能継続計画（イキケ港BCP）を策定する作業を進めている。

イキケ港は、ペルーとの国境に近いチリ北部の流通港湾で、水深9.3m～11.4mのコンテナバース2バース、多目的バース2バース、漁港区等の港湾施設を有している。2012年の輸出量は鉱産品など約110万トン、輸入量は、石油・石炭、自動車、金属機械製品等約230万トンであ



図-7 イキケ港の概要

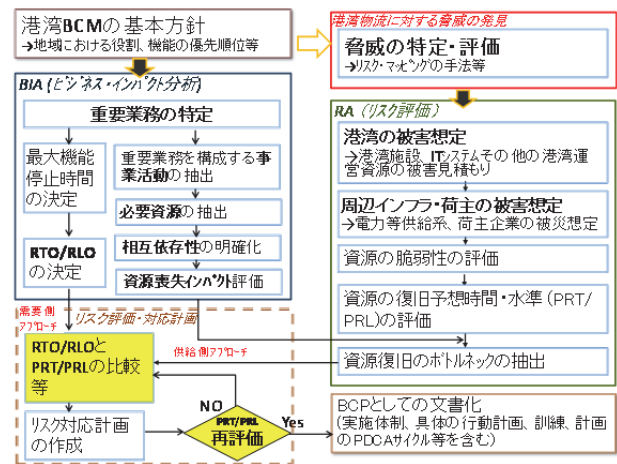


図-8 港湾BCP作成の手順

り、日本の中規模の重要港湾に匹敵する規模を有する。

イキケ港は、チリ国政府の経済省と運輸通信省の管轄下にある港湾公社が運営する公共利用港湾10港の1つである。

港湾の中心部を占めるコンテナターミナルは運営権を譲渡されたイキケ国際港湾会社が、その他の地区はイキケ港湾公社が運営している。（図-7参照）

イキケ港におけるBCPは、公共事業省タラパガ地域局が主宰するイキケ港湾BCP協議会（以下「イキケ港協議会」）によって作成作業が進められており、WG4bのメンバーはその作業のコーディネーター役を務めている。イキケ港BCPの策定にあたっては、2013年6月に、まず作成手法の概要に関する議論をイキケ港協議会と行った。その際にアドバイザー側から提案したのが、図-8に示すような港湾BCP作成手順である。

図-8は、筆者らが一般的な企業BCPの作成過程をなるべく忠実に港湾経営に写し替えたもので、主としてビジネス・インパクト分析（BIA）とリスク評価（RA）から構成されている。

港湾物流BCPにおけるBIAは、①業務の中で、港湾や背後圏経済の存続上不可欠なものとして災害時にあっても優先して守らなければならない「重要業務」の特定、②停止した重要業務の再開を図る上でいつまでにどの程度のサービス水準を回復すれば顧客を維持できるのか（目標機能回復時間及び目標機能回復水準）の決定、③重要業務を再開する上で必要な段取りと経営資源の確認、の3点から構成される。

上記のBIAの3項目の作業内容をステップ毎のフロー図で示すと図-9のとおりとなる。

(2) 重要業務の決定と業務活動への分解

港湾の主要な業務についてスクリーニングを行い、まず港湾の重要業務を選定する。重要業務を選定するためには、その業務が停止した場合に生じる当該港湾

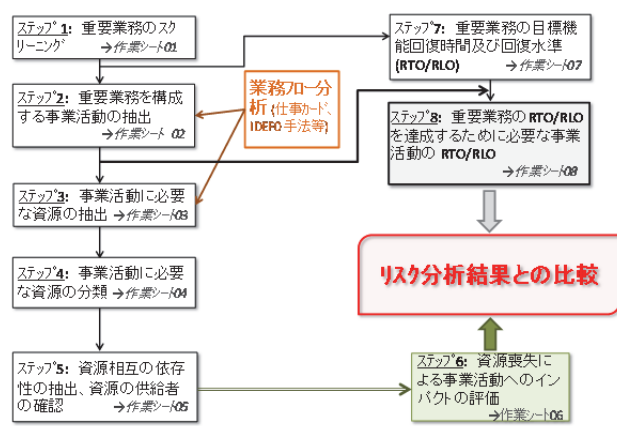


図-9 BIAの実施フロー

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する必要がある。重要業務の決定のための作業シートの事例を図-10に示す。

重要業務は将来にわたる港湾の経営の根幹に係る重要な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、必ずトップマネジメントの決定に基づいて行うことが求められる。そのため、トップマネジメントから現場の担当者までが容易に意見を出し合える共通インフラとして図-10のような透明性を有する作業シートを用意した。

なおスクリーニングの基準は、港湾物流機能を継続させていくことの意義、戦略等を十分議論したうえでそれぞれの港に合ったものを用意すべきである点に十分留意する必要がある。

(3) 重要業務の目標復旧時間と復旧水準の決定

BIAで決定する最も重要なパラメーターは、最大機能停止時間（Maximum Tolerable Period of Downtime: MTPD）から算定される目標機能復旧時間（Recovery Time Objective: RTO）である。RTOは、サービスを再開するために顧客の我慢の範囲内でどの程度の時間を復旧に

スクリーニングの基準		対象業務の評価			
視点	重要業務の中断のインパクト	コンテナ・ターミナル運営	バルク・ターミナル運営	旅客ターミナル運営	港湾道路の運営
将来の発展性	①港湾貨物、旅客、航路開設等の港勢拡大に悪影響。 ②企業立地等の将来的な港湾地帯の発展に悪影響。	A	A	B	B
港湾の競争力	近隣港湾や陸上交通との競争力を喪失。	A	B	C	-
市場シェア	荷主企業が国内外で市場競争に敗退、業務縮小。	A	B	C	-
収益性	貨物取扱、土地開発等の収益減少。	B	B	C	B
損失/賠償	港湾サービス停止を原因とする訴訟、損害賠償等	A	B	C	B
顧客の信頼性	港湾ユーザー、立地企業の信頼性の喪失。	A	A	C	C
総得点		11	7	1	3
重要業務としての特定/非特定		特定	非特定	非特定	非特定

影響度: A=高い(2点) B=普通(1点) C=低い(0点)

図-10 中核業務スクリーニングのための作業シートの例

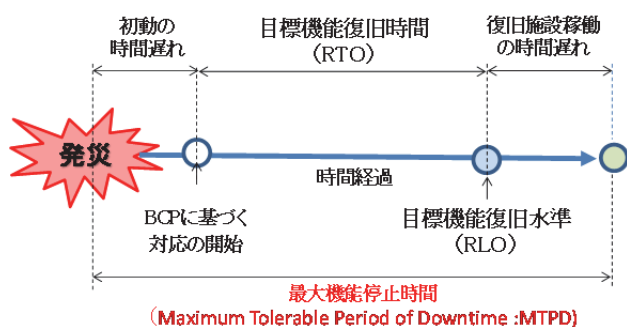


図-11 目標機能復旧時間の求め方

費やすことができるかと言う目安となる。RTOは、図-11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、これには常に困難が伴う。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ますか？」といった問いかけを行っても、正確な回答は期待しづらい。顧客側からすれば、港湾機能の復旧は早いにこしたことはなく、またその時々輸送の緊急性にも依存する。真摯な回答者は「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、港湾の運営者側にとっては、被災した港湾機能の復旧を考えるうえでMTPDやRTOは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

[目標機能回復時間/回復水準]				[影響指標]				[リードタイム(日)]	
区分	信頼維持	抜港回避	荷主確保	評価点	小(L)	中(M)	大(H)	BCP発動	施設供用準備
RTO(日)	28.5	88.5	178.5	影響の内容	影響は無し/限定的	影響は回復可能な範囲内	影響大、長期化、回復困難	0.5	1.0
RLO(%)	50%	75%	100%						
機能停止の影響	~1週間	~2週間	~1ヵ月	~2ヵ月	~3ヵ月	~6ヵ月	~9ヵ月	MTPD(日)	RTO(日)
寄港の休・停止	L	L	L	M	M	H	H	90	88.5
荷主の他港移転	L	L	L	M	M	M	H	180	178.5
荷主の業績悪化	L	L	L	L	M	M	M	270	268.5
信頼性喪失	L	L	M	H	H	H	H	30	28.5
									50%

図-12 MTPD検討のための作業シート

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。

従って、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。また、それら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、MTPD推定のための議論の材料として筆者らがイキケ港協議会に提案した作業シートの例を図-12に示す。

作業シートは、コンテナターミナルの運営を重要業務としたもので、まず最初に、①船社の寄港の休・停止の発生、②荷主が他港に移転、③主要荷主の業績悪化による港湾利用の低下、④コンテナターミナルとしての信頼性の喪失、の4つの負のインパクト項目について、どの程度の期間コンテナターミナルが閉鎖されるとその影響が顕在化するかについて、L: 影響は無い/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段階に評価し、M評価を上限としてMTPDを決めている。例えば、船社の寄港の一時的な休止は発生するが、ターミナル機能の復旧の後に航路は回復可能(M評価)であるのは、3ヵ月以内であることから、船社の寄港の休・停止を生じないためのMTPDは90日と推定される。ここから、BCP発動の時間遅れ(0.5日)と復旧が成った施設の供用再開の時間遅れ(1日)を差し引いて、船社の寄港の休・停止を生じないためのターミナル機能復旧のRTOは88.5日と算定された。

一方で、4項目の負のインパクト項目に対応する機能

の復旧度は、項目ごとに異なる場合が多い。例えば、急ぐ貨物を抱えている荷主や船社にとっては、港湾サービスの水準が低くても、供用再開が早い方が許容度が高い。

安倍（2007）は、阪神淡路大震災の発災後8日目に自走式クレーンでの荷役が再開され、ガントリークレーンでの荷役は62日後、本格復旧されたバース第1号が供用開始されたのは196日後であったと報告している。⁸⁾

このようなことから、図-14の作業シートでは、自走式クレーン等を駆使して荷役することによってターミナルの信頼性をつなぎとめることができる限度（MTPD）を1ヶ月とし、その機能回復水準（RLO）を50%とした。

また、船社の寄港の休・停止を生じないためのMTPDは前述のとおり3ヵ月であるが、その場合のRLOは、ガントリークレーンは使えるが入港するコンテナ船の喫水制限があったり、使用できるコンテナヤードの広さ等に制限が残る場合でもユーザーに許容されると考えて75%とした。

なお、ターミナル機能が災害前の水準に復帰（RLO=100%）するまでの期間が6ヶ月以上に及ぶと、多くの荷主が他港利用に転ずるといった事態が生じ、9ヵ月を超えると港湾利用企業の衰退が始まると想定している。

トップマネジメントから現場管理職に至る幅広い関係者が情報共有しながら、上記のような作業に参加することによって、重要業務の目標復旧時間と復旧水準を適切に決定することが可能となるものと考えられる。

(4) 重要業務再開のための段取りと経営資源

重要業務の遂行は、人、モノ、金、情報といった様々な経営資源に支えられており、一旦災害が発生するとそれらの資源の一部が確保できなくなる。また、港湾物流機能の復旧にも様々な資源の確保が必要となる。港湾の入出港に係る規則の順守や届け出などの手続きの枠組みも一種の資源と考えられる。

このようなことから、BIAでは、重要業務を遂行するための段取りの明確化と資源の洗い出し、その相互依存性の確認等を行う。

図-13に示した業務フロー分析の手法は、重要業務を構成する個々の業務活動の流れの理解とそれぞれを実行するうえで必要な資源の抽出に有効である。図-13は、筆者らが行った大阪港夢洲コンテナターミナルのコンテナ船入出港と荷役の業務フロー分析の事例である。

ここでは小松ら（2013）の事例⁹⁾を参考に、港湾の業務活動用に単純化した仕事カードとIDEF0手法を用いた業務フローの記述を試みた。IDEF0手法は、米国オクラ

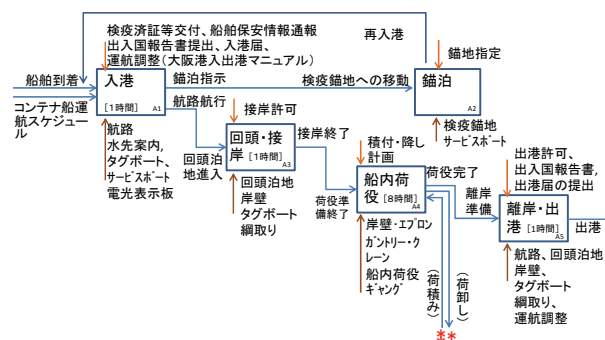


図-13 コンテナターミナルの業務フロー分析

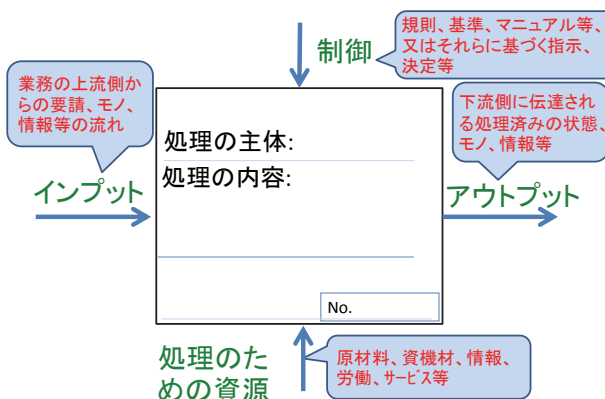


図-14 港湾業務用に簡素化された仕事カード

ホマ州空軍基地の研究チームによって開発されたもので、業務プロセスの記述・モデル化手法の一つとして複雑な業務を個別の要素に分解し相互の連担性や流れを明確化することができる。

ここで用いた仕事カードは、図-14に示すとおり港湾業務の一過程を適切に表現できるよう筆者らが修正したもので、カード内には処理の内容を記入するとともに、カードの左に業務の上流側からの入力事項を、右には下流側への出力事項を、上には処理のための判断、指示、決定事項を、下には処理のため必要となる資源を記入する様式となっている。

例えば、仕事カードA3のコンテナ船の回頭・接岸については、回頭泊地への進入を入力として左側に、また接岸終了を出力項目として右側に記した。さらに業務活動実行に際して必要な制御処理である接岸許可を上、回頭泊地、岸壁、タグボート、綱取り等の必要資源をカードの下側に記した。

このような仕事カード及びIDEF0手法を使うと、港湾の重要業務が一連の業務活動に分解され、それぞれに必要な資源や制御処理の特定が容易となる。上記の業務フロー分析を用いて、個々の業務活動がいつまでにどの水準まで回復する必要があるか（業務活動のRTO及びRLO）を分析した作業シートを図-15に示す。

図-15のワークシートでは、荷役完了を重要業務完了

業務活動の内容	重要業務のRTO(日)	業務活動のRTO			重要業務のRLO(%)	業務活動のRLO		備考
		業務活動のリードタイム(時間)	累積リードタイム(時間)	RTO(日)		サービス水準	RLO	
A1 船の入港	58.5	1.50	2.50	58	50%	航路水深・幅制限：水深14m、幅200m(暫定)、入港速度制限	50%	
A2 埠頭への接岸	58.5	1.00	1.00	58	50%	岸壁水深：-15m回頭、接岸制限なし。	100%	
A3 荷役	58.5	18.00	0.00	58	50%	ガントリークレーン2基による荷役。夜間等時間外CIQ不可。	50%	

図-15 業務活動のRTO及びRLO

の目標と考えて、重要業務のRTOから荷役完了までの業務活動の累計リードタイムを差し引いたものを、それぞれの業務活動のRTOとしている。施設復旧にかかる時間に比べて業務活動のリードタイムは2桁小さいため、得られた業務活動のRTOは重要業務のRTOにほぼ等しい。業務活動のリードタイムに比べてはるかに長い復旧時間を要する港湾ターミナル等においては、業務活動のRTOを求める意義は乏しいことがわかった。

(5) 必要資源の抽出と相互依存性

前節で述べたように、業務フロー分析を行うと個々の業務活動が必要とする制御処理と資源が明らかになる。図-13の業務フローに基づき、コンテナターミナル運営のうちのコンテナ船の入出港と貨物の積み下ろし(A1～A5の業務活動)のそれぞれについて制御と資源を作業シートに記入したものを図-16に示す。またこの作業シートでは、制御を行う機関等の名称と制御を行うために必要な資源を記入する欄が併せて設けられており、BCP作成担当者は関連する職員等と議論してこれらの欄を埋めるよう誘導される。

また図-17の作業シートでは、図-16の作業シートで抽出されたA1～A5の業務活動が必要とする資源を、外部供給、人的資源、施設・設備、情報・通信、建物・オフィスの5分類の資源に整理し直し、一番下の欄で、A1～A5全体で必要とする資源を集計している。

作業シートを使ったこのような作業は、なるべく多数の担当者が協働して行うことが望ましく、その結果、業務フロー分析では考慮されていない運営資源への気付きがあれば、適宜作業シートに追加することで必要資源の抽出をよりの確なものにすることができる。

このような作業シートを使うと、多数の担当者レベルによる単純な協働作業によって、重複を排除しつつ落ちなく重要業務の実行に必要な経営資源を抽出することが可能となる。

なお、資源の分類のあり方についてはBCM(Business Continuity Management)の実施主体の運営マネジメント形態に従ってそれぞれにふさわしいものを選ぶ必要があ

事業活動	制御	制御関係機関	業務資源	
			制御に必要な資源	事業活動に必要な資源
A1 コンテナ船の入港	検査済証等交付 出入国報告書提出 入港届、船舶保安 情報の通報 入港時運航調整	大阪検査所 大阪入国管理局 大阪海上保安監部、 大阪税関、 大阪市港湾局(海務)、 大阪港航行安全情報 センター	大阪検査所職員、 大阪入国管理局職員、 大阪海上保安監部職員、 港湾EDIシステム、SeaNACCSシステム、 大阪税関職員、 大阪市港湾局海務担当職員、 大阪入国管理局庁舎、 大阪港湾合同庁舎、 船舶代理店、電力、通信	主航路(-15～16m)、 タグボート、 水先案内人、 サービスボート、 電力、通信、燃料油
A2 錨泊	錨地指定	大阪海上保安監部	大阪海上保安監部職員、 通信	錨地、サービスボート、 電力、通信、燃料油
A3 コンテナ船 回頭・接岸	岸壁使用許可	大阪港埠頭(OPC: C10.C11)及び夢洲埠 頭株式会社(DICT: C12)	OPC及びDICT管理担当職員、 OPCオフィス庁舎、 DOCTターミナルオペレーションセンター、 電気、通信	泊地(-15～16m)、 岸壁(-15～16m)、 タグボート、 綱取作業員、 マリンハウス、 電力、通信、燃料油
A4 船内荷役	積付計画	DICT	DICTターミナルオペレーションセンター、 DICT職員、 電力、通信	岸壁(-15～16m)、 エプロン・ふ頭用地、 ガントリークレーン、 船内荷役作業員、 マリンハウス、 電力、通信、燃料油
A5 離岸・出港	出港許可、 出入国報告書提出 出港届、出港時運 航調整	大阪税関、大阪入国 管理局 大阪海上保安監部、 大阪市港湾局、大阪 港航行安全情報セン ター、	大阪検査所職員、大阪入国 管理局職員、大阪市港湾局海 務担当、大阪海上保安監部職員、 大阪税関職員、 港湾EDIシステム、 SeaNACCSシステム、 大阪入国管理局庁舎、 大阪港湾合同庁舎、 大阪港航行安全情報センター (大阪府税務庁舎ビル)、 船舶代理店、電力、通信	航路(-15～16m)、 泊地(-15～16m)、 岸壁(-15～16m)、 タグボート、 綱取作業員、 マリンハウス、 水先案内人、 サービスボート、 電力、通信、燃料油

図-16 作業シートを用いた必要資源の抽出例

事業活動	業務資源(制御資源及び事業活動資源)				
	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	検査職員、 入管職員、 大阪市港湾局 (海務)、 大阪海上保安 監部職員、 税関職員、 水先案内人	航路、タグボート、 サービスボート	港湾EDIシステム SeaNACCSシステム	海事官署合同 庁舎
A2 錨泊	電力、通信、 燃料油	港長職員	錨地、サービスボート		
A3 コンテナ船 回頭・接岸	電力、通信、 燃料油	OPC職員、 DICT職員、 綱取作業員	回頭泊地、岸壁、 タグボート		海事官署合同 庁舎 マリンハウス
A4 船内荷役	電力、通信、 燃料油	DICT職員、 船内荷役作業 員、	岸壁、エプロン、 ガントリークレーン、		ターミナルオペ レーションセンター マリンハウス
A5 離岸・出港	電力、通信、 燃料油	税関職員、 入管職員、 大阪市港湾局 海務担当、 大阪海上保安 監部職員、 水先案内人、綱 取作業員	航路、回頭泊地、 岸壁、タグボート、 サービスボート	港湾EDIシステム SeaNACCSシステム	海事官署合同 庁舎、 マリンハウス
A1～A5	①電力、 ②通信、 ③燃料油	①検査職員、 ②入管職員、 ③税関職員、 ④大阪市港湾局 海務担当、 ⑤大阪海上保安 監部職員、 ⑥水先案内人、 ⑦綱取作業員、 ⑧DICT職員、 ⑨OPC職員、 ⑩船内荷役作 業員	①航路、②錨地、 ③回頭泊地、 ④岸壁、 ⑤エプロン、 ⑥タグボート、 ⑦サービスボート、 ⑧ガントリークレーン	①港湾EDIシステム ②SeaNACCSシ ステム	①海事官署合 同庁舎、 ②ターミナルオペ レーションセンター ③マリンハウス

図-17 作業シートを用いた必要資源の分類例

るが、ここでは一般の企業BCPに倣った分類に沿った場合の作業事例を示した。

図-18の作業シートでは、上記の分類に沿って並べなおした運営資源ごとに、他の資源への依存性を抽出している。

図-18の作成においても、図-17の作業シートの最下段の欄にリストアップされた資源を順番に転記することによって資源の列を埋めるのは容易であり、制御機関の列や依存資源の列は担当者間のブレーストローミ

		資源	制御機関	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
外部供給	①	電力	電気事業者			変電施設		
	②	通信	NTT			電話回線・交換機等		
	③	燃料油	燃料油供給者			タンカー給油施設		
人的資源	①	検疫職員	検疫所	電力、通信			港湾EDIシステム	海事官署合同庁舎
	②	入管職員	入管	電力、通信			港湾EDIシステム	海事官署合同庁舎
	③	税関職員	税関	電力、通信			港湾EDIシステム、SeaNACCSシステム	海事官署合同庁舎
	④	港湾管理者職員	港湾管理者	電力、通信			港湾EDIシステム	海事官署合同庁舎
	⑤	港長職員	港長	電力、通信		巡視艇	港湾EDIシステム	海事官署合同庁舎
	⑥	水先案内人	水先案内人会	電力、通信		サービス・ボート		水先案内人事務所
	⑦	網取作業員	網取作業会社	通信				マリンハウス
	⑧	ターミナルオペレーター職員	ターミナルオペレーター	電力、通信		オペレーションシステム関連OA機器		ターミナルオペレーションセンター
	⑨	船内荷役キヤング	港運事業者	通信				マリンハウス
	⑩	検数人	検数事業者	電力、通信				マリンハウス
施設及び設備	①	航路	港湾管理者		港湾管理者職員			
	②	錨地	港長		港長職員、			
	③	回頭泊地	港湾管理者		港湾管理者職員			
	④	岸壁	ターミナルオペレーター		ターミナルオペレーター職員			
	⑤	エプロン・ふ頭用地	ターミナルオペレーター		ターミナルオペレーター職員			
	⑥	ガントリークレーン	ターミナルオペレーター	電力、通信	ターミナルオペレーター職員			
	⑨	タグボート	タグ事業者	燃料油、通信	タグ事業者職員、タグクルー		ボートラジオ	
	⑩	サービスボート	サービスボート運航事業者	燃料油、通信	サービスボート運航事業者職員、サービスボート・クルー		ボートラジオ	
	①	港湾EDIシステム	国	電力、通信	国土交通省職員	港湾EDI関連OA機器		
	②	SeaNACCSシステム	税関	電力、通信	税関職員	SeaNACCS関連OA機器		海事官署合同庁舎
建物等	①	海事官署合同庁舎	国	電力、通信	合庁管理職員			
	②	ターミナルオペレーションセンター	ターミナルオペレーター	電力、通信	ターミナルオペレーター職員			
	③	マリンハウス	ターミナルオペレーター/港運	電力、通信	港運(船内)職員			

図-18 運営資源の他資源への依存性の抽出作業シート

	依存資源	外部供給 (OS)			人的資源 (HR)										インフラ (IS)							情報通信 (ICT)		建物・オフィス (RE)			
		電力	通信	燃料油	検疫職員	入管職員	税関職員	港湾管理者職員	港長職員	水先案内人	綱取作業員	ターミナルオペレーター職員	船内荷役キヤング	検数人	航路	錨地	回頭泊地	岸壁	エプロン・ふ頭用地	ガントリークレーン	タグボート	サービスボート	港湾EDIシステム	SeaNA CCSシステム	海事官署合同庁舎	オペレーションセンタービル	マリンハウス
	業務活動																										
A1	コンテナ船入港	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1							1	1	1	1	1		
A2	錨泊	1	1	1					1						1							1					
A3	回頭・接岸	1	1	1				1			1					1	1				1				1		1
A4	船内荷役	1	1	1								1	1	1				1	1	1						1	1
A5	離岸・出港					1	1	1	1	1				1		1	1				1	1	1		1		1
	必要資源																										
OS	電力	1																									
OS	通信		1																								
OS	燃料油			1																							
HR	検疫職員	1	1		1																		1		1		
HR	入管職員	1	1			1																	1		1		
HR	税関職員	1	1				1																1		1		
HR	港湾管理者職員	1	1					1															1		1		
HR	港長職員	1	1						1														1		1		
HR	水先案内人	1	1							1												1					
HR	綱取作業員	1	1								1																
HR	オペレーター職員	1	1									1															
HR	船内荷役キヤング		1										1														1
HR	検数人	1	1											1													1
IS	航路							1							1												
IS	錨地								1							1											
IS	回頭泊地							1									1										
IS	岸壁											1						1									
IS	エプロン・ふ頭用地											1							1								
IS	ガントリークレーン	1	1									1								1							
IS	タグボート		1	1																	1						
IS	サービスボート		1	1																		1					
IS	港湾EDIシステム	1	1																				1				
ICT	SeaNACCS	1	1				1																	1			
RE	海事官署合同庁舎	1	1																						1		
RE	オペレーションセンター	1	1									1														1	
RE	マリンハウス	1	1																								1

図-19 業務活動及び運営資源の資源依存性マトリックスの例

ングで埋めてゆけばよく、作業自体は単純で、透明性を有することから、ブレンストーミングに参加しなかった者が後日トレースすることも容易である。

図-19においては、図-18の作業シートをマトリックスの形式に書き換えたものであり、これも容易に作成できるが、このマトリックスからは、A1からA5までの業務活動が依存する資源が一目瞭然であるとともに、それらの資源が他のどの資源に依存するかについてもトレースすることが可能となる。従って、図-8で示した港湾物流BCP作成手順の示されたもう一つの要素であるリスク評価（Risk Assessment: RA）によって発見された脆弱な資源について、その資源が欠けることの重要業務への負のインパクトを容易に明らかにすることができる他、運営資源の他の資源への依存性に起因する重要業務復旧の隘路を知ることができる。

4. まとめ

本論文では、まず、民間企業が作成するBCPの要点やBCPに係る近年の議論を総括するとともに、港湾等の公共性の高い物流インフラにおけるBCPの意義について述べた。そこからは、港湾はその立地特性上、地震津波の被害リスクを未然に回避することは困難であることから、災害に遭ったのちも可及的速やかに物流機能を回復するレジリエンシーの高いインフラである必要がありそこに港湾物流BCPの意義があること、一方で阪神淡路大震災の教訓からも明らかなように、公共性の高い港湾物流といえども市場の要請に的確に対応することなしにはその機能の継続性を維持することができないこと、そのためには、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。

一方で、昨今の港湾に係るBCP作成の現状をレビューすると、港湾が公共性の高いインフラであることもあって、大半の港湾BCPが一刻も早い港湾施設の復旧と物流サービスの再開を視野に入れた、いわばサプライサイドの機能継続性確保のための計画となっていることが明らかとなった。

第3章では、筆者らがSATREPSチリプロジェクトの一環として、チリ国バルパライソ大学と共同で研究中のBIAを活用してBCP作成の手法について述べた。そして、日本における現下の港湾BCP作成に欠けている顧客重視の視点を積極的に取り入れることの意義とその具体的手順について述べた。

これらの議論を通じて、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も、今後の我が国港湾におけるBCP策定にBIA等の手法を駆使した更なる高度化が不可欠であると結論付けられる。

また、上記の港湾物流を対象としたBIAは、日本のこれまで検討されて来なかったものであり、チリ国港湾のみならず日本の港湾においても実務者による的確で効率的、効果的な実施の手順が更に検討される必要があるが、昨今の国際競争力強化が課題となっている我が国港湾の平時における運営技術の一端としても大きな力を発揮する可能性があると感じている。すなわち災害への備えにとどまらず、BIAの顧客重視の視点が日本の港湾の国際競争力強化に貢献するものと考えている。

なお、図-8で示したように、港湾物流BCP作成のプロセスは、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。港湾物流BCP作成のための効率的で効果的なリスク評価の手法についても更なる検討を今後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、近畿地方整備局その他の国土交通省の各部局から多大な情報を頂いた。またSATREPSチリプロジェクトのチリ国バルパライソ大学カセリ、レイジェス両先生、チリ国公共事業省港湾局のグランドン係長との議論が大きな助けになった。加えて、本研究の発端となったチリ国における港湾物流BCPの共同研究はSATREPSチリプロジェクトの一環として行われており、JSTとJICAの支援によって実施されている。また、本研究の一部にはJSPS科研費（25289165）の助成を受けた。これらの本研究に対する支援に心より感謝の意を表明します。

参考文献

- 1) 波となぎさ, No. 191, pp.52-53, 港湾海岸防災協議会, 2013年11月
- 2) 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年6月
- 3) 四国の港湾における地震・津波対策に関する基本方針, 四国の港湾における地震・津波対策検討会議資料, 2013年3月
- 4) 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年3月
- 5) 四国におけるフェリーを活用した災害に強い輸送システムの構築に向けてー災害時のフェリー活用の有効性と取り組むべき準備・課題について提言!ー, 四国運輸局,

2014年3月

- 6) 大規模災害時における港湾活動の維持・早期復旧に向けた大阪湾 BCP (案), 大阪湾港湾機能継続計画推進協議会, 2014年3月
- 7) 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年6月
- 8) 安倍智久: 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, 平成19年7月

- 9) 小松他, 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, pp183-205, 2013年8月

(2014年4月21日受付)