

博士論文

化学品製造業の  
自然災害リスクマネジメントに関する研究

*Study on natural disaster risk management  
in the chemical manufacturing industry*

横浜国立大学大学院  
環境情報学府

落合 信賢

*Nobukata Ochiai*

2022年9月

## 摘要

本研究の目的は、化学品製造業の企業が抱えている、自然災害リスクマネジメントについて、企業が問われている社会的責任に着目し、その視点でリスクマネジメントを展開するプロセスを提案することである。その結果、本研究のプロセスで展開し実行したアセスメントやリスク対応は、社会的責任を果たす活動に通ずると考えられる。

1章では、本研究を進めた背景、考え方、研究の進め方及びその中の重要な視点について概説した。自然災害の影響は、一般的に産業事故災害に比べて広範囲に及ぶため、化学品製造業のステークホルダーをより認識しながら、リスクマネジメントを実施していく必要がある。そのためには、製造業として社会から求められていることは何かをきちっと理解し対応を進める必要があると考えた。それを解決するために「社会的責任」の視点を導入したマネジメントプロセスを構築し、その有効性を社会実装した事例で検証した。なおプロセス構築の過程で、COVID-19と、2011年の東日本大震災での教訓を活用した。

2章では、水気象学系・地質学系の自然災害について概説し、日本では地震が最も被害額が大きい自然災害であること、その地震で甚大な被害をもたらした2011年の東日本大震災を振り返り、化学工場の被害の原因は、地震より津波の影響の方が大きいことを示した。東日本大震災から得られたリスクマネジメント視点での教訓は、1) 今後発生が予想される自然災害については、過去の教訓を踏まえて再評価する必要があること、2) 事業継続への準備をしっかりと行うこと、3) 化学品を製造する企業の特徴である、火災、爆発、有害物質の放出などのリスクに関して、まずは災害前、災害中、災害後のリスクの軽減対応について管理する必要があり、企業、地域社会、一般市民間でコミュニケーションを図ること、4) 対策として、ハード対策とともに、避難することを中心としたソフト対策も重視することであると考える。その中で社会的責任に基づいた自然災害マネジメントとしての教訓は、ひとつは、上記1)、4)の被災後のリスクの影響を軽減するという視点で、社会的責任の一つ要素である事業継続への準備をしっかりと行うということと、人命を守ることに對する避難を重視する姿勢であった。もう一つは、3) 化学品製造業の特徴である、火災、爆発、有害物質の放出などのリスクに関して、災害前、災害中、災害後のリスクの軽減対応についてしっかりと管理するということである。これらは、第4章のマネジメントプロセスの構築に反映させた。

3章では、生物学系自然災害としてのCOVID-19について概説し、感染の始まりから、第6波までの日本の状況と対応についてのヒストリーをまとめ、日本では対策として、当初から強硬なロックダウンはとらず、主要の対策は、第1波の時期の、マスク着用・手洗い等の衛生対策の励行と、2020年3月14日に内閣総理大臣から発せられた3密（密集、密接、密閉）を避けるという3密協力要請と、第3波の最中、21年2月から始まったワクチン接種に尽きるとした。COVID-19から得られたリスクマネジメント視点での教訓は、1) 感染による従業員の命や健康を守ることと、企業及び地域社会ニーズのバランスを、環境や状

況の変化を踏まえリスクを把握し許容可能なレベルまで管理していくこと、2) プロセスの稼働によるビジネスの継続については、プロセス安全上のハザードとリスクについては、パンデミック前と同等レベルの管理をすることが大前提であること、3) リスクは人が感染することから、人に頼らない生産という視点が、コロナの教訓でよりクローズアップされ、コロナとの共生において推し進めるべき課題であること、4) サプライチェーンの視点におけるリスク対策の再考であると考えられた。その中で社会的責任に基づいた自然災害マネジメントとしての教訓は、一言でいうと「コロナ」リスクとの共生となるが、具体的な主要事項は、上記の1) であり、社会的責任における関連する項目は、化学品製造業のステークホルダー間で、リスク対応の方向性がトレードオフの関係になる場合が発生する。従って、ステークホルダーのニーズのバランスを、環境や状況の変化を踏まえリスクを把握し許容可能なレベルまで管理していくことが重要であり、そのために最初に実施すべきことは、重要と認識されるリスクについては、最終判断を行う経営者などに判断可能なレベルまでリスク分析をすることであると考えた。これらは、第4章のマネジメントプロセスの構築に反映させた。

第4章で、本研究の社会的責任視点を加えて構築した自然災害リスクマネジメント手法の内容を説明した。製造業の企業は、単に収益をあげるだけでなく、取り巻く社会に対して社会的責任を果たすことが望まれている。これは平時のみならず、非定常時、つまり本研究で取り扱う自然災害に関しても果たすべきであると考えた。そのためには、まずは誰のための社会的責任かを明確にする必要がある。従って、化学品製造業のステークホルダーについて、既往の研究や考察により明確化を行った（重要なステークホルダー：「株主・投資家」「顧客」「取引先」「地域社会・一般市民」「従業員」「環境」）。そして、社会的責任という、一般概念として浸透はしているが、社会的責任の意味するところが概してあいまいな言葉を、自然災害における各々のステークホルダーのリスクの特定の検討を行いながら、客観的に理解し判断できる事項への落とし込みを行った（「人」「設備・建屋・インフラ・資産」「環境」「製品（供給）」「製品（品質）」「投資」「コスト」「信頼性」）。更にその後のリスク分析、リスク評価、リスク対応の施策の決定、有効性の確認についても、一貫して具体的に落とし込みを行った社会的責任を理解し判断できる事項で展開した。なお、検討を進めるうえで、第2章自然災害の振り返りで見えた教訓に、さらに考察を加えプロセスの構築に活用した。

第5章で、第4章で構築した、社会的責任視点を加えた化学品製造業の自然災害リスクマネジメント手法を、実際の化学品製造業の工場へ適用し、その有効性を検証した。本手法を用いて自然災害として地震による津波に対するリスクマネジメントを展開し、リスク対応として、津波避難タワーと防潮堤を建設することを決定し、リスク低減した設備を社会実装したことで、有効性が確認され目的を達成することができた。手法を展開する上で気を付けるべき事項（リスク見積もりの精度、信頼性、現場離脱避難後の避難解除）についても論じた。

本研究成果を用いて、自然災害に課題認識を持っている、或いは実際に対応を検討しようとしている研究者や化学品製造業の担当者、工場長等へ役立てられることを期待する。

## 目次

第1章 緒論	1
1.1 緒言	1
1.2 本研究の目的	2
参考文献	3
第2章 社会的責任の観点に基づく自然災害事例からの教訓抽出	4
2.1 緒言	4
2.2 日本の自然災害と自然災害の歴史	4
2.3 自然災害と自然災害に対する取り組み	9
2.4 2011年の東日本大震災から得られた教訓	11
参考文献	14
第3章 社会的責任の観点に基づくパンデミック事例からの教訓抽出	17
3.1 緒言	17
3.2 生物学的自然災害の歴史	17
3.3 COVID-19の発生とその対応状況	21
3.3.1 始まりと世界の状況	21
3.3.2 日本第1波の到来と初めての緊急事態宣言(2020年3月~5月ごろ)	22
3.3.3 第2波と飲食店への時短要請(2020年7月~8月ごろ)	23
3.3.4 第3波と2回目の緊急事態宣言とワクチン接種の開始 (2020年11月~2021年3月ごろ)	23
3.3.5 第4波と「蔓延防止等重点措置」の初実施と第三回目の「緊急事態宣言」と 「アルファ株」(2021年3月~6月ごろ)	24
3.3.6 第5波と「デルタ株」と4回目の緊急事態宣言(2021年7月~9月ごろ)	25
3.3.7 第6波と「オミクロン株」(2022年1月~)	26
3.4 パンデミックの特長	32
3.5 COVID-19から得られた教訓	33
参考文献	37

## 第4章 社会的責任視点を加えた自然災害リスクマネジメントプロセスの

構築と展開	41
4.1 緒言	41
4.2 化学品製造業のステークホルダーとステークホルダーから見たリスク	42
4.2.1 化学品製造業のステークホルダー	42
4.2.2 化学品製造業のリスクマネジメントの課題	50
4.2.3 ステークホルダーから見たリスク	53
4.3 化学品製造業の社会的責任	55
4.3.1 社会的責任	55
4.3.2 化学品製造業の社会的責任	57
4.4 社会的責任の視点を取り入れたリスクマネジメントプロセス	59
4.4.1 自然災害の特定	59
4.4.2 リスクの特定	59
4.4.3 リスク分析	64
4.4.3.1 リスクの大きさ	64
4.4.3.2 リスク分析	64
4.4.4 リスク評価	67
4.4.5 リスク対応	69
4.4.5.1 リスク対応	69
4.4.5.2 リスク対応の有効性の評価	72
4.5 まとめ	73
参考文献	74

## 第5章 社会的責任視点を加えたリスクマネジメントの適用事例

5.1 緒言	76
5.2 進め方	76
5.3 事例によるリスクマネジメントプロセスの検証	76
5.3.1 企業組織と工場長	76
5.3.2 ステークホルダー	80
5.3.3 社会的責任	80
5.3.4 自然災害の特定:地震発生による津波	80
5.3.5 対象拠点	80
5.3.6 リスクの特定	82

5.3.7 津波リスク分析 -----	85
5.3.7.1 津波の大きさ -----	85
5.3.7.2 リスク分析 -----	87
5.3.8 リスク評価 -----	88
5.3.9 リスク対応 -----	89
5.3.9.1 レベル2 津波 -----	89
5.3.9.2 レベル1 津波 -----	92
5.3.9.3 レベル1 およびレベル2 の津波に対する対策の有効性 -----	98
5.3.9.4 避難の考察 -----	100
5.3.10 まとめ -----	103
参考文献 -----	105
第6章 結論 -----	107
6.1 本研究の成果-----	107
研究成果 -----	110
謝辞 -----	111

## 第1章 緒論

### 1.1 緒言

化学品製造業における、保安事故、環境安全事故、労働災害の発生は、自社のみならず、周囲に多大な影響を及ぼす可能性があり、それらを引き起こした製造業は、経営責任を疑われ、業績にも影響を及ぼすことも少なくない。そのため、防災対策を中心に、災害の発生を低減させるため、各製造業とも安全管理体制の構築を図っている。

一方、地球温暖化に伴う異常気象（豪雨、台風等）により、国内での自然災害に伴う甚大な被害が近年多数顕在化している。また、2011年の東日本大震災のよう地震や地震により発生する津波により、製造業は生産部場内の内部で発生する災害を抑えるだけでなく、外部に起因する自然災害に対する取り組みについてもますます注力を注ぐ重要性が増してきている。

自然災害の影響は、一般的に産業事故災害に比べて広範囲に及ぶ。従って、影響を及ぼすであろう化学品製造業のステークホルダーを、より認識しながら、リスクマネジメントを実施していく必要がある。そのためには、製造業として社会から求められていることは何かをきちっと理解し対応を進める必要があると考えた。

それに関連する事項としては、製造業等の企業は、単に収益をあげるだけでなく、取り巻く社会に対して「社会的責任を果たす」ことが世界的な潮流になっている[1]。そこで、「社会的責任」の視点でリスクマネジメントを行うことで、社会から求められていることを理解しきちっとした対応を行うことが可能であると考えた。そのためには、化学品製造業のステークホルダーをしっかりと把握し、リスクの特定から対応までのマネジメントを実行する必要がある。しかしながら、「社会的責任」は、一般概念として浸透はしているが社会的責任の意味するところが概してあいまいであり、リスクマネジメントにおける検討事項について、客観的に判断するには、一般概念のままでは難しい。本研究では、「社会的責任」を客観的に理解し判断できる事項の落とし込みを検討し、一連のマネジメント手法を構築した。なおその過程で、生物学的自然災害で、直近全世界で猛威を振るっている COVID-19 と、2011年の東日本大震災を中心とした水気象学系地質学系の自然災害での教訓を活用した。

第5章で、構築した社会的責任の視点を加えた自然災害リスクマネジメントプロセスを展開し、その有効性を検証した。検討した結果は「津波避難タワー」「防潮堤」として社会実装されている。なお検証を終えてみえてきた、手法を展開する上で気を付けるべき事項についても論じた。

## 1.2 本研究の目的

本研究の目的は、化学品製造業の企業が抱えている、自然災害リスクマネジメントについて、製造業が問われている社会的責任に着目し、その視点でリスクマネジメントを展開するプロセスを提案することである。その結果、本研究のプロセスで展開し実行したアセスメントやリスク対応は、社会的責任を果たす活動に通ずると考えられる。

参考文献

- [1] 中小企業庁, “「CSR」で会社が変わる、社会が変わる” (2016),  
[https://www.chusho.meti.go.jp/soudan/jinken\\_pamf/download/110623CSR-K.pdf](https://www.chusho.meti.go.jp/soudan/jinken_pamf/download/110623CSR-K.pdf) (2022 年  
6 月 30 日)

## 第2章 社会的責任の観点に基づく自然災害事例からの教訓抽出

### 2.1 緒言

本章では、自然災害として一般的に認識されている、水気象学系・地質学系の自然災害について概説し、日本では地震が最も被害額が大きい自然災害であること、その地震で甚大な被害をもたらした2011年の東日本大震災を振り返り、化学工場の被害の原因は、地震より津波の影響の方が大きいことを示した。最後に東日本大震災の様々な被害から得られた教訓の中から社会的責任の観点に基づいた教訓を抽出する。

### 2.2 日本の自然災害と自然災害の歴史

日本は、その位置、地形、地質、気象などの自然的条件から、台風、豪雨、豪雪、洪水、土砂災害、地震、津波、火山噴火などによる水気象学系、地質学系の自然災害が発生しやすい国土である。自然災害としては、上記の他に、地盤の液状化、雷、竜巻、猛暑、干ばつなどがあり、単独で起こる場合と、地震と津波、台風と高潮・洪水、火山と津波といった組み合わせで影響が大きくなることもある。平成22年の防災白書によると、世界全体に占める日本の災害発生の世界に対する割合は、2000年～2009年に発生したマグニチュード6以上の地震回数で20.5%、1979年～2008年の災害被害額で11.9%など、世界の0.25%の国土面積に比して、非常に高くなっている[1]。

上田は、国連大学のWorld Risk Report (2011)の調査結果を引用し、主要国の主要国の自然災害指標(図2.1)を示し日本の自然災害のリスクの高さを述べている[2]。ここで、①被災可能性とは、1970～2005年の被災データから推定した1年間に地震、嵐、洪水、干ばつに見舞われる可能性のある人数と、今後2100年にかけての温暖化による1mの海面上昇の影響をこうむると想定される毎年の人数を足したものであり(総人口比)、②災害に対する脆弱性とは、a. 上水道、栄養、所得、格差などの低水準による災害の影響の受けやすさ、b. 行政、医療、損害保険などの低水準による災害への対応・対処能力のなさ、c. 教育、ジェンダー、環境保護、医療費などの低水準による将来的な環境変化・気候変動への予防・適応能力のなさの3つの指標から計算されており、③自然災害リスクは、上記①被災可能性と②災害に対する脆弱性の要因の積から算出している。国民一人一人が毎年自然災害に遭う可能性が約4割とは、かなり高い数字であるが、数字そのものの納得感よりも、同じ指標で各国を比較した結果に意義を見出すものとする。日本は主要先進国11か国中、自然災害リスク率は第1位(指数11.1)、被災可能性も1位(指数39.6)で2位のイタリアの約3倍である。このように、日本は世界の中で極めて自然災害に見舞われやすいことがわかる。

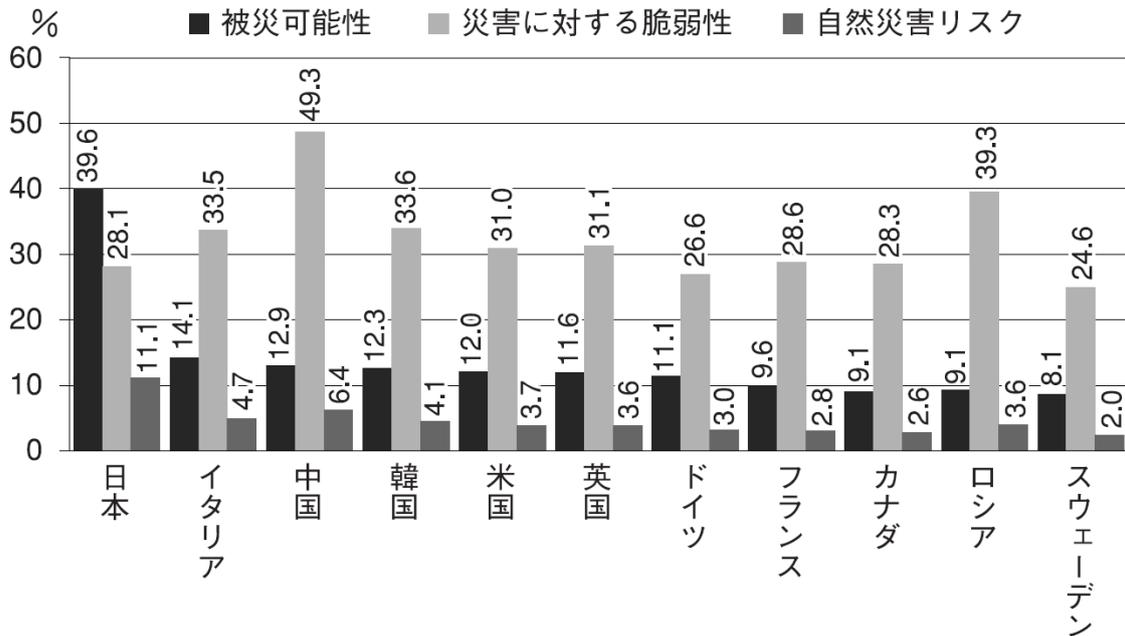


図 2.1 主要国の自然災害指標

日本の自然災害の歴史[3]は、震災において記録に残っている古いものでは、今から凡そ 1400 年以上前の西暦 599 年（推古 599 年）に、奈良県北部での地震で倒壊家屋被害が発生している。津波については、西暦 684 年（天武 13 年）に、南海トラフ沿いの巨大地震と思われる M8 の白鳳地震により、津波が来襲して土佐の船多数沈没し、土佐で田苑約 12km<sup>2</sup> が沈下して海となっている。風水害については、1757 年（宝暦 7 年）に、蔵王で昼夜降り続いた大雨で信濃川から出水し平地より約 1.8m の水位の洪水となり、長浜藩のこの年の収穫高は例年の 6 割となった。火山災害については、781 年（天応 1 年）に富士山が噴火し、降灰で灰の及んだところでは木の葉が全て枯れた。

このように、日本では古くから種々の自然災害が発生している。1985 年～2018 年のその自然災害の種類と被害の程度について、中小企業庁が報告している[4]。発生件数は「台風」が 57.1% で最も多く、次いで「地震」、「洪水」である。一方被害額では、ひとたび発生すれば、広域に甚大な被害をもたらす「地震」が圧倒的で 8 割超えである（図 2.2）。件数と被害の推移についても論じている。自然災害の発生件数は、変動を伴いながら、増加傾向にあり、阪神・淡路大震災（1995 年）、東日本大震災（2011 年）の発生時には、大規模な被害をもたらしている（図 2.3）。

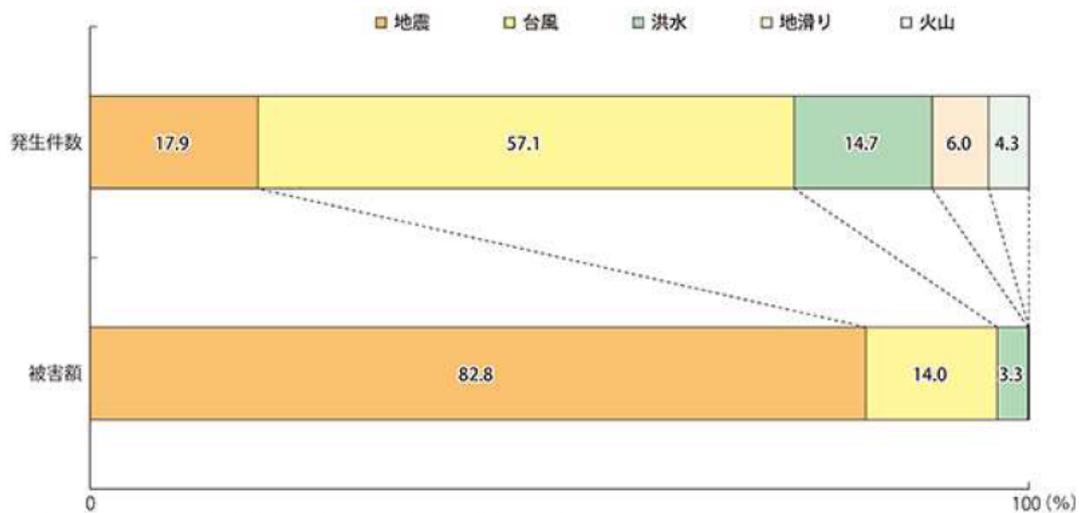


図 2.2 我が国における自然災害の発生件数及び被害額の災害別割合



図 2.3 我が国の自然災害の件数と被害額の推移

直近 5 年の日本における自然災害の発生と被害の状況を、阪神淡路大震災、東日本大震災とともに表 2.1 に示した[5-12]。自然災害によって、火災や化学物質の流出、爆発などの産業事故が発生している。

表 2.1 直近の自然災害の発生と被害の状況

発生年月	自然災害	名称	場所	被害概要	工場被害・影響
1995年1月	地震	阪神・淡路大震災	兵庫県 阪神・淡路	M7.3、16.7mの津波、死者6,434、全壊104,906棟	
2011年3月	地震・津波	東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）	東日本	M9.0、15,000人以上の死者、行方不明者7,400人以上、全壊103,981戸	福島第一原子力発電所事故
2017年7月	豪雨	平成29年7月九州北部豪雨	九州北部	死者41名	
2018年6月	地震	大阪府北部地震	大阪・京都	M6.1、死者6名、全壊21棟、停電17万戸	
2018年7月	豪雨	平成30年7月豪雨	西日本	死者263名、全壊6,783棟	岡山でアルミニウム溶解炉が水蒸気爆発
2018年8月	猛暑	2018年の猛暑	東京、埼玉、岐阜、新潟など	約40日間、最大41°C、熱中症死者133名	
2018年9月	台風	平成30年台風21号	近畿・東海・北陸・北海道	死者14名、68棟	空港燃料タンカー関西国際空港連絡橋衝突し一部破損
2018年9月	地震	北海道胆振東部地震	北海道	M6.7、死者41名、全壊409棟、停電300万戸	製鉄所と発電所で火災発生
2019年8月	豪雨	令和元年8月の前線に伴う大雨	九州北部	死者4名、全壊95棟	杵島郡鉄工所から熱処理油11万リットル流出
2019年9月	台風	令和元年台	関東	全壊342棟、停電	千葉で停電長

		風 15 号		93 万戸	期化、山倉ダム 水上メガソー ラが破壊火災
2019年10月	台風	令和元年台 風19号	関東～岩 手	死者 99 名、全壊 3,081 棟、停電 52 万戸	郡山メッキ工 場から毒物シ アン化合物流 出
2020年7月	豪雨	令和2年7月 豪雨	熊本県中 心	死者 84 名、全壊 1,621 棟、	
2021年2月	地震	福島県沖地 震	福島県沖	M7.3、20cm の津 波、死者 3 名、全壊 21 棟	東北新幹線脱 線
2021年7月	土砂	熱海市伊豆 山土石流災 害	熱海市伊 豆山	死者 27 名、全壊 53 棟	
2021年8月	豪雨	令和3年8 月の大雨	西日本	死者 13 名、全壊 43 棟	

### 2.3 自然災害と自然災害に対する取り組み

気候変動に伴う自然災害は、人命やインフラに大きなリスクをもたらす。これらは過去数十年にわたって大きな問題となっており、事故データベースの研究、自然災害から得られる教訓、洪水や強風のリスク評価、自然災害がもたらす産業事故への対策立案など、様々な方法で調査が行われてきた。Cruz と Suarez-Paba は、自然災害に関連する研究論文、文書記録、事故報告書をレビューし、事象を地質学的ハザード、水文気象学的ハザード、マルチハザード・クロスカッティングの3つのハザードカテゴリーに分類した[13]。熊崎らは、予備設計段階でのナテックのリスク評価を支援するために、日本の新聞のデータベースを用いて、異なる種類の自然災害とその物理的影響の関係をまとめた[14]。Mesa-Gómez らは、単一災害と複合災害の観点から、自然災害に関する研究の文献調査を行った[15]。Ricci らは、事故データベースを用いて、自然災害がもたらす産業事故について、自然災害、化学災害、事故シナリオに分類している[16]。このような文献調査や分類は、今後のリスク管理や緩和策を概念的に理解し、策定するために有効である。さらに、自然災害がもたらす被害から得られた教訓は、インフラや公共施設を大災害から守るための効果的な対策を講じる上で非常に重要である。例えば、2005年に米国を襲ったハリケーン・カトリーナとリタ、そして2017年のハービーを分析した結果、強風と高潮による被害の過程が明らかになった[17-20]。荒木らは、2018年に日本のアルミニウム工場で発生した洪水による爆発事故による被害と避難活動について報告している。彼らの研究では、自然災害の発生前および発生時に、化学物質の危険性、事故のリスク、初動対応の手順に関する情報を企業、地方自治体、一般市民の間で共有することの重要性が強調されている[21]。また、地震、洪水、大風、雷、山火事などの自然災害リスクを正確に分析するために、リスク評価が行われ、標準的な手法が開発された[22-29]。また、適切なリスク管理と軽減のために、自然災害リスクに対する対策と予防措置も検討された。Mannan 教授が開発した概念である安全の三要素は、化学産業に影響を与える気候の極端な変化に備えるために適用され、安全システムの欠陥を特定するのに有効であった[30]。Misuri らは、地震や洪水のリスクに対する安全バリアの性能を定量的に評価し、定量的なリスク評価のためにアクティブバリアとパッシブバリアの故障確率を算出した[31]。ピローネらは、地域規模の意識と備えについて考察し、チェックリスト、化学会社へのアンケート、地域の計画者のための脆弱性特定のためのリスク評価を用いたツールを開発した[32]。前述の研究は、自然災害リスクの包括的な低減に大きく貢献している。しかし、今後、自然災害リスクの管理と軽減のための情報、知識、方法論を効果的に改善していくためには、具体的なケーススタディが不可欠である。

最も有名な自然災害の一つに、2011年の東日本大震災がある。この地震によって引き起こされた大規模な津波は、人命、家屋、土地利用、農業、漁業、物流、そして福島第一原子力発電所などに甚大な被害をもたらした。北郷は、地震と津波によって引き起こされた火災の数をまとめ、津波による火災が都市部の火災のリスクをエスカレートさせていることを指摘した[33]。東日本大震災による被害の総額は約 16 兆 9000 億円[34]と推定され、これ

は日本の 2010 年度の年間予算の 18%に相当する[35]。このような物理的、財政的、社会的に極めて大きな被害をもたらす複合災害は、日本では過去に経験したことがなかった。製造業の企業は、地震とそれに続く津波によって甚大な被害を受けた。

中條は、製造業の企業・事務所を対象に、事業中断の原因とそれに対応する復旧時間を調査し、復旧作業が半年以上に及んだ最も深刻な原因は津波であると結論づけた[36]。また、多数の化学工場（正確には 3,341 工場）が大きな被害を受け、その原因は、津波が 55%、地震が 42%、原因不明が 3%となっている[37]。例えば、地震による製油所の火災・爆発と大津波により、高圧ガスの貯蔵タンクや輸送用のトラクター・トレーラが損傷し、封じ込めができなくなった[38]。千葉県で発生した LPG の沸騰液膨張蒸気爆発は、地震が原因であり、誘発された火災は 11 日間燃え続けた[39-42]。これらの驚異的な災害は自然災害がもたらした産業事故である。日本政府と日本の化学企業は、東日本大震災の被害から多くを学び、地震や津波に対する規制、標準作業指針、安全対策などの対応策を見直した。前述の学術的な研究や規制の改正は調査・報告・実施された。

## 2.4 2011年の東日本大震災から得られた教訓

日本では、2011年に発生した地震と津波による被害を防止・軽減できなかったことから、既存の規制の一部が改正され、新しい規制がいくつか設けられた。災害から国土、国民の生命、身体、財産を守るための基本原則である防災基本法は、国民の適切な保護と安全な避難により、災害時の地域社会の対応を向上させるため、2014年に改正された。また、津波対策を総合的かつ効果的に推進し、社会秩序の維持及び公共の福祉の確保に寄与することを目的として、2017年に「津波災害対策の推進に関する法律」が制定された。また、2018年には、南海トラフ巨大地震の予防・軽減対策の充実を図るため、「南海トラフ地震対策の高度化に関する特別措置法」が改正された。このような自然災害対策の進展により、化学企業における自然災害に対する予防・緩和戦略が大きく変化してきている。

日本の化学工業における防災戦略は、2011年の地震と津波によって大きく変化した。2013年に化学・石油コンビナート防災指針が改訂され、地震や津波が可燃性液体や高圧ガスの貯蔵タンクに与える影響を定量的に評価するようになった[43]。公表されたガイドラインでは、特に化学会社に対して潜在的な津波被害の評価を義務付けており、津波の浸水高さの推定、津波発生前の緊急停止の方法、安全な場所への避難方法などの情報を収集し、従業員と共有することを求めている。大場らは、福島県のクレハ株式会社が運営するいわき化学工場の地震による被害から得られた教訓をまとめている[44]。その教訓をカテゴリー別に分類し、それぞれのカテゴリーで必要な改善点を以下のように明らかにした。

- 防災：地震・津波・地盤の液状化対策として、耐震プロセス設計、水道・電気などの多重化されたユーティリティーへの備え、壊滅的な結果のリスク評価、低頻度事象への対応など。
- 軽減：化学物質の漏洩や有害物質の拡散を防止するための緊急停止プロトコルの実施。
- 対応：緊急時の対応においてより安全な役割を果たすための従業員教育と緊急時対応マニュアルの作成。コミュニケーション 自治体、消防署、化学会社の定期的な連携。

三島は、茨城県にある鹿島の化学工場での効果的な復旧対応を明らかにした。プロセスを迅速に復旧させるためには、電気、窒素、蒸気、水などのユーティリティーが重要である[45]。以上は主に保安管理という視点での教訓である。

一方、自然災害によって被災する懸念があるとき或いは被災した時に、第一に実施すべきことは人命確保であり、その時の行動は避難である。関谷は、ハザードを想定し、それに備えるという土木建造物の建築などの「ハード対策」と対比させて、ハザードマップを使ってハザードを人々に伝えること、訓練・防災教育を行うこと、災害時に警報や避難に関する情報を伝えること、人に逃げてもらおう、といった人々の意識啓発によって被害を減らす動きを「ソフト対策」と言い、最終的に住民に求められるソフト対策とは、「避難」のことであるが、この避難については、あまりにも素朴にしか理解されていないと述べて

いる[46]。また、自然災害に対する住民の避難については、東日本大震災における避難行動等に関する調査が行われ、その結果が報告されている[47]。津波行動パターンと津波との遭遇の関係から、安全に避難するには早期退避が必要であることが示されている。中央防災会議、内閣府、日本政府は、2011年3月11日に発生した津波による壊滅的な被害の教訓を検討し、報告書[48]の中で津波リスク処理の新たな視点を提案した。その中で明らかになった重大な問題点は、津波の規模が過小評価されていたこと、地震や津波に対する人間の備えや行動、コミュニケーションが十分ではなかったこと、その結果、津波が人々や地域社会に与える社会的影響が大きくなったことであった。最大クラスの津波に対しては、被害の最小化を主眼とする「減災」の考え方にに基づき対策を講ずることが重要であり、そのため、海岸保全施設等のハード対策によって津波による被害をできるだけ軽減するとともに、それを超える津波に対しては、避難することを中心とするソフト対策を重視しなければならないと論じている。

東日本大震災の様々な被害から得られた教訓を、4つにまとめた。

- 1) 大規模な地震や津波は、死亡者やプロセスの中断などの被害をもたらしている。そのため、今後発生が予想される自然災害については、過去の教訓を踏まえて再評価する必要があると考える。
- 2) 商品の流通や原材料の購入など、直接的・間接的にビジネスに支障をきたしている。そのため、化学企業は自然災害発生後の事業継続のためにしっかりとした準備をしておく必要がある。
- 3) 東日本大震災による様々な被害は、技術システムに関連する未知のリスクを、地域社会や一般市民にもたらした。したがって、火災、爆発、有害物質の放出などのリスクにさらされている化学品を製造する企業は、災害前、災害中、災害後に、リスクの軽減や管理に関する情報を定期的にプレスリリースし、企業、地域社会、一般市民の間でコミュニケーションを図ることで、企業の社会的責任を維持、満足させる必要がある。
- 4) 最大クラスの津波に対しては、被害の最小化を主眼とする「減災」の考え方にに基づき対策を講ずることが重要であり、そのため、海岸保全施設等のハード対策によって津波による被害をできるだけ軽減するとともに、それを超える津波に対しては、避難することを中心とするソフト対策を重視しなければならない。

社会的責任に基づいた自然災害マネジメントとしての教訓は、ひとつは、上記1)、4)の被災後のリスクの影響を軽減するという視点で、社会的責任(詳細は第4章で論じる)の一つの要素である事業継続への準備をしっかりと行うということと、一つの要素である人命を守るとことに対する避難を重視する姿勢である。これらについては第4章の社会的責任を検討する中で反映させていく。

もう一つは、上記3)の化学品を製造する企業の特徴である、火災、爆発、有害物質の放

出などのリスクに関して、まずは災害前、災害中、災害後のリスクの軽減対応について管理する必要があるということである。これについても第 4 章の中で反映させていくが、その中で化学品製造業のリスクマネジメントの課題の項目でより詳細に論じる。

## 参考文献

- [1] 内閣府, 平成 22 年度版防災白書
- [2] 上田和勇, 自然災害多発国日本の現代的リスク教育の在り方, 危険と管理, 44 卷(2013)
- [3] 内閣府, 過去の災害一覧, <https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/kyoukunnokeishou/1/>  
(2022 年 6 月 30 日)
- [4] 中小企業庁, 我が国における自然災害の発生状況, 2019 年度版「中小企業白書」
- [5] 中村順, 自然災害による産業事故について, 安全工学研究所, SE report, 198, March,  
(2020)
- [6] 内閣府, 特集 東日本大震災,  
[https://www.bousai.go.jp/kohou/kouhoubousai/h23/63/special\\_01.html](https://www.bousai.go.jp/kohou/kouhoubousai/h23/63/special_01.html) (2022 年 6 月 30  
日)
- [7] 内閣府, 阪神・淡路大震災教訓情報資料集阪神・淡路大震災の概要  
[https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/hanshin\\_awaji/earthquake/index.html](https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/hanshin_awaji/earthquake/index.html) (2022 年 6  
月 30 日)
- [8] 内閣府, (令和 3 年 2 月 22 日) 福島県沖を震源とする地震に係る被害状況等につい  
て, [https://www.bousai.go.jp/updates/r3fukushima\\_eq\\_0213/index.html](https://www.bousai.go.jp/updates/r3fukushima_eq_0213/index.html) (2022 年 6 月 30  
日)
- [9] 静岡県公式ホームページ, (令和 4 年 3 月 17 日) 熱海市伊豆山地区土砂災害の被害と  
対応について (総括情報), [https://www.pref.shizuoka.jp/kinkyu/r3\\_atami\\_dosyasaigai.html](https://www.pref.shizuoka.jp/kinkyu/r3_atami_dosyasaigai.html)  
(2022 年 6 月 30 日)
- [10] 内閣府, (令和 3 年 12 月 14 日) 令和 3 年 8 月の大雨による被害状況等について,  
[https://www.bousai.go.jp/updates/r3\\_08ooame/index.html](https://www.bousai.go.jp/updates/r3_08ooame/index.html) (2022 年 6 月 30 日)
- [11] 内閣府, 平成 29 年 7 月九州北部豪雨災害を踏まえた避難に関する検討会, (平成 29  
年 10 月 30 日) 平成 29 年 7 月九州北部豪雨の被害状況,  
[https://www.bousai.go.jp/fusuigai/kyusyu\\_hinan/](https://www.bousai.go.jp/fusuigai/kyusyu_hinan/) (2022 年 6 月 30 日)
- [12] 国土交通省, 第 1 節東日本大震災の発生, 平成 22 年国土交通白書
- [13] Cruz A. M, Suarez-Paba M. C. Advances in Natech research: An overview. *Progress in Disaster  
Science*, 2019;1:100013
- [14] Kumasaki M, Hara T, Nakajima N, Wada Y, Makino R. The classification of physical effects  
from natural hazards for Natech risk assessment based on a Japanese database. *J Loss Prevent  
Process Indust.* 2017;50:308-316.
- [15] Mesa-Gómez A, Casal J, Muñoz F. Risk analysis in Natech events: State of the art. *J Loss  
Prevent Process Indust.* 2020;64:104071.
- [16] Ricci F, Casson Moreno V, Cozzani V. A comprehensive analysis of the occurrence of Natech  
events in the process industry. *Process Saf Environ Prot.* 2021;147:703-713.

- [17] Sanders R E. Expect the unexpected when thinking extreme weather. *Process Saf Prog.* 2019;38(3):e12082
- [18] Bailey J R, Levitan M L. Lessons learned and mitigation options for hurricanes. *Process Saf Prog.* 2008;27(1):41-47.
- [19] Harris S. P, Wilson D. O. Mitigating Hurricane storm surge perils at the DeLisle Plant. *Process Saf Prog.* 2008;27(3):177-184.
- [20] Misuri A, Casson Moreno V, Quddus N, Cozzani V. Lessons learnt from the impact of hurricane Harvey on the chemical and process industry. *Reliab Eng Syst Saf.* 2019;190:106521.
- [21] Araki Y, Hokugo A, Pinheiro A. T. K, Ohtsu N, Cruz A. M. Explosion at an aluminum factory caused by the July 2018 Japan floods: Investigation of damages and evacuation activities. *J Loss Prevent Process Indust.* 2021;69:104352.
- [22] Cozzani V, Antonioni G, Landucci G, Tugnoli A, Bonvicini S, Spadoni G. Quantitative assessment of domino and NaTech scenarios in complex industrial areas. *J Loss Prevent Process Indust.* 2014;28:10-22.
- [23] Naderpour M, Khakzad N. Texas LPG fire: Domino effects triggered by natural hazards. *Process Saf Environ Prot.* 2018;116:354-364.
- [24] Misuri A, Antonioni G, Cozzani V. Quantitative risk assessment of domino effect in Natech scenarios triggered by lightning. *J Loss Prevent Process Indust.* 2020;64:104095.
- [25] Olivar O J R, Mayorga S Z, Giraldo F M, Sánchez-Silva M, Pinelli J-P, Salzano E. The effects of extreme winds on atmospheric storage tanks. *Reliab Eng Syst Saf.* 2020;195:106686
- [26] Kytomaa H K, Boehm P, Osteraas J, Haddad B, Hacker J, Gilman L, Jampole E, Murphy P, Souri, S. An integrated method for quantifying and managing extreme weather risks and liabilities for industrial infrastructure and operations. *Process Saf Prog.* 2019;38(3):e12087.
- [27] Khakzad N, Dadashzadeh M, Reniers, G. Quantitative assessment of wildfire risk in oil facilities. *J Environ Manage.* 2018;223:433-443.
- [28] Cheng Y, Luo Y. Analysis of Natech risk induced by lightning strikes in floating roof tanks based on the Bayesian network model. *Process Saf Prog.* 2020;40(1):e12164
- [29] Cheng Y, Luo Y. Analysis of Natech risk induced by lightning strikes in floating roof tanks based on the Bayesian network model. *Process Saf Prog.* 2020;40(1):e12164
- [30] Parker T, Shen R, O'Connor M, Wang Q. Application of safety triad in preparation for climate extremes affecting the process industries. *Process Saf Prog.* 2019;38(3):e12091
- [31] Misuri A, Landucci G, Cozzani V. Assessment of safety barrier performance in Natech scenarios. *Reliab Eng Syst Saf.* 2020;193:106597.
- [32] Pilone E, Casson Moreno V, Cozzani V, Demichela M. Climate change and NaTech events: A step towards local-scale awareness and preparedness. *Saf Science.* 2021;139:105264

- [33] Hokugo A. Mechanism of Tsunami Fires after the Great East Japan Earthquake 2011 and Evacuation from the Tsunami Fires. *Procedia Engineering*. 2013;62:140-153.
- [34] 内閣府, 附属資料 19 東日本大震災における被害額の推計, 平成 28 年版 防災白書
- [35] 財務省, 平成 22 年度一般会計歳入歳出概算,
- [36] 仲条 仁, 藤井 琢哉, 石川 良文, 東日本大震災における製造業の生産停止被害に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 69 (5) (2013)
- [37] 総務省, 東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書, 平成 23 年 12 月 22 日
- [38] Commerce, Distribution and Industrial Safety Policy Group, Ministry of Economy, Trade and Industry, [https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan\\_shohi/pdf/hoan\\_pdf/002\\_02\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/pdf/hoan_pdf/002_02_00.pdf), in Japanese, Access on 15 June 2021
- [39] Cosmo Oil Co., Ltd. Emergency response during fires and explosions of LPG tanks caused by the 2011 Great East Japan Earthquake. *Safety & Tomorrow*. 2012;143:27-38, in Japanese.
- [40] Dobashi R. Fire and explosion disasters occurred due to the Great East Japan Earthquake (March 11, 2011). *J Loss Prevent Process Indust.* 2014;31: 121-126.
- [41] Li X, Koseki H, Sam Mannan M. Case study: Assessment on large scale LPG BLEVEs in the 2011 Tohoku earthquakes. *J Loss Prevent Process Indust.* 2015;35:257-266.
- [42] 中村昌充, 東日本大震災と化学プラント, 安全工学, 50 (6) (2011)
- [43] Fire and Disaster Management Agency of the Ministry of Internal Affairs and Communications, [https://www.fdma.go.jp/singi\\_kento/kento/items/kento100\\_44\\_houkokusho\\_assessment.pdf](https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/kento100_44_houkokusho_assessment.pdf), in Japanese, Access on 15 June 2021
- [44] Oba H, Matsukawa K, Wada Y, Ookubo G, Takagi N. Safety of chemical processing facilities leaned from the big earthquake disaster in Japan, *J Japan Society for Safety Engineering*. 2013;53(1):2-10, in Japanese
- [45] 三島信行, 東日本大震災「鹿島事業所プラント停止と再稼働」, 計測と制御, 53(2) (2014)
- [46] 関谷直也, 東日本大震災における「避難」の諸問題にみる日本の防災対策の陥穽, 土木工学論文集 F6(安全問題), 68(2) (2012)
- [47] 内閣府, 平成 23 年東日本大震災における避難行動等に関する面接調査 (分析結果), <https://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/tohokukyokun/7/pdf/1.pdf> (2022 年 6 月 30 日)
- [48] 内閣府, 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告, 平成 23 年 9 月 28 日

## 第3章 社会的責任の観点に基づくパンデミック事例からの教訓抽出

### 3.1 緒言

直近で、日本だけでなく全世界で猛威を振るっているリスクとして、パンデミックとしてのCOVID-19がある。COVID-19のような新型インフルエンザは、災害の大きなくくりの分類では、生物学系の自然災害に分類される。

本章では、COVID-19の発生とその対応状況を振り返りながら、社会的責任の観点に基づいた教訓を抽出する。

### 3.2 生物学的自然災害の歴史

災害の分類について、國井らは、原因は多種多様であるが、古典的には自然災害と、人為災害に分類できると述べており、具体的に表3.1のように示している[1]。

表3.1 災害の原因と分類

自然災害	
① 水気象学系	サイクロン、洪水、干ばつ、高潮など
② 地質学系	地震、津波、火山噴火など
③ 生物学系	疫病、SARS、新型インフルエンザなど
人為災害	
① 都市災害	大気汚染、水質汚濁、地盤沈下、火災など
② 産業災害	工場・鉱山・土建現場などの施設災害、労働災害、放射線災害など
③ 交通災害	陸上交通・飛行機事故、船舶事故など
④ 管理災害	設計・計画のずさん、施工劣悪、管理不備・怠慢、行政処置の不当
⑤ 環境災害	など
⑥ 紛争災害	ヘイズやアラブ海などの環境破壊が誘発した災害
⑦ CBRNE 災害	国境紛争・内戦など Chemical (化学)・Biological (生物)・Radiological (放射性物質)・Nuclear (核)・Explosive (爆発物)

また、ベルギーブリュッセルのルーベンカトリック大学公衆衛生学部の災害疫学研究センター (CRED) が管理する、1900年からの世界の2万件以上の災害の発生と影響に関する重要なデータベースであるEM-DAT[2]では、災害を表3.2のように分類している。

表 3.2 災害の一般的な分類

Disaster Group	Subgroup	Definition	Disaster Main Type
Natural	Geophysical	A hazard originating from solid earth. This term is used interchangeably with the term geological hazard	Earthquake, Mass Movement (dry), Volcanic activity
	Meteorological	A hazard caused by short-lived, micro- to meso-scale extreme weather and atmospheric conditions that last from minutes to days.	Extreme Temperature, Fog, Storm
	Hydrological	A hazard caused by the occurrence, movement, and distribution of surface and subsurface freshwater and saltwater.	Flood, Landslide, Wave action
	Climatological	A hazard caused by long-lived, meso- to macro-scale atmospheric processes ranging from intra-seasonal to multi-decadal climate variability.	Drought, Glacial Lake Outburst, Wildfire
	Biological	A hazard caused by the exposure to living organisms and their toxic substances (e.g. venom, mold) or vector-borne diseases that they may carry. Examples are venomous wildlife and insects, poisonous plants, and mosquitoes carrying disease-causing agents such as parasites, bacteria, or viruses (e.g. malaria).	Epidemic, Insect infestation, Animal Accident
	Extraterrestrial	A hazard caused by asteroids, meteoroids, and comets as they pass near-earth, enter the Earth's atmosphere, and/or strike the Earth, and by changes in interplanetary conditions that effect the Earth's	Impact, Space weather

		magnetosphere, ionosphere, and thermosphere.	
Technological	Industrial accident		Chemical spill, Collapse, Explosion, Fire, Gas leak, Poisoning, Radiation, Oil spill, Other
	Transport accident		Air, Road, Rail, Water
	Miscellaneous accident		Collapse, Explosion, Fire, Other

このように、パンデミックとなった COVID-19 のような新型インフルエンザは、災害の分類の大きなくくりで見ると、生物学的な自然災害であるといえることができる。

人類は紀元前の昔から、さまざまな感染症と戦ってきた。原因も治療も十分に確立されていなかった時代には、感染症のパンデミックは歴史を変えるほどの影響を及ぼしてきた。感染症をもたらす病原体や対処方法がわかってきたのは、19 世紀後半になってからで、その後、感染症による死亡者は激減した。しかし、1970 年頃より、以前には知られてなかった新たな感染症である「新興感染症」や、過去に流行した感染症で一時は発生数が減少したものの再び出現した感染症「再興感染症」が問題となっており、発展途上国ばかりでなく先進国においても脅威となっている。

表 3.3 人類を脅かせてきた感染症[3]

感染症	時代	状況
天然痘（人類が根絶した唯一の感染症）	紀元前：エジプトのミイラに天然痘の痕跡がみられる。	50年で人口が8,000万人から1,000万人に減少
	6世紀：日本で天然痘が流行、以降周期的に流行する。	
	15世紀：コロンブスの新大陸上陸により、アメリカ大陸で大流行	
	1980年：WHOが天然痘の世界根絶宣言	
ペスト	540年ごろ：ヨーロッパの中心都市ビザンチウム（コンスタンチノーブル）に広がる	最大で1日1万人の死者が出たといわれる
	14世紀：ヨーロッパで「黒死病」と呼ばれるペスト大流行	ヨーロッパだけで全人口の1/4~1/3にあたる2,500万人の死亡といわれる
新型インフルエンザ	1918年：スペインかぜの大流行	世界で4,000万人以上が死亡（当時の世界人口18億人）したと推定
	1957年：アジアかぜの大流行	世界で200万人以上の死亡と推定
	1968年：香港かぜ大流行の大流行	世界で100万人以上の死亡と推定
	2009年：新型インフルエンザ（A/H1N1）の大流行	世界の214か国で感染確認、1万8,449人の死亡者（WHO、2010年8月1日時点）
新興感染症	1981年：エイズ（後天性免疫不全症候群、HIV）	過去20年間で6,500万人が感染、2,500万人が死亡
	1996年：プリオン病	イギリスでクロイツフェルト・ヤコブ病と狂牛病との関連性が指摘される
	1997年：高病原性鳥インフルエンザ	人での高病原性鳥インフルエンザA(H5N1)発症者397人、死亡者249人（2009年1月20日現在）
	2002年：SARS（重症急性呼吸器症候群）	9か月で患者数8,093人、死亡者774人

近年では、2002年に流行したSARS（重症急性呼吸器症候群）により、9か月で患者数が8,093人、774人が死亡したが、日本では感染者が発生していない。

一方、2020年2月11日に命名されたCOVID-19（新型コロナウイルス感染症）による全世界の累計感染者は、2022年5月31日時点で、5億2,000万人を超え、死亡者は、600万人を超えた。濃厚接触感染であるHIVを除くと、ここ50年における新型感染症の中で、世界及び日本への影響が非常に大きい感染症となってきた。

### 3.3 COVID-19 の発生とその対応状況

#### 3.3.1 始まりと世界の状況

2020年1月5日、世界保健機関（WHO）は、中国湖北省武漢市で2019年12月下旬から正体不明の肺炎の患者が継続的に観察されたと報告した[4]。その後、この新型肺炎は、後にCOVID-19と命名されたコロナウイルスによるものであることが判明した。その10日後、日本で初めて感染した日本人患者が確認された[5]。2020年1月24日、日本政府が全国民に中国湖北省への渡航を避けるよう勧告を発した[6]。2020年1月24日、中国の旧正月連休が始まった。例年、親族訪問やレジャーで広範囲に移動する期間であるため、中国国内の多くの企業が通常業務を停止した。湖北省では、省政府が春節休暇の終了時期を2020年3月10日まで延長すると発表し、人の移動が制限された。そのため、同省内の企業は休業を継続した。また、帰省していた従業員が湖北省に戻れないため、省内企業の相当数が操業の縮小や停止を余儀なくされた。

COVID-19による各国における、感染者、死者数の日々の人数及び累積の人数のデータは公開されており[4]、更に主要な国においては、その国の主要都市における累積の感染者数やワクチン接種人数が視覚化されたマップとして公開されている[7]。Vianelloら[8]は、各国政府の、渡航制限、物理的な距離の取り方、閉鎖期間の延長など、感染の拡大を抑えるために前例のない対策を講じてきたことを振り返りながら、感染症の発生を初期段階で予測できる効果的なツールの必要性を説き、イタリアの事例をもとに、緊急介入としての完全なロックダウンの実施した結果を解析している。S.H. Ebrahim[9]らは具体的な地域社会における主な緩和策として、超拡散の可能性のあるイベントの中止など社会的距離を置き、社会的接触頻度と時間を減らすことが感染を減少させることに非常に有効であり、それを極めた対策が、人が集まる場所を閉鎖させるという施策は、感染を減少させるという視点からは理解できるものであるが、その一方で、製造する企業においては、閉鎖することによる弊害、すなわち生産ができず、顧客に製品を提供できない、それによって社会的な責任を果たすことができないと述べている。

R.M. Andersonら[10]は、COVID19による死亡者数と、ウイルス拡散による経済的影響の両方を最小限に抑えることはできないであろうと述べている。従って、死亡率を可能な限り低く抑えることが個人にとっての最優先事項となるため、政府は避けられない経済的な落ち込みを改善するための対策を講じる必要がある。その感染を抑えるワクチン以外での緩和策として、中国は、検疫、社会的距離を置き、感染者を隔離することを厳格に行ったことで、流行を抑えることができた。北イタリアでは、封じ込めの対象を特定の地域、学校、集団に絞ることを行った。日本においては、第1波（或いはそれ以降）において、中国のような厳格な封じ込めをせず、またイタリアのように、特定の地域での封じ込めをせず（緊急事態宣言を全国また特定の県で実施したが、封じ込めではない）感染対応を行っていることを述べている。

中国・武漢におけるCOVID-19流行の結果に対するモデリング研究では[11]、COVID-

19 の流行の進行に対する物理的な距離を置く対策の効果について、モデルを用いて推定した。COVID-19 の流行状態を年齢層と実施した学校の閉鎖や休暇など隔離対策の関係を確認し、シミュレーションを行い、隔離対策の有効性を示している。

欧州における COVID-19 に対する非医薬品的介入の効果の推定論文[12]では、学校の閉鎖や国家的なロックダウンなどの介入を実施しており、2020 年 2 月からロックダウンが解除され始めた 2020 年 5 月 4 日までの期間について、欧州 11 カ国における主要な介入の効果进行调查した。ロックダウンが感染を減らすのに大きな効果があり、介入の主な目的は、 $R_t$ （“t 時点で 1 人の感染者が次に平均で何人にうつすか”を示す指標）を減少させることにあると記している。

イタリアにおける COVID-19 拡散の地理的状況と監禁措置の緩和への影響論文[13]では、感染拡大を抑制するために封鎖されていた社会経済活動を再開するためには、封鎖措置を選択的に緩和する効果的な方法論が必要であり、モデルを用いて、継続的な封じ込めの下で予想されるアウトブレイク(特定の区域や特定の集団において、通常予測される以上に感染症の症例数が増加していること)の展開を推定した。ロックダウン後、社会経済活動を再開するには、感染率が再び急増しないために、感染率は 20%以下にする必要がある。そのためには、高感染者の約 5.5%を毎日隔離することができる管理努力が必要で、また、既知の感染者と密接に接触したことがある人を追跡および検査することで隔離を強化することであり、場合によっては追跡アプリのような技術的進歩の助けを借りることを考える。ロックダウン解除後の施策として、教育現場を再開の視点や、大規模集会の禁止の視点も感染再発防止に寄与している。また感染防止の観点では、マスクが有効としている。

COVID-19 拡散の早期発見システムモデルの論文[14]では、重要な緩和戦略は、地域社会への緊急介入に基づく必要があり、感染症の発生を初期段階で予測できる効果的なツールの必要性を説いている。

James Sneddon は、企業の生産を継続するという視点で、従業員に安全な職場環境を提供するという継続的な責任と、企業や地域社会のニーズとのバランスを取るという、継続的な課題に対し、ボウタイ分析と LOD（ライン・オブ・ディフェンス）モデルを組み合わせた一般的なリスクマネジメント手法を適用し、対面業務の再開または継続に伴うリスクを理解し、このリスクを管理するために実施している対策が適切かつ効果的であることを確認する方法を報告している[15]

### 3.3.2 日本第 1 波の到来と初めての緊急事態宣言（2020 年 3 月～5 月ごろ）

2020 年 2 月 1 日、新型コロナウイルスに起因する肺炎が日本の法律で感染症に指定され、政府が日本国民の健康に対する重大な脅威であると考えたことが示された。この法律は、人から人へ感染する病気に対して、患者の入院や建物の消毒などの対策を講じ、その蔓延を防止・抑制することを目的としたものであった。それ以来、こまめな手洗いや消毒、マスクの着用など、徹底した感染予防対策が強く求められるようになった。また、多くの労働者に

対し、在宅勤務や時差出勤を実施し、群衆化防止に努めた。

2020年3月14日、内閣総理大臣は、感染拡大を防ぐために、密閉、密集、密接の「3つの密」を避けるようにとの警告を発した[16]。以来、「3つの密を避ける」の考え方は、徐々に日本全国に浸透してきた。2020年3月11日、WHOはCOVID-19が110カ国以上で約5,000人の死者を出し、広範な感染症を一括してパンデミックに指定したと発表した[17]。

2020年3月24日、日本政府は東京オリンピック・パラリンピックの開催を1年延期することを発表した[18]。このとき、世界の死者数は1万人を超え、日本国内の感染者数は1,000<sup>19,20</sup>人を突破していた。そこで日本政府は、日本国内の感染症警戒レベルをレベル2に引き上げ、不要不急の渡航を避け、治安情勢の変化を把握し、渡航の際には適切な安全措置をとるよう勧告を行なった。2020年3月27日、新規感染者が100人を超え、第1波が始まった[19,20]。2020年4月7日、日本政府は、人口が比較的多く、追跡不可能な感染者が平均より多い7都道府県（東京、神奈川、千葉、埼玉、大阪、兵庫、福岡）に緊急事態宣言を発令した[21]。このパンデミックによる非常事態宣言により、多くの国内工場が直接的・間接的に影響を受け、国内工場の稼働率が低下し始め、国内出張も大幅に抑制され、県を越えた移動が最小限に抑えられた。2020年4月11日、第1波のピークは720人の新規感染者であった[19,20]。経団連は、製造現場におけるCOVID-19の新規感染防止に関するガイドラインを発表した（経団連、2020年）[22]。2020年5月25日、政府は、政府の分析・評価により、緊急事態対策の必要性がなくなったと判断し、緊急事態を解除した[23]。その時点で、1日あたりの新規感染者数は50人を下回っていた[19,20]。

### 3.3.3 第2波と飲食店への時短要請（2020年7月～8月ごろ）

7月22日には、政府は「Go To トラベル」スタートした[24]。接待を伴う飲食店などの繁華街での感染例が多く報告され、そこから感染が広まったことが、政府の新型コロナ対策分科会で報告された[25]。感染者の多い東京は、酒類を提供する飲食店やカラオケに、22時までの時短営業要請をした。第2波では緊急事態宣言は発令されていない。

### 3.3.4 第3波と2回目の緊急事態宣言とワクチン接種の開始（2020年11月～2021年3月ごろ）

新規感染者が増加し始め、11月18日には新規感染者が初めて2,000人を超えた[19,20]。その後も増え続け12月31日には新規感染者が全国で4,533人、東京で1,353人といずれも過去最高更新[19,20]、政府は12月28日にGo Toトラベルを中止し、知事は年末年始の移動を慎重に行うよう呼び掛けた[26]。

世界では、12月8日にG7主要7か国の中のイギリスでワクチン接種が始まった。年明け2021年1月7日に東京都で2,520名の新規陽性者数。全国でも1月8日に7,955人と最多となり[19,20]、第3波のピークを迎えた。政府は、1月8日に首都圏1都3県に、第2回目の緊急事態宣言発出した[27]（最も多いときで11都道府県）。1回目の緊急事態宣

言と異なるのは感染リスクが高いとされる飲食の機会を感染拡大の「急所」とらまえ、飲食店には午後8時までの時短要請（酒類提供は午後7時まで）を求めた。その後感染者は徐々に減少し2月下旬から3月上旬で、新規感染者は1,000人前後となる[19,20]。

2月21日に、日本で、医療従事者の先行・優先接種からワクチン接種が始まった[28]。G7では最も遅い。そのころ世界では、少なくとも1回ワクチン接種率は、イギリスで26%、アメリカで13%であった[29]。

3月22日に、東京など一都3県で緊急事態宣言が解除となり、その後全国で解除となった[30]。

### 3.3.5 第4波と「蔓延防止等重点措置」の初実施と第3回目の「緊急事態宣言」と「アルファ株」（2021年3月～6月ごろ）

大阪や兵庫で3月下旬から感染が急激に増え、4月3日大阪で新規報告者が666人で過去最多となり第4波を迎えた。政府は新しいコロナ対策をとして4月5日から大阪など3府県に初めて「蔓延防止等重点措置」実施した[31]。2月に改訂された特措法に、緊急事態宣言の罰則規定とともに設けられた措置で、宣言に至らないよう集中的な対策を予防的にとることができる。4月12日から東京他3都府県が追加された。ワクチン接種については、高齢者優先接種が開始された。

第4波が関西で急激に広がった大きな要因は「変異ウイルス」。このころの感染の主体は、英国で見つかった変異ウイルス（アルファ株）で、従来ウイルスより感染力が強いとされた。関西では従来型からこのアルファ株への置き換わりが急速に進行した。4月24日には、東京で876名、全国で5,622名の新規感染者となり[19,20]、政府は、4月25日から3回目となる緊急事態宣言を東京、大阪他4都府県に発出した[32]。ゴールデンウィークを見据えたこの宣言は、飲食店での酒類提供を禁じるなど前回よりも強い措置が盛り込まれた。飲食店は午後8時までの時短営業を求めたほか、酒類やカラオケを提供する飲食店には休業を要請した。更に大型商業施設にも休業を要請し、大規模イベントは原則無観客で行うことを主催者に求めた。

5月18日には東京で1,121名、5月12日に全国で7,057名の新規感染者が出る[19,20]。第4波のピークを迎える。5月28日には、政府は新型コロナウイルス感染対策の基本方針改定し、その中で職場においてもクラスター大規模化及び医療のひっ迫を防ぐ観点から、抗原検査キット等を活用した検査実施を促した[33]。また、6月8日には経団連が職場における積極的な検査等の実施への協力を依頼した[34]。

3回目の緊急事態宣言は結局計10都道府県まで拡大して期間も延長された。東京で376名、全国で868名の新規感染者となった、6月20日に、沖縄を除いて緊急事態宣言は解除となった[35]。6月21日にワクチン職域接種が本格開始となった[36]。

### 3.3.6 第5波と「デルタ株」と4回目の緊急事態宣言（2021年7月～9月ごろ）

宣言が解除された東京では、6月21日から宣言に準じた重点措置に切り替えられた。飲食店は午後8時までの時短営業を要請し、酒類提供については一定の要件を満たせば午後7時まで認められることとした。しかし、東京の新規陽性者は500人前後の高止まり状態で、7月に入ると増加に転じ、再び1,000人に迫る状態となり[37]、政府は、7月12日から、東京都に4回目となる緊急事態宣言を出した[38]。東京では7月10日950人、全国では7月11日2,032人の新規感染者であった[37]。打ち出された対策は、3回目の対策の後半の内容を踏襲した。酒類やカラオケ提供する飲食店は再び休業要請、それ以外の飲食店や大型施設には、午後8時までの時短営業が求められた。大規模イベントは引き続き、上限5,000人かつ収容率50%以下での開催要領が維持とした。

その中で、7月23日、2020夏季東京オリンピックが開幕した。7月16日東京都知事定例会見で、五輪は家で観戦、ステイホームを呼びかけた[39]。

7月30日、首相官邸で、ワクチン接種について8月末までに国民の4割を超える人が2回目接種を終えるよう取り組む報告がなされた[40]。その時の日本におけるワクチン接種率は29%である。イギリスでは57%、アメリカでは50%であった[29]。

東京の新規感染者は、8月5日には5,042名の初の5,000人超え、8月13日には、5,733名と過去最多となった[19,20]。全国でも、8月13日初めて2万人超え、8月20日には2万5,871人過去最多更新し[19,20]、第5波のピークを迎えた。8月22日までの緊急事態宣言を、9月12日まで延長することを決定した。2020夏季東京オリンピックは、8月8日に閉幕した。東京五輪の閉幕から4日後の8月12日、コロナ分科会が提言を発表し、東京の人流を約5割半減することを提言した[41]。それを受けて、政府は17日に緊急事態宣言を7府県に追加するにあわせて、混雑する場所への外出半減、大型商業施設（特にデパ地下など）の入場制限を要請などの感染防止対策を打ち出した[42]。

「第5波」がこれだけ急激に拡大したのは、アルファ株以上に感染力が高いとされるインド由来の「デルタ株の猛威」の影響が指摘された。専門家によると、デルタ株は従来の2倍、アルファ株の1.5倍感染力が高い[43]。

8月19日国内のワクチン接種率は40%超えた。これは、7月30日の首相官邸での日程より10日ほど早い達成であった。イギリスでは57%、アメリカでは50%であった[29]。8月24日に東京2020パラリンピックが開幕し、9月5日に閉幕した。9月9日には、東京で1,834名、全国で1万400人の新規感染者があり[37]、政府は9月12日まで延長した緊急事態宣言を更に9月30日まで、19都道府県で延長を決定した[44]。10月1日には、東京で200人、全国で1,444人の新規感染者まで減少[37]、政府は予定通り第4回目の緊急事態宣言を解除した[45]。日本でのワクチン接種率は60%となった。イギリスでは66%、アメリカでは53%であった[29]。

### 3.3.7 第6波と「オミクロン株」(2022年1月～)

2021年1月6日に、沖縄で981人の新規感染者が報告され[37]、政府は1月9日から沖縄、山口、広島の3県を対象に、蔓延防止等重点措置を適用した。その後も感染拡大は止まらず全国に拡大し、東京では2月2日に初めて2万人を突破し、2月3日には全国で初めて10万人を突破[37]、蔓延防止等重点措置は、最大で36都道府県までに適用を拡大した。

厚生労働省の専門家組織「コロナ対策アドバイザリーボード」は、3月2日直近の感染状況等の分析と評価で、感染の主であるオミクロン株について、「オミクロン株はデルタ株に比べ、世代時間が約2日（デルタ株は約5日）に短縮、倍加時間と潜伏期間も短縮し、感染後の再感染リスクや二次感染リスクが高く、感染拡大の速度も非常に速いことが確認されている」と報告している。

その後感染者は、緩やかに減少し4万人をきり、3月21日蔓延防止は全面解除、5月31日現在は2万人程度となっている[37]。一連をまとめて表3.4に、また、感染者の推移[37]を筆者がグラフ化し図3.1に示した。

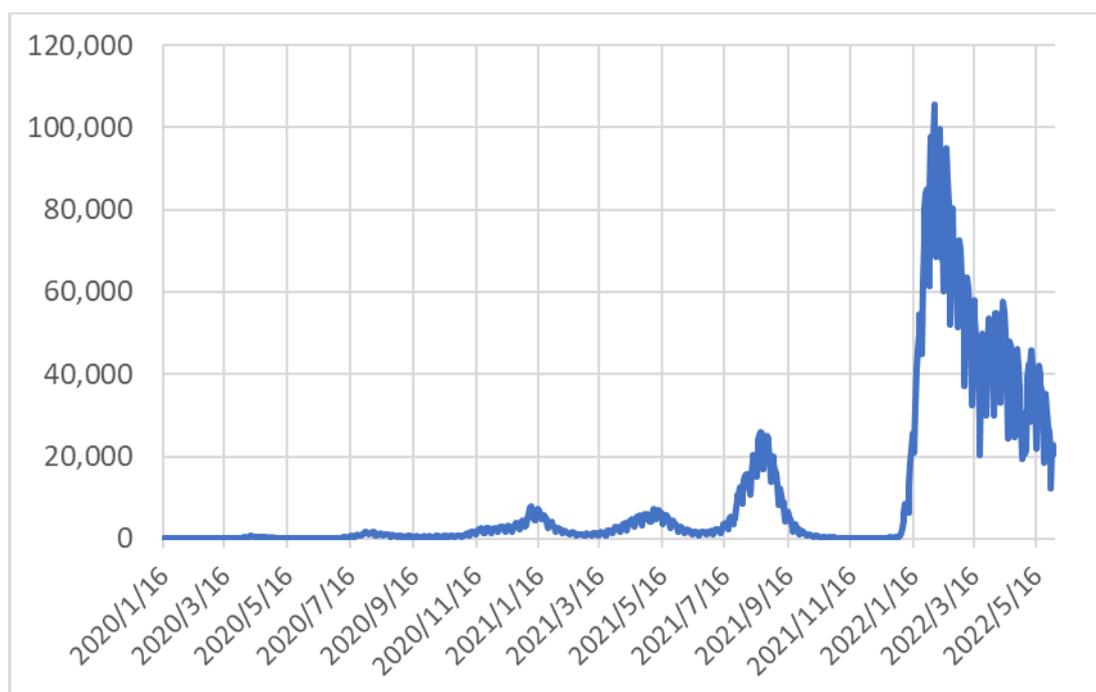


図 3.1 日本の新規感染者数の推移

表 3.4 COVID-19 の流行と日本の対応の概略（第 5 波まで）

	世界	日本	日本政府の対応
2019/12/30	中国・湖北省武漢市で、肺炎型の不明な感染症患者を確認		
2020/01/05	WHO が武漢市での未知の肺炎型感染症を発表		
2020/01/09	中国で新型コロナウイルスが確認されたとの報道		
2020/01/14	WHO は、中国の患者から新型コロナウイルスが検出されたことを認定。 当時、中国での患者数は 45 人		
2020/01/16		日本で初めて感染者が確認される	
2020/01/20	"人から人へ" の感染が中国で確認された		
2020/01/24	中国では春節（旧正月）の休暇期間に入り、湖北省の企業に対しては停止措置を発表		湖北省（レベル 3）への渡航を避けるよう勧告
2020/01/28	中国では 100 人以上の死亡者と 2,800 人以上の感染者が報告された。全世界で 4,600 人以上が感染	武漢市に関わる渡航歴のない方の感染が確認された	
2020/01/29			湖北省から日本人を帰国させる初の政府チャーター便が日本に着陸
2020/01/30	WHO が緊急事態を宣言。 全世界で 7,912 人の感染が報告		
2020/01/31	全米で 11 名の感染者が出たとの報告を受け、米国で緊急事態宣言（1 月 27 日に遡って有効）を発令		湖北省に滞在歴のある外国人を対象とした出入国制限を発表。 中国への不要不急の渡航は中止（レベル 2）
2020/02/01	中国では 1 万人以上の感染者が報告された		新型コロナウイルスは、日本では感染症に指定された
2020/02/11	WHO が新型コロナウイルスを「COVID-19」と命名		
2020/02/13	全世界で 60,000 人以上の感染者と 1,371 人の死亡者が	日本では 37 人の感染者と最初の死亡者が報告	日本は、入国後 14 日以内に浙江省に滞在したことのある外国人

	報告		と、浙江省政府が発行した中国のパスポート保持者の入国を拒否し始める
2020/02/16			政府の有識者会議では、テレワーク、時差通勤、不必要な外出を控えることなどが推奨された
2020/02/25			総理が「今後 2 週間の多数のスポーツイベントの中止または延期を要請」
2020/02/27			全国の学校は、2020/03/02 から春休みに入るよう要請
2020/03/01		全国で 243 名の累積感染者と 6 名の死亡者が報告	厚生労働省が新たな COVID-19 の発生防止を目的とした注意喚起を行う
2020/03/06	全世界で 10 万人以上の感染者と 3,458 人の死亡者が報告		
2020/03/09			政府は、中国と韓国で発行されたビザの有効期限の停止を発表。移民は 2 週間、自宅で待機しなければならない
2020/03/11	WHO が COVID-19 感染症の状況を「パンデミック」に変更したことを発表		
2020/03/12	中国では 3,000 人以上の死亡者、全世界で 5,000 人の死亡が報告。全世界で 13 万人以上の感染者が報告		
2020/03/13	アメリカでは、感染者が 1,000 人を超え、緊急事態宣言が出された		
2020/03/14			日本の首相が「3つの密」回避策を発表し、「密閉」「密集」「密接」の回避を呼びかけた
2020/03/17	欧州連合 (EU) は、不必要かつ緊急性のない非 EU 市民の入国を 30 日間禁止することを承認		
2020/03/24			政府が、東京オリンピック・パラリンピックの 1 年延期を決定したことを発表
2020/03/27		1 日の新規感染者が初めて 100 人を超す	

2020/03/28			政府の対策本部は、新型インフルエンザ対策の基本方針を発表。3つの密の徹底、人と人との適切な距離の確保、マスクの着用、手指消毒剤の使用など。
2020/04/07		3,906 人以上の感染者と 70 人の死亡者が報告。新規感染者 408 名	7 県で緊急事態宣言が発令。全都道府県で布製マスクを配布するという閣議決定を発表
2020/04/11	全世界で 160 万人以上が感染し、10 万人の死亡が報告。中国では、感染者数 83,000 人、死亡者数 3,345 人と報告。	国内新規感染者 720 名。 (第 1 波ピーク)	
2020/04/13	米国では 50 万人以上が感染し、1 万 6,000 人の死亡が報告		経済産業省大臣がテレワークの数値目標を設定 (70%以上)
2020/04/16		日本では、8,582 人が感染し、136 人が死亡したと報告	緊急事態宣言の範囲を全国に拡大
2020/05/13			厚生省が抗原検査キット承認
2020/05/14		日本では、16 万人以上の感染者と 660 人の死亡者が報告	39 の都道府県が緊急事態宣言を解除。 経団連が「COVID-19」の新たな感染予防対策と製造現場での使用に関するガイドラインを発表
2020/05/25		16,851 人の感染者。新規感染者 21 名	日本が緊急事態宣言を解除。
2020//7/22		新規感染者は、796 名、東京都 238 名	GO TO トラベルスタート (東京都は除外)。新型コロナウイルス感染症対策分科会 (第三回) で「接待を伴飲食店」の従業員・利用客で感染拡大報告
2020/8/3			東京都は、酒類を提供する飲食店等に 22 時までの時短営業要請 ~9/15
2020/8/7		新規感染者が 1,605 名 (第 2 波のピーク)	
20/9/20		新規感染者の 7 日平均が、498 人と 500 人を切る。その後、10/10 に 500 人を上回り増加傾向となる	

2020/12/8	G7 主要 7 か国の中、イギリスでワクチン接種始まる		
2020/12/28		12/31 には新規感染者が全国で 4,533 人、東京で 1,353 人といずれも過去最高更新	GOTO トラベル中止
2021/1/8		1/7 に東京で新規感染者が 2,520 人、1/8 全国で 7,955 人の新規感染者（第 3 波のピーク）	首都圏（1 都 3 県）に対し、2 回目の緊急事態宣言施行～2/7 当初予定 飲食店などへの時短営業要請（20 時まで。酒類提供 19 時まで）
2021/02/21	ワクチンの少なくとも 1 回接種率は、イギリス 26%、アメリカ 13%	全国で新規感染者が 7 日平均で 1,100 人を下回る。その後、3/13 に 1,100 人を上回り増加傾向となる	国内のワクチン接種開始。医療従事者の先行・優先接種。G7 では最後
2021/03/22		3/21 東京で 256 名、全国で 1,110 人の新規感染者	緊急事態宣言解除
2021/4/3		大阪で 3 月下旬から新規感染者が急増、666 人過去最多。全国で 2,772 名。（第 4 波ピーク）	
2021/4/5			大阪等 3 府県でまん延防止等重点措置開始。その後 12 日からは東京他が追加
2021/4/12			高齢者のワクチン優先接種開始。
2021/4/25		4/24 東京で 876 名、全国で 5,622 名の新規感染者。	東京都他 4 都府県に対し第 3 回目の緊急事態宣言施行。酒類提供飲食店、当初大型商業施設等に休業要請、大規模イベントは原則無観客。当初 5/11 までを延長～6/20
2021/5/28			新型コロナウイルス感染対策の基本方針改定：職場においてもクラスター大規模化及び医療のひっ迫を防ぐ観点から、抗原検査キット等を活用した検査実施を促す
2021/6/8			経団連：職場における積極的な検査等の実施への協力依頼

2021/6/20		東京で新規感染者が376人、全国で6/21に868名の新規感染者	緊急事態宣言の解除（沖縄除く）
2021/6/21		職域接種本格開始	
2021/7/12		7/10 東京で950人、7/11 全国で2,032人の新規感染者。	第4回目の緊急事態宣言発出。当初8月22日までの予定。
2021/7/23		2020 夏季東京オリンピック開幕	7/16 東京都知事定例会見で、五輪は家で観戦・ステイホームを呼びかけ
2021/7/30	イギリスのワクチン完了接種率57%、アメリカ50%	ワクチン接種率29%	首相官邸：8月末までに国民の4割を超える人が2回目接種を終えるよう取り組む
2021/8/8		2020 夏季東京オリンピック閉幕	
2021/8/13		東京で8/5に新規感染者が5,000人を超え、8/13に5,773人で過去最多を更新。 全国では、8/20に2万5,871名と過去最多を更新。(第5波のピーク)	
2021/8/17			8/22までの緊急事態宣言を、9/12まで延長を決定
2021/8/19	イギリスのワクチン完了接種率62%、アメリカ52%	国民のワクチン接種率40%超え。	
2021/8/24		東京 2020 パラリンピック開幕	
2021/9/5		東京 2020 パラリンピック閉幕	
2021/9/9		東京で1,834名、全国で1万400人の新規感染者。重症病床使用率は全国で53%、東京で90%。	9/12までの第4回目の緊急事態宣言を19都道府県で9月30日まで延長を決定。重症病床使用率など医療ひっ迫をより重視
2021/10/1	イギリスのワクチン完了接種率66%、アメリカ55%	東京で200人、全国1,444人の新規感染者。9/29重症病床使用率は全国で20%、東京で32%。ワクチン接種率60%	4回目の緊急事態宣言解除

### 3.4 パンデミックの特長

COVID-19のような新型インフルエンザは、災害の大きな分類では、自然災害に分類されると述べたが、第2章で論じた水気象学系、地質系学の自然災害とは、被害の様態とそれを踏まえた対応が大きく異なると思われる。経産省は、平成29年7月に発行した計画書[46]の中で、新型インフルエンザ等対応中央省庁業務継続ガイドラインからの出典として、業務継続計画における地震災害と新型インフルエンザ等の相違を示している（表3.5）

表 3.5 事業継続計画における地震災害と新型インフルエンザ等の相違

項目	地震災害	新型インフルエンザ等
業務継続方針	○できる限り業務の継続・早期復旧を図る	○感染リスク、社会的責任、経営面を勘案し、業務継続レベルを決める
被害の対象	○主として施設・設備等、社会インフラへの被害が大きい	○主として、人への健康被害が大きい
地理的な影響範囲	○被害が地域的・局所的（代替施設での操業や取引事業者間の補完が可能）	○被害が国内全域、全世界的となる（代替施設での操業や取引事業者間の補完が不確実）
被害の期間	○過去事例等からある程度の影響想定が可能	○長期化すると考えられるが、不確実性が高く影響予測が困難
災害発生と被害制御	○主に兆候がなく突発する ○被害規模は事後の制御不可能	○海外で発生した場合、国内発生までの間、準備が可能 ○被害量は感染対策により左右される

被害の対象は、人が感染することで生じる人への健康被害に集中している。従って、パンデミックが原因で発生する様々な影響への対応は、まずは、人が感染することをいかに防止するかであり、そして、感染者が発生した場合生じる様々な影響を軽減させるため、対応を可能な限り事前に講じることである。

### 3.5 COVID-19 から得られた教訓

企業の従業員や地域社会への感染を完全に防ぐためには、感染者が工場拠点内に確実に入らないよう、完全な入り口対策を行い、結果的に従業員が拠点内に入出入りできず、業務を停止せざる負えない状況まで対応を強化することが考えられる一方、その場合は、企業として顧客に製品を供給できずビジネスを継続できない、地域住民の雇用を守れないという影響が生じる。このように、COVID-19により企業一般は、従業員に安全な職場を提供するということと、企業及び地域社会のニーズのバランスをいかにとるかという課題に直面した。James Sneddon は、作業者が感染することを TOP Event として、一般的なリスクマネジメント手法であるポウタイモデルを適用して、適切な保証・検証プロセスを組み合わせ、事業の再開または継続に伴うリスクの軽減を論じている。緩和の障壁の軽減のための、感染防止のための人の行動や管理の状況を、定量的にモニタリングし、脅威、結果及び予防と緩和の両方の障壁を正しく特定し、その検証結果からリスクを把握し許容可能なレベルまでリスクを低減していくことを提案している[15]。

新型コロナウイルス禍における操業現場の対応に関して、計測自動制御学会 事業会員サービス委員会 安全のための計測・制御・システムを考える会は、化学工学会 システム情報シミュレーション部会プラントオペレーション分科会、電子情報技術産業協会 制御・エネルギー管理専門委員会 WG3 の協力を得て、合同調査委員会を結成し、操業現場での感染防止策や技術の現状と期待に関するアンケート調査を行いその結果を公表している[47]。業種として化学 24、石油 5、ガス 3 社等併せて 45 社の回答の結果である。これによると、6 割強が、操業低下（生産量、稼働率低下）を強いられたが、その主要な要因は、運転員の感染により生産ができなくなるということよりも、コロナにより需要減退したことによることであると述べている。しかしながら別の視点で考えると、これは、感染防止対策に各企業が積極的に対応した結果とも考えられる。つまり企業としては、集団感染による人員不足で該当関連プラントの操業停止することを、コロナ過で意識した主要なリスクと捉まえて、それに対し様々な工夫を行いながら、感染防止や感染拡大防止を実行してきたと考えられる。

一方プロセス安全の視点から論じると、COVID-19 が関連したと思われる産業事故が発生している。インダストリアル・グローバル・ユニオンが収集したデータによると、インドでは、2020 年 5 月から 2021 年 6 月までの間に、化学および鉱業における 116 件もの産業事故が報告され、少なくとも 231 人の労働者が死亡している。その内訳は、2020 年 5 月から 12 月までに約 64 件の事故が報告され、118 人の労働者が死亡し、数百人が負傷した。2021 年 1 月から 6 月にかけては、鉱業や化学工業で起きた約 52 件の産業事故で、117 人以上の労働者が死亡し、約 142 人が負傷した[48]。

2020 年 5 月 7 日インド アンドラプラデシュ州ビシャカパトナムの韓国 LG ポリマーの工場が発生したスチレンガスの漏出は、12 人を死亡させ、数百人に体調不良の症状を引き起こした。LG ポリマーの工場は、20 年以上にわたって環境認可を受けずに操業していたと

される。州政府が任命した専門家委員会は、この漏洩は「タンクの設計不良、不適切な冷凍・冷却システム、循環・混合システムの欠如、不十分な対策とパラメータ、安全プロトコル、安全意識の欠如、リスク評価対応の不備、プロセス安全管理システムの不備、管理者の緩み、特に保管状態におけるスチレンの化学特性に関する知識不足、手順の緊急対応における完全崩壊、ロックダウン期間に当局が守らなかった安全プロトコル」によるものであるとした。適切なシャットダウンが行われないうまま産業が停止し、計画が不十分で、ロックダウン中に適切な保守点検が行われず、産業プロセスが再開される間に事故につながるという、システム上の失敗のパターンを露呈している[49]。 報告書（7月6日にアンドラプラデシュ州政府に提出された報告書）によると、スチレンガスが適切な冷却が行われなかったため、タンクが適切な温度に保たれていなかった。そのため、スチレンガスが入っていた貯蔵室に圧力がかかり、バルブが破損してガス漏れが発生した。このスチレンガスの貯蔵に使用していた容器が古く、適切なメンテナンスが行われていなかった。また、工場の敷地内には少なくとも36ヶ所、警報装置やサイレンが機能していない場所があったため、事故時に企業側から住民への情報伝達が適切に機能せず、汚染が広範囲に及び多数の一般住民が被災した[50]。

プロセス安全上のハザードとリスクはパンデミック前と同等レベルの管理を行える体制が担保できていることが大前提と考える。しかしながら、プロセス安全に必要なリソース確保は継続するが、その有効性が低下する可能性がある。また、組織のプロセス安全文化がパンデミックにより影響を受けることで大幅に変化する可能性がある。

インド LG の事故は、突然発生したロックダウンで無人となった工場のタンク内で化学反応が起こり、熱が発生して、ガス漏れに至った。ここでの教訓は、突然ロックダウン（都市封鎖）が発令されプラント停止が要請された場合であっても、プロセス内に残された物質の管理機能を維持できるように準備を整えておくことである。生産を停止していても異常事象は起きるかもしれないのである。タンク等から危険性物質を取り除いてからロックダウンに入ることを実行することである。しかしながら、政府の緊急要請や、大幅な罹患患者等でそれができない状況が生じることもある。そのため、パンデミック前と同等管理ができていない視点、つまり①設備・システムについて、異常事象について監視するための機能が備わっていること、②異常が発生した時の処置（拡大防止のための手順、連絡体制）が備わっていること、③地域住民への影響を極小化するための、避難を含めた地域への情報伝達の仕組みが備わっていることが必要である。タンク等に危険物質が取り除けていない状況でロックダウンが生じて、以上の3つの視点において、プロセス安全が保たれるシステムや体制を作り上げることが必要となる。①については、異常感知のシステムが、デジタル化されていること。②についてはできるだけリモートができる体制、想定外のインシデントに対応できるレジリエンシーの向上させること。異常検知した場合の処置判断（意思決定）を支援するシステムが構築されていること。③については、漏洩を確実に検知するシステムとともに、検知された情報をもとに、地域への情報伝達のリモートで行えることを構築する必要がある。

以上から COVID-19 から得られた教訓をまとめると次のような教訓が見えてくる。

- 1) リスクの TOP event である感染に対する防止対応（マスク着用などの自主衛生、三密回避など）に通ずる従業員の命や健康を守ることと、企業及び地域社会のニーズのバランスを、環境や状況の変化を踏まえリスクを把握し許容可能なレベルまで管理していくこと。
- 2) プロセスの稼働によるビジネスの継続については、プロセス安全上のハザードとリスクについては、パンデミック前と同等レベルの管理をすることが大前提である。感染による人員不足が生じた場合は、操業や設備保全の管理がパンデミック前と同等になる体制を確保する（系列の停止や、保全周期の変更など）ことである。その視点で変更管理を確実にを行い、同等の管理が確保できない場合は、操業・生産を停止すべきである。
- 3) リスクは人が感染することから、人に頼らない生産という視点が、コロナの教訓でよりクローズアップされ、コロナとの共生において推し進めるべき課題である。定常及び非定常の操作・作業において、設備の無人化・自動化・システム化や人の判断を有している作業においては、人の判断を不要とした AI 技術を利用した省力化を図ることである。その手前のステップとしては、リモート・遠隔操作による作業効率化や、AI や情報技術によるエキスパート不足の補完を進めていく。それを進めていく上での課題の一つが、ウェアラブル、端末機器導入における、防爆対策問題である。防爆技術の法規制の緩和についても学会や業界団体と共同で検討するという活動を加速することが必要である。
- 4) 最後はサプライチェーンの視点である。国内に比して、海外でのコロナの拡大及びその拡大回避策の実行実績より、製品を作るために必要な原材料調達において、搬入されないリスクを回避するため、まずは生産国に対して、従来以上に多数購買化を目的として、それも一つの国に偏らず、多数国からの購入を視野に検討を進める必要が出てきた。しかしながら、海外で生産が継続されても、それを搬出するロジスティクの問題も浮き彫りになった。運搬及び搬出業務を行う人の欠員により搬出が遅延、また陸路海路ともに運搬員の欠員、並びに船及びトラックの中国など大量に使用する国への集中による不足で、搬入が遅れることが発生した。安価な原材料という視点だけでなく、安定供給という視点も加味して、サプライチェーンの国内回帰を考える必要がある。

COVID-19 の経験を踏まえて、今後も続くあるいは新たな感染症が発生するというリスクは、不可避であると考えられる。従って企業、特に管理が外れると環境や社会に大きな影響を及ぼす可能性のある化学品を取り扱う化学産業においては、この「コロナ」リスクと共生していくことが極めて重要になる。

社会的責任に基づいた自然災害マネジメントとしての教訓は、一言でいうと、前述の「コロナ」リスクとの共生となるが、具体的な主要事項は、上記の 1) であり、以下のように考える。

1') 社会的責任における、例えば「ビジネスを守る」「人の命を守る」などの項目について（詳細は第4章で論じる）、顧客や株主、地域住民、従業員などの化学品製造業のステークホルダー（詳細は第4章で論じる）間で、リスク対応の方向がトレードオフの関係になる場合が発生する。従って、ステークホルダーのニーズのバランスを、環境や状況の変化を踏まえリスクを把握し許容可能なレベルまで管理していくことが重要であり、最初に実施すべきことは、重要と認識されるリスクについては、最終判断を行う経営者などに判断可能なレベルまでリスク分析をすることである。

## 参考文献

- [1] 國井修, 災害の定義・原因分類・関連要因, 災害医学妙読会, 2014年12月11日  
<https://plaza.umin.ac.jp/~GHDNet/circle/14/yc191.pdf> (2022年6月30日)
- [2] EM-DAT The International Disaster Data Base, <https://www.emdat.be/classification> (2022年6月30日)
- [3] 大幸製薬, “人類を脅かす感染症のパンデミック (世界的流行)”,  
<https://www.seirogan.co.jp/fun/infection-control/infection/pandemic.html> (2022年6月30日)
- [4] World Health Organization, WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard, World Heal. Organ., 2020.’
- [5] 厚生労働省, “新型コロナウイルスに関連した肺炎の患者の発生について (1例目)”  
[https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_08906.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_08906.html) (2022年6月30日)
- [6] 外務省 海外安全ホームページ,  
[https://www.anzen.mofa.go.jp/info/search/tokou\\_jokyo\\_shosai\\_202001.html](https://www.anzen.mofa.go.jp/info/search/tokou_jokyo_shosai_202001.html) (2022年6月30日)
- [7] Johns Hopkins Resource Center, COVID-19 Map, Johns Hopkins Coronavirus Resour. Cent, 2020’、
- [8] Vianello et al, A perspective on early detection systems models for COVID-19 spreading in Biochemical and Biophysical Research Communications 2020 DOI: 10.1016/j.bbrc.2020.12.010’
- [9] Q.A. Ahmed, E. Gozzer, P. Schlagenhaut, Z.A. Memish, Covid-19 and community mitigation strategies in a pandemic, BMJ 368 (2020)’
- [10] R.M. Anderson, H. Heesterbeek, D. Klinkenberg, T.D. Hollingsworth, How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? Lancet (2020) (20)30567-5’
- [11] The effect of control strategies to reduce social mixing on outcomes of the COVID-19 epidemic in Wuhan, China: a modelling study’
- [12] Estimating the effects of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 in Europe
- [13] The geography of COVID-19 spread in Italy and implications for the relaxation of confinement measures
- [14] A perspective on early detection systems models for COVID-19 spreading’
- [15] James Sneddon, Pandemic risk management; protecting people while ensuring business continuity, Process Saf Prog. 2021;1–6.
- [16] 首相官邸, [https://www.kantei.go.jp/jp/98\\_abe/statement/2020/03\\_14kaiken.html](https://www.kantei.go.jp/jp/98_abe/statement/2020/03_14kaiken.html) (2022年6月30日)
- [17] World Health Organization, “WHO Director-General's opening remarks at the media briefing

- on COVID-19 - 11 March 2020, <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>  
(2022年6月30日)
- [18] 首相官邸, “令和2年3月24日 国際オリンピック委員会 (IOC) バッハ会長との電話会談についての会見”,  
[https://www.kantei.go.jp/jp/98\\_abe/actions/202003/24bura.html](https://www.kantei.go.jp/jp/98_abe/actions/202003/24bura.html) (2022年6月30日)
- [19] Johns Hopkins Resource Center, COVID-19 Map, Johns Hopkins Coronavirus Resour. Cent, 2020
- [20] World Health Organization, WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard, World Heal. Organ., 2020
- [21] 首相官邸, “令和2年4月6日 新型コロナウイルス感染症対策本部 (第27回)”  
[https://www.kantei.go.jp/jp/98\\_abe/actions/202004/07corona.html](https://www.kantei.go.jp/jp/98_abe/actions/202004/07corona.html) (2022年6月30日)
- [22] 日本経済団体連合会, “「新型コロナウイルス感染予防対策ガイドライン」について”, <https://www.keidanren.or.jp/policy/2020/040.html> (2022年6月30日)
- [23] 首相官邸, “令和2年5月25日新型コロナウイルス感染症対策本部 (第36回)”  
[https://www.kantei.go.jp/jp/98\\_abe/actions/202005/25corona.html](https://www.kantei.go.jp/jp/98_abe/actions/202005/25corona.html) (2022年6月30日)
- [24] 首相官邸, “令和2年7月22日 Go Toキャンペーン開始についての会見”  
[https://www.kantei.go.jp/jp/98\\_abe/actions/202007/22bura.html](https://www.kantei.go.jp/jp/98_abe/actions/202007/22bura.html) (2022年6月30日)
- [25] 内閣府, 新型コロナウイルス感染症対策分科会 (第12回),  
<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/ful/bunkakai/corona12.pdf> (2022年6月30日)
- [26] 内閣官房, 新型コロナウイルス感染症対策本部 (第49回) 議事概要  
[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/novel\\_coronavirus/th\\_siryout\\_gaiyou\\_r021214.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/novel_coronavirus/th_siryout_gaiyou_r021214.pdf) (2022年6月30日)
- [27] 首相官邸, “令和3年1月7日 新型コロナウイルス感染症に関する菅内閣総理大臣記者会見” [https://www.kantei.go.jp/jp/99\\_suga/statement/2021/0107kaiken.html](https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/statement/2021/0107kaiken.html) (2022年6月30日)
- [28] 衆議院, “第204回国会予算委員会 第10号 (令和3年2月15日 (月曜日))”  
[https://www.shugiin.go.jp/internet/itdb\\_kaigiroku.nsf/html/kaigiroku/001820420210215010.htm](https://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_kaigiroku.nsf/html/kaigiroku/001820420210215010.htm) (2022年6月30日)
- [29] Our World in Data, “Coronavirus (COVID-19) Vaccinations”,  
<https://ourworldindata.org/covid-vaccinations> (2022年6月30日)
- [30] 首相官邸, 新型コロナウイルス感染症対策本部 (第58回) 議事概要  
[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/novel\\_coronavirus/th\\_siryout\\_gaiyou\\_r0303018.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/novel_coronavirus/th_siryout_gaiyou_r0303018.pdf)  
(2022年6月30日)
- [31] 首相官邸, 新型コロナウイルス感染症対策本部 (第59回) 議事概要  
[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/novel\\_coronavirus/th\\_siryout\\_gaiyou\\_r0300401.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/novel_coronavirus/th_siryout_gaiyou_r0300401.pdf)

(2022年6月30日)

- [32] 首相官邸, “令和2年4月23日 新型コロナウイルス感染症対策本部(第62回)”  
[https://www.kantei.go.jp/jp/99\\_suga/actions/202104/23corona.html](https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/actions/202104/23corona.html) (2022年6月30日)
- [33] 内閣官房, 新型コロナウイルス感染症対策の基本的対処方針 令和2年3月28日,  
[https://corona.go.jp/expert-meeting/pdf/kihon\\_h\\_20210528.pdf](https://corona.go.jp/expert-meeting/pdf/kihon_h_20210528.pdf) (2022年6月30日)
- [34] 日本経済団体連合会, “職場における積極的な検査等の実施への協力をお願い”  
<https://www.keidanren.or.jp/announce/2021/0608.html> (2022年6月30日)
- [35] 首相官邸, “令和3年6月17日 新型コロナウイルス感染症対策本部(第69回)”  
[https://www.kantei.go.jp/jp/99\\_suga/actions/202106/17corona.html](https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/actions/202106/17corona.html) (2022年6月30日)
- [36] 首相官邸, “令和3年4月9日 東京都、京都府、沖縄県へのまん延防止等重点措置  
実施の決定等についての会見”  
[https://www.kantei.go.jp/jp/99\\_suga/statement/2021/0409kaiken.html](https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/statement/2021/0409kaiken.html) (2022年6月30日)
- [37] NHK, 新設サイトコロナウイルス, <https://www3.nhk.or.jp/news/special/coronavirus/data-widget/#mokuji1> (2022年6月30日)
- [38] 首相官邸, “令和3年7月8日 新型コロナウイルス感染症に関する菅内閣総理大臣  
記者会見” [https://www.kantei.go.jp/jp/99\\_suga/statement/2021/0708kaiken.html](https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/statement/2021/0708kaiken.html) (2022年6月30日)
- [39] 東京都, “小池知事「知事の部屋」／記者会見(令和3年7月16日)”  
<https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/governor/governor/kishakaiken/2021/07/16.html> (2022年6月30日)
- [40] 首相官邸, “令和3年7月30日 新型コロナウイルス感染症に関する菅内閣総理大臣  
記者会見” [https://www.kantei.go.jp/jp/99\\_suga/statement/2021/0730kaiken.html](https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/statement/2021/0730kaiken.html)  
(2022年6月30日)
- [41] 日本経済新聞, “東京の人流「5割削減を」 政府分科会、提言を発表”  
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA123CE0S1A810C2000000/> (2022年6月30日)
- [42] 首相官邸, “令和8月17日 新型コロナウイルス感染症に関する菅内閣総理大臣記者  
会見” [https://www.kantei.go.jp/jp/99\\_suga/statement/2021/0817kaiken.html](https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/statement/2021/0817kaiken.html) (2022年6月30日)
- [43] NHK, “デルタ株やラムダ株 感染力やワクチンの効果、症状の重さは?”  
<https://www.nhk.or.jp/shutoken/newsup/20210813b.html> (2022年6月30日)
- [44] 首相官邸, “令和3年9月9日 新型コロナウイルス感染症対策本部(第76回)”  
[https://www.kantei.go.jp/jp/99\\_suga/actions/202109/09corona.html](https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/actions/202109/09corona.html) (2022年6月30日)
- [45] 首相官邸, “令和3年9月28日 新型コロナウイルス感染症対策本部(第77回)”  
[https://www.kantei.go.jp/jp/99\\_suga/actions/202109/28corona.html](https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/actions/202109/28corona.html) (2022年6月30日)

- [46] 経済産業省, 経済産業省 新型インフルエンザ等業務継続計画, 平成 29 年 7 月
- [47] 計測自動制御学会, “新型コロナウイルス禍における操業現場の対応に関するアンケート報告書” [https://www.sice.jp/info/info\\_press/press\\_20210623.html](https://www.sice.jp/info/info_press/press_20210623.html) (2022 年 6 月 30 日)
- [48] IndustriALL Global Union, ”India’s safety crisis: industrial accidents during Covid-19 kill at least 75” <https://www.industriall-union.org/indias-safety-crisis-industrial-accidents-during-covid-19-kill-at-least-75> (2022 年 6 月 30 日)
- [49] British Safety Council, “Industrial accidents kill hundreds in India during Covid-19” <https://www.britsafe.in/publications-and-blogs/safety-management-magazine/safety-management-magazine/2021/industrial-accidents-kill-hundreds-in-india-during-covid-19/> (2022 年 6 月 30 日)
- [50] Down To Earth, “Visakhapatnam gas leak: LG Polymers neglected safety norms, finds govt probe” <https://www.downtoearth.org.in/video/pollution/visakhapatnam-gas-leak-lg-polymers-neglected-safety-norms-finds-govt-probe-72169> (2022 年 6 月 30 日)

## 第4章 社会的責任視点を加えた自然災害リスクマネジメントプロセスの

### 構築と展開

#### 4.1 緒言

本研究の目的は、化学品製造業の企業が抱えている、自然災害リスクマネジメントについて、企業が問われている社会的責任に着目し、その視点でリスクマネジメントを展開するプロセスを提案することである。その結果、本研究のプロセスで展開し実行したアセスメントやリスク対応は、社会的責任を果たす活動に通ずると考えられる。この章でその展開した内容を詳細に説明する。

企業は、単に収益をあげるだけでなく、取り巻く社会に対して社会的責任を果たすことが望まれている。これは平時のみならず、非定常時、つまり本研究で取り扱う自然災害に関しても果たすべきであると考えた。そのためには、まずは誰のための社会的責任かを明確にする必要がある。従って、化学品製造業のステークホルダーについて、既往の研究や考察により明確化を行った。そして、社会的責任という、一般概念として浸透はしているが社会的責任の意味するところが概してあいまいな言葉を、自然災害における各々のステークホルダーのリスクの特定の検討を行いながら、客観的に理解し判断できる事項への落とし込みを行った。更にその後のリスク分析、リスク評価、リスク対応の施策の決定、有効性の確認についても、一貫して具体的に落とし込みを行った社会的責任を理解し判断できる事項で展開した。なお、検討を進めるうえで、第2章自然災害の振り返りで見えた教訓に、さらに考察を加え研究に活用した。

## 4.2 化学品製造業のステークホルダーとステークホルダーから見たリスク

### 4.2.1 化学品製造業のステークホルダー

社会的責任を論じるときに、ステークホルダーは誰であるかを明確にすることは、本研究において重要な研究課題である。

ステークホルダーは、利害関係者とも呼ばれ、一般的に「組織目標の達成に影響を与えるか、または影響を受ける任意のグループまたは個人」[1]と定義されている。この定義は包括的であるため、ステークホルダーの特定化については様々な理解がなされている。例えば、水尾[2]は、顧客、従業員、株主、投資家、供給企業、競争企業、政府関係、NPO、地域社会、地球環境 など企業を取り巻く内外の利害関係者と定義した。そして組織内のステークホルダーとして所有者(株主)、経営者、従業員が位置づけられ、組織の外部として消費者、サプライヤー、金融機関、地域社会、政府・自治体などが理解されてきた。或いは、所有者(株主)、従業員、顧客、サプライヤー、競争企業、政府・自治体などを1次的主要ステークホルダーとし、金融機関、地域社会、メディア、流通業者などを2次的ステークホルダーとすることもある[3]。また今日では、自然環境(natural environment)も地球環境問題への対応という視点からステークホルダーに加えることもある[4]。企業とステークホルダーの関係が拡張し、間接的な関係も含まれることになった。特に、地球環境問題は NPO や NGO の発展もあり、企業と間接的なステークホルダーが組み込まれることになった[5]。

ステークホルダーの分類については産業の種類、組織、適用領域、歴史的経緯などから数種の分類基準が提案されており、櫻井はその中で、2つの分類基準—内部と外部のステークホルダーと、第一次と第二次のステークホルダー—について論じている。内部と外部の分類においては、内部のステークホルダーは、所有者である株主、従業員および経営者とし、投資家、債権者、顧客、サプライヤー、労働組合などを外部ステークホルダーとしている。第一次のステークホルダーと第二次のステークホルダーについては、第一次的ステークホルダーとして、顧客、従業員、資金提供者(株主、投資家、金融機関)、サプライヤー、地域社会が含まれる。もう一は第二次ステークホルダーと呼ばれており、行政官庁、競争業者、メディア、消費者保護団体、特別利益団体などが含まれる。行政官庁の1つである税務署は課税当局として、経済産業省は産業政策との関係で、消費者庁は生活者を代表する消費者の声を反映する場として、日本では大きな役割を果たしてきていると考えている。第二次ステークホルダーと呼ばれるこのグループは、第一次ステークホルダーとの協力関係に影響を与える。影響の与え方が比較的弱かったり継続的でなかったりすることで、第一次ステークホルダーとは区別されるとしている[6]。

このように企業におけるステークホルダーの位置づけは、時間の経過を考慮すれば変化するし、企業の事業特性などによっても異なるので一義的ではない。本研究の化学品製造業におけるステークホルダーを考えてみる。広田はその著書[7]の中で、ステークホルダーとして株主、従業員、顧客、取引先、地域社会の5つを選定し、経営理念の中に含まれる、各々5つのステークホルダーの割合を調査し、産業別、業種別に分析している。経営理念は、

経営者の哲学や信念に基づき、企業の根本となる活動方針を明文化したものであり、考え方や大切にすべき価値観が込められていると考えられ、この結果は、企業における重要と考えられるステークホルダーを客観的に理解する上で興味深い。経営理念の中に含まれる割合の産業別の比較（製造業、非製造業）では、株主について、製造業 22.1%・非製造業 10.1%、従業員について、製造業 45.2%・非製造業 39.8%、顧客は、製造業 82.2%・非製造業 86.8%、取引先は、製造業 8.0%・非製造業 11.0%、地域社会は、製造業 12.6%・非製造業 17.9%であった。製造業では 5 つのステークホルダーの中で重視しているステークホルダーは、まずは顧客であり、従業員、地域社会、取引先と続く。従業員については、非製造業より高い比率であり、この結果は、日本の製造業が従業員のやる気や創意工夫等が競争力の源水となり、その対価として従業員が企業から金銭的・非金銭的利益と満足を得る存在であると考えられると論じている。製造業全体（食料品、繊維品、紙・パルプ・化学、医薬品、窯業、非鉄金属、一般機械、電気機械器具、輸送用機械器具、その他）と紙・パルプ・化学業種との比較では、株主について、製造業全体 22.1%、紙・パルプ・化学 29.1%、従業員について、製造業 45.2%、紙・パルプ・化学 50.0%、顧客は、製造業 82.2%、紙・パルプ・化学 81.9%、取引先は、製造業 8.0%、紙・パルプ・化学 9.7%、地域社会は、製造業 12.6%、紙・パルプ・化学 15.2%であった。紙・パルプ・化学の最も重視しているステークホルダーは、製造業全体と同じでまずは顧客で、以下も同じ順番である。ステークホルダーの従業員、地域社会、取引先については、製造業全体より高い比率である。これは化学品や危険物を取り扱っている素材産業であるなどの業態の特徴から、事故災害から従業員を守る必要性が高い或いはその意識が高いということ、地域住民への配慮の必要性が強いこと、ビジネスのサプライチェーンの長さなどがその背景にあると推定される。

化学品製造業では、その取り扱い物質から、火災や爆発など保安系における産業事故発生のポテンシャルは高く、それらの発生防止や万が一発生した時の対応について、それに関する規制や法律、例えば、高圧ガス保安法、労働安全衛生法、消防法の所轄官庁として、経済産業省、厚生労働省、総務省消防庁、環境省などの行政・監督官庁もステークホルダーと考える。また、工場が被災して設備や機器が損傷を受けた場合、その損傷により化学品の封じ込めが破壊され、化学物質が封じ込め状態から管理が外れ、大気や水などに拡散や漏洩が発生する地域住民への影響として、環境があげることができる。また、災害防止の活動などで、協議や意見交換を行い、必要に応じてその結果を行政・監督官庁へ具申する、日化協、石化協などの業界団体もステークホルダーである。地域及び或いは拠点内には、製造や保全に関する請負業者が多く働いており、彼らもステークホルダーである。例えば、災害が発生し、顧客に継続して製品を提供することが困難になった場合、競合する企業にその顧客へ品質や性能が自社製品と合致した競合企業の製品の提供をお願いすることもある。

最後に、日本の化学企業がステークホルダーをどのように認識しているか 5 社の HP[8-12]から調査し、要点を表 4.1 にまとめた。各社が、数ある中から重要と認識しているステークホルダーを提示していると考えられる。「顧客」、「株主・投資家」「取引先」「地域社会」

「従業員」の5つのステークホルダーについては5社全て上げており、この結果は、前述の広田の著書[7]での議論で調査した企業の経営理念から抽出したのと同じ5つのステークホルダーであり、この5つが主要のステークホルダーであることが理解できる。

表 4.1 日本の化学企業におけるステークホルダー

旭化成[8]		
ステークホルダー	考え方	主なコミュニケーションの機会
お客様	ニーズを満たし、安心して喜んで使われる製品・サービスを提供することが、社会への貢献につながる	・営業・販売担当者による直接対応 ・電話・ウェブサイトなどへの問い合わせへの対応
株主・投資家	国内外の機関投資家、証券アナリストおよび個人投資家に会社を正しく理解してもらうため、幅広いコミュニケーション活動、公正かつタイムリーな情報開示	・機関投資家・証券アナリスト説明会・取材・個人投資家向け説明会 ・ウェブサイトでの情報公開・電話・ウェブサイトなどへの問い合わせへの対応・株主総会
取引先	法令を遵守し、地球環境や人権に配慮し、公平かつ透明性を重視した購買活動を通じて、取引先との信頼関係構築	・安全協議会などの交流会 ・CSR アンケート ・コンプライアンスホットライン
地域社会／一般市民	地域の文化を十分に理解し、地域社会とのコミュニケーションを深め、地域の発展に資することを目指す	・定期的な地域交流会 ・地域貢献活動
従業員	従業員一人ひとりを尊重し、働きがいがあり、能力を十分に発揮できる職場づくり	・各種研修、面談・経営協議会、経営懇談会・社内報・イントラネット・内部通報制度
三菱ケミカル[9]		
顧客、株主・投資家、地域社会、従業員、取引先など、企業活動を支えるすべての人、社会、基盤となる地球をステークホルダー		
ステークホルダー	基本方針	コンテンツ
お客様	「企業行動憲章」に則り、製品・サービスについて、契約を遵守し安全で高品質なものを提供するだけでなく、密接なコミュニケーションと研究開発を推進し、常に満足を追求	・情報提供（電話・ウェブサイト） ・満足度向上（顧客満足度調査）
サプライ	「企業行動憲章」「会社人権方針」に基づ	・購買方針（1.公正、公平、透明 2.

チェーン	き、取引先とともにサプライチェーン全体で CSR に配慮した購買・調達活動を推進	パートナーシップ、3.法令等の遵守、4.CSR 調達)・ガイドブックを通じた取引先への CSR 調達方針の共有・CSR アンケートによる取引先とのコミュニケーション推進・社内教育の実施・パートナーシップ構築宣言・下請法の遵守
従業員	経営基本方針の一つが「人を活かす経営」。KAITEKI 健康経営を実践、働く人が意欲的、自発的、主体的に仕事に取り組み、一人ひとりの能力が最大限発揮されるよう、又ダイバーシティを推進し、人材の多様性を強みにする経営を実施 ・ありたい人材・組織像	<ul style="list-style-type: none"> <li>・企業の持続的発展のための人事戦略</li> <li>・“持続可能なエンゲージメント”をめざす MCC &amp; me サーベイ</li> <li>・会社と従業員がともに成長していくことをめざす人事制度</li> </ul>
地域・社会	「企業市民活動方針」及び「会社人権方針」に沿って「共生社会の創造」「次世代育成」「地球環境保全」「地域社会とのコミュニケーション」「災害被災地支援」分野で企業市民活動を実施。海洋プラスチック問題への取り組みにも重点化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・企業市民活動（共生社会の創造、次世代育成、地球環境保全、地域社会とのコミュニケーション、災害被災地支援）</li> </ul>

住友化学[10]		
ステークホルダー	住友化学グループの責任	アプローチ方法
株主・投資家	株主・投資家との間で、経営方針、事業戦略および業績動向に関する計画的、効果的かつ戦略的なコミュニケーションを行い、株主への説明責任を果たし、市場からの信頼の維持・向上を図るとともに、当社への正しい理解を通じて、適正な株価形成と企業価値向上に努める	<ul style="list-style-type: none"> <li>・株主総会・経営戦略説明会／事業戦略説明会・ネットカンファレンス・個人投資家説明会・個別面談・住友化学レポート、インベスターズハンドブック、サステナビリティデータブックなど IR ツールの発行・ウェブサイトおよび SNS などによる情報提供</li> </ul>
お客様	満足かつ安心して使用できる品質の製品とサービスの提供を通じて、長期的な信頼関係を構築することに努める	<ul style="list-style-type: none"> <li>・営業活動を通じたコミュニケーションや品質保証のサポート・ウェブサイトおよび SNS などによる情報提供・相談窓口によるサポート</li> </ul>

取引先	<p>購買基本理念のもと、取引先との相互発展的で健全な関係を構築することに努める。また、公正・公平かつ透明性を確保した取引を自ら行い、取引先にもサステナビリティへの取り組みを励行してもらえよう、サプライチェーン全体を通じてサステナブル調達取り組みを推進。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・購買活動を通じてのコミュニケーション</li> <li>・サステナブル調達ガイドブック、チェックシートを使用したモニタリング、フィードバック</li> <li>・問い合わせ窓口</li> </ul>
従業員	<p>健康と多様性の尊重に留意しながら、従業員一人ひとりが能力を最大限に発揮していける人材育成と職場環境づくりに努める。また、会社と労働組合は、これまで築き上げてきた相互理解と信頼に基づく良好な労使関係を維持。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中央労使協議会、事業場労使協議会</li> <li>・ワーク・ライフ・バランス推進・労使委員会</li> <li>・各種研修</li> <li>・社報およびイントラネット</li> </ul>
コミュニティ	<p>国際イニシアティブとの協働による「世界を取り巻く諸課題解決への貢献」や情報開示の充実および双方向の対話の実践を通じた「地域との共存共栄」に努める。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国際イニシアティブへの参画（UNGC、WBCSD、ICCA など）</li> <li>・ウェブサイト、住友化学レポート、インベスターズハンドブック、サステナビリティデータブック、SNS などによる情報提供</li> <li>・地域対話の実施</li> <li>・社会貢献活動（アフリカ教育支援、理科教室の開催、清掃活動など）</li> </ul>
三井化学[11]		
ステークホルダー	重要な項目・課題	主なアプローチ方法
株主・投資家	<p>建設的な対話、公正で透明性の高い情報の適時適切な発信を行い、説明責任を果たす。意見を真摯に受け止め、経営への反映や情報開示の改善に努める。それらを通じて、企業価値の向上を図る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・建設的な対話</li> <li>・公正で透明性の高い情報の適時適切な発信</li> <li>・株主・投資家からの意見の経営への</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・株主総会（1回/年）</li> <li>・決算説明会（4回/年）</li> <li>・経営概況説明会（2回/年）</li> <li>・スモールミーティング（2回/年）</li> <li>・個別ミーティング（約400回/年）</li> <li>・ESG 等などの分野別説明会</li> <li>・工場見学会</li> <li>・三井化学レポート、ESG レポート（各1回/年）</li> <li>・ウェブサイト（随時更新）</li> </ul>

	反映	・問い合わせ窓口
お客様	<p>総合力を駆使し、技術、製品、サービスで最適なソリューションを提供すべく努める。また、製品・サービスの品質マネジメントを通じて、信頼に応える</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最適なソリューションの提供</li> <li>・高品質な製品とサービスの提供</li> <li>・適切な製品・サービス情報の提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウェブサイト（随時更新）</li> <li>・製品、技術説明会</li> <li>・展示会への出展</li> <li>・問い合わせ窓口</li> </ul>
取引先	<p>調達においてグローバルな視点でサプライチェーン全体における環境・社会的責任を果たすことが重要。そのためには、強いパートナーシップ構築が重要である。この取り組みは、取引先との相互の持続可能な発展に寄与すると認識。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・公正で誠実な取引・互いの持続可能な発展を目指したパートナーシップ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・取引先のサステナビリティ評価と改善支援</li> </ul>
地域社会	<p>各事業所において事業を正常かつ安定的に運営し、地域の持続的な発展に貢献したい。そのためには、地域との信頼関係が重要。このような考えから、地域とのコミュニケーションの機会を設定。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・社会的責任の遂行・地域社会の信頼獲得・NGO/NPOとの連携</li> </ul>	<p>意見交換会</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・事業所見学会</li> <li>・地域広報誌</li> <li>・科学実験教室「ふしぎ探検隊」</li> <li>・災害支援</li> <li>・ウェブサイト（随時更新）</li> </ul>
産官学界	<p>事業活動を行う各地域における法令・ルールを遵守し、グローバルに事業を展開。社会との持続可能な発展に向けて、産官学界と連携し、リーダーシップを発揮すべく努める。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適切な納税・法令の遵守・規制の動向把握・業界団体や政府の方針への提言・産官学界とのオープンイノベーション</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・産官学界への報告</li> <li>・産官学協働プロジェクトへの参画</li> <li>・各種業界団体や学会への参画</li> <li>・共同研究</li> </ul>
従業員	「従業員の幸福と自己実現」と「当社	・イントラネット（随時更新）

	<p>の持続的成長」の両方を実現することを目指す。多様な人材が生き生きと働き、能力が発揮できる職場環境の提供に努める。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・人材育成・適正な評価・報酬・働きやすい職場環境・ダイバーシティ・安全・保安・労働衛生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・社内報（4回/年）</li> <li>・研修</li> <li>・従業員エンゲージメント調査（1回/2-3年）</li> <li>・労使協議</li> <li>・安全衛生委員会</li> </ul>
ENEOS [12]		
ステークホルダー	活動内容	コミュニケーション手段
株主・投資家	<p>ディスクロージャーポリシーを定め、株主・投資家に対し、迅速、適正かつ公平な情報開示に努めている</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・株主総会、決算説明会、個人投資家向け説明会、ESG説明会</li> <li>・統合レポート、ESGデータブック、株主通信、ウェブサイトでの情報開示</li> </ul>
お客様	<p>要望や期待に応え、信頼と満足いただける商品・サービスを開発・提供</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・営業活動を通じたコミュニケーション</li> <li>・安全・安心で価値ある商品・サービス提供</li> <li>・ウェブサイトによる情報提供</li> <li>・電話やウェブサイトでのお問い合わせ窓口</li> </ul>
取引先	<p>購買情報を開示し、積極的にビジネスチャンスを提供するとともに、公正な取引機会の確保に努めている</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・購買業務を通じたコミュニケーション</li> <li>・ウェブサイトの活用</li> <li>・CSR調達アンケートの実施</li> </ul>
NPO、NGO	<p>協力関係を構築し、環境保全や社会貢献活動への積極的に取組み</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生物多様性保全活動による協働</li> <li>・次世代人材育成支援活動での協働</li> <li>・人権デュー・ディリジェンスにおける第三者の立場からの検証</li> </ul>
地域社会・国際社会	<p>操業地および国際社会からのニーズや期待に応え、積極的にコミュニケーションを図ることで、責任ある企業活動を行うことを目指す</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地域住民向け説明会、行事参加・協賛</li> <li>・ボランティア活動</li> <li>・産油、産ガス、産銅国等を対象にしたさまざまな支援制度を開設</li> <li>・国際イニシアティブへの参画</li> </ul>
従業員	<p>経営における重要なステークホルダーとして位置付け、一人ひとりが安心して働き、能力を最大限発揮できるように、各種制度を整備</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・労働組合と経営層との定期的な対話・グループ報、イントラネットによる情報発信・意識調査の定期的実施・階層別研修等の実施・会社への意見・提言・要望の募集（年1回）・各種施策に対するアンケートの実施（随時）</li> </ul>

以上の既往の研究や動向、日本の化学企業の現状から考察し、化学品製造業の関連するステークホルダーを表 4.2 に示した。化学品製造業の数あるステークホルダーの中で、重要なステークホルダーを選択するならば、前述で論じた、「株主・投資家」「顧客」「取引先」「地域社会・一般市民」「従業員」の 5 つに、化学品製造業の特徴が表れる「環境」を加え、6 つである。

表 4.2 化学品製造業の主なステークホルダー

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・株主、投資家</li> <li>・顧客（企業がつくりだす製品やサービスを提供する相手方企業、BtoC 製品顧客の消費者）</li> <li>・取引先（企業がつくりだす製品やサービスを顧客へ供給するために必要な物品やサービスを売買している企業。原材料購入先の企業や商社、業者など）</li> <li>・地域社会、一般市民（企業の拠点がある地域の生活共同体社会、そこに居住する市民や家族）</li> <li>・従業員</li> <li>・環境（大気、水質、土壌、騒音、振動、地盤沈下、悪臭）</li> <br/> <li>・産官学会</li> <li>・NPO、NGO</li> <li>・競合企業</li> <li>・行政・監督官庁（高圧ガス保安法、労働安全衛生法、消防法の所轄官庁として、経済産業省、厚生労働省、総務省消防庁、環境省、市区町村役所）</li> <li>・メディア（報道機関、マスコミ）</li> </ul> |
|---|

## 4.2.2 化学品製造業のリスクマネジメントの課題

4.2.1 で、化学品製造業企業におけるステークホルダーを明確にした。ステークホルダーへのリスクを論じるに際し、過去の事例や既往の研究を振り返り、自然災害に関する企業におけるリスクマネジメントの課題を論じ、本論文のマネジメントプロセス研究の気づきとする。

第 2 章で、日本における自然災害の歴史を振り返った。そして近年最も甚大な被害をもたらした 2011 年の東日本大震災の教訓として、4 つを提示した。1 つ目は、最大リスクを想定する必要性と、それによって今まで実施している対応について再評価をする必要があること、2 つ目は、化学企業は自然災害発生後の事業継続のためにしっかりとした準備をしておく必要があるということ、3 つ目は、化学企業は潜在的にリスクが高いため、災害前、災害中、災害後に、リスクの軽減や管理に関する情報を定期的にプレスリリースし、企業、地域社会、一般市民の間でコミュニケーションを図ることで、企業の社会的責任を維持、満足させる必要があるということ、そして 4 つ目は、最大クラスの津波に対しては、被害の最小化を主眼とする「減災」の考え方にに基づき、ハード対策とともにソフト対策を重視しなければならないことであった。

3 つ目の、企業の社会的責任を維持、満足するには、地域社会、一般市民等が企業に対し、何を求めているかを理解することが必要である。それを明らかにするために、まずは、東日本大震災において企業が大きな影響を与えた東京電力福島第一原子力発電の事故について、ステークホルダーである地域社会、一般市民と、企業とのリスクの認識について調査を行った。東日本大震災における原子力発電所事故に伴う避難に関する実態調査が、内閣府からなされている（アンケート 2014 年 2 月～5 月、ヒアリング 2013 年 12 月～2014 年 7 月）[13,14]。発災当日は地震・津波が恐ろしかったため、原発の状況は聞いていたが、原発からの避難が必要になるという認識はなかったということ、避難指示等を聞いて「どこに避難すれば良いかわからなかった」と感じた住民が約 5 割、「何が起きたのかよくわからなかった」と感じた住民が約 4 割いたことが論じられている。

次に関連事項として、原子力発電に関する市民の認識を調査した。土屋は、東日本大震災の時期より前に、原子力発電について、市民と専門家のリスク認知の違いについて「原子力発電」から思い浮かんだ言葉を、一般市民、原子力専門家、電力社員について照査した結果をもとに、リスクコミュニケーションについて論じている[15]。原子力発電から連想された言葉を分類すると、専門家は技術用語が多いが、一般市民は連想語や不安・リスク・事故に関する言葉が多く、電力社員では、技術用語に加え、反対運動など社会の反応に関わる言葉が多い。一方科学技術そのものの捉え方や科学技術を評価する視点についても論じており（科学技術に関する価値観）、市民も専門家も科学技術にはプラス面もマイナス面もあると認識はしているが、市民は科学技術をコントロール出来ないと思っており、専門家はコントロールできるという信念を持っている。しかしながら、予想もできない危険が潜んでいるという認識は、一般市民と専門家で大きな差はない。また、科学技術を評価する際、専門家は

「社会にとって必要か」「技術がコントロールできているか」「経済的に貢献するか」を重視しているが、一般市民は、社会的必要性以上に「将来なにが起こるかを予測できるか」を重視しており、「扱う国・企業が信頼できるか」「社会が管理できるか」など多様な視点で評価する傾向がある(表4.3)。この違いは個々の科学技術として原子力発電でも同様が見られ、専門家は有用性(特に問題解決力や経済性向上の観点)を重視しがちであるに対し、市民は経済的メリットをほとんど重視しておらず、管理能力や緊急時の対応を重視している。にもかかわらず、原子力専門家や電力社員は緊急時の対応能力を最も重視しておらず、事故リスクへの関心の低さが示されている(表4.4)。

以上の既往の研究事例から、リスクマネジメントに関して、企業と地域の認識については、以下のような相違が見える。

■企業が地域と比べて重要視している事項

- ・経済的に貢献しているか(電力や製造した製品が、地域・市民に安定的に供給するなど)
- ・技術を管理しているか(保安防災などに対しマネジメントができているか)

■企業が地域と比べて重視していない事項

- ・緊急時の対応能力
- ・事故リスク

■地域が企業に比べて重視している事項

- ・企業の技術管理の状態(技術が管理され、災害等の発生を起こさないか)
- ・緊急時の対応能力(災害発生などの緊急時、対応がきちとなされるか)

表4.3において、専門家や電力の社員で、生じうる事故の規模や事故の発生確率についての重視度が低いことなどを考えると、企業における災害に対する管理について、完成度が高いとして認識した技術や管理に関しては、想定外リスクへの住民への影響の把握とその対応が、おろそかになる可能性について示唆していると考えられる。またそれについては、企業が認識している以上に、地域の住民はリスクとして認識している事項である。

それ故、被災後の対応としての経済的な貢献対応以上に、化学品製造業では原子力に対応するものとして、化学物質について、漏洩防止等の事前の管理・対策をしっかりと行うことは勿論のこと、その管理が外れることにより漏洩が生じ、それに起因する災害が発生した場合の影響について、低減や拡大を防止することの対応の判断を明確にできるように、管理が外れ漏洩に起因する災害が発生した場合のリスク想定と、想定が顕在化した時の優先順位を含めた判断・対応について決定しておく必要があると考える。

表 4.3 科学技術一般の評価で重視すること

〔加重平均値〕

	一般 市民	原子力 専門家	バイオ 専門家	電力 社員
国・企業などの信頼性	0.714	0.431	0.363	0.345
経済的貢献可能性	0.340	0.803	0.584	0.753
技術的コントロール可能性	0.469	0.890	0.876	1.162
社会的管理規制能力	0.531	0.448	0.272	0.412
社会的必要性	0.887	<b>2.136</b>	<b>1.993</b>	<b>2.075</b>
生じうる事故の規模	0.276	0.119	0.162	0.194
責任の所在	0.545	0.169	0.162	0.115
事故の発生確率	0.434	0.189	0.123	0.134
その科学技術の完成度	0.473	0.269	0.454	0.345
結果・影響の予測可能性	<b>1.253</b>	0.355	0.558	0.408

\* 一番重要なものに3点, 2番目に重要なものに2点,  
3番目に重要なものに1点を配点 (1999年 電中研調査)

表 4.4 原子力発電の評価で重視すること

〔加重平均値〕

	一般 市民	バイオ 専門家	原子力 専門家	電力 社員
技術が完成したものか	<b>1.365</b>	<b>1.538</b>	<b>1.407</b>	<b>1.484</b>
研究者・技術者が信頼できるか	<b>1.072</b>	0.847	0.843	0.850
電気が安く生産できるか	0.178	0.380	0.601	<u>0.698</u>
国に悪用・誤用を防ぎ管理する能力があるか	<b>1.201</b>	<b>1.579</b>	<b>1.319</b>	<b>1.437</b>
国・企業に対応・保障する能力があるか	<b>1.096</b>	0.607	<u>0.467</u>	<u>0.373</u>
環境問題の解決に貢献するか	0.649	0.733	<b>1.073</b>	0.947

\* 一番重要なものに3点, 2番目に重要なものに2点,  
3番目に重要なものに1点を配点 (1999年 電中研調査)

#### 4.2.3 ステークホルダーから見たリスク

野口[16]は、よく用いられているリスク分類に基づき、以下のようなリスクの分類の整理例を用いて、リスクを掲げている。

- ① 被害の種類による分類：環境リスク、労働災害リスク
- ② 業態による分類：商業リスク、銀行リスク
- ③ 製品・商品による分類：金融リスク
- ④ 影響の形態による分類：火災リスク、爆発リスク、建築物倒壊リスク、プラント故障リスク、納期遅れリスク、在庫リスク
- ⑤ ハザードによる分類：地震リスク、台風リスク、風水害リスク、異常湯水リスク、落雷リスク、危険物リスク、環境汚染物質リスク
- ⑥ 対処法の種類による分類：戦争／内乱／クーデタによるリスク、経済混乱によるリスク、外資不足によるリスク、投資リスク、事業リスク、為替リスク、研究開発リスク、カントリーリスク、信用リスク
- ⑦ 管理部署による分類：安全防災リスク、環境リスク、労働安全リスク、人事リスク、衛生管理リスク、法務リスク、広報リスク、システムリスク、事務リスク

また、井上[17]は、具体的なリスク項目を洗い出す際の事象例として、組織におけるリスクの事象を、4つに分類して例示している。

- ① 事故／災害：台風・洪水・地震・噴火・火災・爆発・航空機事故・交通機関の事故・ストライキ・システム障害
- ② 法務：製造物責任訴訟・知的財産権訴訟・インサイダー取引・株主総会関連訴訟・民事介入暴力事犯・法令違反・私文書偽造・情報の漏えい
- ③ 財務：企業買収・不良債権・不正取引発生・脱税・税法違反・運転資金等の盗難
- ④ 労務：人権問題・労働基準法違反・雇用契約問題・セクハラ・内部告発・役職員の誘拐・テロ・社会保険の不適用

このように企業を取り巻くリスクにはいろいろあるが、本研究の自然災害リスクマネジメントに関しては、化学工場に関する、例えばステークホルダーとしての地域住民のリスクの認識としては、深沢が化学工場事故被害感等について、市民にアンケート調査を行った結果を報告している[18]。それによると、住民が困る化学工場事故被害については、有害物の後遺症、水道水源汚染、土壌汚染毒物の順の結果であり、市民にとって化学工場事故への不安は、有害物の直接的な漏洩・流出または火災等による発生にあると考えられる。これは、

#### 4.2.2 企業のリスクマネジメントの課題の議論からも裏付けられる。

以上から化学品製造業のステークホルダー（表 4.2）の視点で、リスクの再整理を検討した。結果を表 4.5 にまとめた。

表 4.5 化学品製造業に対するステークホルダーのリスク

ステークホルダー	リスク
株主・投資家	商業リスク、金融リスク
顧客	納期遅れリスク、商業リスク、金融リスク
取引先	商業リスク、金融リスク
地域社会・一般市民	有害物の漏洩・流出リスク、危険物リスク、環境汚染物質リスク、健康障害リスク、火災リスク
従業員	自然災害リスク、有害物の漏洩・流出リスク、危険物リスク、環境汚染物質リスク、健康障害リスク、火災リスク、建築物倒壊リスク
環境	環境リスク、危険物リスク
産官学会	研究開発リスク
NPO、NGO	環境リスク
競合企業	商業リスク
行政監督官庁	安全防災リスク、環境リスク
メディア	商業リスク

### 4.3 化学品製造業の社会的責任

#### 4.3.1 社会的責任

CSR（企業の社会的責任）については、経済産業省経済産業政策局内に設置された企業の社会的責任（CSR）に関する懇談会が2004年9月に公表した中間報告書 [19]では、「CSRとは、今日経済・社会の重要な構成要素となった企業が、自ら確立した経営理念に基づいて、企業を取り巻くステークホルダーとの間の積極的な交流を通じて事業の実施に努め、またその成果の拡大を図ることにより、企業の持続的発展をより確かなものとするとともに、社会の健全な発展に寄与することを規定する概念であるが、同時に、単なる理念にとどまらず、これを実現するための組織作りを含めた活動の実践、ステークホルダーとのコミュニケーション等の企業行動」を意味するとの基本的な考え方を示している。また簡潔に、「企業が社会や環境と共存し、持続可能な成長を図るため、その活動の影響について責任をとる企業活動であり、企業を取り巻く様々なステークホルダーからの信頼を得るための企業の在り方」との表現もされている [20]。しかしながら、それでは具体的に何をすべきかという問いかけに対してはいずれも概念的である。

Steiner は、企業が対応すべき技術課題を、内部社会的責任と外部社会的責任に分類している [21]。内部責任とは、従業員の採用、訓練・昇進・解雇過程、物的作業条件、従業員の個人的生活の支持と資源の有効利用過程、企業の利潤目標の達成、活動過程における従業員への法的順守の徹底、株主への配当、財・サービスの提供等で市場内部における企業活動に関する責任であるとしている。また外部社会責任とは、大気汚染、水質汚濁、人種差別、交通混雑、企業活動の地域社会に与えるインパクト、雇用問題、価格安定化、慈善貢献、製品や広告の問題、企業外部での研究活動支持、都市再開発、麻薬の乱用、武器援助等、市場外部社会における企業活動に関する責任であるとしている。これらを手掛かりに、津久井は一企業に関わる課題事項を、3つの同心円状に表した [22]（図 4.1）。

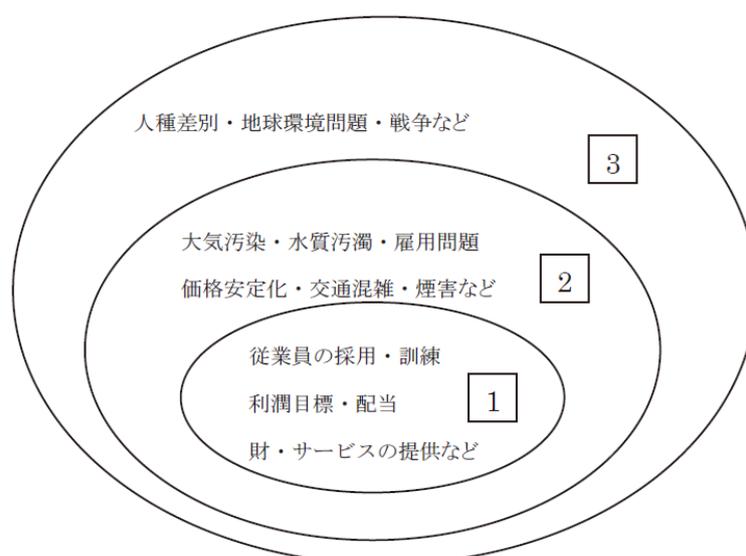


図 4.1 社会的責任の内容

企業は内部社会的責任に対応する過程において(円1)、意図せざる副産物として煙害や交通混雑を引き起こすことがあり(円2)、社会全体がかかえる人種差別という問題が(円3)企業に多大な影響を与える雇用問題を引き起こしている場合(円2)や、企業の内部社会的責任の従業員の採用・訓練を困難にさせている場合(円1)もある。つまり、一企業に関わる課題事項を、役割責任と結果責任という二つの概念からとらえ直してみると、役割責任とは、円1の市場内部における企業活動をいかに忠実・公正に取り組んでいくかということであり、円2、3の市場外部社会における企業活動に対してどこまで配慮してどこまで深くかわっていくということであると論じている。

化学品を製造する企業の視点で見ると、CSR活動の一種として、一般社団法人日本化学工業協会(以下、日化協)では、レスポンシブル・ケア活動が挙げられる。レスポンシブル・ケア[23]とは「化学品を取り扱う企業が、化学品の開発から製造、物流、使用、最終消費を経て廃棄に至るすべての過程において、環境・健康・安全を確保し、その成果を公表し、社会との対話・コミュニケーションを行う自主活動」のことであり、化学産業では、これらのものを安全・安心に使っていただくための自主的な活動を通じながら、事故や災害の防止を図っている。

本論文の研究の目的である社会的責任と自然災害という観点では、菊池はリスクマネジメントとCSRの視点から、経営行動と自然災害に関し論じている。主として経営立地論の重要性と企業のサプライチェーン構築におけるリスクへの対応の取り込み課題についてである。経営立地については、従来から重視されている収益性ないしは経済性に関する立地因子に加えて、東日本大震災の経験から、拠点候補の台風、洪水、津波、地震などの被害規模や頻度や、地質・基盤・地層の安定性などの自然災害発生リスクへの対応という自然災害立地因子の検討がこれまで以上に重視されるようになり、企業の事業活動が、人の健康や生活環境等へ及ぼす影響の大きい事業分野に属する企業にとっては、立地に関する周辺への環境に対する影響の評価が必要であると述べている。サプライチェーンについては、企業は商品およびサービスを顧客に継続的に供給するというは企業の本来の機能であるとしたうえで、その継続を中断せざる負えない事態とその原因を分析することが必要であり、そのためには企業が直接的に被害を受ける場合のみならず間接的に被害を受ける場合も考慮し、平常時のサプライチェーンとは別の緊急、被害時の原料等の調達ルートを計画する必要性を指摘している[24]。この論文のように、社会的責任と自然災害についての既往の研究は、拠点の安全性やサプライチェーン確保など、社会的責任として事業の継続を主体としたものが多い。

事故災害の防止の観点で考えると、企業は、平時の時のみならず、災害時においても、社会的責任を果たす使命を念頭に、活動を行っていくことが必要であると考えられる。災害を防ぐための企業防災については、従来からの防災対策に、事業継続の観点をプラスし企業防災を推進することが望まれてきている。具体的には、生命の確保、二次災害の防止、地域貢献・地域との共生のそれぞれが事業継続とともに求められる[25]。また曾路らは、自然災害に対

する企業の役割として、被災地にある被災企業と、被災しない、もしくは被災程度が低い企業に分け、被災企業にとっては自己救助、企業の安全・安定を図ることが急務であることを論じている[26]。

#### 4.3.2 化学品製造業の社会的責任

4.2.1 化学品製造業のステークホルダーで調査した、日本の化学企業のステークホルダーへの考え方、基本方針、重要な課題、活動項目等（表 4.1）にも社会的責任の思想が含まれていると考えられ、既往の研究や行政・監督官庁で論じられている事項、及び日本の化学企業の認識から社会的責任のポイントをまとめると以下のように総括される。

表 4.6 社会的責任

<p>・<u>CSR</u>：企業が社会や環境と共存し、持続可能な成長を図るため、その活動の影響について責任をとる企業活動であり、企業を取り巻く様々なステークホルダーからの信頼を得るための企業の在り方</p> <p>⇒社会・環境との共存、成長、ステークホルダーからの信頼獲得</p> <p>・<u>内部社会的責任</u>：市場内部における企業活動に関する責任であり、従業員の採用、訓練、作業条件、従業員の個人的生活の支持、企業の利潤目標の達成、従業員への法的順守の徹底、株主への配当等</p> <p>⇒従業員の雇用と生活支持、企業収益確保、従業員コンプライアンス、株主への配当</p> <p>・<u>外部社会的責任</u>：市場外部社会における企業活動に関する責任であり、大気汚染、水質汚濁、交通混雑、企業活動の地域社会に与えるインパクト、雇用問題、価格安定化等で、内部社会的責任の企業活動に伴い引き起こした意図せざる副産物等</p> <p>⇒環境、生活環境、安定価格製品提供</p> <p>・<u>レスポンシブル・ケア</u>：化学品を取り扱う企業が、化学品の開発から製造、物流、使用、最終消費を経て廃棄に至るすべての過程において、環境・健康・安全を確保し、その成果を公表し、社会との対話・コミュニケーションを行うこと。</p> <p>⇒サプライチェーン、環境・健康・安全確保の結果公表と、社会とのコミュニケーション</p> <p>・<u>社会的責任と自然災害</u>：自然災害発生リスクへの対応という立地に関する周辺への環境に対する影響についての経営立地論と、企業は商品を顧客に継続的に供給するという企業の本来の機能を果たすための、直接的或いは間接的な被害を考慮した、平常時とは別の緊急、被害時の原料等のサプライチェーンを計画する必要性。</p> <p>⇒周辺への環境視点での工場立地、被災時を考慮したサプライチェーン</p> <p>・<u>企業防災</u>：生命の確保、二次災害の防止、地域貢献・地域との共生、事業継続。被災企業にとっては自己救助、企業の安全・安定。</p> <p>⇒生命の確保、二次災害の防止、地域貢献・地域との共生、事業継続、安全・安定</p> <p>・<u>化学会社ステークホルダーへの考え方</u></p> <p>⇒顧客：満足で安心の製品の提供による社会への貢献、コミュニケーション、満足追及、信頼関係</p> <p>株主・投資家：コミュニケーション、公正、信頼、企業価値、透明性、情報公開</p> <p>取引先：法令順守、地球環境、人権、公平・透明、信頼、サステナビリティ、情報公開</p> <p>地域社会：コミュニケーション、地域発展、共生社会、信頼</p> <p>従業員：働きがい、信頼、労使関係、安全・保安、労働衛生、安心</p>
--

#### 4.4 社会的責任の視点を取り入れたリスクマネジメントプロセス

化学品製造業の自然災害リスクマネジメントについて、4.2で化学品製造業におけるステークホルダー、そのステークホルダーに対する化学品製造業に対するリスクを明らかにした。4.3では化学品製造業の社会的責任についても論じ、客観的に理解できる事項を明らかにした。本研究で提案する、社会的責任視点からみた化学品製造業の自然災害リスクマネジメントについて以下に示す。

##### 4.4.1 自然災害の特定

具体的なリスクマネジメントを論じるため、リスクマネジメントを行う対象の水気象学的・地質学的な自然災害を特定する（例えば地震による津波）。

##### 4.4.2 リスクの特定

リスクの特定における本研究のポイントは、リスクの特定に際し、社会的責任の視点で行うことにある。以下に述べる手順でリスク特定を行った。リスクとは、ISO31000の定義である「目的に対する不確かさの影響」であり、従ってステークホルダーにとってプラス面もマイナス面もあるが、本研究では、マイナス面のみを対象とした。それに伴いメディアは除外した。

- 1) まずは、化学品製造業に対するステークホルダーのリスク（表4.5）から、自然災害に関するリスクを抽出する。
- 2) 化学品製造業に対する自然災害のリスクを、社会的責任（表4.6）の視点で考察し、何が・どのようになって発生し得るか（シナリオ）を各々のステークホルダーについて特定する。

リスクを特定した結果のうち、主要なものを表4.7に示した。

例えば、化学品製造業にとって、ステークホルダー株主・投資家への社会的責任の主要なものの一つは、事業を継続しながら収益を確保し配当を支払うことである。ステークホルダー株主・投資家の自然災害に関するリスクとしては、化学品製造業からの配当が減少することにある。そのシナリオとしては、ひとつは、事業の継続や信頼獲得という社会的責任の視点も考えると、自然災害によって、生産設備の破損や従業員の死傷で、生産・販売・物流インフラ機能が低下することにより、化学品製造業の収益減少で支払う配当が減少すると想定できる。また、化学品製造業が原因で、地域住民に迷惑（有害物の漏洩、災害対応のまずさ）により不買運動で収益減少となり、支払う配当が減少するというシナリオも想定できる。なお、食品包装ラップなどのBtoC製品のステークホルダー顧客としての消費者のリスクとしては、欠品による不便さが考えられるが、欠品に関する研究によると、欠品の場合、ほとんどがブラインドスイッチを実施する結果であり[34]、消費者のリスクは除外した。

表 4.7 ステークホルダーに対する自然災害リスクの特定

ステークホルダー：株主・投資家			
リスク	社会的責任	リスク発生の原因	社会的責任に関する事象
配当の減少	信頼獲得、配当、企業収益確保、化学品製造業の安全・安定、事業継続、透明性	・化学品製造業の売上、収益の減少	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生産・販売・物流インフラ機能の低下（生産設備等の破損、従業員の死傷、従業員の出社困難化、復旧正常化までの設備点検及び製品品質検査の確認）による製品提供の遅延・中止</li> <li>・生産・輸送費等のコスト上昇</li> <li>・復旧に要するコスト発生</li> <li>・建物・設備、インフラの破損崩壊</li> <li>・製品・原材料等の破損</li> <li>・消費者や地域住民への迷惑</li> </ul>
ステークホルダー：顧客			
リスク	社会的責任	リスク発生の原因	社会的責任に関する事象
納期遅れ・欠品・製品価格上昇による収益或いは売上の減少	安定価格製品提供、化学品製造業の安全・安定、事業継続、信頼獲得	化学品製造業の生産・販売・物流インフラ機能の低下	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生産・販売・物流インフラ機能の低下（生産設備等の破損、従業員の死傷、従業員の出社困難化、復旧正常化までの設備点検及び製品品質検査の確認）による製品提供の遅延・中止</li> <li>・生産・輸送費等のコスト上昇</li> <li>・復旧に要するコスト発生</li> <li>・建物・設備、インフラの破損崩壊</li> <li>・製品・原材料等の破損</li> </ul>
ステークホルダー：取引先			
リスク	社会的責任	リスク発生の原因	社会的責任に関する事象
取引の減少	サプライチェーン、化学品製造業の安全・安定	化学品製造業の生産・販売・物流インフラ機能の低下	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生産・販売・物流インフラ機能の低下（生産設備等の破損、従業員の死傷、従業員の出社困難化、復旧正常化までの設備点検及び製品品質検査の確認）による製品提供の遅延・中止</li> </ul>

			・建物・設備、インフラの破損崩壊
ステークホルダー：地域社会・一般市民			
リスク	社会的責任	リスク発生の原因	社会的責任に関する事象
一般市民への生命・健康への影響	社会との共存、信頼獲得、社会とのコミュニケーション、化学品製造業の安全・安定、生命の確保、地域貢献・地域との共生、収益確保、事業継続	・化学品製造業の工場等から、有害物が漏洩・流出 ・企業の工場等で火災・爆発	・有害物の建物・設備、インフラの破損崩壊 ・上記による一般市民の死傷、健康被害
一般市民への生活への影響		・化学品製造業の生産・販売機能の低下、事業撤退	・上記による、居住地環境への影響（居住地損傷、農作物被害等） ・生産・販売・物流インフラ機能の低下（生産設備等の破損、従業員の死傷、従業員の出社困難化、復旧正常化までの設備点検及び製品品質検査の確認）による製品提供の遅延・中止 ・上記による雇用環境の悪化
地域社会の税収入減少		・化学品製造業の売上、収益の減少	・生産・販売・物流インフラ機能の低下（生産設備等の破損、従業員の死傷、従業員の出社困難化、復旧正常化までの設備点検及び製品品質検査の確認）による製品提供の遅延・中止 ・生産・輸送費等のコスト上昇 ・復旧に要するコスト発生 ・建物・設備、インフラの破損崩壊 ・製品・原材料等の破損 ・消費者や地域住民への迷惑
ステークホルダー：従業員			
リスク	社会的責任	リスク発生の原因	社会的責任に関する事象
従業員の死傷	従業員の雇用と生活支持、生命の確保	・自然災害による被災 ・化学品製造業の工場等から、有害物が漏洩・流出	・自然災害による水没等 ・有害物の建物・設備、インフラの破損崩壊 ・上記による死傷・健康被害

		・化学品製造業の工場等で火災・爆発	
雇用環境の悪化 (雇用、給与)		・化学品製造業の生産・販売機能の低下、事業撤退	・生産・販売・物流インフラ機能の低下(生産設備等の破損、従業員の死傷、従業員の出社困難化、復旧正常化までの設備点検及び製品品質検査の確認)による製品提供の遅延・中止 ・生産・輸送費等のコスト上昇 ・復旧に要するコスト発生
ステークホルダー：環境			
リスク	社会的責任	リスク発生の原因	社会的責任に関する事項
有害物による環境破壊	環境との共存	・化学品製造業の工場等から、有害物が漏洩・流出 ・企業の工場等で火災・爆発	・有害物の建物・設備、インフラの破損崩壊 ・上記による、環境被害
ステークホルダー：産官学会			
リスク	社会的責任	リスク発生の原因	社会的責任に関する事象
研究の遅れ・中止	持続可能な成長	化学品製造業の研究の停滞・中断・中止	・研究所等の建物の損壊 ・研究員の死傷、出社困難化 ・実験データ等の損失
ステークホルダー：NPO、NGO			
リスク	社会的責任	リスク発生の原因	社会的責任に関する事象
企業の地域貢献の享受不可	環境、信頼獲得、地域貢献	地域貢献活動の停滞・中断・中止	・建物・設備、インフラの破損崩壊 ・講師等の死傷
ステークホルダー：競合企業			
リスク	社会的責任	リスク発生の原因	社会的責任に関する事象
被災企業と同等製品の顧客への提供受託	信頼獲得	被災化学品製造業の販売機能の低下	・生産・販売・物流インフラ機能の低下(生産設備等の破損、従業員の死傷、従業員の出社困難化、復旧正常化までの設備点検及び製品品質検査の確認)による製品提供の遅延・中止 ・建物・設備、インフラの破損崩壊

			壊 ・製品・原材料等の破損
ステークホルダー：行政監督官庁			
リスク	社会的責任	リスク発生の原因	社会的責任に関する事象
被災企業に対する対応	化学品製造業の安全・安定、信頼獲得	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化学品製造業の工場等から、有害物が漏洩・流出</li> <li>・化学品製造業の工場等で火災・爆発</li> <li>・災害による死傷者発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有害物の建物・設備、インフラの破損崩壊</li> <li>・従業員の死傷</li> <li>・自然災害による水没</li> </ul>

### 4.4.3 リスク分析

#### 4.4.3.1 リスクの大きさ

特定した自然災害について、想定すべきリスクの大きさ（例えば、M8の地震で、津波5m）から、リスクの見積もりを行う。見積もりには、まずリスクの大きさに関する詳細の確認（例えば、M8の震度で、津波5mの場合の、浸水分布や波力など）を、公的なハザードマップ等の情報や、外部機関を活用し把握する。その一例を表4.8に整理し示した。

表 4.8 自然災害とその大きさの確認項目[27-30]

自然災害	大きさ
地震	想定震度⇒その時の人の体感、屋内・屋外の状況、建物、地盤の状況、液状化危険度、被害の大きさ（工場建物等の耐震強度）
津波	津波高さ、浸水域・分布、浸水深さ・最大浸水深さ、津波波力、影響開始時間・浸水開始時間分布
土砂災害	警戒区域情報（土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域）とそれによる土石の移動高さ、移動力の範囲、堆積の高さの範囲
高潮	高潮浸水想定区域、想定される水深、浸水継続時間
水災	浸水想定区域、想定される水深、浸水継続時間 家屋倒壊等氾濫想定区域

#### 4.4.3.2 リスク分析

4.4.2で、社会的責任の視点を加えステークホルダーに対する自然災害リスクの特定を行った。その際に、社会的責任に関する事項（社会的責任、社会的責任のポイントに影響する事項）をステークホルダー毎に抽出した（表4.7）。

行うべきリスクの見積もり事項を明確にするために、社会的責任に関する事項を主体として再整理を行った（表4.9）。なお社会的責任に関する見積もり実施事項が、長めの文章であるため、略語の単語を設定した（例えば、従業員の死傷の状況（程度、人数規模）は「人」）。

リスクアセスメントに際し、社会的責任視点を加えたリスク見積もり実施項目として、「人」「設備・建屋・インフラ・資産」「環境」「製品（供給）」「製品（品質）」「投資」「コスト」「信頼性」の8つの項目を提案した。

表 4.9-1 社会的責任に関するリスクの見積実施事項

	ステークホルダー	自然災害リスク	リスク発生の原因	社会的責任に関する事項	社会的責任に関する見積実施事項		
1	株主・投資家	配当の減少	化学品製造業の売り上げ・収益の減少	・生産設備等の破損	1-1. 従業員の死傷の状況 (程度、人数規模) ⇒人		
2				・従業員の死傷			
3				・従業員出社困難化			
4				・復旧正常化の期間			
5				・復旧正常化の品質確認			
6				・コスト上昇			
7				・製品・原材料の破損			
8				・消費者等に迷惑			
9	顧客	納期遅れ・欠品・製品価格上昇による収益或いは売上の減少	化学品製造業の生産・販売・物流インフラ機能の低下	・生産設備等の破損	2. 生産設備等、製品・原材料の破損の状況 (資産減少の程度) ⇒設備・建屋・インフラ・資産		
10				・従業員の死傷			
11				・従業員出社困難化			
12				・復旧正常化の期間			
13				・復旧正常化の品質確認			
14				・コスト上昇			
15				・製品・原材料の破損			
16				・生産設備等の破損			
17	取引先	取引の減少	化学品製造業の生産・販売・物流インフラ機能の低下	・生産設備等の破損	3. 有害物の建物・設備、インフラの破損崩壊による環境被害の状況(破損被害の状況とそれによる環境被害の状況と程度) ⇒環境		
18				・従業員の死傷			
19				・従業員出社困難化			
20				・復旧正常化の期間			
21	地域社会・一般市民	一般市民への生命・健康への影響	化学品製造業の工場等から、有害物が漏洩・流出 ・企業の工場等で火災・爆発	・生産設備等の破損で漏洩による一般市民の死傷・健康被害	4. 生産・販売・物流インフラ機能の低下による製品提供の遅延の状況 (生産再開までにかかる期間) ⇒製品(供給)		
22				・生産設備等の破損で漏洩で、火災・爆発で一般市民の死傷・健康被害			
23		一般市民への生活への影響	化学品製造業の工場等から、有害物が漏洩・流出 ・企業の工場等で火災・爆発	・生産設備等の破損で漏洩による地域社会・環境への影響		5. 生産・販売機能の低下による製品提供の遅延の状況(品質が保証された製品提供再開までにかかる期間) ⇒製品(品質)	
24				・生産設備等の破損で漏洩で、火災・爆発で地域社会・環境への影響			
25				・生産設備等の破損で漏洩による地域社会の信頼低下、喪失			
26				・生産設備等の破損で漏洩で、火災・爆発で地域社会の信頼低下、喪失			
27		化学品製造業の生産・販売機能の低下、事業撤退	・上記による雇用環境の悪化	6. 生産・販売・物流インフラ機能の低下による製品提供の遅延の状況(生産再開までにかかる設備・インフラの投資) ⇒投資			
28		地域社会の税収入減少	化学品製造業の売上、収益の減少			・生産設備等の破損	7. 復旧に要するコスト発生の状況(生産、輸送、在庫等で発生する経費) ⇒コスト
29						・従業員の死傷	
30						・従業員出社困難化	
31	・復旧正常化の期間						
32	・復旧正常化の品質確認	8. 消費者や地域住民への迷惑の影響状況(環境破壊・火災など二次災害発生の状況及びそれに対する対応姿勢等から発する社会的信頼性の低下による売り上げ減・株価低下等) ⇒信頼性					
33	・コスト上昇						
34	・製品・原材料の破損						
35	・消費者等に迷惑						

表 4.9-2 社会的責任に関するリスクの見積実施事項

	ステークホルダー	自然災害リスク	リスク発生の原因	社会的責任に関する事項	社会的責任に関する見積実施事項
36	従業員	従業員の死傷	・自然災害による被災	・自然災害による水没等による死傷	1-1. 人
37			・化学品製造業の工場等から、有害物が漏洩・流出	・漏洩による死傷・健康被害	1-2. 人
38		雇用環境の悪化 (雇用、給与)	・化学品製造業の生産・販売機能の低下、事業撤退	・漏洩で、火災・爆発で死傷・健康被害	2. 設備・建屋・インフラ・資産
39				・生産設備等の破損	3. 環境
40				・従業員の死傷	4. 製品(供給)
41				・従業員出社困難化	
42				・復旧正常化の期間	5. 製品(品質)
43				・復旧正常化の品質確認	
44				・コスト上昇	6. 投資
45				・製品・原材料の破損	
46	・消費者等に迷惑	7. コスト			
48	環境		有害物による環境破壊	・化学品製造業の工場等から、有害物が漏洩・流出	・漏洩による従業員一般市民の死傷・健康被害
49		・漏洩による居住地環境への被害			
50	産官学会	研究の遅れ・中止	化学品製造業の研究の停滞・中断・中止	・研究所等の建物の損壊	
51				・研究員の死傷	
52				・実験データ等の損失	
53	NPO、NGO	企業の地域貢献の享受不可	地域貢献活動の停滞・中断・中止	・生産設備等の破損	
54				・講師の死傷	
55	競合企業	被災企業と同等製品の顧客への提供受託	被災化学品製造業の販売機能の低下	・生産設備等の破損	
56				・従業員の死傷	
57				・従業員出社困難化	
58				・復旧正常化の期間	
59				・復旧正常化の品質確認	
60				・製品・原材料の破損	
61	行政監督官庁	被災企業に対する対応	・化学品製造業の工場等から、有害物が漏洩・流出の影響(流出漏洩、火災爆発、死傷)	・生産設備等の破損	
62				・漏洩による従業員一般市民の死傷・健康被害	
63				・漏洩による居住地環境への被害	

次に、4.4.3.1の自然災害の詳細調査結果をもとに、リスクの大きさ(例えば、M8地震で津波5m、浸水分布が0.1~1m)の影響を、表4.9の社会的責任に関する見積実施事項について、既往の研究や行政・監督官庁で論じられている情報、化学品製造業内のBCP計画の内容、保安防災活動における工学的知見等から、経営者が現状のリスクレベル及び対応の必要性が判断できる内容の見積りを行う。なお必要以上に精度を求める必要はない[16]が、需要と認識するリスク、例えば有害物の建物・設備、インフラの破損崩壊による環境被害の状況については、「2.4 2011年の東日本大震災から得られた教訓」、「3.5 COVID-19から得られた教訓」、「4.2.2 化学品製造業のリスクマネジメントの課題」で論じたように、把握しておく必要がある。

#### 4.4.4 リスク評価

リスク評価を行うために、リスク評価基準を設定する。自然災害による影響の大きさ（重篤度）のランク設定例を表 4.10 に示した。なお、許容基準については、人についてはほぼ普遍的分類と考えるが、例えば設備投資については、企業や工場の実態や規模、費用対効果の判断等によって閾値の範囲は異なる。佐野は、プラントへの安全投資の有効性判断に資する設備投資の費用対効果について論じ、実施判断する項目と基準例として、①投資回収年、②投資額、③技術完成度、④工事難易度の4つについて、以下に示す条件をすべて満たすこととして例示している。①投資回収年は投資額／効果で10年未満、②投資額は3億円未満、③技術完成度は既存／実証、④工事難易度は易／中。ここで①投資回収年は、投資額／効果とし、合理化投資と整合性から10年設定は受け入れられるとしている。②の投資額は、会社の経営の観点から決められ、決裁者の職位で異なるとしている[31]。しかしながら、この②投資額の基準値は、承認権限の閾値で論じており、従って実行判断は、②の投資額の絶対値や④工事の難易度では、実施を判断すべきではなく、リスクアセスメントの結果や費用対効果をもとに最終的に経営者が判断するという流れが実効的であると考えられる。

古屋は、安全対策に費用対効果として、効果／投資費用が恒常的に1以下であれば経済的に適しているとはいいたいと論じている。また  $NPV = 0$  のとなる資本コストを見つけ、これを資本コスト（経済的内部収益率）とする方法があるとも論じている[32]。

表 4.10 リスク評価基準例

レベル	説明	社会的責任に関する見積もり実施事項の影響の定義
3	重大	人：死亡者発生 設備・建屋・インフラ・資産：10億円以上 環境：壊滅的な損害 製品（供給）：6ヶ月以上 製品（品質）：保証審査の負担が大きい 投資：10億円以上 コスト：1億円以上 信頼性：株価・売上低下が大きい
2	中	人：拠点内外で大怪我発生 設備・建屋・インフラ・資産：1,000万円以上～10億円未満 環境：大きな損害 製品（供給）：1週間以上～6ヶ月未満 製品（品質）：保証審査のための中程度の作業負荷 投資 1,000万円以上～10億円未満 コスト：1,000万円以上～1億円未満 信頼性：株価・売上低下が中程度
1	小	人：拠点内外で被害は軽傷 設備・建屋・インフラ・資産：1,000万円未満 環境：軽微な損傷 製品（供給）：復旧に1週間以内 製品（品質）：保証審査の作業負荷が小さい 投資：1,000万円 コスト：1,000万円未満 信頼性：株価・売上低下が軽微

表 4.9 の社会的責任に関する見積実施事項について、見積もりを行った結果を、表 4.10 のリスク評価基準に従い評価し、結果を一覧でまとめる。表 4.11 にその一例を示す。

表 4.11 自然災害リスク分析の結果

自然災害の リスクの 大きさ	社会的責任に関する見積もり実施事項						
	人	設備・建 屋・インフ ラ・資産	環境	製品 (供給)	製品 (品質)	投資	コスト
例) M8 の 地震による 津波 5m	(表 4.10 のレベル：1～3)						

その結果をもとに、把握した現在のリスクの状態を評価し、このリスクを許容するのか、リスク対応をするのかの判断を行う。

#### 4.4.5 リスク対応

##### 4.4.5.1 リスク対応

リスク対応の優先順位に従い、リスク対策を実施し、その成果を確認する。

現状リスクの把握の結果をもとに、リスク対応を実施する。リスク対応には、大きく分けて、①リスク回避、②リスク移転、③リスク低減、④リスク保有の4つがある。また、時間軸から見た場合は、事前対策と事後対策に分かれ、事後対策はさらに、緊急時対策と復旧対策に分かれる(図 4.2)。4つのリスク対応意味するところは、①回避は、リスクのある状況に巻き込まれないようにする意思決定、またはリスクのある状況から撤退する行動である。②移転は、特定リスクに関する損失負担を他社と分担することであり、保険がその代表例である。③低減については、特定したリスクの発生確率を低減する、または影響度を低減する対応のことで、例えば、免震構造にすることは影響度の低減を目指したもので、情報アクセスにパスワードを設定するのは発生確率の低減を目指したものである。④保有は、特定リスクに関する損失負担を受容することであり、代替品がない単一部分・材料の使用も保有となる[33]。より具体的な例としては、①回避：事業撤退、設備移転等、②移転：傷害保険等、③低減：予防対策(設備改善(設備投資)、運転・保守技術の高度化(社内教育、訓練による知識共有、マニュアル見直し)、制度構築等(標準化の徹底、人員配置による運用改善)、等、④保有：リスクの受容、監視(予備資金設立等)が対応としてあげられる[16]。

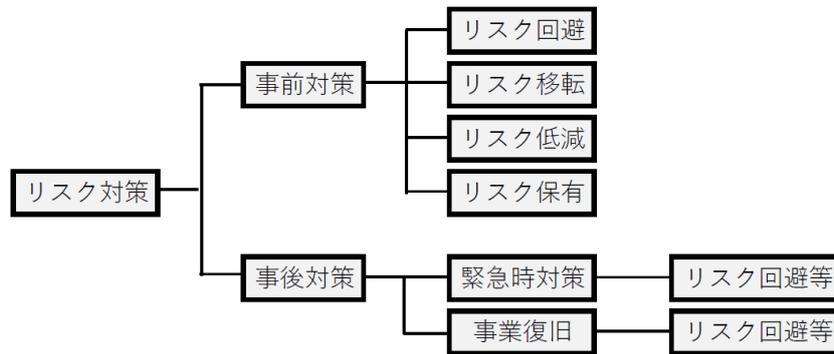


図 4.2 リスク対策の構造

リスク対応の具体化を、上述した4つのリスク対応の視点で検討を行う。本研究におけるリスク対応の具体的な内容例を、本研究で論じてきたリスク対応の考え方、社会的責任の視点、自然災害で影響を受ける事項、筆者の経験等から表 4.12 にまとめた。

表 4.12 リスク対応例

分類	対応内容	
①リスク回避	－	事業撤退、生産拠点の国内外への移転、他社への生産移転（譲渡等）、製品在庫の確保
②リスク移転	－	傷害保険
③リスク低減	ハード対策	建屋耐震補強、防波堤、防潮堤、津波避難タワー、止水板、防水扉、土嚢、砂防堰堤、法面保護施設、設備レイアウト見直し、
	ソフト対策	<b>【関連法令対応】</b> ・危害予防規定（高圧ガス保安法） ・保安教育計画（高圧ガス保安法） ・認定保安・完成検査規程（認定保安・完成検査規程） ・予防規定（消防法） ・消防計画（消防法） ・南海トラフ地震防災規定（地震防災対策特別措置法） ・電気保安規定（電気事業法） <b>【他 基準・マニュアル】</b> ・事業継続計画 ・教育訓練、非定常作業管理、毒物・劇物危害防止 ・労働安全衛生マネジメント ・保安管理、リスクアセスメント、緊急対策（地震、台風、津波、風水害）、工事安全、異常措置・非定常措置 ・環境マネジメント ・要員の管理、運転管理、電気管理、設備管理 ・設備投資審査 ・避難、ハザードマップ、関係機関との連携・協定 ・情報伝達、コミュニケーションの確認・見直し
④リスク保有	－	リスクの受容、予備資金設立

リスク対応の具体化で検討したいいくつかのリスク対応策候補について、4.4.4 のリスク分析で評価した項目と同様な項目について、次に示す判断基準に従い評価を行う。リスク対応状況について確認し、比較を行い（表 4.13）、総合的に判断し、対応を行う施策を決定する。

リスク対応の優先順位に従い、リスク対策を実施し、その有効性を確認する。

表 4.13 自然災害リスク対策候補の評価結果

対策	社会的責任に関する見積もり実施事項							
	人	設備・建屋・インフラ・資産	環境	製品（供給）	製品（品質）	投資	コスト	信頼性
1	H～L							
2	H～L							
3・・・	H～L							

1) 人、設備・建屋・インフラ、環境、製品（供給）、製品（品質）、信頼性

H：対策の有効性が高い。津波のリスクは十分低減されており

さらなる対応策は必要ない

M：対策に有効性は中程度である。合理的に実行可能であれば、追加の対策を検討すべき。

L：対策の効果が低く、更なる対策が必要

2) 投資、コスト

H：ほとんどない～小程度

M：中程度

L：大

4.4.5.2 リスクの対応の有効性の評価

リスク対応で実施決定した対策について、あらためてリスク分析（表 4.11）を行い、対応実施前と実施後（表 4.14）の比較を行う。有効性の評価を行うとともに、残留したリスクを把握し、必要な施策を講じる。

表 4.14 自然災害対策実施後のリスク分析の結果

自然災害の リスクの 大きさ	社会的責任に関する見積もり実施事項							
	人	設備・建屋・インフラ・資産	環境	製品（供給）	製品（品質）	投資	コスト	信頼性
例) M8 の地震による津波 5m	(表 4.10 のレベル：1～3)							

#### 4.5 まとめ

本研究の目的は、化学品製造業の企業が抱えている、自然災害リスクマネジメントについて、企業が問われている社会的責任に着目し、その視点でリスクマネジメントを展開するプロセスを提案することである。

リスクの特定、リスク分析、リスク評価のリスクアセスメントに、リスク対応を加えたリスクマネジメントについて、社会責任視点を加えたプロセスを構築した。

##### ■リスクの特定

- ・化学品製造業のステークホルダーの抽出  
関連するステークホルダーと、  
重要な6つのステークホルダー  
「株主・投資家」「顧客」「取引先」「地域社会・一般市民」「従業員」「環境」
- ・ステークホルダーの化学品製造業に対するリスクの抽出
- ・化学品製造業の社会的責任の抽出
- ・自然災害における各ステークホルダーへの社会的責任の明確化（keyとなるフレーズ）
- ・社会的責任視点での各ステークホルダーの自然災害におけるリスクの特定

##### ■リスク分析

- ・社会的責任に関するリスク見積もり実施項目の決定  
「人」「設備・建屋・インフラ・資産」「環境」「製品（供給）」「製品（品質）」「投資」「コスト」「信頼性」の8つの項目。特に「環境」「製品（品質）」「信頼性」は化学品製造業の社会的責任視点の研究で、新たな視点として提案した項目である。

##### ■リスク評価

- ・社会的責任に関するリスク見積もり実施項目による評価

##### ■リスク対応

- ・社会的責任に関するリスク見積もり実施項目によるリスク対策の決定
- ・社会的責任に関するリスク見積もり実施項目による有効性の評価

第5章では、本章で提案するマネジメントプロセスを、化学品製造業の工場へ適用し、その有効性を検証する。

## 参考文献

- [1] Freeman, R. E. (1984) *Strategic Management: A Stakeholder Approach*, Pitman
- [2] 水尾順一, 企業社会責任とステークホルダーマネジメントシステム, 日本経営診断学会論集, 第1号, 2001
- [3] Slabá, Marie (2016) “Stakeholder profile and stakeholder mapping of SMEs”, *Littera Scripta*, Volume 9, Issue 1 .
- [4] 株式会社日立製作所(2016)“日立グループ サステナビリティレポート 2015”  
[https://www.hitachi.co.jp/sustainability/download/pdf/csr2015\\_print.pdf](https://www.hitachi.co.jp/sustainability/download/pdf/csr2015_print.pdf)(2022年6月30日)
- [5] 柿崎洋一, 企業競争力としてのステークホルダーマネジメント, 経営力創成研究, 第14号, (2018)
- [6] 櫻井通晴, ステークホルダー理論からみたステークホルダーの特定, 専修経営学論集 (2010)
- [7] 広田真一(2012, 株主主権を越えて: ステークホルダー型企業の理論と実証, 東洋経済新聞社
- [8] 旭化成, “ステークホルダーとのコミュニケーション”  
<https://www.asahi-kasei.com/jp/sustainability/management/> (2022年6月30日)
- [9] 三菱ケミカル, “ステークホルダーとともに”  
<https://www.m-chemical.co.jp/csr/stakeholder/index.html> (2022年6月30日)
- [10] 住友化学, “ステークホルダーとのコミュニケーション”  
<https://www.sumitomo-chem.co.jp/sustainability/management/stakeholders/>(2022年6月30日)
- [11] 三井化学“サステナビリティマネジメント”  
[https://jp.mitsuichemicals.com/jp/sustainability/mci\\_sustainability/management/stakeholder.htm](https://jp.mitsuichemicals.com/jp/sustainability/mci_sustainability/management/stakeholder.htm) (2022年6月30日)
- [12] ENEOS“ステークホルダーエンゲージメント”  
<https://www.hd.eneos.co.jp/esgdb/management/index.html> (2022年6月30日)
- [13] 内閣府, “東日本大震災における原子力発電所事故に伴う避難に関する実態調査”(2014)
- [14] 内閣府政策統括官(原子力防災担当)付, “東日本大震災における原子力発電所事故に伴う避難に関する実態調査結果から得られた課題とその対応状況“
- [15] 土屋智子, リスクコミュニケーションの実践に向けて, 安全工学, 43 (5) (2004)
- [16] 野口和彦 (2009), リスクマネジメント, 日本規格協会
- [17] 井上 邦夫, リスクマネジメントと危機管理: コミュニケーションの視点から, 経営論集, 86, (2015)
- [18] 深澤秀司, 化学プロセス産業に関する安全情報伝達の市民ニーズに関する考察, 化学工学会 研究発表講演要旨集, 化学工学会第36回秋季大会 (2003)
- [19] 経済産業省, 「企業の社会的責任(CSR)に関する懇談会」中間報告書の公表について

- て, (2004)
- [20] 経済産業省, “企業会計、開示、CSR (企業の社会的責任) 政策”,  
[http://www.meti.go.jp/policy/economy/keiei\\_innovation/kigyoukaikai](http://www.meti.go.jp/policy/economy/keiei_innovation/kigyoukaikai) (2022年6月30日)
- [21] Steiner, G.A.(1975) *Business and society, second ed.*, Random House, 158
- [22] 津久井稲緒, 企業の社会的責任論における責任概念, 横浜国際社会科学研究所,  
12(3)(2007)
- [23] 一般社団法人日本化学工業協会, “レスポンシブル・ケアとは”,  
[https://www.nikkakyo.org/responsible\\_care/436](https://www.nikkakyo.org/responsible_care/436) (2022年6月30日)
- [24] 菊池敏夫, 大規模自然災害と経営行動, 中央学院大学社会システム研究所紀要, (2011)
- [25] 内閣府, 事業継続ガイドライン 第二版, (2009)
- [26] 曾路, 蔡昌艶, 自然災害対応型社会システムにおける企業の役割, 長崎県立大学東アジア研究所『東アジア評論』第4号 (2012)
- [27] 国土交通省北海道開発局, ”3. 水害・土砂災害リスクの把握”
- [28] 国土交通省, 指針ガイドライン等 “土砂災害ハザードマップ作成ガイドライン”
- [29] 国土交通省, 指針ガイドライン等 “高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver.2.10”
- [30] 国土交通省気象庁, “気象庁震度階級関連解説表”  
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/shindo/kaisetsu.html> (2022年6月30日)
- [31] 佐野和彦 (2020), モノマー製造プラントへの安全投資の有効性判断に資する設備投資の費用対効果に関する研究, 横浜国立大学大学院環境情報学府博士論文
- [32] 古屋俊輔, リスク評価における損害算定とリスクベースの経営意思決定, 安全工学,  
41(6) (2002)
- [33] SEIM 日本地区 BCM 研究会 (編) (2005), 事業継続マネジメント入門、共立出版
- [34] 寺嶋正尚(2013), スーパーマーケットにおける欠品に関する研究, 筑波大学大学院ビジネス科学研究科博士論文

## 第5章 社会的責任視点を加えたリスクマネジメントの適用事例

### 5.1 緒言

本章では、第4章で構築した、社会的責任視点を加えた化学品製造業の自然災害リスクマネジメント手法を、実際の化学品製造業の工場へ適用し、その有効性を検証する。

### 5.2 進め方

化学品製造業の自然災害リスクマネジメントを製造業で進める時、化学品製造業の特徴である危険源としての化学品を取り扱う拠点毎に、その拠点が主導して検討を進めることが一般的である。この章では、その拠点の長である工場長が主体となって自然災害のリスクマネジメントを行うことを想定し、4章で構築したマネジメントプロセスを、化学品製造業の工場へ適用し、その有効性を検証する。

### 5.3 事例によるリスクマネジメントプロセスの検証

#### 5.3.1 企業組織と工場長

工場のリスクマネジメントを展開するには、まずは工場の役割を理解することが重要である。

工場は化学品製造業における組織の中の一つの部場である。企業一般の組織形態は、組織が目的を遂行するために編成する、部門・部署の構造体である。その組織形態を、経済産業省は、「機能別組織」「事業部制組織」「一部事業部制組織」「カンパニー制組織」「事業持ち株会社」「その他」に分類している[1]。それによると、製造業では、「機能別組織」が50%、「その他」21%、それ以外（事業部制型）が29%であった。そのうち、化学工業及び石油製品及び石炭製品製造業では、「機能別組織」が52%、「その他」19%、それ以外（事業部制型）が29%であった。筆者が属する化学品製造業の業界団体である日本化学工業協会や石油化学工業協会でなじみの深い、事業部制型の組織は、概略図5.1で示される[2,3を筆者が加筆修正]

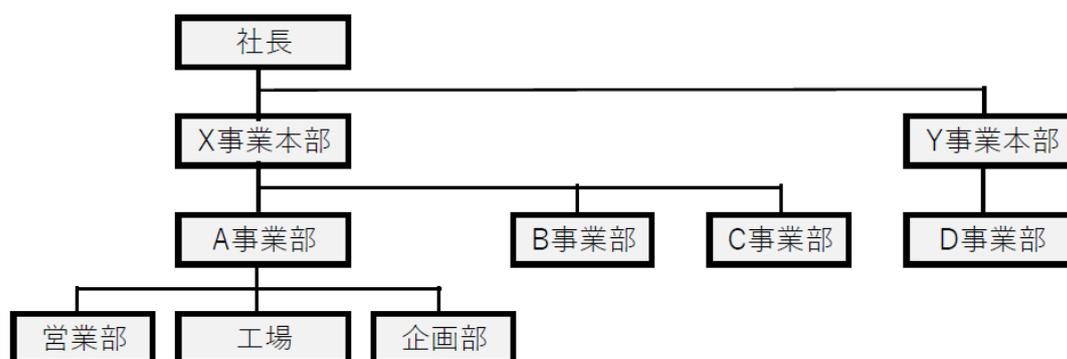


図 5.1 製造業の事業部制型組織例

事業部制型組織は、製品やサービス毎に事業部を編成する組織構造で、その他にも地域や顧客セグメント毎に部署を編成することもあり、複数の製品や多角的に事業を行う企業で多く採用されている組織構造である。該当する製品を提供する事業において、事業戦略を担当する企画、製品を生産する工場、製品を販売する営業、製品を顧客へ提供する物流などで構成される。

製造業における工場は、顧客に提供する製品を生産・製造する場所である。所定の品質・機能を有した製品を、生産・製造するために必要な、設備・プロセス・検査機器・ユーティリティを有する。その工場では、

- ① 製品を生産・製造するために必要な原材料を受入れ、製造設備で生産し、所定の品質・機能を有すること確認した製品を、顧客の要求に応じて提供するために、原材料の受け入れや、生産、品質、出荷までの工程の管理
- ② 上記工程に関与する設備・プロセス等の機能を維持管理するための設備・保全管理
- ③ 工場を操業する上で必要な法的規制が守られていることや、工場を安全操業を維持管理するための環境安全の管理
- ④ これらの工場の運営に必要な技能を有した所定の人員を配置する労務及び組織管理を行う。製造業における工場の組織は、概略図 5.2 で示される[4,5 を筆者が加筆修正]。



図 5.2 工場組織の例

工場は、製造業内の組織の一つとして、活動を通じて社会に貢献する責任があり、その責任を果たすべく、顧客に喜ばれる良い製品を提供することで利益を上げ、経営に貢献することが工場の使命であり、それができるよう采配をふるうのが工場長の役割である[6]。また、工場で働く人たちが安心して働けるために、安全が確保された職場環境に整え、人・モノ・金の経営資源を最大限活用し、顧客の要求に合致した製品をつくりこみ、利益を確保し、工場内外両方の調和を図ること、現場力を高める人材育成や、やる気を育てる職場づくりが工場長の役割である[6]。

さらに、工場長は、製造業の会社における中間管理職であり、最高管理者層と監督者層の中間に位置し、最高管理責任者が定める全般的な方針及び計画に基づき、監督者層を指導しながら、担当の業務を遂行することを任務としている[7]。

田村は、工場における管理技術として見える化を論じ、工場管理においてその対象として、生産計画、工程管理（生産の遅延、納期や工期、生産性）、品質管理（標準作業票とチェックポイント、不良件数）、設備管理（点検票、機械稼働状況）、購買・外注管理、在庫管理、原価管理、作業管理、スキル管理、安全・環境管理などを示している[8]。環境安全に関しては、日常職場活動、設備保安全管理、教育・訓練、健康管理、メンタルヘルス、協力会社との安全管理などが工場の実例としてあげられている[9,10]。潜在的な危険がある化学品を取り扱う化学品の製造業では、他の業種に比べ、化学品管理に関わる保安防災、労働安全、環境保全についての注力する必要がある。

つまり、工場の組織の長である工場長とは、工場の最高責任者であり、工場経営の全責任を負うとともに、工場内外の折衝の責任者でもある。また責任をとるだけでなく、業績の評価・管理、人財の開発、組織づくりなど様々な課題解決を推進する。また、工場で働く人（従業員や協力業者等）の命を守り、業務を継続するために、工場の安全を確保すること、工程通り所定の品質の製品を作り続けるための品質・工程を管理すること、工場で働く人の採用や育成を行うこと、働きやすい職場環境をつくることなども工場長の責務であると考えられる。従って、図 5.2 で示されるような工場の組織の長である工場長は、総括すると表 5.1 にあげられるような職務を遂行することが求められと考える。遂行能力があると判断されたものがその職務にあたる。

表 5.1 工場長の責務

責務	内容
① 工場運営	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事業部等の上位組織の中長期事業計画に参画し、それに即した工場経営ビジョン及び運営計画の作成（工場マネジメント）</li> <li>・ 事業計画に即した予実算管理</li> <li>・ 事業計画及び工場運営に関する設備投資計画の立案と実行推進</li> <li>・ 工場に関係するすべての環境安全リスク（保安防災、自然災害、労働安全、環境保全、健康の分野）を把握し緊急事態に備え、運営計画へ反映（リスクマネジメント）</li> <li>・ 製品製造、供給に関する自工場の強みと弱みの把握を把握し、運営計画へ反映（競合他社とのベンチマーク等）</li> <li>・ 技術伝承と安全確保の推進（技術・安全レベルの維持向上推進）</li> <li>・ 工場周辺地域及び社外の行政、監督官庁等、及び社内の事業部、企画、品証、営業、物流、設計等の関係先との良好な関係の保持（コミュニケーション）</li> <li>・ 当該法規で規定された役割の実施及び行政対応</li> </ul>

② 運転管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安定操業の維持・向上（運転トラブル、品質不具合の削減、操作や変更管理等の規定類整備、異常の早期発見等）</li> <li>・生産・納期の管理（所定の納期の製品を生産・出荷するための、生産計画の立案と実行）</li> <li>・コストダウン（工場原価管理、稼働率向上、生産性向上、業務効率化の推進）</li> </ul>
③ 環境安全管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境安全全体方針を作成し工場関係者への周知。</li> <li>・全体方針に基づき、環境安全管理計画の立案・実行推進（保安防災、自然災害、労働安全、環境保全、健康について、リスクアセスメント及びリスク対応の計画立案と実行推進、第三者による監査）</li> <li>・法規・規格・基準の環境安全の項目毎の特定と管理</li> </ul>
④ 保全管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保全計画の立案・実行推進（設備トラブルの削減、予備品確保、保全・検査方式の最適化、老朽化設備の更新・修繕計画、DX等を活用した革新技術活用、保全レベルの確認等）。</li> <li>・工事安全の維持・向上の推進（工事安全体制を整え、必要な技術を伝承）。</li> </ul>
⑤ 生産技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業予算を達成するための、解決すべきテーマの選定、テーマ推進に必要なエンジニアリング・IT等の専門化を含めた人員確保</li> <li>・テーマ推進のための生産技術の確立及び適切な設備投資の立案と推進</li> </ul>
⑥ 品質管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・品質の維持・向上の推進（ベンダー管理、工程能力の維持向上、品質不具合削減のための支援、第三者機関によるシステム監査等）</li> <li>・納入仕様書と工程内品質管理項目の維持管理推進</li> <li>・顧客満足度の向上推進</li> </ul>
⑦ 労務管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・組織の最適化（組織内の定員設定と人員確保）</li> <li>・人材育成、教育</li> <li>・評価と人及び組織の活性化</li> <li>・人的リスクの管理（コンプライアンス等）の推進</li> </ul>

このように、生産拠点の長である工場長は、工場を運営する責任者として、属する事業部の長及び他の関連組織と密に連携を取り工場運営を進める。前述したように、化学品を製造する工場では、取り扱う物質の性質上、潜在的なリスクが高く、工場内外の安全を確保することは極めて重要な使命である。自然災害についても、災害に備え、リスクを把握し、リスクアセスメント及びリスク対応を適切に行うことは、工場長の重要な責務である。

### 5.3.2 ステークホルダー

第4章で、化学品製造業のステークホルダーを論じ、示した(表4.2)。事例についてもこれを認識する。

### 5.3.3 社会的責任

第4章で、化学品製造業の社会的責任を論じ、示した(表4.6)。化学品製造業の組織のひとつとして、工場もこれを果たす必要がある。

### 5.3.4 自然災害の特定：地震発生による津波

初めに、この研究で取り扱う水気象学系・地質学系の自然災害の種類を決定した。第2章で論じたように自然災害には様々なものがあるが、その中で被害を与える災害としては地震(及びそれに伴う津波)が圧倒的であること、発生件数においても台風に次ぐこと、加えて近年最も有名な自然災害である2011年の東日本大震災により引き起こされた大規模な津波は、人命、家屋、土地利用、農業、漁業、物流、そして福島第一原子力発電所などに甚大な被害をもたらしたことから、により地震発生による津波のリスクマネジメントを論じることが、自然災害のリスク低減の課題認識を持っている人々には非常に有効である。従って自然災害として地震発生による津波を対象にした。

### 5.3.5 対象拠点

化学品製造業の自然災害リスクマネジメントの事例検討の対象としては、地震による津波の影響を受ける可能性があること、化学品を製造或いは保有している拠点であること、地域社会への影響が検討できることが必要となる。それを満たす拠点として、旭化成株式会社が所有する日向品化学工場を抽出した。ここは、従業員や業者の人を含め拠点内で働く人は100人弱の規模の工場であり[22]、工場がいくつも集まっているコンビナートや事業場内の工場ではなく、いわゆる独立型の工場である。この拠点は図5.1、5.2に示すように、太平洋に面した宮崎県の臨海工業地帯に位置しており、南海トラフ地震防災対策推進地域に面している地域であり津波のリスクにさらされている。可燃性または毒性の液体やガスを原材料として大量に貯蔵している工場である[32]。工場から住宅地までの距離は約2kmと近く、社会的影響を考える必要がある。つまり、例えば、大規模な津波が発生した場合、拠点で働く従業員が直接死亡したり、化学物質の貯蔵タンクが破損して封じ込めができなくなったり、住宅地に放出された化学物質に引火して火災が発生したり、周辺地域で可燃性の蒸気やガスが爆発したりする可能性がある。また、この工場の隣には、図5.2に示すように、他社が運営する木材集積場がある。大規模な地震や津波が発生した場合、巨大な波に乗った木材が工場の化学物質貯蔵タンクに衝突し、封じ込められたものが失われる可能性があり、本研究の目的の対象として、非常に有用である。そして社会的責任を果たすことを阻害するリスクを低減するため、津波に対する対応を実施する必要がある。

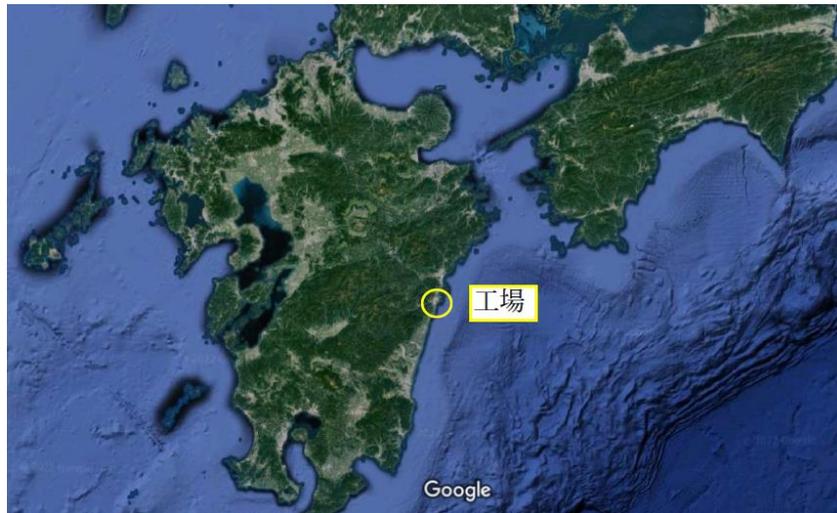


図 5.1 日向化学品工場のロケーション



図 5.2 日向化学品工場と周辺

### 5.3.6 リスクの特定

津波による拠点である工場の被害について整理すると以下のように想定される。

- ①人的被害：津波浸水、漂流物衝突による死傷等
- ②設備・建屋・インフラ被害：浸水、波力、漂流物衝突による破壊、破損、倒壊、変位、機能障害
- ③製品・原材料被害：浸水、波力、漂流物衝突、破損による製品・原材料の価値の損失
- ④環境被害：浸水、波力、漂流物衝突、破損による化学品の漏洩による大気・土壌・水質の環境被害

第4章で、社会的責任視点での各ステークホルダーの自然災害におけるシナリオを作成しリスクの特定を行う手法を提示した（表4.7など）。自然災害として地震による津波発生リスクの特定を、重要なステークホルダー「株主・投資家」「顧客」「取引先」「地域社会・一般市民」「従業員」「環境」について実施した（表5.2）

例えば、化学品製造業にとって、ステークホルダー株主・投資家への社会的責任の主要なものの一つは、事業を継続しながら収益を確保し配当を支払うことである。ステークホルダー株主・投資家の自然災害に関するリスクとしては、化学品製造業からの配当が減少することにある。そのシナリオとして、事業の継続や信頼獲得という社会的責任の視点も考えると、自然災害によって、生産設備の破損で、生産・販売・物流インフラ機能が低下することにより、化学品製造業の収益減少し支払う配当が減少すると想定できる。見積もりを実施する事項は、設備・建屋・インフラの資産となる。

表 5.2-1 リスクの特定

リスク	自然災害リスク	社会的責任	社会的責任に関する事象のシナリオ	見積実施事項
1			浸水、漂流物衝突で、設備・建屋・インフラ破壊 生産・販売・物流インフラ機能の低下により	設備・建屋・インフラ・資産
2			浸水、漂流物衝突で、従業員死傷による 生産・販売・物流インフラ機能の低下により	人
3			浸水、漂流物衝突で、従業員死傷による 生産・販売・物流インフラ機能の低下により	製品（供給）
4		信頼獲得、配当、企業収益	浸水、漂流物衝突で、設備・建屋・インフラ 破損により、復旧まで時間を要し	製品（供給）、投資
5	配当の減少	確保、化学品製造業の安全	浸水、漂流物衝突で、設備・建屋・インフラ 破損により、製品品質確認まで時間を要し	製品（品質）
6		全・安定、事業継続	浸水、漂流物衝突で、設備・建屋・インフラ 破損により、	コスト
7			浸水、漂流物衝突で、	設備・建屋・インフラ・資産
8			浸水、漂流物衝突で、化学品の漏洩による大 気・土壌・水質の環境被害による消費者地域 社会への迷惑による	信頼
9			浸水、漂流物衝突で、設備・建屋・インフラ 破損により、	製品（供給）
10			浸水、漂流物衝突で、従業員死傷による 生産・販売・物流インフラ機能の低下により	製品（供給）
11	納期遅れ・欠品・製品価格上昇による収益減少	安定価格製品提供、化学品製造業の安全・安定、事業継続、信頼獲得	浸水、漂流物衝突で、設備・建屋・インフラ 破損により、復旧まで時間を要し	製品（供給）
12			浸水、漂流物衝突で、設備・建屋・インフラ 破損により、製品品質確認まで時間を要し	製品（供給）、投資
13			浸水、漂流物衝突で、設備・建屋・インフラ 破損により、	製品（品質）
14			浸水、漂流物衝突で、設備・建屋・インフラ 破損により、	コスト
15			浸水、漂流物衝突で、設備・建屋・インフラ 破損により、	製品（供給）
16			浸水、漂流物衝突で、従業員死傷による 生産・販売・物流インフラ機能の低下により	製品（供給）
17		サプライチェーン、化学品製造業の安全・安定	浸水、漂流物衝突で、従業員死傷による 生産・販売・物流インフラ機能の低下により	製品（供給）
18	取引の減少		浸水、漂流物衝突で、設備・建屋・インフラ 破損により、復旧まで時間を要し	製品（供給）
19			浸水、漂流物衝突で、設備・建屋・インフラ 破損により、	製品（供給）、投資
20			浸水、漂流物衝突で、設備・建屋・インフラ 破損により、製品品質確認まで時間を要し	製品（品質）



### 5.3.7 津波リスク分析

#### 5.3.7.1 津波の大きさ

4.4.3.1 リスク分析のリスクの大きさを論じた内容に従い、まず、地震による津波が発生した時のリスクの大きさを決定するため、公的なガイドライン[11-16]を参考に、事例研究対象拠点の工場が発生する地震と津波の大きさを調査した。中央防災会議、内閣府、日本政府は、2011年3月11日に発生した津波による壊滅的な被害の教訓を検討し、報告書[34]の中で津波リスク処理の新たな視点を提案した。その中で明らかになった重大な問題点は、津波の規模が過小評価されていたこと、地震や津波に対する人間の備えや行動、コミュニケーションが十分ではなかったこと、その結果、津波が人々や地域社会に与える社会的影響が大きくなったことであった。

今回の津波災害を受けて、今後日本で発生する可能性のある津波を「レベル1」と「レベル2」に分類した。レベル1は、今後数十年から百数十年に1回の頻度で発生すると想定される津波、レベル2は、発生頻度は低いですが、想定される最大規模の津波である。

拠点のある宮崎県では、2011年以降の宮崎沿岸の津波の大きさを再調査した。その結果、図5.3と図5.4に示すような浸水地域と浸水高の推定値が報告された。図5.4は日向化学工場の浸水高を示したもので、赤い部分が5~10m、ピンクの部分が2~5mの浸水であることを示している。レベル2の津波の場合、日向化学工場での浸水高さは約10m、津波の最短到達時間は18分となっている。表5.3に調査結果をまとめた。

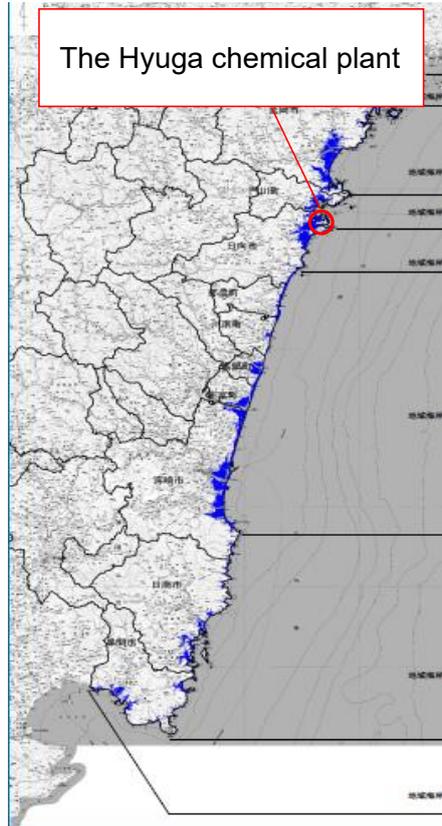


図 5.3 宮崎県の津波浸水想定の全体図[13]。

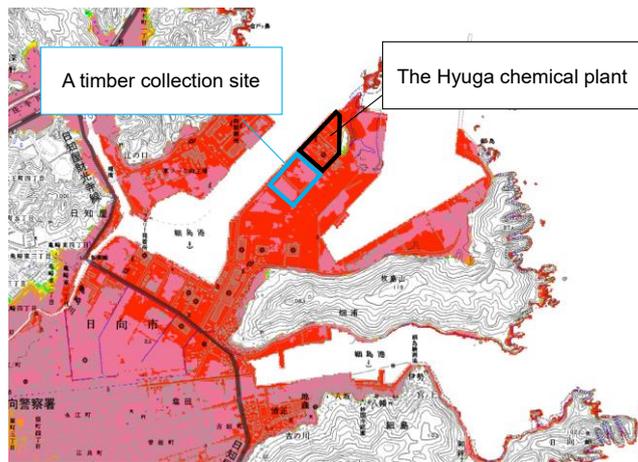


図 5.4 日向化学工場[13]周辺の津波浸水高さの想定

表 5.3 日向工場の地震と津波の危険性

	レベル 1 津波	レベル 2 津波
地震	日向灘で M8.0 の地震が発生し、工場での震度は 7 の 6 弱 (250 ガル) と推定された。	南海トラフ地震は M9.0 で、工場での震度は 6 強 (420 ガル) と推定される。
津波	津波の高さは 5m、浸水の高さは 1m で、工場に津波が到達するまでの最短時間は推定されていない。	津波の高さは 15m、浸水の高さは 10m、工場に津波が到達するまでの最短時間は 18 分と推定される。

### 5.3.7.2 リスク分析

第 4 章で決定した社会的責任に関するリスク見積もり実施項目について、既往の研究や行政・監督官庁で論じられている情報、化学品製造業内の BCP 計画の内容、保安防災活動における工学的知見等から、津波のレベル毎に見積もりを行った。そしてその結果について、表 4.10 のリスク評価基準にそって評価をし、結果を表 4.11 の視点でまとめた (表 5.4)。

#### ①レベル 1：津波の高さは 5m、浸水の高さは 1m (表 5.3)、ハザードマップ

- 「人」：レベル 1 の津波が発生した場合、拠点内では、浸水高さ 1 m となり致死率は 100% と推定される [17]。また、拠点外でも浸水高さ 1 m の範囲が存在し、そこにいる地域住民や従業員の家族の致死率も同様に 100% と推定される。拠点内外のステークホルダーの死傷者発生により、人に対するリスクの結果深刻度がレベル 3 であると想定される。
- 「設備・建屋・インフラ・資産」：浸水によりポンプやユーティリティなどの機器が損傷する可能性があるため、機器に対するリスクの結果深刻度はレベル 2 とした。
- 「環境」：浸水により少量の化学物質が流出すると予想されることから、環境に対するリスクの結果深刻度はレベル 2 とした。
- 「製品 (供給)」：浸水による清掃や廃棄物処理が必要なため、レベル 2 とした。
- 「製品 (品質)」、「投資」：レベル 1 の津波では、反応器などの主要機器に大きな損傷が生じる可能性は無視できるが、モーターやユーティリティなどの機器の復旧に時間を有することが推定される。また、それらによって、生産のプロセスや方法の変更を有することが推定された。したがって、顧客への製品供給やプロセス投資への影響はレベル 2 とした。
- 「コスト」：製品供給には一定のコストが発生することから、レベル 1 として想定した。
- 「信頼性」：「環境」「製品 (供給)」の程度が 2 であること等から、レベル 2 とした。

②レベル2：津波の高さは15m、浸水の高さは10m、津波が到達するまでの最短時間は18分（表5.3）、ハザードマップ（図5.4）

■「人」：レベル2の津波が発生した場合は、津波の高さは15m、浸水の高さは10mであり、死亡者が出るリスクが高く[18]、拠点内外には多くの死傷者が出る可能性があるためレベル3とした。

■「設備・建屋・インフラ・資産」：津波によって、反応器、分散型制御システム、ユーティリティなどの主要なプロセスや設備を含めその多くが、レベル1の津波以上に壊滅的な打撃を受けることになるため、レベル3とした。

■「環境」：損傷したタンクや配管から漏れ出した化学物質が環境に甚大な影響を与えることになるため、レベル3とした。

■「製品（供給）」「製品（品質）」「投資」：大きく損傷したプロセス機器の修理や再構築には多額の投資が必要のため、再生産が大幅に遅れる。また、復旧し新たな生産設備となるため変更管理が生じ、設備保証審査のために生産設備に多大な負荷がかかる。以上の理由から、リスクの結果の重大性をレベル3とした。

■「コスト」：製品供給に一定のコストがかかることから、ランニングコストのリスクをレベル1とした。

■「信頼性」：「環境」「製品（供給）」の程度が3であること等から、レベル3とした。

表 5.4 津波リスク分析の結果

津波	人	設備・建屋・インフラ・資産	環境	製品（供給）	製品（品質）	投資	コスト	信頼性
レベル1	3	2	2	2	2	2	1	2
レベル2	3	3	3	3	3	3	1	3

### 5.3.8 リスク評価

表5.4 津波リスク分析の結果によると、レベル1とレベル2の津波に関するリスクは、最も重要であると考えた「人」に対して、最も重篤な死亡者が発生する可能性が非常に高く、影響の大きさが3であることなど、現状のままではリスクを受け入れられないことが明らかになった。そのため、リスク対応を実施する必要があると判断した。なお対応については、合理的かつ現実的な方法で検討することとした。

### 5.3.9 リスク対応

リスク対応の検討は、津波レベルごとに実施した。

#### 5.3.9.1 レベル2 津波

レベル2の津波では、M9.0の地震が発生し、津波高さが15mで浸水高さが10mである。5.3.7.2 分析で論じたように、この津波の大きさでは死亡者が発生する。最も優先されるのは、人命に対するリスクの対応である。内閣府は、「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」で、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討するとし、津波波対策を構築するにあたってのこれからの想定津波の考え方として、発生頻度は極めて低いものの、甚大な被害をもたらす最大クラスの津波（本研究のレベル2）については、住民等の生命を守ることを最優先とし、住民の避難を軸に、とりうる手段を尽くした総合的な津波対策を確立であると論じている[19,20]。本研究においても、生命を守ることを最優先する対応を行う判断をした。

リスク対応はリスクの低減であり、存在する拠点内においては、人がいる敷地内への浸水を防止する施策が根本対策であり、浸水を防止する構造物による被害の低減がそれに該当する。囲い込みなどの構造物によって被害を低減する方法は、少なくとも発生する津波高さをカバーする高さの構造物が必要となる。津波高さ15m以上の高さを持つ構造物でリスクを軽減するには、相当の投資が必要となり現実的ではないと判断した。拠点外のステークホルダーも考慮すると、その構造物でカバーする範囲が極端に広がり一層現実的ではなくなる。

そのため対策は、レベル2の津波が発生した場合の死亡者数を最小限に抑えることを目的とした。生命の確保以外の社会的責任の、地域貢献・地域との共生、事業の継続性等については、レベル2地震に対する建物耐震対応や、通常実施している災害防止対応以外のリスク対応は、合理的・現実的な判断として行わないこととした。

生命の確保に関し、津波が発生した時、命を守るため、とるべき行動は避難であり、津波リスク対応としては、津波から人の命を守るための津波施設が多く使われる。施設としては、高台や盛土された土地、津波避難ビル、津波避難タワー、津波避難シェルターがあげられる。その中で、津波避難タワーは、22年4月時点で、23都道府県で502棟と震災前の約11倍に整備が加速しており[21]、主流な対策の一つである。そして人々が向かうべき津波施設は適切な場所でなければならない。つまり①津波が到達するまでに避難できる場所にあること。②想定地震に対する耐震と、想定津波による波力に耐えられる強度と想定津波高さに比べ十分な高さをもつこと、③拠点内外のステークホルダーが避難できる広さであること、以上の3つを必要条件とした避難場所が必要である。

まずは場所の設定である。レベル2の津波が工場に到達するまでの時間について調査し、最短時間が18分であるという知見に基づき、従業員の避難完了時間を想定した。従業員は18分以内に安全な場所に避難する必要がある。地震発生直後は、地震の揺れで歩

行が困難になると同時に、落下物から身を守る必要がある。その後、安全な場所に避難するための準備を行う。避難時間はそれらを含め見積ると、5分以内に安全な場所に避難する必要がある。

次に、津波の高さや力に耐える場所であるが、東日本大震災が発生した2011年以前から、工場には避難ビルがあったが、そのビルは、津波到達までに避難はできたが、レベル2の津波高さに耐える高さではなかった。従って新たに必要条件を満たす避難場所を建設する必要性が明らかになった。

避難場所の広さは、拠点内外のスコープの人を収容できる広さであるが、まずは実質的に優先度が高いと判断した拠点内にいる人は全員収容できる広さであることに加え、拠点外の人でも収容できる思想とした。具体的には、拠点内の人と同程度の人数が収容できる広さとした。

以上3つの必要条件を満たす避難場所として、津波避難タワーの新設を経営陣に提案し、経営陣はそれを承認した。図5.5、5.6は、レベル2の津波から拠点内の人の命を守るための新しい津波避難タワーである。高さ18mのタワーは、従業員、協力会社、一般市民など約200人を収容できる[22]。従業員の死亡リスクを全くなくすことはできないにしても、リスクを大幅に減少させることができる。



図 5.5 完成した日向化学工場の津波避難タワー[22]



図 5.6 津波避難タワーのロケーション

### 5.3.9.2 レベル1 津波

内閣府は、「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」で、発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波（本研究のレベル2）についても、津波対策を構築するにあたってのこれからの想定津波の考え方を論じており、「人命保護に加え、住民財産の保護、地域の経済活動の安定化、効率的な生産拠点の確保の観点から、海岸保全施設等を整備」としている[23,20]。本研究においても、生命を守ることに加え、「ビジネスの継続」「地域貢献・地域との共生」などの他の社会的責任に関する事項について対応を講じることにした。

レベル1の津波では、M8.0の地震が発生し、津波高さが5mで浸水高さが1mである。5.3.7.2で論じたように、この津波の大きさで死亡者が発生する。また、津波が工場を襲った場合、地震や津波で被害を受けた設備や工程から製品や化学物質が住宅地や近隣地域に流出する可能性がある。さらに、これらの災害により、生産や物流の停止などの事業中断や、製品の海への流出などが発生する可能性がある。

表4.12 リスク対応例に基づき、本事例における対応策を検討した。なお事業の存続等にかかわる事項については、工場の上位組織である事業部長等の経営層と密にコミュニケーションを図り、①リスク回避の中の事業撤退については、有望な事業であり撤退はしないこと、④リスク保有については、リスク対応は実施することで理解を得た。一連の結果を表5.5に示した。

表 5.5 リスク対応

分類	対応内容	
①リスク回避	－	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事業撤退⇒有望な事業であり撤退はしない。</li> <li>①生産拠点の国内外への移転、</li> <li>②他社への生産移転（譲渡等）</li> <li>③製品在庫の確保、</li> </ul>
②リスク移転	－	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 傷害保険加入条件の確認と見直し</li> </ul>
③リスク低減	ハード対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建屋耐震補強状況確認⇒済</li> <li>④津波対応構造物</li> </ul>
	ソフト対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防災基本計画の確認・見直し</li> <li>・ 事業継続計画の確認・見直し</li> <li>・ 防災教育の確認・見直し</li> <li>・ 防災訓練の確認・見直し</li> <li>⑤避難についての確認・見直し</li> <li>・ 関係機関との連携・協定確認・見直し</li> <li>・ 最新ハザードマップの確認</li> <li>・ 情報伝達、コミュニケーションの確認・見直し</li> </ul>
④リスク保有	－	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ リスク対応は実施する。</li> <li>・ リスク移転、低減対応で実施し残ったリスクは把握し管理する</li> </ul>

その中で、リスク回避の①生産拠点の国内外への移転、②他社への生産移転、③製品在庫の確保、リスク低減の中のハード対策の④津波対応構造物について、社会的責任に関するリスク見積もり実施項目を視点に検討した詳細を論じる。

- ① 生産拠点の国内外への移転：「人」、「設備・建屋・インフラ・資産」、「環境」への有効な対策である。しかしながら、新工場を建設するには生産及び物流を満足するインフラを確保できる最適な立地場所を決定すること、工場を操業に必要な人員を確保すること（オペレーター層は、工場立地周辺にもともと住んでいる人が多く、工場移転場所で従事を希望する人は多くはないのが現状である）、そして工場新設には相応の投資額と操業までに時間が必要なこと、それに加えて新工場で生産した製品は、ビジネスを継続するにあたり、既工場の製品と同様な品質であることの確認が必要となり、顧客の認証を受ける必要がある（「製品（品質）」）。また、「信頼」については、株価・売上げについては、大きな影響はないと考えるが、地域社会からの撤退することになり、地域社会とコミュニケーションをとる必要がある。このように新工場で製品を生産しビジネスを継続するには、膨大な費用と時間がかかる。これらの特徴から、この方法は合理的ではなく、経営層とコミュニケーションを行った結果、受け入れられないと判断した。

- ② 他社への生産移転：競合企業からの顧客への製品の供給である。永久的にビジネスを他社に譲渡することは、事業撤退となり、事業撤退は経営判断として行わないことは決定事項なので、ここでは、変則的に考え、工場が被災し生産及び顧客への製品提供が滞ることをリスクとし、顧客への社会的責任を優先し、自社の製品を競合他社で生産し顧客へ製品の供給を継続する考えとして検討した。効率的に事業継続を図ることができる。しかしながら、工場はそのまま存在しているので、津波による「人」の死亡や「設備・建屋・インフラ・資産」の壊滅的な損害を防ぐことはできない。生産拠点が変わるため変更管理となり顧客認証獲得のため、競合企業との情報の密な共有化が必要であり経費と時間を要する（「製品（品質）」、「製品（供給）」）。また、壊滅的な被害のため、生産再開のための「投資」は莫大なものになる。加えて、復旧設備においても設備が変更されたと認識され、顧客の認証も必要となる（「製品（品質）」）。死亡事故を防ぐことを優先したため、この対策は良くないと判断した。
- ③ 製品在庫の確保：津波被害にあった工場を復旧させるまでの期間まで、継続して事業を顧客に提供できるよう、被害から復旧生産までの在庫をあらかじめ確保しておくという考え方である。従って効率的に事業継続を図ることができる（「製品（供給）」「製品（品質）」）。しかしながら、工場はそのまま存在しているので、津波による「人」の死亡や「設備・建屋・インフラ・資産」の壊滅的な損害を防ぐことはできない。また、壊滅的な被害のため、生産再開のための「投資」は莫大なものになる。加えて、復旧設備においても設備が変更されたと認識され、顧客の認証も必要となる（「製品（品質）」）。また、必要在庫量を長期にわたり保管するための「コスト」も少なくないという結果となった。死亡事故を防ぐことを優先したため、この対策は良くないと判断した。
- ④ 津波対応構造物：構造物の建設である。津波被害の抑制のための構造物としては、海岸堤防、防潮堤、津波防波堤などがある。拠点への津波による浸水を防ぐという目的から、拠点を囲む防潮堤を建設することし、想定したリスクに対する設計視点と、建設にあたり考慮すべき事項を検討した。

[本体設計]：想定した「M8.0の地震が発生し、津波高さが5mで浸水高さが1m」のリスク内容から、それに対応する主要な設計視点を検討した。

0) 詳細なリスク内容の理解

- i) 堤体高さ、長さ（←津波高さ、津波及び浸水の範囲、地震地振動による液状化）
- ii) 堤体強度（←地震地震動、津波波力）
- iii) 土台の強度（←地震地振動とそれに伴う液状化状態）

[関連項目]：防潮堤建設にあたり考慮すべき事項

- iv) 既存設備との干渉
- v) 物流路、入出路
- vi) 排水路

0) 詳細なリスクの把握

津波による、浸水等の影響の詳細を確認するため、3Dシミュレーション津波解析を実施し、津波の襲来方向、拠点内の浸水分布等を明らかにした。

i) 堤体の高さ、長さ

公的ガイドラインの情報（表 5.11）及び3Dシミュレーションの結果からの最大津波高さ（大潮満潮時+津波高さ+津波高さ+速度によって発生する堤体遡上波高さ）と、地盤沈下量を加味して堤体の高さを決定した。長さは拠点を囲む長さとした。

ii) 堤体強度

地震に対する強度と津波に対する強度（津波波力を受けても滑動/転倒/地盤破壊）に耐える強度とした。

iii) 土台強度

ボーリングを実施し、港湾法に規定された方法で液状化すると判定された深度まで地盤改良を施した。

iv) 既存設備との干渉

防潮堤設置位置と既存設備のロケーションから、防潮堤の構造（土堰堤：場所をとるが安価、RC構造：場所はとらないが高価）を検討。干渉する部分はRC構造、それ以外は土堰堤とした

v) 物流路、入出路

拠点内外を行き来する方法を検討し、堤体を乗り越える方法（場所を要するが安価）と、陸閘（りっこう）（防潮堤以外の使用する土地は不要でコンパクトであるが、津波発生時の陸閘の操作の信頼性（電源喪失時の稼働電源確保、陸閘動作の自動化と信頼性の確保）確保のためのシステム構築を含め高価）をリストアップし、拠点のまわりに使える土地が充分あることなどから堤体とした。

vi) 排水路

津波到来時には拠点内の浸水を防ぐために、海側からの海水侵入防止のための水門に、稼働源のない逆流防止ゲートを採用した。レベル2津波が発生した場合は防潮堤内が満水となるため、津波が引いた後の処理を加速できるよう、排水路の整備も検討した。

防潮堤を建設するためその「投資」は大きい、「人」、「設備・建屋・インフラ」、「環境」のリスクを軽減することが可能である。

一連の比較検討結果を表 5.6 に示した。評価結果から、④構造物建設＝防潮堤建設を実行することを決定した。防潮堤建設を経営陣に提案、経営陣はそれを承認した。高さ 7.5m、長さ 900m で、2021 年 12 月までに建設された（図 5.7,5.8）。

表 5.6 レベル 1 津波リスク対策候補 4 件の評価結果

対策	人	設備・建屋・インフラ・資産	環境	製品（供給）	製品（品質）	投資	コスト	信頼性
①拠点の移転	H	H	H	H	M	L	H	H
②競合他社からの供給	L	L	L	M	M	H	L	M
③在庫	L	L	L	M	M	H	L	M
④津波対策構造物	H	H	H	H	H	M	H	H

1) 人、設備・建屋・インフラ・資産、環境、製品（供給）、製品（品質）、信頼性

H：対策の有効性が高い。津波のリスクは十分低減されており

さらなる対応策は必要ない

M：対策に有効性は中程度である。合理的に実行可能であれば、

追加の対策を検討すべき。

L：対策の効果が低く、更なる対策が必要

2) 投資、コスト

H：ほとんどない～小程度

M：中程度

L：大



図 5.7 建設中の日向化学工場の防潮堤[24]



図 5.8 防潮堤

### 5.3.9.3 レベル1およびレベル2の津波に対する対策の有効性

最後に、リスク対策として決定した、津波避難タワーと防潮堤を建設した場合の対策の有効性を評価した。これらの検討結果を表5.7に示す。表5.4の対策実施前の津波リスク分析の結果との比較議論である。津波避難タワーと防潮堤を組み合わせて実施することで、津波のリスクを低減することができた。津波避難タワーにより、レベル2の津波のリスクを排除・軽減として、従業員の死亡率を下げることに貢献できる（従って当然レベル1の津波リスクにも、である）。防潮堤は、特にレベル1の津波に対しては、浸水に対する防御機能（拠点内の浸水及び拠点外からの漂流物による拠点内の設備等の破損の防御等）を大幅に強化でき、拠点内にある、生産に関する機器、ユーティリティ、反応器、タンクなどの損傷を防げる。結果、タンクや配管からの化学物質の漏洩による環境影響を抑制できる。また、製品供給、設備投資、コストへのリスクも低減する。この防潮堤は、レベル1津波の対策として設計した防潮堤のため、レベル2の津波による浸水を防ぐことはできず、レベル2の津波のリスクを大幅に排除すること難しいが、現状のリスクレベルを低減するには効果がある。合理的かつ現実的な対策を組み合わせることで、リスクを低減できる設備を社会実装することができた。

表 5.7 避難タワーと防潮堤の設置による津波のリスクの低減

津波	人	設備・建 屋・インフ ラ・資産	環境	製品 (供給)	製品 (品質)	投資	コスト	信頼性
レベル1	1	1	1	1	1	2	1	1
レベル2	1	2	2	2	2	2	1	2

事例検討の工場は、論じたように拠点内で働く人が100人弱の規模の化学品製造工場である。工業統計表 産業別統計表データによると[25]、日本における化学工場の事業所は4,650あり、そのうち6%が従業員300名以上の大工場で、残りは94%の4,000以上の事業所は中小工場である。従業員人数別規模の割合を筆者が計算し図5.13に示した。事例の拠点は、50~100名に該当し15%を占めるが、その前後、30~300人規模の工場は、43%で2,000強ある。それらの工場で、自然災害への対応に課題認識を持っている工場にとっては、本事例の研究が有効に活用できると考える。

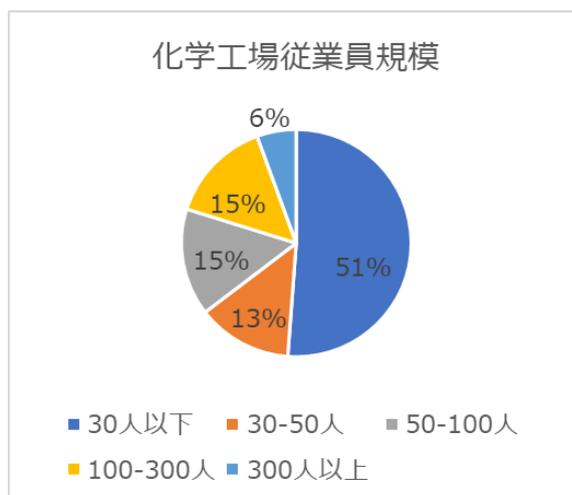


図 5.13 化学工場従業員規模

#### 5.3.9.4 避難の考察

リスク対応のリスク低減のソフト対策⑤（表 5.5）避難について考察する。第 2 章で論じたように、東日本大震災での大きな教訓の一つは、最大クラスの津波に対しては、被害の最小化を主眼とする「減災」の考え方にに基づき対策を講ずることが重要であるということであり、2.3 2011 年の東日本大震災から得られた教訓で論じたように、海岸保全施設等のハード対策によって津波による被害をできるだけ軽減するとともに、危機対応として避難することを中心とするソフト対策を重視しなければならない。その「避難」については、東日本大震災の教訓等により、避難の重要性が一層認識され、その行動指針類が整備された。製造拠点では、適切な避難場所（本章の事例研究では、新設した津波避難タワー）に全員避難することになるが、ここで私が着目したのは、避難の結果、拠点現場には誰もいない状態になっていることである。現場離脱の状況になっていることは認識すべき事項である。この避難についての現状の課題について考察した。

まずは避難の重要性についてあらためて論じる。2 章で論じたように、中央防災会議、内閣府、日本政府は、2011 年 3 月 11 日に発生した津波による壊滅的な被害の教訓を検討し、報告書[23]の中で津波リスク処理の新たな視点を提案し、最大クラスの津波に対しては、被害の最小化を主眼とする「減災」の考え方にに基づき対策を講ずることが重要であり、そのため、海岸保全施設等のハード対策によって津波による被害をできるだけ軽減するとともに、それを超える津波に対しては、避難することを中心とするソフト対策を重視しなければならないと論じた。自然災害によって被災する懸念があるとき或いは被災した時に、第一に実施すべきことは人命確保であり、その時の行動は避難である。自然災害に対する住民の避難については、東日本大震災における避難行動等に関する調査が行われ、その結果が報告されている（2011 年 8 月）。津波行動パターンと津波との遭遇の関係から、安全に避難するには早期退避が必要であることが示されている。そのため、地震津波の場合は、「揺れたら避難する」を徹底することが進められている。また台風、土砂、洪水、高潮の場合には、その自然災害の状況によって警戒レベルが設定され、そのレベルに応じての住民がとるべき避難行動が示されており明快である。令和元年に発生した台風 19 号による災害避難の反省から、より分かりやすく警戒レベルとその状況の定義、その時に取るべき避難行動が改定された（令和 3 年 5 月）。このように拡大防止における人命確保のための避難行動は重要な事項である。

総務省消防庁は、津波発生時における避難指示の判断基準の考え方について、「避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドライン」で、どのような津波であれ、危険地域からの一刻も早い避難が必要であることから、「避難準備情報」「避難勧告」は発令せず、基本的には「避難指示」のみを発令するとしている。また、大津波警報、津波警報、津波注意報により、避難の対象とする地域が異なり、①大津波警報では、最大クラスの津波により浸水が想定される地域を対象、②津波警報では、海岸堤防等が無い又は海岸堤防等が低い場合、高さ 3 m の津波によって浸水が想定される地域を対象、③津波注意報では、漁

業従事者、沿岸の港湾施設等で仕事に従事する者、海水浴客等を念頭に、海岸堤防等より海側の地域を対象となっており、基本的な区分をベースに、市町村ごとに、対象範囲をあらかじめ定めておく必要があるとしている[26]。

国土交通省気象庁は、地震が発生した時には地震の規模や位置をすぐに推定し、これらをもとに沿岸で予想される津波の高さを求め、地震が発生してから約3分を目標に、大津波警報、津波警報または津波注意報を、津波予報区単位で発表する[27]。津波警報・注意報の種類ととるべき行動は表 5.8 である。

表 5.8 津波警報・注意報の種類、とるべき行動

種類	発表基準	発表される津波の高さ		想定される被害と取るべき行動
		数値での発表 (津波の高さ予想の区分)	巨大地震の場合の発表	
大津波警報	予想される津波の高さが高いところで3mを超える場合。	10m超 (10m<予想高さ)	巨大	木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれます。 沿岸部や川沿いにいる人は、ただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。
		10m (5m<予想高さ≤10m)		
		5m (3m<予想高さ≤5m)		
津波警報	予想される津波の高さが高いところで1mを超え、3m以下の場合。	3m (1m<予想高さ≤3m)	高い	標高の低いところでは津波が襲い、浸水被害が発生します。人は津波による流れに巻き込まれます。 沿岸部や川沿いにいる人は、ただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。
津波注意報	予想される津波の高さが高いところで0.2m以上、1m以下の場合であって、津波による災害のおそれがある場合。	1m (0.2m≤予想高さ≤1m)	(表記しない)	海の中では人は速い流れに巻き込まれ、また、養殖いかだが流失し小型船舶が転覆します。 海の中にいる人はただちに海から上がって、海岸から離れてください。

大津波警報が発令された場合は、3mを超える津波高さが予想され、木造家屋が全壊・流失し、人が津波により巻き込まれる恐れがあるため、沿岸部にいる人は、直ちに高台など安全な場所へ避難することがとるべき行動である。

災害対策基本法では、避難場所について、市町村長は、災害が発生し、又は発生するおそれがある場合における円滑かつ迅速な避難のための立退きの確保を図るため、政令で定める基準に適合する施設又は場所を、洪水、津波その他の政令で定める異常な現象の種類ごとに、指定緊急避難場所として指定しなければならないとしており、化学品製造業の工場地区においてはそれに従い、避難場所を確保設定している。例えば、本章で事例研究を行った拠点では、新設した津波避難タワーを避難場所として設定し、国土交通省気象庁が提示した表 5.8 に準じ、津波警報が出た段階で避難を開始することを社内の規定で決めている。

産業事故における避難については、化学物質による災害発生した時の住民の避難については、有毒ガス漏洩事故発生時に関する住民の避難意思の視点で報告がなされている[28]。

一方、避難の解除については、まず気象庁は、津波は長い間繰り返し襲ってくるため、津波警報が解除されるまでは避難を継続するよう促している[29]。また、津波警報・注意報を発表した後も分析を続け、詳細が分かった時点で津波を予測し直し、その結果、最初の警報・注意報よりも津波が小さい、あるいは発生しない可能性が高いことが確認できれば、警報・注意報の切り替えや解除を行うことにしている[31]。さらに、避難指示発令の解除については、当該地域が避難指示発令の基準としている大津波警報、津波警報、津波注意報が解除された段階を基本として解除するものとしており、実際に浸水被害が発生した場合の解除については、当該地域が避難指示発令の基準としている津波警報等が解除され、かつ住宅地等での浸水が解消した段階を基本として解除するものとしている[30]。

つまり、一端避難所へ避難した後の避難解除は、津波警報を発令したが、発令想定より津波が小さいか発生しない可能性が高い場合か、津波による浸水等が発生しその浸水が解消された場合の大きく二つのケースである。地震が発生し避難場所に避難後、①津波が発生しなかった（拠点浸水しない）場合と、②津波が発生し、拠点は浸水、その後浸水が解消された場合である。①の解消基準は明確であるが、②については基準が不明瞭であり、結果拠点における解消の判断は現場で責任者である工場長にゆだねられることになる。当該地区及び工場長の判断で避難解除が発信され、それに従い住民や拠点で働いている人々は自宅や現場に戻るなどの行動を開始する。工場においては、避難し現場を離脱している状況から、現場に戻り被害状況を確認しながら、再稼働或いは復旧作業に進む。しかしながら、その現場は、被災により反応器などの主要機器に損傷などを受け、環境汚染、火災発生など極めて危険な状態であることが推測されるが、避難から戻る行動指針は明確になっておらず、また避難解除後のリスクを低減することは非常に重要であるもののそれに関する研究はほぼ行われておらず、化学品製造業の製造拠点の最高責任者である工場長が解決すべき重要な課題と考える。

### 5.3.10 まとめ

本章では、第4章で構築した、社会的責任視点を加えた化学品製造業の自然災害リスクマネジメント手法を、実際の化学品製造業の工場へ適用し、その有効性を検証することを目的とした。本手法で自然災害として地震による津波へのリスクマネジメントを展開し、リスク対応として、津波避難タワーと防潮堤を建設することを決定し、リスク低減した設備を社会実装したことで、有効性が確認され目的を達成することができた。

検証を終えて、手法を展開する上で気を付けるべき事項が見えてきた。その内容について説明する。

#### 1) リスクの見積もりの精度について

第4章の4.4.3のリスクの見積もりについて、その精度は、経営者が現状のリスクレベル及び対応の必要性が判断できる内容の見積もりを行い、必要以上に精度を求める必要はないと論じた。設備投資における投資額が、億単位なのか千万単位なのか、製品再提供に週間単位なのか、年単位なのか分かればよく、1,000万円なのか、1,100万円なのか、10日なのか12日なのか、までの精度は不要であるということである。しかしながら、有害物の建物・設備、インフラの破損崩壊による環境被害の状況については、「4.2.2 化学品製造業のリスクマネジメントの課題」で提案したように、把握しておく必要がある。事例では、レベル1の津波対応では、防潮堤を実装することで、拠点内が浸水する可能性は極めて低いと想定されるため、定性的な影響で判断した経緯は許容できる。レベル2の津波では、政府の指針「まずは人を守るため、避難を最優先する」に準ずる判断をし、津波避難タワー建設に集中した対策を実施した。従業員を中心とした「人」を守ることは達成できたが、「環境」に対しては、通常実施している災害防止対応以外の対応がなされていない。「環境」については、特にステークホルダーの地域社会・一般住民には大きな関心事であり、最悪の状況を想定しリスクの見積もりを行い、優先順位を判断しながらハード・ソフト対策を実施していく必要がある。この「環境」は、「信頼性」にも影響する事項である。このレベル2津波の事例では、避難を最優先の対応と判断しているが、最悪に近い「環境」のリスクの見積もりとそれに対する対応策を事前に検討し実施したうえで、非常に難しい（人の命をどこまで担保しながら環境対応を行うか）避難時の対応の判断を、あらかじめ決めておく必要があると考える。

#### 2) 信頼性について

本研究の社会的責任の研究の中で、リスクマネジメントの重要なものとして提案した事項である。第4章 4.4.4.リスク評価では、リスク評価基準の例として、株価・売上の低下を示し、事例でもその評価基準で展開したが、「信頼性」という視点が重要であり、各々の事例にそった評価基準を検討することが望ましい。

3) 現場離脱避難後の避難解除について

5.3.9.4 避難の考察で論じた事項である。1) リスクの見積もりでも論じたが、「環境」の最悪の想定をベースに、あらかじめ避難解除の手順について決めておく必要があると考える。

## 参考文献

- [1] 経済産業省, 平成 19 年経済産業省企業活動基本調査 (平成 18 年度実績),
- [2] 旭化成, (2021 年 12 月 23 日) “組織改正および役員等の異動について”  
<https://www.asahi-kasei.com/jp/news/?year=2021> (2022 年 6 月 30 日)
- [3] 伏見多美雄・横田絵里, 「S 化学の事業部制マネジメント・コントロールと管理会計  
日本管理会計学会誌管理会計学第 2 巻第 2 号, 1993 年秋季号
- [4] 日本製紙株式会社 板上事業本部 吉永工場, 「工場紹介」, 紙パ技協誌, 67(7)(2013)
- [5] レンゴー株式会社 八潮工場, 「工場紹介」, 紙パ技協誌, 66(6)(2012)
- [6] 名古屋工業大学工場長養成塾 (編) (2008), 工場長養成塾ハンドブック, 日刊工業新聞社
- [7] 三隅二不二, 杉万俊夫, 窪田由紀, 亀石圭志, 企業組織体における中間管理職のリーダーシップ行動に関する研究, 実験社会心理学研究, 19 (1) (1979)
- [8] 田村隆善, 工場の見える化と工場診断への利用に関する一考察, 日本経営診断学会編集, 7 巻 (2007)
- [9] 吉田初雄, チッソ (株) 水島工場の環境安全活動, 安全工学, 42 (3) (2003)
- [10] 村田正勝, 東レ (株) 岐阜工場の安全活動, 安全工学, 36(3) (1997)
- [11] Cabinet Office, Government of Japan,  
[http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/1\\_5.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/1_5.pdf), in Japanese, Access on 15 June 2021
- [12] Miyazaki Prefecture,  
<https://www.pref.miyazaki.lg.jp/kasen/shakaikiban/kasen/documents/000211872.pdf>, in Japanese, Access on 15 June 2021
- [13] Miyazaki Prefecture,  
<https://www.pref.miyazaki.lg.jp/kikikikikanri/kurashi/bosai/page00150.html>, in Japanese, Access on 15 June 2021
- [14] Cabinet Office, Government of Japan, <http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/>, in Japanese, Access on Access on 15 June 2021
- [15] Cabinet Office, Government of Japan,  
[http://www.bousai.go.jp/kohou/kouhoubousai/h25/72/news\\_01.html](http://www.bousai.go.jp/kohou/kouhoubousai/h25/72/news_01.html), in Japanese, Access on 15 June 2021
- [16] Miyazaki Prefecture,  
<https://www.pref.miyazaki.lg.jp/kasen/shakaikiban/kasen/documents/000214468.pdf>, in Japanese, Access on 15 June 2021
- [17] Miyazaki Prefecture, <https://www.pref.miyazaki.lg.jp/kikikikikanri/kurashi/bosai/page00150.html>, in Japanese, Access on 15 June 2021
- [18] Cabinet Office, Government of Japan,

- [http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/20120829\\_gaiyou.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/20120829_gaiyou.pdf), in Japanese, Access on 23 July 2021
- [19] 内閣府, “中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」”, <https://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/tohokukyokun/index.html> (2022年6月30日)
- [20] 内閣官房, “自然災害等のリスクのイメージ  
<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/resilience/dai2/siryoku4.pdf> (2022年6月30日)
- [21] 読売新聞, “「津波避難タワー」23都道府県で502棟、震災前の11倍に…南海トラフ対策で整備加速”『読売新聞』, <https://www.yomiuri.co.jp/national/20220406-OYT1T50037/> (2022年6月30日)
- [22] 旭化成 (2014), 宮崎県の当社延岡・日向地区の「津波避難タワー」の建設が完了しました, <https://www.asahi-kasei.co.jp/asahi/jp/csr/news/2013/20140226.html> (2022年6月30日)
- [23] 内閣府, “中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」”, <https://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/tohokukyokun/index.html> (2022年6月30日)
- [24] Yu-kan-daily, <https://www.yukan-daily.co.jp/news.php?id=79819>, in Japanese, Access on 15 June 2021
- [25] 従業員規模 '2020年工業統計表 産業別統計表データ令和3(2021)年8月13日掲載
- [26] 総務省消防庁, 2. 津波の際の避難指示・勧告の発令基準,  
<https://www.fdma.go.jp/relocation/e-college/senmon/cat2/cat/cat1/cat2/post-501.html> (2022年6月30日)
- [27] 国土交通省気象庁, “津波警報・注意報、津波情報、津波予報について”  
<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/joho/tsunamiinfo.html> (2022年6月30日)
- [28] 金奉賛(2021), 川崎市川崎区を対象にした有毒ガス漏洩事故の住民避難に関する研究, 横浜国立大学大学院環境情報学府博士論文
- [29] 内閣府, 指定緊急避難場所の指定に関する手引き,  
<https://www.bousai.go.jp/oukyu/hinankankoku/> (2022年6月30日)
- [30] 国土交通省気象庁, “避難勧告等に関するガイドライン②(発令基準・防災体制編)”  
<https://www.bousai.go.jp/oukyu/hinankankoku/> (2022年6月30日)
- [31] 気象庁, 津波警報の発表と解除,  
<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/tsunami/issuance.html> (2022年6月30日)
- [32] NPO 法人 有害化学物質削減ネットワーク、PRTR データベース,  
<https://prtr.toxwatch.net/factory/report?id=139944> (2022年6月30日)

## 第6章 結論

### 6.1 本研究の成果

本研究の目的は、化学品製造業の企業が抱えている、自然災害リスクマネジメントについて、企業が問われている社会的責任に着目し、その視点でリスクマネジメントを展開するプロセスを提案することである。その結果、本研究のプロセスで展開し実行したアセスメントやリスク対応は、社会的責任を果たす活動に通ずると考えられる。

1章では、本研究を進めた背景、考え方、研究の進め方及びその中の重要な視点について概説した。自然災害の影響は、一般的に産業事故災害に比べて広範囲に及ぶため、化学品製造業のステークホルダーをより認識しながら、リスクマネジメントを実施していく必要がある。そのためには、製造業として社会から求められていることは何かをきちっと理解し対応を進める必要があると考えた。それを解決するために「社会的責任」の視点を導入したマネジメントプロセスを構築し、その有効性を社会実装した事例で検証した。なおプロセス構築の過程で、COVID-19と、2011年の東日本大震災での教訓を活用した。

2章では、水気象学系・地質学系の自然災害について概説し、日本では地震が最も被害額が大きい自然災害であること、その地震で甚大な被害をもたらした2011年の東日本大震災を振り返り、化学工場の被害の原因は、地震より津波の影響の方が大きいことを示した。東日本大震災から得られたリスクマネジメント視点での教訓は、1) 今後発生が予想される自然災害については、過去の教訓を踏まえて再評価する必要があること、2) 事業継続への準備をしっかりと行うこと、3) 化学品を製造する企業の特徴である、火災、爆発、有害物質の放出などのリスクに関して、まずは災害前、災害中、災害後のリスクの軽減対応について管理する必要があり、企業、地域社会、一般市民間でコミュニケーションを図ること、4) 対策として、ハード対策とともに、避難することを中心としたソフト対策も重視することであると考えた。その中で社会的責任に基づいた自然災害マネジメントとしての教訓は、ひとつは、上記1)、4)の被災後のリスクの影響を軽減するという視点で、社会的責任の一つ要素である事業継続への準備をしっかりと行うということと、人命を守ることに對する避難を重視する姿勢であった。もう一つは、3) 化学品製造業の特徴である、火災、爆発、有害物質の放出などのリスクに関して、災害前、災害中、災害後のリスクの軽減対応についてしっかりと管理するということである。これらは、第4章のマネジメントプロセスの構築に反映させた。

3章では、生物学系自然災害としてのCOVID-19について概説し、感染の始まりから、第6波までの日本の状況と対応についてのヒストリーをまとめ、日本では対策として、当初から強硬なロックダウンはとらず、主要の対策は、第1波の時期の、マスク着用・手洗い等の衛生対策の励行と、2020年3月14日に内閣総理大臣から発せられた3密（密集、密接、密閉）を避けるという3密協力要請と、第3波の最中、21年2月から始まったワクチン接種に尽きるとした。COVID-19から得られたリスクマネジメント視点での教訓は、1) 感

染による従業員の命や健康を守ることと、企業及び地域社会ニーズのバランスを、環境や状況の変化を踏まえリスクを把握し許容可能なレベルまで管理していくこと、2) プロセスの稼働によるビジネスの継続については、プロセス安全上のハザードとリスクについては、パンデミック前と同等レベルの管理をすることが大前提であること、3) リスクは人が感染することから、人に頼らない生産という視点が、コロナの教訓でよりクローズアップされ、コロナとの共生において推し進めるべき課題であること、4) サプライチェーンの視点におけるリスク対策の再考であると考えられた。その中で社会的責任に基づいた自然災害マネジメントとしての教訓は、一言でいうと「コロナ」リスクとの共生となるが、具体的な主要事項は、上記の1) であり、社会的責任における関連する項目は、化学品製造業のステークホルダー間で、リスク対応の方向性がトレードオフの関係になる場合が発生する。従って、ステークホルダーのニーズのバランスを、環境や状況の変化を踏まえリスクを把握し許容可能なレベルまで管理していくことが重要であり、そのために最初実施すべきことは、重要と認識されるリスクについては、最終判断を行う経営者などに判断可能なレベルまでリスク分析をすることであると考えた。これらは、第4章のマネジメントプロセスの構築に反映させた。

第4章で、本研究の社会的責任視点を加えて構築した自然災害リスクマネジメント手法の内容を説明した。製造業の企業は、単に収益をあげるだけでなく、取り巻く社会に対して社会的責任を果たすことが望まれている。これは平時のみならず、非定常時、つまり本研究で取り扱う自然災害に関しても果たすべきであると考えた。そのためには、まずは誰のための社会的責任かを明確にする必要がある。従って、化学品製造業のステークホルダーについて、既往の研究や考察により明確化を行った（重要なステークホルダー：「株主・投資家」「顧客」「取引先」「地域社会・一般市民」「従業員」「環境」）。そして、社会的責任という、一般概念として浸透はしているが、社会的責任の意味するところが概してあいまいな言葉を、自然災害における各々のステークホルダーのリスクの特定の検討を行いながら、客観的に理解し判断できる事項への落とし込みを行った（「人」「設備・建屋・インフラ・資産」「環境」「製品（供給）」「製品（品質）」「投資」「コスト」「信頼性」）。更にその後のリスク分析、リスク評価、リスク対応の施策の決定、有効性の確認についても、一貫して具体的に落とし込みを行った社会的責任を理解し判断できる事項で展開した。なお、検討を進めるうえで、第2章自然災害の振り返りで見えた教訓に、さらに考察を加えプロセスの構築に活用した。

第5章で、第4章で構築した、社会的責任視点を加えた化学品製造業の自然災害リスクマネジメント手法を、実際の化学品製造業の工場へ適用し、その有効性を検証した。本手法を用いて自然災害として地震による津波に対するリスクマネジメントを展開し、リスク対応として、津波避難タワーと防潮堤を建設することを決定し、リスク低減した設備を社会実装したことで、有効性が確認され目的を達成することができた。手法を展開する上で気を付けるべき事項（リスク見積もりの精度、信頼性、現場離脱避難後の避難解除）についても論じた。

本研究成果を用いて、自然災害に課題認識を持っている、或いは実際に対応を検討しようとしている研究者や化学品製造業の担当者、工場長等へ役立てられることを期待する。

## 研究成果

### 【国際論文誌】

Nobukata Ochiai1,Jo Nakayama, Yu-ichiro Izato, Atsumi Miyake, Lessons learned from the 2011 Great East Japan Earthquake: A case study of tsunami risk assessment in a Japanese chemical corporation, *Process Safety Progress* 2021;1–10.

### 【国内学会発表】

落合信賢, 伊里友一郎, 三宅淳巳, COVID-19 の製造業における影響と対応について, 第53回安全工学研究発表会, p105-106, 2020年12月

## 謝辞

本研究は多くの方々のご指導、ご支援、ご協力により進捗することができました。ここに記して深く感謝の意を表します。

責任指導教官である横浜国立大学 役員 三宅淳巳理事には、社会人博士課程学生として入学し研究室に所属して6年にわたり、安全工学及び本研究に際し、終始熱心にご指導いただき、心から感謝を申し上げます。

審査員の横浜国立大学 リスク共生社会創造センター 野口和彦客員教授には、特にリスクマネジメントを中心に熱心にご指導いただき、心から感謝申し上げます。

審査員の横浜国立大学大学院 環境情報研究院 伊里友一朗准教授には、入学当時からの研究の方向性や内容について熱心にご指導いただき、心から感謝申し上げます。

横浜国立大学 先端科学高等研究院 中山穰助教には、研究の方向性や内容、リスクアセスメントについて熱心にご指導いただき、心から感謝申し上げます。

最後に、関わっていただいた、学生、社会人研究生、社会人博士課程学生の皆様、旭化成(株)の皆様にも感謝申し上げます。