

## 天津爆発事故による環境汚染と事業継続

米倉 寛人 Hiroto Yonekura

 CSR・環境事業部  
 上席コンサルタント

末岡 正嗣 Masatsugu Sueoka

 リスクコンサルティング事業部  
 主任コンサルタント

### はじめに

2015年8月12日（水）の深夜に中国天津市で発生した爆発事故であるが、事故の発生から3週間が経過したものの、関連情報は十分とは言えない状況が続いている。とくに、日系企業の復旧状況や環境への影響が心配される。

本稿では確認できる範囲の情報をとりまとめた。合わせて、海外での不測事態を想定した Business Continuity Plan（事業継続計画、以下「BCP」）についても考察する。

### 1. 企業の動向（8月18日以降の情報）

以下に8月18日以降の主な企業の動向を示す。

表1 企業の動向<sup>1</sup>

企業名	動向	
	18日まで	19日以降
日系自動車メーカーA社	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事故現場に近い工場は3日間（17日から19日まで）生産を停止</li> <li>・同地域の別工場は前記工場からの部品供給が滞るため、3日間（17日から19日まで）生産を停止</li> <li>・20日以降の稼働については未定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・爆発の影響で長期休暇明けの17日～26日まで天津市内の3工場の操業が停止</li> <li>・27日以降順次操業再開</li> <li>・1万5,000台の生産に影響がでたが、生産の遅れは残業や休日出勤で取り戻す</li> </ul>
日系自動車メーカーB社	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事故現場近くの倉庫に保管していた車両が破損</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・8月下旬に天津に陸揚げする予定だった730台を上海への陸揚げに切り替え、9月以降も状況に応じて別の港を利用</li> </ul>

<sup>1</sup> ロイター、産経新聞、NHK等の各紙（アクセス日：2015年8月31日）報道を基に当社作成。

日系自動車メーカーC社	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事故現場近くの倉庫に保管していた車両が破損</li> <li>・事故現場の近くは立ち入りできないため、現時点では詳細不明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天津への輸出分を当分の間、上海と大連に振り分けることを決定</li> </ul>
日系自動車部品メーカーD社	<ul style="list-style-type: none"> <li>・爆発の影響で工場の窓ガラスが割れたものの、製造ラインへの直接被害はなし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・取引先の影響で生産ラインは停止していたが、20日に一部再開</li> </ul>

## 2. 事故による環境汚染の状況と汚染物質の物性

### 2.1. 大気・水質の測定と測定結果

天津市環境保護局の情報によると、8月12日23時30分頃の爆発発生後、約200人の天津市環境保護局の担当者を事故現場に派遣し、13日2時50分から大気、水、排水のモニタリングを開始したとされている。現場周囲に大気モニタリングポイント17箇所、排水モニタリングポイント5箇所を設定し24時間モニタリングを開始している（図1）。

その後、モニタリングポイントは追加されており、8月31日現在では、事故現場周辺の大気環境ポイントが18箇所、水環境39箇所、地下水1箇所、海水6箇所と、学校や住宅・企業周辺の大気環境ポイントが24箇所となっている（図2）。

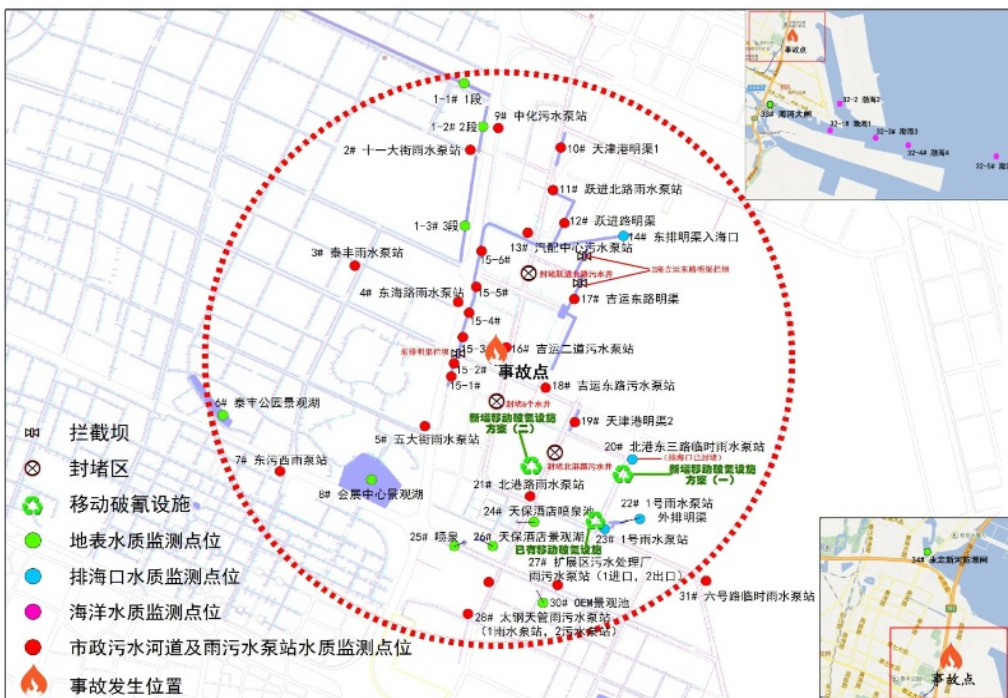


図1 8月18日公表の水質測定モニタリングポイント<sup>2</sup>

<sup>2</sup> 天津市环境保护局. 滨海新区危险化学品爆炸事故环境水监测点位分布, 2015年8月18日, [http://www.tjhb.gov.cn/news/news\\_headtitle/201508/t20150818\\_16726.html](http://www.tjhb.gov.cn/news/news_headtitle/201508/t20150818_16726.html) (アクセス日: 2015年8月28日).

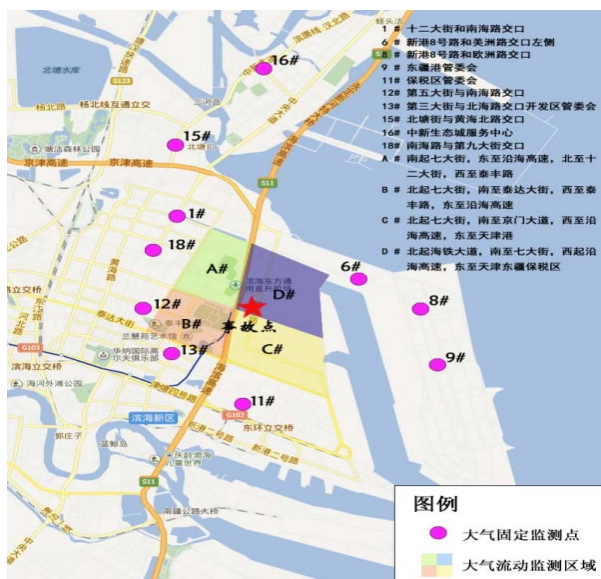


図2 8月18日公表の大気測定モニタリングポイント<sup>3</sup>

事故当初のモニタリング結果の概要は以下のとおりである<sup>4</sup>。

- 13日 3:40 爆発現場の刺激臭を持つガスは、主にトルエン、クロロホルム、エチレンオキシドであると特定。
- 4:00 エチレンオキシド濃度は1~2mg/m<sup>3</sup>。(中国の短期暴露濃度基準は5mg/m<sup>3</sup>)
- 5:30 トルエン濃度は3.7mg/m<sup>3</sup> (中国の工場の大気汚染排出基準値2.4mg/m<sup>3</sup>)  
 クロロホルム濃度は1.72mg/m<sup>3</sup> (中国の職場空気環境衛生基準値20mg/m<sup>3</sup>)  
 VOCsは5.7mg/m<sup>3</sup> (中国の工場のVOC排出基準値2.0mg/m<sup>3</sup>)
- 6:00 トルエン濃度 3.06mg/m<sup>3</sup>、VOCs 5.02mg/m<sup>3</sup>
- 8:00 VOCs 0.1mg/m<sup>3</sup>
- 13:00 エチレンオキシド 検出されず

既存の大気環境のモニタリングポイントで測定されている、PM2.5、PM10、CO、SO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>については変化なし

排水路の海への放水経路はすべて封鎖し、水質測定を継続して実施する。

8月13日~14日

大気モニタリングとして、警戒区域外の17箇所中4箇所のモニタリングポイントで、VOCs濃度が基準値の1.26~1.62倍と超過、キシレンは1か所で基準値の1.06倍であった。その他の物質については基準値未満であり、シアン化水素は未検出。

水質モニタリング結果は、COD (化学的酸素要求量)、アンモニア、シアン化物、硫化物が基準値超え、トルエン・キシレン等は基準値未満、クロロホルム、ベンゼンは未検出。

<sup>3</sup> 天津市环境保护局. 滨海新区危险化学品爆炸事故环境空气监测点位分布, 2015年8月18日, [http://www.tjhb.gov.cn/news/news\\_headtitle/201508/t20150818\\_16725.html](http://www.tjhb.gov.cn/news/news_headtitle/201508/t20150818_16725.html) (アクセス日: 2015年8月28日)

<sup>4</sup> 天津市环境保护局. 关于滨海新区瑞海公司危险品仓库爆炸事故 环境应急监测情况, 2015年8月13日, [http://www.tjhb.gov.cn/root16/mechanism/office/201508/t20150813\\_16677.html](http://www.tjhb.gov.cn/root16/mechanism/office/201508/t20150813_16677.html). および天津港“8-12”特别重大火灾爆炸事故 环境应急监测情况, 2015年8月15日, [http://www.tjhb.gov.cn/root16/mechanism/office/201508/t20150815\\_16691.html](http://www.tjhb.gov.cn/root16/mechanism/office/201508/t20150815_16691.html) (アクセス日: 2015年8月28日) を当社にて翻訳。

当初、シアン化水素は大気中からは未検出であったが、15日の測定結果では、中国の基準値0.04~0.2倍のシアン化水素が検出されている。また、18日の水質測定の結果として、42箇所のモニタリングポイント中、警戒区域内の25点でシアン化物が検出され、うち8点が基準値を超えており、最大基準値の277倍（翌19日には356倍）のシアン化物が検出されている。なお、警戒区域外の観測点では基準値以上のシアン化物は検出されておらず、地表水・汚水は基準値の6.5%、40.2%であるとしている。

その後、31日現在まで、2時間おきのシアン化水素とVOCsの測定結果が、また毎日、大気と水質の測定結果が報告されている。大気については概ね未検出か基準値未満の検出結果、水質については警戒区域内の汚水の一部で基準値超のシアン化合物が検出されている。

28日には現場周辺の悪臭に関して測定を行い、原因は悪臭物質であるメチルメルカプタン（下水処理場等で発生する悪臭物質）である、という測定結果も公表されている。

## 2.2. 対策等の状況

8月16日付の公表情報によると、天津市環境保護局は、以下の5つの対策を実施するとしており、コンテナ形状の汚水処理プラントの設置状況と思われる写真等をウェブサイトに掲載している。

- ①雨水・汚水の海域への排水経路をすべてコンクリートブロックで封鎖
- ②降雨により汚染水が漏出しないよう漏洩防止堤の設置
- ③排水処理プラントを設置してシアン排水を処理
- ④シアン廃水処理後の下水処理場による二重処理
- ⑤高濃度汚染水は専門処理プラントへの移送

在中国日本国大使館では、8月14日と19日にウェブサイトにて事故による影響に関する情報を掲載しており、前述の大気・水質の測定状況の情報と以下の情報<sup>5</sup>が掲載されている。

- 事故現場付近は、警戒区域が設けられており立ち入りができない状況が続いています（事故現場より概ね3kmで警戒線が引かれている）。ただし、記者会見において中国の専門家は、爆風により警戒区域外にも化学物質が飛ばされている可能性があり、そのような物資には触れない、水をかけない等の注意が必要であると指摘しています。
- 一部報道では、当局者の話として「シアン化ナトリウムと神経ガスという二つの有毒物質の値が最高値に達した」旨報道されています（当館より天津市関係部に確認したところ、同数値はあくまでも警戒区域内の数値である旨の回答がありました。）。また、報道された当局者の話によれば、現場に残されていたとされる700トンのシアン化ナトリウムは既に各地に輸送済みのとのこと。
- 事故現場付近の環境の影響については、天津市環境保護局が18日までに発表した内容をまとめましたので、参考にしてください。
- なお、天津市当局の当館への説明によれば、現場は天津市の中心から約40km離れており天津市中心市街においては、日常生活に大きな影響は出ていないということです。

<sup>5</sup> 在中国日本国大使館。「天津市濱海新区における爆発事故による影響について（お知らせ）」,2015年8月19日  
[http://www.cn.emb-japan.go.jp/consular\\_j/joho150819\\_j.htm](http://www.cn.emb-japan.go.jp/consular_j/joho150819_j.htm)（アクセス日：2015年8月28日）

## 2.3. 汚染物質の物性

爆発事故後の天津市のモニタリング対象となっている、シアン化水素・シアン化合物、VOCs 等の物性は以下のとおりである。

### ①シアン化合物

今般の爆発事故後の汚染物質として観測されており、事故現場に 700 トンが保管されていた、というシアン化ナトリウムとシアン化水素等の無機シアン化合物は以下のような物質である。

#### (用途)

シアン化ナトリウムは別名青酸ソーダと呼ばれ、飼料添加剤の原料、鍍金（めっき）や金の精錬、顔料の原料として使用されている。なお、アーモンド、梅、桃の種等にはシアン配糖体を含み、加水分解や酵素反応によりシアン化水素を発生する。

#### (環境中の動態)

シアン化水素は、沸点が 25.7°Cのため、一般的な環境では気体または液体で存在する。分解速度が比較的遅く、大気中に放出されたシアン化水素は対流圏に留まり、化学反応により半分の濃度になるのに 0.8~1.5 年かかるとされる。

シアン化ナトリウムは、常温では固体として存在し、大気中に粒子状物質として放出された場合は降雨等で地表に降下し、大気中から除去される。土壌中または水環境中では微生物により生分解される。多くの生物種で少量接種した場合は解毒作用が早く、多量に摂取した場合は毒性が強いことから、生物濃縮は考え難いとされている。

#### (毒性)

毒性が非常に強く、毒物混入事件等などで悪用される青酸カリ（シアン化カリウム）は、無機シアン化合物の一つである。

シアン化合物は、体内に吸収されると細胞の酸素利用に関わる酵素と結合し、細胞の低酸素症を引き起こして細胞死を招き、短時間で死に至る。

#### (基準値)

- ・ TDI（耐容一日摂取量）は、体重 1kg あたり 0.0045mg/日。
- ・ 魚類の 96 時間 LC50（96 時間後の致死率 50%濃度）は 0.027mg/L（シアン化ナトリウム、ニジマスの場合）。
- ・ 日本の水道法の水質基準は、シアン化合物は 0.01mg/L 以下。
- ・ 日本の環境基本法に基づく、公共用水域の水質汚濁に係る環境基準で、人の健康の保護に関する環境基準として、全シアンは検出されないこと（定量限界 0.1mg/L 未満）
- ・ 水質汚濁防止法の汚水排水基準は 1mg/L 以下。

（天津市環境保護局による 25 日の水質測定結果として、最大 16.6mg/L のシアン化物が検出されているため、比較的高濃度の汚染水が警戒区域内にあることになる。）

## ②VOCs

VOCs とは、Volatile Organic Compounds（揮発性有機化合物）の略称で、VOCs 揮発性の有機化合物を一括りにした呼称であり、トルエン、キシレン、酢酸エチル等の多様な物質の総称である。一般的には、溶剤や塗料・印刷インキ、接着剤、化石燃料や有機化合物の蒸発等により大気中に放出される。

光化学オキシダントや粒子状物質の原因とされ、日本国内では、大気汚染防止法により VOC 規制がなされ、塗装施設や溶剤・塗装・接着・印刷の乾燥施設、洗浄施設や揮発性有機化合物の貯蔵タンクについて排出基準が定められている。

天津市環境保護局のウェブサイトでは、大気・水質のモニタリング結果が公表されており、シアン化合物で汚染された排水の浄化処理や、モニタリングポイントの増設といった対応が取られている。モニタリング結果では、大気はシアン化水素、VOCs とともに中国の基準値未満、水質は警戒区域内の一部でシアン化合物が基準値を超えている。ウェブサイトが高頻度で更新されていることから、環境面での影響についてはこちらを参照し、状況を把握することが望まれる。

また、在中国日本国大使館の情報にもあるように、爆発で警戒区域外にも化学物質が飛散している可能性があることから、そのような恐れのあるものについては、触れない、水をかけない、といったことに留意が必要である。

### 3. 天津爆発事故を踏まえた BCP の考察

今回の爆発事故では、危険物質飛散による大気汚染、爆風による物理的被害、港湾などのインフラ機能の被害、危険物質を恐れた住民避難、被害に関する情報の錯綜など、想定を超える事象が複数絡み合って生じた。これらの影響を受け、被災エリアの多くの企業の事業が中断した。

本章では、現在までに得られた企業の動向などを参考とし、海外拠点が被災した場合の BCP に関する 3 つの考察を紹介する。

#### 3.1. 危機時に必要となる“現場の危機対応力”

今回の事故では、被害に関する情報が錯綜したため、遠く離れた日本本社では、十分に状況を把握できず、的確な指示を速やかに出せなかったこともあるのではないかと。このように、海外生産拠点など本社から離れた拠点で事故や災害が発生した場合、事故現場では、本社等の指示を待たずとも一刻も早い安全確保に着手する必要がある。

平時から重要事項の判断は、本社主導で進めることがほとんどであるが、危機発生時にも平時同様の判断プロセスを踏襲する企業では、現場拠点は、本社からの指示待ちで対応することが多い。このような企業では、本社の判断遅れや現場事情を組み込まない指示により、現場の従業員の安全が脅かされることもあり得る。最悪の場合、本社と現場とが意思疎通できず、対立が生まれていくことも多々ある。

危機発生時は現場の状況が刻一刻と変化する。迅速な安全確保や早期の事業再開のためには、現場責任者等は、本社等の指示を待たずとも、現場で得られた情報から直ちに判断し、行動することが求められる。そのため、危機発生時には現場主導で対応できるよう、責任者を含む現場従業員は、自ら判断・指示・対応を行うことができる“現場の危機対応力”を備えておくことが必要である。平時から現場拠点が事業活動に意

見したり、現場主体で事業スタイルを改善したりできる環境・社風の企業は、“現場の危機対応力”が醸成されており、危機発生時にも十分にその力を発揮するであろう。

### 3.2. 結果事象の BCP を柔軟に応用する

海外拠点を持つ規模の企業の多くは BCP を持っていたと思われる。一般的な BCP では、危機発生時の前提条件のもと、優先復旧製品、重要業務、目標復旧時間、事業継続戦略などが決められている。BCP は、この前提条件をいくら詳細に想定しても限界は生じる。実際に危機が発生すると想定通りの事態にならないことが殆どであり、今回の事故においても、危険物の飛散、爆風による物理的被害、港湾などのインフラ機能の停止、危険物を恐れた従業員離れなどが生じた。このような複合的な事象は誰も想定できなかったであろう。

BCP は想定にとらわれず柔軟性を持つ必要がある。柔軟性を持つ BCP とするためには、「A 工場が機能停止した場合」「通常の物流機能が停止した場合」など、結果事象をベースに BCP を作成しておくことが望ましい。BCP を機能させる場面では、想定通りとならずとも、事故・災害状況を見極め、どのケースの BCP を適用するか、または、応用するかを考えていけば良い。

今回の事故における企業の対応でも、代替の物流経路を急ぎ確保するなど、事故状況に応じて BCP を柔軟に応用し、行動に移していた企業もあった。

BCP を柔軟に応用する場面では、現場主導（本社とも連携しつつ）で対応することが望ましい。なぜならば、前項でも述べたように、“現場のことは現場が良く知っている”からである。

危機発生後、BCP を現場主導で応用できる組織となるためには、現場が BCP を知っているのみでは十分ではない。“なぜこの優先復旧製品が選ばれているのか”“なぜ目標復旧時間は 2 週間に設定されているのか”といった BCP の考え方を理解しておく必要がある。BCP の考え方を理解していない組織が BCP を柔軟に応用することはできない。

BCP を策定した企業の多くは、BCP の浸透、実効性の検証のために研修会や訓練を各拠点で行っている。海外拠点に対しても同様の取組みをすべきである。その訓練の場では、現場拠点に対し BCP のルールを押し付けるのではなく、BCP の考え方を従業員一人ひとりに浸透させることが必要である。

### 3.3. BCP を点から面に広げる

今回の事故や過去の大災害からも学んだように、企業の復旧や事業再開においては、被災エリアの企業群、港湾等の物流機能、サプライチェーン、行政機関などと歩調を合わせる必要がある。つまり、いくら緻密な BCP を一社が策定していても、一社のみが早期に事業再開することはあり得ず、BCP は限定的にしか機能しない。

近年の大災害や事故等を踏まえ、BCP を持つ企業等は多くなっている。これらの BCP をより確実に機能させるためには、同地域の企業群、地域のインフラ機能、サプライチェーン、行政機関等との連携が必要であろう。それぞれの BCP が相互に連携した状態となることは極めて困難かもしれないが、関係先の互いの BCP を少しずつ共有していく “BCP を点から面的に広げる” といった歩みが、危機時の企業を強くする。

## おわりに

---

影響の長期化が心配される一方で、グローバル化した企業の経済活動は休むことなく続けられる。

BCP の観点でも重要な、現場力、ネットワーク機能の向上は代表的な経営課題であるが、同時に企業は従

業員やその家族の安全安心に資する努力、生活環境などへ配慮することも必要があると思われる。

## 参考文献

日本国環境省.化学物質ファクトシート 2012 年度版.<http://www.env.go.jp/chemi/communication/factsheet.html>  
独立行政法人製品評価技術基盤機構.化学物質総合情報提供システム (CHRIP) .<http://www.safe.nite.go.jp/japan/db.html>  
新エネルギー・産業技術総合開発機構.有害性評価書 Ver1.0 No.129 (無機シアン化合物 (錯塩及びシアン酸塩を除く))  
(※上記 CHRIP のページに掲載)  
天津市环境保护局ホームページ.<http://www.tjhb.gov.cn/>  
日本国外務省 在中国日本国大使館ホームページ.[http://www.cn.emb-japan.go.jp/index\\_j.htm](http://www.cn.emb-japan.go.jp/index_j.htm)

## 執筆者紹介

**米倉 寛人** Hiroto Yonekura

CSR・環境事業部

上席コンサルタント

専門は環境マネジメント、CSR

**末岡 正嗣** Masatsugu Sueoka

リスクコンサルティング事業部

主任コンサルタント

専門は危機管理、事業継続 (BCM・BCP)

## 損保ジャパン日本興亜リスクマネジメントについて

損保ジャパン日本興亜リスクマネジメント株式会社は、損保ジャパン日本興亜グループのリスクコンサルティング会社です。全社的リスクマネジメント (ERM)、事業継続 (BCM・BCP)、火災・爆発事故、自然災害、CSR・環境、セキュリティ、製造物責任 (PL)、労働災害、医療・介護安全および自動車事故防止などに関するコンサルティング・サービスを提供しています。詳しくは、損保ジャパン日本興亜リスクマネジメントのウェブサイト (<http://www.sjnk-rm.co.jp/>) をご覧ください。

## 本レポートに関するお問い合わせ先

損保ジャパン日本興亜リスクマネジメント株式会社

営業推進部

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 1-24-1 エステック情報ビル

TEL : 03-3349-5102 (直通)