

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

神田 正美¹・小野 憲司²・石原 正豊³

¹非会員 客員教授 城西国際大学教授 経営情報学部 (〒283-8555 千葉県東金市求名1番地)

E-mail:mkanda@jiu.ac.jp

²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

³非会員 国土交通省近畿地方整備局 (〒650-0024 神戸市中央区海岸通29)

E-mail:ishihara-m2w2@pa.kkr.mlit.go.jp

東日本大震災以降、日本のモノづくり産業を支えるサプライチェーンの構造特性に変化が生じ始めている。特に震災によるサプライチェーンの寸断によって製造ラインの操業に支障をきたした企業を中心として、海外への事業所移転や部品や素材の調達先の分散化、サプライチェーンの可視化等の対策が進められており、港湾等の物流インフラの今後の整備や機能継続のための事前準備の在り方にも影響していくものと考えられる。本稿においては、日本の電子部品産業や自動車産業に対する震災インパクトの最新の統計等データに基づく評価や、アンケート調査による企業SCM見直しの同行分析を踏まえ、南海トラフ巨大地震や直下型地震等の巨大災害リスクをかかえる大阪湾岸地域を事例として、物流インフラにおける災害対応の在り方と課題について考察する。

Key Words : *structural change, great earthquake, risk governance, supply chain, port management*

1. 日本の企業サプライチェーンの特性

(1) 世界経済の構造変化と日本のモノづくり産業

日本のモノづくり産業は、高い技術力を生かした生産性の伸びにより戦後継続して成長をとげ、日本経済を支えてきた。

しかし、2001年のWTO加盟以降、世界の工場と化した中国が製造する安価な中国製品が世界を席卷するようになった。日本も例外ではなく、対抗上これまでのグループ系列企業中心のサプライチェーンからコスト重視の系列を超えたサプライチェーン構造へと変化させてきた。国内市場が停滞から縮小へと向かう中で、日本企業のサプライチェーンは、成長が期待される新興国市場の需要を呼び込むPull型（需要対応型）へと変化してきた。

諸外国と比べ日本での事業環境（円高、法人税、自由貿易協定、労働規制、環境規制等）が不利と判断した企業は、市場に近い海外への進出を進め、新興国の安価な製品との競争に打ち勝つために、品質とコスト両面を追求した差別化を求めて、国内同様、ジャストインタイム

を取り入れたグローバル・ロジスティクス戦略を導入し浸透させようとしている。

この間、京都議定書が契機となって環境と資源の制約が強化されると、原材料及び燃料等のコストアップが生じた。川上インフレ・川下デフレ状態の中で製造業は価格転嫁ができず、止めどのないコスト競争と改善・改革を強いられる。

国内ばかりか国境を超えて徹底した物流上のムダ排除を目指すジャストインタイムは、生産及び物流での在庫を極限まで削減しており、安全在庫が非常に少ない。日本の国際競争力の源泉であったこのグローバルサプライチェーンの弱みは、2011年3月11日の東日本大震災により露呈するところとなった。

このように世界経済の変化や省資源・環境対策、大災害等が契機となり、日本のモノづくり産業は構造変化を強いられているが、一方で新たな経営環境に順応しているともいえる。企業体である日本の産業界は、衰退を避け発展を目指し、「日本対応」から「世界対応」へと視点を変え新たな成長プロセスを求め始めた。今ではもう

「まず日本ありき」ではなく、グローバル化を進める相手国毎に、直面する課題（改善・改革等効率性追求の限界、日本技術伝承の限界、人材教育と意思疎通の難しさ、民族・宗教の違い、文化商習慣の違い、情報一元管理の難しさ等）と向き合っている。

外資企業では一般に30～50年といわれる企業寿命が、日本企業では50年どころか100年以上という例が多い。経営幹部から従業員に至るまで創業者の経営理念・哲学を共有し、いつの時代にも脈々と伝えられる社風が発展の礎となっている日本企業にとっては、海外浸透は必ずしも容易ではない。しかしながらグローバル化に正面から向き合い、日本流を押しつけることなく現地人材教育・幹部育成の徹底を最優先課題として取り上げ、日本の本社への幹部登用も盛んとなるなど、生産・物流の構造変化にも対応できる体制が出来つつあると言える。

(2) 日本の生産・サプライチェーンの特徴

東日本大震災は、世界の至るところでサプライチェーンに混乱をきたし、世界経済に大きな影響をもたらした。日本のモノづくり産業全体が海外に移転するのではとの懸念の声も聞かれる。事実、図-1に示すようにグローバル化の進展と共に国内市場から海外市場へとターゲットが移りつつあり、これに呼応してサプライチェーンの構造にも変化が見られる。

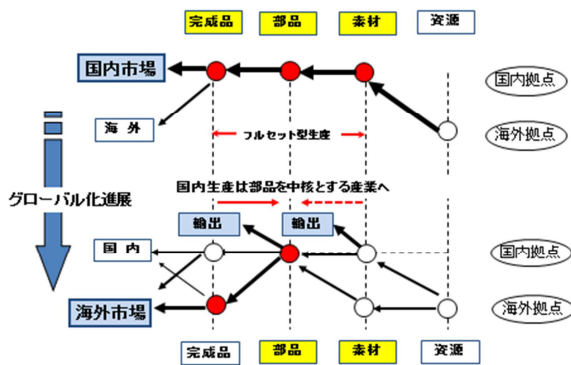


図-1 グローバル化に伴う生産チェーンの変化

国内市場がターゲットだった時代は、素材、部品、完成品の各産業が国内においてサプライチェーンを組みフルセット型の生産を行ってきた。その後、国内市場が飽和し徐々に縮小し海外市場が新たなターゲットになると、完成品の組み立て企業は、製造コスト競争に打ち勝つためにより市場に近い海外へと移り、国内にとどまる企業は海外向け輸出の補助的役割を果たす、或いは、新たな製品開発や高性能の新製品製造に注力するようになった。

また、高度な技術を要する素材産業は国内に留まっているが、汎用的な素材はコスト面から海外へと移転、或

いは、移転を計画し始めている。残った部品産業は、日本各地に留まり質の高い人材と高い技術力を背景とする輸出産業と化し、半導体、液晶パネル、リチウムイオン電池等に代表されるように高い世界シェアを持ち、サプライチェーンの中核を担う重要部品を供給している。

このように国内でのフルセット型産業構造から脱却し、今日では国内の素材、部品、組立工場がいずれも国内にとどまることなく新興国の市場にも目を向けて市場に近い海外拠点展開を志向し始め、部品を中核とするネットワーク型産業へと構造を変化させている。

しかし、高度な技術力と高い世界シェアを持つ日本の部品企業といえども、企業毎の特注品が主体で量産が効かず、かつ常にコスト削減を強いられるために採算性が厳しく、大きな投資が必要な海外進出の余裕が余りないのが現実である。

高性能製品・部品でも時代が経てば汎用製品・部品に変わる。汎用品は市場に近い拠点でコスト競争せざるを得ない。今後国内では、次世代を担う新商品の開発と販売、及びマーケティングを兼ねた初期段階の輸出を行う商品・部品のマザー工場として、また海外の需要変動に合わせた補充型輸出を担うことになる。

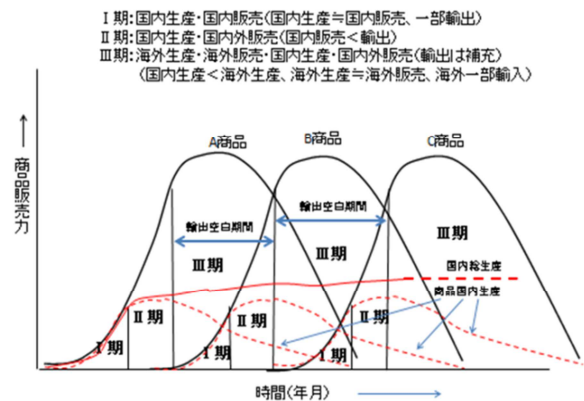


図-2 国内生産チェーンの生産・販売

図-2に示す通り国内にとどまるサプライチェーンは、拠点を海外に展開しても国内での衰退はない。商品開発後の初期にあたるI期は、国内生産がそのまま国内販売につながり伸びていくが、成長期のII期には国内販売が成熟期に入り販売ウエートを順次輸出にシフトしていく。III期には海外市場が広範囲に広がり海外生産拠点が中心となって生産と販売を伸ばし国内生産は減少していく。しかし、次の商品が開発され市場に投入されるとI～III期と同じサイクルが繰り返される。従って、次の商品の投入・販売のタイミングが遅れると輸出衰退期間が伸びて国内生産までが落ちるが、当該商品の本格的な海外生産に移る時期までに次の商品が国内市場に出回ることが

できれば国内生産はトータルで落ち込むことはない。

即ち、日本の生産チェーンは高い技術と商品開発力を生かした開発・生産・販売につながるバリューチェーンとして、世界の市場を視野に入れて国内拠点と海外拠点の使い分けをしながら成長を続けていく時代に突入した。

これは第3章に示すアンケート調査結果においても裏付けられる。第3章では東日本大震災後約2年間のサプライチェーンの構造変化について詳述するが、震災後も海外移転が加速する等の大きな変化に至らないのは上記の様な日本の生産チェーンの特徴によるものと推測できる。

しかし、震災によるサプライチェーンへの影響が日本に留まらず、世界の主要国のサプライチェーンにまで影響を及ぼしたことは事実である。グローバル化が進展し、平常時の物流効率化がまた一段と追求されていく中で、国境を越えた生産リスク、物流リスク、販売リスク等を如何に最小限化していくかが問われ始めている。

海外拠点での生産リスクや海外市場の販売リスクは現地人材教育、幹部育成により準国内化することが可能であることから、国際物流リスクが今後の最大課題となる。

2. 東日本大震災による日本の電子部品産業や自動車産業へのインパクト

本章では、東日本大震災による生産設備等の被害や災害後のサプライチェーンの寸断・混乱が、東北・北関東地域に集積した電子部品産業や自動車産業に与えたインパクトについて、経済産業省の生産動態調査等の統計データに基づいて分析を行う。

(1) 東日本の産業構造

図-3は東日本大震災による被害を受けた地域の産業集積の地理的分布を模式的に表したものである。

東北地域から北関東に至る太平洋岸の臨海部においては、古くは明治時代からの地場資源を生かした工業開発、また戦後は新産業都市・工業特別地域としての拠点開発の対象となるなど、重化学工業の立地が進んだ。重厚大型からの軽薄短小型への産業構造転換後もこの地域は、過去に培った技術を生かして高品質・高純度の工業材料等を供給し、これらを受けて東北自動車道路沿いの内陸部に集積した電子・電気部品、集積回路、自動車関連部品産業が域内外の自動車組立産業や産業機械、電子機器製造業に部分品の供給を行う産業構造を形成している。

これらの地域のうち、地震の影響を受けた地域（以下「地震被災地域」と言う）には約74万社の、また津波の影響を受けた地域（以下「津波被災地域」という）には約8万社の企業、事業所が立地している。^(注1)

¹ 「津波被災地域」は、災害救助法を適用した市町村の

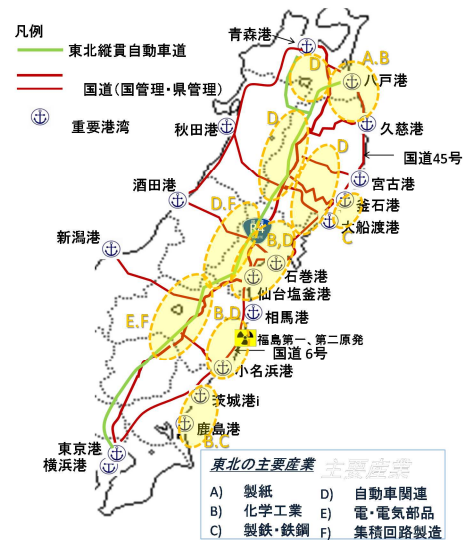


図-3 東北・北関東地方の主要産業の特色

また、この地域における生産活動の特色を表-1に示す。

表-1 被災地域における工業出荷額上位5品目

順位	品目名	出荷額(百億円)		構成比 (%)
		被災地域	全国	
1	自動車部分品・付属品	67	2,654	2.5%
2	その他の電子部品・デバイス・電子回路	33	405	8.1%
3	集積回路	31	431	7.2%
4	洋紙・機械すき紙	30	208	14.4%
5	自動車(二輪自動車を含む)	27	969	2.8%
全品目		1,165	30,525	3.8%

出典：2011年版 中小企業白書、中小企業庁、平成23年7月1日

表-1は、平成20年工業統計表に基づき、上記の地震被災地域の企業、事業所から出荷された品目について、金額が高い上位5品目を示したものである。自動車部分品・付属品、その他の電子部品・デバイス・電子回路、集積回路の出荷額が大きく、半導体や電子部品、デジタル家電などの工場の集積地でもある東北・北関東の産業の特徴をよく表している。¹⁾

特に東北地域では、1990年代初頭にトヨタ自動車在国内における第三の自動車生産拠点として東北を位置付けて以来、自動車組み立て工場や部品・素材工場、半導体企業等から成る産業クラスターが形成された。その結果、図-4に示すように、青森、秋田、岩手、宮城、山形、福島県の東北6県に約1,000の自動車関連企業、事業所が立地し、機械、プレス加工や電子部品・デバイスの実装・組立、樹脂成型・ゴム製品加工、自動機・装置、金型等の分野で事業活動を展開している。²⁾

うち、国土地理院が4月18日に公表した「津波による浸水範囲の面積(概略値)について(第5報)」において津波の浸水を受けたとされる青森県、岩手県、宮城県、福島県の39市町村。また、「地震被災地域」は、災害救助法を適用した市町村のうち、「津波被災地域」を除いた市町村及び仙台市青葉区、仙台市泉区。

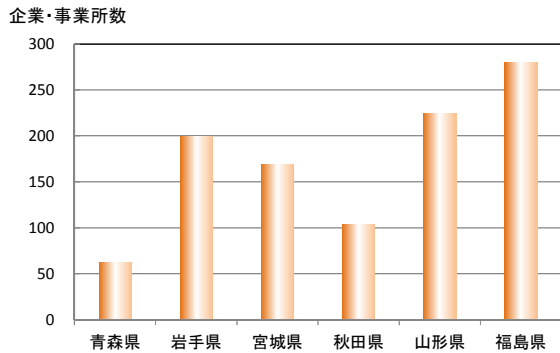


図-4 東北各県の自動車関連事業所件数

また、図-5に各県における自動車関連産業事業所数の分布上の特色を示す。

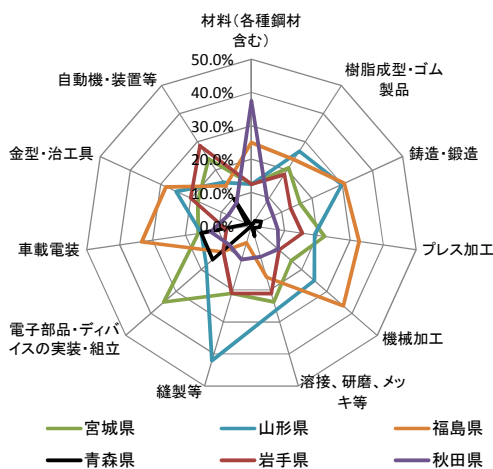


図-5 各県における自動車関連産業の分野別特色

例えば、機械、プレス加工や車載電装部品の供給事業者は福島県に多く、電子部品・デバイス類は宮城県、鋳造・鍛造や樹脂成型・ゴム製品、縫製は山形県といった風に地域によって製造分野に特色を有する。

全国の製造品出荷額において東北は電子部品関連で約13%、情報通信機器関連で約15%のシェアを占め、半導体の生産について言えば、東北・北関東の国内シェア（金額ベース）は約2割と、九州（約4割）に次ぐ規模を誇る。

(2) 東日本大震災による生産への影響

上記のように東北・北関東地域は日本のものづくり拠点として発展してきたが、この地域が供給する自動車関連素材や部品、半導体等の電子部品、光学機器向け部品等の供給は東日本大震災によって停止した。このため、日本国内のみならず海外においても日系企業を中心として加工組立型産業の製造ラインが止まった。例えば、大手カメラメーカー（キャノン）のデジタルカメラ国内生産拠点である九州大分工場及び長崎工場は、東北地方からのコンデンサー等の電子部品の供給が滞ったため、3月中は操業を停止した。また、トヨタの北米工場等の海

外生産拠点は、部品供給量が大幅に減少したため、4月後半頃から生産ラインを維持できず、操業は5月末まで平常時の20%程度の水準まで低下したと報告されている。³⁾ そこで本節では、東北・北関東地域の自動車・電子部品産業が受けた東日本大震災の影響に着目し、そのサプライチェーン上の結びつきを分析する。

図-6及び図-7は、平成23年の地震被災地域及びそれ以外地域における電子部品・デバイスの生産高及び輸送機械産業の生産高について鉱工業生産指数（IIP）の対前年同月比を示したものである。地震被災地域において電子部品・デバイスの生産は、3月に対前年同月比で55%まで落ち込み、4月には63%とやや回復、その後は80%台で推移したが年末には70%台に低下した。一方、地震被災地域以外の地域の出荷額は、3月は前年同月と変わらなかったが、4月には86%まで回復し、以降90%台で推移した。

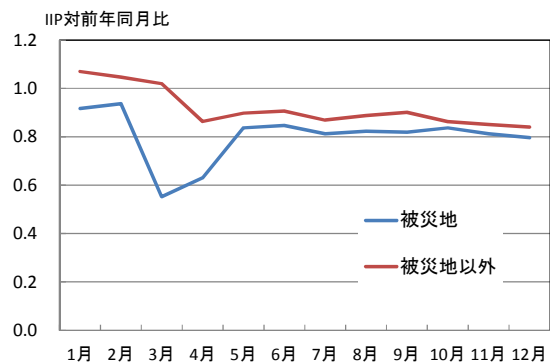


図-6 電子部品・デバイスの鉱工業生産指数の推移

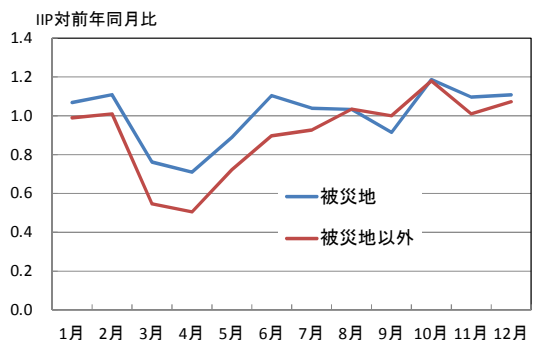


図-7 輸送用機械の鉱工業生産指数の推移

地震被災地域の輸送用機械の生産は、3月に対前年同月比で76%、4月には71%まで落ち込んだが、地震被災地域以外の地域ではこれを上回る落ち込み（3月：55%、4月：51%）が見られた。震災によって地震被災地域を含む広範囲の地域において自動車関連の事業所が一時生産を停止し、その後、被災した事業所からの自動車関連部品や電子部品の供給が停止したため、東北・北関東地域からの供給に依存していた地震被災地域外の自動車産

業により大きな被害が連鎖的に発生したことが分かる。

図-8に、津波被災地域における電子部品・デバイスの生産高の推移を示す。茨城県の常陸那珂港臨海部等の津波被害にあった地域においても電子部品・デバイスの生産が行われている。内陸部からのシリコンウエーハの供給が一時的に途絶えたこともあり、これらの津波被災地域における電子部品・デバイスの生産は4月、5月とほぼゼロになり、6月に対前年同月比30%まで回復、7月以降はほぼ平常時の生産能力に復帰した。この地域にはルネサスエレクトロニクス社の常陸那珂工場等の集積回路生産の主力工場があったため、全国的な品不足に対応し、これら事業所は8月以降はフル操業状態となり、年末には対前年度比200%の高水準の生産高が記録された。

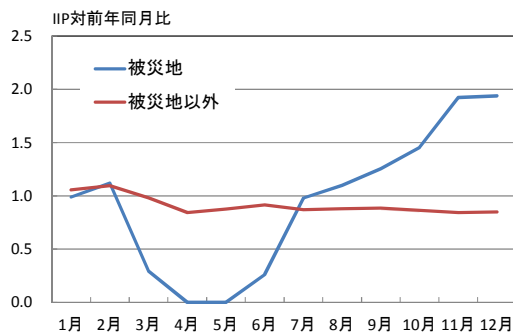


図-8 津波被災地域の電子部品・デバイス生産

これらの事業所の操業停止は、事業所自体の建物・設備被害にも起因するほか、他のサプライヤーの被災や交通遮断等によって生産に必要な素材・部分品類の調達が困難となったことにもよる。

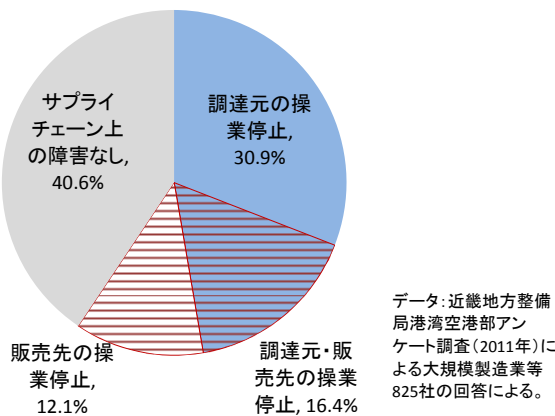


図-9 サプライチェーン寸断の影響

平成23年度に国土交通省近畿地方整備局が行ったアンケート調査によると、図-9に示すように、東日本大震災後に調達先の被災によって生産の支障が出たと答えた事業所は全体の30.9%、販売先の操業停止によって生産に支障が出たと答えた事業所は12.1%、両方影響があったと答えた事業所は16.4%あり、サプライチェーンの寸断

による影響は被災企業全体の約60%に達している。⁴⁾

(3) 国内生産への波及

ここまでで述べたような東日本大震災による東北・北関東地域からの部分品供給の停止は、我が国のモノ造り産業全体に大きな影響を与えた。本節では、日本の製造業の基幹的な生産部門である自動車工業に焦点を当て、その影響をみる。

図-10に震災後の我が国の自動車生産台数の推移を示す。生産台数のデータは、日本自動車工業会のホームページの公表資料による。全メーカーの合計生産台数及びトヨタ、日産、ホンダの月別生産台数を平成22年の平均月間生産台数を100とする指標で表したものを図に示す。

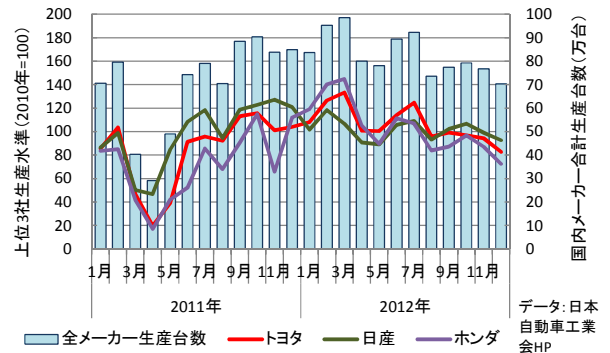
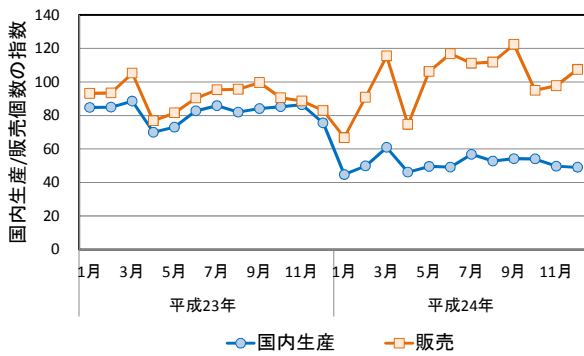


図-10 国内における自動車生産の推移

東日本大震災によってトヨタ、ホンダ、日産の東北・北関東にある生産ラインに被害が生じ、震災被害地域以外の生産拠点についても部品等供給のためのサプライチェーンが寸断されたことから操業停止が余儀なくされた。図-10に示す通り、上記3社の生産水準は3月～6月にかけて著しく低下した。特に4月にはホンダが前年の17%の水準、トヨタは20%の水準にまで生産が激減した。これらの結果、国内メーカーによる自動車生産台数も前年の約三分の一の水準である月産29万台（2010年の平均月産台数は80万台）まで落ち込んだ。例えば東北地方におけるトヨタ自動車の生産能力は国内生産能力の1割程度でしかないことを勘案すると、地震の揺れ等による直接的な設備被害よりもサプライチェーンの寸断による生産停止の影響の方がはるかに大きいことが伺い知れる。

サプライチェーンに起因する上記のような被害の一旦は、今や自動車生産には欠かせない部分品となった半導体集積回路(マイクロコンピュータ：以下「マイコン」と言う)の調達が困難になったためであると言われる。⁵⁾

また、震災後の我が国のモス型半導体集積回路(マイコン)の国内生産及び販売個数の推移を図-11に示す。自動車生産水準と同様に、平成22年の月平均を100とする指数を用いて表示した。



データ: 経済産業省生産動態統計

図-11 マイコンの国内生産/販売個数の推移
(平成22年月平均=100)

マイコンは自動車エンジンの制御や搭載されるカーナビゲーションのCPUとしてICメーカーから自動車用部品事業所に提供される。平成22年度の我が国のマイコン生産量は25億7,400万個、販売量は28億4,000万個であった。

東日本大震災の影響で平成23年3月の生産量および販売量は2月と比べてそれぞれ4%及び12%跳ね上がったが、シリコンウェーハ等の原材料供給不足から4月～5月は15%～20%減となったものの、図-10の自動車生産水準の低下と比べるとその落ち込みは軽微である。

しかしながらこのようなマイコン供給の減少の度合いに比して、自動車用部品生産にはさらに大きな影響が見られる。図-12及び図-13に、経済産業省生産動態調査に基づき、主要な自動車パーツと搭載機器（カー・アクセサリ）の生産水準の推移を示す。ここでも生産高の推移は平成22年月平均生産額を100とする指数表示で示してある。

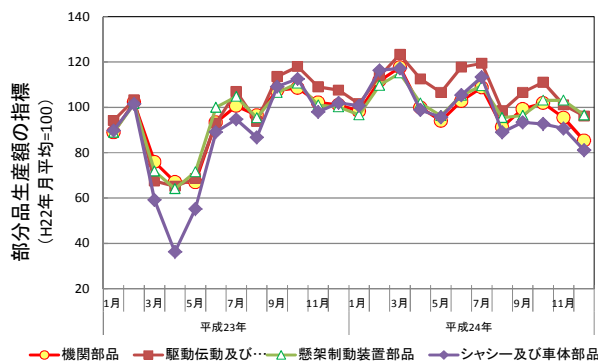


図-12 主要な自動車パーツの生産推移

生産動態統計では、自動車パーツ類を機関部品（エンジン）、シャシー及び車体部品、駆動伝動及び操縦装置部品、懸架制動装置部品の4区分し生産量及び額を示しているが、最も大きな震災インパクトはシャシー及び車体部品に見られ、4月には約三分の一の水準（36）にまで生産が低下したことが分かる。

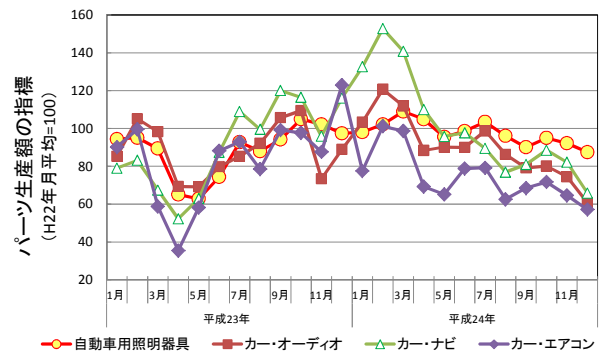


図-13 カー・アクセサリの生産推移

自動車の機関部品（エンジン）の制御に用いられるマイコンが不足したため、機関部品の生産にも3月から5月にかけて25%～33%の生産低下が見られるが、これもマイコン全体の供給水準の低下よりもはるかに少ない。

一般に、自動車メーカーは自社製品の差別化を図るために、エンジンの性能等に独自の工夫を凝らすと言われるが、そのためのカギとなる部分品がマイコンであると言われる。従って、同一のマイコン製造事業者が供給するマイコンの仕様であっても、納入先である自動車メーカーの注文に合わせてハード、ソフトの両面で異なるため、代替性が極めて小さくなる。このことが原因となってマイコンの供給と需要のミスマッチをおこした。

一般的に、製品間の代替性が低い財がA社からB社に供給される場合、B社の生産水準の低下と財の供給の減少は、A社におけるより大きな生産水準の低下を招く。

図-13に示したカー・オーディオやエアコン、カー・ナビ等のカー・アクセサリ類の中では、カー・エアコンの生産の落ち込みが特に大きく、4月を中心に生産水準は65ポイント低下し、また、カー・ナビについても48ポイントの生産減少が発生している。これらのカー・アクセサリの生産にもマイコン等の半導体が多数使用されているが、自動車用パーツ同様、カー・アクセサリの生産においても、マイコンの生産低下をはるかに凌駕する生産水準の低下が発生している。また、自動車用照明器具及びカー・オーディオにおいても31～35ポイントの生産水準の低下が生じているが、落ち込みの底が5月にも継続しており、生産低下の時期に若干のずれが見られる。

このような自動車用パーツやカー・アクセサリに対する震災のインパクトと国内における自動車生産の相関関係を図-14～図-17に比較する。

図中、自動車用パーツ及びカー・アクセサリを説明変数として小型自動車生産台数との直線回帰式を点線で記述した。また、生産の落ち込みがあった平成23年3月～5月の点を図示し、生産の低下と回復の経路が分かるようにした。このような部分品と製品の毎月の生産高の変化の経路をここでは「需給パス」と呼ぶことにする。

一般的に、

- ① 製造過程に大きな変化がない短期間では、部分品と製品の投入と産出の比率は一定で、部分品生産高と製品生産高の需給パスは正の勾配を持つ直線（以下「投入産出線」と呼ぶこととする）上にある、
- ② 製品生産量が減少すると、部分品の生産は供給輸送に要する時間分遅れて減少する（以下「サプライチェーン（SC）リードタイム」と呼ぶこととする）ため、需給パスは一般的に投入産出線の下側を通る、

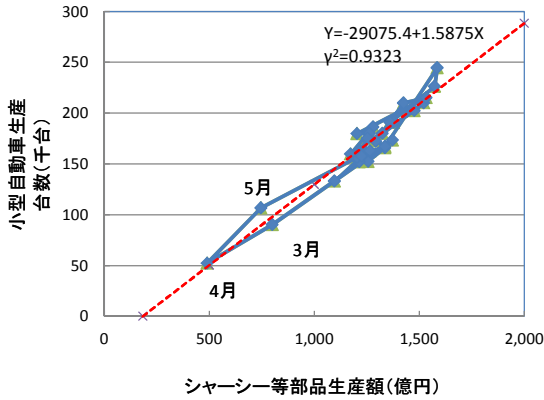


図-14 シャシー等生産額と小型自動車生産高

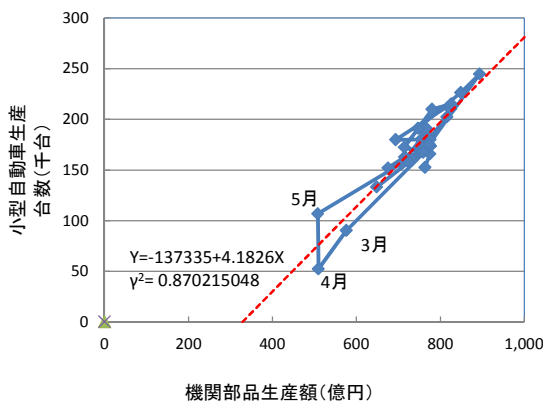


図-15 機関部品生産額と小型自動車生産高

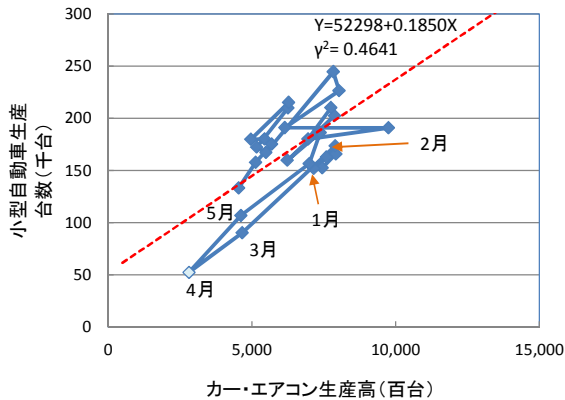


図-16 カー・エアコン生産高と小型自動車生産高

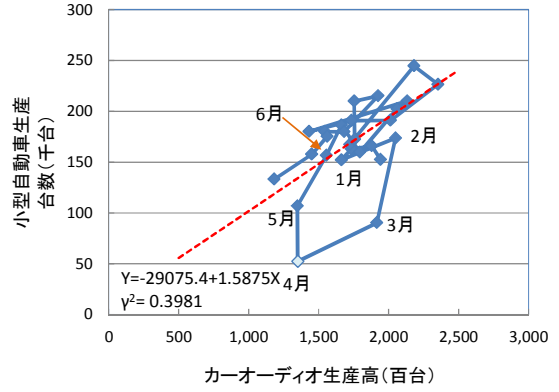


図-17 カー・オーディオ生産高と小型自動車生産高

- ③ 製品の生産が回復する際には、部分品の生産をSCリードタイム分先行する必要があるため、回復時の需給パスは一般的に減少時の需給パスの上側を通る、
- ④ 上記②、③より、需給パスは、投入産出線の周囲において時計回りのループ状を描く。ループはSCリードタイムが大きいほど投入産出線から離れた軌道を描く。（図-18参照）

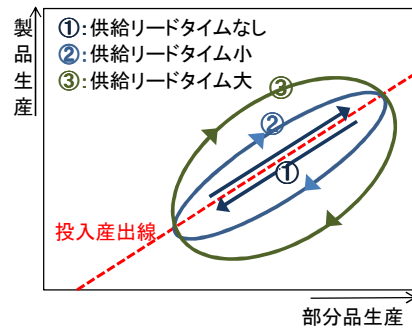


図-18 投入産出線と需給パスの模式図

上記の模式図に示した投入産出線と需給パスの概念に基づくと、図-14～図-17から以下のような考察が導きだされる。すなわち、

- ① 投入産出線の回帰式は、自動車パーツでは決定係数 (γ^2) が高いが、カー・アクセサリーでは低く、震災以降、回帰式が上方にシフトしていることから、例えば部分品の一部が輸入代替された等の投入産出構造の変化が考えられる、
- ② 需給パスのループの形状から、SCリードタイムは、カー・オーディオで大きく、自動車パーツでは全般的に小さいものと判断される、

といった考察がなされる。これらの考察を部分品全体についてまとめると表-2のようになる。

表-2 自動車関連部分品の供給構造

部分品の区分	決定係数(r^2)	SCリードタイム	
自動車 パーツ	シャーシー、車体部品	0.9323	小
	機関部品	0.8702	やや大
	駆動伝動及び操縦装置	0.8735	小
	懸架制動装置	0.8457	小
カー・ アクセサリ	カー・オーディオ	0.3981	大
	カー・エアコン	0.4641	小
	自動車用照明器具	0.6402	大
	カーナビ	0.6460	小

トヨタ自動車のジャストイン・タイム方式に代表されるように、一般的に自動車産業では部分品生産と製品生産のリードタイムが短い。

従って、上記表に見られるカー・オーディオのように東日本大震災直後の生産減少時に大きなSCリードタイムが見られた部分品は、大半が、遠隔地にあるか又は自動車メーカーとの緩やかなサプライチェーンマネジメント(SCM)下にある部分品メーカーによって生産される財であって、今回の震災で生じた突発的な自動車メーカー生産ラインの操業停止に対して一定の時間遅れを持って追従する形で生産量を減らしたものと推測される。

一方、決定係数が大きく震災後のサプライチェーンの混乱時にあっても投入産出関係に大きな変化がなかった部分品(シャーシー等)については、自動車メーカーの生産ラインの近傍に立地しているか又は自動車メーカーのSCM下で一体的に生産されているものと推測される。

3 企業のSCM見直しの動向と今後の物流戦略

国土交通省近畿地方整備局は、平成23年度及び平成24年度にかけて、企業アンケートとインタビュー等による東日本大震災後の企業サプライチェーンの動態調査を実施した。⁶⁾⁷⁾本章ではそれらの成果に基づき、東日本大震災の前後で日本の製造事業者のサプライチェーンがどのように変化したかについて述べるとともに、企業サプライチェーンにおける今後のリスク管理の方向性と課題、企業戦略の在り方、サプライチェーンのハブとしての港湾機能の果たす役割等について考察する。

(1) 東日本大震災によるサプライチェーンの変化

図-19は、近畿地方整備局が平成23年度に実施した調査(以下「平成23年度調査」と言う)において、資本金10億円以上で製造業を営む634社から得られたアンケート調査結果に基づき、東日本大震災によって事業所にどういった影響が生じていたのかを項目別の割合で示したものである。⁸⁾

直接的な被害の内容(①~④)をみると、全体では「地震による揺れによる被害」が最も多く15.5%となっ

ている。今回の震災では津波による人的被害が多かったが、産業集積地域ではなかったことから、「津波による被害」との回答は2.1%に留まった。間接的な影響(⑤~⑭)をみると、「調達先の被災」が最も大きく15.3%を占めている。ついで「国内輸送機関・ルートへの被災・影響」「計画停電・電力不足による影響」との回答となっている。

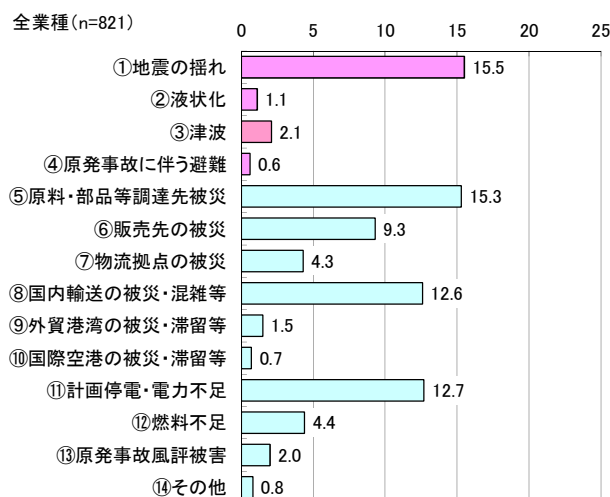


図-19 東日本大震災による操業への影響

こうした震災の影響を反映して、平成23年度調査では、企業の今後の短期的な対応戦略として図-20のような回答を得ている。一般的には、「国内での調達先の移転あるいは分散を図りたい」が最も多く、次いで「海外からの調達の拡大あるいは海外での新規調達先の確保を図りたい」となっており、調達面でのリスク分散を図るための対策が優先して検討されていたことがわかる。

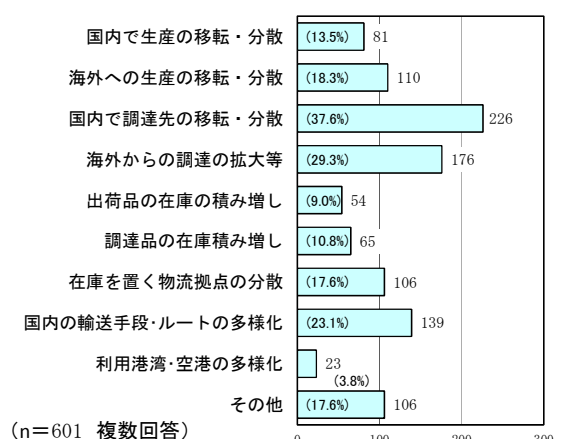


図-20 短期的な取組内容

次に近畿地方整備局が平成24年度に実施した調査(以下「平成24年度調査」と言う)において、同じく資本金10億円以上の製造業を営む165社から得られたアンケート調査結果について述べる。

平成24年度調査のアンケートでは、震災前の平成22年

10月と震災後の平成24年10月を比較してサプライチェーンの拠点数がどのように変化したのかを調査した。

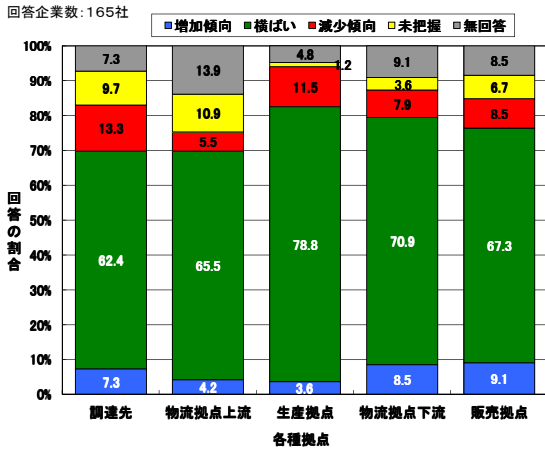


図-21 国内におけるサプライチェーン拠点数の変化

図-21は、国内のサプライチェーン拠点数の変化を示したものである。当該企業の製造拠点並びにその上流側にある調達拠点及び下流側に位置する販売拠点のどの拠点数についても、6割以上の企業が「横ばい」と回答している。ただ、調達先及び生産拠点については、「減少傾向」と回答した企業が1割以上ある。

サプライチェーンの上流側（調達先、物流拠点上流）についてみると、拠点数を減少させた企業の方が多く、サプライチェーンの下流側（物流拠点下流、販売拠点）では、逆に拠点数を増加させた企業が多くなっている。すなわちサプライチェーンの拠点数の変化で見る限り企業は、震災後も国内においては原材料や部品等の調達先の分散化を実行していないことが分かる。

これを物流コスト面で見たのが、図-22及び図-23である。図-22は国内調達先の拠点数の変化が物流コストに、また、図-23は国内生産拠点数の変化が物流コストに、それぞれどのような影響を及ぼしたかについて整理した。

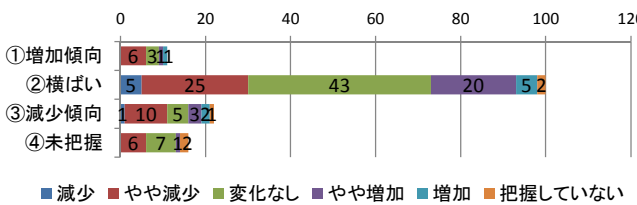


図-22 国内調達先拠点数の変化に伴う物流コストの変化

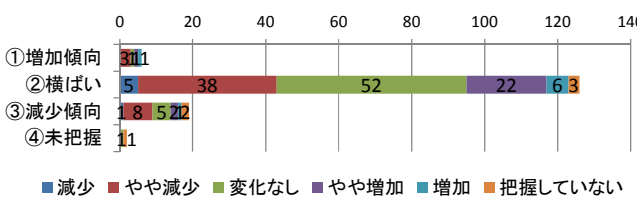


図-23 国内生産拠点数の変化に伴う物流コストの変化

いずれも、拠点数が「横ばい」であった企業群では物流コストについても「変化なし」が最大となっているが、拠点数が「増加傾向」又は「減少傾向」であった企業においてはともに物流コストを「やや減少」させた企業が多くなっている。このことから、震災後も我が国の製造業者は、これまでのところは従前同様、物流コスト削減の観点から国内サプライチェーンの調達先や生産拠点といった拠点数を変化させていることを示しているものと考えられる。

一方、海外におけるサプライチェーン拠点の動向は国内とは異なったものとなっている。

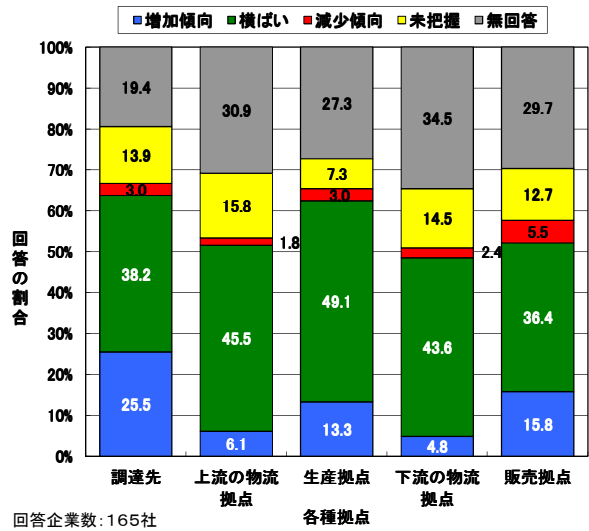


図-24 国外におけるサプライチェーン拠点数の変化

図-24に国外のサプライチェーン拠点数の変化を示す。国外においては、「調達先」や「生産拠点」、「販売拠点」について「増加傾向」と回答した企業が目立つ。

そこで、こうしたサプライチェーンの拠点数の変化がどのような背景で生じているのかを整理する。

平成24年度調査においては、国内の拠点数を変化させた企業47社にその背景について質問し、複数回答で111件の回答を得ている。サプライチェーン拠点数の変化の背景として東日本大震災等の自然災害への対応をあげた回答は13件にとどまっており、むしろ長期的な円高等の経済情勢の変化を理由の方が15件と多かった。更に、取引先へのサービス向上やコスト削減といった企業活動方針の変化が60件と突出して多く、国内のサプライチェーンの変化については、必ずしも東日本大震災等を踏まえた対応ということだけでなく、様々な側面が相まって変化が生じていると理解すべきと思われる。

同じく国外の拠点数を変化させた企業46社にも同様の質問をし、複数回答で122件の回答を得たが、背景として自然災害への対応はわずか5件にとどまった。経済情

勢の変化が44件、企業活動方針の変化が48件となっており、国内の拠点数と同じく東日本大震災等の自然災害を受けた対応というのは割合としては多くなかった。

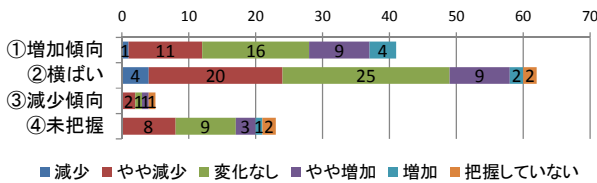


図-25 国外調達先拠点数の変化に伴う物流コストの変化

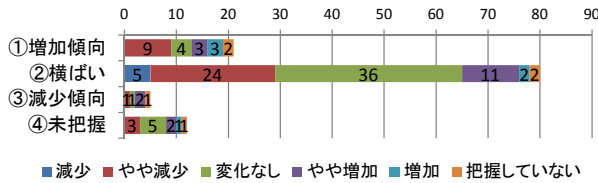


図-26 国外生産拠点数の変化に伴う物流コストの変化

図-25は国外調達先の拠点数の変化が、また図-26は国外生産拠点数の変化が、それぞれ物流コストにどのような影響を及ぼしたかについて整理したグラフである。図-22及び図-23に示した国内サプライチェーン拠点同様、国外でも傾向は概ね同じであり、国外におけるサプライチェーン拠点数の増加等の変化は、物流コストの削減がその目的の一つとなっている場合が多いことを示していると言える。

図-27は、各企業のリスク管理対策の取組状況を整理したものである。「部品・原材料等の共通化または標準化」、「施設の耐震化」や「停電・燃料不足への対応」は、約3割の企業が「実施済み」や「着手中」と回答し、他の項目より重視されている。

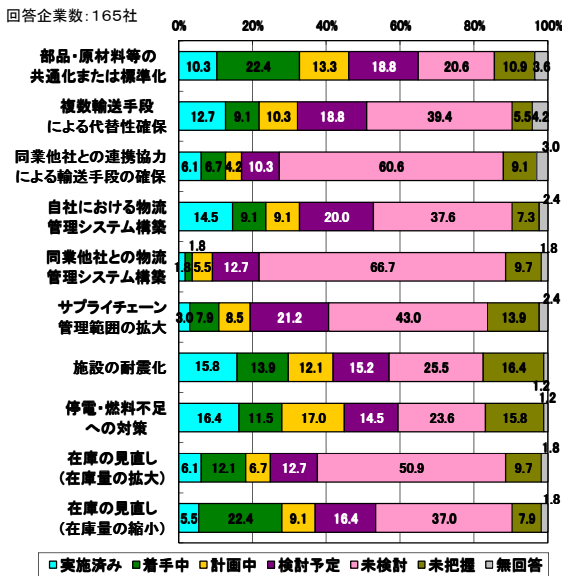


図-27 リスク管理対策の取組状況

一方、「同業他社との連携協力による輸送手段の確保」、「同業他社と連携・協力による物流管理システム構築」や「サプライチェーン管理範囲の拡大」といった企業の垣根を超えた対策は、「実施済み」や「着手中」の回答が約1割で、あまり取組みが進んでいない。また、「在庫量の見直し」については、拡大よりも縮小と回答した企業の方が多かった。

このように、震災後1年以内に行われた平成23年度調査で短期的な対応戦略として検討されていた「国内での調達先の移転あるいは分散」や「海外からの調達の拡大あるいは海外での新規調達先の確保」等の調達面でのリスク分散策は、ここ1年の間ではそれほど進展を見ていないことが分かる。すなわち、震災後も続いた我が国製造業の不振の中では、サプライチェーンの再構築のための投資には困難が伴い、部品・原材料等の共通化・標準化と言った生産システム内部の工夫や代替輸送手段の確保、物流管理のための自社システムの開発等のサプライチェーンマネジメントの強化策が優先される傾向にある外、大規模な投資を伴わない範囲での施設の耐震化や停電・燃料不足への準備が実行されていることが伺われる。

(2) 企業サプライチェーンの変化と代替性

前節で述べたように、我が国製造業のサプライチェーンにおいては、震災後も、調達先及び生産拠点はともに減少傾向であったのに対し、物流拠点と販売拠点の数に関してはあまり変化が見られなかった。この調査結果は、平成21年と平成24の経済センサス調査において全国の事業所数が6.5%減少したことを勘案すると、生産と調達が国内から海外に移転したを示すものともいえる。また、国内及び海外共に調達先や生産拠点の変更は、少しではあるが物流コスト減少につながり、またリードタイムの短縮にもつながる。すなわち、企業は東日本大震災後も引き続きコスト及びリードタイムの両面でのサプライチェーン全体の強化を目指しているといえる。

一方で、東北地方からの調達先の変化動向を調べるため、アンケートとは別に関西以西主要企業へのヒアリング調査を実施したところ、全企業から「変化なし」と回答があった。自動車メーカーが進める部品や半導体等による差別化戦略の下で東北地方太平洋側には世界トップクラスの高度技術を持つ自動車部品サプライヤーの第2階層 (Tier2) 及び第3階層 (Tier3) 事業者が集積している。これらの事業者の多くは東日本大震災の被害をこうむるが、部分品の他事業者への代替が効かなかったため、早期復旧に向けて垣根を越えて自動車メーカーが協力し、サプライチェーンが予定より早く再稼働した。

一方でマイコンなどの主要自動車部品は、メーカー・車種毎に異なる部品仕様を有する一方で、これら仕様の

内容は納入先から秘守義務を課せられていることから他事業者へ渡すことはできず、また、高度技術を駆使するため図面即製造可能な部品でもないこともあって、その供給には極度の非代替性が伴う。東北地域にはこのような素材・部品サプライヤーが集積立地し技術的にも相互に連担した生産クラスターを形成している。(図-28参照) このようなことから自動車メーカーは、震災後も自動車部品の供給を引き続き東北地域のサプライヤーに依存せざるを得ない環境下におかれていると言える。

東日本大震災で示された素材・部品等生産分野における東北地域のこのような拠点性と非代替性は、我が国の素材・部品等生産事業者が今後も高付加価値を進展させつつの持続的に発展していく可能性と課題を示唆する。

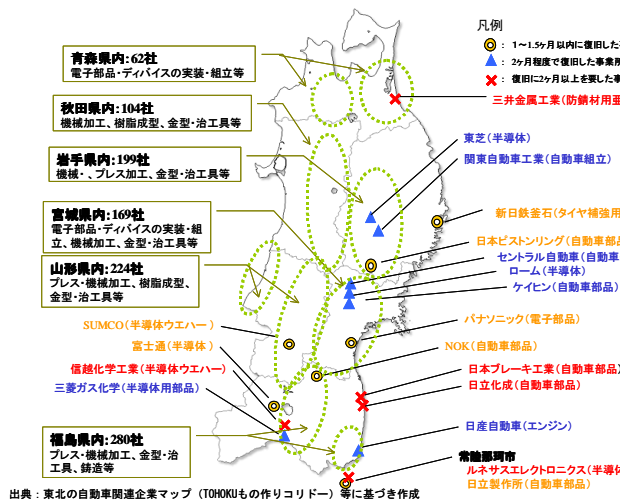


図-28 東北地方の自動車・電子部品事業者分布

(3) 企業サプライチェーンにおけるリスク管理

1991年の阪神淡路大震災以降サプライチェーンにおけるリスク管理の重要性の認識は高まったが、リスク管理の強化はもっぱら企業内部にとどまった。

すなわち、災害時に必要となってくる緊急対応活動として、経営企画や人事・総務、財務等の管理本部が企業内の社員安全確認、損害把握、キャッシュフロー対策等を中心とするリスクマネジメント方策を導入する一方で、サプライチェーン断絶時の具体的な対応は物流部門の現場任せであった。しかし、東日本大震災を契機に企業サプライチェーンにおけるリスク管理にも以下のような点で変化が見えてきた。

- ① リスク評価の継続的な実施,
- ② ビジネスリスクの限度額の設定と、その範囲内での利益の最大化と対策の検討,
- ③ Tier1, Tier2から消費者までのサプライチェーンの「見える化」の推進,
- ④ 企業活動の復元性 (Resiliency) と事業継続計画 (BCP) から、企業活動を支えるサプライチャー

ンのResiliencyとBCPの確立,

- ⑤ 独立系物流事業者 (3PL業者) を含む物流管理の徹底,

企業活動が広範囲な関係者間のサプライチェーンに組み込まれている現実下においては、企業単独で被害最小化やリスク分散を目指しても、いったんサプライチェーンが上流或いは下流で寸断されれば、対策の効果なくサプライチェーン停止の負の連鎖に巻き込まれる。そのような事態に備えるためにはサプライチェーンの関係者のみならず国・地方自治体・地域社会との多様な連携が必要となってくる。

これまでの物流リスクとしては、①グローバルなサプライチェーンの中でリードタイムが長期化したことによる適正な在庫水準の維持の困難性、②陸海空複合輸送の一般化に伴う物流結節点としての港湾・空港における貨物滞留の不確実性、③一貫物流輸送コストのブラックボックス化とボトルネック発見の困難性、④貨物輸送に係る物流関連業者間の情報の錯綜、一元化の遅れ、⑤電子通関等IT化進捗の国による差異・国際標準化の遅れ、⑥紛争解決等、があげられる。

しかし、企業にとって、新たに「『サプライチェーンの寸断』が自社内でコントロールできず被害が長期化し拡大するリスク」がこれらに加わった。この新たな物流リスクは、いつ発生するかが不明でかつ一旦発生すれば生産活動に大きな影響を与えることから、リスク管理上の最優先課題として受身でなく積極的な事前対策を打つ必要があるものとして企業に認識され始めている。

すなわち、サプライチェーンの寸断によって企業活動が停止するとそれまでの顧客を一気に喪失し、熾烈な国際競争からの敗退につながる。一方でサプライチェーンの寸断を回避でき市場競争に生き残ることとなれば、国際競争においてピンチをチャンスに変えていくことにつながるとも言える。

(4) 今後のサプライチェーン戦略の方向性とサプライチェーンのハブとしての港湾の機能

2011年3月に東日本大震災が、またこれに引き続いて同年夏以降にタイ・チャオプラヤ川氾濫が発生すると、これによって世界における我が国の生産・サプライチェーンに大きな障害が発生した。東日本大震災の教訓を次のタイ被災対策へと活かす時間的余裕がなかったことも日本の製造事業者の被害を大きくした。⁹⁾

また2013年に入り、南海トラフの大地震の地震津波シミュレーションの結果や被害想定が公表され、従前から首都直下地震等の巨大地震被害想定とあいまって我が国の経済社会における巨大地震リスクの大きさ再認識された。更に、4月18日現在までに震度5弱以上の地震が、

1月28日茨城，1月31日茨城，2月2日北海道・青森，2月25日栃木，4月13日淡路島，4月17日三宅島及び宮城県と7回，月1回を上回るペースで発生し，もはや東日本大震災の余震ではない新たな大震災の兆候が危惧されるようになった。

このような状況下で，予測不能な巨大地震等の大規模災害が何時発生しても不思議ではなく，災害に強いサプライチェーンの構築は持続的な企業運営上の急務とされるようになった。

今日ではアジアは，単なる生産拠点ではなく，巨大な将来性を有する市場として成長を続けており，生産と市場が一体的に拡大しつつある場となっている。従って生産・サプライチェーンにおけるリスクの分散・回避策は，日本，中国，タイ等特定の国を対象として練るのではなく，アジア全域の文脈の中で検討し対応していく時代に入ったと言える。

このアジアにおけるグローバルサプライチェーンの構築は，アジアの成長を取り込むサプライチェーンであると同時にリスクに強いサプライチェーンでなければならない。汎アジア規模で張り巡らされたグローバルサプライチェーンの構築を目指す企業は，単に調達先の海外分散等による素材・部品供給の停止に備えるだけではなく，国際間のコストとスピードを兼ね備えた効率的且つ変化に対応可能な物流ネットワークを併せ備えていなければならないとも言える。

そのためには，国内物流と国際物流の個々の調達や販売の部分最適化ではなく，アジアを生産と消費の巨大市場としてとらえ，日本を含むアジア域内でシームレスな陸海一貫物流ネットワーク，言い換えれば，域内での如何なる状況変化にも対応可能な柔軟なロジスティクス・システムによる全体最適を目指す必要がある。

我が国の製造事業者は，東日本大震災以降も，在庫水準を引き上げることなく，効率的なジャストインタイム方式の考え方の下で引き続き国内・国際間物流において貨物の流れを止めることのないサプライチェーンを目指している。その成否の鍵の一つとして，陸海一貫輸送の結節点となる港湾が物流関連一括情報のハブとして機能し，情報の一元化を実現すれば，災害等の緊急時における物流作業のムリ・ムダ・ムラを最小化することができ，被災状況に応じた貨物の滞留防止，或いは滞留時間の最小化を通じた物流ネットワークの最適化につながる。

4. 大阪湾諸港の物流機能継続戦略

災害時においても港湾機能を継続させ，我が国の製造事業が構築するグローバルサプライチェーンの維持を図るためには，万が一の災害時にも可及的速やかにその機

能の回復が可能な安定した輸送インフラの確保が不可欠である。本章においては，国際戦略港湾阪神港を中心とする大阪湾の国際物流機能の継続性強化のために，国土交通省近畿地方整備局が進めてきた官民にわたる港湾物流関係者による広域的な協働体制の構築と，港湾活動の停滞の短縮，活動再開に向けた早期復旧のための機能継続指針の作成を事例研究の対象として，グローバルサプライチェーンの機能維持を図るための政策展開の在り方について考察する。

(1) 大阪湾諸港の機能継続指針

近畿地方整備局は，国際戦略港湾阪神港等の大阪湾における物流機能の継続性強化を目的として，表-3に示す大阪湾の港湾関係者（41機関）による「大阪湾港湾機能継続推進協議会」（以下「協議会」と呼ぶ）を設立し，平成23年度から平成24年度にかけて，直下地震（上町断層帯地震）時や海溝型地震時における各関係者の役割分担やとるべき行動等について議論を進めてきた。¹⁰

表-3 大阪湾港湾機能継続推進協議会参加機関

・(公社)関西経済連合会	・大阪府
・(社)日本船主協会阪神地区船主会	・関西広域連合
・大阪港運協会	・兵庫県
・兵庫県港運協会	・和歌山県
・近畿トラック協会	・大阪市
・近畿倉庫協会連合会	・堺市
・大阪湾水先区水先人会	・神戸市
・内海水先区水先人会	・大阪税関
・(社)大阪府タグ事業協会	・神戸税関
・(一社)大阪港タグセンター	・大阪入国管理局
・(協)神戸タグ協会	・大阪検疫所
・日本内航海運組合	・神戸検疫所
総連合会	・神戸植物防疫所
・近畿旅客船協会	・動物検疫所神戸支所
・神戸旅客船協会	・第五管区海上保安本部
・(株)NTTデータ関西	・陸上自衛隊
・関西電力(株)	・海上自衛隊
・(株)東洋信号通信社	・近畿運輸局
・大阪港埠頭(株)	・神戸運輸監理部
・神戸港埠頭(株)	・近畿地方整備局
・(公社)神戸海難防止研究会	
・(社)日本埋立浚渫協会近畿支部	

検討に際しては，大規模災害発生時においても国民生活を維持するため，海上からの緊急物資の供給を迅速に行うこと（緊急物資輸送活動）や，社会経済への影響を最小限とするために国際物流機能を確保すること（国際コンテナ輸送活動）が港湾の社会的な責務であるとの認識の下，ソフト面の防災対策として，大規模災害が発生した際の対応について関係者間で事前に協議し，港湾機能の回復を図るため関係者間での連携による協働体制を構築することとしており，これにより，港湾活動の停滞の短縮，活動再開に向けた早期復旧を図ることを目標としている。

協議会では，直下地震として上町断層帯地震，海溝型

地震として南海トラフの巨大地震の想定に基づき、それぞれの場合の機能継続指針の検討を行い、その結果を活動指針（案）として取りまとめている。

本章ではこれらの活動指針（案）の作成に際して近畿地方整備局が行った検討の内容に基づいて大阪湾における国際物流機能の継続性の評価を試みる。

なお、活動指針（案）の作成に当たっては、緊急物資輸送活動及び国際コンテナ物流活動の両方についての機能継続性の検討がなされているが、本稿は企業のサプライチェーンを支える港湾の機能について論ずるものであることから、ここでは国際コンテナ物流活動に関する継続性の評価に焦点をあてることとする。

(2) 直下地震（上町断層帯地震）時の機能継続性

直下地震については、中央防災会議「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定結果」に基づき、上町断層帯地震（M7.6）の揺れを想定ハザードとした。¹¹⁾

上町断層帯地震が発生すると震源域の直近に位置する大阪港一帯は震度6強～7の激しい地震動に見舞われ、岸壁等港湾施設の被災は甚大となるものと予想される。

発災後、大阪湾で利用可能な岸壁の復旧資材は不足し、短時間での応急復旧は困難となることが想定されるが、その一方で、大阪湾内において耐震強化済みの岸壁やガントリークレーンを備えたコンテナターミナルの数は限られている。具体的には湾内のコンテナターミナルのうち耐震強化済みのバースは12バース、免震・耐震ガントリークレーンは10基となっている。これらを含む主要なコンテナターミナルの岸壁について上町断層帯地震による変位を試算した結果を表-4に示す。

表-4 直下地震による大阪港等の主要ターミナルの変位

港湾	地区	名称	諸元	耐震性	被災度		
大阪港	咲洲地区	C1	-13.5m, 350m	一般岸壁	中		
		C2	-13.5m, 350m	一般岸壁	中		
		C3	-13.5m, 350m	一般岸壁	中		
		C4	-13.5m, 350m	一般岸壁	中		
		C8	-13.5m, 350m	一般岸壁	中		
		C9	-13.5m, 350m	一般岸壁	中		
	夢洲地区	C10	-15m, 350m	耐震強化岸壁	小		
		C11	-15m, 350m	現在、耐震工事中	小		
		C12	-16m, 400m	耐震強化岸壁	小		
		堺泉北港	助松	9号	-12m, 300m	耐震強化岸壁	小

注) 被災度「小」は岸壁の水平変位：30cm～1m、「中」は1～2m。
水平変位量は平成9年上町断層帯を用いて推定した。

こうした状況を勘案して、活動指針（案）では大阪湾の国際物流機能を確保するため、①災害時に被害の少ない耐震強化岸壁等の早期使用開始と被災の少ない神戸港等での受入を実現する。②早急な耐震強化岸壁の応急復旧を行い、施設利用の最適化を目指す。③災害時の取扱能力を最大化するとともに、限られた施設を公共的に利用する、という3つの目標を掲げている。

この目標に基づき活動指針（案）では、図-29に示す

ように大阪湾諸港で分担して国際コンテナ物流活動を継続することとしている。



図-29 国際コンテナ物流活動の活動イメージ

更に活動指針（案）では具体的な対処の在り方については以下の手順を示している。

a) 被災情報の収集

近畿地方整備局、港湾管理者が、発災後速やかに耐震強化岸壁の被災状況を確認し、情報の共有を行う。

b) コンテナターミナルの復旧

近畿地方整備局は、港湾管理者との調整結果に基づき、日本埋立浚渫協会へ耐震強化岸壁の応急復旧の要請を行う。その後、臨港道路の啓開、航路啓開を行い、一体的な物流ルートを早期に確保する。（発災後7日以内目途）また耐震強化岸壁（夢洲C10～12、助松9号）については発災後遅くとも2カ月以内に暫定使用ができるよう応急復旧を行う。

こうした応急復旧の後、被災の大きい一般のコンテナターミナル（耐震強化岸壁以外）については1年以内に使用できるよう本格復旧を行う。

また、暫定使用した耐震強化岸壁（夢洲C10-12、助松9号）については発災後遅くとも2年以内に本格復旧を完了する。

c) 利用可能な岸壁・ヤードの利用方策

効率利用のための関係者間の情報疎通や連携体制を確保する。なお、施設の利用効率維持のため現状利用を優先するものの、関係者間で調整のうえ柔軟に公共的な利用の用に供する。

d) 隣接支援港での受入方策

隣接港では発災当日からできる限り被災港からのシフト船の受入を行う。

以上の直下地震に対する活動指針（案）の効果については、協議会では図-30に示すようなものとなることを期待している。

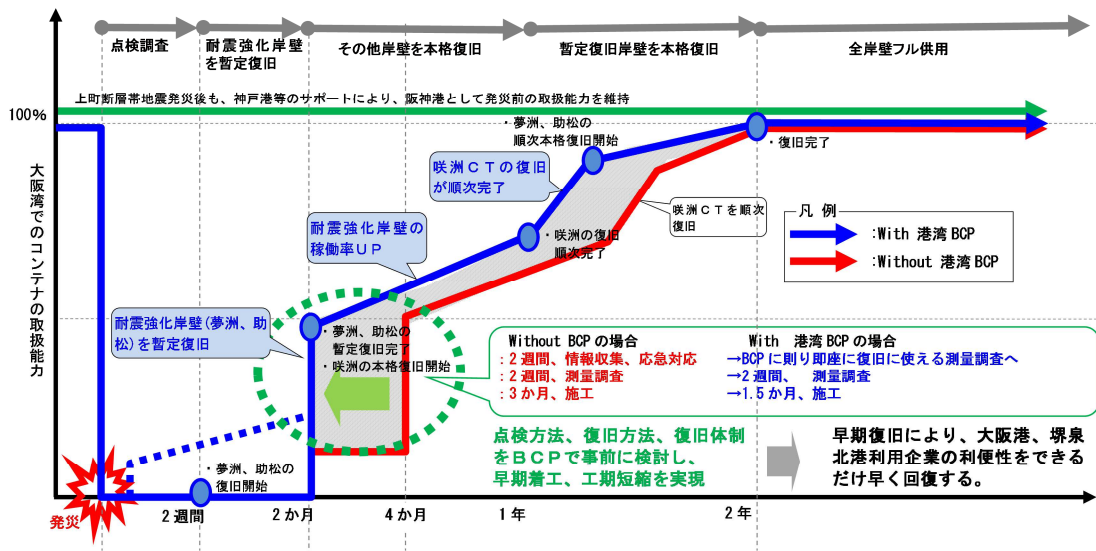


図-30 直下地震に対する活動指針（案）の効果

活動指針（案）による場合は、よらない場合に比べて2か月早く耐震強化岸壁の暫定復旧が完了し、その他の岸壁の復旧も早まることが期待されている。

(3) 海溝型地震（南海トラフの巨大地震）発生時の機能継続性

海溝型地震については、「内閣府南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討結果として公表された南海トラフの巨大地震時の揺れ及び津波高さを想定ハザードとして検討した。¹²⁾

南海トラフの巨大地震発生時の場合、大阪湾が震源域から比較的遠方にあるため、港湾における揺れは震度6弱にとどまり、一部の施設で被災が見込まれるものの、耐震強化岸壁の変位は比較的小さい。その一方で、港湾に接続する水域では大阪湾沿岸域に襲来する3~5mの津波によって流出するがれき等の啓開作業が必要となると見込まれる。

主要なコンテナターミナルの岸壁変位量の試算結果を表-5に、大阪湾内で想定される主な海上流出物を表-6に示す。

こうした状況の中においても国際物流機能を確保するため、活動指針（案）では、①災害時に被害の少ない耐震強化岸壁等の早期使用開始を実現、②早急な航路啓開を行い、施設利用の最適化を目指す、③災害時の取扱能力を最大化するとともに、限られた施設を公共的に利用、という3つの目標を掲げている。

この目標に基づき、図-31に示すように、津波注意報解除後に航路の啓開、被災岸壁・ヤード等の復旧、及び臨港道路の復旧等を実施し、早急に国際コンテナ物流を再開することとしている。

表-5 大阪湾主要ターミナルの変位量試算結果

港湾	地区	名称	諸元	構造	被災度			
大阪港	咲洲地区	C1	-13.5m, 350m	一般岸壁	中			
		C2	-13.5m, 350m	一般岸壁	中			
		C3	-13.5m, 350m	一般岸壁	中			
		C4	-13.5m, 350m	一般岸壁	中			
		C8	-13.5m, 350m	一般岸壁	中			
		C9	-13.5m, 350m	一般岸壁	中			
	夢洲地区	C10	-15m, 350m	耐震強化岸壁	小			
		C11	-15m, 350m	現在、耐震工事中	小			
		C12	-16m, 400m	耐震強化岸壁	小			
		堺泉北港	助松	9号	-12m, 300m	耐震強化岸壁	小	
			神戸港	ボートアイランド二期地区	PC13	-15m, 350m	耐震強化岸壁	小
					PC14	-15m, 350m	一般岸壁	中
PC15NE	-15~16m, 700m				耐震強化岸壁	小		
PC16	-16m, 400m				耐震強化岸壁	小		
PC17	-16m, 400m				耐震強化岸壁	小		
PC18	-16m, 400m				耐震強化岸壁	小		
六港アイランド地区	I	-12m, 240m	耐震強化岸壁	小				
	RC4	-14m, 350m	一般岸壁	-				
	RC5	-14m, 700m	一般岸壁	小				
	RC6	-14m, 350m	一般岸壁	-				
		RC7	-14m, 350m	耐震強化岸壁	小			

注) 被災度「小」は岸壁の水平変位: 30cm~1m, 「中」は1~2m。水平変位量は平成9年上町断層波を用いて推定した。

表-6 大阪湾内で想定される主な海上流出物

名称	発生源	想定発生量	漂流、沈没場所
家屋等がれき	大阪湾沿岸浸水域	56.3万ト : 漂流ごみ16.9万ト : 海底ごみ39.4万ト	漂流ごみは湾内全域に流出(湾内均一に漂流するのではなく、潮目に集まると想定) 海底ごみは水際線近くに堆積(原則1km以内)
自動車	大阪湾沿岸浸水域	11,600台	自動車は水際線近くに沈没(原則1km以内)
小型船舶	マリーナ漁港等	4,720隻 : 漂流船50隻 : 沈没船4,670隻	漂流船は湾内全域に漂流(潮目に集まると想定) 主に港湾区域内で沈没
コンテナ	神戸港大阪港	400個	神戸港・大阪港の泊地・航路内
木材	貯木場等	-	湾内全域に漂流(潮目に集まると想定)
漁具	淡路島周辺	-	

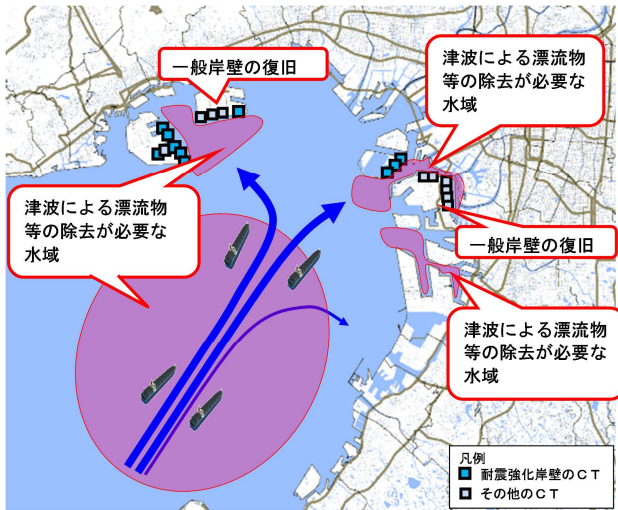


図-31 国際コンテナ物流活動の活動イメージ

以上を踏まえ、活動指針（案）では、具体的なコンテナターミナルの復旧については、以下の手順で行うこととしている。

- a) 被災情報の収集
（直下地震の場合と同じ）
- b) 国際物流機能の復旧
神戸港、大阪港の国際コンテナ物流活動用の航路泊

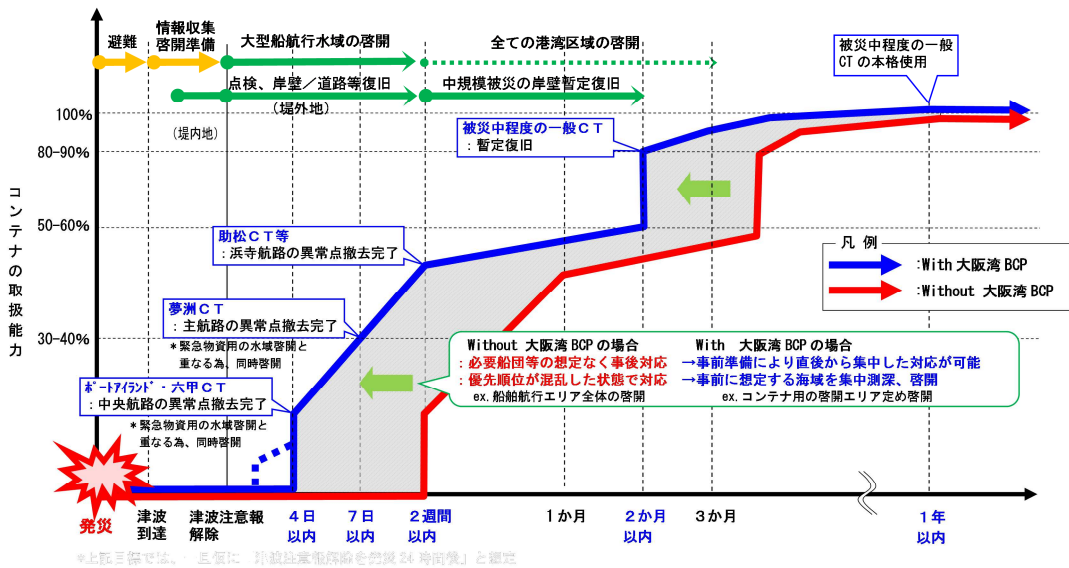


図-32 海溝型地震に対する活動指針（案）の効果

5. まとめ

本論文では、まず第1章で近年の世界経済の構造変化とその中での日本のモノづくり産業の動向について述べ、日本の企業の生産・サプライチェーンの特徴を分析した。

また第2章では、東北・北関東地域の産業特性について述べ、この地域の沿海部において生産される高品質・高純度の素材が地域の電子部品・自動車部品産業

地は、緊急物資関連の水域と重なっていることから、緊急物資輸送の航路と同時に啓開を実施し、発災後遅くとも7日以内に啓開を完了する。また、堺泉北港のコンテナ関連の航路泊地等は、発災後遅くとも2週間以内に啓開を完了する。

なお、エネルギー関連の航路泊地等の啓開については、需要や被災の状況に応じ、機動的に手順の変更を行う。港湾区域内の全水域は、発災後遅くとも3か月以内に啓開を完了し安全確保を行う。その後、水深30m以浅の一般海域について、測深及び異常点の撤去を実施する。

なお被災の大きい一般のコンテナターミナル（耐震強化岸壁以外）については1年以内に使用ができるよう本格復旧を行うこととしている。

以上の海溝型地震に対する活動指針（案）の効果は、図-32に示すとおりで、発災後2か月後において耐震強化岸壁の暫定復旧を完了し、その他の岸壁の復旧も早まることが期待されている。

に供給され、それらが東北地域のみならず世界の自動車組み立て産業を支える産業クラスターが形成されていることを明らかにした。次に、東日本大震災によるこの地域の生産活動へのインパクトについて、電子部品・デバイスと輸送用機械に焦点を当て分析した。また被災企業アンケート結果を用いて、被災企業の生産停止にサプライチェーンの寸断が大きく寄与していることを述べた。

第3章では、国土交通省近畿地方整備局が平成23年度

及び平成24年度にかけて実施した企業アンケートとインタビュー等に基づき、東日本大震災の前後での我が国製造事業のサプライチェーンの変化や企業サプライチェーンにおける今後のリスク管理の方向性と課題、企業戦略、港湾機能の在り方等について考察した。

また第4章では、大阪湾の国際物流機能の継続性強化のために近畿地方整備局が進めてきた港湾機能継続指針の効果について考察した。

これらの検討を通じて本論文では、東日本大震災の経験を踏まえて我が国製造業のサプライチェーンマネジメントが従来の効率性のみ視点に加えて、災害等への備えを含むリスク管理の観点を加味し始めたこと、そのための素材・部品等の調達先の海外分散の流れの中でサプライチェーンマネジメントにグローバルな視線が欠かせなくなってきたこと、港湾等の国際輸送インフラの機能継続性強化が今後の物流政策の大きな課題となること等を示した。

また、生産から販売に至るサプライチェーンがより複雑且つネットワーク化され、リスクも複雑化しつつある中で、この複雑なサプライチェーン上においてより効率的、効果的かつ安定的にモノ・カネ・情報を流すことが今後のロジスティクス上の大きな課題となってきたと言える。例えばサプライチェーンにおける代替調達先の確保は、調達先の見直しによる物流コストの低減や災害による調達リスクの分散促進、サプライチェーン全体の機能継続性の向上につながるが、災害等に直面すれば必ずどこかで想定範囲を超える局面に遭遇することを覚悟しなければならない。

予測不能な大災害を全て想定しての事前準備を行うことには限界があることから、港湾等の物流インフラのネットワーク化を通じた代替輸送能力や復旧能力の強化が今後益々重要な役割を担うこととなる。

また東日本大震災後、日本では業界をあげて部品の共通化・汎用化を掲げているが、特殊部品と呼ばれる高度にカスタマイズされた素材・部分品類が全て汎用化されることはありえない。企業グループ内の多製品にわたる共通部品化は進んでも、競争市場においては企業グループ内の枠を超えての部分品標準化は進まないであろうし、差別化路線がなくなることはない。より長距離を廉価でかつ安定的に輸送する海運機能と小回りが利く陸上輸送や高速の航空輸送のその時々でのベストミックスがますます追及されることとなる。

そのためのリスクマネジメント方策として、的確にリンクした事業継続計画（BCP）と港湾等の輸送インフラのBCPをサプライチェーンマネジメントに組み込むことを通じた、総体として機能するグローバル物流チェーンBCPの構築が志向されるべきである。

その際、グローバル物流の結節点である港湾には、サプライチェーン断絶による企業の負の連鎖を避けるために、情報ハブ機能と大ロット集約・小口分散・集配・保管・加工仕分・輸配送ネットワーク機能等を状況の変化に応じて発揮していくことが求められる。

なお、本論文に記述された上記の内容はすべて筆者の責任に帰することとしていただきたい。また、論文の執筆に当たっては、国土交通省近畿地方整備局の調査結果から多くの情報、データを引用させていただいた。調査の実施にご尽力された関係者の皆様方に末尾ながら感謝と敬意を表する次第である。

参考文献

- 1) 中小企業庁，2011年版 中小企業白書，平成23年7月1日
- 2) 経済産業省東北経済産業局，東北の自動車関連企業マップ，平成24年3月
- 3) トヨタ自動車 HP
- 4) 赤倉康寛，小野憲司：港湾物流 BCP における外貿コンテナ貨物の需給関係，京都大学防災研究所研究発表講演会，平成25年2月20日
- 5) 例えば，週刊エコノミスト，pp24-25，2011年3月29日
- 6) 近畿地方整備局：平成23年度 災害に強い生産・物流チェーン構築戦略検討業務報告書，平成24年3月
- 7) 近畿地方整備局：平成24年度 関西を中心としたサプライチェーンの変化に関する検討業務報告書，平成25年3月
- 8) 岡村京子，神田正美，峯猛，小野憲司：東日本大震災による我が国の生産・物流ネットワークへのインパクトの評価と企業 BCP の課題，第45回土木計画学研究発表会，平成24年6月
- 9) 神田正美，岡村京子，小野憲司：2011年の東日本大震災及びチャオプラヤ川洪水が日本企業の国際生産・物流チェーンに及ぼした影響について，第45回土木計画学研究発表会，平成24年6月
- 10) 近畿地方整備局：大阪湾諸港の機能継続のための指針に関する検討について，プレス発表資料，平成25年3月19日
- 11) 中央防災会議：中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定結果，平成20年5月
- 12) 内閣府（防災担当）：南海トラフの巨大地震による津波高・浸水域等（第二次報告）及び被害想定（第一次報告）について，報道発表資料，平成24年8月29日

(2013年5月5日受付)