

サプライチェーンとリスク

EHS&S 研究センター長 兼 情報システム技術本部長

大島一夫

Keyword : サプライチェーン, 自然災害, 温室効果ガス, 東南アジア

1. はじめに

2011年の東日本大震災（以下、大震災）から5年が経過した。震災により多くの工場が被災し、ここから部品の供給を受けていた被災地以外の工場の生産も停止した。本稿執筆中の2016年4月に発生した熊本地震でも、国内や海外の自動車等の生産に影響が出ている。大震災と同じ年にタイで大規模な洪水が発生し、ここでも部品の供給が途絶えて世界的に大きな影響が生じた。このように地震や洪水などの自然災害によりサプライチェーンに大きな影響が出る。

温室効果ガス（GHG）排出量削減のために、機関投資家などから、サプライチェーンでのGHG排出量の把握・管理・情報開示も求められるようになってきている。

これらのことから、事業継続計画（BCP）の策定やGHG排出量の抑制のために、サプライチェーンを考慮することが重要になっている。サプライチェーンは企業の国際戦略のもとで海外に広がっており、これらの地域でのリスクも考慮する必要がある。

ここでは、日本企業の東南アジアへの進出状況、これらの地域での自然災害・CO₂排出の状況、サプライチェーンへの自然災害の影響、GHG排出量の状況、企業における対策事例について述べる。

2. 東南アジアへの進出状況

製品やサービスが消費者の手に届くまでの、原材料・部品の調達、製造、在庫管理、販売、配送などの全プロセスのつながりをサプライチェーンという。コスト削減等のために、サプライチェーンが国内外に広がるとともに、それぞれの企業や立地が有するリスクがサプライチェーン全体に影響するようになる。

図1に経済産業省によって調査が行われた海外進出企業の経年の推移を示す¹⁾。2013年度末における全地域の現地法人数は約2万4千社で、地域別にみるとアジアの現地法人数は全地域の66%を占め、中でも中国が全地域の33%を占める。

海外現地法人のうち、製造業が44%を占める。これらの現地法人の日本への販売比率は、北米では3%，欧州

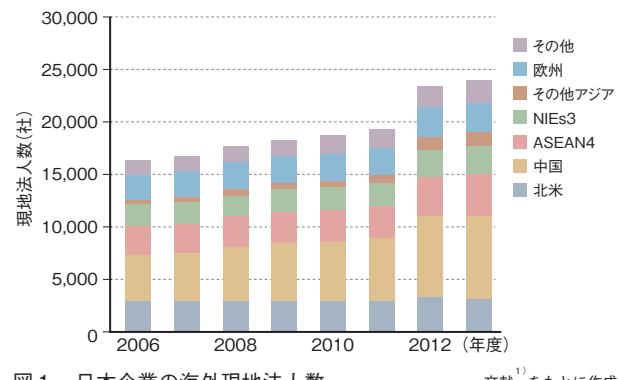


図1 日本企業の海外現地法人数

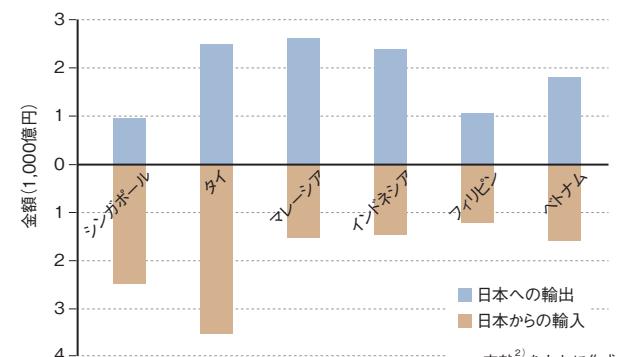
文献¹⁾をもとに作成

図2 日本とASEAN4、シンガポール、ベトナムとの輸出入額(2015年)

では2%にとどまるが、アジアでは17%で、アジアの製造業現地法人の日本への販売比率が大きい。

ASEAN4にシンガポールとベトナムを加えた6カ国と日本との2015年の輸出入額を図2に示す。日本への輸出では、マレーシア、タイ、インドネシアがほぼ同額となっている²⁾。なお、同時期の世界全体からの日本への輸出総額（日本の輸入総額）は78兆円、日本の輸出総額は75兆円であり、輸出入とも上記6カ国が15%近くを占める。

このように、これらの国々と日本との結びつきが大きくなっている。

3. リスク

地震や洪水が起きても、人が住んでいなかったり、工場が立地していないければ被害はない。一方、都市や工業団地で地震や洪水が起きれば、人間や施設に被害が及ぶ

可能性がある。これをリスクと呼ぶ。サプライチェーンが国内外に伸びるに従って、企業活動に影響を与えるリスクを把握しておく重要性が高まっている。

「リスク」という用語はいろいろな場面で多様な使われ方をしており、すべてを包括するような定義をすることは難しい³⁾。2009年にリスクマネジメントに関する国際標準規格ISO31000（リスクマネジメント－原則および指針）が発行された。また、リスクマネジメントの用語に関する国際標準規格ISOGuide73（リスクマネジメント－用語）が改訂された。ISO31000では、企業等の組織のリスクに焦点をあて、組織経営のためのリスクマネジメントを明確にしている。

ISOGuide73:2009では、「リスクとは、諸目的に対する不確かさの影響」と定義している。ここで、「“影響”とは、期待されていることから良い方向・悪い方向へ逸脱すること、 “諸目的”とは、たとえば、財務、安全衛生、環境、戦略、プロジェクト、製品、プロセスなどさまざまな到達目標、さまざまなレベルで規定される、 “不確かさ”とは、事象やその結果、その起こりやすさに関する情報、理解、知識などがたとえ一部でも欠けている状態である。リスクは事象（周辺環境の変化を含む）の結果とその発生の起こりやすさとの組み合わせによって表現されることが多い」としている。

文献³⁾によれば、リスクとは組織の収益や損失に影響を与える不確実性としており、「リスク」にはゼロまたはマイナスの結果をもたらす概念と機会創出をもたらすプラスの概念があるとしている。

サプライチェーンに多少なりとも影響を及ぼしたリスクについて、Business Continuity Institute (BCI) が各国の企業にアンケート調査を行っている⁴⁾。2015年の調査結果では、回答数は367件、1年間に影響を及ぼした要因（軽微な影響を含む）の1位がITや通信の障害、2位が悪天候（adverse weather）、3位が新しい法規制である。また、地震/津波も要因に挙がっている。BCIによる同様の調査で、2010年、2011年は1位が悪天候になっている。

3.1 自然災害

1) 東南アジアにおける自然災害の発生状況

ASEAN4にシンガポール、ベトナム、日本を加えた7カ国の1900～2015年に発生した自然災害を文献⁵⁾をもとに整理した。国別の災害発生件数を図3に、災害種類別の発生件数を図4に示す。ここで自然災害とは下記のいずれかに該当するものを示す。

- ・10人以上の死者
- ・100人以上の被害
- ・緊急事態の宣言
- ・国際救助の要請

自然災害には、地震（津波、地震動）、異常温度（熱波、異常低温）、洪水（沿岸洪水、外水氾濫、鉄砲水）、山崩れ・マスマーブメント（山崩れ、陥没、雪崩、落石・落盤）、暴風雨（熱帯低気圧、convective storm等）、火山活動（降灰）、森林火災、感染症（ウイルス性疾患、細菌性疾患、寄生虫病）が含まれている。

7カ国で自然災害が一番多いのはフィリピンで593件、次いでインドネシア464件、日本327件の順となる。

各国で一番多い自然災害は、フィリピン、日本、ベトナムでは暴風雨でそれぞれ63%、44%、45%を占める。同様にインドネシア、タイ、マレーシアでは洪水でそれぞれ39%、62%、63%を占める。シンガポールでは感染症が3件発生しただけで、その他の自然災害は発生していない。

7カ国全体で発生件数の多い災害は、暴風雨、洪水が突出している。噴火の被害は、インドネシア、フィリピン、日本のみで発生している。

IPCC第5次報告書第2作業部会報告書政策決定者向け要約では、アジアにおける主要なリスクとして、極端な降水・破壊的な低気圧・海面水位上昇などにより、インフラや居住に対し広範な被害をもたらす河川沿い・沿岸域・都市部での氾濫の増加（確信度が中程度）が予測されている⁶⁾。

このようなことから、災害の種類や頻度を踏まえたサプライチェーンのBCP対策を行う必要がある。

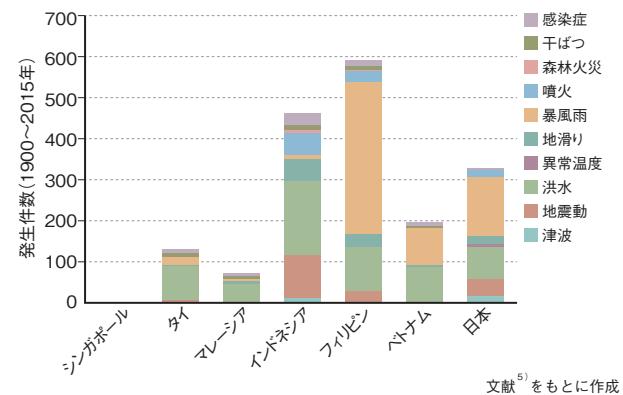


図3 自然災害発生件数(国別, 1900～2015年)

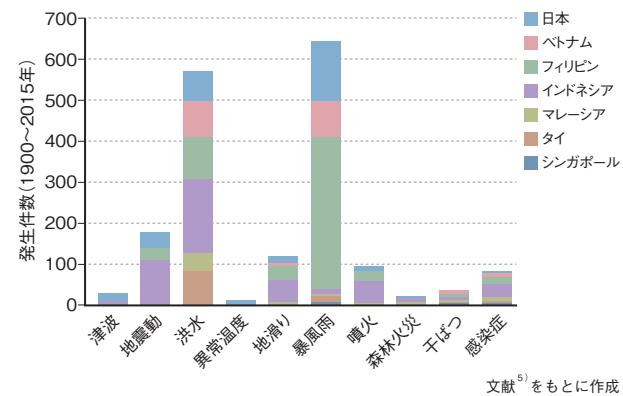


図4 自然災害発生件数(災害別, 1900～2015年)

2) 自然災害によるサプライチェーンの被害状況

東日本大震災による2011年3月から6月の累計ベースで、直接被害額がGDPの0.11%であるのに対し、サプライチェーン途絶による被害額がGDPの1.35%になると試算されている⁷⁾。サプライチェーンの途絶の経済被害が、直接的な被害の10倍以上に及んだことになる。またその影響は海外にも波及した。

同年に発生したタイの洪水では、自動車やIT機器の製造に大きな影響が出た。特にタイは日本の自動車メーカーの製造拠点であったため、大きな損害が生じた。また、2011年以前には世界の40%以上のHDDをタイで製造していたため、その価格が80~190%も上昇した⁸⁾。

このように、自然災害は国によって発生する種類や頻度が異なり、またひとたび災害が発生すると大きな損害や品不足が発生する。

3.2 GHG（温室効果ガス）排出量

1) サプライチェーンでのGHG排出量の情報開示要求

企業のサプライチェーンでのGHG排出量の把握・管理・情報開示を求める動きが活発になっている。これらにはGHGプロトコル、ISO14064、CDPなどがある⁹⁾。

グローバル展開を加速させている日本企業においても、これらへの取り組みが拡大している。海外の機関投資家などを意識して、サプライチェーンにおけるGHGなどによる環境インパクトを把握すべきだと考えるようになってきたことが、その背景にある。

世界的なGHGの算定基準に準拠しつつ、日本の企業向けに使いづらい部分や解釈が難しい部分を整理したガイドラインを環境省が整備している¹⁰⁾。

(1) GHGプロトコル

GHGプロトコルは、米国の環境シンクタンクWRI (World Resources Institute: 世界資源研究所) と、持続可能な発展を目指す企業連合体であるWBCSD (World Business Council on Sustainable Development: 持続可能な開発のための世界経済人会議) が共催する「GHGプロトコル」が、開発・発行の主体となっている。

この中で、企業のバリューチェーンにおける排出量や算定の報告の方法を示す「GHGプロトコル スコープ3算定報告基準」が2011年に策定された。スコープ3の算定では、15個のカテゴリー（表1）に分解・体系化して、原則としてすべての排出量の算定・報告が求められる。なお「スコープ1・2・3」とは、GHGプロトコルで定義された以下に示す排出量の呼び方であり、その概念を図5に示す。

〈スコープ1〉

所有または管理する発生源からの直接排出量（例：ボイラー・炉・車両などでの燃焼による排出量、プラントでの化学品製造より発生する排出量など）

表1 スコープ3のカテゴリー

上流側または下流側	スコープ3カテゴリー
上流側 スコープ3排出物	1 購入した物品と役務 2 資本財 3 燃料とエネルギーに関連する活動 (スコープ1, 2に含まれていないもの) 4 上流側の輸送と配給 5 業務により発生する廃棄物 6 出張 7 従業員の通勤 8 上流側の賃借資産
下流側 スコープ3排出物	9 下流側の輸送と配給 10 販売された製品の加工 11 販売された製品の使用 12 販売された製品の寿命終端処理 13 下流側の賃貸資産 14 フランチャイズ店 15 投資

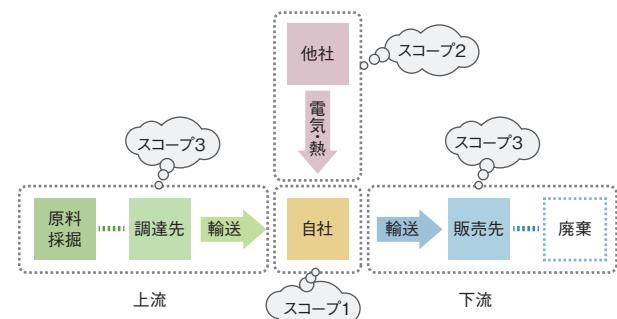


図5 スコープ3の概念

〈スコープ2〉

他社から供給を受けた電気、熱などの使用に伴い発生する排出量

〈スコープ3〉

サプライチェーンで発生するその他すべての間接排出量

排出量データの収集は、他の事業者と連携して行うことが望ましいが、困難な場合も想定され、サプライチェーンを自社と上流、下流に区分し比較的把握しやすいデータから算定できるように以下のような定義をしている。

〈自社〉

自社における燃料使用量などの活動量データに排出量の排出原単位を乗じて算定

〈上流〉

自社への原材料・廃棄物などの入力データ（物量データ、金額データ）に、資源採取段階まで遡及した排出量の原単位を乗じて算出。主に取引単位での算出を想定

〈下流〉

製品については、製品ごとに応じてシナリオを活用し流通・使用・廃棄段階での活動量や排出量の原単位などに関するデータを取得し、これらを積み上げることで算定

(2) ISO

ISO（国際標準化機構）では、ISO14000シリーズ（環境マネジメント）の一環として、組織（製品だけではない）からのGHG排出量について、「温室効果ガス－組織のGHG排出量の定量化および報告－ISO 14064-1に対する技術的手引」が検討され、ISO/TR 14069:2013として発行された。このISO/TR14069:2013は、組織の直接お

より間接排出量の定量化、ならびに報告方法に関する指針を示すものであり、スコープ3との整合を図るために検討されている。

GHG以外も対象とした「ライフサイクルアセスメント－組織に対する追加要求事項および指針」も検討され、ISO/TS14072:2014として発行されている。

(3) カーボンディスクロジャープロジェクト¹¹⁾

カーボンディスクロジャープロジェクト (Carbon Disclosure Project: CDP) は、欧米を中心とした機関投資家によって、2000年に設立された非営利団体である。ビジネスや政策、投資における意思決定に必要な情報を提供することで、企業の気候変動問題の解決を促進することを目指している。2003年からは毎年、世界の有力企業に対して気候変動に対する戦略やGHG排出量の実績に関する質問状を送り、その回答を分析・評価し、投資家に提供・公開を行っている。2015年には、運用資産総額95兆米ドル、822の機関投資家を代表して気候変動質問書を送付している。これに対し、世界5,500以上の企業がCDPを通して環境情報を明らかにしている。

2) サプライチェーンにおけるGHGの排出状況

ASEAN⁴にフィリピン、ベトナム、日本を加えた7カ国の購入電力のCO₂排出係数を図6に示す^{12,13)}。インドネシア、マレーシアは日本より大きな値になっているが、その他は日本より小さい。ただしこれらの値は、電力会社や地域によって異なる。GDPあたりのエネルギー起源CO₂排出量を図7に示す^{14,15)}。日本と比較しベトナムは3倍、マレーシアは2.6倍、タイは2.3倍になっている。



図6 購入電力のCO₂排出係数(2012年) 文献^{12,13)}をもとに作成

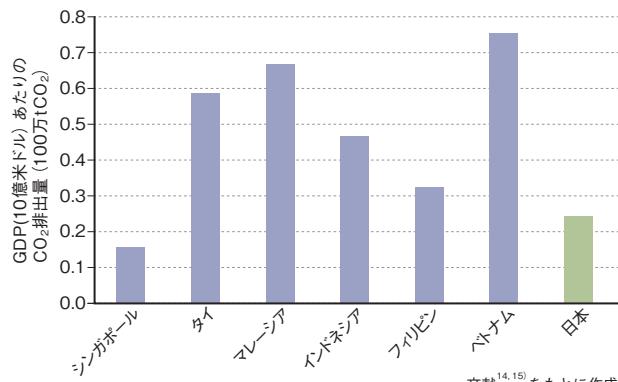


図7 GDPあたりのエネルギー起源CO₂排出量(2013年) 文献^{14,15)}をもとに作成

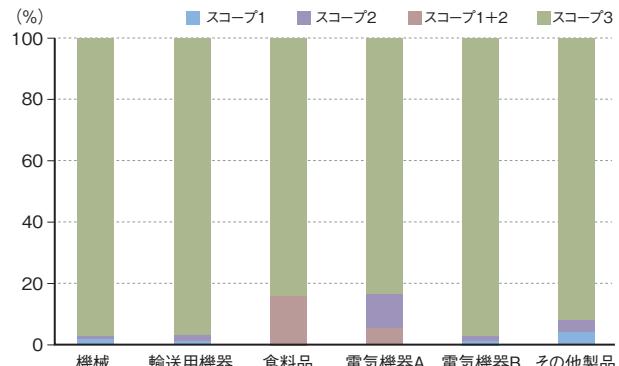


図8 スコープ1・2・3の算出例

ナムは3倍、マレーシアは2.6倍、タイは2.3倍になっている。

各企業で公表しているCSR報告書をもとに、スコープ1・2・3のGHG排出割合を求めた(図8)。業種によりスコープ3の占める割合は多少異なるが、その割合は大きく83~97%になる。

3.3 企業の対策例

企業の海外戦略の中で、低コスト立地だけでなく、リスク分散が考慮されるようになってきている。たとえばタイでの洪水等への対応として、タイ以外にも拠点を設けるタイプラスワンがある。このようにサプライチェーンが国内外に広がっていくにつれて、前述のようにその地域の自然災害リスクも取り込んでしまう。このため、大規模災害等によって、サプライヤーが被害を受けて生産に影響を及ぼすことを避けるため、次のような対策を行っている企業がある。サプライヤーの生産拠点の位置を把握・データベース化して、災害発生時に初動の迅速化やサプライヤーの分散を進めている。また各サプライヤーのリスクを分析し、リスクが高い場合にはBCPの策定、建物の耐震化等を促している。

サプライチェーンでのGHG排出量の削減では、製品の小型・軽量化などによる原材料・部品の削減、省エネルギー製品の開発、生産拠点・販売拠点の省エネルギー化、物流のモーダルシフトの推進や輸送効率の向上、輸送ルートの見直し等を行っている企業がある。

4. おわりに

サプライチェーンが国内外に広がり、各地域における自然災害やエネルギー効率等が企業活動に影響を与えるようになっている。このため、サプライチェーンの各拠点における耐震対策、水防対策、省エネルギー対策や製品の省エネルギー・省資源化等を進めることが重要になっている。本誌のバックナンバーにおいて、施設におけるこれらへの取り組み状況を報告しているので、参考にして頂ければ幸いである。

[参考文献]

- 1) 経済産業省：海外事業活動基本調査結果概要
 - 2) 財務省：貿易統計
 - 3) 経済産業省：先進企業から学ぶ事業リスクマネジメント 実践テキスト, p.21, 2005.3
 - 4) Business Continuity Institute: SUPPLY CHAIN RESILIENCE REPORT 2015, p.9, 2015
 - 5) D. Guha-Sapir, R. Below, Ph. Hoyois - EM-DAT: The CRED/OFDA International Disaster Database – www.emdat.be – Université Catholique de Louvain – Brussels – Belgium
 - 6) 環境省：気候変動に関する政府間パネル, 第5次評価報告書第2作業部会の報告, 政策決定者向け要約, p.26
 - 7) 徳井丞次ほか：東日本大震災の経済的影響－過去の災害との比較, サプライチェーンの診断効果, 電力供給制約の影響 – RIETI Policy Discussion Paper Series, 12-P-004, p.21, 2012.3
 - 8) UNISDR , GAR: <http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2013/en/bgdocs/Haraguchi%20and%20Lall,%202012.pdf>, 2016.4.6
 - 9) 公益社団法人日本ファシリティマネジメント協会：施設におけるエネルギー環境保全マネジメントハンドブック 2016, pp.72~74, 2016.2.1
 - 10) 環境省：グリーン・バリューチェーンプラットフォーム,
- https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/business/intr_trends.html, 2016.4.4
- 11) CDP: 気候変動レポート2015 : 日本版, <https://www.cdp.net/CDPResults/CDP-japan-Climate-Change-Report-2015.pdf>, 2016.4.4
- 12) GHGプロトコル : <http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools>, 2016.4.11
- 13) 環境省：電気事業者別排出係数, <https://www.env.go.jp/press/files/jp/28621.pdf> , <https://www.env.go.jp/press/17512.html>, 2016.4.11
- 14) 総務省統計局：世界の統計2016
- 15) 環境省：世界のエネルギー起源CO₂排出量, <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/shiryo.html#06>, 2016.4.14



おおしま かず お
大島 一夫

EHS&S 研究センター長 兼 情報システム技術本部
長 兼 DBソリューション部長 兼 市場戦略サービ
ス部長
博士(工学), 建築設備士, SHASE技術フェロー,
認定ファシリティマネジャー, エネルギー管理士
空気調和・衛生工学会ビル管理システム委員会委
員長

日本建築学会, 空気調和・衛生工学会, 計測自動
制御学会会員

Synopsis

The Supply Chain and Risks

Kazuo OSHIMA

The incorporation of the supply chain is an essential part of tasks such as formulating Business Continuity Plans (BCP), the aim of which is to ensure the continuity of corporate activities, and reducing greenhouse gas (GHG) emissions. According to research by the Ministry of Economy, Trade and Industry, there are currently approximately 24,000 overseas subsidiaries, 17% of which is based in the ASEAN4 (Malaysia, Thailand, Indonesia and the Philippines), representing a 46% increase over the period from FY2006 to FY2013. In the midst of this expansion of Japanese companies into Southeast Asia, we investigated natural disasters that occurred in seven countries, comprising the ASEAN4 and Singapore, Vietnam and Japan during the period from 1900 to 2015. The results revealed that the greatest number of natural disasters during this period occurred in the Philippines with a total of 593 incidents, followed by Indonesia with a total of 464 incidents and Japan with 327 incidents. The most common natural disaster in each country was rainstorms, accounting for 63%, 44% and 45% of all natural disasters in the Philippines, Japan and Vietnam respectively, and, similarly, flooding accounted for 39% and 62% of all natural disasters in Indonesia and Thailand respectively. The fifth IPCC assessment report predicts future increases in phenomena such as torrential rainfall, destructive cyclones and rising sea levels in Asia. Given these facts, the formulation of supply chain BCP measures based on the characteristics of natural disasters is essential.

Meanwhile, the demand for gaining an understanding of and controlling GHG emissions and information disclosure is growing at a rapid pace, and is reflected in initiatives such as GHG protocols, ISO 14064 and CDP. We calculated the ratio of GHG emissions from supply chains based on CSR reports disclosed by companies. The results showed that supply chains outside companies accounted for 83-98% of GHG emissions, highlighting the importance of incorporating energy and resource-saving measures into products and facilities in supply chains.