

防災・減災に資する技術等の 普及・開発促進に向けて

2015年2月17日

一般社団法人 日本経済団体連合会

目次

I. はじめに	1
II. わが国企業の有する防災・減災技術等の現状	2
1. 災害発生前：予防・予測に有効な技術等	2
コラム1：予防・予測に有効な技術・システム例	6
1-1：「ハイレトロ（Hy-Retro）工法」 三井住友建設	6
1-2：「ピン定着型落橋防止装置」 横河ブリッジホールディングス	7
1-3：「空気注入不飽和化工法（Air-des 工法）」 東亜建設工業	8
1-4：「ハイブリッド防潮堤®」 JFE エンジニアリング	9
1-5：「実効雨量を用いた運転規制方法」 東日本旅客鉄道	10
1-6：フェーズドアレイ気象レーダ 東芝	11
1-7：「CCTVカメラ等の映像を用いた河川水位観測システム」 いであ	12
1-8：「斜面計測監視ICTシステム『ハモニス』」 安藤・間	13
1-9：「各種自然災害に対する潜在的問題発掘と弱点部位の改善提案」 出光興産	14
1-10：「リアルタイム津波浸水シミュレーション・被害推計」 国際航業	15
2. 災害発生後：対応・復旧に有効な技術等	16
コラム2：対応・復旧に有効な技術・システム例	19
2-1：「津波被災農地の修復技術」 日立造船、住友化学	19
2-2：「災害対策用断熱シート “トーレバ” 電子線架橋ポリオレフィン発泡シート」 東レ	20
2-3：「市民参加型防災システム」 富士通	21
2-4：「被災者台帳を用いた生活再建支援システム ～災害から被災者が生活を再建するまで一貫してサポート するためのシステム～」 インターリスク総研	22
2-5：「サプライチェーン管理システム」 日本IBM	24
2-6：「マンモス型防災・減災システム」 帝国繊維	25
2-7：建物安全度判定サポートシステム「揺れモニ」 NTTファシリティーズ	26
2-8：「ミズガード（防水板、防水扉）」 豊和工業	27
2-9：「火山ガス除去システム」 新菱冷熱工業	28
III. 防災・減災技術等の普及・開発促進に向けて求められる取り組み	29
1. 企業による取り組み	29
2. 産学官連携による取り組み	29
3. 行政に求められる取り組み	32
IV. おわりに	36
付表1：「防災・減災に資する技術等にかかるアンケート」により提出された技術等の概要	37
付表2：防災・減災に資する技術等一覧	39

I. はじめに

わが国はこれまで数多くの痛ましい自然災害に見舞われてきた。こうした被災経験を踏まえ、わが国企業は防災・減災に関する豊富な技術等を蓄積するとともに、新たな技術開発のシーズも数多く有している。あわせてソフト面において、企業、行政は、事業継続計画の策定と実効性の向上にも努めており、防災・減災に向けた取り組みは着実に進展している。

他方、首都直下地震や南海トラフの巨大地震等の大規模自然災害の発生が今後予期されている。このため、防災・減災技術等を各企業、行政の進める防災・減災対策に利活用し、あわせて開発・促進していくことが重要となる。

世界に目を転じると、各地で気候変動等に伴う自然災害が増加している。過去30年間（1983年～2013年）に発生した災害により、年平均で約8万人の人命が奪われるとともに、約790億ドルもの被害額が発生している¹。防災・減災対策の充実には人材の養成・確保や各種コストを要する。このため、とりわけ新興国・途上国では、防災・減災対策が先進国に劣後し、結果として災害により甚大な人的・物的被害が生じ、持続可能な開発の大きな障害となっている。

災害に対する社会全体の強靱性の向上という世界共通の課題解決に寄与するために、わが国の有する防災・減災技術等を国際貢献の観点から諸外国に発信していかなければならない。2015年3月にわが国で開催される第3回国連防災世界会議では、国際的な防災・減災の取り組みの指針として、ポスト兵庫行動枠組みの策定が予定されている。そのなかで、技術・システム等を利用した自然災害への対応力の強化についても議論されている。

経団連は、2015年1月に、目指すべき具体的な国家像について、『豊かで活力ある日本』の再生²と題する新しいビジョンを公表した。このなかで、

¹ 「内閣府防災白書 平成26年度版」より経団連事務局計算

² 経団連 『豊かで活力ある日本』の再生 -Innovation & Globalization-」（2015年1月）

<https://www.keidanren.or.jp/policy/2015/vision.html>

2030年までに目指すべき国家像として、「成長国家としての強い基盤を確立する」、「地球規模の課題を解決し世界の繁栄に貢献する」等を掲げている。そうした国家像の実現に向け、防災・減災対策や国土強靱化政策の推進を重要課題として位置づけるとともに、世界全体の自然災害への対応力を高めていくべく、わが国のハード・ソフト両面での防災・減災対策を活用すべき旨を打ち出している。

以上の点を踏まえ、本提言では、防災・減災に資する技術等の現状を述べたうえで、それら技術等の開発、普及・促進に向けて、民間と各主体の連携により実施されるべき取り組みと行政に求められる取り組みについて提言する。

Ⅱ. わが国企業の有する防災・減災技術等の現状

経団連では会員企業の持つ防災・減災に資する技術等についてアンケート調査³を実施した。その結果を基にして、本章では、災害発生前と後の2つの段階において、どのような防災・減災技術等が有効となるかを災害別に整理し、現状を概観する。また、各段階・災害毎に有効な技術・システム例を本文中にコラムとして示している。なお、各技術等の詳細については付表1、2に掲載している。

1. 災害発生前：予防・予測に有効な技術等

各種災害（地震、風水害、火山災害）が発生する前に、被害を最小限に抑える対策を講じていくとともに（予防）、被害の様相を適切に推計、評価していくこと（予測）が求められる。

現状においては、各種耐震・免震技術や防潮堤工法をはじめとするハード面での対策、そして被害状況を精密にシミュレーションするシステムや企業の防災・減災対策の推進を後押しするシステム等がある。

³ 経団連「防災・減災等に資する技術等にかかるアンケート」（2014年8月）
回答社数：203社

(1) 災害全般

東日本大震災の経験も踏まえ、現在企業では、BCP/BCMの策定が進んでおり、BCP策定済みの企業は平成25年度に53.6%（経団連実施アンケートでは約70%）となっている。今後BCPの策定率を高めるとともに、その実効性を向上させていくことが不可欠である。また、防災・減災への取り組みには、国民一人ひとりの「自助」に対する意識を高め、訓練等に積極的に参画していくことが望まれる。

こうした企業、国民の自助努力を進めていくうえで、国際規格⁴への準拠等、実効性のある事業継続計画の策定支援システム・サービス、そして防災訓練の計画立案と訓練実施を支援するシステムを活用していくことも望まれる。

また、各種自然災害による被害を数理モデルによりシミュレーションし、定量的に評価するシステムが存在する。そうした評価を通じて、事業継続計画の見直しやその地域に根ざした防災訓練を実施することが可能となる。

(2) 地震

わが国は世界有数の地震頻発国で、耐震・免震等にかかる技術を不断に進歩させており、その技術力は世界的にも高い水準に達している。

他方、東日本大震災を契機として浮き彫りになった課題は、地盤の液状化対策、超高層ビルの長周期震動に対する対策、天井等の落下被害の防止等である。

また、わが国では建設後50年以上経過する社会資本の割合が今後20年間で加速度的に増加し、重大な事故や致命的な損傷等に至る可能性が大幅に高まることが予想される。そこで、インフラの維持管理を簡便かつ効率的に実施していくことが求められる。

現時点では、短期かつ低コストで建築物（ビル、住居等）、インフラ（道

⁴ 国際規格ISO 22301（社会セキュリティ-事業継続マネジメントシステム-要求事項）、22313（社会セキュリティ-事業継続マネジメントシステム-ガイドランス）等

路、トンネル、ライフライン等)の耐震性、免震性を向上させる工法が複数存在する。また、薬液、空気注入による地盤改良で、建築物を使用したまま液状化対策を行う技術もある。くわえて、建築物、インフラの腐食・劣化状況を各種センサーや機器等により、簡便に診断する技術がある。

あわせて、企業、行政が大規模地震等に対し、防災・減災対策を講じていくうえでは、被害リスクを適切に把握していくことが重要となる。震動による建物の被害シミュレーションや復旧に要する期間等の定量的評価を行うシステムが存在する。

(3) 風水害

東日本大震災の津波に襲われた岩手、宮城、福島3県の沿岸では、防潮堤の建設が徐々に進みつつある。しかし、巨大なコンクリート建築物による威圧感や景観の毀損等が指摘されることも少なくない。同時に、復興に向けた多数の工事が施工中であるため、各種資材や人手も不足している。

こうした状況を打開する可能性を持つのが、アクリルシートを用いることにより、威圧感の低減と景観保全を実現した防潮堤や高潮・津波バリアー、現地工期・仕事を最小化し、かつ強靱な耐久性もあわせ持った防潮堤の工法である。

また、昨今わが国では集中豪雨、ゲリラ豪雨による河川の氾濫、建物の浸水、斜面の崩壊等の被害、竜巻・突風による建造物損害が急増している。とりわけ、地震発生後に地盤が脆弱となった斜面等では、降雨により土砂災害が誘発される可能性もある。

これらに対しては、気象レーダ、各種センサーを利用し、ゲリラ豪雨、竜巻の発生を予測する技術がある。くわえて、斜面等の崩壊については、平時から地すべり等を常時自動監視するとともに、崩壊危険度を評価し、警報を発するシステムが存在する。

あわせて、実効性のある緊急避難計画の策定に向けて、南海トラフ巨大地震

の発生時に想定される大津波や台風・豪雨による河川の氾濫等の挙動をある程度まで正確に把握しておくことが求められる。

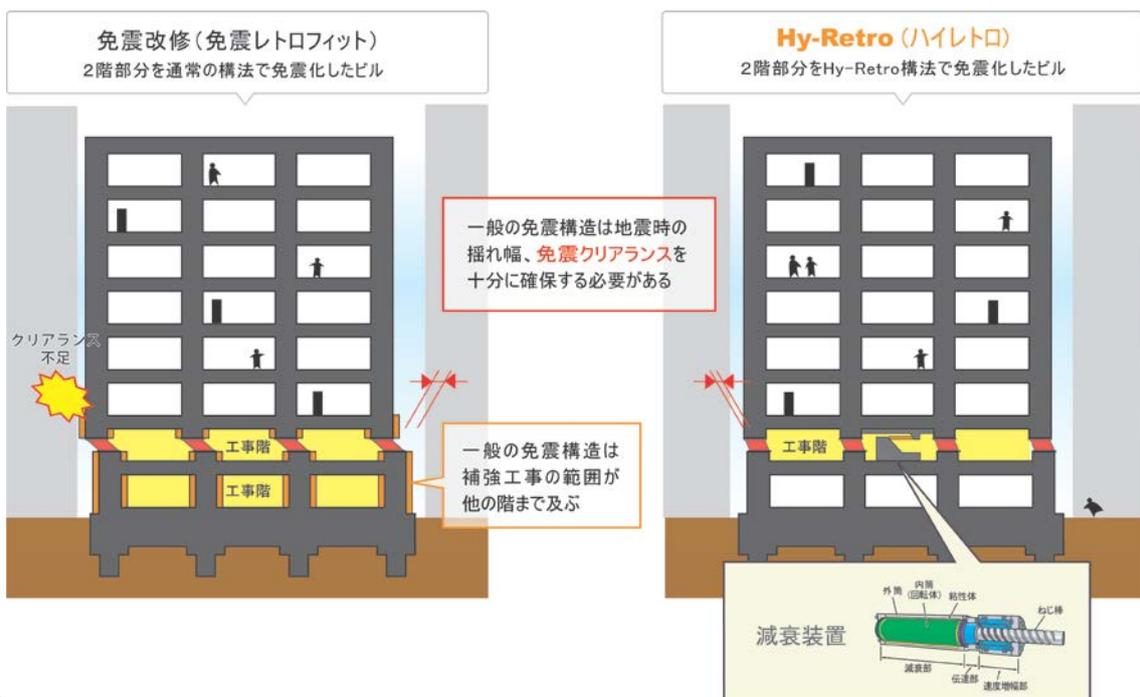
現在スーパーコンピュータを使用した高精度の津波浸水被害予測や、各種データを用いることで洪水被害のシミュレーションを行うことができるシステムがある。

＜コラム 1：予防・予測に有効な技術・システム例（順不同）＞

➤ 1-1：「ハイレトロ（Hy-Retro）工法」 三井住友建設

既存建物を対象に、免震装置の設置階以外の部分を平常どおり利用しながら、大地震に耐える免震構造へと変身させる免震改修工法。中間階の柱を切断して設置される免震装置と地震エネルギー吸収効率の高い高性能な減衰装置をハイブリッドに用いた高性能中間階免震改修工法。効果は以下のとおり。

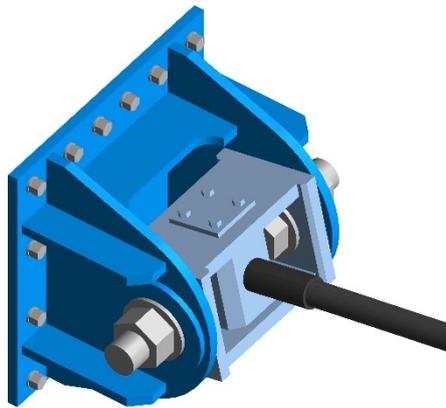
- ・高性能減衰装置の利用と補強工事の軽減による「安全かつ短工期、ローコストな施工」
- ・補強工事をひとつの階に限定することによる「利用したまま高性能免震化」
- ・建物の耐震安全性だけでなく収容物も守ることができる免震構造を採用することによって建物資産価値を高め「事業収益の向上に貢献」



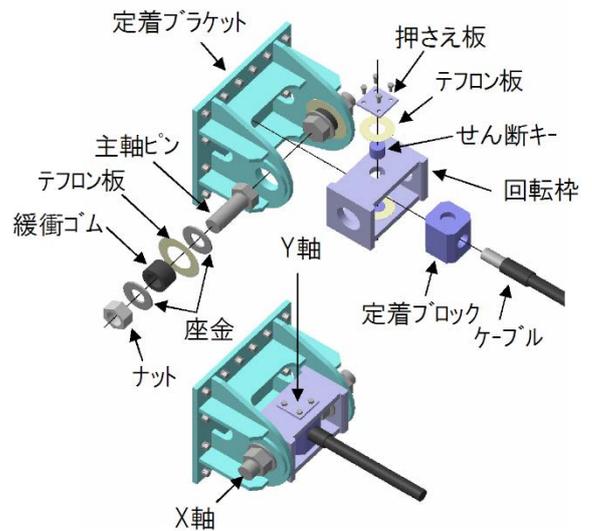
➤ 1-2: 「ピン定着型落橋防止装置」 横河ブリッジホールディングス

取り付けが容易でコンパクトなケーブル式落橋防止装置。衝撃吸収性能は、従来の支圧ゴム方式と同等の水準。また、ケーブル定着部の2軸回転機能により立体的な位置関係でも取り付けが容易。

支圧定着型のPCケーブル式落橋防止装置に比べて取り付け工程を20%程度短縮可能で、橋軸直角方向への移動にも追従できる高機能が特徴。



製品外観



定着ブラケットの構造



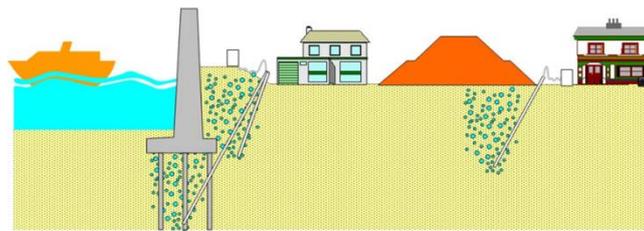
ピン定着落橋防止装置の設置事例

➤ 1-3 : 「空気注入不飽和工法 (Air-des 工法)」 東亜建設工業

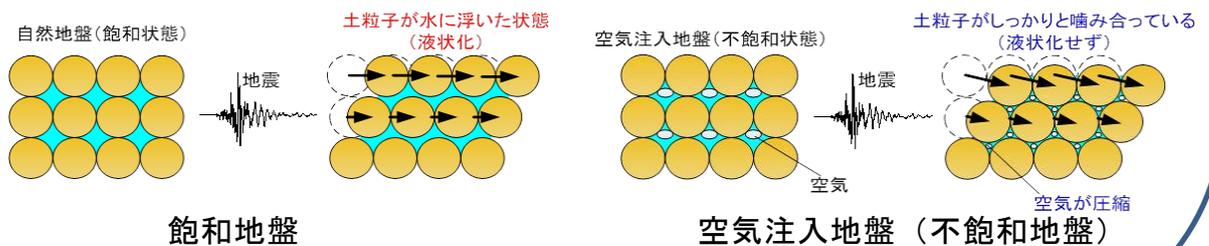
「Air-des 工法」は、地盤へ空気注入することで液状化対策を行う地盤改良工法。本工法は、平成 20 年度から、国土交通省 四国地方整備局、愛媛大学、(株) 不動テトラ、オリエンタル白石 (株)、(株) ダイヤコンサルタントと共同で開発を進めてきたもの。

緩く堆積し、間隙が水で飽和された状態の砂地盤は、地震時に液状化しやすい性質を持つ。この工法は、砂地盤内に空気を注入するという極めて簡単な作業により液状化対策を行う、世界初の画期的な工法。空気を注入した砂地盤に地震によるせん断変形が作用しても、空気が圧縮するのみのため、土の粒子がお互いに接触を保ってかみ合った状態を維持し、土の強度・剛性を維持することが可能。そのため、注入した気泡が、均一に地盤の間隙水中に 5~10%程度含まれるだけで、地盤の基本的な性質(強度、透水性、地震時の振動特性など)をほとんど変えずに液状化抵抗だけが増加。

注入材料として空気を使用するので、他工法に比べて安価であり、構造物直下の地盤を液状化対策でき、施設を使用したまま行える特長がある。



Air-des 工法施工イメージ



飽和地盤

空気注入地盤 (不飽和地盤)

液状化強度の増加イメージ

➤ 1-4:「ハイブリッド防潮堤®」 JFE エンジニアリング

東日本大震災の被災地復興では、人手や資機材が不足し工事着工できないという問題が発生。この解決策として、現地作業を最小化した「ハイブリッド防潮堤®」を開発（図1）。

このハイブリッド防潮堤は、鋼材とコンクリートからなる直立堤で、工場でブロックをプレキャスト製造するため、現場工期を6割短縮し（図2）、現地の作業員を大幅に削減（図3）。

また、占有面積の省スペース化（盛土堤と比較し80%減）により、狭隘なエリアにも設置可能で、現地の資機材も大幅に削減（図4）。

この防潮堤は、岩手県山田漁港復旧工事、気仙沼港海岸護岸災害復旧工事で採用された。

今後も被災地の人材不足・資機材不足を補い、早期の震災復興に貢献していく。

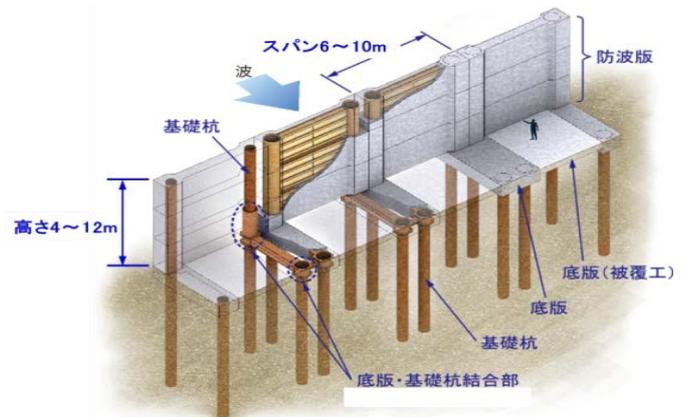


図1 「ハイブリッド防潮堤®」の概要

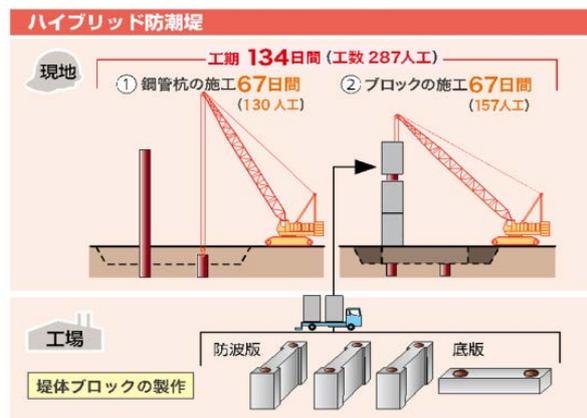


図2 延長100mの現場工期

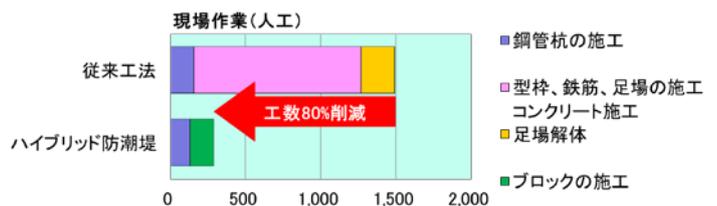


図3 延長100mの現場作業（人工）の比較

項目	ハイブリッド防潮堤	従来工法	
生コン(m ³)	380	2,160	80%減
型枠(m ²)	70	2,330	95%減

図4 延長100mの生コン・型枠の比較

➤ 1-5: 「実効雨量を用いた運転規制方法」 東日本旅客鉄道

これまでは、一定時間内に地表に降る雨の量を合計して算出する「時雨量」と「連続雨量」により、降雨時の運転規制を実施（図1）。

当運転規制に用いる「実効雨量」とは、降った雨が時間経過とともに浸透・流出することで変化する土中の水分に相当する量であり、線路およびその周辺での土砂災害との関連性がよい指標である（図2）。地形、地質および過去の災害履歴を反映して、3種類の「実効雨量」を設定し、よりきめ細やかな運転規制を実施（図-3）。

< 図・写真等 >

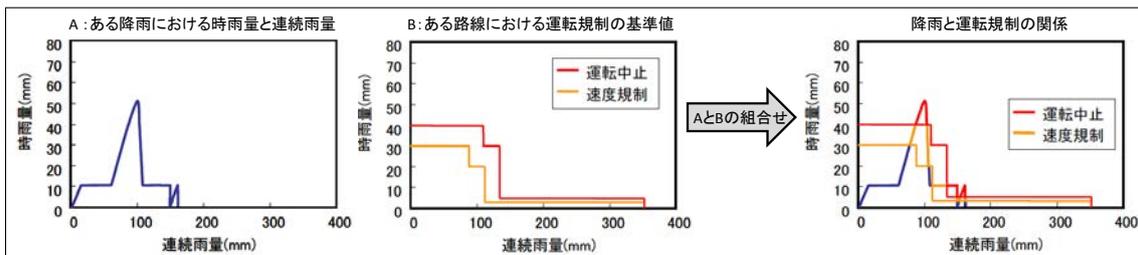


図1 「時雨量」と「連続雨量」の組合せによる運転規制

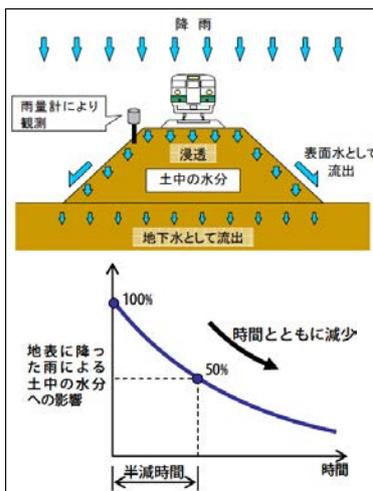


図2 「実効雨量」の概念

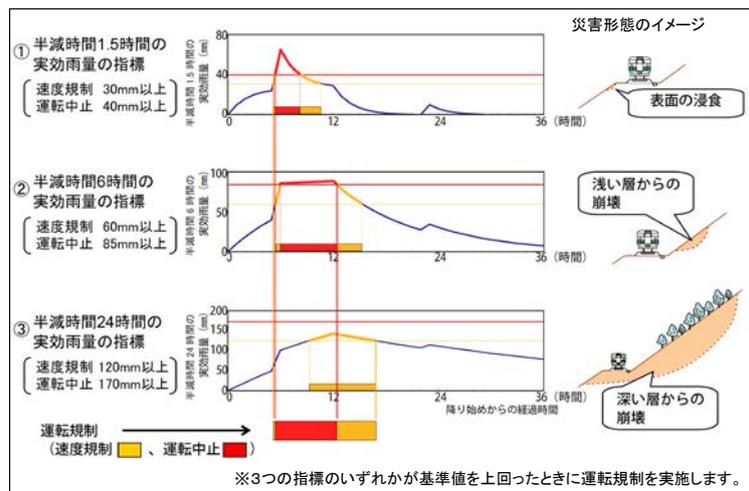


図3 「実効雨量」による運転規制

➤ 1-6 : 「フェーズドアレイ気象レーダ」 東芝

—ゲリラ豪雨や竜巻の詳細な3次元構造をわずか10秒で観測可能—

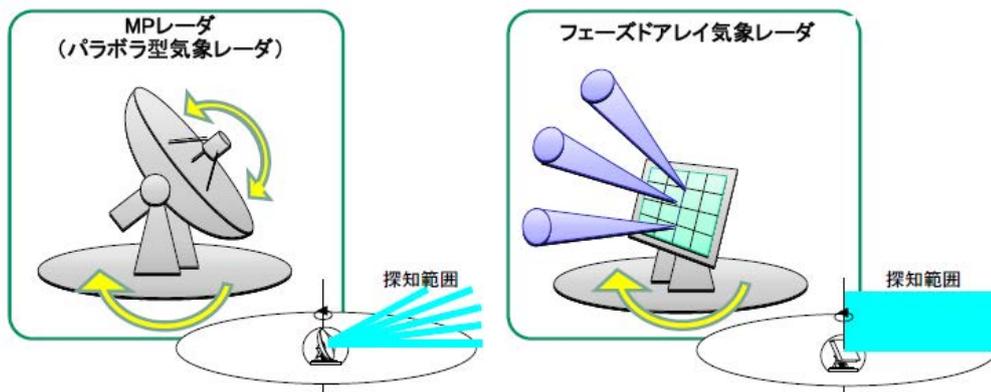
本技術は、10秒間隔で3次元降水分布を100mの分解能で観測することを可能にしたもので、独立行政法人 情報通信研究機構（NICT）、大阪大学とともに開発したもの。

近年、局地的豪雨、いわゆるゲリラ豪雨や竜巻による甚大な被害が社会問題となっているが、局地的大雨をもたらす積乱雲は10分程度で急発達し、竜巻もわずか数分で発生し移動するため、それらの兆候を迅速に察知するため、より短時間で詳細な3次元構造を観測することが求められている。

このフェーズドアレイ気象レーダではデジタルビームフォーミング（DBF）を採用することにより観測時間をわずか10～30秒に短縮し、アンテナを1回転させるだけで半径15～60km、高度14kmまでの範囲における詳細な3次元降水分布を観測することが可能になった。

2012年には大阪大学吹田キャンパスでの試験観測を開始しており、観測データを活かした、様々な防災関連システムへの応用を進めている。

MPLレーダとフェーズドアレイ気象レーダの比較



MPLレーダ (パラボラ型気象レーダ)		フェーズドアレイ気象レーダ
仰角 : 機械走査 方位角 : 機械走査	走査方法	仰角 : 電子走査 方位角 : 機械走査
3次元スキャン(約15仰角) ／5分程度(地上は1分周期で観測)	観測空間 ／観測時間	3次元スキャン(約100仰角) ／10秒～30秒程度
60 km	観測範囲	60 km
反射強度(降雨強度)、 ドップラー速度、速度幅、 偏波パラメータ (Zdr, Kdp, ρ _{hv} など)	観測パラメータ	反射強度(降雨強度)、 ドップラー速度、速度幅

➤ 1-7: 「CCTVカメラ等の映像を用いた河川水位観測システム」 いてあ

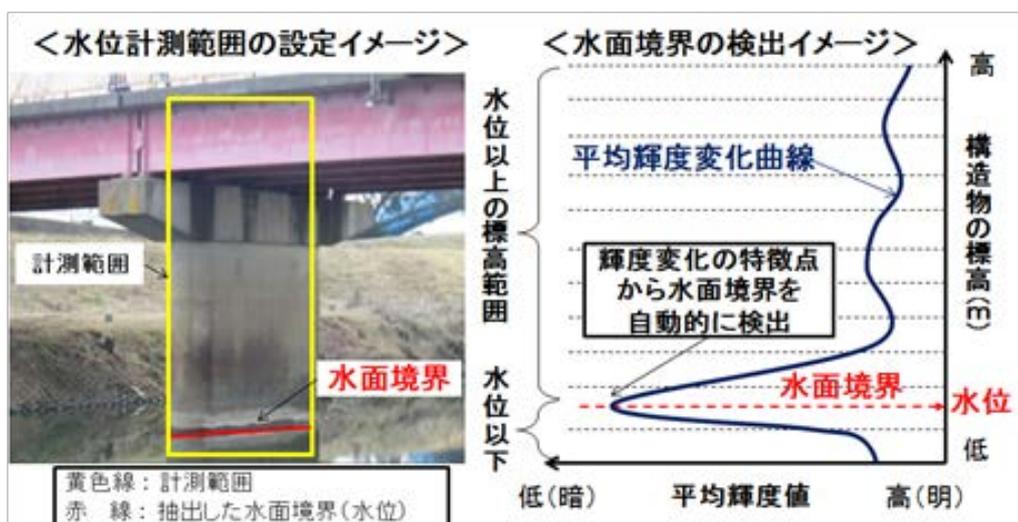
中小河川では、短時間豪雨の影響により急激な水位上昇が発生。現在、河川のテレメータ水位観測では10分間隔での情報配信が行われているが、より短い時間間隔で水位変化を捉えることが必要。

また、河川等の空間監視用として利用されているCCTVカメラ(※)は、上流から下流まで多くの地点に設置。水位観測所よりも数倍多く整備されている、このCCTVカメラに着目し、この映像を活用した非接触かつリアルタイムな河川水位計測システム「Dr. i-sensor」の開発に取り組んだ。

「Dr. i-sensor」では、橋脚等の対象構造物の標高値を事前に計測し、システムに登録。リアルタイムの映像をもとに、水位計測範囲(黄色枠)を設定し標高別の平均輝度(明るさ)を算出(下図)。この輝度値をもとに、対象構造物に接する特徴的な輝度変化がみられる箇所を水面境界(赤線)として認識し、水位を抽出。

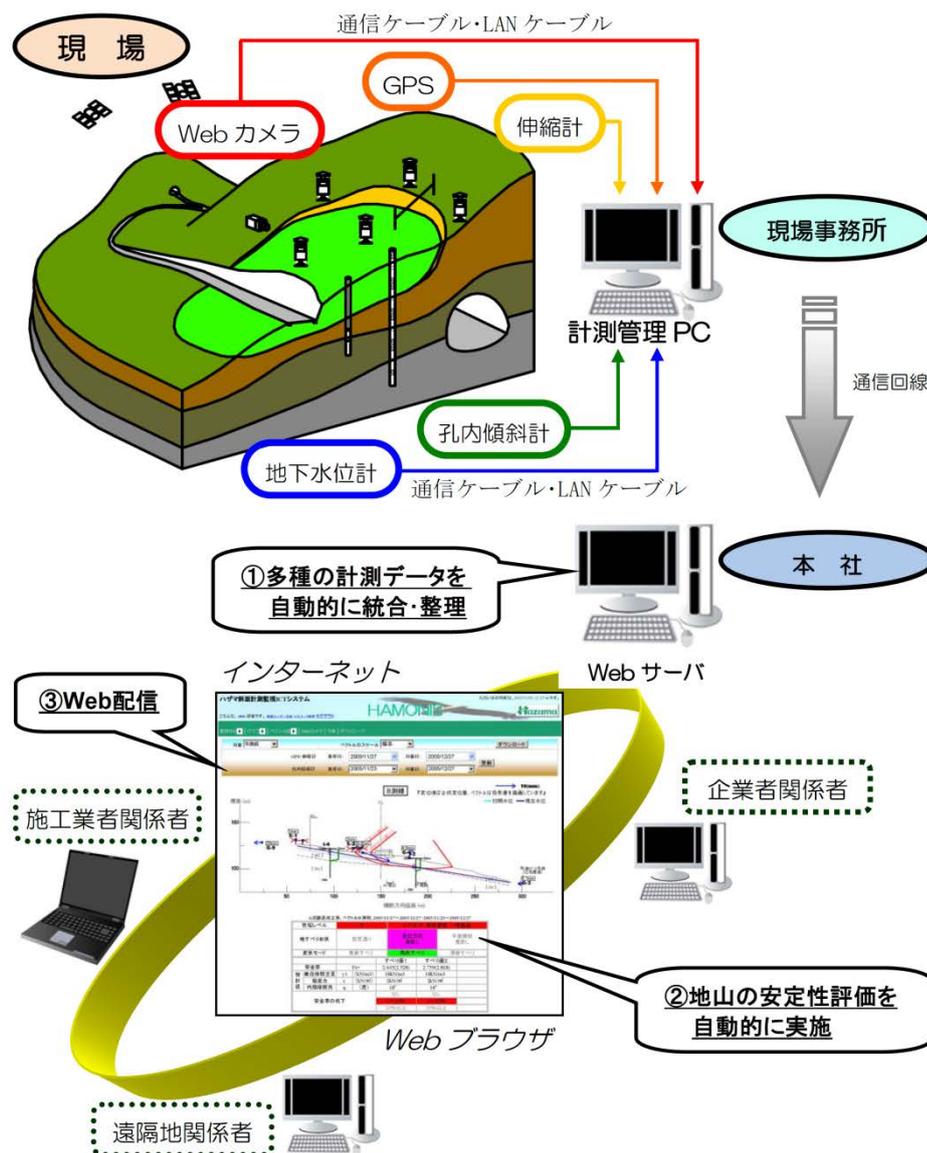
水面輝度の違いを認識しやすい橋脚、護岸、水門、樋門、門柱等の既存施設をターゲットとして利用するため、河川内の構造物へのマーキングや量水標等の特別な設備を設置する必要がないのが特徴。

※CCTV: Closed Circuit Television (閉回路テレビ)の略で、常時監視や遠隔操作、デジタル画像録画が可能な監視カメラ



➤ 1-8: 「斜面計測監視 ICT システム『ハモニス』」 安藤・間

Webカメラ、GPS等から収集された各種計測データを統合・整理し、地山の安全性を自動的に評価し、その結果を関係者とWeb上で共有できるシステム。



斜面計測監視 ICT システム「ハモニス」の概念図

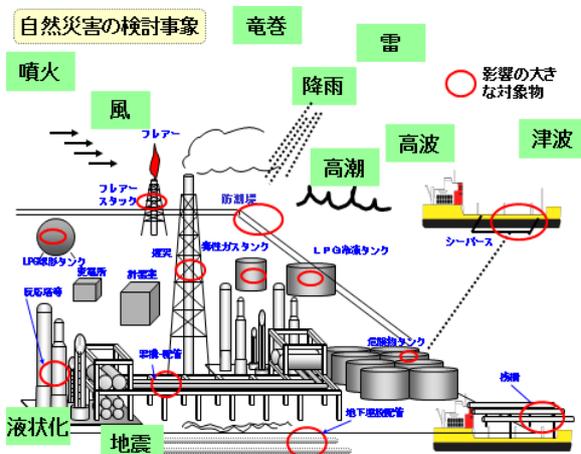
➤ 1-9: 「各種自然災害に対する潜在的問題発掘と弱点部位の改善提案」 出光興産

地震をはじめ各種自然災害の再現期間に応じた最大値予測により、設備上の弱点箇所を明確化し、リスクマネジメント評価を行うことで効果的な防災・減災対策の支援を提案。

高圧ガス・危険物を大量に取扱う製油所、化学工場の設備にあつては、大規模地震をはじめとする各種自然災害が発生しても、設備の損壊を防ぎ、漏えいや爆発を生じさせないことが重要。事業継続できなくなれば社会的影響も増大。一方で、自然災害の規模により、企業が講じておくべき対策は、国内法規・基準に具体的な定めがあるわけではなく、想定外の事象が発生する可能性がある。また、設備の立地場所の違いによって災害事象は大きく異なる。そのため、設備が据え付けられているそのピンポイントの場所で評価することが重要。

さらに、全ての設備に対して補強対応することは多大の費用を要する。このため、再現期間の考え方を採用し、影響度も考慮して、今後予想される自然災害に対して具体的な数値を明確化し、人身災害・大規模災害・環境汚染を最小に留め、製油所全体の長期停止を防止するための弱点部位を明確にし、防災・減災対策を進めることが肝要。

下図に出光興産が支援する自然災害検討事象と地震に対するリスクマネジメント例。



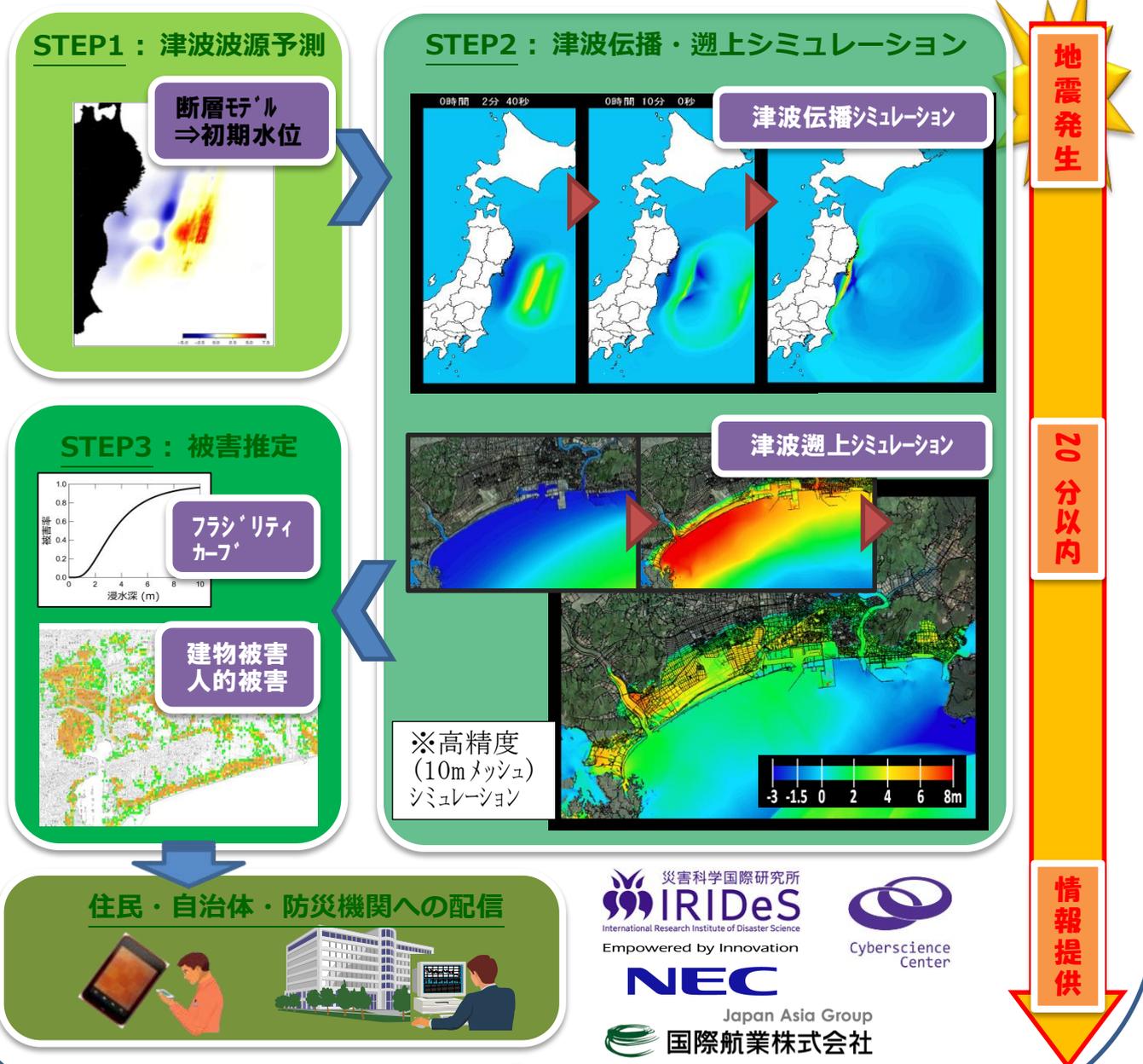
地震リスクマネジメント

再現期間 (発生確率)	要求性能	具体的検討施設
再現期間 970年 (50年間で 5%)	1. 人身災害防止 2. 大規模災害防止	・製油所・工場現場建屋 (旧建築基準法で建設された建屋) ・球形・冷凍タンク (重要度 I, Ia, II 設備)
再現期間 475年 (50年間で 10%)	3. 環境汚染防止 4. 製油所全体の 長期停止防止	・危険物タンク (海上への大量漏洩) ・煙突・ルーフ・大型棧橋 (再建に6ヶ月以上掛る設備)
再現期間 100年 (50年間で 50%)	連続運転可能 (既設は対応済み)	上記以外の設備

➤ 1-10:「リアルタイム津波浸水シミュレーション・被害推計」 国際航業

津波発生時に、スーパーコンピュータを用いた高精度の津波浸水シミュレーションを実行することで、津波到達前（地震発生 20 分以内）に津波浸水および被害推計を実施。

本技術は国際航業と東北大学災害科学国際研究所、同サイバーサイエンスセンターと NEC とで開発を行っているものであり、本年度のG空間シティ構築事業において高知県、高知市、静岡市、石巻市、東松島市を対象に、実証を行っている。



2. 災害発生後：対応・復旧に有効な技術等

災害発生後には、まず被害状況や安否情報の迅速かつ正確な把握を行い、民間を含む関係者に滞りなく情報が共有されることが求められる。こうした情報共有を前提として、被害地域への適切な救援・支援が可能となる。さらに、災害発生前の水準への復旧までの時間を可能な限り短縮していくことが肝要である。

現状においては、災害発生直後の情報共有について、被害情報、避難情報、安否情報等を集約し、インターネットを通じ発信するシステム等が存在する。また、救援・支援の段階においては、被災地における救援や被害状況を遠隔操作により実施することが出来るロボットの他、応急組立て橋梁等が大きな役割を果たす。さらに、復旧の段階において、各種ライフラインの安全かつ効率的な復旧システムや津波被災農地等の修復技術等が存在する。

(1) 災害全般

災害発生直後の避難・復旧に際し、情報伝達手段の確保が最も重要となる。こうした状況に有用な技術等として、電話・インターネット等への迅速かつ確実な接続を可能とする電子機器、高性能センサー等を使用することにより各種災害情報を取得する技術が存在する。そして、これらの機器やシステムにより収集された被害情報、避難情報等をもとにビッグデータ解析を行い、被災地との情報共有等にSNS等を利用する統合システムや、交通量の整理と道路復旧の優先順位付けを行うシステムがある。

また発災後72時間以内に、人命を救助することも大きな課題となる。この際、安全に救助活動を遂行するために、火災、化学物質、細菌、粉塵等から人体を保護する防護服、要救助者を迅速に発見し、優先順位付けのもと効率的に救助する器具・システム、そして遠隔操作により被災地における救援や被害状況の把握を行うことのできるロボットを利活用することが望ましい。

さらに、被災地への支援活動や企業による事業継続活動を遅滞なく開始しな

なければならない。その際、非常時の電力供給を可能とする高性能の自立型の発電設備や橋梁崩落時に迅速な設置が可能な応急組立て橋梁が有用である。

復旧から復興へのプロセスにおいて、生活・産業用水や農地等の汚染を除染・清掃する技術や被災者台帳を用いた生活再建システムも存在する。

(2) 地震

地震発生後の迅速かつ安全な避難・復旧のためには、地震規模、津波発生の有無、その想定高等の正確な測定が求められる。そして、避難・復旧に際しては、地震に付随して発生する大規模火災が障害となることも予期されており、広域かつ長時間に渡る消火活動の充実が重要となる。とりわけ、首都直下地震では、同時に複数の地点で出火することによって四方を火災で取り囲まれたり、火災旋風の発生等により、逃げ惑いが生じ、火災による死者は最大で約1万6千人にもものぼると想定されている。

さらに、発災時間によっては、帰宅困難者への対応のために一時滞在施設の立ち上げが始まる。この際、二次災害を避けるためにも、当該施設自体の安全性を確保していくことが重要となる。

こうした事象に対し、利活用される技術・システム等として、まず前述の長周期地震動を正確に計測する技術や海底地震・津波を観測するシステムがある。次に石油化学コンビナート火災、密集市街地火災等、大規模かつ長時間継続する火災に対し、大量かつ10日以上に渡り送水可能な消火システムも存在する。さらに、発災後わずかな時間で、建築物の損傷度を計測し、利用可能か否かを判断するシステムもある。

(3) 風水害

津波・豪雨等により、工場設備や地下鉄・地下街・地下駐車場等の閉鎖空間の浸水が予想される。

こうした状況に対して、地下施設や建物の1階部分の出入口に設置し、発災

後動力を用いず短時間でセット可能な止水板や、浸水後には自家発電設備を搭載することにより長時間稼動が可能な排水ポンプ車等が有用である。

(4) 火山災害

2014年の御嶽山噴火では、火山災害の予測が困難であることのほか、火山防災計画や救援における火山ガス除去の重要性が改めて浮かび上がった。

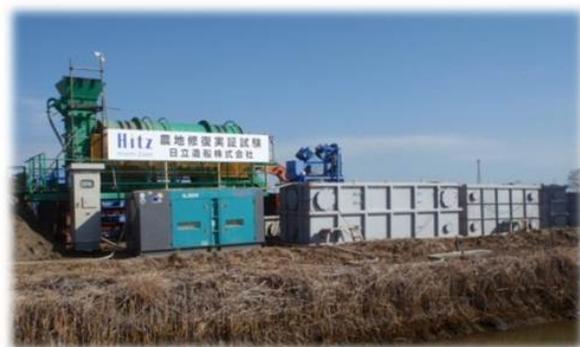
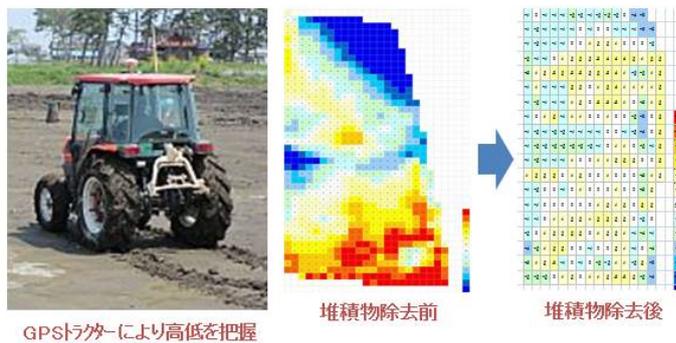
火山災害に有効な技術等として、火山の噴火履歴とシミュレーションに基づいた火山防災計画の策定支援技術や降下火山灰の観測技術、そして復旧時に住居に対し供給される外気を浄化するシステムが存在する。

<コラム2：対応・復旧に有効な技術・システム例（順不同）>

➤ 2-1：「津波被災農地の修復技術」 日立造船、住友化学

津波被害を受け、塩分や微細瓦礫が堆積し、営農できない状態になった農地を修復する技術。特長は以下の7点。

1. 津波堆積土量を短時間で高精度に把握
2. 従来法に比べて掘削除去は短時間かつ高精度
3. 堆積物を除塩し、作土、建設用土、異物の分離が可能
4. 回収した作土を精度良く均平化
5. 回収した作土は水稻栽培が可能
6. 対象地域の土地情報をデータ化
7. 堆積物の調査から農地の再生までの一貫したシステムを確立



Hitz LaRWS(ラース)工法 (Land Renovation by Washing and Separation)

➤ 2-2: 「災害対策用断熱シート “トーレペフ” 電子線架橋ポリオレフィン発泡シート」 東レ

東レが開発をした独立気泡発泡体であり、断熱性、クッション性、耐水性に優れたポリオレフィン発泡体。1 m幅のロール品(50~300m)で供給出来、加工も容易で即座に災害時に使用可能。現在トーレペフは様々な用途で使用されている。

<製品写真>



<用途例 保温、クッションシート>

東日本大震災の際には、避難所へ送付し、断熱マットとして利用された。



➤ 2-3: 「市民参加型防災システム」 富士通

機械センサーによる観測情報以外にも、SNSや相互通報システムを活用して、市民自らが防災情報の収集に協力するとともに避難行動に役立つ情報共有を行うことができるシステム。このシステムを活用することで、災害時は迅速な災害検知や被害状況の迅速な把握が可能。

市民参加型防災システム (実証研究中)

■ 現場情報収集の課題

- センサーですべてのエリアをカバーすることは困難
- 浸水・土砂くずれなど発生場所を事前特定できない場合はセンサー設置できない

IT技術を活用した4つの監視・収集体制構築

【情報源と精度・コストの関係】

①機械センサー (従来技術) ②特命市民 (定時・定位置)
 ③一般市民の報告 (自由報告) ④一般市民の投稿 (自由投稿)

➡ SNSなどを活用して収集実現

4つの情報源により情報収集体制強化

システム導入のメリット

行政

現場センシング情報の密な収集による災害対応力強化
 参加型防災行政実現による市民の防災意識向上

市民

防災活動における自助・共助の意識向上
 災害情報の早期収集による的確な避難行動の実現

市民参加型防災システムイメージ (収集系)

(参考) SNS活用研究事例

2012年8月京都府豪雨
 14日9:00前後ニュース報道
 → SNS利活用により報道よりも早く検知

市民参加型防災システムイメージ (提供系)

➤ 2-4: 「被災者台帳を用いた生活再建支援システム～災害から被災者が生活を再建するまで一貫してサポートするためのシステム～」

インターリスク総研

「被災者台帳を用いた生活再建支援システム」は、自治体が災害時に実施する「り災証明書発行」等の被災者生活再建支援業務を総合的に支援するシステムで、京都大学や新潟大学、およびNTTなどの事業者と産学共同により開発。

当該システムには大量の被災建物の調査を迅速かつ公正に行うためのシステムや調査員育成のための研修プログラム、および調査結果をデータ化するための情報処理システムが組み込まれ、既存の業務システムと被災情報の連携を図りながら、り災証明書を円滑に発行する機能がある。また、様々な支援業務を一元的に管理することができる被災者台帳管理機能も備えている。

インターリスク総研は被災建物の調査のための調査票の開発を実施。また、災害対応に必要な知識・技術を短時間で効果的に習得するための研修プログラムや教材の開発についても担当。

このシステムにより、被災者の方々が自立した生活をいち早く取り戻すことができる社会の実現に貢献。



被災者台帳を用いた生活再建支援システムの全体像：

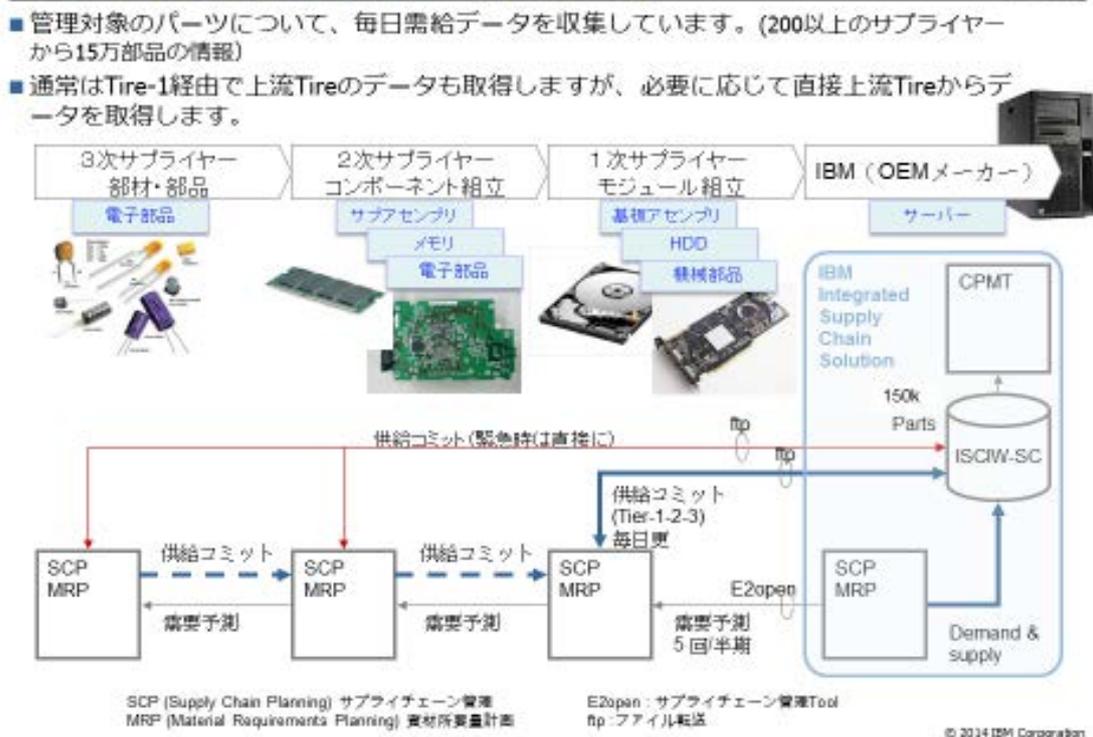
災害の発生から被災者が生活再建を果たすまで、各段階での被災者と行政とのやりとりを一貫してサポートするシステムをデザインし、公益財団法人日本デザイン振興会が主催する「グッドデザイン賞」を受賞。

➤ 2-5 : 「サプライチェーン管理システム」 日本IBM

部品のサプライチェーンに関する情報をデータベース化し、リスクの最小化を支援するツール。サプライチェーンにおける物流供給網を可視化することで、部品の調達先変更等にも迅速に対応でき、問題解決までのリードタイムの短縮と対応コストの抑制を実現。大規模災害時には、市場に不足する部品を優先的に入手することが可能。

当ツールは、自然災害に限らず、事故や障害など、あらゆるリスクに対応。IBM自身でも、IBMのサーバー製品に使用される約15万点の部品に関し、3次サプライヤーまで含む200社以上での在庫や需給状況をデータベース化し、納期26週間前からの部品状況を把握。これにより、最適発注量と計画に関する確な処置が実施できるため、問題解決までのリードタイムを平均33日から14日へ短縮でき、またそのコストも10%削減。

サプライチェーン管理 (IBMの例)



➤ 2-6 : 「マンモス型防災・減災システム」 帝国繊維

当システムは、送水について、接近困難な水源や高落差（15～60m）の水源から、毎分4,000～30,000リットルの大量送水が可能であり、自動安全給油装置により約10日間以上に渡り連続送水が可能。次に大量の送水から、強力なジェット噴霧を形成し、遠距離で発生している大規模石油コンビナート火災等を鎮圧することが可能。

「首都直下地震・南海トラフ巨大地震」への備え

迫りくる**巨大災害**に挑む

テイセンの

マンモス型防災・減災システム

先端装備 **ターボハイドロジェット** ← (送水) 動く水源 **ハイドロサブ**

毎分 8,000L の噴霧を 150m 離れた場所で安全に消火・鎮圧作業ができます。

- ・消火鎮圧 ・タンク冷却
- ・爆発防止 ・風散防止
- ・放射線、可燃性有毒ガス 風散防止

高落差の水源から毎分 2,500 ～ 30,000L を長時間にわたり連続送水

三次元

先端装備

ターボハイドロジェットの威力

大容量ジェット噴霧放射システム





《湾岸戦争時に発生した油田火災は、ジェット噴霧を利用して消火に成功しました》

<マンモス型防災・減災システム>とは

大量送水システム「ハイドロサブ」から、大容量ジェット噴霧システム「ターボハイドロジェット」へ、最新鋭連続的に送水し強力なジェット噴霧を形成、遠距離で発生している大規模石油コンビナート火災や原子力事故現場等へ大容量の噴霧を放射して想定外の巨大災害を鎮圧、対応できる世界初の「三次元連続防災・減災システム」です。

<対応された適用災害>

- ◎石油・化学コンビナート火災・爆発災害
- ◎可燃性ガス漏洩災害
- ◎原子力・火力発電所火災・放射線拡散災害
- ◎市街地密集火災
- ◎大規模トンネル火災
- ◎「ハイドロサブ」により大規模火災時の大量送水、水害時の大量排水、被災地への生活用水の大量給水

<<噴霧の射程距離と消火面積>>

噴霧の有効な消火面積

- ・射程距離→150m → 消火面積→3,500m²
- ・射程距離→120m → 消火面積→2,200m²

水の放水能力（タービン2基）

- ・8,000L / 分（最大）

ITEP 帝国繊維株式会社

〒103-0027 東京都中央区日本橋二丁目1番10号
 TEL(03)3281-3033 FAX(03)3274-6387
 E-mail:bousai@taisens.co.jp
 http://www.taisens.co.jp

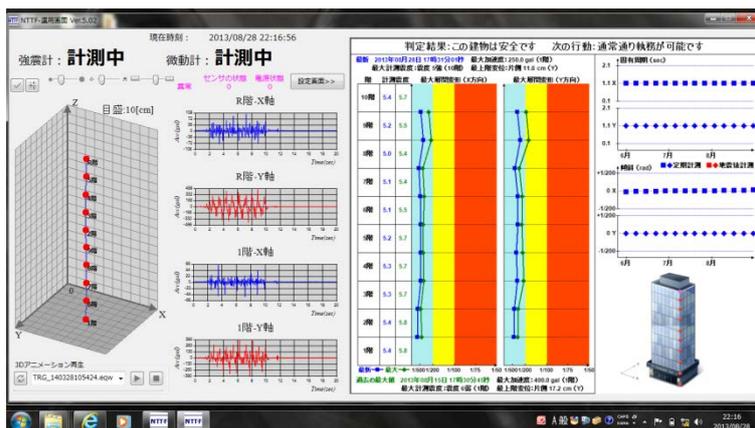
➤ 2-7：建物安全度判定サポートシステム「揺れモニ」

NTTファシリティーズ（日本電信電話 グループ会社）

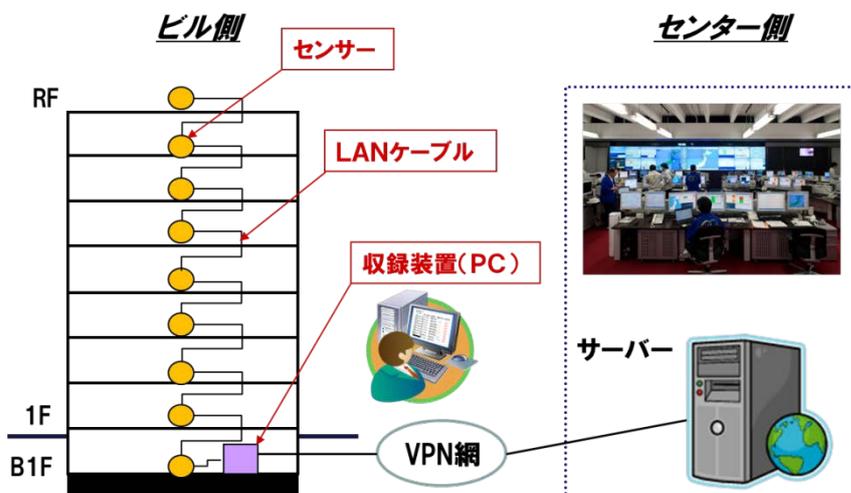
建物の全階にセンサーを設置し、加速度データを取得の上、独自のシステム解析により、地震後建物の安全性を評価するシステム。設備や2次部材の被害と異なり、構造躯体の被害は通常見えないが、システムの導入によって地震後の建物安全度を青・黄・赤で表示し、継続使用の可否や避難の必要性を瞬時に判断することが可能。また、複数ビルの状況を一元的に把握することも可能。

調査の際も、揺れモニデータを利用することにより損傷の大きい階を特定し、的確に調査を行えるため、調査期間の短縮や調査費用の削減が可能。

■ 表示画面



■ システム図



➤ 2-8 : 「ミズガード（防水板、防水扉）」 豊和工業

防水板は、急な豪雨に対し、簡単な操作で止水板を立ち上げて、地下鉄、地下街、オフィスビル、公共施設等の出入口からの水の浸入を防止。

防水扉は、通常時の開閉が一般のドアと同様に操作でき、非常時のみ強固な防水仕様となり、出入口からの水の浸入を防止。

ミズガード（防水板）



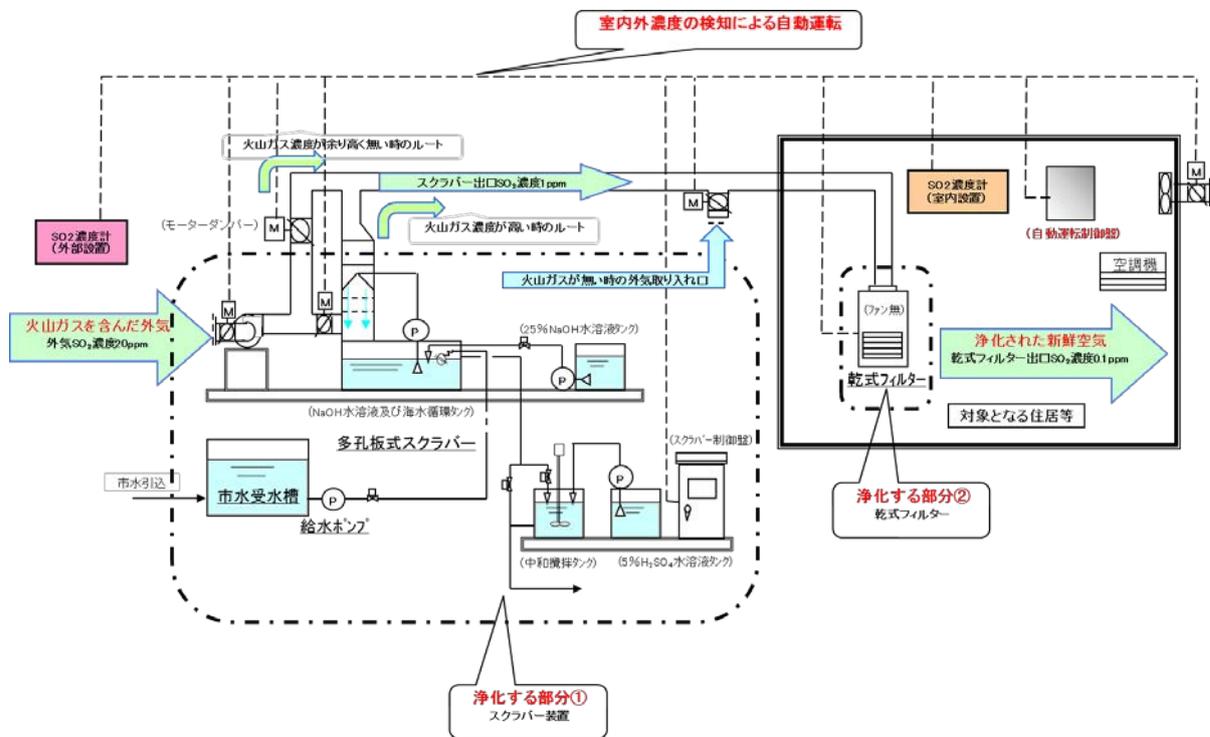
ミズガード（防水扉）



➤ 2-9: 「火山ガス除去システム」 新菱冷熱工業

火山ガス（二酸化硫黄）が発生している状況において、住居等に対して供給される火山ガス成分を含んだ外気を、昼夜を問わず普通に生活できる濃度の新鮮空気に浄化。また、緊急時の状態においても継続的に運転を可能とするために、浄化する部分を2種類設置し高い安全性を確保すると共に、室内外の濃度を検知して運転を自動化することで省資源化を実現。

＜火山ガス成分を含んだ外気の浄化システム概念図＞



Ⅲ. 防災・減災技術等の普及・開発促進に向けて求められる取り組み

第2章で概観したとおり、わが国の防災・減災対策が抱える課題の一部は、現在の技術・システム等を有効に利活用することにより解決が期待される。同時に、これらの技術等は、国際貢献の観点からも極めて有用である。

このような認識のもと、本章では、わが国の持てる防災・減災に資する技術等の普及・開発促進ならびに海外発信に向けた、企業による取り組み、産学官連携による取り組み、そして行政に求められる取り組みについて提言する。

1. 企業による取り組み

これまで見てきたとおり、わが国企業は、各種災害に対して有効な防災・減災技術等を有している。今後は、絶え間ないイノベーションを通じて、自社の保有する技術等が世界随一の水準のものとなることを目指していかなければならない。そして、国内外問わず、普及や利用促進に向けた取り組みを続けていくことが求められる。

2. 産学官連携による取り組み

(1) 連携の強化

経団連の提言「企業間のBCP／BCM連携の強化に向けて」（2014年2月）⁵では、サプライチェーン、地域内、業界内連携に際し、先進的な企業の取り組みの展開が重要であると述べた。これを踏まえ、防災・減災対策への技術等の利活用についても、導入事例等を関係者間で共有し、理解を深める機会を設けるとともに、業界毎に関連する技術を発信していくことも検討すべきである。

また、現在政府は、「イノベーション ナショナルシステム」の考え方のもと、産学官の英知を有機的につなげ国全体のイノベーション創出力を強化する

⁵ 経団連「企業間のBCP／BCM連携の強化に向けて」（2014年2月）

<https://www.keidanren.or.jp/policy/2014/029.html>

方向にある。この方向性を、防災・減災技術の開発・普及促進に関する産学官連携の構築に結び付けていくことが不可欠となる。

その際、全国各地に、その地域を核とした産学官連携を構築することにより、各主体の持つ防災・減災対策に関する強みが最大限に発揮され、社会全体の強靱性は向上する。具体的には、「国土強靱化基本法」⁶のもと、各都道府県・市町村による、「地域強靱化計画」の策定が進んでいるが、今後地域間での強靱化計画の連携を推進し、産学官連携体制の強化について強調すべきである。

こうした、防災・減災対策における産学官連携体制の構築に向けて、わが国全体の防災・減災技術等のシーズ・ニーズに関する情報を共有し、異業種間の技術開発者等の対話を促進していくべきである。その際、行政がイニシアティブを取っていくことも考えられる。こうした有機的なコミュニケーションの中から、防災・減災技術等のイノベーションが発生することが期待される。

地方の防災・減災対策や強靱化の観点からは、ハード・ソフト双方で企業の持つ技術等を利活用しながら、当該地方の実情にあわせた計画を策定・実施していくことが求められる。このプロセスにおいて、各地方自治体と関連企業が十分な対話とフィードバックを得ることができるような場を確保していくことが求められる。

以上のようなわが国の産学官連携は、世界の第一線を行く防災・減災対策のあり方であり、諸外国の範足りうるものである。

経団連としては、政府・与党の進める最重要政策のひとつでもある「地方創生」の視点も踏まえ、防災・減災対策の現状と課題についても総合的に検討していく。

⁶ 強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法（2013年12月11日法律第95号）

http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/hourei.html

(2) 国際貢献の観点を踏まえた、防災・減災技術等の展開

経団連では、ビジョン「『豊かで活力ある日本』の再生－ Innovation & Globalization －」(2015年1月)において、防災・減災技術等を海外へと発信していくことの重要性を強調している。産学官連携の取り組みによる成果を、国際貢献とわが国経済の成長戦略の観点を踏まえ、途上国への防災・減災技術等の展開に結びつけていくべきである。

既に、国土交通省が中心となり、企業、関係機関とも連携し、防災面での課題を抱えた新興国等を対象に、関係機関とも連携し、平常時から防災分野の二国間協力関係を強化するための「日本防災プラットフォーム」が2014年6月に設置されている。

このように、新興国の防災・減災対策にかかるニーズを汲み取り、発信する土台は整備されており、今後はこうした場をいかに有効かつ継続的に活用していくかが焦点となる。その際、途上国によって対応すべき主たる災害が異なること、そして、技術や社会インフラ等の水準に差があることに十分留意しなければならない。

さらに、わが国として、官民の有するハード・ソフト双方の防災・減災対策を各種災害や利用用途ごとにまとめ、途上国とのマッチングを図るとともに、わが国の産学官連携のあり方を国際社会に発信していくことが必要である。とりわけ、早期復旧・復興に資する技術・システム等については、パッケージ化を図り、緊急時の提供のあり方等について、各国との協議を重ねていくべきである。こうした機会を通じて、世界の防災・減災対策の実情を鋭敏に看取り、真に必要とされる防災・減災技術等への改良や開発を実施していくことが求められるだろう。

経団連としても、ビジョンに基づいて、中長期的にわが国の防災・減災技術等の展開に貢献するとともに、多様な主体との連携のあり方を発信していく。

3. 行政に求められる取り組み

防災・減災対策の推進、とりわけ大規模災害発生時の緊急対応、さらには防災・減災技術等の普及・開発促進には、政治・行政の強力なリーダーシップが求められる。そうした観点から、防災担当相のもと内閣府防災の真に実効的な司令塔機能をより一層強化していく必要がある。そのうえで、防災・減災技術等の普及・開発促進に向けて、以下の取り組みを実施していくべきである。

(1) 情報提供・共有

各種災害への防災・減災対策を充実させていくためには、行政より提供される防災・減災情報の種類・範囲の拡大、オープン・データ化を目指すとともに技術の利活用につながる情報提供が重要となる。

【予防】

災害への予防の段階では、各種情報の公開・周知とともに、従前の被害評価のあり方を見直すべきである。

まず、地域防災の充実の観点から、最新の災害発生状況を踏まえ、浸水想定箇所や延焼危険箇所等の災害危険箇所の見直し、調査を不断に進め、ハザードマップ等に反映していくことが重要となる。とりわけ、2014年8月の広島豪雨災害の経験を踏まえ、同年11月に改正された「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」のもと、警戒区域の調査・周知を期限を定めて徹底していかなければならない。その際、ライフラインの確保が困難となる地域の公開や避難生活等に大きな役割を果たす緊急水源情報の調査・周知を実施していくことが望まれる。

次に、防災・減災に資する技術が適切に利活用されるために、社会全般の脆弱性について、安全保障・防犯にも留意しつつピンポイントで公開していくことが必要である。耐震化等の技術については、道路や橋梁の杭の耐震診断結果の公開、補修・補強により長寿命化が必要とされる公共施設情報の開示、そして全国の防波堤の断面や設計条件に関する情報の提供が望まれる。また、液状

化対策の実施箇所、時期等のデータが提供されることも重要となる。さらに、行政は山地、崖地、斜面等の管理責任者の把握・周知に努め、十分な対策を講じる必要がある。

従前の被害評価の見直しとして、構造物に対する津波波力の時系列評価への転換の検討も行うべきである。現状では、最大津波高のみで津波波力を評価しているが、最大津波高の時に波力が最大になるとは限らないためである。また、液状化対策による住宅等の基礎被害や建物の傾斜の被害認定基準の自治体間の統一を検討すべきである。

くわえて、準天頂衛星システムによるG空間情報を容易に技術利用できる体制整備も着実に推進していくべきである。

【予測】

各種災害の発生、被害予測の精度を上げていくため、国土基盤情報を含めた幅広い情報のオープン・データ化が重要である。

具体的には、地震の被害予測に際し、各地の地盤構造に関するデータ、各地区における地震時の加速度の提供、そしてライフラインの耐震性に関する情報の公開が望まれる。

現在、風水害のなかでも、河川の氾濫等による被害予測が課題となっている。このため、産学官が連携のもと、海域、陸域地形データ、気象海象データを集約し、河川における流水量、流水深、河川に対する治水状況等を共有していくべきである。さらに民間による被害予測の精度を補完する観点から、行政が河川の流出解析に用いているパラメータの公表や津波浸水予測における流速情報及び時系列情報の公開を実施していくべきである。

【対応】

災害の発生後は、民間も含めた関係機関による被害状況等の把握、被災者の安否確認、そして各種情報の発信を迅速かつ切れ目無く行うことが不可欠である。

被害状況等の把握について、被災後のICT基盤環境の被害状況や情報通信

需要が高まる地域・時間帯に関する情報を共有していくことが必要である。また、内閣府による「災害に係る住家の被害認定基準運用指針」では、居住者のいない事務所等に対する被害の判定基準や方法が明示されていないため、これらについても今後検討を深め公表するべきである。

被災者の安否確認にあたっては、自治体における安否情報の収集および公開に関するガイドラインの策定を実施するべきである。

各種情報の発信とそれに基づく避難行動に際し、行政の避難指示等の判断基準や情報伝達メディアの活用計画等を可能な限り周知し、災害後に混乱を最小化するよう取り組まなければならない。さらに、地方自治体等から収集した各種情報を多様な媒体を通じて発信できるＬアラート（災害情報共有システム）の普及・促進を前進させることが重要である。

（２）規制改革等

防災・減災技術等の開発や普及を後押しする観点から、各種規制の見直しや緩和が求められる。本節ではその具体例を示す。

【予防】

わが国の財政状況や企業の経営環境を勘案すれば、最小の費用で最大の効果が発揮される技術等を利用することにより、建築物等の強靱化・長寿命化を図ることが不可欠となる。

そこで、耐震化等の技術の開発の促進に向けて、新材料・新工法を展開できる実証実験の場の提供や実施手続き等の簡素化を目指していくべきである。

また、耐震工法等の効果的活用に向けて、既存建築物の外側補強について、建築基準法における日陰規制等の集団規定や、各自治体の条例による窓先空地の設置規制等の柔軟な適用が望まれる。あわせて、都市部において、いまだに数多く存在する旧耐震基準のマンション等の建築物の免震化を促進していくために、品確法（住宅の品質確保等の促進に関する法律）の住宅性能表示制度において、旧耐震建築物を免震化した場合の評価方法を明示すべきである。さら

に、老朽化が過度に進んだ建築物の建て替えを促進する観点から、借地借家法における、更新拒絶・解約申し入れを行う際の正当事由の拡大や区分所有法における決議要件の見直しにつき、検討すべきである。

さらに、津波や液状化により崩壊が懸念される岸壁・護岸等の補強に際した、埋立法線の前出しを認め、環境アセスメントを含む埋立手続きの簡素化を図っていくべきである。あわせて、地盤の変位状況等を計測する機器の設置に対しては、用地境界の制約等を除外することも検討すべきである。

【対応】

東日本大震災において通信の輻輳に見舞われた経験等を踏まえ、平時から多様な通信手段を確保し、被害情報や災害情報等の収集を切れ目なく実施していくことが不可欠である。

その際、自治体の持つ既存の通信システム同士を接続し、広域に渡る情報交換等を実施できるような通信基盤も構築していくべきである。

また、各種センサー等から発信される情報が輻輳により寸断されてしまう可能性を踏まえ、通信インフラの共有、代替ネットワークの優先利用や多目的バンドの開放等について検討すべきである。

地域においては自治体が、民間も含む関係機関との連携のもと、被害情報の収集や安否確認等を迅速に実施しなければならない。この際、当該地域の関係機関の間で共通で利用できる周波数帯の設定を可能にすることが必要となる。

さらに、効率的な救護活動や通行可能な道路情報の発信等に際しては、大多数の個人から収集した情報の解析や開示・提供が必要となるため、個人情報保護法等の柔軟な適用も望まれる。

(3) 適切なインセンティブの付与

企業が自主的に防災・減災対策を講じていくうえで、適切なインセンティブの付与を検討していくべきである。

この際、まずは行政において、中長期的な防災・減災対策の目標を可能な限

り明示していくべきである。このもとで、防災・減災対策が、個社を越えて、民間投資により一層推進されることが期待される。

他方、各種災害に対する脆弱性評価をもとに、とりわけ緊急性の高い事業所・重要施設等の耐震化・防火工事や液状化対策に優先順位を付けて、財政面を含めた支援等を行っていくことが求められる。

また、急速な少子高齢化と地域の過疎化が進行するなか、地域の災害への対応力と社会インフラの効率的な運用を両立させるために、スマートシティやコンパクトシティ⁷を構築していくことが有効な対応策となりうる。このため、中長期的な防災・減災対策の目標を検討していく際にも、スマートシティやコンパクトシティを含めた次世代のまちづくりと関連付けて、民間の活力を最大限引き出すことができるよう、関係者との議論を一層深めていくべきである。

IV. おわりに

古来より、わが国は数々の自然災害に見舞われており、防災・減災への知恵というべきものが伝統のなかに息づいている。毎年甚大な被害をもたらす各種災害が世界各地で発生する時代にあって、わが国の培ってきた経験・ノウハウ等を世界に一層展開し、利活用しない手はない。

前述のとおり、わが国企業の有する技術等は、防災・減災対策を前進させる。企業においては、自社の持つ防災・減災等に資する技術、製品、サービス等を積極的に海外へ展開するとともに、海外のニーズを踏まえた技術等の開発を推進していくことがグローバル社会における経営戦略の観点からも望ましい。

経団連としても、日本企業の持つ優れた防災・減災技術を、あらゆる機会を通じ国内外にアピールしていく。

以 上

⁷ 経団連「地域基盤の強化に関する基本的考え方」（2013年9月）

<https://www.keidanren.or.jp/policy/2013/078.html>