

リスク情報専門誌

2012
WINTER

ISSN 0910-4208

社団法人 日本損害保険協会

そんぽ
予防時報

vol. 248

東日本大震災特集号

●原子力と時代精神

【小出 五郎】

●東日本大震災における液状化および盛土の変状による住宅被害

【安田 進】

●リモートセンシングによる広域災害の把握

【山崎 文雄】

●東日本大震災とBCP・サプライチェーンをめぐる問題

【竹内 朗】

●国際取引契約と不可抗力

【田村 淳也】

●[座談会]放射能汚染を越えて

【木村 真三】【中西 友子】【小出 五郎】



本文紹介

防災基礎講座

P8

東日本大震災における液状化および盛土の変状による住宅被害

安田 進 東京電機大学理工学部 教授

東日本大震災では、津波以外の原因による住宅の被害も大変多く発生した。その中には震動そのものによる被害に加えて、液状化や造成宅地盛土のすべりといった、地盤変状によって被災したものが数多くある。

地震による戸建て住宅の被害の様子は、被災原因によって大きく

異なる。震動そのもので被災した場合には、外観から被災程度が分かり易い。これに対し液状化による被害の場合は、見た目では大したことはなくても、少しでも傾いた住宅の中での生活は困難となる。

本稿では、地盤変状に起因した住宅の被害の実態および復旧にあたっての課題を述べる。

論考①

P12

リモートセンシングによる広域災害の把握

山崎 文雄 千葉大学大学院工学研究科 教授

リモートセンシングは、宇宙や空中より、光や熱などの電磁波を観測するセンサを用いて、地表や大気の状態を把握する技術を指す。すでに長い歴史を有するが、従来は画像の空間分解能が最大20～30m程度であったこともあり、観測データの防災利用に関しては、大規模な斜面崩壊などの地盤災害や、堪水が長期に続く大陸型洪水の把握など、地表における変状が広域にわたるものに限定されていた。

しかし、最近のセンサとプラットフォームの技術革新により、我が国では1995年の阪神・淡路大震災以降、様々なリモートセンシング技術が、防災の分野で広く利用されるようになった。そこで、リモートセンシングによる広域災害把握に関する最新の動向について、2011年東日本大震災における実例を中心に紹介し、今後の発展の方向と課題について考える。

論考②

P19

東日本大震災とBCP・サプライチェーンをめぐる問題

竹内 朗 プロアクト法律事務所 弁護士

東日本大震災とその後の状況は、わが国の企業活動に対して多くの問題を提起した。とりわけ、あらゆる業種・業態に関わるBCP (Business Continuity Plan=事業継続計画) の問題と、製造業や小売業を中心とするサプライチェーンの問題については、重大な問題が投げかけられたままであると言ってよい。

これらの問題に対する最適解を見つけ出すことは容易ではないものの、震災から半年以上を経た現時点で整理しておくことは、企業が次なる巨大リスクに備える意味でも有意義と考えられる。そこで、法律実務家の観点から、東日本大震災が投げかけたBCPとサプライチェーンをめぐる問題について整理を試みる。

表紙: 白川郷(日本)

このページでは、今号に掲載している記事の概要をご紹介します。本誌はバックナンバーを含め、当協会ホームページ（※）でご覧いただけます。

バックナンバーは201号から掲載しておりますので、どうぞご活用ください。

※ <http://www.sonpo.or.jp/archive/publish/bousai/0001.html>

論考③

P24

国際取引契約と不可抗力

田村 淳也 ユアサハラ法律特許事務所 弁護士

東日本大震災は、人命や財産に甚大な被害をもたらすとともに、大震災に対する備えが果たして十分なものであったかという点に関して、我が国の社会全体に重い教訓を残したといえる。このことは、国際取引に関する契約法務の分野においても例外ではなく、国際取引における契約条項の作成等にあたり、自然災害により生じる問題点やリスクに対する配慮が十分になされていたかどうか、検討の余地があるものと思われる。

本稿では、大震災等の自然災害により国際取引契約において生じる問題点を挙げたうえで、その中でも特に「不可抗力」の問題を取り上げ、その詳細を紹介するとともに、東日本大震災の発生後において、新たに留意すべき点がないかにつき、検討を試みる。

座談会

P30

放射能汚染を越えて

木村 真三 獨協医科大学国際協力支援センター国際疫学研究室 准教授、国際疫学研究室福島分室 室長
中西 友子 東京大学大学院農学生命科学研究科放射線植物生理学研究室 教授
小出 五郎 科学ジャーナリスト／本誌編集委員／司会

東日本大震災では、原子力発電所から放射性物質が流出する事故が発生し、原子力発電の安全性とエネルギーの問題として、日本のみならず世界中で議論となっている。

一方、この事故の被災地では、除染を始めとする対策が進まず、同時に風評被害や被災者差別なども問題になっている。

そこで、被災地の復興に向けて何をすべきで、何ができるか、被災地の現状に詳しい専門家に、将来を見据えた議論をお願いした。

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)基本データ

■平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置／平成23年11月24日付警察庁緊急災害警備本部

人的被害：死者 15,840人、行方不明者 3,611人、負傷者 5,950人
建物被害：1,005,421戸（内、全壊 121,653戸、半壊 197,495戸）

■東日本大震災に係る地震保険の支払件数、金額について（2011年11月24日現在）／2011年11月25日付当協会発表

受付件数：838,105件
調査完了件数：826,389件
支払件数：725,868件
支払保険金：1,184,940,607千円

特集1 東日本大震災における液状化および盛土の変状による住宅被害

東日本大震災では、津波による被害以外の原因による住宅の被害も大変多く発生した。その中には震動そのものによる被害に加えて、液状化や造成宅地盛土のすべりといった、地盤変状によって被災したものが数多くある。

このページでは、安田 進氏(東京電機大学理工学部教授)が実施した現地調査において撮影した、被害の特徴をとらえた写真などを紹介する。
※概要は2ページに、詳しい解説は8ページから掲載しています。



写真1 地震翌日の浦安市の状況
(発生した噴砂を取り除いているところ。背後の家々が沈下・傾斜している。)



図1 東京湾岸において、お台場から千葉にかけて液状化が発生した地区

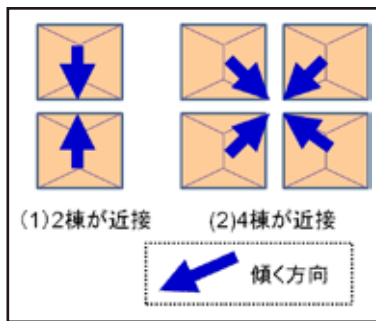


図2 隣接する家屋が傾斜するパターン
(2棟の場合には内向きに、また、4棟の場合には中心に向かって傾く傾向が多々見られた。)

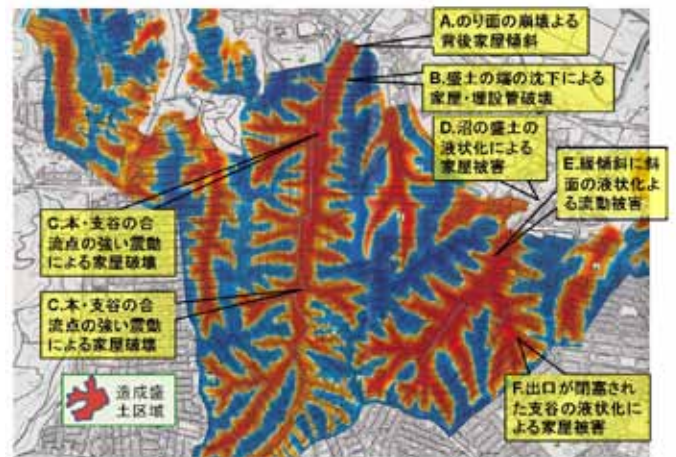


図3 仙台市泉区南光台で見られた家屋被害のパターン
(盛土、切土の範囲は(株)復建技術コンサルタントの調査による。)



写真2 仙台市青葉区折立における造成宅地盛土の被害
(盛土の変状原因は地震力によるすべり破壊が多いと思われるが、中には噴水・噴砂も発生し、明らかに盛土材の液状化による被害も発生している。)



写真3 仙台市太白区緑ヶ丘における宅地地盤の変状と家屋被害
(地滑り防止杭が盛土全体のすべりを防いだものの、杭が押されて、宅地地盤が少し変形したことにより、家屋が被災した。)

東日本大震災に想う

—未曾有・想定外・無責任—



東日本大震災について、多くの人々が、高揚した気分で声高に意見を述べている。こんな時こそ、心静かに、先哲の言葉に耳を傾ける必要がある。

大震災前、地震研究者の間では、アスペリティモデルによるプレート境界型地震の予測に、ある程度目処が立ったと言われていた。しかし、今回の地震によって、プレート境界型地震に関する基本的な枠組みである比較沈み込み学にも疑問が呈されている。寺田寅彦は、「烏瓜の花と蛾」において、「科学がほんのすこしばかり成長して丁度生意気盛りの年頃になって居るものと思はれる。天然の玄関をちらと覗いただけで、もう悉く天然を征服した気持になって居るやうである。」と述べている。

同じく、震災前、地球温暖化対策の声に後押しされ、老朽化した原発を40年以上運転することが計画されていた。しかし、原子炉圧力容器の脆性破壊を監視するために容器内に設置されている「サーベイランス試験片」はすでに底をついていたとの情報もある。明治時代、小樽の防波堤を築いた土木工学者廣井勇は、コンクリートの耐海水性について50年間にわたる試験を計画し、6万個に及ぶモルタルブリケットを作成。その試験は2002年まで営々と続けられた。廣井はその著書「築港」の緒言において、「計画ヲ立ツルニ当リテハ最モ慎重ニ最モ周到ヲ以テシ百年ニ竟リテ違算ナキヲ期セサルヘカラス……技術者千載ノ榮辱ハ懸テ設計ノ上ニ在リ之カ用意ノ慎密遠図ヲ要スル亦以テ了スヘキナリ」と述べている。

福島第一原子力発電所の事故では「想定外」が連発され、その無責任体制に唾然としているのは、一人筆者のみではないであろう。政治学者丸山真男は「軍国支配者の精神形態」において、我が国のシステムに存在する、「既成事実への屈伏」と「権限への逃避」という2つの傾向を指摘し、「無責任の体系」というエトスが埋め込まれていると述べている。寺田寅彦も、「災難雑考」において、「誤った責任観念から色々の災難事故の真因が抹殺され、そのおかげで表面上の責任者は出ない代わりに、……」と述べている。

人間の思い上がりを戒め、自然を謙虚に見つめ、災害発生の原因追究のための方策を考えること等、「歴史から学んで未来を考える」ことが、現在に生きる我々の責務である。

防災言

ふじたに とくのすけ
藤谷 徳之助

(財)日本気象協会 顧問/
本誌編集委員

原子力と時代精神

科学ジャーナリスト／本誌編集委員 こいで ごろう 小出 五郎

時代精神について考えたい。時代的な要請から生まれる価値観のことである。社会、経済、政治、技術など、およそ人間の営みで時代精神と無縁なものはない。敢えて時代精神を無視して暴走するとき、大きなしっぺ返しを覚悟しなければならない。

埼玉県川口市にあるNHK アーカイブスには、これまで放送した番組が資料として大量に保管されている。試みに原子力番組で検索するとおよそ1,300本、ニュースの中で触れたものを入れると3万本を超える番組が見つかる。ほかにも、全国のNHK放送局に保管されているものがあるので、それを加えるともっと増える。全部で何本あるのか、あまりよく分からない。

11月から12月にかけて、アーカイブスから選んだ原子力番組特集が電波に乗った。70分ずつ4回、桜井洋子さんがキャスターで、私が解説を担当した。読者の中には、あるいはご覧になった方がいるかもしれない。

フクシマをもたらした責任は、マスコミにもある。政官業（業には関係企業と一体化した労組を含む）の鉄壁のトライアングルに、学者とマスコミの一部も加わって、原子力を推進する原子力村ペンタゴン（五角形）をつくってきた。マスコミが時に批判的なスタン

スを取りながら、全体としては推進する側に立ってきたことを、その中にいた者の一人として、素直に反省しなければならない。その思いから番組の制作に協力したつもりだ。

1,300本の中からどの番組を選ぶか。これには悩んだ。目をしょぼしょぼさせながら、代表作を何本も試写した。結果、原子力特集に選んだのは次のような番組である。

- 1) 1981年7月放送の3本シリーズ「原子力・秘められた巨大技術」から、「①これが原子炉だ」と「②安全はどこまで」。放送時は各79分と49分だったが、編集して55分に短縮。番組枠70分の残り15分を解説に充てた。
- 2) 1981年8月放送の「いま原子力を考える」。上記のシリーズの3本目の「廃棄物処理」を含め、視聴者からの大きな反響を踏まえて制作した討論番組で、推進の立場から当時日本原子力産業会議専務理事だった森一久さん、批判の立場から当時大阪大学講師で行動する科学者として知られていた久米三四郎さんの二人が、白熱の議論を展開した。
- 3) 1987年3月放送の「調査報告・チェルノブイリ原発事故」。NHK チームが放射能

測定器を持参して、北欧から南欧まで汚染地帯を調査した記録で、福島第一原発事故に際していち早く汚染マップを作成した調査報道の原点になった番組である。

- 4) 1995年8月に放送の「調査報告・地球核汚染～ヒロシマからの警告～」。ヒロシマ、ナガサキ、チェルノブイリにとどまらず、米ソの核施設、北極圏や南太平洋の核実験の被害に苦しむ人々を取材し、核兵器と原子力エネルギー利用に目を向ける大切さを考えた番組。

こう並べると、何だか原子力に批判的な番組だけを選んだように見えるかもしれないが、決してそうではない。原子力推進に協力した番組が皆無とは言わないが、よく噂されるように政治的圧力に屈して、あるいは配慮して、適当なところでごまかしているようなところは見当たらない。大多数の番組は原子力に潜む問題点を明らかにするべく努力をしている。選んだ番組は4回シリーズの制約や時代的な背景のバランスなどを考えた結果である。

総じて、原子力番組は批判的な立場から健闘してきたという印象の方が強い。

むしろ、番組では多くの問題を提起し、放送時には視聴者の大きな関心と呼んだという事実が存在したにもかかわらず、原子力政策に対する影響力、原子力村の推進に対する影響力はほとんど無かったことに驚く。つまり、情報は視聴者の頭には届いたが、そこまでで

終わってしまったということだ。

これをどう考えたらいいのだろうか。

第一に、原子力村の資金とポストと便宜を接着剤にした団結は強固にして堅固、推進を前提にしない批判に耳を傾ける必要などさらさらなかった、ということだろう。批判は犬の遠吠えだったということである。

第二に、前号でも書いたことだが、「原子力村」に限らず、「村」社会は日本のごく普通の風景という点もやはり関係しているだろう。外の批判は無視すればそれで済みなのだ。

第三に、冒頭に書いた時代精神の軽視、無視、結果としての思考停止である。

1970年代、世界各国で原子力安全論争が盛んになった。このころの時代精神は「環境規制」。「巨大技術には規制が必要」という価値観だった。「成長の限界」、「予防原則」、「汚染者負担」も含まれる。こうした視点からの問題提起はあったが、極東の島国日本では、原発立地に見るように、障害になる問題は札束で解決する政策が進められるだけだった。

1980年代には、「持続可能な経済」、「多様性の尊重」が新しく加わったが、相変わらず思考停止状態が続いた。1990年代に入り地球温暖化防止が課題になれば、それすらも「原子カルネッサンス」と呼んで、原子力推進に利用した。フクシマの後も原発輸出を唱える。ここまで来ると、精神の貧困を感じる。

原子力だけではない。防災の面でも特異な進化を遂げた価値観のガラパゴス化が進んでいないか。私たちは再点検する必要がある。

東日本大震災における液状化 および盛土の変状による住宅被害

やすだ すすむ
安田 進 東京電機大学理工学部 教授

1. はじめに

東日本大震災では、津波による種々の被害が甚大であり、報道もそちらに集中しているが、津波以外の原因による住宅の被害も大変多く発生した。その中には震動そのものによる被害に加えて、液状化や造成宅地盛土のすべりといった地盤変状によって被災したものが数多くある。発生した範囲も東北は勿論のこと、東京湾岸まで広範囲にわたっている。これらの被害の詳細や被災のメカニズムに関しては、地震から8か月以上経った今でもまだあまり明らかになっていない。また、被災した家屋は、ほんの少ししか復旧がなされていないままになっている。ここでは、このように地盤変状に起因した住宅の被害の実態および復旧にあたっての課題を述べる。

※図・表・写真は4ページにカラーで掲載してあります。

2. 液状化発生地点および住宅の被害

(1) 液状化が発生した範囲と地形的な特徴

今回の地震は規模が大きかったため、東北から関東にかけて非常に広い範囲で液状化が発生した。地盤工学会では国土交通省関東地方整備局からの委託を受け、関東地方の液状化発生地点の拾い出しを行った¹⁾。それによると、液状化した箇所は茨城県、栃木県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県と広い地域に点在している。これを地形によって大まかに分類すると、以下のような人工地盤が主である。

①海岸の埋立地（東京湾岸を始め、茨城県などの

太平洋沿岸の多くの地区）。

②平野の川、池などの埋立地（利根川沿いなど）。

③丘陵の造成地における池などの埋立地（東海村）。

④河川堤防。

⑤埋設管の埋戻し土、（旭市）。

⑥砂鉄を採取するために掘削して埋め戻した箇所。

一方、東北地方の液状化地点も①～④の地形で発生しており、さらに、海岸平野の自然堆積地盤でも液状化したのではないと思われる。ただし、海岸平野のほとんどは津波によって洗い流されたため、明らかになっていない。また、関東地方のような全体のまとめもまだ行われていない。

(2) 液状化により戸建て住宅が被害を受けた背景

今回の地震で液状化によって被害を受けた住宅は22,000軒程度ではないかと見られている。我が国で液状化による被害が広く認識されたのは1964年の新潟地震の時である。以後、液状化に関する研究が熱心に行われたため、現在では中・高層建物や橋梁などのほとんどの大型の構造物の耐震設計において液状化が考慮され、液状化を防止する対策も数多く行われるようになってきている。今回の地震でも、これらの大型構造物には液状化による被害はほとんど発生せず、戸建て住宅が甚大な被害を受けた。これだけの被害を生じたのは、液状化が考慮されずに戸建て住宅が建てられているからである。

宅地を造成する時に地盤改良するか、家屋を建てる際に杭基礎を用いるか、どちらかの段階で液状化を考慮しておけばこのような被害は発生しない。ところが、4号建築物（一般の木造2階建ての住宅が該当する）では、認定を受けた型式に適合する建築材料を用いる建築物と建築士の設計した建築物につ

いては、建築確認申請の審査を簡略化して構わないとされており、一般に液状化を考慮されずに建てられている。また、二級建築士、木造建築士の試験において地盤に関する項目はなく、液状化を含め一般に地盤条件をあまり考慮せずに建てられているのが現状である。

(3) 東京湾岸の被害状況

東京湾岸の埋立地では千葉県から東京都、神奈川県と広い範囲で液状化し、1万戸を超す戸建て住宅が液状化により沈下、傾斜した。筆者は地震の翌日から約10日かけて研究室の学生諸君と手分けして東京湾岸を調査してまわった²⁾。その結果に、さらに上述の関東地方整備局から委託され地盤工学会で検討した結果¹⁾を加えて、液状化したと判断される地区を示すと図1のようになる。これに見られるように、東京都のお台場から千葉市の千葉港付近までの広い範囲で液状化が発生した。この地域の液状化による地盤の変状および構造物の被害の特徴を挙げると以下ようになる。

- ①噴水・噴砂は所々で発生したのではなく一面に発生し、広い範囲で激しい液状化が生じた。
- ②噴砂の量は非常に多く、地盤が数十cmも沈下し、支持層まで打設してある杭の抜け上がりが多く発生した。
- ③幹線道路の歩道や生活道路などでは盛り上がりや迫り上がりが各地で発生した。
- ④数多くの戸建て住宅が大きく沈下・傾斜した。これに対し、中・高層集合住宅や高架橋、橋梁などの大型構造物はほとんど被害がなかった。



図1 東京湾岸において、お台場から千葉にかけて液状化が発生した地区

ただし、建物自体に被害がなかったといえども、周囲の地盤との大きな段差や埋設管の被害が発生し、不便な生活を余儀なくされた。

- ⑤下水道管、ガス導管、水道管など埋設管が多く被災した。電柱は各地で最大2m程度も沈下し、電線が垂れ下がって通行の妨げになる所も発生した。

写真1に地震の翌日に浦安市で撮った写真を示す。この写真では発生した噴砂を取り除いているところを撮っているが、実は背後の家々は沈下・傾斜している。ところが震動によって家屋が壊れるのと反対で、液状化によって沈下した場合には、静かに沈下していくため窓ガラスも割れず、一見して大した被害と見られない。浦安市で地震後に行われた調査では、従来の基準による建物被災度認定方法で、全壊8戸、半壊33戸、一部損壊7,930戸、被害なし1,028戸であった³⁾。ところが、人間の感覚は非常に微妙なもので、少しでも傾いた家の中に住んでいると、目眩や吐き気を生じる。2000年の鳥取県西部地震の際に被災した米子市の安倍彦名団地では、住民の方々が家の傾斜角と健康障害の関係をまとめたが、それによると、1/100(0.6度)程度以上傾くとそこでは生活出来ないので、家を持ち上げて水平化せざるを得なかった。

今回はこのことが広く認識され、地震から約2か月して内閣府から新しい被害認定基準が出された。これをもとにすると、浦安市の場合は、全壊18戸、大規模半壊1,541戸、半壊2,121戸、一部損壊5,096戸、被害なし1,105戸となり、全壊、大規模半壊、半壊の戸数が大幅に増えた。このデータをもとに、傾斜角の分布をおおまかに推定してみると、50/1,000



写真1 地震翌日の浦安市の状況

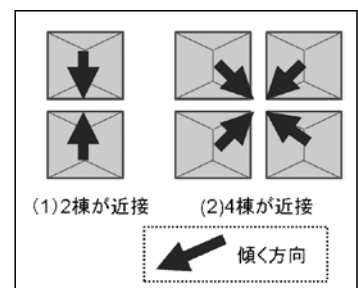


図2 隣接する家屋が傾斜するパターン

以上も傾いた家屋があり、また、16.7/1,000～50/1,000の家屋も多くある。2000年の鳥取県西部地震の際に、米子市の安倍彦名団地で生じた被害の同様な度数分布図と比較してみると、浦安市における今回の地震での傾斜角の方が、鳥取県西部地震における安倍彦名団地の傾斜角より全体に大きかったことが分かる。

家屋の傾斜の方向としては図2に模式的に示したように、2棟の場合には内向きに、また4棟の場合は中心に向かって傾く傾向が多々見られた。これらは安倍彦名団地などの事例と一致しており、傾斜角は隣接する建物の影響をかなり受けていると考えられる。

(4) 復旧方法および今後の住宅建設にあたっての課題

地震から8か月以上経っても、被災した家屋はまだあまり復旧されていない。どのような復旧をすれば良いのか、住民の方々が困っている状態である。まず、家を建て替えなくても、沈下した家を持ち上げ傾斜を直せば再度住める家屋がほとんどである。そこでこの作業だけを行う「沈下修正」と呼ばれる工事で復旧することが行われつつある。ただし、それだけだと、ニュージーランドで生じたように⁵⁾、余震や将来の地震で再液状化して、再び被害を受ける危険性がある。したがって、再び液状化による被害を受けないために、建物直下を地盤改良して復旧することも行われ始めている。また、地区全体で広



図3 仙台市泉区南光台で見られた家屋被害のパターン（盛土、切土の範囲は（株）復建技術コンサルタントの調査による）

域に対策がとれた復旧が行われれば理想的である。例えば、地下水位を1～2m下げると被害が軽減されるので、このような方法をとることが有効と考えられる。

さて、将来の地震において今回のような被害を防ぐためには、個々の既設の戸建て住宅に液状化対策を施し、新設の住宅には液状化被害を防ぐ工夫をして建てる必要がある。また、再開発といった広い敷地に対しては、地盤全体を液状化しないようにすることが必要である。現時点でもこれらの対策方法はいくつかあるが、さらに安価な工法の開発が必要である。大型の土木構造物を対象に地盤改良技術が開発されているが、今回の被害を契機に戸建て住宅用の小型施工機械も開発され始めている。残るは、新設の住宅に対して液状化を考慮するような法的整備が必要であろう。

3. 仙台における宅地造成地被害の概略

丘陵地の造成宅地では、仙台市から白石市、福島市、郡山市、須賀川市、白河市にかけて、盛土がすべったり沈下したりして住宅やライフラインに深刻な被害を与えた。我が国では昭和40年代あたりから都市の膨張にともなって近郊の丘陵地に多くの造成宅地が造られてきた。丘陵地は平坦化するため沢を埋めて盛土を行う場合、盛土をよく締め固めるとか、地下水位が盛土内で高くないように排水溝を設けるなどの措置が必要であるが、そのようにされていない盛土が多々ある。このため、1978年の宮城県沖地震あたりから造成宅地盛土の変状による住宅被害が続出するようになった。このため、既設の大規模造成宅地盛土の危険性を自治体が調査し、危険箇所に関しては住民も出資して対策を施すように、2006年に宅地造成等規制法が改正されたばかりのところに、今回の地震で、上述したように広い範囲で被害が発生した。

被害が最も多く発生した仙台市で行われた被災宅地危険度判定の結果によると、5月19日現在で調査された3,880宅地のうち、危険宅地は868宅地、要注意宅地は1,210宅地であった。写真2に青葉区

折立における被害状況を示す。盛土の変状原因は地震力によるすべり破壊が多いと思われるが、中には噴水・噴砂も発生し、明らかに盛土材の液状化による被害も発生している。被災パターンやメカニズムなどはまだ解明途中ではあるが、泉区南光台では図3に示すいくつかのパターンが見られた。地点Aでは盛土のすべりに伴い家屋が引き裂かれるように被災していた。地点Bは盛土と切土の境で盛土の沈下により段差ができて家屋がギロチン状に被災していた。地点Cでは震動によると思われる家屋の被害が見られた。本谷に枝谷が入ってくることで増幅が大きかったのではないかと考えられた。地点Dは造成宅地の下流にあった沼を埋めた所であり、液状化が発生して家屋が甚大な被害を受けていた。地点Eは緩やかな斜面上に家屋が建てられているが、斜面全体が少し動きだして被害が出ていた。盛土内で過剰間隙水圧が上がって流動的な変形が発生したのではないかと考えられた。地点Fでは噴水・噴砂も発生したとのことで、液状化により家屋が沈下・傾斜していた。支谷の出口が塞がれるようになったため、地下水位が高かったのではないかと推察された。

前述したように仙台市では、1978年の宮城県沖地震の際に、すでにいくつかの造成宅地で被害が発生していた。そのうち太白区緑ヶ丘1丁目と3丁目では復旧にあたって地下水位低下や地滑り防止杭が施工されていた。1丁目ではこの対策が功を奏して今回は被害を受けなかった。3丁目では地滑り防止杭が盛土全体のすべりを防いだものの、杭が押されて宅地地盤が少し変形したことにより、写真3に見られるように家屋はやはり被災してしまった。造成宅地盛土では大きくすべるだけでなく、少しの宅地



写真2 仙台市青葉区折立における造成宅地盛土の被害



写真3 仙台市太白区緑ヶ丘における宅地地盤の変状と家屋被害

地盤の変状でもその上に建っている家屋が被災してしまうことに注意しなければならないと痛感した次第である。例えば、上述の改正された宅地造成等規制法では、地震力を考慮したすべりによって安全性を検討するようになっているが、家屋にとってはこれだけでは不十分なこともあり、すべりだけでなく、宅地地盤の変状の予測方法や対策方法の検討も必要ではないかと考えられる。

4. あとがき

地震による戸建て住宅の被害の様子は被災原因によって大きく異なる。震動そのもので被災した場合には大きく変形したり窓ガラスが割れたり、被災程度が分かり易い。これに対し液状化による被害は、見た目では大したことはないが、実際に大きく傾くとその中での生活は困難になる。造成宅地盛土の場合では、盛土全体が滑った場合には被災状況は明らかであるが、盛切境の段差といった少しの変状でも家屋自体に深刻な被害を与える。このように、家屋の構造と生活の両面から見て、適切な対策方法を検討していく必要があることが今回の地震で実感された。

参考文献

- 1) 国土交通省関東地方整備局：東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態調査結果について、<http://www.ktr.mlit.go.jp/bousai/bousai00000061.html>, 2011.
- 2) 安田進・原田健二：東京湾岸における液状化被害，地盤工学会誌，Vol.59，No.7，pp.38-41，2011.
- 3) 浦安市：浦安市液状化対策技術検討調査委員会資料，<http://www.city.urayasu.chiba.jp/menu11324.html>，2011.
- 4) 安田進・橋本隆雄：鳥取県西部地震における住宅の液状化による沈下について，土木学会第57回年次学術講演会講演概要集，Ⅲ -515，pp.1029-1030，2002.
- 5) 安田進・Cubrinovski Misko・時松孝次・Orense Rolando・渦岡良介・清田隆・細野康代・山田卓：2011年ニュージーランド2011 Christchurch地震による被害に対する災害緊急調査団報告，地盤工学会誌，Vol.59，No.6，pp.48-49，2011.

リモートセンシングによる 広域災害の把握

やまざき ふみお
山崎 文雄

千葉大学大学院工学研究科 教授

1. はじめに

リモートセンシングは、宇宙や空中より、光や熱などの電磁波を観測するセンサを用いて、地表や大気の状態を把握する技術を指す。代表的なものが、人工衛星による気象観測や陸域観測であり、すでに長い歴史を有する。米国の陸域観測衛星のランドサットは、1972年に打ち上げられた1号から現在も稼働中の7号まで、40年間も地球表面の観測データを蓄積している。このような観測データの主な利用先は、従来は画像の空間分解能が最大20~30m程度であったこともあり、資源探査や環境把握に限定されていた。防災利用に関しては、大規模な斜面崩壊などの地盤災害や、湛水が長期に続く大陸型洪水の把握など、地表における変状が広域にわたるものに限定されていた。

しかし、我が国では1995年の阪神・淡路大震災以降、様々なリモートセンシング技術が防災の分野で広く利用されるようになった^{1) - 3)}。取得されたデータ利用の時間フェーズの1つは災害前の現況を把握するもので、これは防災利用に限定されたものではなく、都市計画や環境保全分野でも同様の使い方が考えられる。もう1つのフェーズは、災害発生後に被害状況を把握するもので、自然災害のみならず、人為災害や環境破壊なども含めて、地表被覆状況の変化を観察するものである。

この2つのフェーズにおいて、リモートセンシングの利用が拡大しているのは、最近のセンサとプラットフォームの技術革新に負うところが大きい。センサとしては、光学(可視・近赤外)センサ、マイクロ波センサ、熱赤外センサなどが代表的なものであり、最近これらの空間分解能が大きく向上したことが、防災分野での利用が拡大した最大の要因といえよう。また、センサに対象地域へと

向きを変える機能が付加されたために、災害を観測できる頻度が大幅に向上した。全天候型のマイクロ波センサ(合成開口レーダ)を搭載した衛星が増えたことも、利用が広がった一因といえる。

本文では、リモートセンシングによる広域災害把握に関する最新の動向について、2011年東日本大震災における実例を中心に紹介し、今後の発展の方向と課題について考える。

2. リモートセンシングの特徴と防災利用に関する最新動向

(1) リモートセンシングの特徴とプラットフォーム

衛星リモートセンシングの大きな特徴としては、①広い範囲を瞬時に観測可能、②同じ地域を繰り返し定期的に観測することで時間変化を把握可能、③直接現地に行かずとも状況把握が可能、④人間の目で確認できない赤外線やマイクロ波なども観測可能、といったことが挙げられる。

これらの特徴はいずれも、防災分野においても極めて重要なものばかりである。広域性・瞬時性は、たとえば関東平野くらいの範囲を一瞬で観測できるため、同時刻における被害の広がりや把握できる。反復性・定時性は、災害前の状況を知り、災害による変化や復興状況の把握にも役立つ。遠隔性は、アクセスの困難な僻地や被災地の観測に有効である。可視光以外の利用は、レーダ衛星の全天候利用や近赤外センサによる植生変化把握など、災害状況の把握に有効なことが知られている。

ここで、各種のセンサを搭載するプラットフォームについて見てみよう。図1に示すように、大気圏外のプラットフォームとしては、光学センサやレーダを搭載した人工衛星、それに全球の標高データ

(SRTM) 作成に貢献したスペースシャトルが挙げられる。大気圏内では、航空機やヘリコプターが代表的なプラットフォームであり、航空カメラや各種センサが搭載される。火山噴火や原発事故など危険を伴う空域に関しては、無人航空機 (UAV) の使用も考えられる。

(2) 光学センサ衛星

防災利用目的の光学センサ衛星は、地上分解能 10~30m 程度の中解像度衛星と、同 1 m 程度以下の高解像度衛星が主なものである。これらの多くは、可視光 3 バンドと近赤外バンドを有している。これらの衛星による画像は、大規模な災害が発生した直後より、次々とウェブ上でも画像が公開され、被災状況の把握に使われるようになった。特に、各国の宇宙機関が大災害時の衛星画像の提供に関して結んだ協定「国際災害チャータ」(International Charter-Space and Major Disasters)⁴⁾ によって、当事国の緊急対応や国際支援活動にも利用されている。

光学画像の最大の利点は、写真と同じように誰にでも分かりやすく、目視判読によって現地の状況が容易に把握できる点である。しかし、光学画像の撮影は天候に左右され、災害発生後、雲の少ない画像が早期に得られないことも多い。

(3) レーダ衛星

一方、合成開口レーダを用いたセンサは、マイク

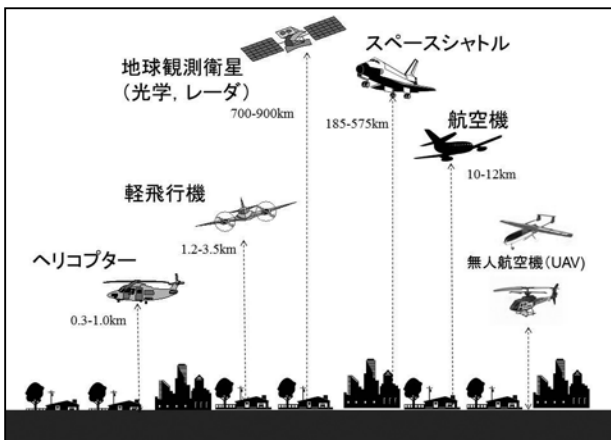


図1 防災リモートセンシングに利用される代表的なプラットフォーム

ロ波を能動的に放射してその反射波を観測する機構であるため、雲などの気象条件や昼夜の時間帯などの影響を受けない特徴がある。レーダ衛星としては、欧州宇宙機関の ENVISAT やカナダ宇宙局の RADARSAT-1,2、それに日本の宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の ALOS (日本名だいち) などが代表的なものである。

PALSAR センサを搭載した ALOS は、2006 年以降、世界各地で発生した地震、風水害、火山噴火などの災害状況を多数観測したが、2011 年 4 月に残念ながら寿命を迎えた⁵⁾。現在、その後継機となる ALOS-2 (レーダ) と ALOS-3 (光学) の開発が進められている段階である。また最近は、商業用の高分解能レーダ衛星がドイツとイタリアによって次々打ち上げられ、防災分野での利用も始まっている。

(4) デジタル航空カメラ

航空機などからの航空写真は、その解像度の高さゆえ、従来から写真測量や災害把握に用いられてきた。航空写真は、飛行高度 1,000~2,000m から撮影されるため、デジタル化した画像の解像度は、衛星画像をはるかに凌いでいる。最近では、従来のフィルムを用いるアナログ航空カメラに替わって、高性能のデジタル航空カメラが使われるようになった。デジタル航空カメラは、輝度分解能が卓越しているため、同じ地上解像度の場合でも、アナログカメラで撮影されたものより、はるかに鮮明な画像が得られる。また、夕刻等の薄暗い時間でも空撮画像を取得でき⁶⁾、緊急撮影に適している。さらに、可視バンドに加えて近赤外バンドを有し、植生や水面の抽出に極めて有効である。デジタル航空カメラからは、通常 10~20cm 程度の高い解像度の画像が得られる。

3. 国土地理院による東日本大震災の被災地の緊急航空写真撮影とその活用

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震は、マグニチュード 9 という我が国では未曾有

の巨大地震であった。海底面の変動によって引き起こされた巨大な津波が、東北地方から関東地方の太平洋岸を繰り返し襲い、東日本大震災を引き起こした。

国土地理院では、地震発生の翌日から、被災地の航空写真の撮影を過去にない規模の体制で実施した⁷⁾。「災害時における緊急撮影に関する協定」に基づいて、主要な航空測量会社7社が地域を分担して、全てデジタル航空カメラにより計4千枚を超える撮影を行った。撮影範囲は、青森県から茨城県までの太平洋岸に沿った津波被災地域を面的にカバーするものであるが、原発事故の飛行制限区域は除かれた。

撮影された写真は、一刻も早く政府や被災地域の関係機関に届けるためデータ処理を進め、撮影日の翌日以降、国土地理院のサイトで順次公開された(図2)。さらに、撮影時の飛行位置・姿勢データと既存の数値標高モデル(DEM)を用いて、簡易オルソ(正射)画像を作成し、面的に連続した画像データを構成するとともに、これに地図情報を加えた正射写真地図も順次公開された。

さらに国土地理院では、撮影した航空写真を目視で判読して、津波浸水範囲を1/25,000地形図上に描き、10万分1浸水概況図も作成し(図3)、これらに基づいて浸水面積の総計を約561km²と推計

した。このうち原発事故による飛行禁止区域に対しては、高分解能光学センサ衛星画像の判読により浸水範囲が推定された。このほか、新旧の航空写真の比較による被災状況の可視化や、立体感のある斜め航空写真なども順次公開が行われた。

このような航空写真とその情報を加工して作成した被災状況マップは、国土地理院の東北地方測量部及び緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)を通して、国や地方自治体および関係機関に、電子データや紙地図として千件を超える提供が行われた⁹⁾。

このほか、自治体による住家被害認定の調査方法として、内閣府は津波被災地域の第1次調査において、航空写真や衛星写真の利用を推奨した¹⁰⁾。すなわち、これらの画像から津波で流出したことが確認できた住家は、現地調査なしで全壊と判定されることになった。

同様の利用は、地震保険における損害の認定作業においても見られた。保険金支払いを迅速に行うために、航空写真・衛星写真を用いて被災地域の



図2 国土地理院による被災地域の航空写真のウェブページ(丸印をクリックすると写真が表示される)⁸⁾

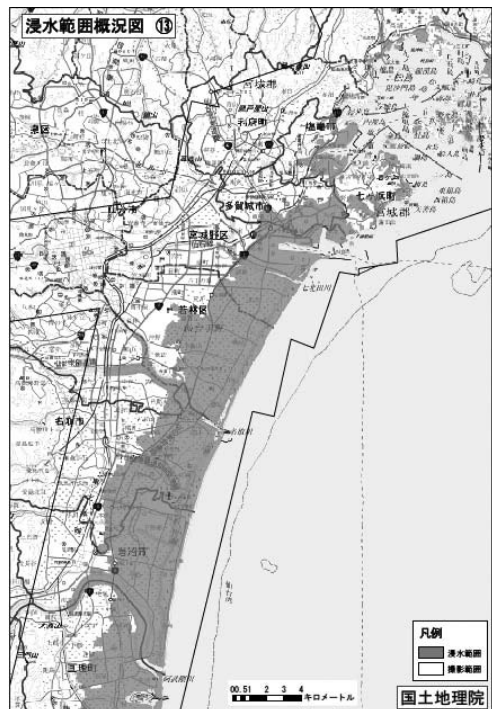


図3 国土地理院による津波浸水概況図の例(10万分1、仙台平野付近)⁸⁾

状況を確認し、津波や火災によって甚大な被害（流失や焼失）のあった街区を「全損地域」と認定し、当該街区に所在する地震保険契約はすべて「全損」と認定することにした¹¹⁾。このように、今回の緊急撮影による情報は、災害対応に非常に多く利用されるとともに、今後の復興計画策定などにおいても、極めて重要な情報となると思われる。

4. ALOS 衛星による被災地域の観測とデータ利用

ALOS は、2006年に JAXA によって打ち上げられた地球観測衛星である。ALOS には2つの光学センサと1つのレーダセンサが搭載されている。パンクロマチック（単バンド）立体視センサの PRISM（観測幅35m、解像度2.5m）と可視・近赤外センサの AVNIR-2（観測幅70km、解像度10m）によって光学画像を、またLバンド合成開口レーダの PALSAR によって、レーダ画像を取得することができる。ALOS は2011年4月22日に観測機能を停止したが、



図4 AVNIR-2による広範囲の津波浸水域の把握（左：地震後、右：地震前）⁵⁾

それまでの期間に多数の画像を取得した。

人工衛星からの観測は周回軌道条件に左右され、また、さらに光学センサの場合は天候に左右される。このため、AVNIR-2が東北地方から関東地方の太平洋沿岸を撮影できたのは、地震発生から3日後の2011年3月14日10時11分頃であった。仙台市から福島県相馬市付近までの範囲について、地震前後のAVNIR-2画像を図4に比較する。このように、衛星光学センサ画像は、広域を一度に俯瞰することができる利点を有し、同じ領域の災害前後の画像を並べて見比べることにより、災害による変化を容易に読み取ることができる。この例においても、仙台市から南の名取市、岩沼市、亶理町にかけて、海岸線から内陸に向かって5～6 kmの範囲が、津波で浸水したことが分かる。この図でも水面は暗く見えるが、近赤外バンドにおいて水面の分光反射率が小さい特性を利用すると、画像解析によっても容易に水域を特定することができ、洪水や津波による浸水域の把握に利用されている。

一方、レーダを用いるPALSARは、曇った日や夜間における観測も可能であり、軌道条件が合った2011年3月13日22時11分頃に宮城県中部から福島県の太平洋沿岸を撮影することができた。レーダの斜め入射による後方散乱は、陸地に比べて水面において小さい。したがって、津波によって浸水している範囲は、レーダの後方散乱強度画像によっても、明瞭に把握できる。また同じ条件で撮影されたレーダ強度画像を地震前後で比較することにより、津波や地震動による様々な変化や被害の抽出も可能である²⁾。

レーダデータのもう1つの利用法は、差分干渉解析による地殻変動量の抽出である。この方法では、地震前後に同じ条件で被災地域を撮影したデータの位相特性から、衛星と地表間の距離の変化を求める。図5はPALSAR画像の例と、地震前後のペアからJAXAが行った干渉解析結果である。遠方の地点と検討対象地点間の干渉縞の数を計算し、それにマイクロ波波長の1/2（11.8cm）を乗ずることにより、衛星と地表の間の距離変化が求められる。この図からは、地震による地殻変動が、東日本全

体に広がっている様子を読み取ることができる。

このように ALOS は光学センサとレーダセンサの両方を搭載している数少ない衛星であったため、地震発生直後より、昼夜を問わず被災地の画像を多数送り続けた。4月22日になって ALOS に異常が生じたのは、この時の無理が祟ったように思うのは、筆者だけではなからう。

この災害における JAXA から災害対応機関への衛星画像の解析・提供は約70種類に上る。解析結果の提供先の例としては、多数の中央省庁や宮城県、岩手県などが挙げられる。たとえば内閣官房には、仙台空港や福島第一原発の ALOS による地震前後の比較画像を提供するとともに、原発については、以下に述べる国際災害チャータによる高分解能衛星画像も提供した。また環境省からは、三陸沿岸の漂流物分布について要請があり、陸前高田市周辺のみで約56万 m²の漂流物を確認し情報提供した。その他の情報提供先に関しては、文献12) にまとめられている。

また中央省庁、地方自治体および関係機関向けに JAXA が行っている防災利用実証実験の「だいち防災 WEB」へは、発災から4月末までに1,500件のアクセスがあったという¹²⁾。

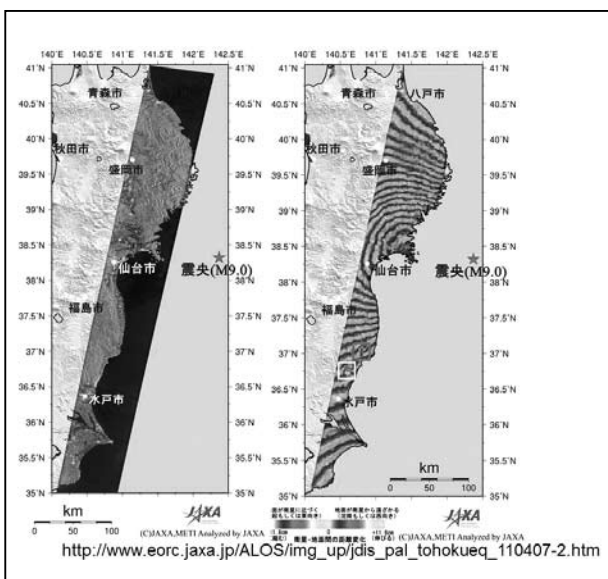


図5 PALSAR 画像の例(左)と2時期データの差分干渉解析で求めた干渉縞(右)⁵⁾

5. 国際的な衛星画像の提供活動

日本の衛星は、これまで国際災害チャータの枠組みで数多くのデータ提供を行ってきた。しかし今回の震災では、内閣府が初めて国際災害チャータの発動を依頼し、各国の宇宙機関を通して、JAXA が衛星データの提供を受けることになった¹²⁾。

この枠組みを通じて、アメリカ、ドイツ、フランス、インド、中国、韓国が、3月12日から4月14日の期間、光学センサによる衛星画像データを提供した。中でも、ドイツの RapidEye 衛星は毎日観測が可能のため、広域の状況把握に利用された。また、アメリカなどの高分解能衛星も、詳細な被害状況の把握に利用された。レーダ衛星に関しても、欧州宇宙機関、カナダ、ドイツの衛星が、3月12日以降、4月23日までの期間、取得した画像データを提供した。

このように国際災害チャータから提供されたシーン数は5千枚を超えるという。しかしながら、このような膨大な衛星データを処理・選別し、有効に利用する体制が我が国にできていたかどうかは疑問である。これまで、衛星による地球観測データは、研究機関などの利用にほぼ限られていた。今回は、実際の災害対応における利用が必要となった初めての機会であったといえよう。

国際災害チャータのアジア太平洋版ともいえるのが、JAXA が提唱し、2006年に発足したセンチネル・アジアである。アジア太平洋域の自然災害の監視を目的としており、衛星から得た災害情報をインターネット上で共有し、災害を軽減・予防することを目的としている。このセンチネル・アジアの枠組みを通じて、タイ、台湾、インドの光学センサ衛星が、東日本大震災の画像を提供した¹²⁾。

図6はこの枠組みにより提供された台湾の Formosat-2衛星による画像である。この衛星は台湾とその周辺海域を準リアルタイムで観測する軌道で運行しているため、我が国の災害に対しても撮影機会が多い。この画像は3月12日9時15分頃と衛星の中で最も早く被災地域を観測したのものとなった。このような地球観測分野の国際協力は、

我が国が今後、積極的に推進すべき方向と思われる。

6. 原発事故区域の衛星画像と無人機による空撮

福島第一原子力発電所は、巨大津波に襲われて1～3号機が電源喪失となり、3月11日以降、危機的な状態が継続し、周辺の空域も飛行禁止となった。このため、国土地理院の航空写真撮影も原発周辺は不可能となり、浸水範囲概況図の作成にあたって、飛行禁止区域に関しては、高分解能衛星画像が使用された。

原発周辺地域の画像を撮影し、次々に世界的に公開したのは、米国の商業衛星会社である。2011年3月14日午前11時4分頃に、衛星軌道上から撮影された福島第一原子力発電所の様子は、3号機建屋で爆発が起きたわずか3分後に得られたものである。画像からは既に1号機建屋が爆発で吹き飛んでいる様子や、飛び散った瓦礫や津波浸水の

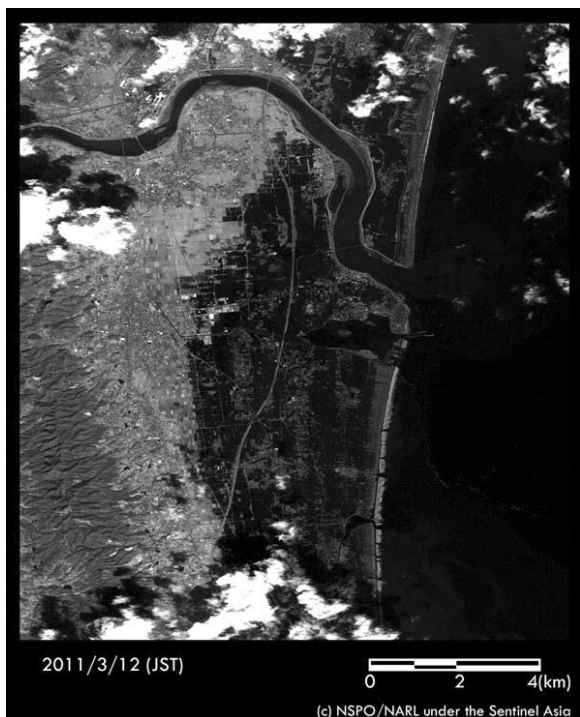


図6 台湾のFORMOSAT-2が観測した岩沼市、亘理町付近の冠水の様子⁵⁾

痕跡なども確認できる。福島原発事故に関しては、このような衛星画像が次々にウェブ上で公開され貴重な情報源となった。

また、今回、原発地域が飛行禁止になった事態を受けて、政府の要請と東京電力の依頼により、民間の空撮会社エアフォトサービスが、3月20日と24日の両日、固定翼型無人航空機(UAV)を用いて空撮を行った。機体に取り付けられたカメラで、高度300～400mから垂直写真と斜め写真を約360枚撮影した¹³⁾。このような無人機による危険区域の空撮は、火山噴火などの災害時において、今後利用が広がるものと考えられる。

7. 高分解能レーダ衛星画像を用いた地殻変動と津波被害の抽出

ここまでの章では、東日本大震災において取得された衛星画像や航空写真について紹介し、その利活用に関して言及した。最後に、筆者らが行っている最近の研究について、少し紹介させていただく。

TerraSAR-Xはドイツ航空宇宙センター(DLR)が2007年に打上げた高分解能レーダ衛星である。この衛星は、日本が得意とするLバンド周波数より短いXバンド周波数を用いている。筆者らは、東日本大震災の前後に撮影されたTerraSAR-Xの地形補正したグランドレンジ画像を、(株)パスコの主催する「SAR技術応用研究会」を通じて提供を受け、これらを用いて地殻変動量を検出する方法を考案した¹⁴⁾。この方法では、地震後のレーダ画像が地殻変動により移動している可能性を考慮して、前後2画像間の位置合わせを行わず、軌道情報のみによって補正された画像位置情報を用いる。後方散乱が大きい無被害の建物に関して、地震前後の強度画像の空間相関を求めることで、この期間における建物の移動量を検出する。この方法を、国土地理院のGPS電子基準点の「名取」と「矢本」を含むTSX画像に適用したところ、図7に示すように、基準点周辺の数百棟の無被害建物においてGPS観測値に大変よく近似した地殻変動量を得ることができた。また、この方法を地殻変動を含まない東京の2時期のデータに適用したところ、ほぼ0の移

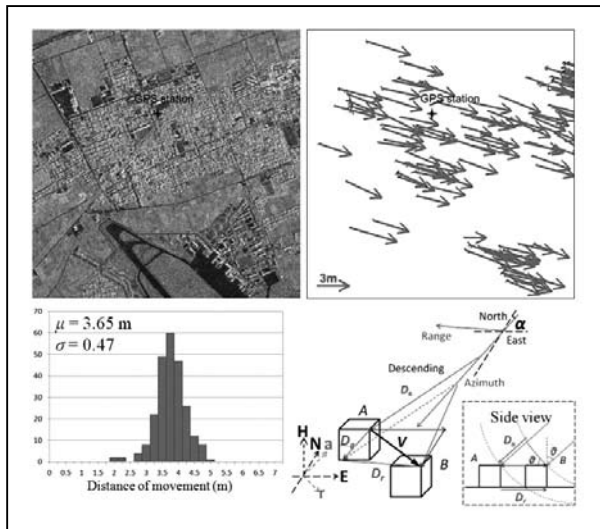


図7 矢本 GPS 電子基準点周辺で検出された高分解能レーダ衛星画像による無被害建物の移動量

動量となり、検出法の正しさを証明することができた。今回の地震では、陸地において最大5 mを超える大きな地殻変動量が GPS 電子基準点の観測で得られているが⁸⁾、提案する手法によって、地殻変動量の詳細な面的分布を推定できると考えている。

8. まとめ

防災分野へのリモートセンシング技術の利用を念頭に、最近の新しいセンサやプラットフォームについて紹介した。人工衛星に搭載された光学センサや合成開口レーダに関しては、高分解能化やセンサのポインティングによる撮影機会の増大が大きな流れといえよう。航空写真に関しては、デジタル航空カメラが普及し、高い輝度分解能や近赤外バンドを有する特徴が、新しい利用を広げている。

本文では、このようなりモートセンシング技術を用いて、東日本大震災に際してどのような画像が取得されたか、またそれらが災害対応においてどのように利活用されたかについて紹介した。今回の震災では、被災地域が広範囲にわたっており、原発事故による飛行禁止区域の設定もあって、航空写真に加えて衛星画像も、津波浸水域の把握や、

建物被災度の認定などにおいて広く利用された。また、国際災害チャータやセンチネル・アジアなどの衛星データ利用に関する国際協力プログラムも活発に行われた。

今後も、我が国を含む世界のどこかで、大きな自然災害が必ずや発生するであろう。急速に進歩するリモートセンシング技術をいかにこれらの災害対応に有効に利用するかが、我々に課された大きな課題といえよう。

参考文献

- 1) 松岡昌志, 山崎文雄, 翠川三郎: 1995年兵庫県南部地震での被害地域における人工衛星光学センサ画像の特徴, 土木学会論文集, No. 648/I-54, pp. 177-185, 2001.
- 2) 松岡昌志, 山崎文雄: 1995年兵庫県南部地震での建物被害地域における人工衛星 SAR 強度画像の特徴, 日本建築学会構造系論文集, No. 546, 55-61, 2001.
- 3) 青木久, 松岡昌志, 山崎文雄: 空撮画像を用いた地震による被害建物の抽出, 写真測量とリモートセンシング, 日本写真測量学会, Vol. 40, No. 4, 27-36, 2001.
- 4) JAXA Web サイト:
<http://www.eorc.jaxa.jp/charter/index.html>
- 5) JAXA/ALOS Web サイト:
http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/index_j.htm
- 6) 減災総プロ Web サイト:
<http://gensai.gsi.go.jp/committee/>
- 7) 政春尋志, 永山透: 東日本大震災への国土地理院の対応, 写真測量とリモートセンシング, Vol. 50, No. 4, 179-185, 2011.
- 8) 国土地理院 Web サイト:
http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h23_tohoku.html
- 9) 国土地理院: 国土地理院東日本大震災調査報告会予稿集, 2011.
- 10) 内閣府防災情報のページ:
<http://www.bousai.go.jp/hou/unyou.html>
- 11) 日本損害保険協会ニュースリリース:
http://www.sonpo.or.jp/news/release/2011/1103_07.html
- 12) 高橋陪夫, 島田政信他: 東日本大震災における宇宙航空研究開発機構の取組み, 写真測量とリモートセンシング, Vol. 50, No. 4, 198-205, 2011.
- 13) 山崎健吾: 東日本大震災における無人航空機による写真撮影の活動, 写真測量とリモートセンシング, Vol. 50, No. 4, 216-218, 2011.
- 14) リュウ・ウェン, 山崎文雄: TerraSAR-X 強度画像を用いた東北地方太平洋沖地震における地殻変動の検出, 第51回学術講演会論文集, 日本リモートセンシング学会, 7-10, 2011.

東日本大震災と BCP・サプライチェーンをめぐる問題

たけうち あきら
竹内 朗 プロアクト法律事務所 弁護士

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災とその後の状況は、わが国の企業活動に対して多くの問題を提起した¹⁾。とりわけ、あらゆる業種・業態に関わるBCP（Business Continuity Plan＝事業継続計画）の問題と、製造業や小売業を中心とするサプライチェーンの問題については、重大な問題が投げかけられたままであると言ってよい。

これらの問題に対する最適解を見つけ出すこと

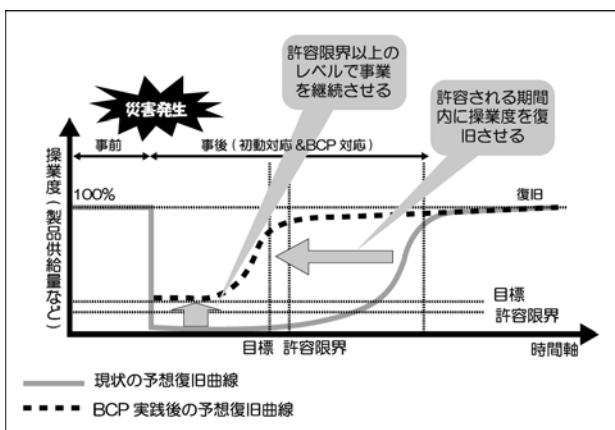


図1 事業継続計画（BCP）の概念

は容易ではないものの、震災から半年以上を経た現時点で、これらの問題について整理しておくことは、企業が次なる巨大リスクに備える意味でも有意義と考えられる。

そこで、法律実務家の観点から、東日本大震災が投げかけたBCPとサプライチェーンをめぐる問題について整理を試みる。

2. BCPとサプライチェーンの位置づけ

(1) BCP

BCPについて最も汎用性が高く、東日本大震災の前後を通じてスタンダードと目されるガイドラインは、内閣府防災担当／事業継続計画策定促進方策に関する検討会が2009年11月に公表した「事業継続ガイドライン 第二版 ―わが国企業の減災と災害対応の向上のために―」（以下「内閣府ガイドライン」という）である。

内閣府ガイドライン2頁には、BCPのイメージを鮮明に捉えている概念図（図1）があるので、これを紹介する。

この概念図が端的に示すように、BCPの目的は、災害発生時に、操業度（製品供給量など）の落ち込みを許容限界以上のレベルに保ち、かつ、許容される期間内に操業度を復旧させるべく、事前対応および事後対応（初動対応& BCP対応）を行うことにより、事業継続を遂げることにある。

イメージ的に言えば、操業度100%のラインから下に落ち込んだ面積の広さが、災害により被った損失規模、ひいては当事業年度に計上すべき損失額に比例する。いかにして早期に操業度100%に復旧し、操業度100%のラインから下に落ち込む面積を狭くするかが、BCPの課題である。

（2）サプライチェーン

内閣府ガイドラインは、「2.2.5 事業継続計画の策定」の1項目として、サプライチェーンについて次のように指摘している。この指摘は、東日本大震災を経た今も十分に説得的であり実践的である。

【製品・サービスの供給関係】

2.2.5.5 製品・サービスの供給関係

現在は、部品から完成品まで1つの製品を1社のみ単独で製作するのはむしろまれである。したがって、原材料の供給、部品の供給、輸送、生産、販売などに携わる複数の企業（サプライチェーン）の中のどこかが被災すると、その製品は市場に提供されないことになる。このこと

は、事業継続計画が自社だけで完結しなくなっていることを意味している。したがって、平時から自社に関連のある企業の事業継続に関する情報を集めるとともに、自社の事業継続計画の現状についてあらかじめ取引先に理解を求めておくことも重要である。

製品・サービスの供給が行われている状態とは、製品についていえば、工場の早期復旧、代替生産の実施、OEMその他の他社工場での生産など、何らかの形で生産が継続されればよく、また、在庫を活用し製品を供給できればそれでもよい。工場が被災すると生産の再開には時間がかかるが、事業継続の手段が無いわけではない。

製品・サービスの供給関係に関し、事業継続計画を検討する際に十分に考慮すべき点を例示する。

- 被災工場を早期復旧する以外に、被災地以外の工場・拠点で代替生産を実施することも検討する。
- 部品や材料の供給元となる会社の被災状況予想の把握、それら会社の代替性の確保、あるいはそれら会社と協力して事業継続計画を作成することなどが重要である。
- サプライチェーン発注元・発注先の協力をあらかじめ得ておく。（特に、拠点が分散していない場合）
- OEMの実施・同業他社との応援協定を利用する。（特に、拠点が分散していない場合）

■ 適正在庫の考え方の見直し。(特に、代替品のない1社のみが生産している部品材料の場合)

3. サプライチェーンをめぐる問題

(1) サプライチェーンの寸断

震災直後、多くの製造現場でサプライチェーンの寸断が生じた。サプライチェーンの寸断は東日本大震災に限った問題ではなく、新潟県中越地震の際も同じ問題が生じたほか、直近でもタイの洪水被害により同じ問題が生じている。しかし、東日本大震災が特徴的だったのは、被災地域がほぼ東日本全域という極めて広範囲に及んだこと、それによりサプライチェーンに影響を受ける事業範囲も極めて広範囲に及んだことである。

法的側面から言えば、サプライチェーンとは、独立事業者間の製品製造供給契約の数次にわたる連鎖であり、その寸断は契約法上の問題を生ぜしめる。たとえば、

- ・震災で生産設備が損壊して供給不能となった場合に不可抗力免責を受けられるか？
- ・原材料の供給が途絶したことで生産不能となった場合はどうか？
- ・原材料の在庫が極端に少なかったことが原因である場合はどうか？
- ・A部品の供給が途絶して生産不能となった場合にB部品の調達を止められるか？

といった問題であり、答えはケースバイケースとなろう。

ただし、同程度に被災した多くの企業が供給を再開したにもかかわらず、ある企業が供給を再開できない場合には、BCPの不備に起因する供給不能として、ある時期を境にして不可抗力免責を受けられなくなるものと考えられる。その意味で、不可抗力免責には時間的な限界があると考えられる。

(2) サプライチェーンの復旧

実際には、サプライチェーンの中で契約相手に対して法的責任を追及したという話は聞こえてこない。その理由は、サプライチェーンの供給者と需要者の双方とも震災の被災者であり、サプライチェーンの早期復旧が双方に共通する利益なので、相手の契約責任を追及するよりも、協働してサプライチェーンの復旧を遂げることが、企業の行動としてより合理的だったからであろう。

自動車用マイコンで高いシェアを握るメーカーの工場が被災した際、自動車メーカー各社が人材を投入して復旧作業を支援し、当初計画よりも前倒して復旧を遂げたことが採り上げられている。もっとも、それだけ重要な供給メーカーであるにもかかわらず、同社が長年の赤字体質から抜け出せないという構造的な問題もあわせて指摘されている。

なお、震災を原因とする倒産が増え続けており、暗数も含めると相当数に上ると見込まれる。企業が倒産して法的整理に移行し破産管財人が選任されれば、対応の柔軟性が失われて硬直化し、契約相手

に対して機械的に法的責任を追及していくことも予想される。この点は今後も注視する必要がある。

(3) 代替供給、OEM 供給

ある供給者 A 社が被災して供給不能となった場合、供給能力のある同業の B 社に代替供給や OEM 供給をしてもらうことがあり、これもサプライチェーン復旧の一方策である。

もっとも、A 社にとって B 社は競合他社であるから、一方では、A 社の知的財産権や商権を保護するために、B 社に期間限定でライセンス供与するなどの対応が求められ、他方では、A 社と B 社の関係が独禁法上違法なカルテル行為に当たらないような配慮も求められる。

(4) 風評被害

東日本大震災におけるもう一つの特徴は、原発事故による放射能汚染の風評被害が、農作物や食料品のみならず工業製品においてもサプライチェーンの寸断を引き起こした点である。原発事故の発生直後には、海外の船会社が首都圏への寄港を取りやめる、海外の航空会社が成田空港への着陸を取りやめる、日本の積荷を載せた船が海外で荷降ろしを拒否されるといった事例も散見された。

風評被害への対応は、正確な情報を提供することにより無用な不安を解消することが基本となる。自らの費用負担で放射線量を検査するといった自

助のみならず、地域や業界団体、サプライチェーン全体で信用補完や費用負担をする共助、公的機関による信用補完や費用負担という公助も必要になる。そして、最後は東京電力による補償や賠償の問題になる。

なお、自らが風評被害を作り出さないための配慮も求められる。食品メーカーであれば、食の安全を守る立場から、食材の安全性には慎重にならざるを得ないが、根拠に乏しい風評に振り回されて食材の調達を取りやめることで、その食材の風評被害を増幅してしまうおそれもある。消費者と調達者の狭間における難しい判断ではあるが、双方に配慮した冷静な対応が求められる。

4. BCP とサプライチェーンの今後に向けて

(1) BCP が企業の競争力に

震災を経て、BCP は企業にとってもはや贅沢品ではなく、必須アイテムとなった。BCP は企業の評価基準の一つとなり、取引先の選別はもとより、株式投資や M&A における企業価値評価、金融機関の融資判断においても材料視されるようになった。BCP はもはや企業の競争力を左右するものとなっている。

(2) BCP は有用だが万能ではない

震災を経て、BCP は災害発生時に有用であるこ

と、同時に万能ではないことが認識された。あらゆる災害を想定した完全なBCPなど作れるはずがなく、「想定外」を想定しなければならない。平時にBCPを準備することは重要であるが、有事に正しく対応すること、その対応をステークホルダーに正しく説明することも、これと同じくらい重要である。

有事に正しく対応するために、判断に迷うときはCSR（Corporate Social Responsibility＝企業の社会的責任）を判断軸に据えることが有用である。企業を取り巻くステークホルダーの利益を適正に調整することがCSRの趣旨であり、部門最適、自社最適に陥らず、社会最適を図ることが可能となる。

（3）サプライチェーン全体でBCPに取り組む

震災を経て、オンリーワンのニッチトップ企業であることは、強みでもあり同時に弱みでもあることが認識された。ニッチトップ企業がサプライチェーンに存在する場合、その供給能力の脆弱性をカバーするためにサプライチェーン全体でBCPに取り組む必要がある。

また、たとえば製品メーカーが部品の調達先を分散させたとしても、その部品の原材料のレシピを保有する会社が1つであれば、サプライチェーンはピラミッド型でなくダイヤモンド型を成しており、リスクは分散されないことに注意を要する。

このように、サプライチェーンを構成する各企業は、サプライチェーン全体の姿を意識しながら、

連帯と協調を強めていくことになる。

ただし、ここで注意を要するのは、競争法との緊張関係である。自らのサプライチェーンを守ることが国内市場の競争制限とならないようにすることはもとより、国内のサプライチェーンを守ることがグローバル市場の競争制限とならないようにすることにも目配りを怠らないことが必要である。

（4）ERMの観点からCROの創設を

平時におけるサプライチェーンの問題は、事業の効率性と安全性というトレードオフの関係に立つ2つの価値をどこで均衡させるかという高度な経営判断であり、ERM（Enterprise Risk Management＝全社的リスクマネジメント）に通じるものである。

事業の効率性に偏りがちなCEO（Chief Executive Officer＝最高経営責任者）に対する内部牽制として、従来のCCO（Chief Compliance Officer＝コンプライアンス担当役員）やCQO（Chief Quality Officer＝品質管理担当役員）では業務範囲が狭すぎる嫌いがある。事業継続上のリスクを統括する役員として、CRO（Chief Riskmanagement Officer＝リスク管理担当役員）の創設も検討されてよい。

参考文献

- 1) 企業の事業継続の視点から考えられる法律実務と情報を整理したものとして、竹内朗編著「Q&A東日本大震災と事業継続の法務」（商事法務、2011年）。

国際取引契約と不可抗力

たむら じゅんや
田村 淳也 ユアサハラ法律特許事務所 弁護士

1. 本稿の目的

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、人命や財産に甚大な被害をもたらすとともに、震災に対する備えが十分なものであったかという点に関して、我が国の社会全体に重い教訓を残したといえる。このことは、国際取引に関する契約法務の分野においても例外ではなく、国際取引契約の条項の作成にあたり、自然災害により生じるリスクや問題点に対する配慮が十分になされていたかどうか、検討の余地があるものと思われる。

本稿は、震災等の自然災害により国際取引契約において生じる問題点を挙げたうえで、その中でも特に「不可抗力」の問題を取り上げ、その詳細を紹介するとともに、東日本大震災の発生後において新たに留意すべき点がないかにつき、検討を試みるものである。

2. 震災等により国際取引契約において生じる問題点

震災等の自然災害の発生時に、国際取引契約においてどのような問題が生じるだろうか(図)。例として、次のようなケースを想定する。

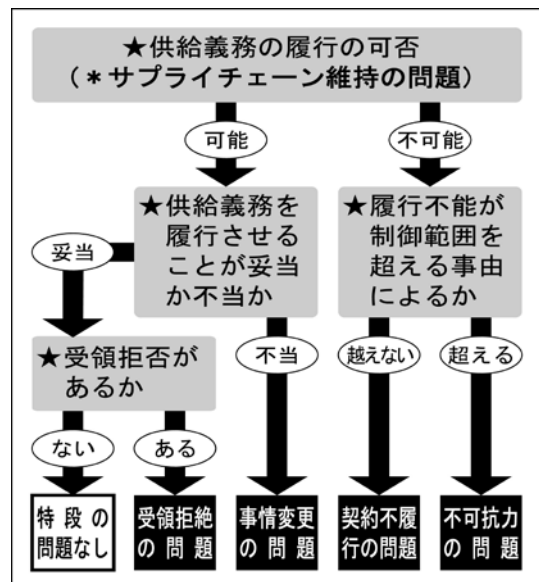


図 震災と国際取引上の問題

<ケース1>

甲社は、乙社から部品aを購入したうえで、日本国内の甲社の工場において完成品Xを製造し、海外に輸出していた。ところが、大震災が発生したことにより、次のような事態が生じた。(イ) 乙社の工場が稼働不能に陥り、甲社が部品aを入手するのが困難になってしまった。(ロ) 甲社の工場が損壊し、完成品Xの製造が困難になってしまった。

まず、(イ)の場合においては、完成品Xの輸出を継続するため、いかにして部品の供給を継続的に受けるかという問題がある。これが、いわゆる「サプライチェーンの維持」と呼ばれる問題である。例えば、(イ)の場合において、甲社は、乙社の代わりに、普段は取引のない丙社から部品aの供給を受けられるような取り決めをしておく等の方法が考えられる。(4.(1)も参照)

一方で、(ロ)の場合のように、甲社の工場が損壊し、完成品Xの製造及び供給が不能となった場合において、甲社がどのような責任を負うか、というのが通常の「契約不履行」の問題である。この「契約不履行」の問題の一場面として、特に、震災という自然災害に基づき生じた契約不履行であることを理由に、甲社が売主又は供給者としての責任を免れるかどうか、「不可抗力」と呼ばれる問題である。(3.において詳述する。)

<ケース2>

甲社は、丁社から原材料αを購入したうえ、甲社の工場において完成品Yを製造し、海外に輸出していた。ところが、大震災が発生したことにより、次のような事態が生じた。

(ハ) 原材料αの価格が跳ね上がり、完成品Yの製造コストが販売価格を上回るに至った。

(ニ) 甲社の工場所在地から数十キロ離れた地域で原発事故が発生したため、海外における完成品Yの購入者が放射能汚染のおそれを理由にその受取りを拒んだ。

(ハ)の場合においては、完成品Yの供給はなお可能であり、従って、必ずしも「契約不履行」の問題が生じるとは限らないものの、甲は、完成品Yの販売をすればするほど逆ざやによる損失がかさむという状況が生じてしまっている。このような状況において、完成品Yの売主である甲社に、契約の解除

や契約内容の改定を認めるべきかどうか、「事情変更(又はハードシップ)」と呼ばれる問題である。(4.(2)を参照。)

さらに、震災による直接的な悪影響とは異なるが、東日本大震災に伴い発生した原発事故に起因する問題として、(ニ)のように、輸出製品が海外において放射能汚染を理由に受取りを拒否されるケースが見られた。これは、法律的には、「受領拒絶」の問題と呼ばれる。(4.(3)を参照。)

以下では、3.において不可抗力の問題について詳細に検討を行い、その他の問題(ただし、紙幅の都合上、通常の「契約不履行」の問題は除く)については、4.において概要の紹介のみを行う。

3. 「不可抗力」について

(1) 不可抗力とは何か

不可抗力は、一般用語であると同時に、国際取引契約において使用される法律・契約用語でもある。法律・契約用語としての不可抗力とは、当事者の合理的な制御を超える事由をいい、これによって生じた契約上の責任は、当事者がこれを免れることができる場合がある。

このような不可抗力の内容・効果については、当事者間の契約に定めがあればそれに従い、契約に定めがない場合には、契約の準拠法の定めに従うのが原則である。実務上、国際取引契約においては、このような不可抗力による免責について定めた、いわゆる不可抗力条項が置かれることが多い。

このような不可抗力による免責は、商品・サービスの提供者側(売主等)に限って認められ、購入者側(買主等)の金銭を支払う義務については、不可抗力を根拠に免責されることはないというのが国際的な原則とされる。金銭は、高度の融通性を有するため、これを調達できなくなるという事態は基本的には考えられず、金銭の支払義務につ

いて不可抗力による免責を認める必要はないというのがその根拠である。

もっとも、世界には、上記原則が通用しない法体系が存在する可能性も否定できない。そこで、売主等の立場からすると、念のため、買主等の金銭の支払いについては不可抗力による免責から除外される旨規定しておくのが望ましいといえる。

[実務上のポイント]

金銭を支払う義務については、不可抗力による免責はないのが原則であるが、売主としては、念のためその旨を契約に明記しておくのが望ましい。

(2) 不可抗力事由の例

不可抗力条項には、具体的な不可抗力事由が列挙されるのが通例である。不可抗力事由の例として、下表に掲げるものが挙げられる。実際の契約においては、これらの具体的な不可抗力事由のうち、案件の内容に応じ、重要度の高いものが列挙されることになる。

契約に列挙される不可抗力事由は、例示であることが契約上明示されている場合が多い（「～を含むが、これらに限らない」などと表記される。）。この場合には、契約に列挙された不可抗力事由でなくとも、不可抗力の定義にあてはまる事態が生じたならば、やはり不可抗力による免責が認められる可能性がある。

もっとも、実際には、契約上列挙されている不可抗力事由のほうが、列挙されていないものと比べて証明が容易である。そこで、これまで不可抗力事由として契約に列挙されることの多くなかった津波、原発事故、電力不足及び洪水といった事由については、近時の災害発生状況を踏まえ、不可抗力事由として列挙するのを原則的な取扱いと

表 不可抗力事由

| 分類 | 具体的な不可抗力事由 |
|------------|--|
| 天災 | 地震、津波、落雷、洪水、竜巻、嵐、火山の噴火、疾病 |
| 人災等 | 火災、爆発、原発事故、難破、封鎖、通信手段の故障、コンピューターの誤作動・故障、サイバーテロ |
| 社会の動乱 | 戦争、戦時動員、革命、内乱、暴動、デモ |
| 労働紛争 | 騒乱、ストライキ、ロックアウト、ボイコット、サボタージュ |
| 政府等の行為 | 政府の行政指導、政府機関・軍の行為、政府許可の発行拒絶、検疫のための隔離、通商禁止措置、徴発 |
| 正当行為 | 法律、規則及び命令の遵守 |
| インフラ・資源不十分 | 電力、石油、ガス及び原材料の不足、公共の交通及び輸送等施設の使用不能、港湾渋滞 |

するのが望ましい。

[実務上のポイント]

実際に国際取引に悪影響をもたらした不可抗力事由（近時であれば、津波、原発事故、電力不足、洪水等）については、その悪影響が明らかになった後に、契約に列挙するよう心がける。

(3) どのような事由があれば不可抗力が認められるか

不可抗力事由は、契約上、「当事者の合理的な制御を超える事由」のように定義されることが多いが、この定義だけからは、具体的にどのような事由が不可抗力事由に該当するのか、明確に判断することが難しい。

また、例えば、地震が不可抗力事由として列挙されており、実際に地震が発生して契約の履行が不能になった場合であっても、実質的には契約当事者の不適切な行動が当該履行不能の主な原因で

あるということもあり得るから、地震の影響を受けた契約当事者の契約不履行を全て不可抗力として免責するのが妥当なわけでもない。

そこで、実際に不可抗力の主張を認めるか否かを判断するにあたっては、不可抗力事由の発生を契約締結時に予見すること及び不可抗力事由の発生により生じた結果を回避することが合理的に期待できなかったこと（予見可能性及び結果回避可能性の不存在）を、不可抗力を主張する当事者が証明する必要があるという基準が、国際的に比較的広範に通用しているものと思われる（ウィーン売買条約79条（1）、ユニドロア国際商事契約原則7.1.7（1）等においても、同様の基準が示されている。）。

ここで注意すべきなのは、不可抗力事由の発生について予見可能性（及び結果回避可能性）がなかったことの証明は、一般論として、大規模な自然災害の発生後には、より難しくなると思われることである。例えば、東日本大震災においては、震災発生前には誰もが予測することのできなかった各種の被害が生じたが、今後、震災によってこれと同種・同程度の被害が生じた場合においても、予見可能性等がなかったとは認められにくくなると思われる。

そこで、今後は、東日本大震災と同規模の震災が発生した場合においても、契約の履行不能状態が発生することを回避すべく、震災に対する一層の備えをしておくことが、契約外における努力として求められよう。

[実務上のポイント]

不可抗力については、契約上明確な規定がない場合であっても、予見可能性及び結果回避可能性が存在しないことの証明が要求される可能性がある。また、東日本大震災の発生後に同様の震災が発生した場合には、予見可能性等がないことに関する証明の難易度が上がるため、契約外においても、震災に対するより一層の備え

をすることが求められる。

（4）不可抗力を主張するための通知

不可抗力を主張するために、上記の実質的要件のほか、手続的な要件として、契約の相手方に対して一定の内容の通知をすることが必要であるとされる場合が少なくない（ウィーン売買条約79条（4）、ユニドロア国際商事契約原則7.1.7（3）等においてもこのような通知が必要とされている）。

このように契約の相手方に対して通知すべき内容は、
（イ）不可抗力事由の発生による被害の規模と状況
（ロ）これが契約上の義務の履行に与えた影響
（ハ）契約上の義務の不履行を避けるために尽くした手段

等である。仮に契約上、通知内容が細かく規定されていない場合であっても、できる限りの内容を通知しておくのが望ましい。また、通知内容の存在を証明する資料も、同時に添付すべきである。当該添付資料として、政府が発行する各種の文書も積極的に活用すべきである。

また、法令・契約において、契約の相手方に対して通知をすべき期間が決められていることも多く、その場合には当該期間を遵守する必要がある。

[実務上のポイント]

不可抗力の主張をするための手続的要件として、不可抗力事由の発生等について速やかに相手方に対して通知を行うべき場合があることに注意すべきである。

（5）不可抗力の主張がなされる場面

不可抗力の主張は、具体的にどのような場面においてなされるのであろうか。

国際売買契約を例にとると、売主は、買主から

製品の供給義務の履行を請求され、これが契約どおりに履行できなければ、製品の供給義務の履行遅滞又は履行不能に基づく契約責任を追及されるおそれがある。不可抗力の主張がなされるのは、売主が買主からこれらの請求や責任追及をされたときである。

これらのうち、売主が特に契約責任として損害賠償義務を負う場合の賠償の範囲は、契約の不履行と因果関係のある損害に広く及び（例えば、製品の供給を受けることを前提とした出費、第三者に対する契約上の義務、転売利益等にも及ぶ）、賠償額が製品の対価を遥かに超えた高額となるおそれもある。

[実務上のポイント]

不可抗力の主張がなされるのは、基本的に、買主が製品の供給や被った損害の賠償を売主に求めた場合である。

(6) 部品調達先に生じた不可抗力事由の主張

東日本大震災においては、上記<ケース1>(イ)のように、部品調達先の被災により完成品の製造が停止するという事例が数多く生じた。このような場合に、完成品製造者が、部品の調達が不可抗力により不能であることを理由に、完成品の供給不能について責任を免れるか、という問題がある。

この問題については、国際的にコンセンサスを有する確たる結論が存在するわけではないが、私見によれば、原則として、完成品製造者はその責任を免れないと解する。なぜなら、部品の調達は、完成品製造のための手段にすぎず、完成品製造者は、基本的にその裁量と責任において部品調達先の選択を行うべきものであるからである。

ただし、契約上、部品が調達不能の場合に完成品の製造者が免責される旨の特約が存在する場合や、買主が部品調達先を自ら指定した場合には、完成

品製造者は、部品調達者に生じた不可抗力事由を理由に責任を免れることができると考える。

[実務上のポイント]

完成品製造者の立場からすると、部品調達先に不可抗力事由が生じた場合にも免責がなされるよう契約に規定を置いておくことが望ましい。また、部品や原材料の調達先を分散し、又は代替調達先を想定しておくなど、事実上のリスク回避手段も検討に値する。

(7) 不可抗力主張の効果

不可抗力の主張が認められた場合に、どのような効果が生じるか。

契約・法令により不可抗力に通常認められる効果は、売主又は供給者が、個別的に契約目的物の供給及び契約義務の不履行に基づく損害賠償の責任を免れるというものである。

ただし、契約上、不可抗力事由の発生による履行不能状況が一定期間継続した場合に契約の解除まで認める条項や、不可抗力事由発生後に協議により当事者間の責任割合を決定する旨の条項を規定する例も見られる。特に、解除権については、不可抗力事由による履行不能状況が継続したからといって、契約の解除条項や準拠法に基づき当然に認められるものとは限らないため、売主又は供給者がその義務を免れるために規定しておくことも検討に値する。

[実務上のポイント]

不可抗力主張の効果は、基本的には、個別的に契約上の義務を免れることにあるが、特に契約自体を解除するための解除権等についてまで規定しておくべき場合もある。

4. その他の問題について

大震災等の発生時において生じ得るその他の問題については、紙幅の関係上、概略のみを記載する。

(1) 「サプライチェーン維持」の問題

サプライチェーンの維持の問題とは、上記2<ケース1>に述べたような、契約上の義務の履行確保に向けた当該契約外の試みであり、契約相手に負担を生じさせず、従って、契約相手との関係性を犠牲にすることなく履行の確保を図るものであるため、実務的には検討の優先順位が高いものであるといえる。

(2) 「事情変更」の問題

事情変更は、契約当事者の予期せぬ事態の発生により、契約関係をそのまま維持することが当事者の一方に対して不当な不利益をもたらすものである場合に、契約の改定権又は解除権を当該当事者に認めるものである。一般的には、

- (イ) 契約締結の前提となる事情の変更
- (ロ) 当該事情の変更につき帰責性がないこと
- (ハ) 当該事情の変更が当事者の予見できない異常なものであること

といった要件が必要であり、過去に国際取引契約の実務において事情変更が認められた例は、極めて少ないといえる。

(3) 「受領拒絶」の問題

製品の購入者が、放射能汚染を理由に製品の受取りを拒否した場合において、製品の供給者は、受取り拒否に特段の合理的な理由や根拠が認められなければ、代金の支払いを通常どおり請求することができるというのが、国際取引契約法上、一般に導かれる結論である。

とはいえ、相手方に対して製品の安全性に関す

る説明を十分に行うなど、契約外において解決を図ることが、コスト、迅速性及び相手方との関係維持の観点からは望ましい。

5. 終わりに

国際取引においては、取引相手方との継続的な関係を前提にしていることが少なくない。このような場合においては、震災等に基づく契約上の義務の不履行についても、実際には、契約当事者間の交渉により解決されるケースがほとんどであると思われる。製品の供給者の立場からすると、たとえ不可抗力の主張により一切の責任負担を免れることが可能な場合であっても、そうすることが当事者の継続的な関係にどのような影響を及ぼすかという点について、十分に考慮する必要がある。具体的な事情によっては、継続的な関係の維持を優先し、一定の責任の負担を了承すべき場合もあるといえる。

このように、当事者間の交渉で契約責任に関する問題を解決する場合であっても、当該交渉に際しては、当事者間の契約における不可抗力条項が参考にされ、また、交渉の基礎とされることになる。従って、国際取引契約において、規定しておくべき事項が漏れなく規定された隙のない不可抗力条項を置くことの重要性は、どのような方法により紛争を解決するかにかかわらず、変わるものではない。

本稿が、国際取引契約における不可抗力条項の検討に、いささかなりとも役に立つのであれば幸いである。

放射能汚染を越えて

木村 真三 (獨協医科大学国際協力支援センター国際疫学研究室 准教授、国際疫学研究室福島分室 室長)
中西 友子 (東京大学大学院農学生命科学研究科放射線植物生理学研究室 教授)
小出 五郎 (科学ジャーナリスト／本誌編集委員／司会)

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、原子力発電所から放射性物質が流出する事故が発生し、原子力発電の安全性とエネルギーの問題として、日本のみならず世界中で議論となった。

一方、この事故の被災地では、除染を始めとする対策が進まず、同時に風評被害や被災者差別なども問題になっている。

そこで、被災地の復興に向けて何をすべきで、何ができるか、被災地の現状に詳しい専門家に、将来を見据えた議論をお願いした。

(小出)

(座談会開催日:2011年9月26日)

放射能関係とのかかわり

司会 (小出) まず、本日のテーマとのかかわりについて、自己紹介を兼ねて一言お願いします。

私は、東京大学の水産学科で、ビキニ環礁の核実験に由来する放射性物質の生物濃縮について学びました。その後NHKに入局し、放射能の影響を取り扱った番組の制作にも携わりました。定年後しばらく経ちますが、3.11から再び現場に戻ったような気分です。

中西 東京大学農学部農学生命科学研究科におります。元々は放射化学を専門とし、博士論文で

はニオブ(Nb:原子番号41)を扱いその放射性核種についての半減期測定を行いました。

しかし、その後日本では放射化学という分野は次第に衰退したこともあり、卒業後は一般企業などに就職し、そこで植物を扱うようになりました。それから、アイソトープ施設の主任者として、東京大学農学部に移りました。

現在は放射線やアイソトープを扱って放射線植物生理学、つまり、生きた植物中の水や微量元素の動きを可視化して解析する研究をしています。原子力というより放射線の利用の分野で、長年、放射線とは縁の切れない生活をしてきました。

木村 興味を持っていた物理から始めて、化学、薬学、医学を勉強し、博士論文はパーキンソン病の発現機序です。数学モデルを用いて、活性酸素の発生量とともにパーキンソン病の発現部位で、どのようにDNAが壊されていくかについて、反応速度論的な解析をして、学位を取りました。

司会 医学博士ですか。

木村 理学です。正確に言うと博士(地球環境科学)です。理学のアプローチを持ちながら、医学的な解明をするのが、私の手法です。

1999年に放射線医学総合研究所(放医研)に入りましたが、ちょう

ど日本原子力研究所で1か月の放射線基礎研修を受けていた最中に、東海村臨界事故が起きました。その時、環境調査を通して、原子力事故は起こるものと確信したので、事故研究を始めることにしました。チェルノブイリの研究は今でも続けています。

放医研は科学技術庁傘下の研究所で、当時の任期制制度では再任不可、任期は5年でした。その後、およそ2年半のブランクの間に論文を書き続けて、次に厚生労働省所管の労働安全衛生総合研究所で、労働者、特に医療従事者の被ばく問題について現場調査を中心に行ってきましたが、3月11日の事故以降、現在の調査に活動の中心をシフトし、この8月1日から現職に就いています。

3.11で感じたことと事故後の活動

司会 私はマスメディアで仕事をしてきましたが、原発の安全問題について頑張ってきたという自負とともに、やはり事故が起きてしまったことに力不足感や忸怩たる思いもあります。また、3.11を契機として、メディアの発表依存体質が浮き彫りにされてきました。このように様々なことを3.11に関して感じました。皆さんはいかが

ですか。

木村 私は、世界のどこかで原子力事故が起きることを確信して、放射線衛生学を続けていましたから、正直なところ驚きはありませんでした。

中西 私は、我々人類が得ている力の限界を感じました。自然科学と言っても、自然と離れたところでどんどん進化しています。そして理解することと、使うことは違うのではないかということを考えさせられました。

私たちは科学があるがゆえに、自然の怖さを感じなくなってしまった面があると思います。また自然と向き合うことをあまりしなくなり、自然科学が自然と離れてしまったような気がします。例えばIT技術も必要ですが、勝手に世界を作り、その中で科学技術を発展させる傾向もあるように思われます。科学とは自然のしくみを知る活動から始まったわけですから、もっと自然のことを考え、自然や社会と一緒に進まなくてはいけないと感じました。

司会 私は3.11以降、ジャーナリストとして、現地で取材をしたり、報道に携わったりしています。木村さんはいかがですか。

木村 発災直後は、電源喪失の話は出ていませんでしたが、多分問題になるだろうと思い、準備を始めました。

司会 どのような準備ですか。

木村 まず、労働安全衛生総合研究所に辞表を出しました。事故直後、くれぐれも勝手な行動はしないようにという指示が出たからです。東海村臨界事故の時の経験がありまして、当時は科学技術庁が環境調査等はまかりならんと重症患者の対応に専念するように言っていたため、おかげで初動が

1週間も遅れてしまったのです。

司会 個人的に調査をスタートさせたということになるのですか。

木村 はい。それから、機材を手配したり、仲間に声をかけたり、現地調査の準備もしました。ブルームという放射能雲が、東京に来ると予測していましたので、京都大学から送ってもらったハイボリウムエアサンプラーという、空気を捕集する装置の試運転をしていました。ちょうどそのとき、番組作りの協力依頼をされていたNHKの方から電話で、私が貸した測定器が横浜で毎時0.3マイクロシーベルト(μ Sv)を検出したけれども、壊れていないかという照会がありました。私も持っていた別の検出器で計ったら1 μ Svあったのです。台東区の下谷にいましたが、これは放射能が来ていると確信しました。

司会 それで3月15日には現地へ調査に向かったのですか。一番驚いたことは何ですか。

木村 15日はNHKの方と福島県三春町まで行きました。16日は国道288号線を東へ、原発方向に向かって行きました。

私はチェルノブイリの調査などで、測定器の針が振り切れるレベルを何度も経験していますので、放射線量については意識していませんでした。しかし、三春町に泊まった15日から16日に雪が降り、雪は表面積が大きい空の放射能が吸着しやすく、それが降り積もるので、大変な危機感を持ちました。

司会 どれくらいの期間福島県で調査をしたのですか。また、分かったことは何ですか。

木村 事故以降、生活の拠点を福島県に移しましたので、チェルノブイリへ行った以外は、ほとん



木村真三氏

ど毎日福島県で調査しています。早い時期から測定ができていますので、ヨウ素成分の推移や原発から1.4kmくらいの場所でプルトニウムを検出したデータも持っています。

他にも、まだ誰も明らかにしていないようなデータが多々ありますが、どこまで明らかにすべきか、多すぎて整理できていません。

司会 中西さんは、3.11以降どのような活動をしていますか。

中西 農学部におりますので、農業に携わる人の役に立つようなデータが必要だと思い注意を払ってきました。しかし、各地域の測定値や農作物を始めとする食品のデータは数多くあるのですが、農業に活用できるデータはほとんどありませんでした。そんな折、農学部長が音頭をとって、農学部のいろいろな分野の教員有志が集まり、現場の農業に役立つ知恵、例えば、農作物、土壌などについて調べることになりました。

その要が放射線測定なので、これら全体の活動のコーディネーターを引き受けております。ただ、被ばくの問題もあるので、学生はなるべく入れずに、教員自身が被災地で活動しています。これらは被災地農業支援研究なのですが、短期と長期の研究に分けて進めており、成果を少しずつ蓄積し始めています。

その際、私たち研究者が心がけるべきことは、データを基に話をしていなければいけないことです。正しいデータを採って、そこから類推できること以外のこと、つまり分からないことは分からないと言うことが、正しい姿勢だと思います。そして、一般の方が判断しなければならないときには、一緒になって考えていくというスタンスで活動しています。

実はこのような農学部全体が関わる取り組みは、農学部始まって以来のことだと思います。農学部とは、工学、化学、生物、経営学、水産学、畜産学など、広い研究分野にわたる先生方の集まりということが大きな特徴なので、みんなですべての分野に取り組むということには難しい面があります。しかし、今回はみなさんボランティアベースで集まり、一緒になって研究を進めています。

司会 私が農学部在籍していたのは数十年前ですが、農学部でそういうプロジェクトを立ち上げてみんながまとまるというのは、あまり考えられない雰囲気でした。それができたのは、なぜなのでしょう。

中西 今回、生まれて初めて義捐金を出したという方がかなりおられます。自然の力のものすごさを見て、自分も何かをしなければという気持ちがかかりの人に芽生えたのではないかと思います。農学部の先生方も例外ではなかったのだと思います。

これまでの取り組みで分かってきたこと

司会 木村さん、住民の帰宅のみならず、農業の復興にも関係す

ると思いますが、除染はどういう形で進めていくべきでしょうか。

木村 期待が大きいようですが、除染によって直ちに生活の場が元に戻るようなことはありません。基本的には政府が言っていることも、かなりナンセンスです。

まず、私の恩師である岡野眞治先生から指導いただいた内容ですが、ホットスポットというのは点、つまりせいぜい手が届く範囲で、点であればそこにあるものを取り除くことも可能でしょう。しかし、ある程度の面積を持ったら、それはホットエリアと言うべきです。

広範囲に放射性物質が降り注いで沈着した状況になると、その部分はホットエリアになってしまいます。たとえば、家について除染しようとした場合、その周囲から飛んでくる放射線は点ではなく面で考えないといけません。そうすると、周囲の放射線は100m先からも飛んで来ますので、1軒について半径100mを除染する必要があります。それは不可能に近いでしょう。

ですから、今政府が言うように事故前の状況に戻すという話は、10年レンジで取り組むべきことであり、人が生活できるようにするための早急な除染はかなり難しいと思います。

司会 ホットスポットが確定できれば、そこだけでも先に除染できるとは思います。

木村 まず、町内会や集落などで、除染後のごみの一時保管場所を作る必要があります。そして、除染の目的を定めなければなりません。たとえば、屋内は屋外よりも線量が減りますので、寝泊まりするだけならば、大がかりな除染は必要ないかもしれません。

ごみはなるべく減らす必要があ

りますから、高圧洗浄でも、水圧が少なく水量が少ない機種を選ぶべきです。また、屋根の上など高所で丁寧な作業が求められる場所は、落下する危険がありますから、除染の知識を勉強した業者が実施するべきでしょう。

司会 個人でできることはないのですか。

木村 庭の芝や土壌を剥ぐことはできます。

司会 よく地表から5cmと聞きますが。

木村 農地にも言えますが、既に5cmから下にも汚染が進んでいます。しかし、ゴミの問題や被曝量などを考えると、5cm剥ぐのが合理的だと考えています。

司会 どういうステップで進めていけばいいのでしょうか。

木村 まずは線量を計って、その線量からどこまで落とせば住めるようになるのか検討します。そこから先、具体的にどのような方法で進めるかは、ケースバイケースです。

私は、実験的に除染作業をしていますが、どのくらいのリスクを伴うのか、どのくらいの量の廃棄物が出るのかを見積もるために、使う機材も特別なものではなく、普通の家族が行う除染作業と同じ方法でしています。それらのデータも参考に考えた解決策を用意しています。

実は、私の恩師からお褒めの言葉をいただいたほど丁寧な作業しましたが、それでも線量は概ね半分にしかなりませんでした。残りの放射線は、半径100mから飛んできますから、それ以上線量を下げようと思ったら、個人の力では無理でしょう。しかし、行政も予算が限られていますから、行政に頼らずにできることを考えないと

なかなか前に進みません。

司会 つまり、政府や自治体の動きを待っていたのでは、問題は解決しないということですね。

中西さん、具体的に分かってきたことを復興へ結びつける段階で、共通の問題があるのではないですか。

中西 福島県で言えば、農業総合センターの職員の方は、直接農家と接しているのですが、彼らもやはりまだデータが足りないと言っています。また、現場では農作物ごとの知見の蓄積も必要です。

たとえば、アスパラガスはある程度育つと遮光して白くなるよう、土を寄せて覆うのですが、寄せる土が表面土ですと汚染度が高いので良くありません。そこで、農家には表土を使わないよう指導ができるようになりました。

それから、農業総合センターが既に持っている色々なデータが、隅々まで行き渡っていないことも問題です。どのような汚染の広がりがあり、その結果、どのような動作が良く何が悪いのかをきめ細かく知らせる必要があります。情報の受け手である農家の人たちはきちんと理解してくれますし、ちょっとしたデータでもそれを元に色々対策を考えてくれます。ですから、悪いデータも含めて、もっと積極的に情報開示していいと思います。

司会 農家の方々には、情報を活用するだけの下地があると。

中西 農家の方は熱意があり、一緒に対処法を考えていくことが大切だと思います。一方、放射能に対する知識は十分だとは言えず、指導が必要です。たとえば、防護服を着たまま家の中やハウスの中に入っていきことがあります。それでは、せっかくきれいな室内を

汚しているようなものです。建物に入るときは、体を覆っていたものはすべて外で汚染されているので、マスクも含め入口で取ることが基本です。このような基本的な知識は、持ってもらわないといけないと思います。農業関係者の間には、ネットワークがありますので、それをうまく使うこともひとつではないかと思っています。

司会 農地で表土を5cm剥ぎ取るのは、住宅地に比べればやりやすいと思います。また、ひまわりは失敗したようですが、植物を使った除染の試みはどうでしょう。

中西 植物を使った除染は、バイオレメディエーションといって、重金属汚染された土壌の回復で着目されています。植物によっては特定の重金属を多量に吸収し植物内に濃縮するからです。そこで重金属を蓄積した植物を処理していけば土壌がきれいになるというものです。しかし、今回試したひまわりは、放射能をあまり吸ってくれませんでした。

司会 逆に考えると、放射能に汚染された土地で栽培されても、ひまわりは安全と言えるわけで、他の作物も安全である可能性が出てきたとすれば、これは朗報だと思います。

しかし、チェルノブイリにもひまわりがあると言っている人がいますが、あちらでは効果はあるのでしょうか。

木村 実は、私のカウンターパートナーが取り組んでいて、日本で必ず伝えてくれと言われているのですが、チェルノブイリでは、バイオレメディエーションをやっているわけではないのです。汚染された地域で、菜種の油を使ったバイオディーゼルを作っているのです。



中西友子氏

司会 菜種だけですか。

木村 ひまわりも植えられています。チェルノブイリのあるウクライナは、ソフィア・ローレンの映画「ひまわり」の舞台ですから。

司会 ただし、除染が目的ではないのですね。

木村 そうです。彼らには25年の積み重ねがありますから、除染対策にはもっと効果的な別の手法で取り組んでいるようです。

情報の開示と自己測定

司会 情報開示についてですが、食品にはしっかり表示がしてあるほうが、消費者が買うときにそれを目安にするでしょうし、汚染の状態についても、何をすればよいか考えるためには、基本的にデータが明らかでないと話が始まりません。政府は積極的ではないというか、情けない状況にありますが、情報開示についてはどう考えますか。

木村 もちろん開示すべきでしょう。

司会 住民はどのように反応すると、現場を歩いていて感じますか。

木村 私は、被害者が加害者になるような行動を取らなくて済むように、情報を正しく理解しましょうと話しています。

司会 なるほど。情報が開示されていれば、それをもとに行動できますね。

木村 チェルノブイリの時は、西ドイツで肉屋さんが自前の測定器で計測して、60ベクレルを超えたから今日は売らないといった取り組みをして、ものすごく繁盛していました。現在、郡山を中心に自由市場という農業集団の方々が、きちんと自分たちで計って、表示をして、販売しています。

司会 安全が付加価値になるといことですね。

木村 はい。他にも、ひまわりのお話で出たように、汚染された土壌でも大丈夫な農作物がありますから、それをきちんと表示すれば、商品価値はあると思います。

中西 ハウスの中で栽培された農作物は、放射能汚染がほとんど無いので、それもきちんと区別したいですね。

司会 自分で確かめるためには、測定器が必要ですが、チェルノブイリ周辺で小学校に測定器を設置してあるように、日本でも地域の拠点に設置すれば、安全性を自分で判断できるようになると思います。

中西 そう思います。その話になると、ゲルマニウム半導体検査機は2,000万円しますと言う人がいますが、もっと簡便な検査機ならば100万円か200万円のものもあります。

木村 金額の問題もありますが、ゲルマニウム半導体検査機は専門的すぎて、普通の人では使いこなせないでしょう。ですから、一般の方が自分で測定するなら、その2,000万円は無駄になります。むしろ、ホームセンターで手に入る測定器で十分目安になると思います。

司会 メーカーによって、誤差

があると聞いていますが。

木村 市民が細かい数値まで測定する必要はなくて、相対的な高低ほどの測定器でもはっきりと分かりますから、他の場所に比べて高いところや以前に比べて高くなった時に、その事実を行政などに伝えればよいのです。あとは専門家が詳しく調べれば良いのであって、役割分担をして対応するのが現実的だと思います。

このため、できる範囲があるということを理解した上で、目安として使ってくださいと私は言っています。

意識の問題と風評被害

司会 できることは自分たちでやるというのが、基本的な考え方だと思いますが、何も悪いことはしていないのに、なぜ被災者が自分でやらなければならないのかという思いも理解できます。

木村 確かに、被災者にとっては踏んだり蹴ったりです。しかし一方で、他人任せにしても何も進まないことは、この数か月ではっきりしていますので、被害者意識だけを持っていても意味がないのです。そこで私は、県内の汚染地域で辻説法のように、どのように考えるべきかについて、丁寧な説明を心がけて実践しています。

司会 どのような考え方でですか。

木村 まず、全世界は既に核に汚染されており、少なくとも日本全土は、今回の事故によって放射能で汚染されているという事実から伝えます。残念ながら、事故前に戻ろうというのは無理で、事故後の世界を見据えなければいけません。そして、そのことを認識した上で、どこに我慢のできる限度

レベルを設定するのか、一緒に考えていきたいと思いますという話をしています。

司会 確かに、地球自体が汚染されているわけですから、汚染された中で生きていかななくてはなりません。その際に注意したいのが、過去に広島、長崎の被ばく者や、公害病の被害者が受けた差別など、何の責任もない今回の被災者がひどい目にあうということだけは、防がなければなりません。

汚染時代を生きていくにあたって、知識が必要だと思いますが、何が重要だとお考えでしょうか。

中西 阪神・淡路大震災について、長期間調べていた先生が、山間部の復興には道教の思想が役に立ったと指摘されていました。良いことや悪いこと、また連帯行動などの価値観について、共通の認識を持っていたため、行政に頼らなくても、支え合いながら自分たちの努力で復興できたということです。

そのお話を伺って、日本に古来からある色々な価値観をもう一回掘り起こして、思い出す活動が必要ではないかと感じました。

司会 そうですね。知識の普及についてはいかがですか。

中西 これも、知恵の伝承という切り口があるのではないのでしょうか。

司会 今の世の中は、感情の方を優先して、感情をむき出しにすることの方が是であるという雰囲気になってきていますね。

そういう価値観の問題と、もう一つ、開示された情報を理解した上での理性的な行動が求められていると思いますが、その方向に向かうために必要なことは何でしょうか。

木村 基本的にまず、倫理的な

筋を通していくことだと思いません。広島、長崎の被ばくを経験し、ビキニ環礁の核実験でも被災者を出して、唯一の被爆国と言われている日本人が、放射能に関する知識を持たないまま、ただ感情で動いているのは嘆かわしいことです。放射能について、正しい知識を持っていれば、五山の送り火や花火を中止することがいかにナンセンスなことか理解できるはず。今は、口では被災地を応援しますと言いながら、結果的に被災者を差別する加害者になってしまっています。

過去に起きた公害問題でも構図は同じです。同じことを繰り返す過ちを見て、憤りを感じています。そういう無知からくる風評被害や被災者差別を自分がしてしまっていることに気づかなければなりません。教育も必要ですが、それ以前にまず倫理観でしょう。

中西 不思議なことは、世界中で核実験が盛んだった1960年代、日本人は非常に汚染されていましたよね。

司会 大気圏内核実験をやっていた頃ですね。

中西 当時、日本の男性一人当たり500ベクレルというセシウムの体内汚染から考えられることは、非常に汚染されていたものを食べていたということです。どうしてあの頃は何も問題にならなかったのか、情報が開示されていなかったことだけが理由なのか、興味があるところです。

木村 大気圏内核実験の結果、日本全土は汚染されましたが、今回の福島第一原発の事故でも、日本全国が汚染されたと言っても過言ではありません。東京でも、広島でも、長崎でも、北海道でも、放射能が検出されています。

たとえば、長崎では4月13日にピークがきたのですが、エアフィルター上のフィルターに集まったチリだけを集めて、それを重量換算でキログラムに直したところ、飯館村と同じくらいの濃度の汚染レベルでした。日本全国は既に汚染されていて、放射能事故後の世の中なのだと認識しなくてははいけません。それははっきり情報公開するべきことで、私はどのマスコミに対しても、ちゃんと伝えるようにしています。

司会 そうですね。

木村 陸前高田市の松の木が、ようやく護摩炊きで燃やせました。その理由は、測定した結果大丈夫だったからだそうです。しかし、すでに汚染されているレベルを考えると、護摩炊きで発生する放射能は比較にならないくらい少ないわけで、測定すること自体ナンセンスなわけです。

燃やす量についても、ものすごく少ないわけで、不安だ不安だと世論が言っているからといって、きちんとそれも説明ができないような行政または報道であってははいけないと思います。ですから、市民に情報を伝える行政やマスコミに対して、正しい情報を出して理解してもらうように心がけています。

司会 放射能の時代に生きていくためには、一人ひとりが自分で判断する力をつけていくこと、そして判断するために必要な情報が、すべて伝えられていることが求められるということですね。

放射能汚染時代によせて

司会 最後に、その情報に携わる立場で、一言ずつお願いします。



小出 五郎氏

木村 放射能のリスクに曝されながらも、被災地で生活せざるを得ない人々がいる以上、そのリスクが高い人々を最優先に考えていきたいと思います。そのためには、その人たちと同じ生活環境の中に入って行って、問題点を抽出しながら解決策を考えていく必要があります。ですから私は、今後20年間、福島県を見続けるために調査します。大学の分室も作りまして、各種測定器も設置しました。ここを拠点として、正確な情報を公開していきます。

中西 私たちはとにかく科学技術に夢を抱きがちですが、科学技術には、プラスの面とマイナスの面があることを一般の人に伝えていかななくてはならないと思います。マイナスのデータも開示して、科学者と一般の方と一緒に、解決策を見出していかなければなりません。今回の被災では、まず、すべての正確な情報を集めて伝えていくことにより、被災地の主要な産業である農業の再生に寄与していきたいと思います。

司会 そして、情報を伝達するメディアや行政にも、その情報の中身を理解し、発信していく努力と実践が求められています。今日はありがとうございました。

CONTENTS

防災言

東日本大震災に想う—未曾有・想定外・無責任— 5
藤谷 徳之助（（財）日本気象協会 顧問／本誌編集委員）

コラム 原発事故

原子力と時代精神 6
小出 五郎（科学ジャーナリスト／本誌編集委員）

防災基礎講座

東日本大震災における液状化および盛土の変状による
住宅被害 8
安田 進（東京電機大学理工学部 教授）

論考

リモートセンシングによる広域災害の把握 12
山崎 文雄（千葉大学大学院工学研究科 教授／本誌編集委員）

東日本大震災とBCP・サプライチェーンをめぐる問題 19
竹内 朗（プロアクト法律事務所 弁護士）

国際取引契約と不可抗力 24
田村 淳也（コアサハラ法律特許事務所 弁護士）

座談会

放射能汚染を越えて 30
木村 真三（獨協医科大学国際協力支援センター国際疫学研究室 准教授、国際疫学研究室福島分室 室長）
中西 友子（東京大学大学院農学生命科学研究科放射線植物生理学研究室 教授）
小出 五郎（科学ジャーナリスト／本誌編集委員／司会）

特集

東日本大震災における液状化および盛土の変状による
住宅被害 4
安田 進（東京電機大学理工学部 教授）

タイ洪水調査報告 37
山崎 文雄（千葉大学大学院工学研究科 教授／本誌編集委員）

災害メモ 39

編集委員

天野 賢志（株）損害保険ジャパン
有賀 雄一郎 東京消防庁予防部長
江里 口隆司 東京海上日動火災保険(株)
黒田 哲司 三井住友海上火災保険(株)
小出 五郎 科学ジャーナリスト
田村 昌三 東京大学名誉教授
西田 泰 科学警察研究所交通科学部長
長谷川 俊明 弁護士
平山 立志 あいおいニッセイ同和損害保険(株)
藤谷 徳之助（財）日本気象協会顧問
本田 吉夫 日本興亜損害保険(株)
森宮 康 明治大学教授
山崎 文雄 千葉大学教授

編集後記

新年明けましておめでとうございます。昨年は、東日本大震災は言うまでもなく、ニュージーランド地震、台風12号の豪雨災害、台風15号の強風災害、タイの大洪水など、記憶に残る多数の自然災害が発生しました。

「想定外」という都合のいい言葉で言い訳することなく、あらゆる場面で起こりうる事象を想定し、自然災害への備えを万全にしたいものです。

（沼田）

あけましておめでとうございます。昨年は、国内では東日本大震災、台風や火山の噴火、竜巻など、多くの災害が発生しました。海外でも、ニュージーランドやトルコの地震、タイの洪水などの災害やアラブ諸国の政変があり、私たちの生活がリスクに囲まれていることを痛感した年でした。

今年は備えを万全にして、安全・安心なくらしが実現することを願っています。

（岡本）

予防時報 創刊1950年(昭和25年)

©248号 2012年1月1日発行

発行所 社団法人 日本損害保険協会

編集人・発行人 業務企画部長 杉田純一

東京都千代田区神田淡路町2-9

〒101-8335 TEL(03)3255-1216

©本文記事・写真は許可無く複製、配布することを禁じます。

FAXまたは電子メールで、ご意見・ご要望をお寄せ下さい。

FAX:03-3255-5115 e-mail: gyoki@sonpo.or.jp

当協会のホームページからもお送りいただけます。

<http://www.sonpo.or.jp/archive/publish/bousai/0001.html>

制作＝株式会社阪本企画室

特集2 タイ洪水調査報告

本誌編集委員の山崎 文雄氏(千葉大学教授)は、2011年11月5日から7日にかけて、タイ中部にある同国の首都バンコクおよびその周辺地域を訪れ、洪水の状況を調査した。ここでは、その際に撮影した写真を紹介するとともに、被災地の状況を解説する。

ナワナコン工業団地

ナワナコン工業団地は、バンコク中心部から約50km北方、パトゥムタニ県に位置する。1971年に開所し、現在190社が入居しているが、そのうち家電・部品加工メーカーを中心に104社が日系企業である。同団地は、10月17日に北側の運河が決壊して浸水した。筆者らが調査したときは、同団地の一帯は深さ約2mの水に完全に覆われ、全ての工場は1階が完全に水没していた。道路はまさに川のように、電柱や並木によって辛うじて道路と判断できる状況であった。



ナワナコン工業団地内の様子

左端の写真は電話ボックスであり、上部が水面に出ているだけであった。中央の写真は団地入口の商業地区であり、1階の商店は軒先近くまで水没し、道路を通れるのは舟のみであった。右端の写真は下部が水没した銀行ATMである。全ての工場は閉鎖され、警備員が各工場を警備していた。住民は大半が避難していたが、2階より上の部屋で生活している人も一部いた。電気は安全のため遮断されていた。



バンコク市内の地下鉄駅

タイ中部の洪水は11月初旬にはバンコク市内の北部に達した。写真は、11月7日の地下鉄チャットチャック公園駅出口の様子であり、乗客は駅を出るとすぐに水の中を歩く状態であった。地下鉄出口の道路は、歩道で約20cm、車道で約40cm冠水している。地下鉄駅は出入口を高くし、防水扉を設置するなどの対策のほか、駅出入口の数を減らして、浸水地域においても支障なく運行していた。地下鉄駅の右上に見える高架市内鉄道BTSも、正常に運行していた。





バンコク市内の幹線道路

バンコク市内北部にある地下鉄パホンヨーティン駅の周辺道路の冠水の様子。道路は40cm近く冠水しており、通行できる車両は車高の高いトラック、バス、4輪駆動車のみであった。このような幹線道路の状況であるが、庶民の足である市内バスは、本数を減らしながらも運行していた。

高速道路は駐車場

洪水を避けるために、多くの車両が冠水の危険のない高架道路や高架駐車場に避難していた。バンコクとアユタヤを結ぶ高架高速道路は、まさに駐車場の感を呈していた。下の写真に見られるように、軍の装甲車までもが、高速道路の料金所スペースに避難していた。



洪水への備えと下水からの浸水

バンコク中心部にも洪水が迫り、道路の所々や立体交差のアンダーパスで、浸水を食い止めるための土嚢などが設置されていた。また、市内の多くの建物の周囲も、土嚢やブロック遮水壁による防護策が施されていた。しかし、水の流れは、地上の対策だけでは抑えることが難しい。下の写真は、歩道上の地中配管設備の蓋から溢れ出る水の様子である。一緒に調査を行なったタイ人の研究者によると、自宅周囲に浸水防護対策を行なったが、トイレから下水が逆流したほか、配管隙間からも水が浸入し、結局、自宅の浸水を防げず、今は実家に避難しているとのことであった。



2011年7月・8月・9月

★火災

- 7・13 東京都荒川区東日暮里で、木造モルタル2階建て住宅から出火し、2棟全焼。周辺事務所など計11棟全半焼。5人負傷。
- 7・23 京都府京都市左京区で、化学薬品製造会社の試薬製造棟など3棟全半焼。5人負傷。
- 7・23 山口県山口市で、中市商店街の食料品店から出火。9棟約1,700㎡焼き、約8時間後に鎮火。周辺の106戸停電。
- 8・4 東京都足立区西新井で、木造3階建て住宅約125㎡全焼。3人死亡、3人負傷。
- 8・27 大分県中津市で、新博多町商店街にある飲食店から出火。周囲の店舗や空き家など10棟延べ1,417㎡焼損。約8時間後に鎮火。
- 8・31 千葉県市川市で、木造モルタル2階建て住宅から出火し、2階部分の約23㎡焼損。不審火。3人死亡。
- 9・9 滋賀県守山市で、クリーニング会社の本社工場(鉄骨3階建て)延べ約1,900㎡と、隣接する別のクリーニング会社の本社工場(鉄骨2階建て)延べ約1,700㎡が全焼。出火当時は無人。
- 9・12 宮城県石巻市で、木造2階建て住宅の2階の居間から出火し、約200㎡全焼。家族4人死亡。
- 9・15 愛知県名古屋市中西区で、ワンルームマンションの2階1室全焼。ろうそくの火が原因。1人死亡、4人負傷。
- 9・29 愛知県名古屋市中西区で、自動車板金塗装会社の工場が火災。木造一部鉄骨2階建て住宅兼工場計約100㎡焼損。1人死亡。

★陸上交通

- 7・27 福井県敦賀市の県道で、ワゴン車と大型ダンプカーが正面衝突。ワゴン車が左カーブでセンターラインはみ出す。4人死亡、2人負傷。
- 8・3 北海道中富良野町の国道237号で、乗用車が中央線を越えてきたトラックと正面衝突。3人死亡、2人負傷。
- 8・6 茨城県水戸市の国道50号バイパス交差点で、信号待ちの車列に乗用車が突っ込み、最後尾の軽自動車に前のマイクロバスに挟まれて大破。3

人死亡、3人負傷。

- 8・8 岐阜県高山市の国道41号で、乗用車が左カーブを曲がりきれずに反対車線に飛び出し、大型トレーラーと正面衝突。乗用車の3人死亡。
- 9・5 北海道富良野市の国道38号で、乗用車とトラックが正面衝突。3人死亡、2人負傷。

★航空

- 7・28 北海道芽室町で、航空大学の訓練機ビーチクラフト式A36型が計器飛行中に山に激突、出火。3人死亡、1人負傷。

★自然

- 7・18～20 西日本などで、台風6号による被害。強風、大雨による土砂崩れ、停電、交通混乱など。3人死亡、54人負傷。
- 7・27～30 新潟県、福島県で、前線の影響により断続的に激しい雨(「平成23年7月新潟・福島豪雨」)。土砂崩れ、河川氾濫など。6人死亡、13人負傷。
- 8・4～ 沖縄地方で台風9号による被害。速度が遅く暴風域が40時間以上続き、大雨、強風により交通網マヒ、停電など。韓国でも強風、高波、停電被害。5人死亡、51人負傷。
- 8・21 福岡県、山口県などで、低気圧が発達し、豪雨、竜巻・突風による被害。電柱倒壊、屋根の吹き飛び、小型船転覆など。2人死亡、3人負傷。
- 9・1～6 近畿、四国、中国地方などで、台風12号による被害。断続的に猛烈な雨。各地で河川氾濫、紀伊半島山間部などで大規模土砂崩れ。92人死亡、104人負傷。
- 9・18～22 台風15号、前線停滞により西日本から北海道にかけ暴風雨、洪水。首都圏を直撃し、交通網マヒ。18人死亡、337人負傷。

★その他

- 7・3 兵庫県明石市で、小学生がため池(野々池)で水死。高さ約1.5mの金網フェンスを乗り越え侵入。3人死亡。
- 7・6 群馬県みなかみ町の奥利根湖(矢木沢ダム)で、4人乗りプレジャーボートが航行中に突然旋回し始め2人が投げ出される。助けようとして飛び込んだ男性を含む3人死亡・行方不明。
- 7・16 京都府京都市西京区で、部屋を閉めたまま炭火を焚いてすき焼きをしていた男女13人が一酸化炭素中毒。13人負傷。
- 7・16 和歌山県和歌山市のクリーニング店で、漂白剤の一斗缶から硫化水素を含む煙が発生。1人死亡、1人負傷。
- 8・17 静岡県浜松市の天竜川で、川下りをしていた「第11天竜丸」が操船ミスで岸壁に衝突し転覆、23人が川に流される。5人死亡、5人負傷。
- 8・24 千葉県船橋市の金属製品製造所で、塩酸

が入った鉄製タンク(高さ約5m・直径約3m)の点検をしていた2人がタンク内に転落。2人死亡。

- 9・1 東京都中央区晴海のビル建設工事現場で、固定具のボルトが外れ作業用ゴンドラが3階部分から落下。安全管理ミスの可能性。1人死亡、1人負傷。
- 9・15 東京都千代田区丸の内内のビル建設工事現場で、配線作業中の作業員がクレーンのワイヤを巻き付けるドラムに巻き込まれる。1人死亡。
- 9・22 千葉県千葉市中央区の工場敷地内で、補修作業の5人が乗ったゴンドラのワイヤが切れ、施設外壁に衝突。1人死亡、4人負傷。

★海外

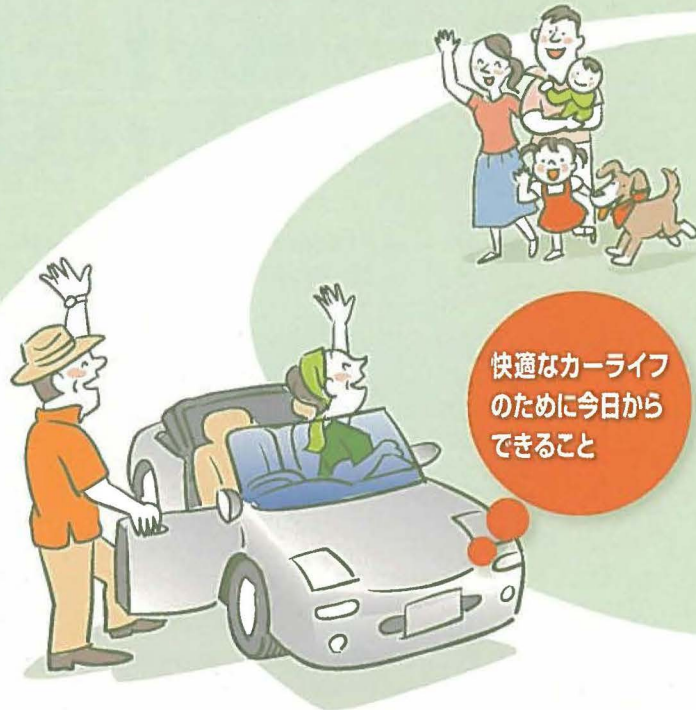
- 7・8 コンゴ民主共和国・キサンガニで、首都キンシャサ発118人乗りB727型機が悪天候のため着陸失敗。74人死亡、44人負傷。
- 7・10 ロシア・タタールスタンのヴォルガ川で、カザン行き201人乗りの二層の遊覧船(定員140人)が急速に傾き沈没。近くを航行中の船が79人救助。左エンジン不具合のまま出航。122人死亡。
- 7・10 インド・ウッタルプラデシュで、ハウラー発デリー行き、15両編成の満員の急行列車が時速108kmで走行中、脱線転覆。64人死亡、250人以上負傷。
- 7・23 中国・浙江省で、高速鉄道の線路上に停車していた「D3115」列車に、後続の「D301」列車が追突。D301の4両が高さ約20mの高架橋から落下。落雷で列車制御システム停止。40人死亡、191人負傷。
- 8月 パキスタン・シンドおよびパンジャブで、モンスーンによる洪水。病気が蔓延し、農、畜産物の被害大。600万人被災。342人死亡。
- 9・1 中国・四川省、陝西省、河南省など9省で、豪雨による洪水被害。101人死亡。
- 9・10 タンザニアで、約800人を乗せてザンジバル島からペンバ島へ向かうフェリーがエンジン停止後転覆、沈没。乗客、貨物とも過剰で出航時から傾き、乗船をやめた人も。620人救助、187人死亡。
- 9・12 ケニア・ナイロビで、石油パイプラインの貯蔵所から、スラム街の排水溝に石油が漏洩。石油をすくおうと人々が集まったところで爆発、火災。スラムに延焼し、120人死亡、110人負傷。
- 9・18 インド・北東部で地震。M6.9。震源の深さ19.7km。シッキム州で10万戸超損壊。ネパール、中国チベット自治区でも建物被害。100人死亡。
- 9・26 パキスタン・パンジャブで、定員70人のところ105人が乗っていたスクールバスが、ブレーキ故障のため水路に転落。30人死亡、75人負傷。
- 9・27 フィリピン・ルソン島で、台風17号「ネサット」と19号「ナルガエ」が相次いで上陸し、大規模洪水や停電により、マニラの首都機能がまひ。101人死亡。

*早稲田大学理工学総合センター内 災害情報センター(TEL.03-5286-1681)発行の「災害情報」を参考に編集しました。

ホームページ <http://www.adic.rise.waseda.ac.jp/adic/index.html>

SONPO

シニアドライバーのための 交通安全のすすめ



日本損害保険協会

シニアドライバーの交通安全啓発のために、「シニアドライバーのための交通安全のすすめ」(A4判・4ページ)を作成しました。

安全運転力をチェックしたり、イラストで事故がおきやすい場面を確認したりすることができます。

入手方法につきましては、下記ホームページをご覧ください。

<http://www.sonpo.or.jp/archive/publish/traffic/0015.html>

社団法人 日本損害保険協会

〒101-8335 東京都千代田区神田淡路町2-9

電話03(3255)1216(業務企画部地震・火災・新種グループ)

<http://www.sonpo.or.jp>



かけがえのない環境と安心を守るために

(社)日本損害保険協会はISO14001を認証取得しています。

JQA-EM1791

あいおいニッセイ同和損保
朝日火災
アニコム損保
イーデザイン損保
エイチ・エス損保
SBI損保
au損保

共栄火災
ジェイアイ
セコム損害保険
セゾン自動車火災
ソニー損保
損保ジャパン
そんぽ24

大同火災
東京海上日動
トア再保険
日新火災
日本興亜損保
日本地震
日立キャピタル損保

富士火災
三井住友海上
三井ダイレクト
明治安田損保
(社員会社50音順)
2012年1月1日現在