

【産業競争力懇談会 2013年度 研究会 最終報告】

## 【レジリエント・ガバナンス】

2014年3月3日

産業競争力懇談会 **COCN**

東京大学政策ビジョン研究センター

## 序.「レジリエンス」強化に向けた我が国と世界の動向

### 1. グローバル・アジェンダとしてのレジリエンス

世界経済フォーラム、OECD でのリスク関連調査や先進各国でのレジリエンスに関する政策はグローバルでの相互依存性などを意識した政策議論である。レジリエンスに代表される危機管理能力が企業や経済の競争力、ひいては国家競争力と認識されつつある。一方、我が国では自然災害を中心とした防災・減災対策として国土強靱化対策の第一歩が踏み出されたところである。

### 2. 国家としてのリスク・アセスメントの実施

国家のレジリエンス強化に向けた基本法(国土強靱化基本法)が整備され、脆弱性評価も進み始めた。しかし、先進各国で実施されている国家の危機管理施策にはなお学ぶべき点が多い。リスクの対象や評価手法、そのマネジメント手法と社会実装までの手続きと危機管理の国家戦略について、先進各国と比べ、日本には未だ改善の余地がある。

### 3. リスク認識が大きく異なる日本の官と民

日本政策投資銀行(DBJ)が実施した日本初の総合的なリスク・アセスメント調査で、様々なリスクに対する官民間の認識の差が明らかになった。国家運営に際し、総合俯瞰的な観点から政策の優先順位付け、リスク管理の責任分担、官民間のリスク・コミュニケーションを促進させるためにも、先進各国のようにオールハザードを対象とした国家のリスク・アセスメントを実施するべきである。

## I. レジリエント・ガバナンスの考え方

### 1. レジリエント・ガバナンス

大規模災害等の非常事態に直面した際、限られたリソース(ヒト、モノ、情報、時間、空間)をもとに、政府・地方自治体・民間企業・NPO・市民社会が、その協働メカニズムによる事前準備・応急措置を進め、社会システムを支える重要インフラシステムの「被害の最小化」と「早期の機能回復」の実現を図ることである。

### 2. 非常事態への「事前準備フェーズ」と「事後対応フェーズ」

#### (1) 「事前準備フェーズ」で重視すべきこと

オール・ハザード・アプローチ、重要インフラシステムの複雑系システムと相互依存性の理解、ハードに偏らないソフト面の重視、時間要素の導入、地域的エリア間の依存性把握と対応

#### (2) 「事後対応フェーズ」で重視すべきこと

日本版インシデント・マネジメント・システム、非常時指揮システム、状況認識を支える情報システム、関係省庁をまとめる司令塔機能

### 3. ガバナンス設計の検討プロセス

①重要インフラシステムの構造の把握、② 重要インフラ間の依存関係、③ 脆弱地点の解明、④ 脆弱性軽減策の開発、⑤ レジリエント・ガバナンスの設計 ⑥ リスク・マネジメント計画の策定と実行 のシミュレーションが必要。

## II. 重要インフラ・ガバナンスの具体例<エネルギー需給システム>

### 1. エネルギー需給システムの特質

#### (1) 構造

被災直後から必要になる諸般の活動を支え、国民生活・経済活動を正常化させるためには、エネルギー需給システムの早期正常化が必須であり、供給者側の対策のみならず、需要者側の平時からの自衛的備えが必要。

## (2) エネルギー相互の依存関係

災害時に系統電力が停電した際、分散型電源の稼働による復旧までの電力の供給には、燃料の十分な確保が必要になる。その燃料が欠如すれば、石油やガスを供給するインフラが動かず、安定供給は困難となる。

## (3) 「自由化・市場化」と「レジリエンス」の相克

自由化による競争的なエネルギー供給環境の構築という視点に加えて、「レジリエンスの高いエネルギー供給構造」を作るという視点を重視し、バランスのとれた制度改革を進める必要がある。

## 2. 石油セクターのガバナンス設計

### (1) 需要家による自衛

病院・通信・金融等の重要インフラシステムの非常用電源等を動かす燃料不足や、孤立集落・世帯の発生を想定し、道路等が毀損して石油輸送が困難な初期局面（発災後72時間程度）に備え、需要家による自衛的な石油製品の備蓄を強化すべき。

### (2) 供給・流通対策

製油所・橋・配管等損壊による入出荷機能喪失を防ぐべく石油コンビナートの液状化対策を進めるべき。輸送手段やSSの被災を想定し、タンクローリーの予備力やドラム缶や仮設SSユニットによる給油能力強化を推進すべき。

石油精製元売り各社は、物流会社、販売子会社、特約販売店・販売店を包含する「系列全体のBCP」を早期に整備すべきである。また、関係省庁と石油業界による燃料供給支援の「協議体」を構築し、製油所周辺の道路・航路の優先的啓開の実現、被災・復旧情報の一元的かつリアルタイム共有システムの構築、緊急物流円滑化に必要な規制緩和特例を事前準備すべき。

## 3. 天然ガスセクターのガバナンス設計

### (1) 地政学リスク対策

長期契約における調達ポートフォリオの多様化、国産天然ガス開発を推進するとともに、事業者間の天然ガス融通を容易にすべく、LNG 売買契約における仕向地条項見直しを進めるべき。

### (2) 大規模災害等によるガス供給不全リスクへの対策

国は国費投入を前提とした天然ガスパイプライン整備構想を策定し、建設コスト低減等に資する規制緩和等により整備を促進するとともに、大規模貯蔵設備としての枯渇ガス田活用に向けた法的ルール整備等を具体的に検討すべき。

### (3) 大規模災害等による電力需給逼迫リスク対策

重要インフラ施設による、天然ガスパイプラインの整備やコージェネレーション等の自家用発電設備の普及・拡大を税財政措置により推進すべき。

## 4. 電力セクターのガバナンス設計

### (1) 「系統電力」

地域間電力連系・危機時の融通余力の強化に向け、必要なインフラ（東西周波数変換や北本連系等）の更なる増強や需給調整能力拡大に向けたスマート・グリッド技術開発等を進めるべきである。電力設備の応急復旧に必要な資機材・燃料・人材等の迅速な確保、道路等インフラの被災状況・通行規制・復旧状況等の情報の迅速な共有が必要。

### (2) 「分散型電力」

危機時に、系統から独立して確実に稼働させるためには、十分な石油備蓄の保有や、中圧ガス配管への接続、蓄電池との併用等の安定化運転技術の導入や、水冷式エンジン型発電機への水供給確保が必要である。また、危機時の稼働の信頼性を高めるには、「非常用発電」でなく「常用」で活用できるコージェネレーションが有効。

### Ⅲ. 重要インフラ・ガバナンスの具体例＜公衆衛生・保健医療システム＞

#### 1. 公衆衛生・保健医療システムの特質

- (1) 公衆衛生・保健医療システムはもっとも複雑かつ重要なインフラであり、災害発生時には需要が急増すると同時に、供給力は低下する可能性が高い。
- (2) 急増した医療ニーズ(サージ)に対して、人命・負傷者救済の観点から事前に基準を明確化・共有して資源の効率的配分を準備することが重要となる。

#### 2. 公衆衛生・保健医療システムの脆弱性を生む要因

- ① 非常時には膨大かつ多様なニーズに対して迅速な医療提供が困難になり、システムの脆弱性を生む。
- ② 医療提供機関は地理的に偏在し、通信、エネルギー、物流等他のシステムに依存しており、人員、必要機器等を適切に調達することは容易ではない。
- ③ 医療の分化した専門区分や官民の運営形態の差、各機関の財政能力も制約となる。

#### 3. 公衆衛生・保健医療システムの脆弱性の克服策

脆弱性の克服には、この複雑なシステムの特質をよく見極め、優先順位等行動原則を確立し共有するとともに、複線的バックアップの体制を構築することが重要であり、以下の施策が有効である。

- ① 稀少資源の効率的な使用
- ② 潜在的な医療資源の把握(発掘)と非常時における動員体制の構築(救急救命士等の活用)
- ③ 依存関係にあるシステムとの連携
- ④ 医療ニーズと利用可能な資源の把握のための情報システムの構築とそれを有効にするためのマイナンバー等の活用
- ⑤ 冗長性の確保と平時における対応
- ⑥ 効果的なマネジメント・システムの構築:チーフ・リスクマネジメント・オフィサー等の職務の設置とリスク・マネジメント計画の策定
- ⑦ 災害発生時の危機管理を効果的、効率的にするための規制および規制緩和、支援体制の法的制度整備

#### 4. レジリエンス強化のための政策パッケージ

##### (1) 医療機関レジリエンス確保パッケージ

- ① 建物自体の強靱化
- ② エネルギー確保などのインフラ関連
- ③ 給水の備蓄と代替手段の確保:周辺施設、敷地内設備の脆弱性検討及び耐震性向上
- ④ 医療ガス設備の耐震措置及び非常用医療ガス設備・スペースの整備
- ⑤ 医療機関内のソフトパワーとしての強靱化

##### (2) 医薬品等提供レジリエンス確保パッケージ

- ① 医薬品・医療機器メーカーへのレジリエンス拡充
- ② 医薬品卸のレジリエンス拡充
- ③ 監督官庁、自治体等のレジリエンス拡充

### Ⅳ. ケーススタディ ＜首都直下地震＞

#### 1. 東京都市圏の特徴

##### (1) 「国家中枢・経済中枢機能」としての東京

十分な備えがない状態で首都直下地震が発災した場合、国家の統治機能と日本の経済活動に大打撃を与え、国際ビジネス都市としての TOKYO の信頼感を完全に失墜させる恐れがある。

- (2) 「地方」としての東京  
人口3700万人を抱える「世界最大の地方」東京は、圧倒的な人間の密度と量により、必要な資源の量的確保や帰宅難民問題、要援護者対策等にみられるように、リスクを増幅させる。
  - (3) 東京都市圏におけるレジリエント・ガバナンスの考え方  
「首都復興プロセス」のスピードを最速化させるためには、「国家中枢機能」と「経済中枢機能」へのダメージを最小化させ、かつ、いち早く回復させる、**「レジリエント・ガバナンス」**の確立が求められる。
2. 予想される地震によるハザード
- (1) 地震やそれに伴う火災、液状化等の現象がもたらす「物理的ハザード」
  - (2) 世界最大の人口を有する東京都市圏ゆえの、帰宅・出勤困難者問題、要援護者保護対策等の「人の動きが増幅させるハザード」
3. 進めるべき対策
- (1) 兵站(ロジスティクス)インフラの強化と自立型エリアマネジメント
    - ① 兵站(ロジスティクス)インフラの強化
      - ・災害発生時には、海という「壊れないインフラ」を活用すべく耐震岸壁の強化を更に進め、多数の海上自衛隊の大型護衛艦等の接岸を可能にし、救援活動や帰宅困難者の他地域への移送等の重要な拠点とすべき。
      - ・港湾施設から都心部に通ずる道路について、耐震化、液状化防止対策を実施することも併せて重要。
    - ② 自立型エリアマネジメント  
分散発電や地下水等による電力、水等の自給自足による自立型エリアマネジメントの体制を構築すべき。
  - (2) エネルギー供給網の早期復旧
    - ① 設備の耐性強化、早期復旧に必要な耐性の準備
      - ・電力設備の耐震強化、火災や復旧阻害要因の除去(感震プレーカ、電線地中化等)、製油所の液状化・側方流動対策を強化。
      - ・復旧を迅速に行うために引き続き資機材や要員の確保強化に努め、災害時には行政と協調の取れた復旧活動ができるよう調整・訓練を継続。
      - ・需要側への非常用分散電源の設置や需給調整契約メニューの拡充、災害拠点病院等の重要インフラの自家発電機へのガス供給のため、中圧ガス配管、需要コントロール等のスマート・グリッド技術の導入を検討
    - ② 供給インフラの冗長性(リダンダンシー)強化  
東西周波数変換等によるバックアップ能力増強など供給インフラの冗長性の強化を、国として計画し推進する。  
国として広域ガスパイプライン網整備計画を早期に策定し、東京湾内に集中した供給ソースの分散化・複線化を図る。
    - ③ 輸送網確保:道路・港湾の早期啓開、長大・水底トンネルの通行許可  
製油所・油槽所に通ずる道路や航路の早期啓開を実施し、東京都市圏内外を結ぶ長大トンネルのタンクローリー通行を可能にする。
    - ④ 自衛隊との輸送協力、地域社会でのドラム缶給油体制の準備  
製油所からのドラム缶による出荷や輸送困難地域への搬送等について自衛隊との協力関係を平時から強める。  
また、被災現地における給油活動を、地元消防や地域社会が主導して行う体制を整備すべき。
  - (3) 医療サービス供給体制の早期復旧
    - ① 病院の耐震対策等  
災害拠点病院自体の機能維持だけでなく、病院に向けて被災者を搬送したり、搬出したり、医師や医薬品・医療機器等を運び込む兵站機能を維持すべく、その周辺地域が安全に保たれていることが必要である。
    - ② 医薬品の供給リスクと対策

発災後3日間の超急性期においては、医薬品卸も被災して機能しないことが想定される中、都道府県にある医大附属病院(或いは災害拠点病院)の薬局内に県(または国)の薬品保管庫を作することを提案する。

### V. レジリエント・ガバナンスに向けた提言

#### 1. 抵抗力・回復力ある「社会システム」のデザイン

- (1) 「様々な主体」と「重要インフラシステム」が交差し合って構成される社会システムを、リスク・マネジメントに繋がる検討プロセスのシミュレーションを行い、併せて主体ごとの役割と責任を再定義する。
- (2) 中央政府各機関、地方自治体、企業などの主体に、チーフ・リスク・マネージメント・オフィサーを置く。

#### 2. 政府の危機管理強化

- (1) 政府中枢の司令塔機能を発揮するコアと重要インフラシステムごとに定められるリードエージェンシーが協力する構成が望ましく、政府において司令塔機能のあり方の検討を期待。内閣国家安全保障局と双璧をなすコアを形成するの一案。
- (2) 重要インフラシステム毎に、リードエージェンシーとサポートエージェンシーが組成する関係省庁クラスターを形成する。

#### 3. 地域の危機管理強化

- (1) 自治体 BCP の策定と自治体間の広域的な連携
- (2) 地域において重要インフラシステムに関するプラットフォーム(自治体や事業者など)を構築する。
- (3) 多様な主体が連携し、地域の安全問題に取り組む必要が高まっており、ソーシャル・キャピタル(SC)の醸成に取り組む。

#### 4. 企業の危機管理強化

- (1) 企業経営における危機管理面を重視し、BCP を強化する。
- (2) BCP から BCM、個社からサプライチェーン、産業のレジリエンス向上へと企業は自助努力を推進させる必要。一方評価・認証・モニタリングの仕組みづくり、規制等の緩和・撤廃、レジリエンス投資に係る税制、財政政策が必要である。

#### 5. 組織を超えた情報共有の促進

非常時における情報共有を促進するには、国土の情報を再調査し、デジタルデータ化、地理空間情報をはじめとする重要情報の整理・統合、限られた範囲での官民情報共有の推進など進める

#### 6. レジリエンス強化に向けた科学技術振興と人材育成

- (1) 国の科学技術政策のコアにレジリエンスに係るテーマが位置づけられつつある中、引き続き充実強化に努める。
- (2) 重要インフラシステム固有のレジリエンス強化に資する科学技術や重要インフラシステムの相互依存関係の研究などレジリエント・ガバナンス強化に資する研究を重視する。

#### 7 東京都市圏のレジリエンス強化

- (1) 首都直下地震への備えとともに、2020 年に東京オリンピックを控え、東京都市圏のレジリエンス強化は、試金石となる。
- (2) 東京都市圏リスクマネジメントプランの策定、重要インフラシステムについて国と東京都市圏(1都3県)自治体との協議会設置、合同訓練などを検討する。

## 【はじめに】

COCN では、2011 年度及び 2012 年度の 2 か年にわたり、東日本大震災後を踏まえた経済社会のあり方を「レジリエント・エコノミー研究会」を通じて発信して参りました。この間、国の内外にあって、レジリエンスは国ないし企業の競争力につながるという理解が浸透しつつあるように見受けられます。例で申し上げれば、2013 年 1 月の世界経済フォーラムでの取り上げ、2013 年 3 月の APEC 貿易大臣会合での域内のレジリエンス指標の研究推進、また、国内では 2013 年 2 月以降国土強靱化担当大臣の下でのナショナル・レジリエンス懇談会、2013 年 6 月東北復興推進委員会での復興ビジョンへの位置づけ、アベノミクス成長戦略における次世代インフラなど従来にない取り組みが進められつつあり、加えて 2013 年 12 月には「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」及び首都直下型地震や南海トラフ地震に対応する特別措置法が議員立法により成立したことは歓迎すべきことであります。

これらの取り組みは、本質的にわが国経済社会にレジリエンスの概念を導入し、政策体系を整合的に整備していく第一歩であり、産学官の議論はもとより政治のレベルにおいても議論の余地が大いに残されております。

すなわち、危機にあって、市民にあるいは企業に、本来提供している日常製品やサービスを供給できるか、その事前準備は十分かと考えたとき、ベンチマークとすべき米国や英国などの重要インフラシステムに対する危機への対応準備、産学官のレジリエンスに対する研究への取り組みの現実を直視したとき、さらに何よりも財・サービスの供給主体の多くに、企業が直接、間接関わっていることを想起したとき、国の行政、地方の行政、企業行動、市民を巻き込んだ国全体のガバナンスのありかたをリセットとして望むべきと考えます。

2013 年度におきましては、かかる問題意識の下に東京大学関係者のご理解を得て、東京大学政策ビジョン研究センターをパートナーとし、同大学工学研究科レジリエンス工学センターを連携センターとする共同の「レジリエント・ガバナンス研究会」を立ち上げました。特に中間報告公開後、重要インフラシステムの代表例として「エネルギー需給システム」と「公衆衛生・保健医療システム」の 2 分野を取り上げ、併せてケーススタディとして「首都直下地震を念頭に東京都市圏のレジリエンス」を集中して議論を重ねたと聞いております。

本報告が、レジリエント・ガバナンスの重要性についての共通理解が産官学の間で共通認識となり、さらに政府においては政策形成の一助になることを期待しております。

2014 年 3 月

産業競争力懇談会 代表幹事

株式会社東芝 会長

西田 厚聡

## 【はじめに】

現代社会では様々なリスクへの対応が求められます。しかし、特定のリスクへの対応が、結果として別のリスクを増大させることもあり、個々の状況に応じたトレードオフに関する迅速な判断とそれを実施していく体制が求められています。日本社会の東日本大震災後の対応においても、自然災害、原子力災害、食品リスク等の様々なリスクが複合的に展開するとともに、様々なレベルでこのようなトレードオフ、ディレンマが見られました。このような課題、すなわち複合リスクガバナンスの課題にバランスよく対応する際には、様々なトレードオフを俯瞰的に把握する体制整備が前提になります。

複合的リスクガバナンスの問題は、公共政策における意思決定とマネジメントの問題であるといえます。民間の様々な主体と連携しつつ、いかにして俯瞰的問題把握と、それを基礎とした透明性のある意思決定、資源配分ができるかが基本的課題となります。部分最適化ではなく、全体最適を可能とする包括的対応が必要になります。様々な専門分野や多様な実践に基づく知見をいかに俯瞰的に構造化するのか、その上で、どこに社会として判断しなければならない価値判断が潜んでいるのかを明らかにし、そのような社会的意思決定に関する議論を喚起するのか、そのような意思決定の実施メカニズムをどのように構築するのか、等が課題となります。

このような問題意識から東京大学政策ビジョン研究センターにおいては、2012年度から複合リスクガバナンス研究ユニットを設置し、科学技術や金融に関する専門家を中心として、研究を進めてきました。その一環として、リスク俯瞰マップの作成も試みています。また、東京大学大学院工学系研究科においては、レジリエンス工学研究センターを設置し、このような課題に対応する工学的研究も進めてきました。そして、このような研究を大学院における人材育成にフィードバックする試みも進めています。

2013年度におきましては、このような活動の展開として、産業競争力懇談会と共同で「レジリエント・ガバナンス研究会」を設置し、検討を進めてきました。特に、中間報告の公表後には、エネルギーや医療分野の事例研究も進めてきました。複合的リスクガバナンスを構築し、その経済基盤を構築していくためには、産業界との多面的協力は不可欠です。今回公表させていただく報告を契機として、さらに幅広いステークホルダーの方々から意見をいただき、議論を深めていきたいと考えております。

2014年3月

東京大学 政策ビジョン研究センター長  
城山 英明



## 【目 次】

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 序 「レジリエンス」強化に向けたわが国と世界の動向 .....           | 1  |
| 1. 世界の動向                                  |    |
| 2. わが国の動向                                 |    |
| I. レジリエント・ガバナンスの考え方 .....                 | 19 |
| 1. 基本的な考え方                                |    |
| 2. システム分析に基づく検討プロセス                       |    |
| 3. 重要インフラシステムのレジリエント・ガバナンスの設計             |    |
| 4. リスクマネジメント計画の策定と実行                      |    |
| II. 重要インフラ・ガバナンスの具体例 <エネルギー需給システム> .....  | 29 |
| 1. エネルギーシステムの特質                           |    |
| 2. 石油セクターのガバナンス設計                         |    |
| 3. 天然ガスセクターのガバナンス設計                       |    |
| 4. 電力セクターのガバナンス設計                         |    |
| III. 重要インフラ・ガバナンスの具体例 <公衆衛生・保健医療システム> ... | 46 |
| 1. 公衆衛生・保健医療システムの特質                       |    |
| 2. 公衆衛生・保健医療システムの脆弱性を生む要因                 |    |
| 3. 公衆衛生・保健医療システムの脆弱性の克服策                  |    |
| IV. ケーススタディ<首都直下地震> .....                 | 59 |
| 1. 「東京都市圏」の特徴                             |    |
| 2. 予想される首都直下地震の特徴                         |    |
| 3. 進めるべき対策                                |    |
| V. レジリエント・ガバナンスに向けた提言 .....               | 89 |
| 1. 抵抗力・回復力ある「社会システム」のデザイン                 |    |
| 2. 政府の危機管理強化                              |    |
| 3. 地域の危機管理強化                              |    |
| 4. 企業の危機管理強化                              |    |
| 5. 組織を超えた情報共有の促進                          |    |
| 6. レジリエンス強化に向けた科学技術振興と人材育成                |    |
| 7. 東京都市圏のレジリエンス強化                         |    |

## 【研究会メンバー】

|      |        |                                                                      |
|------|--------|----------------------------------------------------------------------|
| リーダー | 森田 朗   | 東京大学政策ビジョン研究センター・客員教授、東京大学・名誉教授 学習院大学法学部・教授                          |
| 東京大学 | 城山 英明  | 東京大学政策ビジョン研究センター長                                                    |
|      | 谷口 武俊  | 東京大学政策ビジョン研究センター教授                                                   |
|      | 三國谷 勝範 | 東京大学政策ビジョン研究センター教授                                                   |
|      | 浅野 大介  | 東京大学政策ビジョン研究センター客員研究員                                                |
| COCN | 渡部 直喜  | トヨタ自動車 渉外部 第1渉外室担当課長                                                 |
|      | 中尾 和彰  | トヨタ自動車 渉外部 第1渉外室担当課長                                                 |
|      | 比留間 孝寿 | 一般財団法人石油エネルギー技術センター 顧問                                               |
|      | 清水 精太  | 東京ガス エネルギー企画部担当副部長                                                   |
|      | 古橋 智保  | 日立製作所 電力システム社 経営戦略統括本部戦略企画本部部長                                       |
|      | 青木 純一  | 日立製作所 ディフェンスシステム社 国家安全保障統括主管                                         |
|      | 梶浦 敏範  | 日立製作所 情報・通信システム社 スマート情報システム統括本部担当本部長                                 |
|      | 森岡 道雄  | 日立製作所 情報・通信システム社 スマート情報システム統括本部担当部長                                  |
|      | 國嶋 匡   | 清水建設 建築事業本部 プロポーザル本部 地域開発計画室開発1グループ長                                 |
|      | 町井 章   | 清水建設 建築事業本部 プロポーザル本部 地域開発計画室主査                                       |
|      | 福手 準一  | 第一三共 管理本部 経営管理部長                                                     |
|      | 金内 保   | 第一三共 管理本部 経営管理部主幹                                                    |
|      | 末広 直樹  | JX日鉱日石エネルギー 技術部設計グループ 担当マネージャー                                       |
|      | 渡部 禎治  | JX日鉱日石エネルギー 技術部設計グループ 担当マネージャー                                       |
|      | 日下 太一  | 住友電気工業 人事総務部 リスク管理室主席                                                |
|      | 橋本 哲実  | 日本政策投資銀行 常務執行役員                                                      |
|      | 蛭間 芳樹  | 日本政策投資銀行 環境・CSR 部 BCM 格付主幹<br>世界経済フォーラム(ダボス会議)リスク・レスポンス・ネットワーク パートナー |
|      | 浦嶋 将年  | 鹿島建設 常務執行役員                                                          |
|      | 阿川 清二  | 鹿島建設 営業本部 本部次長                                                       |
|      | 尹 世遠   | 鹿島建設 営業本部 医療福祉推進部 営業課長                                               |
|      | 神田 克久  | 小堀鐸二研究所 所次長                                                          |

### 連携研究センター

|  |        |                                 |
|--|--------|---------------------------------|
|  | 古田 一雄  | 東京大学大学院工学系研究科 レジリエンス工学研究センター長   |
|  | 小宮山 涼一 | 東京大学大学院工学系研究科 レジリエンス工学研究センター准教授 |

(以上のメンバーのほか、内閣府防災担当、厚生労働省、防衛省、国土交通省北陸地方整備局、経済産業省通商政策局・資源エネルギー庁、東京電力の担当者の方にオブザーバー参加いただきました。)

## 序 「レジリエンス」強化に向けた我が国と世界の動向

### 1. グローバル・アジェンダとしての「レジリエンス」

「レジリエンス (Resilience)」とは、社会システムが大規模災害・テロ等の危機に直面した際の、システムとしての抵抗力（被害の最小化）や回復力（迅速な復旧）のことである。

世界経済フォーラム、OECD でのリスク関連調査や先進各国でのレジリエンスに関する政策はグローバルでの相互依存性などを意識した政策議論である。レジリエンスに代表される危機管理能力が企業や経済の競争力、ひいては国家競争力と認識されつつある。一方、我が国では自然災害を中心とした防災・減災対策として国土強靱化の第一歩が踏み出されたところである。

### 2. 国家としてのリスク・アセスメントの実施

国家のレジリエンス強化に向けた基本法（国土強靱化基本法）が整備され、脆弱性評価も進み始めた。しかし、先進各国で実施されている国家の危機管理施策にはなお学ぶべき点が多い。リスクの対象や評価手法、そのマネジメント手法と社会実装までの手続と危機管理の国家戦略について、先進各国と比べ、日本には未だ改善の余地がある。

### 3. リスク認識が大きく異なる日本の官と民

政策投資銀行（DBJ）が実施した日本初の総合的なリスク・アセスメント調査で、官民のリスク認識の差が明らかになった。国家のレジリエンス強化には、産業レジリエンス、地域レジリエンスの双方のアプローチが必要である。それらを統合し、総合俯瞰的な観点から政策の優先順位付け、リスク管理の責任分担、官民間のリスク・コミュニケーションを促進させるべきである。

## 1. 世界の動向

### （1）世界経済フォーラム

世界経済フォーラム（World Economic Forum: WEF）に属するリスク研究に関する専門部会リスク・レスポンス・ネットワーク（Risk Response Network: RNN）は、「グローバル・リスク 2013 年版」の中で、ナショナル・レジリエンスの概念を構想し、国家の国際競争力と危機管理能力の関連性の研究結果を発表した。そこでは、危機管理能力が高い国は競争力の点でも優れており、逆の相関も確認された。しかし、日本は国際競争力に比して例外的に危機管理能力が低い、他の経済先進国（G7、G20）らと相対比較して、139 カ国中 67 位と位置づ

けられた。本研究は試行的に実施されたものであり、用語の定義、研究手法など改善の余地があるが、レジリエンスの重要性、概念提示、社会的価値の普及を目的に公表に踏み切っている。

レジリエンスはリスク・マネジメント・サイクルの一側面に過ぎない。現代のリスクは、予見可能性、相互依存性などの観点から、未然防止が困難であり、かつ発生可能性をゼロにすることは現実的ではない。そのため、あらゆる危機の発生を前提に（オールハザード）、いかに事前にレジリエントに回復するか、国家戦略を有するか、すなわちナショナル・レジリエンスの程度が有事の国家競争力になるという考えと共に、グローバルに相互依存しあう社会、経済システムに負の影響を与えない国際的な責任を果たすという考えの双方から、いまやグローバル・アジェンダとなった。

文献：

World Economic Forum, Risk Response Network, Global Risks 2013, 2014

## （２）OECD

G20 財務大臣・中央銀行総裁会議は、災害リスク・マネジメント（DRM）戦略、特に災害リスク・アセスメントとリスク・ファイナンスの重要性と優先度を認識、これらの要素を強化するための自主的枠組みを開発するため OECD、世界銀行およびメキシコ政府に協力を要請、2012 年 OECD により方法論的枠組みが示された。報告書では、財務面のレジリエンス(financial resilience)を獲得することが効果的な DRM の重要な要素であることとし、1) 国家リスク・アセスメント(national risk assessment)は DRM および関連する財務戦略の重要基盤であり、明確なルールとガバナンスが求められる、2) DRM では経済における財務面の脆弱性を考慮する必要がある、3) 国家リスク評価は財務戦略に統合される必要がある、こと等が主要な政策的メッセージとして示された。

このような流れもあり、2011 年 12 月時点で OECD 加盟国を中心に 15 ヶ国（オーストラリア、カナダ、中国、フランス、ドイツ、ハンガリー、メキシコ、オランダ、ニュージーランド、ノルウェー、スイス、スウェーデン、トルコ、英国、米国）で政府機関による国家リスク・アセスメントへ取り組みが行われている。しかし日本ではまだ何の取組も行われておらず、また実施する政府機関もない状況である。

文献：

OECD, Disaster Risk Assessment and Risk Financing: A G20/OECD Methodological framework, 2012

### (3) 米国連邦緊急事態管理庁 (FEMA)

よりレジリエントな将来に向けての取り組みが2010年から米国連邦緊急事態管理庁 (FEMA) で行われている。それは Strategic Foresight Initiative (SFI) と呼ばれ、絶えず変化する社会において将来、緊急事態管理に関わるコミュニティは何が必要となるか、社会変化がどのような影響を及ぼすか等を思考する活動である。具体的には、ワークショップやオンライン・コラボレーション・ツールなどを含む様々なメディアを活用して様々なステークホルダーとの対話を積み重ねるとともに、連邦機関や学術専門家や NGO などの主要なステークホルダーによるシナリオ・ワークショップを開催し、将来の社会環境を形成するであろう 9 つのドライバー (地球規模での相互依存性、技術的イノベーションと技術への依存性、情報へのユニバーサルアクセス、米国の人口動態、政府予算、進化するテロリスト脅威、重要インフラ、気候変動、変化する個人の役割) についての分析とそれらに基づいた 5 つの 2030 年シナリオを作成し、今後 20 年程度を見通した時に備えるべき緊急事態管理での基本的能力、革新的なモデルとツール、そしてダイナミックなパートナーシップについて検討している。

文献：

FEMA, Toward More Resilient Futures: Putting Foresight Into Practice, May 2013

FEMA, Crisis Response and Disaster Resilience 2030: Forging Strategic Action in an Age of Uncertainty, Jan. 2012

### (4) フィンランド

WEF や OECD、先進国の米国や英国などでは、国家運営に係る重要な機能、インフラ、サービスに関するレジリエンスの取り組みが先述のようにはじまっている。ここでは、近年、農業国・林業国からハイテク産業国家への脱皮に成功し、高い教育水準とも併せ、WEF が毎年発表する国際経済競争力の順位では、2001 年から 2004 年までと 4 年連続首位、2012 年～2013 年に第 3 位と高い位置を維持しているフィンランドの事例を簡単に取り上げる。

#### ①供給の確保についての政府決定

2008 年の政府決定により、フィンランドのリスク管理体制が整備された。そ

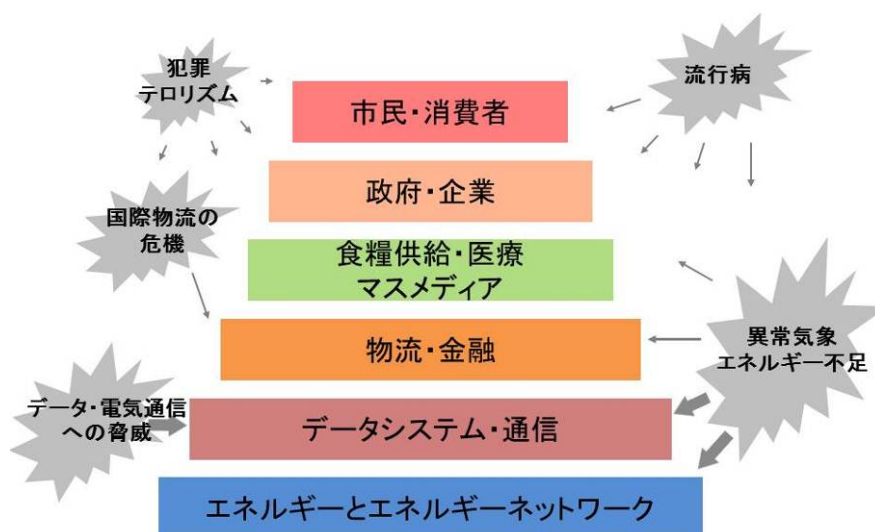
のコア・コンセプトは「供給の確保」(Security of Supply)である。「深刻な社会不安や例外的な状況が発生した場合に、国民生活、経済生活、そして国防にとって不可欠である経済活動と技術的インフラストラクチャーの持続性を確保する能力」と国家として守りたいものを定義し、想定される脅威を示すとともに、それに対して確保すべき供給の対象を決めている。

## ②体系的なリスク管理

基本的な考え方は、非常に体系的に整理されている。まず、第 1 に、国民生活の現状を基準として、それを脅かすような様々な脅威（オールハザード）をリストアップする。第 2 に、それらの脅威が発生した場合、国民生活に不可欠のどのような要素が欠落するかを把握する（リスク・アセスメント）。そして、第 3 に、危機が発生し脅威が現実化した場合に、それらの要素を可能な限り供給するための仕組みを構築する（レジリエンス）、というものである。

このような考え方に立ったとき、フィンランドの社会にとって、その供給が最も重要な要素が、①エネルギー（その供給網）、②データ・システムとコミュニケーションネットワーク、③物流（ロジスティックス）、金融、④食糧供給、健康管理、マスメディア、⑤政府と企業、⑥市民と消費者と定義されている。正常な市民生活や消費は、エネルギーの供給、情報システム、そして物流・金融システムが正常に機能し、さらに食料供給や公衆衛生が確保され、行政機関や企業の活動が存在して、はじめて成り立つという体系整理である。

相互依存のヒエラルキーと脅威



多くの場合、予測困難な脅威の発生に対し、上述したように被害の最少化と

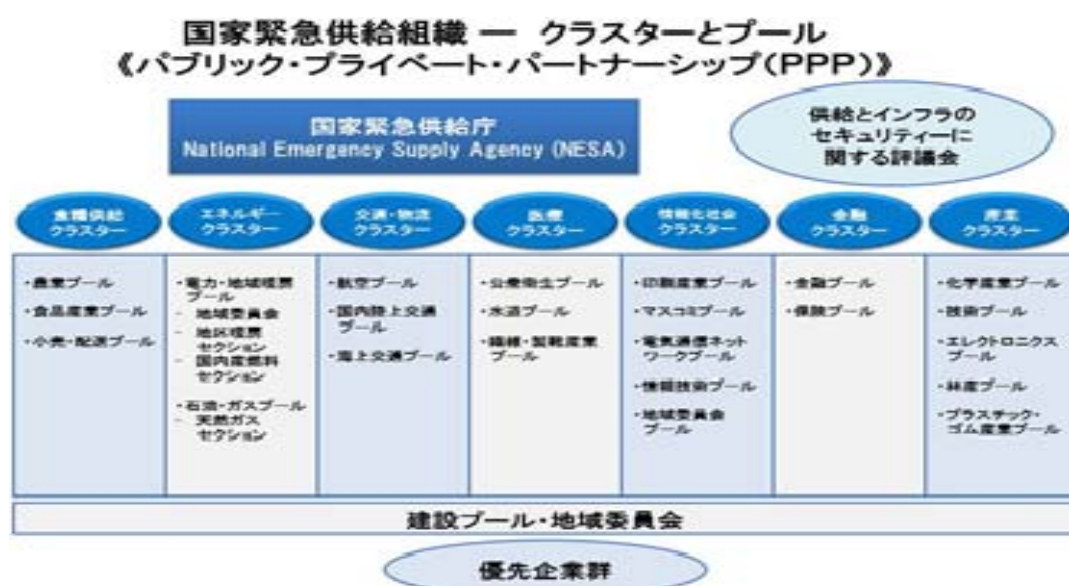
迅速な復旧を図るには、被害の状況を可能なかぎり早く正確に把握しなければならない。フィンランドの行政情報システムは、こうした事態に活用することを目的として標準化、統合化の思想のもとに構築されている。

### ③フィンランド国家緊急供給庁（NESA）

中核的組織として国家緊急供給庁(National Emergency Supply Agency)が整備された。国家緊急供給庁のミッションは、こうした場合の統括者としての役割を果たすことであり、そのために日常から、各機関の役割の連携について計画を立て、危機に備えている。

供給の確保上、必要な物資の中には、国内で生産されないものや十分な備蓄がないものもある。それらのものを確実に早く確保するためには、外国から調達しなければならない。それを迅速かつ確実にを行うためには、常日頃から供給元となりうる国と協定を結び、緊急時に備えておくことが必要である。それには、それらの国と常に良好な関係を築いておくという外交上の手当が重要である。

被害が発生したときに不足する物資等を速やかに供給するためには、そうしたものについての備蓄や調達の仕組みもなくしてはならない。とくに市民生活の維持に必須の物資を外国からの輸入に依存している場合には、その供給の確保には日常的な備えが必要である。また、こうした物資やサービスは多数の省庁・行政機関が所管していることから、緊急時の総合的・体系的で迅速な対応を可能にするためには、救済や支援に必要な被災者等についての情報を関係機関が共有すること、そして連携して救済に当たることが重要である。



#### ④情報システム

国が一元的に管理する国民番号制度も、そうした事態における住民の状態把握を念頭に置いて、他のシステムと結びつけられている。どこで発生するかわからない危機に対して、それが発生時に、迅速に発生場所の位置情報とそこにいる住民情報を結びつけ、住民生活で欠けたもの、必要なものをいち早く供給する体制を整備しておこうというのである。被災者が多数に及ぶ場合、こうしたシステムの存在が被害の最少化と被災者の救済に貢献することはいうまでもない。

文献：

森田朗東京大学名誉教授「市民社会の安全保障」（東京大学政策ビジョン研究センターHP <http://pari.u-tokyo.ac.jp>）

産業競争力懇談会 COCN「レジリエント・エコノミー研究会」（2013）



## 2. 我が国の動向

### (1) 政府の取り組み

#### ①国土強靱化

2013 年 11 月～12 月の臨時国会で、いわゆる強靱化三法が自民党、公明党を軸とする議員立法により成立した。

- 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
- 首都直下地震対策特別措置法
- 南海トラフ対策特別措置法

このうち国土強靱化基本法は大規模自然災害から国民の生命財産を保護し、国民生活と国民経済に及ぼす影響の最小化を目標に「脆弱性評価」を行い、これらをもとに国の「国土強靱化計画」と都道府県・市町村の「国土強靱化地域計画」を策定する構成となっている。2013 年 12 月に、国土強靱化推進本部が開催され、国土強靱化基本計画のもとになる国土強靱化推進大綱とともに脆弱性評価指針が決定され、2014 年 5 月にも国土強靱化基本計画が策定される運びである。この政策大綱によれば、45 の起きてはならない最悪の事態を想定し、12 の個別政策分野と 3 つの横断的分野 に分解して進捗管理を行うとしている。

(注 1) 12 の個別政策分野：

行政機能/警察消防等、住宅・都市、保健医療・福祉、エネルギー、金融、情報通信、産業構造、交通・物流、農林水産、国土保全、環境、土地利用（国土利用）

(注 2) 3 の横断的分野：

リスク・コミュニケーション、老朽化対策、研究開発

ここでわが国の危機管理に関して、緊急事態の主な分類及び内閣危機管理監の役割については、内閣官房の公開資料で下記のとおりとされている。

図 緊急事態の主な分類

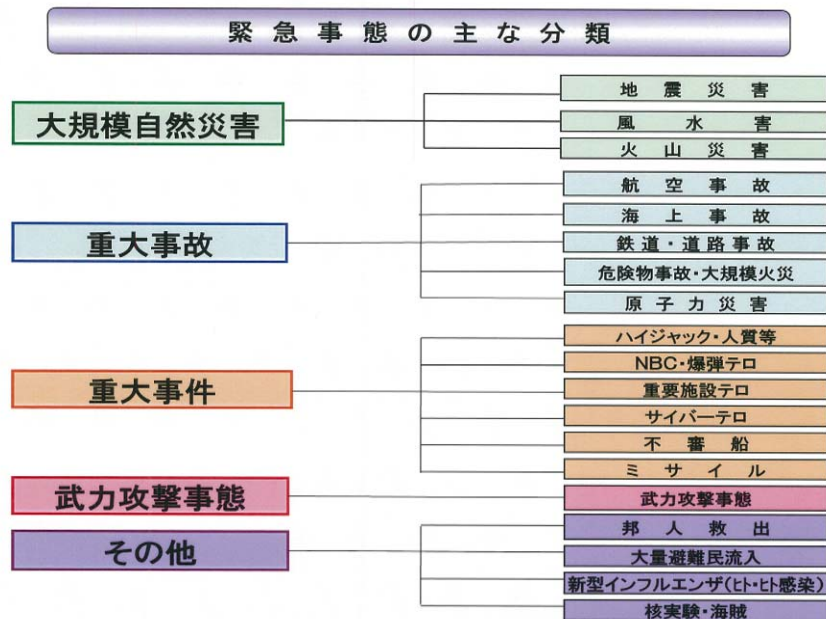
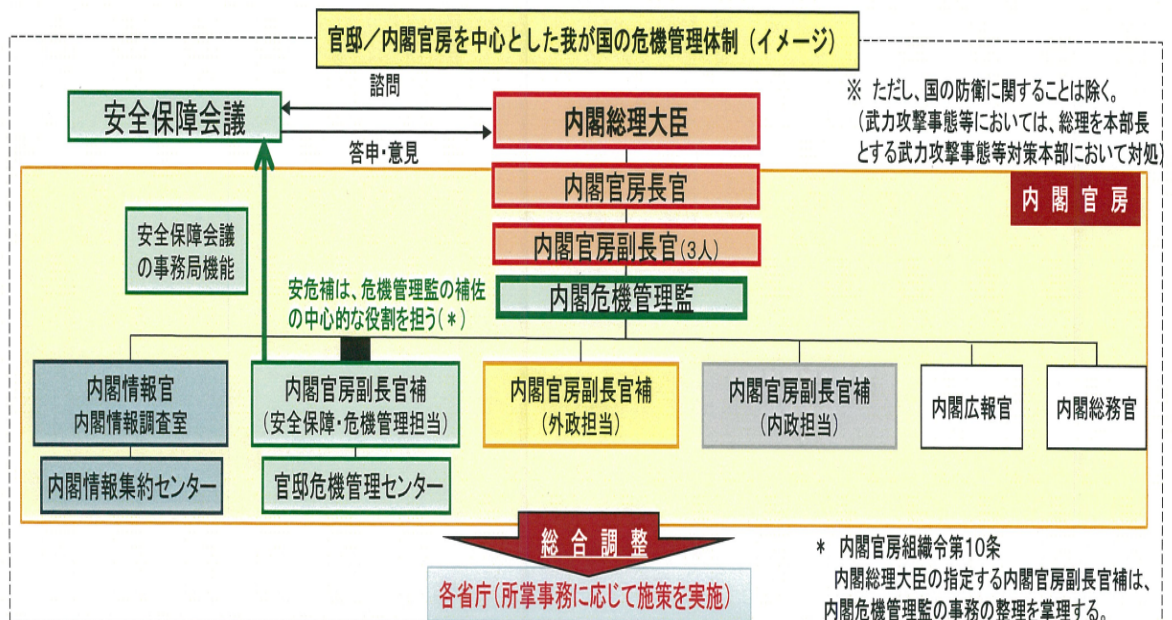
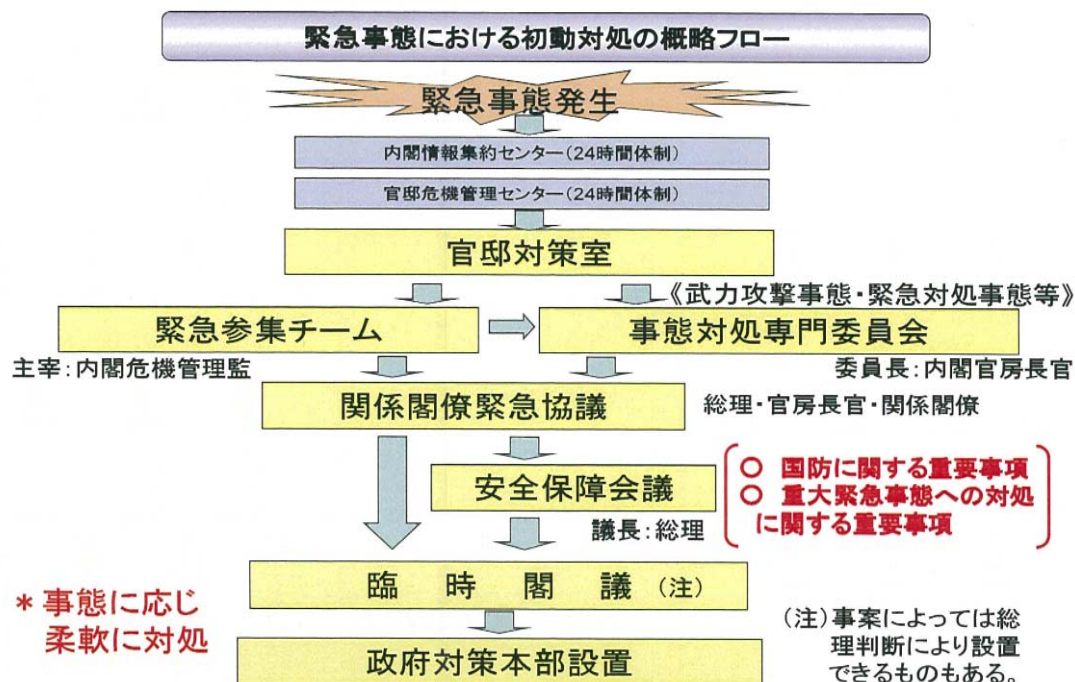


図 危機管理監の役割



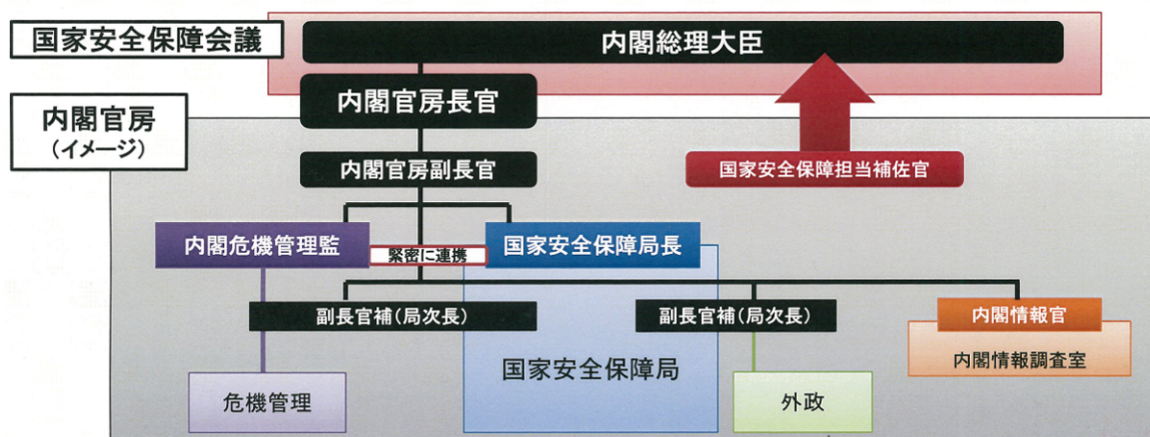


(注3) 内閣危機管理監の事務

危機管理（国民の生命、身体又は財産に重大な被害が生じ、又は生じるおそれがある緊急の事態への対応及び当該事態への発生の防止をいう。）に関するもの（国の防衛に関するものを除く。）を統理する。

また、わが国の安全保障政策の充実を目指す観点から、同じく臨時国会において「国家安全保障会議設置法」が成立し、併せて内閣官房に国家安全保障局を設置し、同局長は内閣危機管理監と同格の特別職公務員とされ、2014年1月に発足した。内閣危機管理監と内閣安全保障局長とが密接に連携することが必要とされている。

図 国家安全保障局長と危機管理監との連携



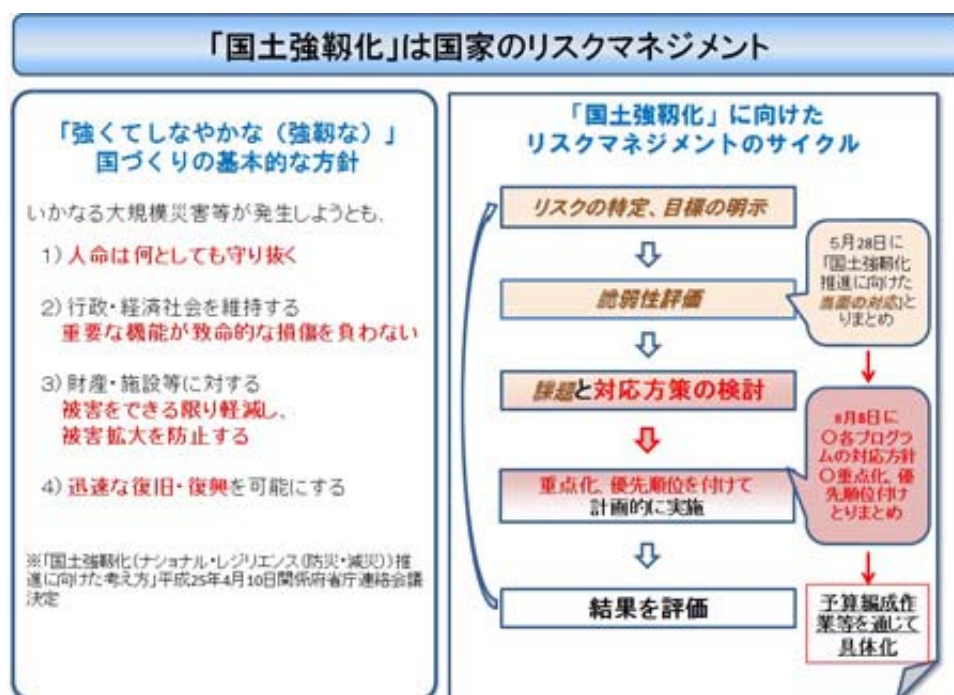


## ②脆弱性評価

大規模自然災害等に対する脆弱性の評価（以下「脆弱性評価」という。）は、「我が国の大規模自然災害等に対する脆弱性を調査し、評価するいわば国土の健康診断であり、効率的・効果的な国土強靱化を進める上で必要不可欠なプロセス」と定義されている。

現在進められている脆弱性評価について指摘すべきは、その評価方法にあり、先述した先進各国と比べると大きな違いがある。例えば、想定するリスクが「大規模自然災害等」と自然災害を意識したものに限定されているが、諸外国ではオールハザードが一般的な想定リスクとなる。オールハザードとは、その名の通り全ての災害因子を対象とするものである。自然災害のみならず政治、経済、環境、技術、公共衛生、地政学なども想定するリスクとなる。

また、脆弱性評価の中で「起きてはならない最悪の事態を設定し、これに対する施策の実施」というリスク・マネジメントに係る指針が示されているが、この「起きてはならない」という目標設定も、発生頻度と影響度の2軸で評価する先進国事例と大きな違いがある。「起きてはならない最悪の事態を回避する」ことはある確率で発生するワーストケースシナリオ自身の発生可能性をゼロにすることを意味し、実現可能性は極めて低いと言える。また、仮に起きてはならない＝発生可能性をゼロにする（社会としてリスク・フリーの状態を目指す）となれば、かかる公共投資は莫大なものとなる。



出典：大規模自然災害等に対する脆弱性の評価の指針（平成25年12月）

### (3) 内外動向のまとめ

レジリエンスに係る内外の取り組みを整理するに、我が国で進められている防災、減災対策、そして国土強靱化政策、国家としての体制や危機管理推進方法は、日本の地理的条件に起因するローカル・アジェンダの域を出ていないことを指摘せざるをえない。

自然災害系のみならずオールハザードで、起こってはならない事象に対する脆弱性評価ではなくリスク・アセスメント（発生可能性と影響度評価）で、個別具体の対応ではなく官民協調（ホール・ガバメント・アプローチ）で、という様々な観点で大きな違いがある。他方、事業継続（BCP、BCM）やレジリエンスは、グローバルでの社会、経済、金融、情報、物流などの相互依存関係を強く意識した世界共通の課題、すなわちグローバル・アジェンダである。グローバル・アジェンダとしてのレジリエンスに先行して適切に対応できた国や企業が次代の成長や信頼を得るものと認識するべきである。我が国で議論されている国土強靱化の議論と、グローバルで議論されているナショナル・レジリエンスや国家としての危機管理が大きく乖離していることを認識するべきである。

レジリエンスに関する内外対比

| 日本                            |             | 諸外国                                  |
|-------------------------------|-------------|--------------------------------------|
| 自然災害系が中心<br>(地震、津波など)         | 対象リスク       | オールハザード<br>(経済、環境、自然、技術など)           |
| 絶対におこってはならない<br>事象に対する脆弱性評価   | リスク評価       | ナショナル・リスク・アセスメント<br>(発生可能性と影響度による評価) |
| (ローカル・アジェンダとしての)<br>防災、減災、強靱化 | 背景認識と<br>目的 | (グローバル・アジェンダとしての)<br>ナショナル・レジリエンス    |
| 官民それぞれが個別具体対応                 | 体制          | 官民協調<br>(ホール・ガバメント・アプローチ)            |

危機管理やレジリエンスは国家経営、企業経営そのものを問われるテーマである。レジリエント向上に要するコストが、単なる埋没費用ではなく、中長期的には成長を支える要因や価値創造の基盤に貢献するという考え方に改める必要がある。日本は筆頭成熟国家であり、災害多発国である。これをアドバンテージとして捉え、その上で、意思決定のあらゆるレベルにレジリエンスの考え方や価値観が普及、浸透していかなければならない。具体的には、レジリエンスの考え方を戦略上・運営上の意思決定に織り込むこと、さらにはレジリエ

スに関する様々な乗数効果を把握することなどが必要になる。とくに、国家機能維持、自治体運営、企業経営、家計活動の基盤を担う、都市計画、重要インフラ、投資政策、人口政策の立案について、このような考えが不可分となる。そして、その実施主体である行政、企業、家計が予防的なレジリエンス投資を起こすとともに、それぞれの行動が合理的かつ社会目的や厚生に寄与することをステークホルダーから理解される必要がある。

さらに、国際競争力の観点から、国内のレジリエンス向上 国際社会における日本の立場の理解促進を踏まえ、様々な危機への備えとして、国際機関との戦略的な協調関係を構築するとともに、多種多様な災害経験にもとづく質の高いレジリエンス向上のための社会技術をもって国際協力を果たすべきである。

文献：

・蛭間芳樹、世界経済フォーラムにおけるグローバル・リスク・アセスメントとナショナル・レジリエンスの研究事例に関する一考察と日本への示唆、日本リスク研究学会 第 26 回年次大会 2013 年度

・財団法人日本再建イニチアティブ、日本最悪のシナリオ 9つの死角（第2部「官民協調」）、新潮社、2013

#### (4) 地域や企業の取り組み

内外のレジリエンスに関する動向を踏まえ、本研究会の委員である(株)日本政策投資銀行が、日本初となるオールハザードを対象としたリスク・アセスメント調査を実施した。ここでは、その調査内容を概説する。

##### 【速報版】

##### DBJ リスク・ランドスケープ調査

##### ー地域の総合的なリスク評価とレジリエンスに関する意識調査ー

日本政策投資銀行

#### ①背景、目的

多様なリスクに晒されているわが国のレジリエンスを強化するには、有事のファーストレスポンダー群としての「地域」が、脅威となるリスクに対して総合的かつ有機的に連携し、効果的に取り組む必要がある。これは、自律分散型のネットワークによる社会システムの構築、すなわちローカル・レジリエンスがナショナル・レジリエンスを支えるというコンセプトにもとづく。

自然災害、中でも地震（首都直下地震、南海トラフ地震など）への備えは、わが国の喫緊の課題のひとつである。ただし、国内であっても、地理的条件も社会経済構造も違うことから、地震という事象ひとつをとっても、地域によって発生可能性や影響度、すなわちリスク認識と必要な事前投資が異なる。潜在的なリスクが異なれば、優先的に実行すべき政策は、自然災害対策に偏らず、地域や主体ごとに違うはずである。

本調査は、わが国の地域に対し、自然災害に偏らず、オールハザードを対象としたリスクとレジリエンスに関する意識調査を行う。それぞれの地域に対する官民双方のリスク認識とレジリエンスに対する認識の現状把握を目的とする。具体的には、地域間や地方公共団体と民間企業間のリスクおよびレジリエンスに係る認識の差を明らかにする。こうした現状を把握することで、わが国のナショナル・リスク・アセスメントや適切なリスクコントロールとリスクファイナンス政策を実施し、国家としてのレジリエンス強化につなげる政策研究を開始したい。

## ②調査の概要

本調査の対象は、地方公共団体（都道府県、政令指定都市：67）および有志の民間企業（60）である。

調査内容は、

1. オールハザードを対象としたリスク評価（発生可能性と影響度）
  2. 優先的に対処すべきリスクの選定
  3. 選定したリスクが顕在化したあとのレジリエンス（回復）するために必要な社会経済機能の選定
- を問う構成とした。

オールハザード調査に際して、世界経済フォーラムの「グローバル・リスク報告書 2013」にある 50 のグローバル・リスク（非常に複雑に構成され、自治体・企業が単独で管理し軽減できる範囲を超えている事象）に、我が国が現在、その影響からの回復に困難を経験している「原子力災害」を加えたもの（合計 51 のリスク）を調査対象とした。

地方公共団体には自らが管轄している地域を、また、民間企業は、本社が所在する都道府県及び重要拠点（例：売り上げの大多数を占める製品の国内生産拠点や、最も多くの従業員が勤務する事業所など）が所在する都道府県を念頭に、当該リスクの発生による影響等を評価した。民間企業は、リスクに対する自社のレジリエンスではなく、地域の社会福祉や持続的発展等を構成する一員として、民間企業から見た地域のレジリエンスについて回答している。即ち、地域レジリエンスを支える官民という構図である。

## ③調査結果

今後 10 年の発生の可能性が最も高いグローバル・リスクとして回答者が指摘したのは、「サイバー攻撃」である。また、起こったときの影響度が高いリスクは「抗生物質耐性菌」が挙げられた。発生の可能性と影響の両方のランキングで上位 5 位以内に入ったリスクは、「原子力災害」と「パンデミックに対する脆弱性」であった。



発生可能性と影響度（上位 5 位）【速報版】

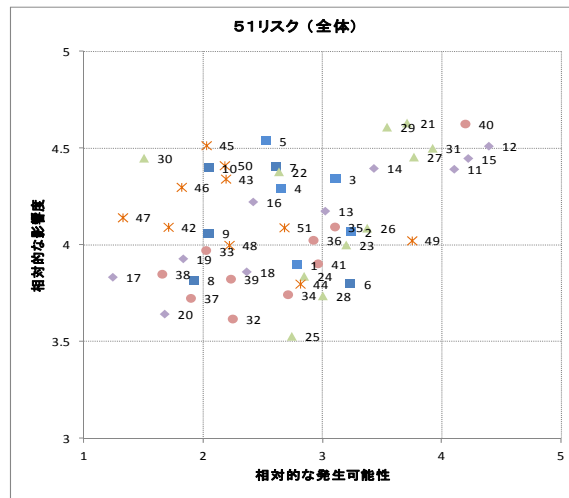
●発生可能性（今後 10 年間で相対的に発生する可能性が高いリスク）

| 順位 | 全体              | 地方公共団体                     | 民間企業            | グローバル・リスク報告書 2013 年版 |
|----|-----------------|----------------------------|-----------------|----------------------|
| 1  | サイバー攻撃          | サイバー攻撃                     | ・サイバー攻撃         | 極端な所得格差              |
| 2  | 大規模なデータの不正利用/窃盗 | 大規模なデータの不正利用/窃盗            | ・知的財産管理体制の不備    | 長期間にわたる財政不均衡         |
| 3  | 重要システムの故障       | テロリズム                      | 重要システムの故障       | 温室効果ガス排出量の増大         |
| 4  | パンデミックに対する脆弱性   | パンデミックに対する脆弱性              | 大規模なデータの不正利用/窃盗 | 水供給危機                |
| 5  | 原子力災害           | ・長期間にわたる労働市場の不均衡<br>・原子力災害 | パンデミックに対する脆弱性   | 高齢化への対応の失敗           |

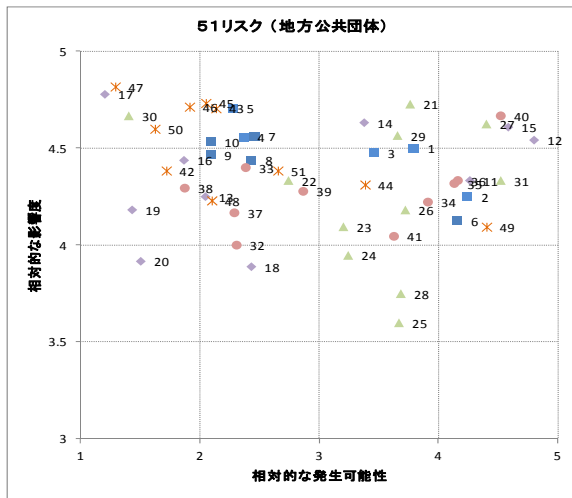
●影響度（発生したときに相対的に影響度が高いリスク）

| 順位 | 全体              | 地方公共団体          | 民間企業          | グローバル・リスク報告書 2013 年版 |
|----|-----------------|-----------------|---------------|----------------------|
| 1  | 抗生物質耐性菌         | 宇宙の軍事化          | 原子力災害         | 大規模でシステム的な金融危機       |
| 2  | 前例のない地球物理的破壊    | 宇宙ゴミの拡散         | 抗生物質耐性菌       | 水供給危機                |
| 3  | パンデミックに対する脆弱性   | ・磁気嵐に対する脆弱性     | 前例のない地球物理的破壊  | 長期間にわたる財政不均衡         |
| 4  | 大規模でシステム的な金融破たん | ・外交による紛争解決の失敗   | 重要システムの故障     | 食糧不足危機               |
| 5  | 原子力災害           | ・グローバル・ガバナンスの破綻 | パンデミックに対する脆弱性 | 大量破壊兵器の拡大            |

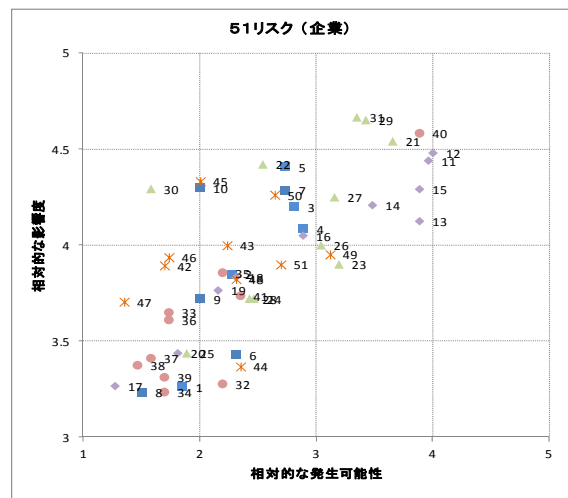
## リスク・ランドスケープ (全体)



## リスク・ランドスケープ (地方公共団体)

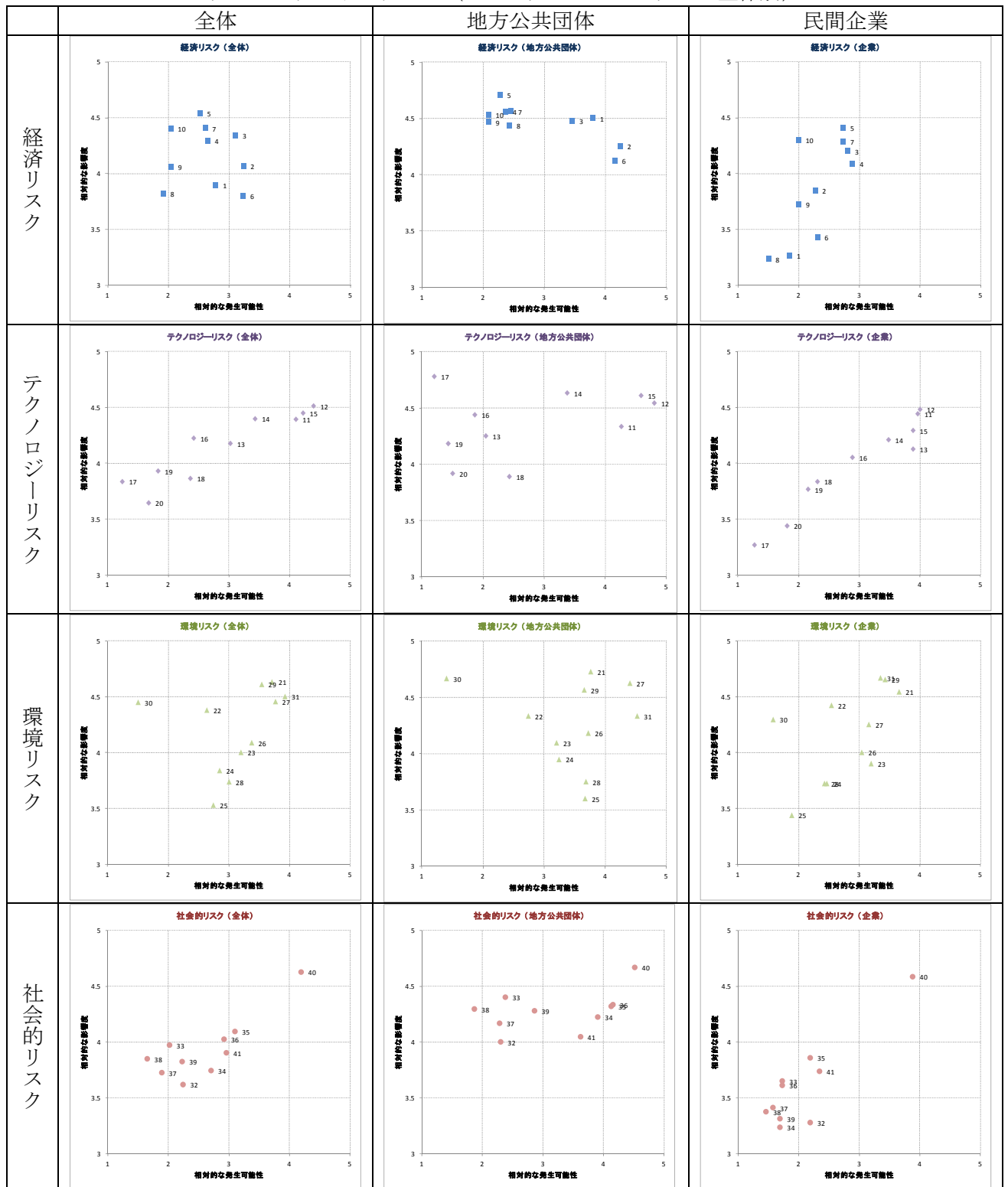


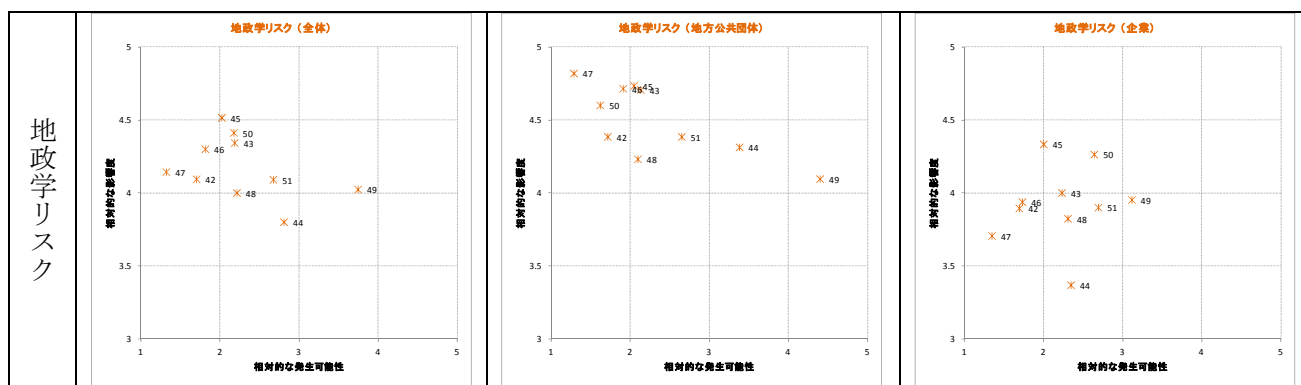
## リスク・ランドスケープ (民間)



| 凡例                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 経済リスク                                                                                                                                                                                                                                                                                            | テクノロジーリスク                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 環境リスク                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 社会的リスク                                                                                                                                                                                                                                                                  | 地政学リスク                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 長期間にわたる財政不均衡</li> <li>2 長期間にわたる労働市場の不均衡</li> <li>3 エネルギー・廃棄物価格の急激な変動</li> <li>4 新興経済のハードランディング</li> <li>5 大規模でシステム的な金融破綻</li> <li>6 長年にわたるインフラの老朽化と脆弱</li> <li>7 流動性危機の顕発</li> <li>8 極端な所得格差</li> <li>9 規制の予期せぬ影響</li> <li>10 制御できないインフレやデフレ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11 重要システムの故障</li> <li>12 サイバー攻撃</li> <li>13 知的財産管理体制の不備</li> <li>14 誤った電子情報の大々的な流布</li> <li>15 大規模なデータの不正利用・窃盗</li> <li>16 鉱物資源供給の脆弱性</li> <li>17 宇宙ゴミの拡散</li> <li>18 気候変動対策がもたらす想定外の結果</li> <li>19 ナノテクノロジーがもたらす想定外の結果</li> <li>20 新たな生命科学技術がもたらす想定外の結果</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>21 抗生物質耐性菌</li> <li>22 気候変動への適応の失敗</li> <li>23 修復不可能な汚染</li> <li>24 土地・水資源管理の失敗</li> <li>25 都市化の管理の失敗</li> <li>26 長引く異常気象</li> <li>27 温室効果ガス排出量の増大</li> <li>28 生物種の乱獲</li> <li>29 前例のない地球物理的破壊</li> <li>30 磁気嵐に対する脆弱性</li> <li>31 高電力災害</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>32 グローバル化に対する反動</li> <li>33 食糧不足危機</li> <li>34 寛容性のない偏激政策</li> <li>35 高齢化への対応に失敗</li> <li>36 慢性疾患率の上昇</li> <li>37 宗教的狂信主義の台頭</li> <li>38 統制されない移民</li> <li>39 持続不可能な人口増加</li> <li>40 パンデミックに対する脆弱性</li> <li>41 水供給の危機</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>42 脆弱化した重要国家</li> <li>43 大量破壊兵器の拡散</li> <li>44 極強い犯罪組織</li> <li>45 外交による紛争解決の失敗</li> <li>46 グローバル・ガバナンスの破綻</li> <li>47 宇宙の軍事化</li> <li>48 不正行為の蔓延</li> <li>49 テロリズム</li> <li>50 資源の一方的な国有化</li> <li>51 不正取引の蔓延</li> </ul> |

リスク・ランドスケープ（5つのリスクカテゴリーと主体別）





●本調査に関する問い合わせ先

株式会社日本政策投資銀行  
 DBJ リスク・ランドスケープ調査  
 ー地域の総合的なリスク評価とレジリエンスに関する意識調査ー

調査統括：蛭間芳樹（BCM 格付主幹） 03-3270-3211

●留意事項

本調査結果は2014年1月31日(調査途中)の情報に基づく速報版です。よって、本調査結果は暫定のものとご理解ください。  
 報告書は、2014年3月末を目途に、日本政策投資銀行から公開予定です。

## I. レジリエント・ガバナンスの考え方

### 1. 「レジリエント・ガバナンス」とは

大規模災害等の非常事態に直面した際、限られたリソース（ヒト、モノ、情報、時間、空間）をもとに、政府・地方自治体・民間企業・NPO・市民社会が、その協働メカニズムによる事前準備・応急措置を進め、社会システムを支える重要インフラシステムの「被害の最小化」と「早期の機能回復」の実現を図ることである。

### 2. 非常事態への「事前準備フェーズ」と「事後対応フェーズ」

#### （１）「事前準備フェーズ」で重視すべきこと

オール・ハザード・アプローチ、重要インフラシステムの複雑系システムと相互依存性の理解、ハードに偏らないソフト面の重視、時間要素の導入、地域的エリア間の依存性把握と対応

#### （２）「事後対応フェーズ」で重視すべきこと

日本版インシデント・マネジメント・システム、非常時指揮システム  
状況認識を支える情報システム、関係省庁をまとめる司令塔機能

### 3. ガバナンス設計の検討プロセス

（１）重要インフラの構造の把握、（２）重要インフラ間の依存関係、（３）脆弱地点の解明、（４）脆弱性軽減策の開発、（５）レジリエント・ガバナンスの設計、（６）リスク・マネジメント計画の策定と実行

広域そしてグローバルかつ重層的に相互連結し、様々なシステムに支えられている国民生活や社会経済活動は今、自然災害、人為的脅威、事故など多様なハザードや脅威に晒されている。これらのリスクは、巨大複雑化した社会を通じて相互依存的でシステミックな性質をもち、国家の成長や国民生活へ深刻な障害となる。

## 1. 基本的な考え方

### （１）「重要インフラシステム」と「レジリエンス」

「レジリエンス」とは、外乱やシステム内部の変動がシステムの全体機能に与える影響を吸収し、状態を平常に保つシステムの能力、あるいは、想定を超えるような外乱が加わった場合であっても機能を大きく損なわない、損なったとしても早期に機能回復できるシステムの能力をいう。

レジリエントな社会の構築には、国民生活や社会経済活動を支える、または国家として継続するために必要な施設、システム、拠点、ネットワーク、サービスである「重要インフラシステム」のレジリエンスを高めることが不可欠である。

重要インフラシステムは社会的に重要な機能であり、ハードだけでなくソフトも含む。具体的には、表１に示すように国によりやや異なるが、概ね、エネルギー（電力、ガス、石油）、情報通信（通信、放送）、交通・物流（道路、鉄道、航空、海路、港湾）、水道（上・下水道、工業用水道）、金融、医療、食糧、緊急対応（自衛隊、警察、消防、避難所等）、政府機能（地方自治体を含む）が共通して挙げられる。

表1 各国における重要インフラシステムの指定

| 米 国        |         | 英 国   |                 | フィンランド |
|------------|---------|-------|-----------------|--------|
| 分野         | 主管省庁    | 分野    | 主管省庁            | クラスター  |
| 農業と食糧      | 農務省     | 食糧    | 環境・食糧・地方業務省     | 食糧     |
|            | 保健福祉省   |       | 食品安全管理局         |        |
| 防衛拠点       | 国防総省    |       |                 |        |
| エネルギー      | エネルギー省  | エネルギー | エネルギー気候変動省      | エネルギー  |
| 医療と公衆衛生    | 保健福祉省   | 医療    | 保健省             | 医療     |
| 国家モニュメントと像 | 内務省     |       |                 |        |
| 金融機関       | 財務省     | 財務    | 財務省             | 金融     |
| 水道         | 環境保護庁   | 水道    | 環境・食糧・地方業務省     |        |
| 化学産業拠点     | 国土安全保障省 |       |                 | 産業     |
| 商業施設       | 同上      |       |                 |        |
| 重要な製造業     | 同上      |       |                 |        |
| ダム         | 同上      |       |                 |        |
| 緊急対応       | 同上      | 緊急対応  | 保健省             |        |
|            |         |       | コミュニティ地方自治省     |        |
|            |         |       | 交通省             |        |
|            |         |       | 内務省             |        |
| 原子力施設・廃棄物  | 同上      |       |                 |        |
| 情報技術       | 同上      |       |                 | 情報     |
| 通信         | 同上      | 通信    | ビジネス・イノベーション技能省 |        |
| 郵便         | 同上      |       |                 |        |
| 交通と物流      | 同上      | 交通    | 交通省             | 交通・物流  |
| 政府機能       | 同上      | 政府    | 内閣府             |        |

したがって、レジリエント・ガバナンスとは、大規模災害等の非常事態に直面した際、限られたリソース(ヒト、モノ、情報、時間、空間)をもとに、政府・地方自治体・民間企業・NPO・市民社会が、その協働メカニズムによる事前準備・応急措置を進め、社会システムを支える重要インフラシステムの「被害の最小化」と「早期の機能回復」の実現を図ることである。

以下、非常事態への「事前準備フェーズ」と、「事後対応フェーズ」に分け、必要な視点を整理する。

## (2) 非常事態への「事前準備フェーズ」

### ① オール・ハザード・アプローチ

全てのハザード・脅威を対象とした政府機関全体による包括的な対応枠組み(オール・ハザード・アプローチ)であること。災害の種類や規模に関わらず、国民の生命・健康、財産そして環境への損害を最小限に抑えることを優先し、それを政府機関全体が一つの組織として効果的・効率的に行動することが必要である。表2および表3参照。

表 2 想定すべきハザード・脅威

| 自然起因ハザード                                                                                                                                                                  | 技術起因ハザード                                                                                                                                                    | 人的行為起因ハザード                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 地震</li> <li>● 洪水</li> <li>● 台風</li> <li>● 津波</li> <li>● 火山噴火</li> <li>● 異常気温／降雨</li> <li>● 磁気嵐</li> <li>● 人・獣感染症の広域流行</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 施設事故による放射性物質の放出、汚染</li> <li>● 施設事故による有害化学物質の放出、汚染</li> <li>● 施設事故による生物学的物質の放出、汚染</li> <li>● 重要インフラ施設の事故</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● サイバー攻撃</li> <li>● 物理的破壊攻撃（重要施設、機能集積エリア）</li> <li>● ダーティボム</li> </ul> |

表 3 考慮すべきインパクト（発災後の時間経過からみた重要度）

| 大<br>↑ | インパクト分類        |                                                                                                                                     |
|--------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | 人の生命・健康        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 人命の損失</li> <li>● 傷害、慢性疾患</li> <li>● 障害（身体的、心的）</li> <li>● 公衆衛生（一定の時間が経過した後）</li> </ul>     |
|        | 経済的損害（直接的、間接的） | <ul style="list-style-type: none"> <li>● スtockベースの損失</li> <li>● フローベースの損失</li> <li>● 収入の減少</li> </ul>                               |
|        | 行政執行           | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 基本的な行政サービスの低下、停止</li> <li>● 行政機関への信頼喪失</li> </ul>                                          |
|        | 国際関係           | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 国際的なリーダーシップの低下、喪失</li> <li>● 同盟国、近隣諸国との関係悪化</li> </ul>                                     |
|        | 社会的影響          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 雇用喪失</li> <li>● 社会不安、反対運動、差別</li> <li>● ライフスタイルの劣化、変更</li> </ul>                           |
|        | 環境影響           | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 土地資源の利用喪失</li> <li>● 水資源の利用喪失</li> <li>● 大気環境の劣化</li> <li>● 自然生態系の喪失・劣化、種の多様性低下</li> </ul> |

## ② 重要インフラシステムの複雑系システムと相互依存性

重要インフラシステムを、相互に機能的依存性をもつ大規模複雑系システムとして捉える必要があり、システムズ・アプローチに基づき、多様な脅威に対してシステムが如何なる挙動を示すか、どこに脆弱性があるのか、への理解を深める（図 1）とともに重要インフラシステムは個別にみても、様々なアクターが関わっていることを理解しておく必要がある。

## ③ ソフト面重視

機能的依存性をもつ重要インフラシステムはそれぞれにおいてハードおよびソフト面でレジリエンス強化対策を採る必要がある。特に、インフラシステムに係る各種規制や制度面も再吟味することが必要である。制度間にも相互関連性があり、これらも一層複雑化してきているが、当該規制当局はこの状況について関連規制当局と認識を共有し、監視・対処し、意図せぬ影響あるいは予期せぬ影響の顕在化を防ぐ必要がある。

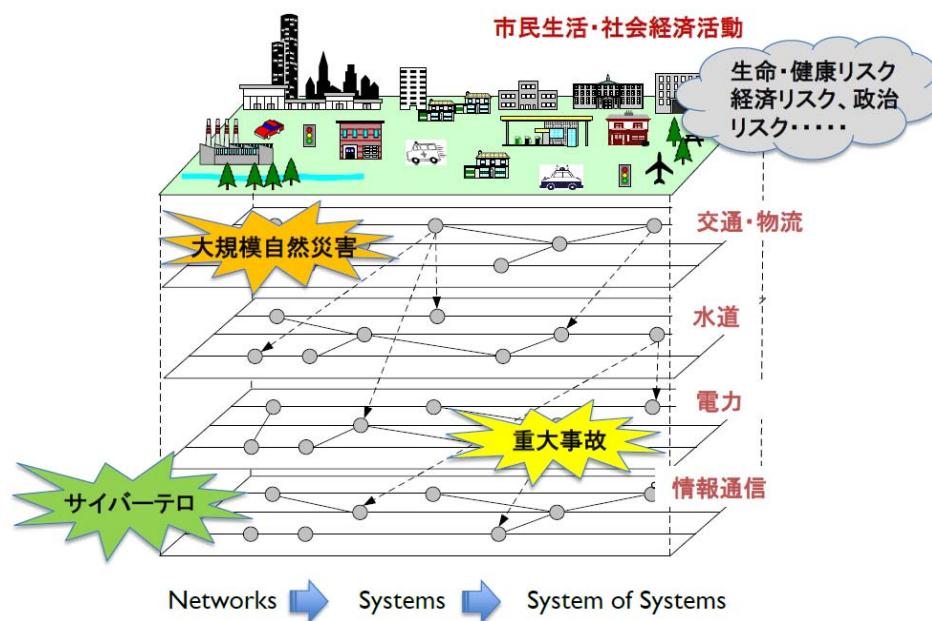


図1 重要インフラシステムの脆弱性

#### ④ 時間要素

非常事態では時間が重要な要素であり、また必要量に対して利用可能なリソースが限られるため、社会的に重要な機能の維持・回復という全体的な視点にたち、被害最少化および効果最大化の観点から優先順位に従って対応すること。現実には事態の状況により柔軟な対応が求められるが、事前にリスク分析を行い優先順位付けについて、社会的に認識を共有しておくこと。

#### ⑤ エリア間の相互依存性

国レベル、首都圏・阪神圏・中京圏といった大都市圏のレベル、地方ブロックのレベルでみた重要インフラシステムの相互依存性、それぞれのレベル間の依存性を明らかにし、俯瞰的に理解を深めておく。

### (3) 非常事態への「事後対応フェーズ」

#### ① 日本版インシデント・マネジメント・システムと非常時指揮システム

大規模な非常事態対応は大規模なマネジメントを要する複雑な作業であり、時間が重要な資源であることを認識し、情報の収集、管理、共有を可能とし、危機対応現場におけるリソースの需要量と供給可能量の把握や意思決定を支援する仕組み、いわゆる日本版インシデント・マネジメント・システムを構築しておくこと、そして仕組みには、少なくとも指揮 (Command)、実行 (Operation)、計画・情報 (Planning and Intelligence)、後方支援 (Logistics)、財務/総務 (Finance/Administration) の機能が必要であり、米国や英国の ICS (Incident Command System: 非常時指揮システム) を参考に検討すべきである。

#### ② 状況認識の統一を支える情報システム

非常事態対応活動に不可欠な、関係者間での状況認識 (Situational



Awareness)の統一を図れるように、COP(Common Operational Picture:共通状況図)を提供できる情報システムの構築と関係者のアクセス性及び相互運用性(Interoperability)を確保すること。

③ 関係省庁をまとめる調整・司令塔機能

政府機関では当該重要インフラシステムの主管機関、支援機関、調整機関を予め定めておくことが望ましい。支援機関は当該重要インフラシステムの機能依存性から定められる。調整機関はいわゆる司令塔であり、COPの提供、発動すべきメニューの指示、関係機関の調整を図るものである。

## 2. システム分析に基づく検討プロセス

レジリエント・ガバナンスの基本的考え方で示した事柄を具体的に検討していくには以下の作業が必要となる。

① 社会の諸セクターの構造・機能の解明

現代社会を構成している諸セクターがどのような構造をもち、いかなる機能を果たしているか。

② セクター間の依存関係・連鎖の解明

エネルギーや情報等のネットワークや供給システムは相互にどのように依存しているか。

③ 社会の脆弱性を生み出す連鎖構造の弱点の解明

危機や災害の発生によって、そうした連鎖の構造にどのような被害が生じうるか。社会の脆弱性を生み出す弱点(ウィークポイントはどこか)。

以上の作業を行うにあたって重要となるのが、重要インフラシステムの相互依存性(社会的機能の相互関係)の分析である。

インフラシステム間の依存性には、物理的な管路の接続に代表される「物理的依存性」、インフラシステムが提供する機能への依存に代表される「機能的依存性」、障害発生時の被害額連関に代表される「社会・経済的依存性」などがあるが、重要インフラシステム間では機能的な依存関係性の視点が極めて重要となる。

たとえば、電力インフラシステムの中核機能は、他の重要インフラシステムを含む社会全般に電気を供給することである。これを他の重要インフラシステムから見ると、電力インフラシステムに電気の供給機能を依存していることになる。同様に、電力インフラシステムは、電気の供給機能サービスのため、労働者や物資の輸送機能を物流や道路インフラシステムに依存している。特に現代社会は電力インフラシステム及び情報通信インフラシステムへの機能依存が高く、今後情報技術の一層の進展に伴う分散型電源の活用やコミュニティのスマート化を考えると、インフラシステム間の相互依存性はより高まり複雑化する。

重要インフラシステムに障害が発生すると、機能依存性に伴い障害は波及する。その形態には、機能停止(他インフラシステムの影響により自インフラシステムのサービスが機能停止する)、機能制限(他インフラシステムの影響により自インフ

ラシステムのサービスが機能制限を受ける）、復旧支障（他インフラシステムの影響により既に受けている被害の復旧作業の妨げになる）、復旧阻害（他インフラシステムの影響により既に受けている被害の復旧作業が困難になる）がある。また、単一の重要インフラシステムに障害が発生する場合、災害により同時に複数の重要インフラシステムに障害が発生する場合、それが広域で発生する場合、複数の地域で時間差をもって発生する場合など、機能的障害の発生する状況によって機能的障害の波及の仕方には多様なシナリオが考えられる。そして、この多様なシナリオの下、波及した障害はその発生個所で、その利害関係者に社会的、経済的、政治的、心理的なリスクをもたらす可能性があり、リスクもまた複雑な相互依存性をもつことになる。

さらに、重要インフラシステムを保有・管理する組織は国、地方自治体そして民間事業者であるが、その規模や資金力には差異があり、また当該インフラシステム分野の技術進展の度合いの差異もあることから、適用技術のビンテージやリプレイス頻度の混在度やレジリエンスなどハードウェア及びソフトウェアの観点からみても複雑性は一層増し、障害波及は複雑な連鎖構造をもつことが推測される。

表4にインフラシステム間の相互依存構造（機能支障に起因する影響波及）の例を示す。これは首都直下地震直後の機能依存関係を分析した国土技術政策総合研究所による先駆的な研究である。同研究では、災害直後の物理的損傷に起因する影響波及、仮復旧の速度に及ぼす影響に関する相互依存構造の分析も実施されている。今後は、災害直後のエネルギー確保に重要な役割を果たす石油や市民生活の必需財である食糧などの社会的機能も加えた詳細な分析が求められる。また、自然災害だけでなく、深刻なサイバー攻撃やパンデミックといったハザード・脅威ではどのような相互依存構造をもつのか、特に時間的展開に特徴をもつハザード・脅威については深い分析が必要となる。

表 4 インフラシステム間の相互依存構造マトリクス（機能支障に起因する影響波及）

|        |      | 終点(インフラ) |    |     |     |      |      |     |    |    | 終点(社会的機能) |    |    |    |
|--------|------|----------|----|-----|-----|------|------|-----|----|----|-----------|----|----|----|
|        |      | 電力       | ガス | 上水道 | 下水道 | 情報通信 | 道路   | 鉄道  | 港湾 | 航空 | 運輸・物流／旅客  | 金融 | 医療 | 行政 |
| 起<br>点 | 電力   |          | 1  | 3   | 8   | 4    | 9    | 16  | 12 | 8  | 12        | 8  | 12 | 16 |
|        | ガス   | 1        |    | 1   | 2   | 1    | 0    | 4   | 1  | 3  | 1         | 1  | 6  | 2  |
|        | 上水道  | 2        | 1  |     | 4   | 0    | 0    | 4   | 3  | 3  | 4         | 1  | 16 | 8  |
|        | 下水道  | 0        | 0  | 1   |     | 0    | 0    | 4   | 1  | 1  | 1         | 1  | 4  | 1  |
|        | 情報通信 | 0        | 8  | 2   | 1   | (3)  | 4    | 16  | 4  | 8  | 12        | 20 | 6  | 20 |
|        | 道路   | 0        | 4  | 2   | 0   | 12   | (12) | 1   | 8  | 4  | 16        | 6  | 12 | 2  |
|        | 鉄道   | 0        | 1  | 0   | 0   | 0    | 6    | (3) | 3  | 4  | 4         | 2  | 0  | 2  |
|        | 港湾   | 0        | 3  | 0   | 0   | 0    | 0    | 0   |    | 0  | 1         | 0  | 0  | 12 |
|        | 航空   | 0        | 0  | 0   | 0   | 0    | 0    | 0   | 0  |    | 1         | 0  | 0  | 0  |

注釈）首都直下地震を想定し、原因となるインフラが被災した場合の、影響を受けるインフラの”影響の深刻度合い”を、専門家のアンケート結果により重みづけして評価。前提条件は、1)首都圏のインフラ施設を想定、2)原因側のインフラがどの程度被災するかは想定せず、最大限に被災した場合にどの程度影響を受けるかを評価、3)影響を受けるインフラについては機能支障の観点から評価（その機能支障が社会的にどのような影響を及ぼすかは評価の対象外）。  
 具体的には、インフラ個々の施設や機能に着目しどの程度の影響を受けるかを 5 段階（0：影響なし～4:致命的な影響）で、首都圏におけるインフラシステムの性質や影響の軽減に有効となるシステム形態（施設密度、多重化、冗長性等）を勘案しシステム形態（影響波及の軽減にどの程度有効か）を 5 段階（1:システム全体には殆ど影響しない～5:システム全体に甚大な影響が広がる）で評価し、これらの評価値を乗じている。  
 出典：片岡正次郎、鶴田舞、小路康広、“重要インフラ間の相互依存構造のモデル化と地震被害波及シミュレーション”、ISSN 1346-7328、国土技術政策総合研究所資料 No. 510、平成 21 年 2 月

### 3. 重要インフラシステムのレジリエント・ガバナンスの設計

何らかのハザード・脅威によって、社会の重要な機能がダメージを受けた場合、その復元力―レジリエンス―の強化において考慮すべきは、被害の軽減化と復旧のために用いるリソースを効率的に利用するための管理手法、すなわちレジリエント・ガバナンスのあり方である。

現代社会は、既に述べてきたように、エネルギー、情報通信網、兵站（ロジスティクス）、公衆衛生・医療健康等さまざまなサブ・システムが複雑に関連し合って、社会という一つの複雑で巨大なシステムを形成している。それは例えていえば、心臓と血管網からなる循環器系、胃や腸からなる消化器系、肺を中心とする呼吸器系、脳と神経からなる神経系等が結びつき、人体を形成しているのに似ている。

こうした現代社会は、中央政府、地方自治体、民間企業、NPO、地域社会、一般市民等の主体から構成されており、迅速かつ効率的な被害への対応のためには、それらの主体が、各サブ・システムにおいて、それぞれの役割を的確に果たすとともに、相互に連携して全体としての活動の最適化を図らなければならない。それには、必要な連携を迅速に行いうるような、社会全体としての効果的なマネジメントの体制を形成する必要がある。その中で中心となる役割を果たすのは言うまでもなく政府である。

#### ① 政府の役割

政府の果たす役割は、上記の人体の例を用いるならば、社会という複雑なシステムを制御する神経系に例えることができよう。政府＝行政の社会における機能は、一言でいえば、社会においてルールを作り、それを国民に守らせることによって、社会の安全と秩序を形成することである。さまざまな安全のための規制や補助金等による支援制度はその例であり、秩序を維持するために公権力を行使できるのが政府の特質である。

平時においては、こうしたルールはきめ細かく制定され、微調整によって平穏な社会が維持されている。しかし、ひとたび災害等が発生した場合には、平時のルールでは十分な対応をすることができない。緊急時に応じた規制の強化と規制緩和が必要とされる。たとえば、緊急時における輸送業者に対する輸送命令等の規制や通常は禁止されているタンクローリーの長大トンネルの通行を認める措置などの規制緩和などである。

こうした緊急時において最も重要な考慮事項は、災害からの救済や復興に要する莫大な需要に対し、限られた資源を効率的に使用し、全体として最も効果的な回復を図ることである。それには、優先順位を設定し、それに基づいて資源を配分する。裏返せば、優先順位の低いものについては切り捨てる判断が求められる。災害地域が広いとき、こうした考慮によって全体最適をめざす必要がある。

#### ② 司令塔機能とその限界

それには、司令塔の設置がしばしば言及される。すべての情報を司令塔という一点に集中し、そこで優先順位を判断して、資源の割り当てを行うことが全体として

ベストの状態を作り出すという考え方である。それには、被災状況についてリアルタイムですべての情報を集め、指示を伝達することのできるネットワークの整備が前提となる。だが、その前提が満たされたとしても、これまでの経験からいえば、司令塔が期待通りの機能を発揮することは容易ではない。

第 1 に、中央の司令塔へ集中する情報量が、その処理能力を超えて過剰になり、情報処理の負荷のゆえに、司令塔がうまく機能しない可能性がある。第 2 に、被災地域の状況は千差万別であって、それらについてきめ細かい状況把握と指示を、現地から遠く離れた司令塔で行うことも難しい。中央における情報は様式化されており、また指示は画一的であって、一面において合理的といいうるが、多様な現場において最適の内容であるとは限らない。

### ③ 司令塔機能の特化と機能分担

このような事情から、危機における適切なマネジメントの体制を構築し、司令塔の機能を有効に発揮させるためには、次のような事項に配慮すべきであろう。

第 1 に、災害等が発生直後は、それぞれの現場や地域において対応できるだけの体制を整えることである。非常用発電や食糧、薬品等の備蓄、動員できる人員の確保等であり、たとえば、しばしばいわれているように、72 時間維持できる体制の整備である。

第 2 に、司令塔への情報負荷を極力減らし機動的にその機能を発揮できるように、その役割をできるだけ重要事項、核心的事項についての判断と、主体間の役割の調整に限定するようにする。

第 3 に、司令塔の役割は、発災後の時間的段階によって異なる。発災直後の救済ステージでは、地域や企業等の自立的な維持に期待し、司令塔への負荷をできるだけ避け、機能維持ステージに移ってからは、収集された情報の分析に基づいて、より広域的な資源の移動や主体間の調整を図ることが望ましい。

## 4. リスク・マネジメント計画の策定と実行

レジリエント・ガバナンスの設計に続き重要な作業は、非常事態に対処するための具体的で汎用性のあるリスク・マネジメント計画の策定・提示である。リスク・マネジメント計画では、システム分析に基づいた社会システムの脆弱性評価の結果を踏まえ、脆弱性レベルの低減策、代替手段の整備やバックアップ対策や重要資機材の備蓄など、多様性と多重性を有する、ハードウェアおよびソフトウェア面での脆弱性軽減策を立案、開発し、費用効果的な方策を準備する。

加えて、大規模な非常事態では複雑性、不確実性そして曖昧性のレベルが極めて高いため、リスクは制御可能であるという考えから脱却し、レジリエンスを確保しつつ、リスクに順応していくという考え（順応的管理）に立たねばならない。順応的管理(Adaptive Management)とは、未（科学的）実証の前提に基づいて管理計画を実施し、継続監視によってその前提の妥当性を絶えず検証しながら、状態変化に応

じて方策を変えることによって管理失敗のリスクを低減する管理のことである。マネジメント計画の前提を常に検証し、必要なら修正するプロセスを用意し、ひとつの事態だけでなく様々な事態を想定して対策を立てておくことが重要となる。

次に、非常事態への対処（クライシス・マネジメント）である。

3で述べた、司令塔機能の効果が十分に発揮されるようにするためには、平時から役割分担を明確化し、非常時にモードを切り替えることによって、ほぼ自動的に各主体が救命ステージの対応する行動をとれるようにしておくことが望ましい。そのモード切替によって、社会の法制も緊急事態となり、平時と異なる規制と規制緩和が自動的に発動されることになる。

それには、第1に、非常時において起こりうる事態についてシミュレーションを行い、それぞれの主体が担いうる役割を確認し、それについて相互に主体間で情報を共有し、非常時に連携できるようにしておくことが必要である。それは、災害発生後の①救済ステージ、②機能維持ステージ、③復興ステージに分けて、それぞれの行動計画を策定しておくことが望ましい。

すなわち、①救済ステージでは、人命の救済と被害拡大の防止を目的として地域社会、企業その他の組織が対応する体制を整備する。なぜならば、被害の全体状況の把握が困難な状態では、他地域等からの救援をすぐには期待しにくいからである。このステージでは、各主体の自立的対応が特に重要である。

②機能維持ステージでは、一定期間（例えば72時間）で尽きた生活や生産に必要な資源を、補給地から運搬し配分しなければならない。このステージでは、まさに全体状況に基づき、優先順位に従って、最も効率的に限られた資源が配分されることが期待される。国の果たすべき役割は大きい。

③復興ステージでは、長期的な計画に基づいて、最も迅速かつ効果の大きい形で資源の投入が行われる必要がある。

ここで考慮すべきは、最も効率的な救済復旧、すなわち全体最適を図るためには、強力な司令塔機能が必要といわれているが、現実には、司令塔機能には限界があり、過度の集中はむしろ非効率と現場での不適合を生む。それを避けるためには、司令塔機能を、それが最も効果を発揮するレベルと規模に限定し、それ以外の機能は、他の主体の自律的活動に委ねることが望ましい。しかし、こうした自立的主体への分権化は、そのままでは部分最適を実現できたとしても全体最適を保証しない。

できる限りこうした分権化によって全体最適を実現するには、換言すれば部分最適の統合によって全体最適を達成するためには、平時より各主体が、予めそれぞれの役割を定めておくとともに、他の主体の役割や資源配分の優先順位についての認識を共有しておくことが必要である。

そして、それを実現するためには、日常的に司令塔と各主体の間で双方向的な人事交流を活発に行い、全体的視野と相互の信頼感をもった危機管理に従事する人材を育成しておくことが望ましい。そうした人材育成と実際の災害時に役立つ知識を身につけるために、効果的な訓練を頻繁に実施することも必要である。

本研究会では、レジリエント・ガバナンスの検討プロセスである(1)重要インフラシステムの構造の把握、(2)重要インフラシステム間の依存関係、(3)脆弱地点の解明、(4)脆弱性軽減策の開発、(5)レジリエント・ガバナンスの設計、(6)リスク・マネジメント計画の策定と実行、を「エネルギー需給システム」と「公衆衛生・保健医療システム」の2つの重要インフラシステムに関して取り上げ、さらに地域レベルで具体化させる検証の一環として、「東京都市圏を首都直下地震が襲う」ケースをモデルとしてトライアルを試みた。

## Ⅱ. 重要インフラガバナンスの具体例

### ＜エネルギー需給システム＞

#### 1. エネルギーシステムの特質

##### 1. エネルギー需給システムの構造について

人命救助・医療活動や支援物資供給、復興活動を支え、被災後の国民生活・経済活動を早期に正常化させるためには、何よりエネルギー需給システムの早期正常化が必要。「エネルギー供給者側（サプライ・サイド）」の被害最小化・早期復旧のみならず、「エネルギー需要者側（ディマンド・サイド）」での平時からの自衛的な備え（医療・通信・放送・金融等の重要インフラを機能させる自家発電機・燃料確保等）、平時からの関係省庁・自治体・事業者・地域社会等の連携により、首都直下地震等の「次なる危機」に備える必要がある。

##### 2. エネルギー相互の依存関係

災害時に系統電力が停電した際、分散型電源の稼働により復旧までの電力供給をまかなうためには、燃料である石油やＬＰガスの十分な確保が必要になる。しかしその時、非常用電源を稼働できなければ、石油やガスを供給するインフラが動かず、安定供給は困難になる。

##### 3. 「自由化」と「レジリエンス」の両立

東日本大震災で我が国が経験した電力・ガス・石油の供給不全という現象への反省を踏まえ、自由化による競争的なエネルギー供給環境の構築という視点に加えて、「レジリエンス（危機に対する抵抗力・回復力）の高いエネルギー供給構造」を作るという視点を重視し、バランスのとれた制度改革を進める必要がある。

#### （１） エネルギーの特質

##### ① 電気（二次エネルギー）

電気は企業活動や一般家庭生活の基盤であるとともに、金融や情報システム、鉄道運行システム、医療システム等の重要インフラシステムを支えるインフラ中のインフラ。電気は様々な一次エネルギー資源（石炭・原子力・天然ガス・石油・水力・太陽光等）をもとに創り出される利便性の高い二次エネルギー。電力は貯蔵が困難であるため、発電した電力は瞬時に遠隔地へ届けられ、即消費される性質がある（同時同量の原則）。

##### ② 石油（一次エネルギー）

可搬性・貯蔵性に優れ、製油所・油槽所・ＳＳといった全国供給網も完備し、備蓄も豊富であり、非常時には系統電源や分散型電源の燃料として喪失電源を機動的に代替しうる。平時から、運輸（自動車・航空機・船舶）・民生（暖房）・産業・電力等の燃料用途や化学品素材用途を有する。しかし、中東依存度が高く調達に係る地政学的リスクは最も大きく、ＣＯ２排出量が化石燃料の中で石炭に次いで大きい。

##### ③ 天然ガス（一次エネルギー）

熱源としての効率性が高く、電源の４割超を占める。石油に比べて調達に

かかる地政学的リスクも相対的に低く、化石燃料の中ではCO<sub>2</sub>排出量は最も少ない。将来の水素社会を支える基盤エネルギーになる可能性がある。石油価格に連動した価格決定方式により調達コスト面での課題に対し、北米シェール革命により、今後は競争的な価格決定を実現しうる可能性がある。

④ L P ガス（一次エネルギー）

分散型で可搬性・貯蔵性に優れ、一般家庭を含め、最終需要者のもとでの備蓄量も多いため、震災等のリスクに強いエネルギー。一方、中東依存度が高く調達に係る地政学リスクが高いとされてきたが、北米シェールガス随伴の安価なLPガスの購入が進み、地政学的リスクが小さくなる傾向にある。

⑤ 石炭（一次エネルギー）

熱量あたりの単価も化石燃料の中で最も安く、ベース電源を支える燃料である。CO<sub>2</sub>排出量が大いという課題があるが、高効率火力発電技術の利用等により環境負荷を低減しつつ活用できる。地政学リスクが化石燃料の中では最も低い。

（2）エネルギー相互の依存関係

「二次エネルギー」である電力と、「一次エネルギー」である石油や天然ガス等との間には、供給にかかる依存構造が存在する。

たとえば、災害時に系統電力が停電した際、需要サイドでは分散型電源を稼働させ、系統電力の復旧までの電力供給をまかなう必要があるが、このとき、燃料となる石油やLPガスの十分な確保が必要になる。しかしそのとき、製油所や油槽所の非常用電源が稼働していないと、石油やガスを供給するインフラが動かないため、安定供給は困難になる。

（3）検討の視座（「石油」「天然ガス」「電力」にフォーカス）

本研究会においては、上記のようなエネルギーのうち、特に一次エネルギーのうち「石油」と「天然ガス」、そして二次エネルギーである「電力」を取り上げ、それぞれの供給システムについて、①供給網（サプライチェーンの構造把握）、②他エネルギーや他インフラとの依存関係・影響関係、③脆弱ポイントの把握とレジリエント・ガバナンスの構築の方向性等を考察する。

これまで、エネルギー産業は、「自由化・市場化」への道を歩んできた。石油については、1990年代の特定石油製品輸入暫定措置法の廃止や石油業法廃止等による自由化が進み、電力・ガスについても1990年代以降累次の自由化が進められ、現在、自由化の総仕上げが検討されているところである。このとき、東日本大震災で我が国が経験した電力・ガス・石油の供給不全という現象への反省を踏まえた、レジリエンス（危機に対する抵抗力・回復力）の高いエネルギー供給構造を作るという視点も重視し、バランスのよい制度改革論議へと結びつけていく必要がある。



## 2. 石油セクターのガバナンス設計

### 1 需要家側（重要インフラ等）での石油製品（灯油・軽油）備蓄の充実

病院・通信・金融等の重要インフラの非常用電源等を動かす燃料不足や、孤立集落・世帯の発生を想定し、道路等が毀損して石油輸送が困難な局面（概ね発災72時間程度）に備え、需要家による自衛的な石油製品備蓄を強化すべき。

### 2. 製油所・油槽所・SSの強靱化、物流予備力の確保

石油コンビナートの液状化・側方流動により製油所の栈橋・配管等が破壊され、入出荷機能を喪失しないよう、耐震強化・液状化対策に取り組む。地震や津波によりタンクローリー・タンカーやSS（サービスステーション）が使用不能になることを想定し、タンクローリーの予備力やドラム缶やケミカルタンクや欧州で一般的な仮設SSユニットを用いた給油能力強化を推進・検討すべき。

### 3. 石油会社の系列単位でのBCPの策定・設備投資・訓練

製油所や油槽所を有する石油元売会社と、タンカーやタンクローリーを動かす関連物流会社、直営SSを有する石油販売子会社、特約店・販売店契約に基づきSSを運営する特約店・販売店事業者を全て包含し、系列全体を対象にするBCPの整備を進め、関係主体との間で共有し、投資や訓練を進めるべき。

### 4. 関係省庁協力による道路・港湾の早期復旧、非常時物流の規制緩和等

災害時の道路啓開や港湾啓開について、石油インフラ周辺の道路・航路の優先順位を高めるべき。道路・航路等の被災状況・復旧状況にかかる情報を地図上にプロットし、官民で情報を一元的かつリアルタイムで共有できる仕組みを構築すべきである。また、危機時の緊急物流を円滑化するための規制緩和特例等（タンクローリーの長大・水底トンネルの通行許可、運転手の勤務時間改善基準の緩和、緊急車両指定の手続き簡素化等）を事前に関係省庁間で準備すべき。

### 5. 関係省庁による「燃料輸送・供給支援枠組み」（協議体）

石油製品の在庫・出荷可能量の一元的把握と、供給先を決定するための仕組みの構築とボトルネック解消を円滑に遂行するスキーム等を平時から備える官民協議体を、内閣府（防災）、資源エネルギー庁、防衛省、国土交通省、消防庁、警察庁といった関係省庁に石油業界を含めて構築・運用すべきである。

## （1）石油サプライチェーンの構造

### ① 石油サプライチェーンの特徴 産油国から国内製油所（原油の輸入）

我が国の一次エネルギーに占める石油の割合は最も高く、運輸部門・産業部門・民生部門すべてを支える重要物資であるが、ほぼ全量を輸入に依存し、引き続き政情不安要素を抱える中東依存後は80%を超えるという基本的な課題を抱えているため、ロシア、カナダ、アフリカ、中南米、将来的には米国などへの調達先の分散化が課題である。

このため、平時より産油国との関係強化や備蓄の増強、シーレーンの確保など、国際的な有事に備えた対策が講じられている。併せて、東日本大震災時に経験したような大規模災害時の電力・ガスの供給障害時における緊急石油供給や、パンデミック発生時に製油所等石油供給インフラの稼働を維持するための対策など、国内危機に備える対策が重要である。

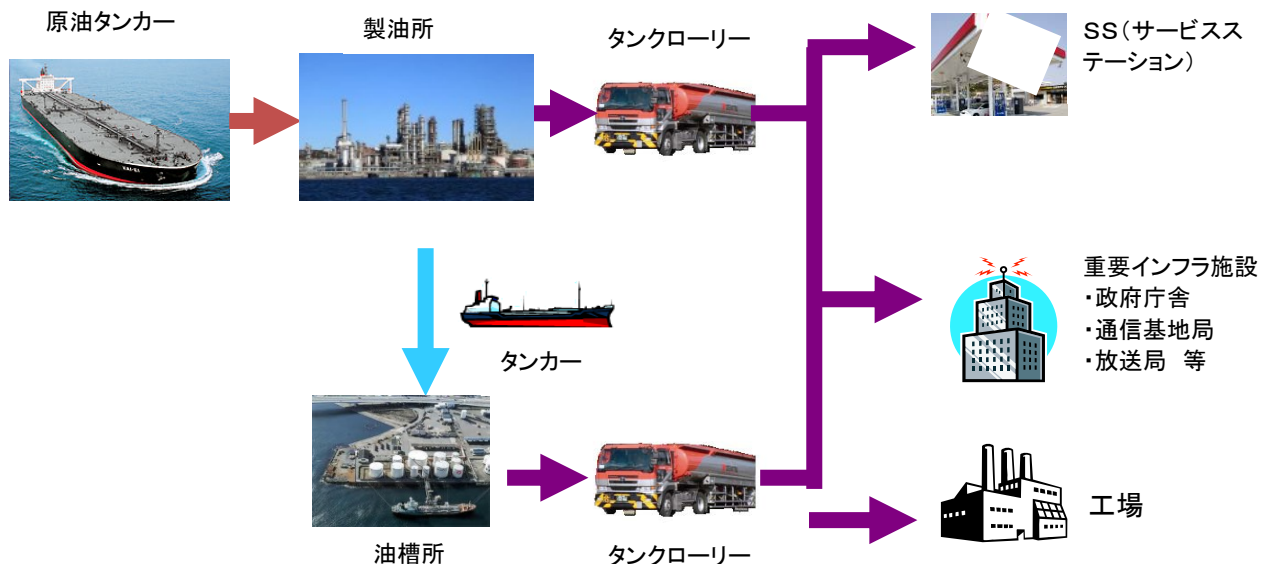
サプライチェーンの特徴としては、供給安定性、効率性、需要構成変化への柔軟対応の観点から原油を輸入して国内で精製し、全国に製品として供給する「消費地精製」が基本となっており、製品輸入は補完的役割を担っている。有事に備え、原油の国家備蓄・民間備蓄は約200日を保有している。

## ② 製油所から油槽所、ガソリンスタンド、需要家（製品）

石油会社の製油所で精製されたガソリンや軽油等の製品は、一部の産業需要家や製油所近隣地域等への直送分を除き、全国100余りの油槽所に海上輸送されて中間貯蔵された後、全国約3万箇所のガソリンスタンドや最終需要家へ輸送される。

上記のように石油製品のサプライチェーンでは、タンカーによる海上輸送、タンクローリーや鉄道タンク貨車による陸上輸送、これらの主体をつなぎ、物流オペレーションを支える情報システムが機能することが必須である。

### 【参考：石油サプライチェーンの流れ】



## （2）他セクターへの依存関係

石油製品は危険物であるため、その輸送は海上輸送、陸上輸送とも石油タンカー（海上）やタンクローリー（陸上）など特殊船舶・特殊車両で行われており、貨物船やトラックなどの一般船舶・車両での代替は困難である。その石油タンカーやタンクローリーの運行は石油各社と密接な関係にある船会社や陸上運送会社が実施しており、石油会社の関与の度合いやオペレーション上の掌握度は高い。

ガソリンスタンドや産業需要家等からのオーダーを受ける受注センターや配船・配車センターは、石油会社の下で他社に委託運営されているケースが多いが、これらの機能は「ICT（情報通信技術）」と「人」に依存すること大であり、そもそもICTが機能するため、また人が十分な機能を発揮するためには「電力」が必要である。

東日本大震災においても明らかになったように、製油所が立地するコンビナート港湾の航路・泊地・栈橋等の施設や、製油所に通ずる道路も含め主要道路

の早期復旧による輸送ルートの確保が重要である。緊急時における海上輸送・陸上輸送において、企業の力だけではカバーし切れない事態も想定されるため、自衛隊による支援の形態を平時より計画、準備することが重要である。

### （３）脆弱ポイントの把握

首都直下地震や南海トラフ巨大地震を想定した場合、首都圏・中部圏・近畿圏を中心に、製油所・油槽所・ガソリンスタンド・受注・配車・配船センタータンカーやタンクローリー等の物流インフラの被災の影響は大きい。

- ・東京湾岸に７つの製油所、全国製油所能力の約４０％
- ・１都３県のガソリンスタンド数５、５４９ヶ所（全国の約２０％）
- ・知多、四日市に３つの製油所、全国製油所能力の約１２％
- ・愛知、三重、岐阜のガソリンスタンド数３、７２２ヶ所（全国の約１２％）

首都直下型地震、南海トラフ巨大地震による石油供給拠点の被災を最小限に止める対策がまず重要である。特に製油所・油槽所の海上・陸上の入出荷機能の確保は、装置停止期間でも他地区製油所、海外製油所からの製品受入れによる出荷が可能となるばかりでなく、製品在庫の出荷による初動対応に大きな役割を果たせるため、優先的に対応すべきである。さらに、緊急時の石油供給における重要課題は「物流の確保」であり、タンクローリー、ＩＳＯタンク・ドラム缶などの可搬貯油設備、港湾・道路の通行などハード、ソフト両面からの準備が必要である。

### （４）脆弱ポイントの克服とレジリエント・ガバナンス

#### ①需要家側（重要インフラ等）での石油製品（灯油・軽油）備蓄の充実

東日本大震災時には、病院・通信・放送・金融等の重要インフラの非常用電源等を動かす燃料が不足し、緊急要請が国に寄せられた。国は東日本大震災時の反省を踏まえ、ガソリン等の形態での国家石油備蓄を各地域の製油所・油槽所において、全国需要約４日分の蔵置を完了させた。

一方、被災直後に道路インフラや通信インフラが毀損した場合には、タンクローリー等の配車が困難になる。こうした震災直後（概ね７２時間程度）の混乱を需要家（重要インフラ）サイドが持ちこたえるためには、需要家側による自衛的な石油製品備蓄が欠かせない。東日本大震災後には需要側による備蓄も一部の重要インフラ事業者により進められているが、全体としてはまだ不十分なままと言える。今後、需要家サイドによる取組みの強化が必要である。

#### ② 製油所・油槽所・ＳＳの強靱化

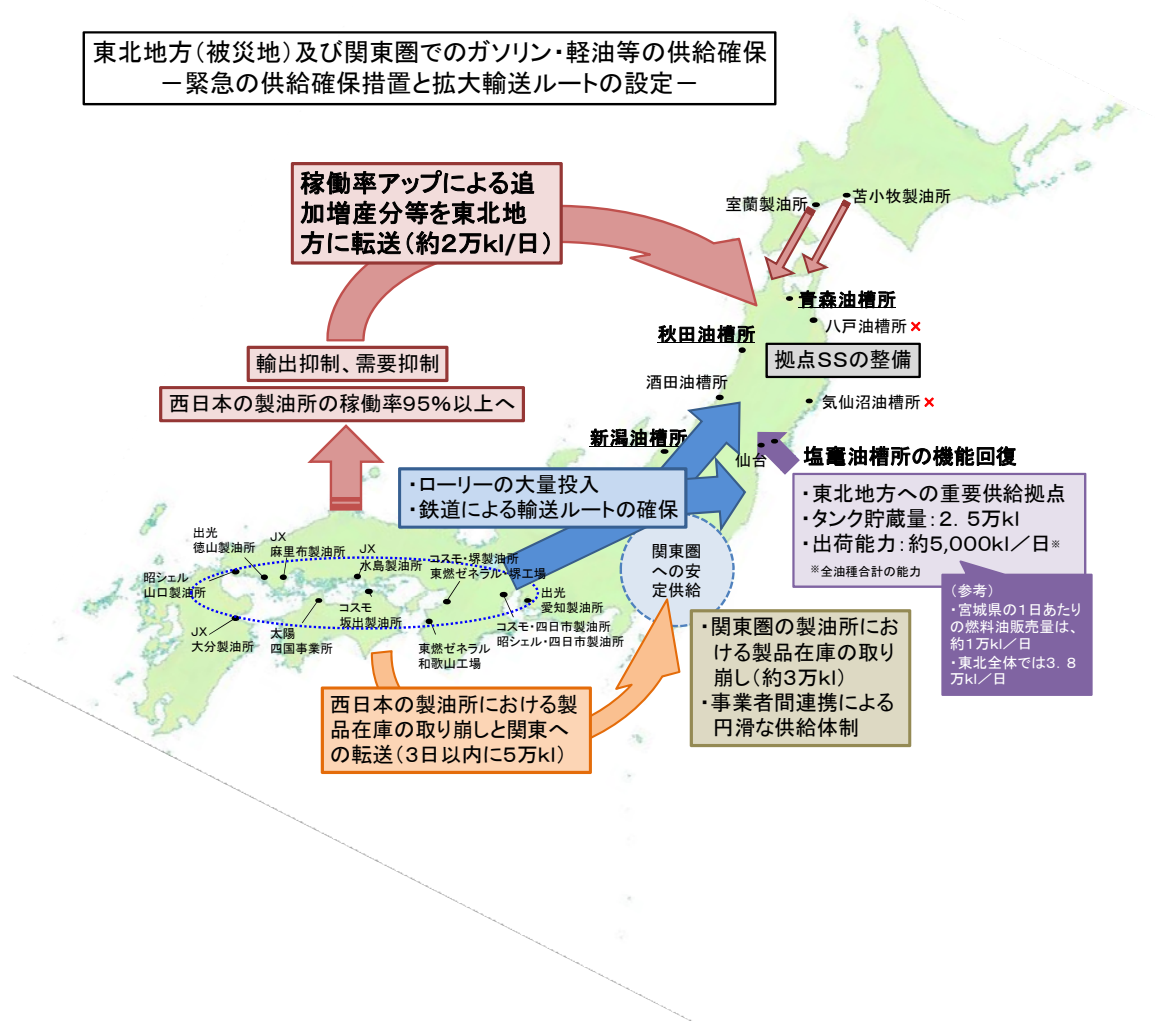
被災時には、製油所・油槽所・ＳＳといった石油供給インフラが、その動力を供給する電源を喪失することが十分に想定される。こうした事態に備え、非常用３点セット（非常用発電機、衛星通信機器、ドラム缶石油充填出荷設備）の配備を全国の製油所・油槽所に早期に完了させるべきである。これにより、事業所の被災状況や在庫状況確認や配車調整や人的支援を可能にし、ＳＳが機能しない地域に対してドラム缶に石油を充填させて供給するという非常対応を可能にする。

臨海部の埋立地盤の安定固化には１００年ほどの時間がかかるとされる中、

石油コンビナート地区に立地する製油所設備については地震による液状化・側方流動により製油所・油槽所の入出荷栈橋・配管等が破壊され、危機時に在庫を掃き出したり、海外や他製油所からの転送を受け入れたりする入出荷機能を喪失するリスクが指摘されている。このため、首都直下地震や南海トラフ巨大地震等の想定を踏まえて耐震強化・液状化対策に取り組む必要がある。

東日本大震災時には、以下の資源エネルギー庁発表資料にあるように、東日本における複数の製油所が操業停止したことを受け、西日本の製油所の稼働率を上げ、輸出を削減し、東日本への供給バックアップを実施した。しかし、首都直下地震や南海トラフ巨大地震等を想定し、多数の製油所の精製機能が停止することを想定すれば、全国各地の製油所からのバックアップ供給に必要な出荷栈橋・出荷ポンプ等の能力は必ずしも十分ではない。自由競争市場における設備最適化の観点からは余剰とみなされるが、危機時において必要となるこうしたバックアップ供給能力を公的支援の下で早急に進めることが必要である。

(参考) 東日本大震災時の地域間バックアップの様子(総合資源エネルギー調査会資料より)





### ③ 物流予備力確保（タンクローリー、ISO タンク、ドラム缶、仮設ＳＳユニット）

東日本大震災時に多数のタンクローリーやタンカーが津波に襲われて使用不能になり物流に多大な困難をもたらしたことの反省がいまだ解決されていない。また、ガソリンスタンドが津波や地震で使用不能になった時にドラム缶を用いて給油する能力が製油所側の出荷能力の意味でも、輸送手段の意味でも、末端供給を行う側の準備の意味でも不足している。

さらに、東日本大震災時に一部の石油元売会社が被災地に持ちこんで効率的な給油を可能にしたケミカルタンク（ＩＳＯ規格）の更なる活用に向けた準備のほか、欧州等では一般的に用いられている仮設ＳＳユニット（日本においては未承認であるため未導入）を各自治体が一定数保有するなど、海外では普及している危機対応技術の日本における活用等も検討を進める必要がある。



被災地に設置した仮設ＳＳにおける緊急給油活動（右上・左上）、製油所からのドラム缶による緊急出荷（左下）、東日本大震災時に応急的に活用されたＩＳＯ規格のケミカルタンク（右下）

（資料：資源エネルギー庁提供）

### ④ 関係省庁による石油インフラ近辺の道路・港湾の早期復旧

東日本大震災時も製油所等の石油インフラに向けて伸びる産業道路やコンビナート港湾施設が、地震・津波・液状化等により機能不全になるケースが見受けられた。国土交通省と資源エネルギー庁・石油業界は協力を深め、災害時の道路啓開や港湾啓開について、石油インフラ周辺の道路・航路の優先順位を高めるべきである。

また、道路・航路、製油所等の被災状況・復旧状況については、国土地理院の地図上に情報をプロットし、官民の情報を一元的にリアルタイムで共有できる仕組みを構築するべきである。

⑤ 緊急時物流等を円滑化するための規制緩和（道路法、消防法等）

ア タンクローリーの長大・水底トンネルの通行許可

石油積載時は長大・水底トンネルを通行できないタンクローリーの通行許可は、首都直下地震や南海トラフ巨大地震により広域のバックアップ輸送が必要になる状況において、輸送力を大幅アップさせる。

具体的には、「東京湾アクアライン」「関越トンネル」「恵那山トンネル」「袴越トンネル」「飛騨トンネル」は、首都直下地震や南海トラフ巨大地震を想定すれば最重要のトンネル。例えば、東京湾アクアラインが通行できる場合、一定の仮定をおいてシミュレーションすれば、時間あたり供給量は3割アップする可能性がある。

イ タンクローリーの緊急車両指定の手続き簡素化

タンクローリーを緊急車両として事前登録ができれば迅速に対応できる。

ウ タンクローリー運転手の勤務時間改善基準の緩和

米国など諸外国の例に倣い、緊急時にタンクローリー運転手の勤務時間の延長を特例的に認められれば、迅速な石油供給回復に資する。

⑥ 関係省庁による「燃料輸送・供給支援枠組み」（協議体）

石油製品の在庫・出荷可能量の一元的把握と、供給先を決定するための仕組みの構築とボトルネック解消を円滑に遂行するスキーム等を平時から備える官民協議体を、内閣府（防災）、経産省、資源エネルギー庁、防衛省、国土交通省、総務省消防庁、警察庁といった関係省庁に石油業界を含めて構築・運用すべきである。

具体的には、国土交通省との間で港湾・道路の優先啓開の考え方の整理、自衛隊との間での燃料供給支援・連携計画の構築、優先供給先を選定する上での考え方のコンセンサス、優先供給先リストの事前把握、被災地以外の地域での需要制限、公的供給先との清算スキームの事前準備、地元自治体・現地災害対策本部から政府緊急対策本部、資源エネルギー庁、石油会社をつなぐ情報伝達プロセスの簡素化等を進めるべき。このとき、フィンランドの「緊急時物資供給庁」等、海外の政府が進める緊急時供給スキームを参考とすべき。

⑦ 石油会社の系列単位でのBCPの策定・設備投資・訓練

危機時に被災地の需要者まで石油を運ぶ作業は、やはり平時と同様に石油会社を主体に、関係省庁・地方自治体等が必要なサポートを行いながら進められる。このとき、石油元売会社の有する「系列」のネットワークは威力を発揮することが期待されるが、製油所や油槽所を有する石油元売会社と、タンカーやタンクローリーを動かす関連物流会社、直営SSを有する石油販売子会社、特約店・販売店契約に基づきSSを運営する特約店・販売店事業者を全て包含する系列全体のBCPの整備を進め、関係する主体との間で出来る限り共有を進めるべきである。

BCPの内容に基づき、製油所・油槽所の地震・液状化・津波対策の実施や事業所間バックアップに必要な災害対応能力強化投資を事前に計画的に進める。また、BCP策定は文書を策定することではなく、危機時に実際に機能する準備、つまり必要な設備投資や定期的な訓練がなされていることが必要である。審査やシナリオ非開示型の訓練を通じた普段の見直しを進めるべき。

### 3. 天然ガスセクターのガバナンス設計

#### 1. 地政学リスク・チョークポイントリスクへの対策

長期契約における調達ポートフォリオの多様化により、地政学リスクの低減を図るべきであり、今後も我が国の国産資源としての天然ガスの可能性をさらに追求すべき。事業者間の天然ガス融通を容易とするため、LNG 売買契約における仕向け地条項について、LNG 産消国会議等の場を通じ、天然ガス市場の健全な発展に向けた売主・買主間の対話を強化すべきである。

#### 2. 震災等の自然災害に起因する供給不全リスクへの対策

パイプラインによる LNG 基地間連携や基地増設等により冗長性を確保すべく、国費投入を前提とした、国としての、天然ガス安定供給の観点に必要な「パイプライン整備構想」の策定を検討すべきである。大規模貯蔵設備としての枯渇ガス田活用に向けた、法的ルール等に関する具体的な検討体制の構築や、低廉なパイプラインの新設・更新に資する規制緩和が実施されるべきである。

#### 3. 大規模災害等による電力需給逼迫リスクへの対策

大規模発電所の被災等による電力需給逼迫に対し、都市機能を維持する観点から、重要インフラ施設については、天然ガスパイプラインの整備やコージェネレーション等の自家用発電設備の普及・拡大を図る。このとき、重要施設におけるコージェネレーション等の分散型電源の導入及び運用に関する税財政措置が導入されるべきである。

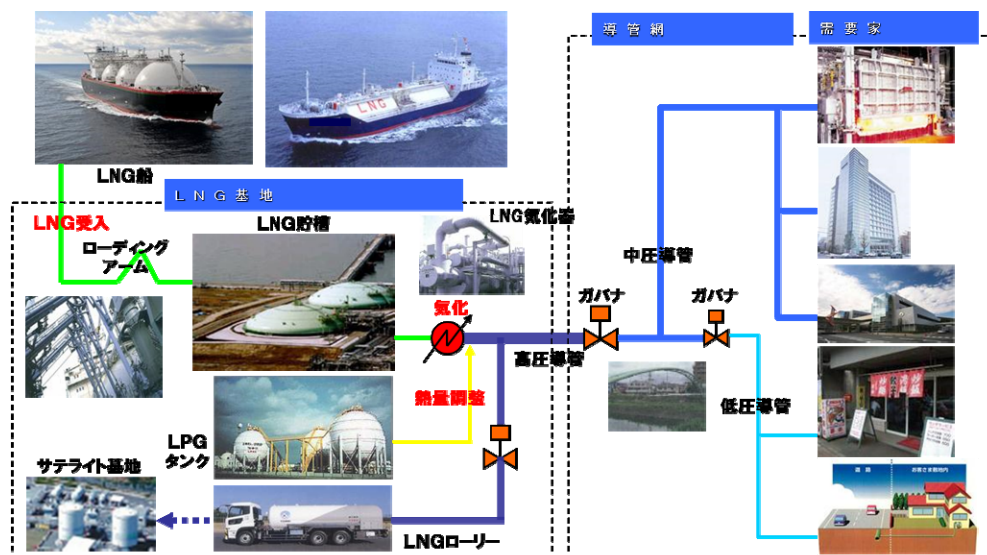
#### (1) 天然ガスサプライチェーンの構造

##### ① 天然ガスサプライチェーンの概要

天然ガスのサプライチェーンは、図2に示すとおり、LNG タンカーにより海外から調達した LNG を、「湾岸部に立地している LNG 基地において受入」→「需要に応じて LNG を気化し、供給ガスとしての成分調整を実施」→「ガスパイプラインネットワークを介して各種需要家に供給→「需要場所において電気・燃焼・蒸気・温水等に利用」という構造である。

一部のパイプラインが普及していないエリアでは、LNG をローリー車にて運搬し、サテライトと呼ばれる小規模基地に受入れ、周辺需要家に供給するシステムも運用されている。

図2 天然ガスのサプライチェーン



## ② 日本の天然ガスサプライチェーンの特徴

日本の天然ガスサプライチェーンは、上述のシステム全体、あるいは各レイヤー（調達・流通・消費）の一部について、都市ガス事業者や電気事業者により、個別に形成されている。

日本では、LNG による天然ガス調達を実施してきたことから、パイプラインの国土カバー率は 5.5%程度と限定的であり、欧米に見られるパイプラインを介しての気体状態での天然ガス調達や、枯渇ガス田等を利用した大規模貯蔵設備は存在しない。

天然ガスの消費構造に関する特徴として、東日本大震災以降、天然ガス火力発電所向けの需要が拡大する一方、コージェネレーション等の分散型電源の比率は 3 %程度に留まり、欧米等との比較において、電源の自律分散化が限定的である。

我が国は、過去に多くの震災を経験し、耐震性に関する知見を継続的に設備仕様に反映してきたことから、都市ガス製造・供給設備の多くは、震度 7 クラスの耐震性を備えている。

## （２）他のエネルギー・他セクターとの相互依存関係・関連性

### ① 他のエネルギーとの相互依存関係

日本の特定のエリアにおいて、自然災害等による天然ガスインフラの大規模な被災が発生した場合、都市ガス事業者及び協力企業等による復旧応援体制が組織される。震災復旧においては、このような企業間協力が前提となっており、円滑な業務遂行に向けた継続的な人的ネットワークの構築が不可欠。

電源ミックスの構成変化に直面した際、電気事業者と都市ガス事業者間において、天然ガスを融通した実績があり、今後も不測の事態に備え、異なる事業主体間の相互連携の仕組みを担保する必要がある。また一部の LNG 基地は電気事業者と都市ガス事業者の共同基地となっており、常時の設備運営における依存関係も存在している。

LNG 基地の運用においては、気化設備の稼働等に電力が必要である一方、生産されたガスは電気事業者の発電所にも供給されている。このような両者の相互依存性を踏まえ、都市ガス製造設備等のレジリエンス強化に向けた改修（非常用発電設備等）が行われている。

### ② 他セクターとの密接な関連性

都市ガス事業者は、食品や医薬品工場、天然ガス火力発電所、医療施設等、経済活動の根幹を成す施設へのガス供給を行っており、有事における重要施設への供給継続は、社会機能維持の観点から極めて重要である。重要施設へのガス供給は、耐震性の高い高圧・中圧導管が使用されており、病院等の一部の施設において、天然ガスコージェネが常用・非常用兼用発電設備として利用されている。

## （３）脆弱ポイントとレジリエンスの考え方

天然ガスの脆弱ポイントとしては、以下の 3 つのリスクが代表的なものである。①地政学リスク・チョークポイントリスクの顕在化等による LNG 調達の遅延、②震災等自然災害に起因するガス供給不全のリスク（都市ガス供給エリアにおける震度 7 レベルの大地震が発生し、最大製造能力を有する LNG 基地が被



災・機能停止、パイプラインは低圧導管を中心に被災・一部機能停止、中圧以上の圧力レベルの導管は被害軽微のため供給継続)、③大規模災害等による大規模発電所の被災等により、電力需給逼迫が発生するリスクである。以下に、その克服の方向性を整理する。

#### (4) 脆弱ポイントの克服とレジリエント・ガバナンスの構築

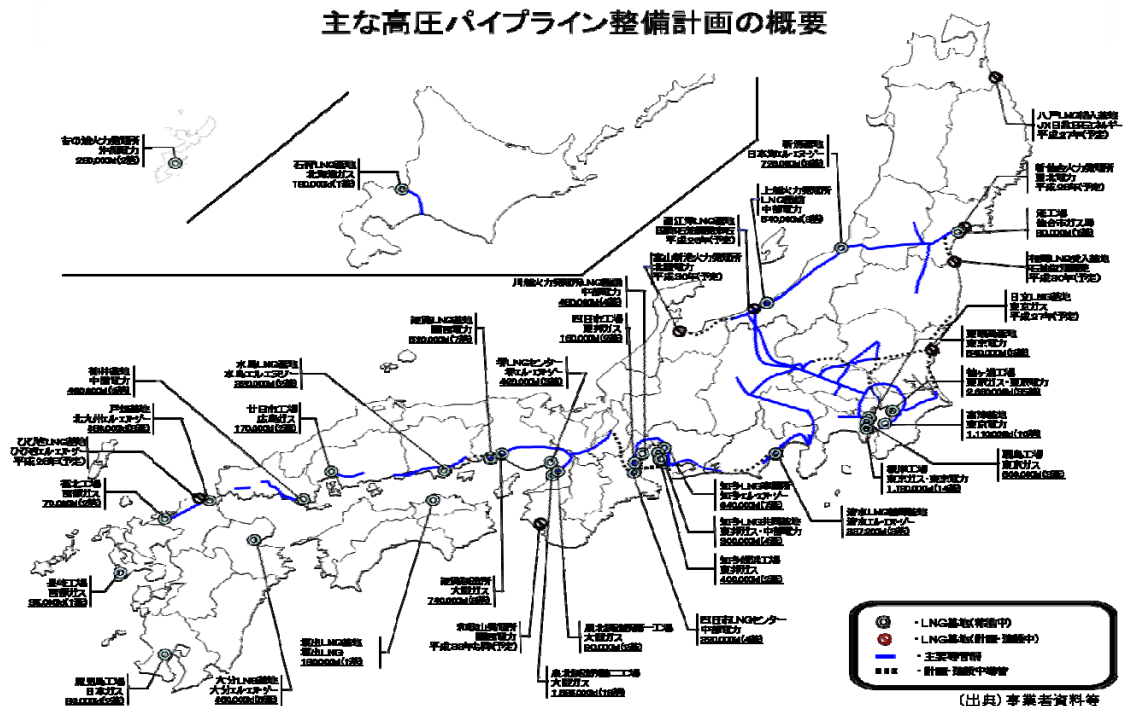
##### ① 地政学リスク、チョークポイント・リスクへの対応

長期契約における調達ポートフォリオの多様化により、地政学リスクの低減を図るべきであり、中長期的にはロシア等の大陸とのパイプライン連結を実現し、チョークポイント・リスクについても低減を図るべきである。2030年商業化に向けた日本近海におけるメタンハイドレートの開発実証が進められているが、今後も我が国の国産資源としての天然ガスの可能性をさらに追求すべきである。

事業者間の天然ガス融通を容易とするため、LNG 売買契約における仕向け地条項について、官民が密接に連携してその緩和に取り組むべきである。たとえば、LNG 産消国会議等の機会も活用し、天然ガス市場の健全な発展に向けた売主・買主間の対話を強化すべきである。

##### ② 震災等の自然災害に起因する供給不全リスクへの対応

最大製造能力を有する LNG 基地の被災・機能停止時においても、自社供給エリアに立地する他の LNG 基地等からのバックアップにより 80～100%程度の供給能力の維持が可能となるよう、経済合理性を踏まえつつ、パイプラインによる LNG 基地間連携や基地増設等により冗長性を確保するべきである。



総合資源エネルギー調査会に天然ガスシフト基盤整備専門委員会を組織し、天然ガス供給セキュリティの向上に関する検討を実施（平成 25 年度 6 月に報告書取りまとめ）し、平成 24 年度補正予算を用いて天然ガスインフラの強靱化に

向けたFS調査事業も進めてきたことを受け、事業者の自助努力のみならず、民間による投資が困難なケースへの対応策として、国としての、天然ガス安定供給の観点に必要な「パイプライン整備構想」が策定されるべきである。

また、天然ガス供給にかかる冗長性を向上させるオプションの一つとして、国内の枯渇ガス田の活用により、欧米等で多くの実績がある気体状態での天然ガス貯蔵の可能性を検討すべきである。天然ガスソースの量的な冗長性向上を目的としたLNG備蓄については、ボイルオフガス（自然気化ガス）の問題やクッションガスの費用負担等が存在することから、当該ガスの処理方法を含め、慎重な費用対効果の検証が必要である。

パイプラインの大陸連携に関する官民連携によるFS事業の実施、大規模貯蔵設備としての枯渇ガス田活用に向けた、法的ルール等に関する具体的な検討体制の構築や、低廉なパイプラインの新設・更新に資する規制緩和が実施されるべきである。

低圧パイプラインについては、耐震性に優れた配管比率の向上を図り、パイプラインインフラの損傷率を低減するべきである。低圧供給の需要家を中心とした残余のリスクへの対応については、防災ブロックの細分化による供給停止区域の極小化を行うとともに、東日本大震災においても活用された「移動式ガス発生設備」により対応する。

### ③ 大規模災害等による電力需給逼迫

大規模発電所の被災等による電力需給逼迫に対し、都市機能を維持する観点から、重要インフラ施設については、天然ガスパイプラインの整備やコージェネレーション等の自家発電設備の普及・拡大を図る。このとき、重要施設におけるコージェネレーション等の分散型電源の導入及び運用に関する税財政措置が導入されるべきである。

これまで、電力の安定等を目的とした次世代エネルギー・社会システム実証を国内4地域で実施するとともに、省エネ法の改正を通じ、民生部門における省エネ対策、電力ピーク対策を強化してきたが、エリアのレジリエンス向上（Business Continuity District）の観点から、電力需給逼迫時、需要側においても需給調整が可能となる地域のスマート化（スマート・エネルギー・ネットワーク）を推進する。スマート・エネルギー・ネットワークの普及促進に向けた規制緩和の実施と税財政措置を導入すべきである。

2003年の米国北東部大停電の経験等から、非常用発電設備については有事における確実な稼動を担保すべく、メンテナンスにかかるルールの厳格化や常用・非常用の兼用化を図るべきである。

## 4. 電力（系統電力・分散型電力）

### 1. 系統電力

国の政策的イニシアティブのもと、大規模災害を想定した地域間電力連系・危機時の融通余力の強化に向け、必要なインフラ（東西周波数変換や北海道・本州連系等）の更なる増強や需給調整能力拡大のためのスマートグリッド技術の開発等の対策を進めるべきである。

十分な耐災設計・補強や、的確なメンテナンス等を進めるとともに、電力設備が被災した際に、その影響が周辺に極力及ばないハード、ソフト面での対策を進める必要がある。

首都直下地震や南海トラフ巨大地震のような危機を想定すれば、仮に電力設備が被災した場合の、応急復旧用の資機材・燃料・人材等の迅速な確保が必要である。政府が有する道路等公共インフラの被災状況・道路通行規制・復旧状況等の情報の迅速な共有、電力インフラの復旧に必要な事業者に対する被災地道路の優先通行を認めるなどの対応も必要である。

### 2. 分散型電力

災害の発生により長期間の停電を余儀なくされる場合を想定すると、大規模な工場やビルでは非常用発電機を稼働させることが考えられるが、軽油等を用いる場合には石油の備蓄タンクを保有して十分な石油備蓄を有していること、もしくはガスを用いる場合には中圧ガス配管への接続が必要になる。

非常時に系統電力から独立して単独に運転するためには、蓄電池との併用等の安定化運転技術を導入することが必要であり、水冷式エンジン型発電機の場合、災害時にも安定供給が可能な水インフラを確保することも必要になる。

災害時に確実な稼働を確保する「信頼性」の観点からは、「非常用発電」としてだけでなく、「常用」でも活用しておくことが好ましく、経済性や環境性の面から熱負荷の多い需要家については、コージェネレーションの導入が有効である。

### 1. 系統電力

#### （1）系統電力供給網の特徴

##### ①発電所

発電用に用いる燃料（LNG・石炭・石油等）の受入れや設備の冷却の必要性等により、火力発電所や原子力発電所は海岸沿いに立地する一方、水力発電所は山間地に位置するなど、大容量かつ高効率の発電所は、立地場所に制限がある。また発電所の種類は、エネルギー・セキュリティやコスト、環境性等の観点からバランスを取って決められることが基本となる。

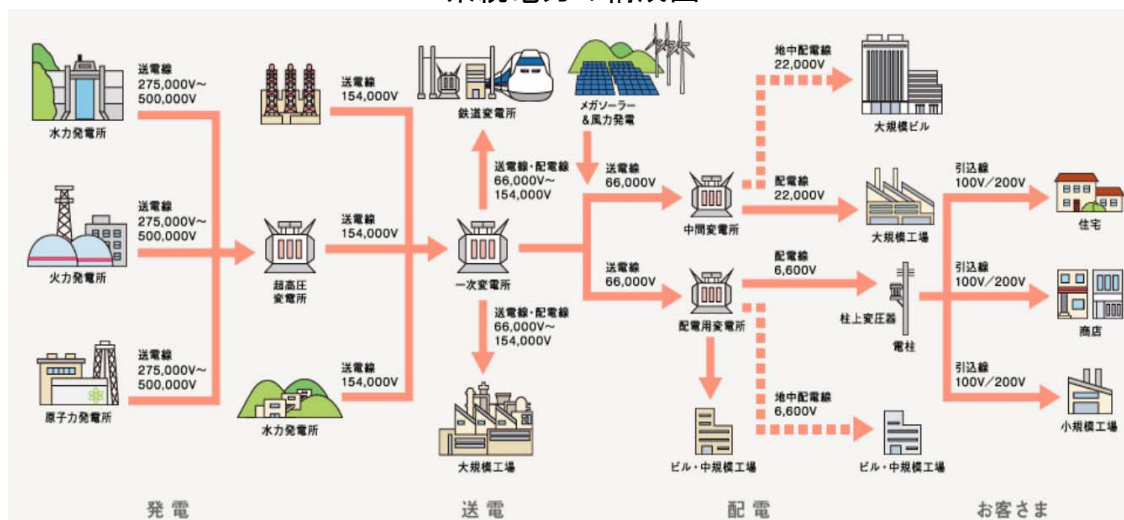
##### ②送配電ネットワーク

発電所で発電された電力は、消費地に向けて効率良く送電するため高電圧（50万～60万ボルト）で送電され、消費地近傍で需要に見合った電圧（6000～200/100ボルト）に降圧されて最終的に需要家に向けて供給される。多くは架空送電線が用いられるが、都心部では地中ケーブルが広く用いられている。

送配電ネットワークでは、送電線に落雷等の事故があっても停電が広範囲に

至らないように保護装置と遮断器が設置されているとともに、電圧の昇降や電力の分配も行っている。

系統電力の構成図

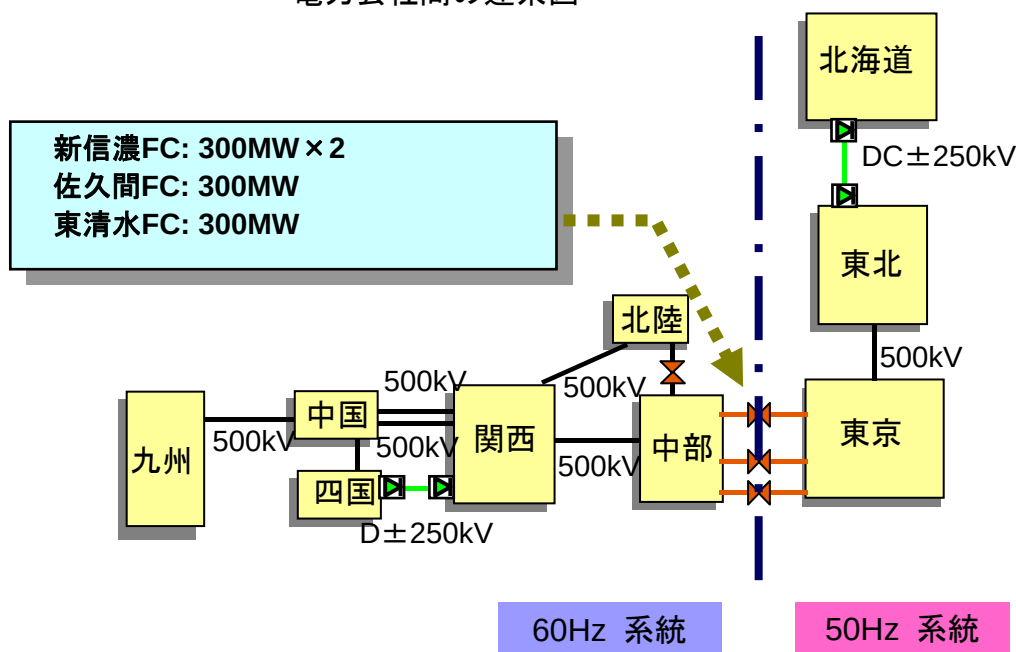


### ③電力会社間の連系

我が国には地域毎に一般電気事業としての電力会社が存在するが、これらの電力会社の間では電力融通が行われている。特に周波数が異なる東日本（50 Hz）と西日本（60 Hz）の間は周波数変換所（FC）が複数箇所あり、今後、周波数変換所の容量アップ等の設備増強が予定されている。

また、独立系発電事業者（IPP）や特定規模電気事業者（PPS）が所有する比較的大容量の電源も連系されている。現在風力や太陽光等の自然エネルギーの導入が急速に進んでいるが、天候により出力変動も激しいため大量に系統連系する場合は系統対策も必要となる。

電力会社間の連系図



#### ④系統電力の設備計画と運用

発電所や送配電設備といった電力設備は膨大なものであり、新たに設備を立地・更新していくためには長い年月を要する。最大電力需要に合わせた発電・送配電ネットワークを構築していくことが不可欠であり、先を見据えて計画的に設備を増強・更新することが肝要である。

また電力会社には、時々刻々と変化する需要に対して系統の周波数・電圧を維持するため発電量等を発電所に調整指示する中央給電指令所があり、他の電力会社との融通電力も調整している。さらに、これらの系統運用を電力会社が保有する情報通信網が支えている。

#### (2) 他のエネルギー・他セクターとの相互依存関係・関連性

発電所においては、LNG・石油・石炭・ウラン等の燃料の確保なくしては発電ができない。このため、電力安定供給は燃料の安定調達・運搬・備蓄に依存する構造になる。

また、病院・通信・放送・金融・物流・エネルギー等の重要インフラを動かすためには電力が必要であり、およそ全ての重要インフラが系統電力に依存するという意味で、系統電力は「重要インフラ中の重要インフラ」と言える。

#### (3) 脆弱ポイントの克服とレジリエント・ガバナンスの構築

##### ①地域間電力連系インフラ等の強化

国の政策的イニシアティブのもと、大規模災害を想定した地域間電力連系・危機時の融通余力の強化に向け、必要なインフラ(東西周波数変換や北海道・本州連系等)の更なる増強や需給調整能力拡大のためのスマートグリッド技術の開発等の対策を進めるべきである。

電力会社は、自然災害等により電力設備が被災し人身災害や周囲環境に多大な影響を及ぼしたり、広範囲・長時間の停電により社会・経済システムに機能障害を及ぼさないよう、以下のような防災対策を日頃から実施しているが、首都直下地震や南海トラフ巨大地震といった未曾有の危機を想定した対策を、引き続き強力に進めるべきである。

##### ア) 被災しにくい設備・運用の構築

十分な耐災設計・補強や、的確なメンテナンス等を進める。

##### イ) 被災時の被害最小化に資する設備・運用の構築

電力設備が被災した際に、その影響が周辺に極力及ばないハード、ソフト面での対策を進める必要がある。このため、ネットワーク形成・設備の多重化(重要送電系統は1ルート2回線の送電線を複数ルート化、変電所変圧器の複数設置、都心ケーブル系統の多重化、配電線の電源切替可能化等)や、バックアップ機能の付加等(複数の送電系統が変電所で連系、配電網形成により事故等による停電時には他系統への切替を実施)を進めることが必要である。

また、政府・地方自治体と連携した災害対策訓練の実施や、日頃からの防災意識向上により、危機時の即応体制を高めることが引き続き必要である。

## ② 期復旧に必要な事前準備

首都直下地震や南海トラフ巨大地震のような危機を想定すれば、仮に電力設備が被災した場合の、応急復旧用の資機材・燃料・人材等の迅速な確保が必要である。このためには、たとえば、応急復旧用資機材の事前確保、食料・飲料水の備蓄、中枢機能の代替施設の整備、情報システムのバックアップ確保、応急復旧工事に必要な人材確保等電力インフラ企業への優先供給、非常態勢の整備・災害情報システムの活用、他の電力会社・関連企業との応援協定等の備えが必要である。

また、政府が有する道路等公共インフラの被災状況・道路通行規制・復旧状況等の情報の迅速な共有、電力インフラの復旧に必要な事業者に対する被災地道路の優先通行を認めるなどの対応も必要である。

## 2. 分散型電力

### (1) 分散型電力の特徴

#### ①自家発電（コージェネレーション）

常用で自家消費する発電機であり、エンジン型やタービン型等のタイプに分類され、燃料は石油・天然ガス・LPGがある。コージェネレーション方式は、熱電併給のシステムであり、災害時には熱需要も賄うことが可能であり、経済性と環境性の両面から、熱負荷のある需要家においては発電機の排熱を利用できる常用のコージェネレーション方式が有効とされている。

系統電力と併用される場合が多く、平時の需給緩和に寄与するが、高速遮断システムといった機能的な停電対策を行っていない場合、大規模災害等により系統電力が停電すると発電機も停止するため、停電対応機能（ブラックアウト・スタート機能）を具備する必要がある。また、水冷式と空冷式があり、前者の場合、発電機等の冷却のために水のインフラ確保必要とあり、非常時の冷却水の確保も必要になる。

#### ②非常用発電機

系統電力が停電した場合に発電機容量に見合った負荷を切り分けた上で起動して用いる発電機（モノジェネ）である。エンジン型とタービン型に分類され、燃料も石油・天然ガス・LPGのいずれかもしくは併用できるタイプもある。常用で用いない非常用発電機を、非常時に確実に起動するためには、メンテナンスと定期的な起動試験が必要になる。

#### ③蓄電池

外部からの燃料供給を必要とする電源ではないが、充電した電力を必要ときに放電（発電）することから、分散型電源と同様の使い方が可能になる。

比較的大容量の蓄電池が開発されてきたことと、負荷の変動に対して高速に追従して充放電できることから、系統電力の停電や瞬時電圧低下対策として重要負荷への供給に活用されることが多い。

電力貯蔵容量には限界があるため長時間の連続放電には不向きだが、発電機や再生可能エネルギーとの併用で需給バランスの安定化が可能になる。

#### ④燃料電池

水素などの燃料と酸素を化学的に反応させて電気を取り出す発電装置である。燃焼して発電しないので環境性が高いが、水素を供給するためのインフラもしくは石油・ガスの改質装置が必要であり、現在は比較的小容量（家庭用）のパッケージ化されたタイプが普及しつつある。

#### ⑤再生可能エネルギー

太陽光、風力、水力、地熱、太陽熱、蓄熱、バイオマス等を非化石エネルギー源のうち、エネルギー源として永続的に利用することができるもの。需要家では太陽光や風力で比較的大きいもの（メガワット級）の普及しつつある。ただし現時点では、多くの設備は規模の割に容量が小さく、非常時の電源としての利用可能性は限定的である。

### （２）脆弱ポイントの把握

分散型電源を災害時にも確実に機能させ、系統電力の供給不全が発生したとしても確実にバックアップを行う上ではいくつかの脆弱ポイントがある。

たとえば、分散型電源そのものの耐震強度や、平常時の使用頻度が低い機器についてはメンテナンスの課題（「いざ」という時の信頼性）、分散型電源を動かすための燃料確保、（水冷却が必要な発電機については）災害時の水の確保等が代表的な脆弱ポイントとして挙げられる。

### （３）脆弱ポイントの克服とレジリエント・ガバナンスの構築

#### ①耐震・メンテナンス・燃料確保

分散型電源が、災害時に系統電源の機能が損なわれた場合に確実に機能するようにするため、十分な耐震強度の確保と確実なメンテナンスが必要である。

災害の発生により長期間の停電を余儀なくされる場合を想定すると、大規模な工場やビルでは非常用発電機を稼働させることが考えられるが、軽油等を用いる場合には石油の備蓄タンクを保有して十分な石油備蓄を有していること、もしくはガスを用いる場合には中圧ガス配管への接続が必要になる。

発電機の種類によっては、負荷変動に対する追従性に課題もある。このため、非常時に系統電力から独立して単独に運転するためには、蓄電池との併用等の安定化運転技術を導入することが必要となる。

また、水冷式エンジン型発電機の場合、水冷却が必要なため、災害時にも安定供給が可能な水インフラを確保することも必要になる。

#### ②平常時からの活用（コージェネレーション）

災害時に確実な稼働を確保する「信頼性」の観点からは、「非常用発電」としてだけでなく、「常用」でも活用しておくことが好ましい。この観点からすると、経済性や環境性の面から熱負荷の多い需要家については、コージェネレーションの導入が有効である。



### Ⅲ. 重要インフラガバナンスの具体例

#### ＜公衆衛生・保健医療システム＞

##### 1. 公衆衛生・保健医療システムの特質

- (1) 公衆衛生・保健医療システムはもっとも複雑かつ重要なインフラであり、災害発生時には需要が急増すると同時に、供給力は低下する可能性が高い。
- (2) 急増した医療ニーズ(サージ)に対して、人命・負傷者救済の観点から事前に基準を明確化・共有して資源の効率的配分を準備することが重要となる。

##### 2. 公衆衛生・保健医療システムの脆弱性を生む要因

- (1) 非常時には膨大かつ多様なニーズに対して迅速な医療提供が困難になり、システムの脆弱性を生む。
- (2) 医療提供機関は地理的に偏在し、通信、エネルギー、物流等他のシステムに依存しており、人員、必要機器等を適切に調達することは容易ではない。
- (3) 医療の分化した専門区分や官民の運営形態の差、各機関の財政能力も制約となる。

##### 3. 公衆衛生・保健医療システムの脆弱性の克服策

脆弱性の克服には、この複雑なシステムの特質をよく見極め、優先順位等行動原則を確立し共有するとともに、複線的バックアップの体制を構築することが重要であり、以下の施策が有効である。

- (1) 稀少資源の効率的な使用
- (2) 潜在的な医療資源の把握(発掘)と非常時における動員体制の構築(救急救命士等の活用)
- (3) 依存関係にあるシステムとの連携
- (4) 医療ニーズと利用可能な資源の把握のための情報システムの構築とそれを有効にするためのマイナンバー等の活用
- (5) 冗長性の確保と平時における対応
- (6) 効果的なマネジメント・システムの構築:チーフ・リスク・マネジメント・オフィサー等の職務の設置とリスク・マネジメント計画の策定
- (7) 災害発生時の危機管理を効果的、効率的にするための規制および規制緩和、支援体制の法的制度整備

##### 4. レジリエンス強化のための政策パッケージ

###### (1) 医療機関レジリエンス確保パッケージ

- ① 建物自体の強靱化
- ② エネルギー確保などのインフラ関連
- ③ 給水の備蓄と代替手段の確保、周辺施設、敷地内設備の脆弱性検討及び耐震性向上
- ④ 医療ガス設備の耐震措置及び非常用医療ガス設備・スペースの整備
- ⑤ 医療機関内のソフトパワーとしての強靱化

###### (2) 医薬品等提供レジリエンス確保パッケージ

- ① 医薬品・医療機器メーカーへのレジリエンス拡充
- ② 医薬品卸のレジリエンス拡充
- ③ 監督官庁、自治体等のレジリエンス拡充

## 1. 公衆衛生・保健医療システムの特質

いかなる災害であれ、最も重視されるべきは人命であり、大規模な災害の時は、犠牲者を最少化すること、負傷者の救済を図ることが最優先で行われるべきこととは言うまでもない。

医療は、個々の患者に対して提供される治療行為であるが、災害時等で可能な限り多数の人命を救済することが要請されるとき、それは社会全体としての人々の生命の維持・健康管理の問題となる。これは狭義の医療を超えた「公衆衛生」の課題であり、ここでいう公衆衛生には、治療という意味での医療の他に人々の健康を維持するための「保健」という活動も含まれる。

こうした公衆衛生・保健医療という社会的機能は、言うまでもなく現代社会における重要インフラの主要な部分であり、災害等の発生時にこの機能をできるだけ早く回復することは、レジリエント・ガバナンスの使命である。

以下では、この公衆衛生・保健医療システムの特質を述べることにしたい。

### (1) 公衆衛生・保健医療システムの複雑性

公衆衛生・保健医療システムは、現代社会において最も複雑なシステムであり、重要インフラの一つである。

医療システムは、実にさまざまな態様の疾病を扱い、多様な患者のケアを提供する。そして、多様で高度の専門職が多数関与することで成り立っており、それが展開される場合は、高度に衛生的に管理され、非常に多くの資材・装置が必要とされる場である。

このように多様な要素から構成されているシステムは、病院や診療所の医療機関内で完結しているわけではなく、医薬品・医療材料はもとより入院患者の食糧やその他生活に必要な物資・人材を、外部から調達することによって成り立っている。また、医療は、個々の医療機関で完結するものではなく、地域の中にそれぞれの役割に応じて位置付けられており、広域的な連携を前提として形成されている。今日では、高齢化要因もあって在宅医療が推奨されており、在宅の患者に対するケアと地域の中核的病院との連携による「地域包括ケア」の充実が図られている。

ところで、医療システムは、健康を害した人たちを対象とする活動であるが、現在、健康な人もいつ負傷し病気になるかわからない。そこで、多数の人々の健康を日常的に管理する活動が公衆衛生であり、病気になったときの治療である医療と密接に関連している。この保健は、医療機関だけではなく、企業や学校その他の組織においても行われている活動である。

公衆衛生・保健医療システムは、このように非常に複雑なシステムであり、現代社会においてわれわれの健康を維持するために不可欠であるが、その機能を持続させるには、多額の費用を要するとともに、他方で、その要素を欠くリスクは高く、その点で脆弱性も有している。

災害時には、こうしたシステムの特質から、他のシステムとは異なる課題を抱えている。

### (2) 災害発生時の活動需要の拡大（サージ）

医療システムは、通常、国民の中に一定比率で発生する疾病を対象として形成され、機能している。その数に増減はあるとはいえ、コストのかかる施設や人員は、平時の患者数に、一定の余力を加えた状態を前提にして作られている。

しかし、一度、災害等が発生すると患者数は爆発的に増加する可能性がある。そのような場合に、医療ニーズに応えることは容易ではないが、そのような場合にも対応できるように非常時の体制を維持しておくこと、すなわち「サージ」への対応が、これらの医療システムには求められる。

災害直後には、何より人命を守ることとともに、犠牲者拡大の抑止が重要である。緊急に手当を要する患者に対して、必要な医療を提供することが何よりも求められる。平時と比べて比較にならない大量の患者に対して、犠牲者を最少化することが考慮されることになる。その点で、DMAT 等の緊急医療チームが、災害時等に果たす役割は大きい。

こうした救済ステージは通常 72 時間といわれているが、この間に、負傷者や病人の発見、初期の手当を確実に行うことが必要である。それを過ぎると機能維持ステージに入るが、このステージにおいては、別の形態での医療需要が発生する。例えば、冬期の避難所等で、劣悪な生活環境のために健康を損なう人々が多数発生する可能性は高い。また、いわゆる帰宅困難者が多数発生した場合も同様である。それに対しては、まさに公衆衛生的な健康管理の活動が重要になる。

医療システムには、特にこうした非常時のニーズの増加に対応できる体制を平時から維持しておくことが求められるが、当然、膨大なコストがかかることからその能力維持にも限界がある。

### (3) 災害発生時の供給力の低下

今述べたように、災害時には医療システムに対する需要は増加するが、他方で、そのシステムを維持するために必要な要素の調達には困難になる。患者増に対して、医師その他の医療従事者の増員が必要であるが、交通手段が途絶した場合など、そうした人員をそろえることは容易ではない。

また、医療に不可欠な医薬品、医療材料も、何日分かの備蓄はなされていたとしても、災害の規模とそれが継続した場合には当然不足し、更なる補給が必要になる。しかし、広域的な災害の場合、需要は増える一方であり、供給サイドの能力の低下が起こりうる。

さらに、これは医療機関に限られないが、施設を維持し医療を提供し続けるためには、電力等のエネルギーや水の外部からの供給が不可欠である。災害時の停電や断水に対して、一定の備蓄や非常用発電等の設備は備えられているが、それで維持できる時間はそれほど長くはない。

したがって、広域的な災害の発生時など、こうした医療機関の稼働を支える基本的な要素の確保策が非常に重要になる。さらにいえば、上述のように、高齢化と在宅医療の拡大は、こうした医療や介護サービスの維持が、施設内だけでなく、広く一般家庭等でも必要となることを意味する。

このように災害時には、一方でニーズが爆発的に増えるにもかかわらず、それに必要なリソースの供給はむしろ減少する可能性が高く、そのギャップを埋める能力がまさにレジリエンスということになる。

### (4) システムの再編と効率性

以上のような状況下で、限られた資源の下で、急増するニーズに対応して、複雑なシステムをいかにして維持しつつ、それに与えられた使命を達成するか。それが、公衆衛生・保健医療システムに課せられた課題である。

このような非常事態が発生したときには、通常のシステムの運営体制では、当然対応できない。非常時の体制に切り替えて、対応を図ることが必要である。

その際考慮されるべきことは、限られた資源をいかに有効、効率的に使用して最大限の効果、すなわち人命の救済や健康の維持を図るかということである。それには、対処すべき事項の優先順位を明確に定め、優先順位の高いものから、資源を投入していくことが必要である。このことは、反面において優先順位の低いものは、後回ししないし見捨てることに外ならず、緊急時の医療の現場においては、何よりも重要な判断基準であるが、生命、健康に関することである以上、事前に基準を明確化し、共有しておくことが肝要である。

## 2. 公衆衛生・保健医療システムの脆弱性を生む要因

1. で述べた医療・公衆衛生システムの特質は、非常時におけるシステムの脆弱性においても以下のような特徴をもつ。

### (1) 災害時のシステムへのニーズの増加と多様性

非常時においては、公衆衛生・保健医療システムに対するニーズは激増し、結果として、システムに対する負荷は拡大し、それに対応することが困難になる。

医療機関では、平時においても多様な疾病、病状の患者がおり、それに対するきめの細かい対応が行われている。非常時には、さらに重傷で多様な病態の患者が大量に発生することになるため、それに対する対応は、平時と比べて格段に複雑化する。救命ステージをクリアしたとしても、悪化した生活環境等から発生する感染症等から人々の生命と健康を守る必要は増加する。

こうしたニーズの多様性と求められる医療提供の迅速性への対応の困難が、システムの脆弱性を生み出す。

### (2) 医療提供機関の偏在性、多様性とニーズに対する不足

医療機関には、高度医療が可能な病院から、診療所まで多様な形態があり、それぞれに患者の容態に応じて医療サービスを提供している。そうした異なる形態の医療機関は、地理的には偏在しており、平時においても、その需要のタイプに応じた供給を的確に行うには、きめ細かい調整が必要である。

しかし、非常時における患者の発生は、平時における需給のバランスとは無関係に発生する。こうした役割の異なる医療機関の偏在性が、発生するニーズへの対応を困難にする。

### (3) 他のシステムへの依存性、連携の必要性和その困難

既述のように、医療システムは、複雑なシステムであり、それは通信、エネルギー、水、物流等、多様な他のシステムに依存している。それらのどれが途絶しても、医療機関の機能が低下し、さらには停止しかねない。

非常時に備え、非常用発電機を設置し、医薬品等の備蓄を行っているが、その量は限られており、地震等の災害の形態によっては、その能力は一段と低下する。

医療システムが、他のシステムに依存しているのと同様に、他のシステムも医療システムに依存している。多くのシステムは、それを動かす専門能力をもった人材に支えられていることから、それらの人員が健康を損ない、働けなくなると、他のシステムも機能が低下しかねない。

たとえば感染症によって人の移動が制限された場合、それが一定期間に及ぶと物流や様々なシステムの管理・運営に支障を来すようになる。

### (4) 細分化された専門職集団の壁

医療システムは、高度に分化した専門家集団が共同して行う活動である。非常時には、待機の人材も動員して、事態に対応することになるが、専門職としての領域が細分化されており、こうした専門職の壁がその機能を制約する可能性がある。

(5) 高度で複雑な機器、資材の備蓄と調達の困難

医療に用いる機器や装置・施設等は多種に及び、高度の衛生管理が必要である。多くは代替性を持たない専用のものであり、それらについて調達、保存、管理を常時適切に行うことは容易ではなくコストもかかる。したがって、非常時にそれらを調達補給することはさらに一層困難になる。

(6) 民間医療機関の存在と能力確保の困難（規制手段の欠如と財政能力の脆弱性）

医療機関の多くは、民間の病院や診療所であり、それらは、平時は、自己の経営判断や方針に従って運営されている。そのため、サージに備えた体制や備蓄を整えているとは限らず、また、それを制度的に義務づけることも難しい。

このように、社会全体としての医療システムは、基本的に、自立的な经营主体が構成しており、非常時にそれらを束ねて一体的な活動体系を形成することは容易ではない。これらの民間医療機関は、民間であるがゆえに、行政ではなしえない柔軟な対応が可能ではあるが、自発的活動に依存せざるをえないため、初動時の即応性に欠ける。

また、平時における冗長性（余力）の確保や備蓄等に関しても、民間の組織として融通できる資金が限られているため、財政的制約を受けやすい。

### 3. 公衆衛生・保健医療システムの脆弱性の克服策

公衆衛生・保健医療システムの脆弱性を克服するためには、この複雑なシステムの特徴をよく見極め、優先順位等行動原則を確立し共有するとともに、複線的バックアップの体制を構築することが重要である。

#### (1) 稀少資源の効率的な使用

公衆衛生・保健医療システムは、上述のように、非常時においては、ニーズの爆発的な拡大が発生する一方で、供給力は低下する。そのため、まず限られた医療資源を、可能な限り効率的に用いることが考慮されるべきであり、それには、人命救助の観点から、資源利用における優先順位を明確にし、それに従って行動することが重要である。

「トリアージ」は、しばしば緊急時のこのような優先順位付の方法として言及される。また、パンデミックのケースにおいて、ワクチン等が充分確保できないとき、誰から優先的に接種するかという基準も重要である。社会的機能へのダメージを最少化する観点から、優先順位が決定されるべきであろう。

また、以上のように、被災地での救済、医療の提供の確保が考慮されるべきことはいくつまでもないが、被災地における医療機関の機能維持が困難な場合には、医療を必要とする患者を安全で医療資源が十分な地域へ搬送し、そこで治療を受けさせることも選択肢に加えられるべきである。

#### (2) 潜在的な医療資源の把握（発掘）と非常時における動員体制の構築

非常時には、必要とされる供給力に対して、動員できる資源が不足する状態が生まれる。限られた資源の効率的な利用も重要であるが、平時には活用されていない資源を発掘し活用することも必要な方策である。

例えば、医師、看護師に比べて数的に余裕があるといわれる救急救命士の活用である。また、ホテル等一定の安全性が保たれている建物の、医療機関としての利用も考慮されるべきである。これらは、後述するように、現行の法制度では禁じられている行為規制を緩和することによって可能になる。

#### (3) 依存関係にあるシステムとの連携

公衆衛生・保健医療システムは、エネルギーはもとより、水、さらには医薬品等の物流などの他のシステムに大きく依存している。それらのどれかが途絶し、供給が止まった場合にはシステム全体の機能の低下ないし麻痺が生じうる。

そうした事態を回避するために、医療機関自体における備蓄に加えて、平時から他のシステムとの連携を強化し、サプライチェーンの確保を図るとともに、サプライチェーンの複線化やバックアップ体制の構築も重要である。

さらに、被災地域への医療従事者や機材の派遣のための提携も考慮されるべきであるし、被災地域からの患者の搬送に関しても、搬送先、搬送手段の確保を平時より行っておくことが望ましい。

#### (4) 医療ニーズと利用可能な資源の把握のための情報システムの構築とそれを有効にするためのマイナンバー等の活用

以上のような公衆衛生・保健医療システムの非常時対応を円滑に実現するためには、関係者全員が、直面している状況について情報を共有することが不可



欠である。それには、医療を必要とするニーズと余裕のある供給力とを結びつけ、迅速に資源の配置、移動を行うことが必要であり、それには、非常時に機能する情報システムの整備が必要である。

さらにいえば、医療サービスの供給・需要両サイドの、このようなマッチングを効果的、効率的に行うために、マイナンバー制度等を活用し、個人の特定と状態把握が正確かつ迅速に行える体制を整えておくことが望ましい。

(5) 冗長性の確保と平時における対応

以上のような非常時の対応を有効にするためには、いうまでもなく平時より非常時に対して備えておくことが必要である。ハード面においては、医療機関の耐震化や備蓄、転用可能なスペースの設置。ソフト面では、人的資源の効率的な配置等による、いわゆる組織の冗長性の確保が重要であり、それには、活動単位の拡大、それが困難な場合には提携によるバーチャルな単位の拡大を図るべきである。

(6) 効果的なマネジメント・システムの構築:チーフ・リスク・マネジメント・オフィサー等の職務の設置とリスク・マネジメント計画の策定

以上のような非常時に機能するシステムを構築するために、平時において、チーフ・リスク・マネジメント・オフィサー等の職を置き、関連する要素についての目配りと連携を行わせるとともに、非常時には、資源配分の決定者（決定補助者）としての役割を果たさせることが望ましい。

そして、このオフィサーを中心として、平時にリスク・マネジメント計画を策定し、彼／女を中心として、定期的に訓練を実施し、平時では認識し得ない非常時の課題に備える体制を作っておくことが必要である。

こうした体制を形成し強化していくためには、中核をなす人材の育成が不可欠であり、わが国ではまだ評価が高くない公衆衛生大学院（SPH(School of Public Health)）の増設とそこにおける非常時対応の教育の拡充が望まれる。

(7) 災害発生時の危機管理を効果的、効率的にするための規制および規制緩和、支援体制の法的制度整備

上記の対応策を効果的に実施できるように、平時においては適用されている種々の規制を、非常時には緩和し、より優先すべき目的のために、柔軟で効率的な資源の利用ができるようにすべきである。たとえば、平時に制限されている看護師の医療行為、医薬品等の有効期限の延長、個人情報の医療行為のための利用等などである。

(8) 医療機関包括的レジリエンス確保パッケージ

以上のような脆弱性の克服策は、一般的な制度の基本的な考え方を示したものである。政府・行政は、このような基本的考え方に基づいて、非常時における制度の整備を進めるとともに、指針を示すことが必要である。また、公私の医療機関等は、制度に基づき、また指針に従って、自ら非常時に備えた体制の整備を行うことが求められる。

具体的に述べれば、政府は、技術的な可能性、施策としての実現可能性や費用対効果についての学術的専門的検討の上、「医療機関包括的レジリエンス確保施策パッケージ」（仮称）を策定した上で、導入が望ましい災害対策をそれぞれ

の病院の機能と役割に応じてバランスよく導入できるよう支援する措置（例えば医療機能の総合強靱化パッケージ導入への補助金や税制上の優遇措置、無利子融資など）を講じるべきである。

また、公衆衛生・保健医療活動にとって必須の要素である医薬品等についても、そのサプライチェーンの特殊性を踏まえて、「医薬品等提供包括的レジリエンス確保対策」（仮称）を策定し包括的な対策を強化することが必要である。

以下では、「医療機関包括的レジリエンス確保施策パッケージ」（仮称）および「医薬品等提供包括的レジリエンス確保対策」（仮称）の具体的な内容を Appendix として示しておく。

## Appendix :

### 1. 医療機関包括的レジリエンス確保パッケージ

#### (1) 基本的な考え方

医療提供の主要な場は医療機関であり、災害時にはサージに対応するためにむしろ能力を上げることが求められる。被災して機能を失うことはそのままプリベンタブル・デス（防ぐことのできる死）を増やすことになり、さらに入院患者の避難を迫られる場合には、被災地の中に要援護者の集団が発生することになる。したがって、災害拠点病院を中心に医療機関の役割に応じたレジリエンス拡充が求められる。現在は、耐震化や自家発電設備の設置に関する補助金等の施策程度の手当しかなされておらず、さらなる耐震化、エネルギーや水供給、医療ガスに対する自助機能の強化等の検討が必要である。

特に、医療機関等の施設は災害時に強いエネルギーシステムが必要である。とりわけ災害拠点病院については、震災直後に全てのインフラが途絶した場合にでも、エネルギー供給を外部に依存せずに病院単体で自立できることが理想である。そのためには、より少ない条件（インフラ）で稼働できる「単純化」されたシステムとすることが、信頼性向上に加え、オペレーションも単純なため災害時にも混乱が少ない。これらの実現に向けて、技術的な可能性、施策としての実現可能性や費用対効果についての学術的専門的検討の上、「医療機関包括的レジリエンス確保施策パッケージ」を開発し策定すべきである。同時に病院機能に応じての最低基準の策定を行うべきである。その上で、医療機関ごとに導入が望ましい災害対策をそれぞれの病院の機能と役割に応じてバランスよく導入できるよう支援する措置（例えば医療機能の総合強靱化パッケージ導入への補助金や税制上の優遇措置、無利子融資など）を講じるべきである。

同時に医療機関の施設の面のみならず、周辺のインフラ環境や都市開発の観点からの医療機関のレジリエンス確保も重要であるし、災害時のマンパワー確保や BCP の発展拡充も必要である。

#### (2) パッケージ策定に向けての論点

##### ①建物自体の強靱化

- ア. 耐震性については手当がなされている。（すでに建築基準法や耐震化補助でカバーしており、また補助金等の支援が実施されている。）一方、耐火性については、必要な機能が明確で無いため検討が必要である。
- イ. 災害拠点病院においては、旧耐震基準の建物を現行の新耐震基準に適合させるだけでは不十分である可能性がある。単なる耐震化を超えた免震構造化といった高度耐震化の必要性を検討すべきである。東日本大震災では、免震構造の石巻赤十字病院が大きな建物被害をほとんど受けず拠点病院として活躍したが、通常の耐震化であれば、建物被害が限定的であっても医療機器の転倒、非構造部材や配管の損傷が発生して、機能が制限された可能性がある。
- ウ. エレベータ停止は病院機能低下に直結する。また、一旦、止まると復旧作業が必要となる。現在は専門技術者の現場作業が必要なため、エレベータ数に比して専門技術者が少ないことに脆弱性がある。そこで、専門技術者の派遣プランを策定しておくと同時に、地震時に自動制御で運転停止しても、システムの自動診断・昇降路内の自動確認を行い、仮に復旧運転を始められるようなシステムを開発・導入する必要がある。

##### ②エネルギーの確保などインフラ関連

- ア. そもそも省エネになるようデバイス、運用などの検討が必要である。
- イ. 電気は利便性の高いエネルギーとしてボイラー等の燃焼機器の制御や動力のためにも供給されているので、系統電源だけでなく、停電時に電気を発生する非常用発電機やその一次エネルギーの備蓄を多重化・多様化した上で、必要により回路の多重化を図ることが有効である。
- ウ. 自家発電機・非常用発電機の導入・増強と発電燃料の確保が必要である。また、自家発電容量の目安を設定すべきである。（例：契約電力の 50～70%）しかし、災害時には需要

が増大し医療機関によっては機能向上を求められることから、医療機関の役割別に自家発電能力の目安を定める。

- エ. 災害に強いとされる都市ガスの中圧導管を全ての災害拠点病院に引き込み自家発電ができる状態にする。電気自動車や電動原動付き自転車なども備えれば、化石燃料が遮断される事態に耐えられるようになる。
- オ. 緊急時のバックアッププランとして優先的に燃料の供給を受けられるようにする。国が優先順位のガイドラインを示し、地域の議論を踏まえて優先順位付けをしておく。また、化石燃料業者が相互協定を結び支援パッケージを準備しておき、非常時には災害拠点病院を優先する。
- カ. 医療機関周辺のお施設との連携体制を構築し、非常時のエネルギー融通を可能とする自営の電気・熱インフラの整備の促進策を導入する。
- キ. 空調等の病院における間接的なエネルギー需要について、熱源の電気とガスへの複線化を図るべく、容積率緩和や導入補助等の促進策を整備する。非常時の確実な稼働に向けて、自家発電装置の一定割合をコージェネレーション化した上で、常時運用するための運用費用に対する支援策が望まれる。

### ③給水の備蓄と代替手段の確保

- ア. 給水の備蓄は節水を前提とし、給水車による給水が始まるまでの水を確保することが、代替手段の確保は井戸水をろ過・滅菌して利用水を確保する方法が基本。
- イ. 災害時に上水インフラが破損した場合、井戸水は非常に有効な代替手段となりうる。そのためには、井戸の取水制限（事実上の掘削制限）についての部分的規制緩和が必要。また、井戸掘削費用の補助等の施策が必要。
- ウ. 下水道に関しては、病院の災害対策として二重ピットを災害時の排水槽として使用するという提案もあるが、様々な医療排水・感染排水をピットに放流した場合の事後の清掃・消毒方法やその後の影響について何一つ解明されておらず、非現実的との意見もある。現在、老朽化した配管から順次更新・耐震化を進めているが、この作業順序について、災害時の重要施設（病院・行政・警察・消防）や災害弱者の施設（高齢者施設等）の継続運用のための工事を優先させて行うべきではないか。

### ④施設周辺、敷地内設備の脆弱性検討及び耐震性向上

- ア. 敷地内の免震化されていない設備（液酸タンクや受水槽、排水処理設備等）や、電気・ガスなどの引き込みから建物までの敷地内配管に関する脆弱性の検討及び耐震性向上が必要である。既存病院を建替えても、こうした敷地内の建物の外の部分をバランスよく更新しなければ、例え周辺インフラが復旧しても、損傷した敷地内配管や損傷した敷地内動線が病院機能維持のボトルネックとなってしまう。
- イ. さらに、敷地の地盤が脆弱な場合は、救急動線等の地盤改良が必要である。建物被害がなくても、敷地内外の道路に亀裂が入ったり液状化による破断が生じれば、患者搬送ができなくなる可能性がある。

### ⑤医療ガス設備の耐震措置及び非常用医療ガス設備・スペースの整備

- ア. 医療ガス設備は重症入院患者や重症救急患者に対応する場合、優先順位が高くなる。機器やガスボンベの耐震措置、バキュームポンプ・ガス残量表示等への非常用電源供給などが必要となる。
- イ. 災害医療を行う医療施設が既存患者に加え、災害によって新たに発生する患者を収容するためには、収容スペースと非常用医療ガス設備が必要となる。現在、その能力（量）の判断も実施もそれぞれの医療機関に任されているが、災害時の地域全体の医療提供体制を想定した上で、国や自治体が適切な整備を支援していくことが望まれる。

### ⑥医療機関内のソフトパワーとしての強靱化

- ア. 平成 25 年 9 月に厚生労働省医政局指導課長通知「病院における B C P の考え方に基づいた災害対策マニュアルについて」が発出されている。同通知には「国内外における B C P の収集や、中小規模の医療機関により適合した手引きにする等、引き続き研究班において見

直しの検討が行われている」とある。インフラ関連の強靱化の中でも緊急時のバックアッププランの検討ともに改定してはどうか。

- イ. 職員の住の確保の観点から、災害拠点病院クラスでは職員宿舎等の設置を義務付けつつ、補助金等のインセンティブを発生させてはどうか。

## Appendix :

### 2. 医薬品等提供包括的レジリエンス確保対策

#### (1) レジリエンス確保対策に向けての論点

医薬品等 が災害時に必要な場所や人に届くためには、医薬品サプライチェーンの特殊性を踏まえて次のよう観点からの包括的な対策の強化が必要である。

##### ① メーカー→卸→医療機関・薬局へのサプライチェーン強靱化（冗長、多様）

川上のメーカーでは、平時から備蓄や代替手段（代替品、代替工場等）の確保が必要であり、川中の医薬品卸は自らの供給能力を活かすためのハード面の充実が必要である。これらが促進されるように、民間の投資に対する経済的支援策を裏打ちすべきである。

##### ② サプライチェーンそれぞれへの備蓄

発災後3日間の超急性期では、現行の備蓄体制において根幹をなす医薬品卸が被災する可能性もある。医療機関における備蓄を充実させるとともに、備蓄の保管場所・管理方法の多様性の確保のために、提供側として医療機関や公的機関を活用した新たな備蓄策を開発すべきである。

##### ③ 緊急時の補完的なサプライチェーンの開発、適応性強化策

緊急時に、燃料、水、電力の供給を医療関連産業が優先的に受けられるように、優先順位のガイドラインを示すことが求められる。また、各省庁で情報の一元化を図ることにより、災害医療における患者移送情報の共有や医薬品備蓄の効率的な配分が期待できるシステムの構築も望まれる。

#### (2) レジリエンス確保対策の論点

様々な規制下にある医薬品（医療資機材を含む）を、災害時にも平時と同様に安定供給するためには、サプライチェーン（メーカー、卸、医療機関）の強靱化が必要である。検討すべき項目は次の通り

##### ① 医薬品・医療機器メーカーのレジリエンス拡充

- ア. メーカーは、平時において、備蓄（在庫）積み増し、製造所の耐震補強（予防策）、拠点分散化（多重化策）、非常用自家発電機設置（支援策）、原材料の複数購買、代替工場／製造ライン確保（代替策）を進める必要がある。
- イ. メーカーは、代替品のない薬剤・医療機器（または原材料）、オーファンドラッグ、緊急性のある薬剤、テロ対策医薬品等については、原材料メーカーと災害時における優先供給に関する覚書を交わしておくことが望ましい。
- ウ. 国は、民間企業の冗長性を高めることを目的として、民間企業による BCP 投資へ経済的支援（資金調達、税制面等）を検討するべきではないか。
- エ. 国は、緊急時のバックアッププランとして、優先的に燃料、水、電力の供給を医療関連産業が受けられるように優先順位のガイドラインを示し、地域の議論を踏まえて優先順位付けをしておくべきである。
- オ. メーカーは、緊急時輸配送トラックの手配体制の整備と、陸路・海路・空路を含めたあらゆる運送手段の策案、活用に向けた必要事項への対応準備（規制・運輸キャパシティ対応等）が必要である。
- カ. 現在、医薬品メーカーの物流拠点は埼玉・三郷と大阪・此花周辺に、医療機器メーカーは関東、東海に集中している。ここ 10 年以内に東海・東南海・南海地震、或いは東京直下地震の発生が高い確率で予測されており、国とメーカーは分散化に向けた検討が必要であ

る。

## ② 医薬品卸のレジリエンス拡充

- ア. 厚生労働省医政局経済課がまとめた「東日本大震災対応録」（平成 23 年 7 月）に示されている通り、医薬品は、緊急時も平時と同様に医療機関が医薬品卸に発注し卸が医療機関に納入することを基本とすべきである。
- イ. 薬品卸は、全国にある約 23 万か所の医療機関・薬局等へ、必要な時に、必要な場所へ迅速に供給する機能を持ち、既に最終消費地に近い場所に通常 0.5 ヶ月程度の流通在庫を有している。医薬品卸が被災した場合、国・地方自治体は復旧支援を行い、早期に卸機能を復活させることで、医薬品の安定供給を図るべきである。
- ウ. 医薬品卸が持つ流通在庫を、緊急時には有効に活用すべきである。
- エ. 発災後 72 時間（超急性期）に医薬品ニーズは爆発的増大（サージ）を迎えるため、医薬品輸送に関わる車両については緊急通行車両登録及びガソリン優先供給の申請手続きを簡素化或いは事前承認とすべきではないか。
- オ. ハード面においては、電力喪失に備え、高層倉庫、全自動倉庫よりマン・マシン併用型が震災対策として有効である。

## ③ 国・地方自治体のレジリエンス拡充

- ア. 有事に於いては度々、監督官庁において柔軟な対応（一時的な規制緩和措置）が行われていたが、大規模災害において、複数の省庁、自治体に跨る場合、迅速性において不十分な案件があった（ガソリン供給、道路通行許可、計画停電）。有事に於いては規制監視権限の集中化が望まれる。
  - イ. 被災地の正確な情報把握と関係機関における情報共有システムの構築が望まれる。加えて、被災者（市民）のカルテ・処方履歴などの個人情報を厳格な管理の下、各省庁で情報の一元化を図ることにより、災害医療における患者移送時の情報共有や医薬品備蓄の効率的な配分が期待できる。
  - ウ. プッシュ支援とプル支援のあり方について整理、検討すべきである。さらに、プッシュ支援時の薬剤の量や種類のあり方、プッシュの方法、平時の管理方法などについて方針を示すべきである。また、必要に応じて国レベルでの備蓄体制を検討すべきある。
  - エ. 放射能汚染や、医薬品不足などの風評による混乱を回避するために、行政による情報発信体制の強化が必要である。
  - オ. 都道府県等による医薬品備蓄対策を見直してはどうか。多くの都道府県等では災害に備え地域卸と協定を結び、医薬品卸に流通在庫を備蓄しているが、発災後 3 日間の超急性期においては、医薬品卸も被災し機能しないことが想定されるため、備蓄の保管場所・管理方法の見直しが必要である。
- ※（施策例） 県は、県下の医大附属病院の薬局内にスペースを借り上げて、家賃を払う形で備蓄を行う。医薬品卸はそこに医薬品を納め、通常病院はそこから払い出しをして使用する。この方式であれば、備蓄の融通性を高めることで医薬品の期限切れリスクを低減することが可能である。また超急性期に、県の備蓄が医師・薬剤師に近い場所にあることで、一分一秒を争う被災現場で迅速な対応が可能となる。震災時に医師を派遣する可能性が高い病院は大学病院等であることから、場所は医大附属病院（或いは災害拠点病院等）が望ましい。

## IV. ケーススタディ＜首都直下地震＞

### 1. 「東京都市圏」の特徴

#### 1. 「国家中枢・経済中枢機能」としての東京

：「失うもの」の大きさは計り知れない

東京都市圏には、我が国の政治・行政・司法といった「国家中枢機能」や、金融決済機能や企業の本社機能といった「経済中枢機能」が集中する。

仮に、十分な備えがない状態で首都直下地震が発生した場合、国家としての統治機能を混乱させるとともに、日本全体の経済活動に大打撃を与え、国際ビジネス都市 TOKYO の信頼感をも完全に失墜させるおそれがある。

#### 2. 「地方」としての東京：「世界第一位」の人口が危機時のリスク増幅要因に

東京都に神奈川・千葉・埼玉の3県を加えて人口約3700万人を抱える東京都市圏は「世界最大の地方」。その「人間の圧倒的な密度と量」は、首都直下地震のような危機時にはリスクを増幅させる。

必要な資源（人的、物的問わず全ての資源）の「量的確保」が課題になるとともに、「帰宅難民問題」やそこに含まれる「要援護者（高齢者、障害者、妊婦乳児等のみならず、言語の壁を抱える外国人も）」への対策が重要。

人的な資源という観点からは、地方で災害が発生した際には、被災地を支援する強力な人材プールとして活躍する東京都市圏が、逆に全国の他地域から支援を受けることになるが、我が国は関東大震災以来、そのような事態を経験していないことが脆弱性になる。

#### 3. 東京都市圏におけるレジリエント・ガバナンスの考え方

国家の存亡を左右することになる「首都復興プロセス」のスピードを最速化させるためには、被災初期の混乱の早期収束と、早期の復旧計画策定、国際的な信用の維持、復旧に必要な巨額の資金の捻出が必要とされる。被災による「国家中枢機能」と「経済中枢機能」へのダメージを最小化させ、かつ、いち早く回復させうる、「レジリエント・ガバナンス」（危機に対して抵抗力・回復力の高いガバナンス）の確立が求められる。

#### （1）「国家中枢・経済中枢機能」としての東京」

—「失うもの」の大きさは計り知れない

東京都市圏には、我が国の政治・行政・司法といった「国家中枢機能」や、金融決済機能や企業の本社機能といった「経済中枢機能」が集中する。経済的規模でいえば、東京圏（1都3県）のGDPは約160兆円（1.8兆ドル）で我が国のGDP501兆円の約1/3を占め、これは国際比較すれば、その規模はロシア（1.7兆ドル）、インド（1.2兆ドル）といった国家経済を超える、世界第8位の国家に相当する規模である（2008年ベース）。

東京に本社機能を有する企業は全上場企業3553社の49.1%にあたる1743社あり、仮に、十分な備えがない状態で首都直下地震が発生した場合、こうした「国家中枢機能」や「経済中枢機能」が集中する東京都市圏が甚大な被害を受け、国家としての統治機能を混乱させるとともに、日本全体の経済活動に大打撃を与

え、国際ビジネス都市としての TOKYO の信頼感をも完全に失墜させることにながりがねない。

| 都市圏 GDP（購買力平価）              |                                                                                          |                |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 順位                          | 都市圏                                                                                      | GDP(単位:10 億ドル) |
| 1                           |  東京     | 1,520.0        |
| 2                           |  ニューヨーク | 1,210.0        |
| 3                           |  ロサンゼルス | 786.7          |
| 4                           |  ソウル-仁川 | 773.9          |
| 5                           |  ロンドン   | 731.2          |
| 6                           |  パリ     | 669.2          |
| 7                           |  大阪-神戸  | 654.8          |
| 出典:ブルッキングス研究所 (2012 年 11 月) |                                                                                          |                |

## (2)「地方」としての東京:「世界第一位」の人口が危機時のリスク増幅要因に

東京都市圏が「首都中枢機能・経済中枢機能」であるということは、同時に、「首都中枢機能・経済中枢機能を担う人々が、他の地域から東京都市圏に集まっている」ことも意味しており、東京都に神奈川・千葉・埼玉の3県を加えて人口約3700万人を抱える東京都市圏は「世界最大の地方」であり、その人口規模は第2位のジャカルタ（2,600万人）、第3位ソウル（2,200万人）、第4位デリー（2,200万人）、第5位上海（2,000万人）と他を大きく引き離す規模である。しかし、巨大な経済規模を支える巨大な人口規模は、ひとたび首都直下地震等の激甚災害が発生すれば、危機発生時に「行政による住民サービス」から切り離されやすい者が多数存在することも意味し、大きな混乱要因となる。

東京都市圏における「人間の圧倒的な密度と量」は危機時に大きなリスクとなる。まず、必要な資源（人的、物的問わず全ての資源）について、「量の確保」が課題となる。この問題は、人間の救命・生存に必要な「水、食糧」、「エネルギー」、「医療サービス」等にとどまらず、例えば「場所」の確保そのものの問題が発生する。たとえば、避難所を設置する際にも、国際的な人道援助の基準としては「一人あたり3.5平方メートル」の面積が必要とされている。しかし、東京都市圏において、発災後1週間時点で避難所が必要になる者の数は約400万人に上ると推定されているので、単純計算しても1400万平方メートルもの土地が必要となり、それは、国立競技場<sup>1</sup>サイズの避難所が約300箇所必要となることを意味している。

たとえば、ある1日の中でも、東京都心部における夜間と昼間の人口密度は大きく異なり、昼間の時間帯は周辺部からの都心部への大量の人口移動により、たとえば都心3区（千代田・中央・港）の昼間人口は約250万人（夜間人口は約35万人）にも上ることになる。このため、東京都市圏における巨大地震の発

<sup>1</sup> 国立競技場の敷地面積は71,707平方メートル



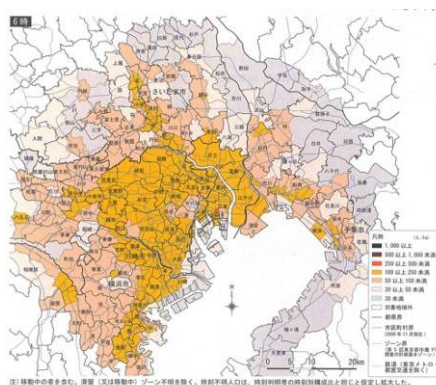
生への対策を考える上では、「夜間（多くの人々が家族とともに郊外の自宅にいる）」「通勤時間帯（早朝・夕方：多くの人々が家族と離れ、電車等により通勤途上にいる）」「昼間（多くの人々が家族と離れた都心の職場にいる）」という、移動人口の所在が異なる3つの時間帯において、被災の前提が異なるものになることに留意が必要にある。

このため、首都直下地震のような危機発生時には、「帰宅難民問題」を含め、「行政による住民サービスから切り離されやすい者の保護」が問題の本質である。さらに、公衆衛生・保健医療の観点から、そこに含まれる「要援護者（高齢者、障害者、妊婦乳児等のみならず、言語の壁を抱える外国人も）」への対策が重要となり、そこには合理的かつ特別な配慮が必要となる。

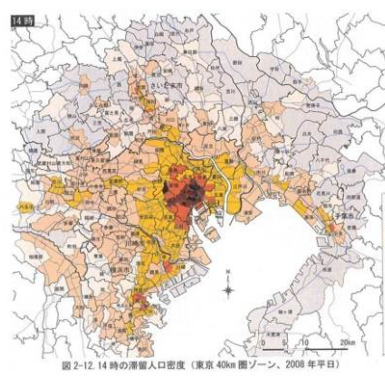
また、量の問題のみならず、分布の問題も発生する。局所的な不均衡が発生し、著しく資源が不足する地域が「まだら状」に発生する可能性がある。人的な資源という観点からは、地方で災害が発生した際には、被災地を支援する強力な人材プールとして活躍する東京都市圏が、自らが発災した場合は、それが機能せず、逆に全国その他地域から支援を受けることになる。したがって、地方から東京都市圏に向けて十分な人的・物的な支援を出し、それらを円滑に調整して支援を受けとるといった一連のフローを円滑に行うことが必要になるが、我が国は関東大震災以来、そのようなことを経験していない。

| 都市圏人口                                    |                                                                                             |            |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 順位                                       | 都市圏                                                                                         | 人口         |
| 1                                        |  東京      | 37,126,000 |
| 2                                        |  ジャカルタ   | 26,063,000 |
| 3                                        |  ソウル     | 22,547,000 |
| 4                                        |  デリー     | 22,242,000 |
| 5                                        |  上海      | 20,860,000 |
| 6                                        |  マニラ     | 20,767,000 |
| 7                                        |  ニューヨーク  | 20,464,000 |
| 8                                        |  サンパウロ   | 20,186,000 |
| 9                                        |  メキシコシティ | 19,463,000 |
| 10                                       |  カイロ     | 17,816,000 |
| 出典: Demographia (2012年4月) <sup>[6]</sup> |                                                                                             |            |

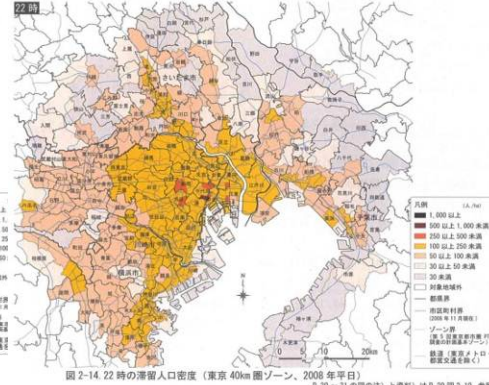
出典:「東京を訪れる人達」 一般社団法人森記念財団 都市整備研究所



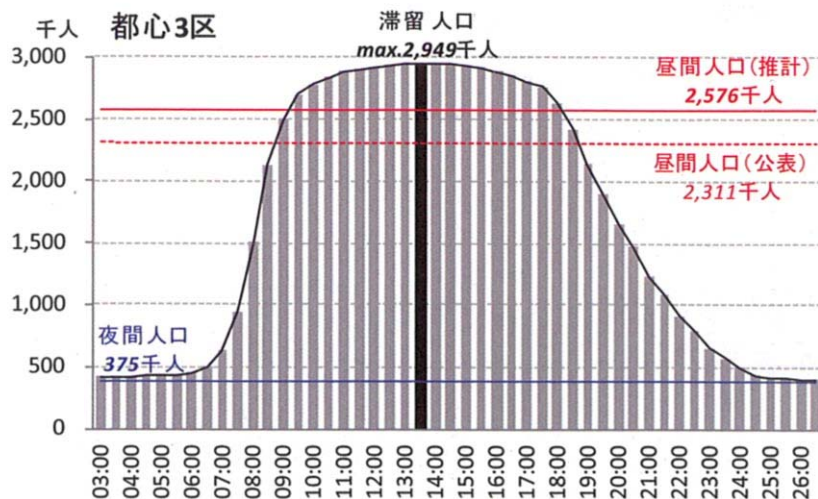
人口密度:6 時



人口密度:14 時



人口密度:22 時



滞留人口の時間変化 (2008 年平日)

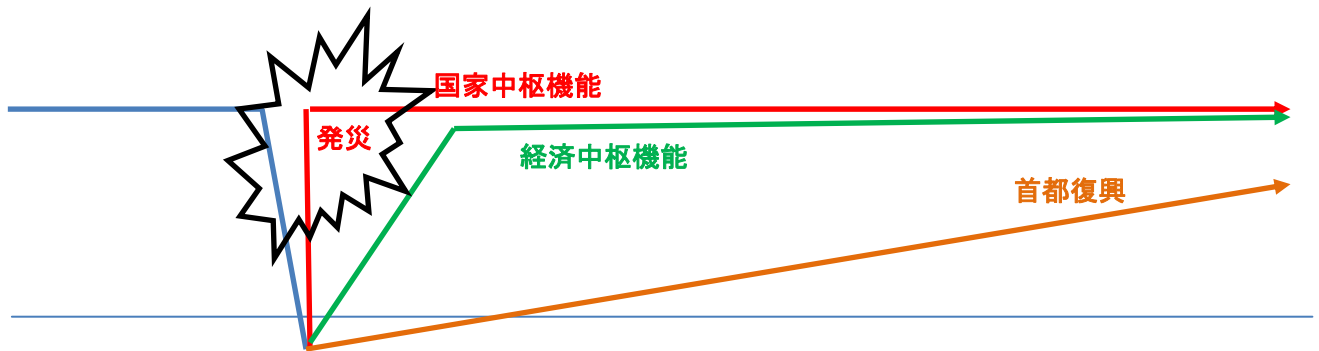
都心三区流入：約 250 万人

### (3) 東京都市圏におけるレジリエント・ガバナンスの考え方

首都直下地震の発生による推定 400 万人の避難民対応や、推定 4,000 万トンのがれき処理を含め、都市機能の復興そのものは長い期間を要することが予想されるが、国家の存亡を左右することになる「首都復興プロセス」のスピードを最速化させるためには、被災初期の混乱の早期収束と、早期の復旧計画策定、国際的な信用の維持、復旧に必要な巨額の資金の捻出が必要とされる。

このためには、被災による「国家中枢機能」と「経済中枢機能」へのダメージを最小化させ、かつ、いち早く回復させうる、「レジリエント・ガバナンス」(危機に対して抵抗力・回復力の高いガバナンス)の確立が求められる。

(参考) レジリエンスのイメージ (国家中枢機能と経済中枢機能の早期回復)



## 2. 予想される首都直下地震の特徴

### (1) 予想される首都直下地震の特徴、ハザードの種類

#### ① 予想される首都直下地震の特徴

2013 年 12 月に、内閣府・中央防災会議の首都直下地震対策検討ワーキンググループから報告書「首都直下地震の被害想定と対策について」(2013 年 12 月 19 日)が公開された。ここで想定されている地震は以下の通りである。

##### ア. 首都直下の M7 クラスの地震

フィリピン海プレート内部 (Mw7.3)、震源を特定できない地殻内地震 (Mw6.8)、フィリピン海プレートと北米プレートの境界付近 (Mw7.3)、活断層地震 (Mw6.8~7.1)、伊豆半島東方沖 (Mw7.3)

##### イ. M8 クラスの海溝型地震

相模トラフの海溝型プレート境界地震 (Mw8.2~8.5) : 1923 年大正関東地震、1702 年元禄地震、1677 年延宝房総沖地震

#### ② 対策すべき2つのこと (物理的なハザード、人の動きが増幅させるリスク)

対策すべきことは、大きく二つに分類できる。第一に、地震やそれに伴う火災や液状化等の現象がもたらす「物理的なハザード (地震による建物倒壊・火災・停電、液状化による道路やコンビナートの損壊)」であり、第二に、世界最大の人口を有する東京都市圏ゆえの「人の動きが増幅させるハザード (公衆衛生、要援護者問題 (含、外国人) 等))」である。

#### ① 予想される首都直下地震の特徴

2013 年 12 月に、内閣府・中央防災会議の首都直下地震対策検討ワーキンググループから報告書「首都直下地震の被害想定と対策について」(2013 年 12 月 19 日)が公開された。この公開された報告書を参照し、東京都市圏において特に注視すべきリスクについて考える。

なお、現在、内閣府では、南海トラフや相模トラフの海溝型地震による「長周期地震動」の影響についても同様に検討が行われており、その結果が近く公開される予定であるため、ここでは長周期地震動によるリスクも加味して考察する。

報告書「首都直下地震の被害想定と対策について」の中で想定されている地震は以下の通りである。

##### ア. 首都直下の M7 クラスの地震

フィリピン海プレート内部 (Mw7.3)、震源を特定できない地殻内地震 (Mw6.8)、フィリピン海プレートと北米プレートの境界付近 (Mw7.3)、活断層地震 (Mw6.8~7.1)、伊豆半島東方沖 (Mw7.3)

##### イ. M8 クラスの海溝型地震

相模トラフの海溝型プレート境界地震 (Mw8.2~8.5) : 1923 年大正関東地震、1702 年元禄地震、1677 年延宝房総沖地震

「首都直下の M7 クラスの地震」については、大きな被害を発生させるようなものが 1923 年大正関東地震の余震として発生して以来、約 90 年が経過したが一度も発生していない。江戸時代末期から明治時代に掛けて複数回発生した時期 (1855 年安政江戸地震、1894 年明治東京地震など) もあるので、近い将来発生する可能

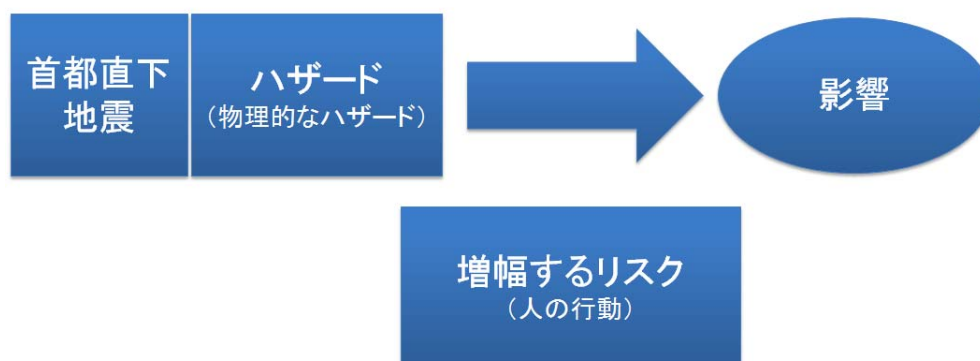
性は高いと考えられる。

次に、「M8クラスの海溝型地震」については、歴史地震のデータに基づく発生確率の考え方からすると、近い将来に発生する可能性は低く、以前の首都圏の被害想定から除かれていた。ただし、歴史上の地震の記録は、戦国時代（16世紀）以前については古文書の記録が乏しく、データの信頼性が低いため、2011年に発生した東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）のように、長い発生間隔の地震が見逃されている可能性もある。

そのため、今回の被害想定に加えられた海溝型地震の場合、津波が発生することが多く、外洋に面している地域は津波のリスクが考えられる。東京湾内については、津波の波高は低いが、標高の低い地域が広がっているため堤が破られてしまうと浸水域が広がる可能性がある。

## ②対策すべき2つのこと（物理的なハザード、人の動きが増幅させるリスク）

対策すべきことは、大きく二つに分類できる。第一に、地震やそれに伴う火災や液状化等の現象がもたらす「物理的なハザード（地震による建物倒壊・火災・停電、液状化による道路やコンビナートの損壊）」であり、第二に、世界最大の人口を有する東京都市圏ゆえの「人の動きが増幅させるリスク（公衆衛生、要援護者問題（含、外国人）等）」である。



## (2) 物理的なハザード（建築物・コンビナート地区等）

### ① 建築物の被害（倒壊・損壊・火災）

#### ア. 湾岸地域でのリスク（超高層ビルディング）

現在、東京都内には100mを超える超高層建物が約460棟あり、その内約240棟が湾岸沿いの江東区、中央区、港区、品川区に建てられている。超高層建物は固有周期が長く、長周期地震動に対して揺れやすい。

#### イ. 木造住宅密集地域のリスク

都心周辺の環状6号から8号線沿線および東京東部には、耐震・耐火性能の低い建物が数多く存在する。建物が倒壊すると、死亡率や傷害率が急激に高くなるため、建物は、大きな地震で多少被害が発生しても倒壊しない構造になっている必要がある。

#### ウ. 西部丘陵地域のリスク

西部の木造密集地域のさらに外側に、武蔵野の丘陵地が広がる。東日本大震災時には、宮城県の丘陵地域の造成地において、多く地盤被害が発生した。造成地の盛土部分は弱く崩れやすいため、地盤が崩れてしまうと、上物が耐震性の高い建物であっても倒壊する可能性がある。

### ② 臨海工業地帯・石油コンビナート地区の被害（液状化等）

東京湾岸には臨海工業地帯・石油コンビナート地区が複数存在し、そこには多くの火力発電所・LNG基地・製油所等が立地している。これらの地区が大規模に被災することになれば、長期にわたる電力・ガス・石油の供給低下を引き起こすリスクがある。

### ① 建築物の被害（倒壊・損壊・火災）

#### ア. 湾岸地域でのリスク（超高層ビルディング）

現在、東京都内には100mを超える超高層建物が約460棟あり、その内約240棟が湾岸沿いの江東区、中央区、港区、品川区に建てられている。超高層建物は固有周期が長く、長周期地震動に対して揺れやすい。

昨年12月の三木市のE-デフェンスで行われた超高層建物の長周期地震動の振動台試験によると、想定されるレベルの揺れでは倒壊のリスクは少ないことが分かったが、超高層建物上部で大きな加速度を生じる可能性があり、家具什器を転倒・落下しないように配慮することが重要であることが分かった。図1に示すように湾岸部の建物ほど注意が必要である。長周期地震動によりエレベータのロープが共振し事故の可能性がある。地震計によるエレベータ管制システムの導入が有効である。2020年に開催される予定の東京オリンピックは東京湾岸部に競技会場を集中させている。今後建設が進められると考えられるが、建設中、開催中含めて地震対策を十分行うことが求められると考えられる。



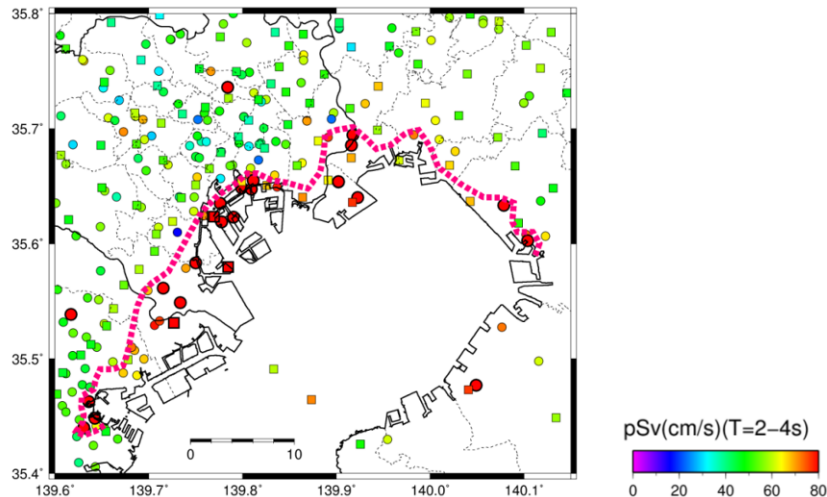


図1 東京湾岸の東北地方太平洋沖地震の疑似速度応答スペクトル(h=5%)と埋立地の範囲  
出典：日本建築学会、「長周期地震動対策に関する公開研究集会」、2012年3月16日

## イ. 木造住宅密集地域のリスク

### a) 建物倒壊リスク

東京都心には、耐震・耐火性能が高い建物が多く、これらの建物自体が被災するリスクは比較的小さいが、都心周辺の環状6号から8号線沿線および東京東部には、耐震・耐火性能の低い建物が数多く存在する。

建物が倒壊すると、死亡率や傷害率が急激に高くなるため、建物は、大きな地震で多少被害が発生しても倒壊しない構造になっている必要がある。しかし、設計時期の古い建物は、こうした観点が不十分な構造になっている場合があるため、耐震診断を受けて耐震改修・制震改修・免震改修を実施することが重要である。特に、官公庁・病院・学校等の公共施設は地震時に倒壊しないことは当然のこと、十分に機能することが求められるため、さらに高い耐震性が求められており、東日本大震災時にその有効性が検証された免震改修が有効な対策と考えられる。

ただし、建物の構造体が健全なだけでは不十分であり、建物の立っている地盤が堅固であることが必要である。さらに、建物の構造体や地盤が健全であっても、建物内部にある天井の落下や家具什器の転倒・落下により被害、エスカレータやエレベータ事故が東日本大震災時にも多数報告されており、その対策が必要になる。

### b) 火災リスク

火災による被害が大きいとされているが（想定では死者の6割が火災によるもの）、住宅地での火災の発生確率は、「倒壊した建物の数」に比例する。1923年関東大震災は昼食時間帯に発生したため、火災が頻発し、その死者の大部分は火災を原因とするものであった。

現代においては、ガスメーター、ガス器具、ストーブ類は、製造年の古いものを除いては感震器が付いているため、地震発生時には自動で遮断や消火され、火災の原因になる可能性は低くなっている。しかし、電気製品やコード類の損傷によって通電火災が発生する可能性が指摘されている。

特に、住宅密集地では、火災の発生件数が少なくても、延焼によって全体に

燃え広がるリスクが高い。住宅密集地においては、建物を耐火構造または難燃構造にすることや、建物を倒壊させないように地域の建物全体の耐震性を高め、防災意識を向上させるが必要である。

c) ブロック塀、自動販売機の転倒、屋外落下物

屋外において地震力を考慮せず設置されたものが多く、転倒や落下の危険性のあるものは多い。古い建物では建物の変形に追従できない窓が多数存在し、ガラスが割れて降ってくる可能性がある。耐震化を促すことおよび地震時ではできるだけ健全な建物内に留まることが対策となる。

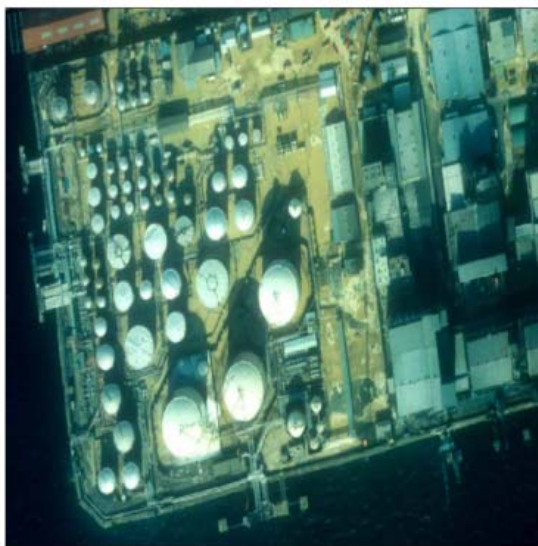
ウ. 西部丘陵地域のリスク

東京には、西部の木造密集地域のさらに外側に、武蔵野の丘陵地が広がる。東日本大震災時には、宮城県の丘陵地域の造成地において、多く地盤被害が発生した。造成地の盛土部分は弱く崩れやすいため、地盤が崩れてしまうと、上物が耐震性の高い建物であっても倒壊する可能性がある。

②工業地域・石油コンビナート地区の被害

東京湾岸部は、広範囲にわたって埋立地が広がり、地震発生時には、地盤の沈下・損壊、液状化、津波による浸水等のリスクがある。埋立地の堆積層も厚く、地盤増幅により地震時の揺れは台地の上に比べて大きい。周期2秒以上の長周期地震動が発生する可能性も高い。

なお、地盤の液状化については、東日本大震災発生時には、最近になって造成された埋立地において集中的に発生し、1923年の関東大震災での液状化発生場所の多くでは発生しなかったが、今後予想される首都直下地震の場合、揺れがさらに大きくなる可能性が高く、液状化の範囲は広範囲に及ぶものと考えられる。道路や港湾施設などのインフラも液状化や側方流動によって大きな障害が発生するおそれがあるため、地盤改良等の対策を、建物直下に施すだけでなく、埋立地域全体で面的に進めることが求められる。



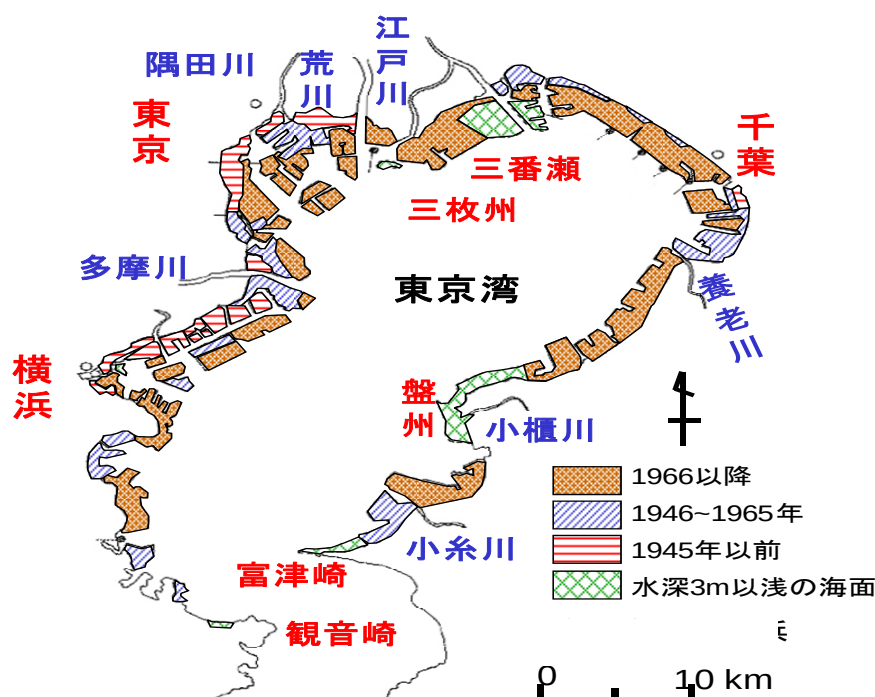
阪神大震災時の神戸港の液状化・護岸側方流動の教訓（護岸が沖合に流れ、神戸港の物流機能にダメージを与えた） 早稲田大学 濱田政則教授資料より



例えば、東京湾岸には臨海工業地帯・石油コンビナート地区が複数存在しているが、埋立てられた軟弱な地盤の上に造成されている。人工造成地の土壌が安定固化するには 100 年以上かかるとされており、1960 年代から 1980 年代に造成された石油コンビナートは、法令に基づく対策は各事業者が施しているものの、近い将来にわたり、「液状化」への抵抗力は低い状態にあるといわれる。

そこには多くの火力発電所・LNG基地・製油所等が立地している。これらの地区が大規模に被災することになれば、長期にわたる電力・ガス・石油の供給低下を引き起こすリスクがある。石油コンビナート地区に存在する石油タンクが、長周期地震動が引き起こすスロッシング現象による浮屋根破損等により石油が漏れ出し、仮に製油所における防油堤や応急措置用オイルフェンス、消火設備が機能しないような事態になれば火災発生リスクが高まる。またここに津波や液状化といった現象が複合的に発生すれば、石油の海上漏洩・拡散による火災発生リスクも高まる。

【東京湾の埋立ての歴史】（出典：貝塚爽平「東京湾の地形・地質と水」）



964年新潟地震の新潟の製油所や2003年十勝沖地震の苫小牧の製油所での火災がその例である。なお、大型石油タンクについてはスロッシング対策が進められており、3.11では効果があったことも報告されている。このような被害が拡大すると東京湾の船の利用は不可能となり海からの資材供給はできなくなる。湾岸部に集中する重要施設については、耐震化などの防災対策と共に、他地域に施設を設置するなどのリスク分散が必要と考えられる。

また、東京都市圏には工場・事業所・研究所が多数存在し、それらは住宅地域に隣接もしくは、住宅地の中にあるケースも多い。それらの工場等では化学物質や放射性物質を取り扱っている場合もあることから、化学災害や放射線災害が発生するリスクに備える必要がある。したがって、旧来型の地震対策を中心とした防災対策を超え、火災や化学災害を含む複合災害が起きることを前提として準備すべきである。

### (3)「人」の動きが増幅させるリスク

(公衆衛生、要援護者問題(含、外国人)等)

#### ① 帰宅困難者・出勤困難者問題

首都直下地震が発生した場合、帰宅困難者が 650 万人発生すると予想され、発災後 1 週間時点での避難所が必要な者は約 400 万人と推定される。一定の衛生環境を保つためには、1400 万平方メートル必要 となり、国立競技場 サイズの避難所が約 300 箇所必要となる)。必要なトイレは 8 万個となる。

量の問題のみならず、分布の問題も発生する。局所的な不均衡が発生し、著しく資源が不足する地域が「まだら状」に発生する可能性がある。

大量の帰宅困難者が徒歩にて一斉に帰宅を始めると、道路は人で溢れ、緊急車両の通行の妨げになり、応急活動に支障をきたすことが懸念される。

一方、夜間に地震が発生すれば、逆に「出勤困難者」の問題が発生し、都心の官庁・企業における人員不足により救助・復旧を指揮する機能が損なわれるリスクが発生する。

#### ② 外国人の保護とコミュニケーション

過去の地震発生時には、外国人が「言葉の壁」を原因に孤立する事態が発生している。また、地震が発生しない地域から来日している外国人も多く、こうした外国人は、特に地震に対する基礎的な経験・知識が不足しており、「地震慣れ」している日本人に比べ、地震に対する機敏かつ適切な対応ができない可能性がある。

#### ① 帰宅困難者・出勤困難者問題

首都直下地震が発生した場合、帰宅困難者が 650 万人発生すると予想されており<sup>2</sup>、この中には、体調不良者、急病者等の要援護者が相当数含まれている。しかし、帰宅の途中で避難場所に救援を求めたとしても、避難場所は地元住民で一杯になっており、受け入れてもらえない可能性が容易に想像される。

このため、発災後 1 週間時点での避難所が必要な者は約 400 万人と推定される。一定の衛生環境を保つためには、1400 万平方メートル必要<sup>3</sup>となり、国立競技場<sup>4</sup>サイズの避難所が約 300 箇所必要となる)。必要なトイレは 8 万個となる。

量の問題のみならず、分布の問題も発生する。局所的な不均衡が発生し、著しく資源が不足する地域が「まだら状」に発生する可能性がある。

地震発生時には、救急・救助活動、消火活動、緊急輸送活動などの応急活動を迅速・円滑に行う必要がある。一方、公共交通機関の運行が停止している間に、大量の帰宅困難者が徒歩にて一斉に帰宅を始めた場合、都内の道路は人で溢れ、緊急車両の通行の妨げになる可能性があり、応急活動に支障をきたすことが懸念される。

このような帰宅困難者の一斉帰宅に伴うリスクを回避するために、企業等は従

<sup>2</sup> [http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/shutohinan/1/pdf/shiryou\\_2.pdf](http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/shutohinan/1/pdf/shiryou_2.pdf)

<sup>3</sup> 避難所を設置する際、国際的な人道援助の基準として、一人あたり、3.5 平方メートルが必要(スフィアプロジェクト)

<sup>4</sup> 国立競技場の敷地面積は 71,707 平方メートル

業員の安全の確保を図るため施設や建物内に待機させることが重要となる。東京都の「帰宅困難者対策条例」とそのガイドラインでは、「地震発生後建物の健全性を判断し建物に留まるかどうかを速やかに事業者が判断し、健全な場合には、発災後3日間は企業等が従業員等を施設内に待機させる」ことを求めている。このため、建物管理会社や企業は、水・食品・医薬品等の備蓄を行うとともに、地震発生後速やかに建物が使用できるかどうかにつき判断する必要がある。その際、建築技術者が施設内にいるとは限らないし、建物管理会社と連絡が取れないことを想定し、建物内に地震計を設置する構造ヘルスマモニタリングや自動的に判断できるような仕組み作りを行うことが求められる。

なお、夜間地震が発生すれば、帰宅困難者の問題がなくなるが、逆に出勤困難者の問題が新たに発生し、都心の企業では人員不足で企業活動の復旧が遅れるリスクが発生する。

## ②外国人の保護とコミュニケーション

過去の地震発生時には、外国人が「言葉の壁」を原因に孤立する事態が発生している。また、地震が発生しない地域から来日している外国人も多く、こうした外国人は、特に地震に対する基礎的な経験・知識が不足しており、「地震慣れ」している日本人に比べ、地震に対する機敏かつ適切な対応ができない可能性がある。

東京都市圏では、地方に比べ、多くの外国人滞在者や旅行者がいるという特殊性があり、2020年東京オリンピック・パラリンピック時には、極めて多くの外国人が来訪する。対策としては、東京都市圏に住む日本人が、日頃から地域に在住する在住外国人に対して、災害に関する知識の共有や、発生時の避難場所の周知を進めるなど、日頃から各地域において在住外国人と地域住民とのコミュニケーションを高めておくことなどが有効である。こうした、平時からの在住外国人とのコミュニケーションが、旅行中に被災した不慣れな外国人への対応も円滑化させる可能性がある。

### 3. 進めるべき対策

#### (1) 兵站（ロジスティクス）インフラ強化と自立型エリア・マネジメント

##### ①兵站（ロジスティクス）インフラ強化

- ・ 首都東京は1／4象限が海に面するという地理的特性を持っており、そこに存在する東京港は日本最大の港である。海という「壊れないインフラ」を活用して内陸都心部を復旧させるため、耐震強化岸壁の整備促進と、陸上輸送網の早期復旧が鍵になる。
- ・ これにより、多数の海上自衛隊の大型護衛艦等の接岸を可能にし、救援活動や、帰宅困難者の他地域への移送や、必要な要員の送りこみのための重要な拠点とする。

##### ②自立型エリア・マネジメント

ー電力（分散発電）や水（地下水）等の自給自足

- ・ 一定のエリア内で連携して、災害に強いまちづくりを目指し、電力や水について自立型インフラ整備を進めることが必要である。
- ・ 電力や熱の利用については、複数の建物が連携してコジェネ発電を共同導入し、自立的に電力確保することが可能になるような、経済性を確保しながらレジリエントなエリア・マネジメントが必要である。
- ・ 上水確保については、単に生活のための水だけでなく、首都中枢機能に不可欠なコンピュータ冷却用のクーリングタワーは、絶えず補給水を必要としている。水の確保も中枢機能維持の脆弱地点となるおそれがある。一方、東京の地下水の水面は上昇してきている。クーリングタワー用水や雑用水の確保に活用すべきである。

##### ① 兵站（ロジスティクス）インフラの確保

ー港湾・道路の耐震化、自衛隊との連携、災害時権限委譲等

都市のレジリエンスとは、都市の災害復旧にかかる時間とコストを最小化できることでもある。首都東京は1／4象限が海に面するという地理的特性を持っており、そこに存在する東京港は、日本最大の港である。災害発生時には、道路閉塞で孤立した首都中枢部に向けて大量な物資や復旧用の重機・資機材・要員を迅速に送り込むための重要インフラとなる。つまり、海という「壊れないインフラ」を活用した海上輸送ルートと、そこから中心部に伸びる幹線道路網の早期復旧・確保が必要になる。仮に、東京港の港湾施設や都心部に通ずる道路の耐震・液状化対策が不十分な場合、地震で崩壊した岸壁を復旧するだけで長期の時間を要し、首都の復興に必要な物流に支障をきたして、損害を大きく拡大することにつながりかねない。

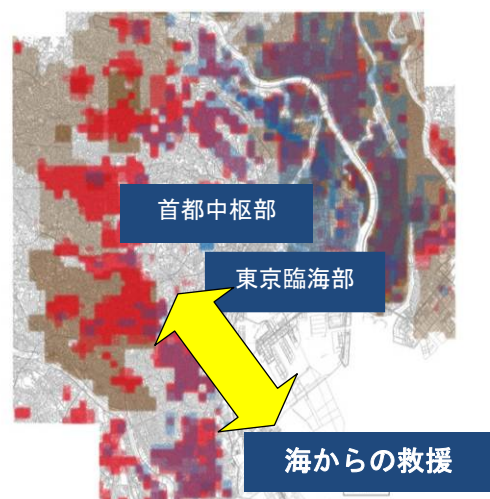
阪神大震災時の経験に基づけば、耐震強化岸壁の整備や都心から港湾に通じる主要道路の強靱化を更に進めることにより、海上自衛隊の大型護衛艦等をふくむ多数の大型船舶の接岸を可能にし、救助・医療活動や帰宅困難者の移送、救助・復旧に必要な大型の重機・資機材や要員を都心部に送り込むための重要拠点とすることができる（一方で、東京湾沿岸のコンビナートが被災し、海上への油流出や洋上火災が発生するリスクも考慮する必要はあるが、仮にそうした事態が発生

しても一定期間で鎮火されると想定される)。

災害時に、速やかに、かつ最も大きな機動力をもって活動できるのは自衛隊である。自衛隊による救援・復旧活動を支える兵站（ロジスティクス）を支えるインフラ整備や、被災時の実際の行動を想定した自衛隊と自治体・地域社会の間の連携のしくみを前もって準備し、都市のレジリエンスを高める必要がある。

また、道路交通の確保の阻害になることが想定される「放置自動車」を円滑に移動させることができるよう、現場のしくみづくりが必要である。現場で機能することが可能になるためには、現場の当事者同士が普段から災害時の活動について協議するための組織を構成することが必要である。また、その内容を誰もが知っているよう、教宣活動も必要である。

また、湾岸部に整備される多くのオリンピック施設を一時避難場所として、合わせて災害対策施設とすることも検討すべきである。オリンピック開催時には世界に対して安全な大会をアピールする有効なメッセージとすることも可能である。



## ② 自立型のエリア・マネジメント

### ー電力（分散発電）や水（地下水）等の自給自足

東日本大震災以降、コジェネ発電等により災害時にも自立的に電力を確保できるビルに入居する企業が増えるなど、重要インフラ機能の確保を人任せにしない、自立的な動きがある。しかし、災害時に電力等を自立的に確保しようとする場合、建物単位や企業単位の取組みでは経済性の観点から成立が困難である。このため、一定のエリア内で連携して災害に強いまちづくりを目指し、インフラの確保を行うことが必要になる。

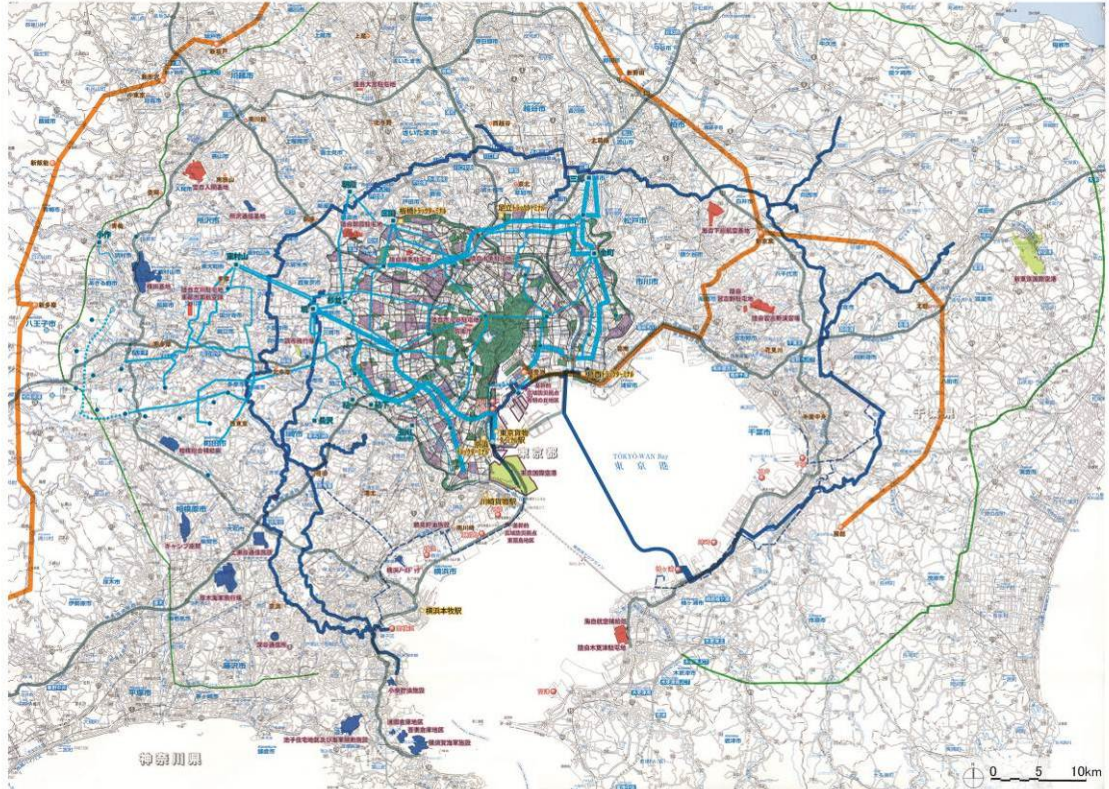
たとえば、電力・熱利用については、複数の建物が連携してコジェネ発電を共同導入し、自立的に電力確保することが可能になるような、経済性を確保しながらレジリエントな都市施策が必要である。インフララインの道路占用についての規制緩和も促進すべきである。

水確保については、飲料水・生活用水が必要となるだけでなく、国家中枢・経済中枢機能を支えるコンピュータを冷却するクーリングタワー用の補給水が必要になる。こうした水確保問題も、中枢機能維持にかかる脆弱ポイントになるおそれがある。

一方で、東京の地下水の水面は上昇してきており、危機時にこれをどのように活用するかが課題になる。コンピュータ用クーリングタワー用水や雑用水の確保については、足元にある地下水の利用をさらに積極的に進めることも必要である。現在、地下水の汲み上げ規制が存在するが、災害時にはこれを緩和する必要がある。また、既成市街地で井戸を確保するためには十分なスペースが必要であり、公園の地下利用などを取り込んだまちづくりを可能にするような都市施策も必要である。

こうした施設整備をエリア内で進め、自立型の電源や水の確保に必要な経済性を高めるとともに、災害時の訓練もそのエリアで行政、自衛隊との連携、情報の共有化も進め、リスクに対して抵抗力・回復力のある自立型のエリア・マネジメントを備えたまちづくりを進めることが、都市のレジリエント・ガバナンスの根本となる。





| 凡 例                   |             |
|-----------------------|-------------|
| ● 火力発電所               | — 送水管ネットワーク |
| ● 変電所                 | ■ 浄水場       |
| — ガス幹線                | ● 給水場       |
| — 電気幹線                | ● 給水場（施工中）  |
| — 国道16号・高速道ネットワーク     | ■ トラックターミナル |
| — 首都圏中央連絡自動車道         | ● 貨物駅       |
| □ 東京港大量物流機能空間         |             |
| ■ 自衛隊用地               |             |
| ■ 米軍用地                |             |
| ■ 飛行場                 |             |
| ■ 主な公園・不燃空間等          |             |
| ■ さらに不燃化等の手だてを必要とする区域 |             |

- ・東京湾は多数の発電所、都市ガスの供給拠点、石油基地、港湾施設が並び、さらには羽田空港も位置し、首都圏にとって、いわば「生命維持ゾーン」といえる。
- ・首都圏の1/4 象限は「海」であり、これに首都中枢部が隣接するという地勢上の特徴がある。災害時には海自の多数の艦艇が救援のため入港することが決められている。都市側とどう連携するかが課題。
- ・首都中枢部を取り巻く「不燃化の手だてを必要とする区域」（紫色部分）は住民の高齢化などで不燃化が進んでいない。
- ・エネルギー幹線は概ね環状に配置しているが、唯一東京臨海部には電力幹線（オレンジ色ライン）、ガス幹線（青色ライン）が上陸している。



## (2) エネルギー供給

### ① 電力

#### 設備の耐性強化、早期復旧に必要な耐性の準備

国と電力会社が協力し、電力設備の耐震強化や津波対策等を進めるほか、火災や復旧阻害要因の除去（感震プレーカ、電線地中化等）について、費用対効果を検討の上、国が主体になって進めるべき。

復旧を迅速に行うために引き続き資機材や要員の確保強化に努め、災害時には行政と協調の取れた復旧活動ができるよう調整・訓練を継続実施需要側への非常用分散電源の設置や需給調整契約メニューの拡充、需要コントロール等のスマートグリッド技術の導入を引き続き検討

#### 供給インフラの冗長性（リダンダンシー）強化

電力自由化の流れの中で、東西周波数変換等による東京都市圏のバックアップ能力増強や、ピーク・調整電源の引き続きの確保を高める方策など、供給インフラの冗長性の強化を、国として計画し推進すべき。

### ② ガス

#### 設備の耐性強化、早期復旧に必要な体制の準備

早期復旧を担保すべく、経年配管等の更新、人員・材料・装置類に関する近隣エリアとの相互融通体制の強化を図るべき。災害拠点病院等の重要インフラの自家発電機へのガス供給のため、中圧ガス配管の整備を推進すべき。

#### 供給インフラの冗長性（リダンダンシー）強化

国として広域ガスパイプライン網整備計画を早期に策定し、東京湾内に集中した供給ソースの分散化・複線化を図るべき。需要サイドについても、重要施設に対するコジェネ導入の義務化や支援策を検討すべき。

### ③ 石油

#### 設備の耐性強化、早期復旧に必要な体制の準備

製油所の液状化・側方流動対策を強化し、石油の緊急入出荷機能を維持し、被災した場合でも早期復旧を可能にするべく必要な資機材の確保や人材確保を進めるなど、BCPの確立と必要な投資を進めるべき。

#### 輸送網確保：道路・港湾の早期啓開、長大・水底トンネルの通行許可

製油所・油槽所に通ずる道路や航路の早期啓開を実施し、東京湾アクアライン等東京都市圏内外を結ぶ長大トンネルのタンクローリー通行を可能にし、救助・復旧に必要な燃料の確保を早期に可能にするべき。

#### 自衛隊との輸送協力、地域社会でのドラム缶給油体制の準備

製油所からのドラム缶による出荷や輸送困難地域への搬送等について自衛隊との協力関係を平時から強めるべき。また、被災現地における給油活動を、地元消防や地域社会が主導して行う体制を整備すべき。

### ① 電力

#### ア. 首都圏の電力需要の特徴

首都東京の都心には行政の要となる政府機関、金融・ビジネス・物流の中心となる経済中枢施設、国内外への情報発信拠点等が多数存在している。都心周辺には高層住宅や住宅地、不特定多数の人が集まる病院や商業施設等があり人口も密集している。

## イ. 首都圏の電力供給設備の現状

### ・ 東京湾周辺の火力発電所への依存と、緻密な送配電ネットワーク

東京湾岸に火力発電所の立地が集中しており、特に現在は、遠隔地に立地する原子力発電所が停止しているため、東京都市圏の東京湾周辺火力電源への依存度が高い状態にある。また送配電ネットワークとしては、東京周辺から複数のルートで高電圧(50万～27万ボルト)・大容量の電力系統が導入され、遠隔地の発電所や他電力からの電力が送られてきている。

### ・ 災害対応能力

電力設備は、基本的に震度6クラスの地震には十分に耐えうる設計である。都心部の電力系統の多くは地中ケーブルにより多重化されて高信頼化が達成されており、近郊の住宅地域においては架空送配電網が密に形成されている状態にある。

長時間停電時の対応として移動用の電源車や変電設備車等が配備され、定期的な非常災害訓練も実施されている。

## ウ. 首都直下地震での被害想定

平成25年11月に中央防災会議から示された首都直下地震の報告ではM7クラスの地震に対して、東京湾周辺の火力発電所が停止し最大需要の約50%の供給能力になると算定されている。この規模を前提とすると、需給のアンバランスによる停電は地域によっては生じるが、都区内では供給設備と供給先建物等が健全であれば基本的には停電は限定的と推定できる。

例えば、M7クラスの地震により一部の変電所やケーブルが被災したり、電柱倒壊等により停電が一部で発生することも考えられ、加えて火災や道路寸断等による復旧障害により停電が長期化する可能性もある。(参考として、過去の停電の復旧については阪神・淡路大震災や東日本大震災の経験から概ね7日以内に応急復旧の実績はある)

また、東京を含めた関東内外の電力を一括して監視・安定運用する中央給電指令所は系統運用の中核として重要なため、地震等により被災したとしてもその機能は有人事業所と併設した別施設に代替可能となっている。

## エ. 防災・減災に向けた主な対策

引き続き電力設備の耐震強化と国の堤防増強に呼応した津波対策等を実施する必要があるが、火災要因や復旧阻害要因を排除する対策(感震プレーカ、電線地中化等)についてはその費用と有効性を十分考慮の上、国が主体になって実施することが必要である。

災害時に需要抑制が避けられない場合も想定して送配電網の整理やプランニングを引き続き検討していくが、極力これを回避するために需要側への非常用分散電源の設置や需給調整契約メニューの拡充、需要コントロール等のスマートグリッド技術の導入を引き続き検討していく必要がある。

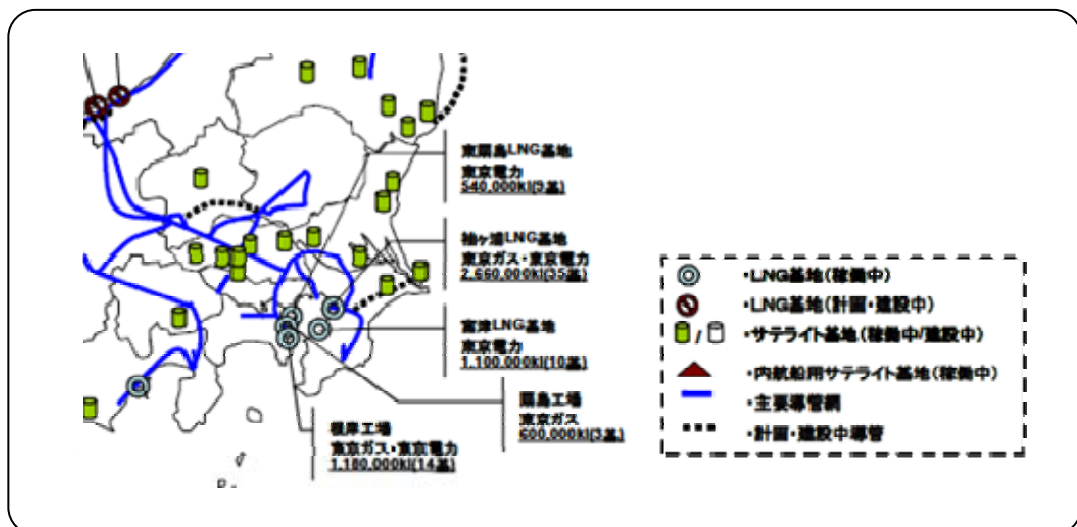
復旧を迅速に行うために引き続き資機材や要員の確保強化に努め、災害時には行政と協調の取れた復旧活動ができるよう調整・訓練を継続実施していくことも必要である。

## ②都市ガス

### ア. 需要・供給面から見た首都圏の特徴

首都圏は、全国都市ガス需要量（2012 年度一般ガス事業者実績、約 360 億 m<sup>3</sup>）の 3 割を超える大消費地となっている。

このような大規模な需要に対応するため約 60 の都市ガス事業者（全国 209 社）が存在しており、供給インフラとして東京湾岸に 3 つの LNG ターミナルが立地するほか（都市ガス事業者所有、並びに電力会社との共同基地）、外周地区等の高圧パイプライン未整備エリアを中心に、サテライト基地と呼ばれる都市ガス製造設備が複数存在している（下図参照）。



これらの設備から製造された都市ガスは、約 8 万 km の高圧～低圧のパイプラインを介し、約 1200 万件の家庭・業務・工業用の需要家に送り届けられており、一部のパイプラインは首都圏外の供給ソースと連結されている。首都圏の都市ガス事業者は、これらの都市ガス供給インフラを通じ、一般家庭に加え、発電所、工場・業務用ビル（商業施設、医療機関等）に設置されたコージェネレーション等の分散電源等、重要施設を含む大量の電気・熱需要を支えている。

### イ. 首都圏特有のリスク要素

首都圏の都市ガス供給に関する最大の特徴は、その圧倒的な需要規模とそれに対応する供給設備の集積にある。これらをリスク要素と捉えた場合、具体的な懸念事項として以下の点が挙げられる。

#### (ア) 製造設備の被災等による需給逼迫

都市ガス供給システムのうち、製造設備（LNG ターミナル等）や高圧・中圧パイプラインについては、中央防災会議が想定する地震や津波に対しては十分な強靱性を有している。しかしながら、東京湾内におけるその他施設の被災により、一時的に湾内への LNG タンカーの入港が困難となる事態、津波等による漂流物等の衝突による製造設備の機能制限については、その可能性を一定程度織り込んでおく必要がある。仮に当該事象の収拾に長期間を要した場合、大規模な需要に対する供給ソースの代替手段の問題が発生する。

(イ) 復旧対応に要する物理的資源の逼迫

首都圏における大震災発生の際には、需要家からの問合せや供給設備の被災等が多発する可能性が高く、その対応に要する人員、材料や装置類の逼迫が懸念される。また、他のインフラの復旧状況や、街区の損壊状況によっては、一部のエリアについては復旧までに1ヶ月程度を要する虞もある。

(ウ) 首都圏におけるレジリエンス向上策

エネルギー需要の一大集積地である首都圏のレジリエンス強化に向けては、災害発生時の情報共有・一元化、エネルギーシステムの耐性・冗長性の強化を図ることが肝要であり、以下に都市ガスシステムに関する取組みの方向性を纏める。

a) 情報共有・一元化

首都圏における都市ガス供給インフラは、レベル2の大規模地震発生時には、約4000箇所の地区ガバナ（中圧から低圧への減圧設備）及び、需要家先のマイコンメーターに具備された感震・遮断機能により、2次災害防止の仕組みが整備されている。

一般家庭用向けの都市ガス供給は、震災直後には一時的に停止することとなるが、被害が軽微なエリア（供給エリアを140箇所程度にブロック化済み）については、順次、ガス供給を再開する対応をとっている。都市ガス供給が停止しているエリアの情報については、内閣府地震防災情報システム（DIS）やNHKと共有する仕組みがとられているが、今後、共有すべき情報の種類、他の視聴頻度の高いメディアへの情報提供の拡大等についても、随時検討すべきである。

b) 設備の耐性強化、早期復旧に必要な体制の準備

復旧活動の円滑性、早期性の担保に資するべく、インフラ被害を抑制に向けた経年配管等の更新、人員並びに材料・装置類に関する近隣エリアとの相互融通体制の強化を図るべきである。加えて、昨今の医療機関等における自己電源保有のニーズ拡大を踏まえ、災害拠点病院をはじめとする重要施設への中圧ガス配管の整備を推進していくべきである。

c) 天然ガスパイプライン等の冗長性の強化

都市ガス供給インフラの個別の耐性向上に加え、「供給ソースの複線化」を図ることが望まれる。現在も、茨城県日立市や相馬市沿岸部において、LNGターミナルの建設が進行または計画されているなど、ガス事業者間による緊急時の相互融通の動きがある。引き続き、経済合理性を踏まえつつ、東京湾内に集中した供給ソースの分散化・複線化を図っていくべきである。このとき、太平洋岸のLNGターミナルを基点とする天然ガスパイプラインの複線化により、首都圏をガスパイプラインでループ化し、供給に冗長性を確保することが出来れば、仮に東京湾内のLNGターミナルが被災した場合の首都圏のガス供給を支えるバックアップ機能として役に立つと考えられる。

また、需要サイドにおいても、コジェネ等の導入により、電源セキュリティの冗長化を図る動きが活発化しているが、業種・業態による取組みの差異や当該設備の運営コストが課題となっており、行政が主体とな

って、重要施設に対する導入検討義務化や運営コストに対する支援策について具体化を図るべきである。

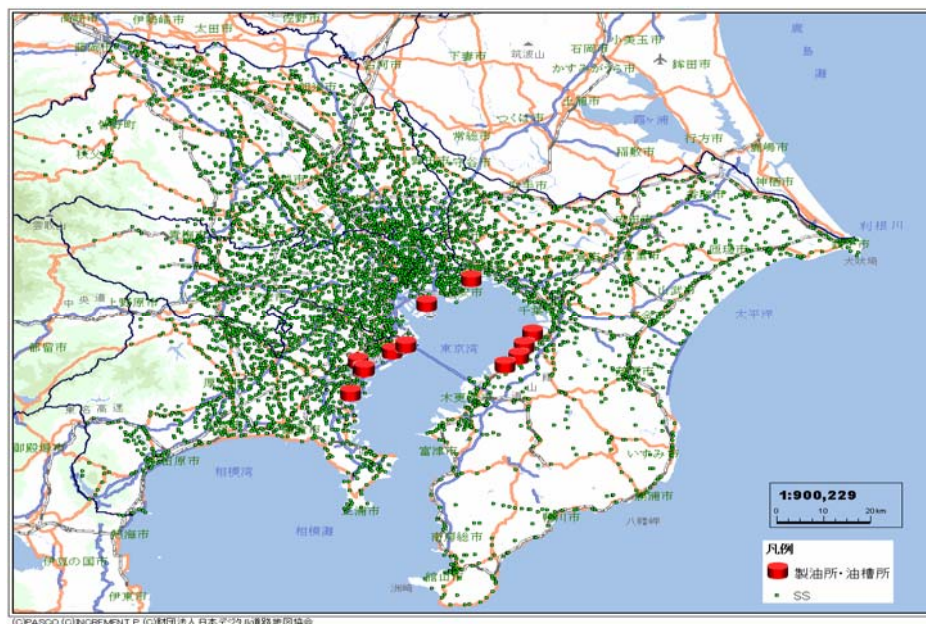
### ③石油

#### ア 需要・供給面から見た首都圏の特徴

国の石油需要の約30%を占める大需要地であり、ガソリンスタンドも1都3県で5,549ヶ所存在する。供給面では東京湾岸に7つの製油所、5つの油槽所があり、関東圏のみならず東海、東北、北海道への供給の一部を担っている。

防災の観点からは、製油所・油槽所の耐震強化、特に長周期地震動によるスロッシング対策（液面低下などで対応）、液状化対策など、タンク群の強化、配管系統の強化による油の漏洩、火災を未然に防ぐことが重要である。

製油所・油槽所の強化は、震災時の救急車、消防車、警察車両、重機などへの燃料の供給、病院、行政機関、通信・金融センターなどの重要施設への自家発電燃料の供給、電気・都市ガスが復旧するまでの暖房、給湯用燃料の供給のための拠点の確保につながる。（装置が停止しても入出荷機能の維持により、供給は可能）



図：関東圏の製油所、SSの分布

#### イ 首都圏の脆弱性

震災時石油供給の最重要課題は「物流の確保」であるが、高速道路、幹線道路、一般道ともにビルや住宅などの建物に近接しており、建物の倒壊や火災による道路遮断、避難民の歩行による車両運行の困難さが想定される。

首都圏の道路網は広域かつ多岐にわたるため、迅速な道路啓開が重要であり、具体的にはタンクローリーの走行速度が石油の供給量を左右する。

また、東京湾の西側は神奈川県製の製油所・油槽所からの陸送、東側は千葉県製の製油所・油槽所からの陸送となっているため、仮にどちらかが被災した場合には、反対側からの長距離輸送となる。他地区からの緊急時配送は中部、北陸・新潟、仙台方面からの陸送となるが量的には限りがある。

## ウ 首都圏におけるレジリエンス向上策

### (ア) 需要家側（重要インフラ等）における備蓄の充実：最初の72時間対策

首都直下地震で病院・通信・放送・金融等の重要インフラが電源を喪失する事態に陥ることが想定される。道路寸断やタンクローリーの被災等により製油所・油槽所からの輸送回復に時間がかかるとしても被災直後の72時間程度を自力で持ちこたえることが出来るよう、重要インフラ事業者自身が、非常用電源の装備とそれを動かす燃料の確保を行うことが必要である。

### (イ) 東京湾岸の製油所・油槽所の強化・他地域からのバックアップ供給能力強化

臨海部の石油コンビナート地区に立地する製油所については地震による液化化・側方流動により製油所・油槽所の入出荷栈橋・配管等が破壊され、危機時に在庫を掃き出したり、海外や他製油所からの転送を受け入れたりする入出荷機能を喪失するリスクが指摘されている。このため、首都直下地震や南海トラフ巨大地震等の想定を踏まえて耐震強化・液化化対策に取り組む必要がある。

東京湾岸の多数の製油所の精製機能が停止することを想定すれば、全国各地の製油所からのバックアップ供給に必要な出荷栈橋・出荷ポンプ等の能力は必ずしも十分ではない。危機時に必要となる、こうしたバックアップ供給能力を公的支援の下で早急に進めることが必要である。

### (ウ) 東京湾岸の石油インフラ近辺の道路・港湾の早期復旧

東京湾岸の製油所等の石油インフラに向けて伸びる産業道路や、タンカーが入港・接岸・給油するためのコンビナート港湾施設（航路・泊地・岸壁・栈橋）が、地震・津波・液化化等により機能不全になるケースを想定し、国土交通省と資源エネルギー庁・石油業界は協力を深め、東京湾周辺の道路啓開や港湾啓開について、電力・ガスを代替することになる石油を供給するインフラ周辺の道路・航路の啓開優先順位を高めるべきである。また、道路・航路、製油所等の被災状況・復旧状況については、国土地理院の地図上に情報をプロットし、官民の情報を一元的にリアルタイムで共有できる仕組みを構築するべきである。

### (エ) 東京都市圏への緊急時物流円滑化にむけた規制特例

#### ○東京湾アクアライン、関越トンネル等のタンクローリー通行許可

石油積載時は長大・水底トンネルを通行できないタンクローリーの通行許可は、首都直下地震や南海トラフ巨大地震により広域のバックアップ輸送が必要になる状況において、輸送力を大幅アップさせる。具体的には、「東京湾アクアライン」「関越トンネル」「恵那山トンネル」「袴越トンネル」「飛騨トンネル」は、首都直下地震や南海トラフ巨大地震を想定すれば最重要のトンネル。例えば、東京湾アクアラインが通行できる場合、一定の仮定においてシミュレーションすれば、時間あたり供給量は3割アップする可能性がある。

#### ○タンクローリーの緊急車両指定の手続き簡素化

タンクローリーを緊急車両として事前登録ができれば迅速に対応できる。

#### ○タンクローリー運転手の勤務時間改善基準の緩和

米国など諸外国の例にあるように、緊急時にタンクローリー運転手の勤



務時間 の延長を特例的に認められれば、迅速な石油供給回復に資する。

(オ) 物流・給油予備力の確保

首都直下地震時には大規模停電やガス供給停止が発生すること、冬場であれば余震を恐れる多くの住民が車内生活を行うこと、さらにＳＳが地震や停電で使用不能になることなどを想定すれば、石油の末端供給能力が需要に比して圧倒的に不足する事態が想定される。

大規模避難所等を活用したドラム缶給油を確実に行いうる体制を自治体レベルで整備することや、東日本大震災時に一部の石油元売が被災地に持ちこんで効率的な給油を可能にしたケミカルタンク（ＩＳＯ規格）の活用や、ヨーロッパ等では一般的に用いられている仮設給油ユニットの日本での活用等も検討を進める必要がある。このとき、製油所からのドラム缶による出荷や輸送困難地域への搬送等について自衛隊との協力関係を平時から強めるべきであり、被災現地における給油活動を、地元消防や地域社会が主導して行う体制を整備すべき。



### 【ケーススタディ】

東京23区と川崎・横浜に甚大な被害。神奈川県製の油所・油槽所は10日以上は機能が停止。被災地のSSの3割が営業停止、石油需要3割減少、被災地の運行可能ローリー台数は平常時の70%(580台)これに域外からの応援が300台あるものとする。走行速度は平常時の30%のケースと50%のケースで試算。

#### (1) 製油所・油槽所対策無しケース

被災地への10日間累計の石油供給量は、必要量の**23%**(走行速度が平時の50%の場合、**35%**)にとどまる。これは、千葉側から東京湾を迂回して神奈川方面に走行するため時間がかかり、タンクローリーの回転数を上げられないからである。

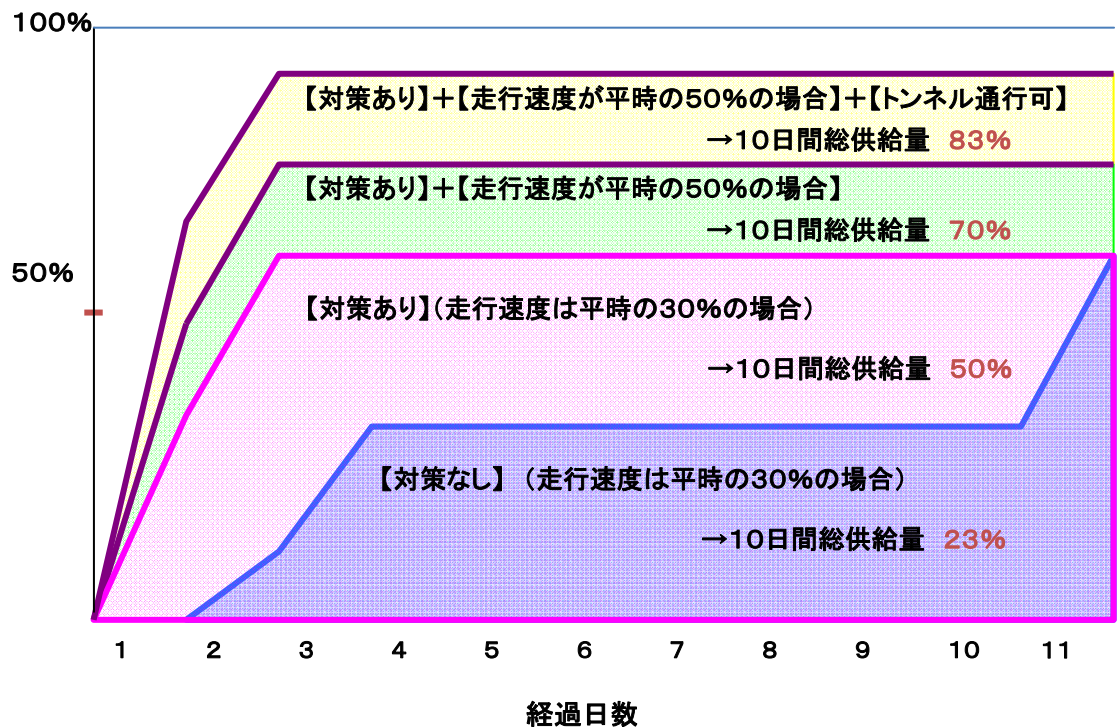
#### (2) 入出荷関連設備の強化により被災地製油所・油槽所でも在庫出荷が可能なケース

(在庫が切れた場合は他地区製油所からの入荷)

被災地への10日間累計の石油供給量は需要の**50%**(走行速度が平時の50%の場合、**70%**)にまで増加する。これは、被災地近くからの輸送となって、走行時間が短縮されるためである。「供給拠点強化策」と「迅速な道路啓開」が供給量を大きく変えることが分かる。

さらに、東京湾アクアライン、関越トンネル、恵那山トンネルを通行できるケースでは、千葉側からの走行時間が大幅に短縮されることと、日本海側と中部からの供給量アップが可能となり、10日間累計の供給量は、走行速度が平時の50%の場合**83%**となる。

このシミュレーションはある前提における、物流の確保を中心とした対策の有効性を定量的に検証したものであり、数値を保障するものではない。



### (3) 公衆衛生（保健医療提供）

#### ① 災害医療の問題（医療機関の被災と医療支援）

##### ア. 医療機関やその周辺の被災への対策

- 震度6強の地域に約40カ所、大規模火災の高リスク地域に約10カ所の災害拠点病院が存在。医療機関にとって次元の異なる過酷さに対して、医療機関レジリエンス確保パッケージ（前述）に示した論点に加え、さらなる最適化について検討すべき。都市計画の面から対策も必要であり、「木密地域不燃化10年プロジェクト」を改定して、災害拠点病院等の医療機関周辺を優先的に整備すべき。

##### イ. 医療支援の受け入れ対策

- 医師数が295.7人（人口10万対）であり全国トップクラスだが、全国平均（226.5）に比べて約1.3倍に過ぎない。自力ではサージに対して十分に対応できず、不慣れな医療支援を受け入れる必要がある。受け入れを前提とした計画の策定とともに、政府や隣県の関係組織を含んだ事前調整の場を立ちあげ、緊急時の調整メカニズムの準備をすべき。花巻モデルの知見を生かし、被災をまねがれた隣県の医療機能とドクターヘリの航続距離を活用するための作戦を組み込むべき。

#### ② 医薬品の供給リスクと対策

- メーカーから卸への物流は、3PL（サード・パーティ・ロジスティクス）化が著しく、委託先の3PLの物流センターは埼玉・三郷周辺（全国シェア30%）に集中している。医薬品や医療機器にとっても東京都市圏は「経済中枢機能」をもっていることを踏まえて、国と医療関連産業全体での対策の検討が必要。
- 超急性期には備蓄医薬品と医療者のミスマッチがおきる。「医療機関内薬品保管庫策」として、大学附属病院や災害拠点病院の薬局内に県（または国）の薬品保管庫を作ってはどうか。

#### ③ 避難所等における公衆衛生的観点からの最適なオペレーション

- 避難所生活者は460万人という未曾有の規模に対して、事前準備を徹底しても、「過密な避難所が発生しながらも、公衆衛生的な最低限の基準を守りつつ保健活動によって健康の悪化を食い止めつつ、医療が必要な傷病者に対応しながら、秩序だって避難を進めて、過密さを解消していく」というオペレーションが必要。そこで、使い勝手のよい情報システムと広域の調整メカニズムが必要となる。政府や隣県の関係組織を含んだ事前調整の場を立ちあげ、緊急時の調整メカニズムの準備をすべき。

#### ④ 援護者（ここでは外国人を対象に）への合理的配慮と公衆衛生サービス提供

- 災害時の情報提供は情報を翻訳するだけでは不十分。言語の種類や特性に合わせて、コンテンツとして対応方法の情報を添える必要がある。保健医療サービスが必要なことも想定し、「外国人向け救護つき避難所」として、積極的に外国人を受け入れる施設として一部のホテル等を指定しておき、災害時には通訳ボランティアとともに救急救命士等の医療者が常駐するように手配しておいてはどうか。これらの施設をリスト化しておくとともに、発災時には外国人向けにプッシュ型の情報提供をしてはどうか。

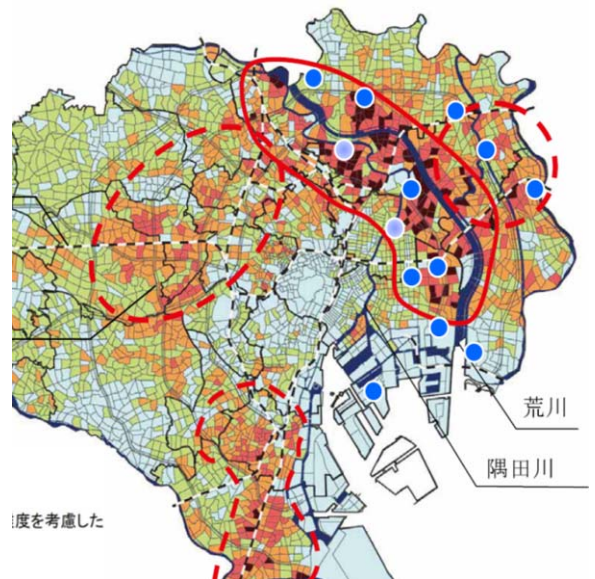
## ① 災害医療の問題（医療機関の被災と医療支援）

### ア 医療機関やその周辺の被災への対策

東京都には約 650 の病院があり、そのうち 34%が耐震性の欠ける建物を有しているとされている。このことから、首都直下地震による病院ならびに入院者に係る被害を推定すると、倒壊・崩壊する危険性のある建物を有する病院が 220 病院であり、病床数では 4.4 万床、影響を受ける入院患者は 3.5 万人に相当する。被災地の中で周囲の医療機関を支援する役割をもつ災害拠点病院においても、約 40 力所<sup>5</sup>が震度 6 強の地域にある。災害拠点病院は一般に「耐震性を有する」とされているが、耐震グレードが高くない<sup>6</sup>可能性があり、過半の地震直後に機能停止する可能性がある。

他方、地震のみならず大規模火災が起こるとされており、特にリスクが高いとされる木密地域が東部～北東部に広がっている。ここには、約 10 力所の災害拠点病院を含む医療機関が数多く存在する（右図）。医療機関の耐火性については、阪神大震災以降、改善が図られてきたが、大規模火災への強靱性は未知数である。

こうした医療機関そのものの被災の甚大さに加え、周辺の被災も問題となる。病院機能を発揮するためには、傷病者の搬送・搬出、医療者や医薬品等を運び込む兵站機能を維持すべく、その周辺地域が安全に保たれていることが必要である。また、多くの者が医療機関に殺到<sup>7</sup>することが想定され、状態に応じた居場所の確保の観点からも周辺地域の安全性は重要となる。



こうしたことから東京都市圏では、災害拠点病院等の医療機関にとって次元の異なる過酷さが存在するため、先に示した医療機関レジリエンス確保パッケージに示した論点に加え、さらなる最適化について検討すべきである。また、スコープを広げて、都市計画の面から対策も必要となる。東京都は平成 24 年に「木密地域不燃化 10 年プロジェクト」の実施方針を策定し対策を進めているので、本方針を改定するなどして災害拠点病院等の医療機関周辺を優先的に整備すべき<sup>8</sup>である。

<sup>5</sup> 東京都全体での災害拠点病院は 70 施設

<sup>6</sup> 「建物に耐震性がある」とことは「現行建築基準法の構造強度基準を満たしている」という意味である。現行基準では、震度 5 強で損傷しない(建物機能が維持)、震度 6～7 で倒壊・崩壊しないとされている。すなわち、震度 6 では倒壊・崩壊しなくても「病院として機能する」ことは保証されていない。震度 6 以上の地域の医療機関は、耐震性があって倒壊・崩壊を逃れたとしても、入院患者の移送が必要となる可能性が高い。

<sup>7</sup> 負傷者が 16 万人、重症者が 1.7 万人とされている。軽傷者等を含め多く者が殺到すると想定される。

<sup>8</sup> 緊急輸送道路沿線の建物の耐震化についてはすでに施策が講じられている。病院のような重要施設周辺の地区についても必要である。



首都直下地震による病院・入院患者の被害推定（東京都における試算例）

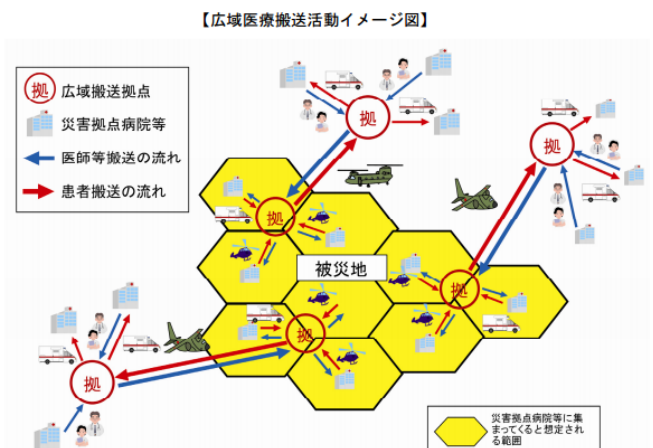
|                                 |                          |   |
|---------------------------------|--------------------------|---|
| ・ 病院数                           | =646 病院                  | ② |
| ・ 総病床数                          | =128,048 床 (H24.10.1 現在) | ① |
| ・ 全病床の病床利用率                     | =79.8% (H23 年)           | ⑦ |
| → 病院当たり平均病床数                    | =①÷②=約 200 床             | ③ |
| ・ 耐震性が無い建物を有する病院の割合             | <b>34%</b>               | ④ |
| ● 倒壊・崩壊する危険性のある建物を有する病院数        | ≒220 病院 (=②×④)           | ⑤ |
| ● 倒壊・崩壊危険性のある建物を有する病院の病床数       | ≒44,000 (=③×⑤)           | ⑥ |
| ● 倒壊・崩壊危険性のある建物を有する病院に入院している患者数 | ≒35,100 人 (=⑥×⑦)         |   |

## イ 医療支援の受け入れ対策

被災地では医療ニーズのサージ（爆発的増大）が起きる。サージに対応するためには、被災地内に DMAT 等の医療支援チームが入るか、傷病者を被災地外に出す必要がある。これらのオペレーションを円滑に行うためには、支援を出す側と受ける側の調整が必要である。東京都の人口あたりの医師数は 295.7 人（人口 10 万対）<sup>9</sup>であり全国でトップクラスであるが、全国平均（226.5）に比べて約 1.3 倍に過ぎず、サージに対して十分に対応できない可能性がある。また、圧倒的な傷病者数からまだら状に医療過疎地域が発生する可能性がある。これらのことから東京都市圏が被災した場合においても、医療支援を受け入れた上で適切な場所へ配置する必要があるものの、これまでの災害において医療支援を受け入れた経験に乏しいため混乱が予想される。

広域搬送のあり方については右図<sup>10</sup>のように被災地において搬送拠点に集約してから被災地外に搬送することとされていた。しかし、東日本大震災の教訓として、域内搬送や隣県搬送を組み合わせる花巻モデルの有効性が指摘されている。この知見を東京都市圏の災害に適応できないか検討する必要がある。

こうしたことから、東京都市圏においても、医療支援を受け入れることを前提とした計画の策定とともに、政府や隣県の関係組織を含んだ事前調整の場を立ちあげ、緊急時の調整メカニズムの準備をすべきであり、実証するための訓練を行うべきである。その際に、花巻モデルを踏まえて、被災をまぬがれた隣県の医療機能とドクターヘリの航続距離を活用するための作戦を組み込むべきである。



## ② 医薬品の供給リスクと対策

医薬品の供給は、メーカーから医薬品卸業者（以下、卸）を経由して医療機関や薬局というサプライチェーンを構成している。このうちメーカーから卸への物流は、近年、3PL（サード・パーティ・ロジスティクス）化が著しい。3PL体制に移管した医薬品メーカーは2011年には全体の約8割（国内資本・

<sup>9</sup> 平成24年（2012年）医師・歯科医師・薬剤師調査

<sup>10</sup> 「東京都防災対応指針」の本文から引用

外国資本合計）に達している。委託先の３ＰＬの物流センターは、東西の２極に集中しており、東京都市圏では埼玉・三郷周辺（全国シェア３０％）、大阪都市圏では大阪・此花周辺（全国シェア３０％）となっている。同様に、医療機器企業の生産、保管拠点の所在地についても関東、東海に集中している。したがって、首都直下地震が発生した場合、被災地のみならず日本全体の医薬品・医療機器の安定供給に支障をきたす可能性が高い。医薬品や医療機器にとっても東京都市圏は「経済中枢機能」をもっていることを踏まえて、国と医療関連産業全体での対策の検討が必要である。

災害に備えての医薬品備蓄という観点からは、自治体が地域の医薬品卸と協定を結び、医薬品卸に流通在庫（３日分）を備蓄している。そもそも、医薬品卸も被災して機能しないことへの備えも必要となるが、医療者とのマッチングの問題も大きい。超急性期に備蓄された医薬品を使うのは、被災地へ駆けつける医師であるため、備蓄された医薬品が使用する医師の近くに蔵置されていなければ、医師が使用できず意味をなさない。こうしたことから、次のような対策も一案として検討してはどうか。

- 医療機関内薬品保管庫策

医療者が比較的多いとされている大学附属病院や災害拠点病院の薬局内に県（または国）の薬品保管庫を作る。スペースを都や国が借り上げて、そこに家賃を払う形で資金援助をする。卸は、医薬品をいったんこの場所に蔵置し、病院は平時からこの備蓄を払い出して使用し、医薬品卸は補充を続ける。医薬品備蓄の期限切れリスクを避けながら、発災時に医師の近傍に新鮮な状態で蔵置されている備蓄医薬品があることになる。

- ③ 避難所等における公衆衛生的観点からの最適なオペレーション

460 万人もの避難所生活者が発生するとされている。衛生環境を保つための広さが約 1500 平方メートルであり、１日に発生する約 900 リットルの尿尿に対し約 9 万個のトイレが必要となり、いまだかつて経験していない規模である。

大量の避難者が発生し二次的な健康被害が発生した例として、2005 年の米国のハリケーン・カトリーナの例がある。最大約 3 万人がスーパードームに避難し、感染症が蔓延しながらも、傷病者を隔離や搬送しながら約 1 週間をかけて周辺地域へ避難した。東京都市圏にひきなおした場合、避難者低減と避難所不足対策を徹底しても、圧倒的な規模とまだら状に発生する過密から過密な避難所の発生は避け得ない。したがって、「過密な避難所が発生しながらも、公衆衛生的な最低限の基準を守りつつ保健活動によって健康の悪化を食い止めつつ、医療が必要な傷病者に対応しながら、秩序だって避難を進めて、過密さを解消していく」というオペレーションの準備が必要である。

こうしたことから、避難所情報とそこにいる住民や傷病者情報、必要な保健医療サービスを概観しながら避難所毎に最適なオペレーションを選択できる仕組みが必要である。複数の避難所に対して外部支援等のリソースを適切に配分する仕組みも必要となる。これらを実現するために、使い勝手のよい情報システムと東京都のみならず隣県や国を含んだ調整メカニズムが必要となる。医療と同様に保健においても支援を受け入れることを前提とした計画の策定とともに、政府や隣県の関係組織を含んだ事前調整の場を立ちあげ、緊急時の調整メカニズムの準備をすべきであり、実証するための訓練を行うべきである。

④ 要援護者（外国人含む）への合理的配慮と公衆衛生サービス提供

要援護者には高齢者や障害者、外国人といった者が含まれ、未だかつてない規模になる。対策として、特性に合わせた伝達手段による情報提供が謳われているが、例えば、外国人対策として翻訳による情報伝達だけではなく、どこの避難所にはどの言語の通訳ボランティアが存在するかといった情報を添えることが必要となる。このことを実現するためには、要援護者の所在と特性の情報と必要なコンテンツを組み合わせることができる情報システムを開発すべきである。さらには、医療や保健サービスが必要なことも想定し、とくに国際都市 TOKYO にふさわしい外国人保護対策のコンテンツを整備しておくべきであり、次のような対策も一案として検討してはどうか。

- 外国人向け救護つき避難所

平成 25 年に東京都は東京都生活衛生同業組合連合会との協定を結んでおり、ホテル<sup>11</sup>等を利用して一時避難等の施設提供を受けることになっている。そこで、積極的に外国人を受け入れる施設として一部のホテル等を指定しておき、災害時には通訳ボランティアとともに救急救命士等の医療者が常駐するように手配しておいてはどうか。これらの施設をリスト化しておくとともに、発災時には外国人向けにプッシュ型の情報提供をしてはどうか。

---

<sup>11</sup>東京都のホテル数は 684 棟、客室数は約 9.6 万〔「福祉・衛生統計年報」、（東京都 福祉保健局）〕

## V. レジリエント・ガバナンスに向けた提言

### 1. 抵抗力・回復力ある「社会システム」のデザイン

1. 危機に際して、社会を支える重要インフラシステムが受ける被害を最小化し、早期の機能回復を可能にすべく、重要インフラシステムについて、①構造の把握、②システム相互の依存関係、③脆弱地点の解明、④脆弱性軽減策の開発、⑤レジリエント・ガバナンスの設計、⑥リスク・マネジメントプランの策定につながるシミュレーションを行うとともに、政府・地方自治体・企業・NPO・市民社会それぞれの役割・責務を再定義し、社会システムのデザインを行う。
2. 社会システムのデザインにおいては、①一元的な資源利用の決定、②優先順位付、③非常時体制への移行という要素を前提にしてデザインする必要がある。
3. 政府、地方自治体、企業など、社会システムに対する影響の大きい組織においては、チーフ・リスク・マネジメント・オフィサー（CRO）を置き、危機に対する即応性・実効性の高い組織管理体制を実現するべきである。

#### （1）社会システムのデザイン

レジリエント・ガバナンスとは、大規模災害等の非常事態に直面した際、限られたリソース（ヒト、モノ、情報、時間、空間）をもとに、政府・地方自治体・民間企業・NPO・市民社会が、その協働メカニズムによる事前準備・応急措置を進め、社会システムを支える重要インフラシステムの「被害の最小化」と「早期の機能回復」の実現を図ることである。

全体の社会システムを構成するサブ・システム（要素）として、エネルギー、情報通信、公衆衛生・保健医療、金融、物流、政府機能など重要インフラシステムがある。重要インフラシステムは国民生活や国民経済にとってそれぞれ重要なシステムであるとともに、各インフラが重なりあって、全体の社会システムを構成する。

さらに、個々の重要インフラシステムは、そもそも「複雑系システム」である。すなわち、①提供する財・サービスのコアとなる施設等の生産系のハード、②財・サービスを消費者に送り届ける流通システム、③システムを支える制度インフラ等のソフト、加えて④生産・流通に従事する人的リソース、のみならずインフラシステムの享受者（ユーザー、顧客）が関係する。加えて、システムの相互の依存性を重視したシステムデザインを進める必要がある。

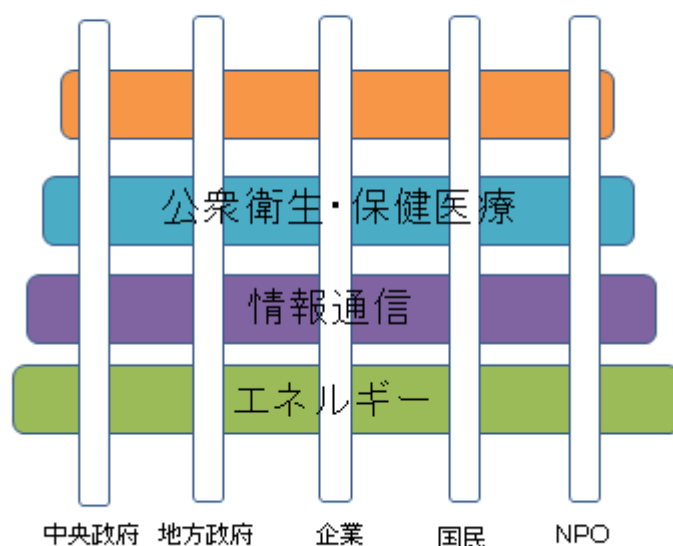
一方、社会は、中央政府、地方自治体、民間企業、NPO、地域社会、一般市民等から構成されており、迅速かつ効率的な被害への対応のためには、それらの主体が、それぞれの役割を的確に果たすとともに、相互に連携して全体としての活動の最適化を図らなければならない。それには、必要な連携を迅速に行いうるような、社会全体としての効果的なマネジメントの体制を形成する必要がある。



すなわち、「様々な主体」と「重要インフラシステム」が交差し合って社会システムを構成する。従って、レジリエント・ガバナンスのデザインには、重要インフラについて下記の①から⑥のプロセスのシミュレーションを繰り返し行い、併せて主体間の役割を規定することが必要になる。

- ① 重要インフラシステムの構造の把握
- ② システム間の依存関係
- ③ 脆弱地点の解明
- ④ 脆弱性軽減策の開発
- ⑤ レジリエント・ガバナンスの設計
- ⑥ リスク・マネジメントプランの策定

図 様々な主体と重要インフラ



## (2) 社会システムのデザインにおける考慮事項

レジリエント・ガバナンスが可能な社会システムをデザインするためには、下記の事項を考慮する必要がある。

第1に、一元的な資源利用の決定である。限られた資源を、非常時における拡大したニーズに効率的に使用するために、可能なかぎり一元的な司令塔の下に資源の配分を決定する必要がある。そのためには、非常事態に対処する機関が、できる限り状況についての情報を共有することが必要であり、そのためのシステムの整備が重要である。

第2に、優先順位付である。限られた資源を必要な地点に的確に配分するには、資源投入の対象について、予め優先順位を明確にしておく必要がある。その優先順位を関係者が共有することによって、非常時の現場における合理的な判断が可能になる。なお、優先順位に基づく決定では、一方で優先すべきものが明確にされるとともに、他方では、資源に余裕がない場合に、後回しなしいし放棄されるものが存在す

ることを意味している。

第3に、非常時体制への移行である。非常時においては、今述べたように優先順位に基づいて、平時においては必要なことやものを放棄しなければならないこともありうる。したがって、平時における多様な価値に配慮した精密なシステムを維持することは、困難であることもありうる。たとえば、平時に禁止されている事項について、他の優先する価値のために禁止を解く等の規制緩和が必要とされるように、非常時には、一度それが宣言されると、平時とは異なる制度に切り替える体制を形成しておくことが必要である。

### （3）チーフ・リスク・マネジメント・オフィサーの設置

これらの事項を考慮して社会システムを確保していくためには、それぞれの主体の積極的な行動と調達が繰り返し行わなければならない、このためリスク・マネジメントを主導する責任者として中央政府の各機関であれ、地方政府であれ、また民間企業においてチーフ・リスク・マネジメント・オフィサー（CRO）を各組織に設置することが望ましい。

## 2. 政府の危機管理強化

### 1. 政府の役割

レジリエント・ガバナンスの実現には、政府の役割が大である。事前の ① 周到な準備と事後の ②救済、③機能維持、④復興といった各ステージでの的確な対応が必要となる。特に危機発生後の救済初期段階では、現場に任せるべきは任せるとともに、政府は部分最適を避け、全体最適をめざすことが重要。

### 2. 重要インフラシステムごとの「関係省庁クラスター」の形成

エネルギー・保健医療・情報通信・金融など、各重要インフラシステムごとに「リード・エージェンシー（主管官庁）」と「サポート・エージェンシー（支援官庁）」を定め、①危機時の省庁間の指揮・支援関係の明確化、②リスクシミュレーションの実施、③十分な危機対応能力への投資や訓練・人材育成を進め、政府一丸となって国難に立ち向かえる体制を整備する。

### 3. 政府全体の「司令塔機能」の抜本的強化

政府全体の方針を方向付けるとともに、「関係省庁クラスター」内部での省庁間調整が困難な場合の調整を行う。指揮・総合調整を司る機能の抜本的強化が必要である。内閣官房に、国家安全保障局長と双璧をなす国土危機管理を総合調整する機能を強化するのも一案と考えられる。

政府として果たすべきミッションの範囲、総合調整の実ある成果の見通し、司令塔機能と各関係省庁クラスターのリード・エージェンシー（主管官庁）との関係、優秀な専門人材の確保などを考慮し、政府において検討を深めるべきである。また、府省にはチーフ・リスク・マネジメントフィサー（CRO）の下、一元的な危機管理室を設置すべきである。

#### （1）政府の役割

レジリエント・ガバナンスの実現には政府の役割が大であり、同時にリーダーシップが重要である。このことは、米国や英国で、重要インフラシステムを取り上げ、危機における事前の評価を行いつつ、対策を講じる政策体系とコアとなる行政組織を有していることからわかる。一方、わが国は自然災害リスクが高いこともあってか、防災の域を超えられず、幅広いリスクに対する構えになっていない。

このため、国の強い意志として、危機にさらされた場合においても、国民に物資やサービスを供給し、可能な限り早期の復旧を目指すためには、あらかじめ国全体として統合的に進められるような枠組みが必要である。政府に求められる機能としては、事前の①周到な準備と、事後の②救済、③機能維持、④復興の各ステージで適格な対応が必要である。ただし、政府が何から何まで手を下すのではなく、特に救済の初期段階では、現場を最も熟知している現場に任せるべきは任せるとともに、部分最適を避け、全体最適をめざすことが重要である。政府中枢の司令塔機能を発揮するコアと重要インフラシステムにごとに定められるリード・エージェンシーが協力する構成が望ましい。

#### （2）重要インフラシステムごとの「関係省庁クラスター」の作成

重要インフラシステムについての検討は、インフラシステム相互間の依存性

を考慮すると主管省庁のみによるリスクシミュレーションを通してリスク・マネジメントプランを策定することは難しい。

一方、様々な省庁が関係するからといって、単に総合調整の物に揉み込むのは適切でない。このため、個々の重要インフラシステムごとにリーダエージェンシー（主管省庁）とサポートエージェンシー（支援省庁）を定め、両者が一体となった「関係省庁クラスター」を組成し、リード・エージェンシーに全体を指揮させるような枠組みを設けるべきである。クラスターに期待される機能は、リスクシミュレーションを行う過程で浮き彫りになる様々な課題、例えば関係省庁間の問題、官と民の関係、資金の投入、規制強化・緩和特例等の課題について、それらを解決する制度的インフラとして機能することである。

これらの一連の検討には、下記の事項は欠かせない。

- ① 「重要インフラシステム」と「リード・エージェンシー（主管省庁）」・「サポート・エージェンシー（支援省庁）」の指定、官民一体のリスク・マネジメントプランの策定・訓練指揮
  - ② 「重要物資」「重要サービス」の供給優先度づけ
  - ③ 確実に救済、復旧するための準備
    - ア「危機時の権限関係」の事前整理
    - イ「発生する費用負担」の担い手
    - ウ「オペレーション」の担い手
  - ④ 規制の非常時特例の事前準備
    - ア 非常時の円滑な救援・復旧活動の障害となりうる（平常時に合理的な規制も、非常時では不合理になる）規制を総点検し、災害等の非常時のみに発動される非常時特例（プランB）の運用をあらかじめ準備することが必要。
    - イ 災害対策基本法の緊急災害対策本部の設置や激甚災害法の指定等をトリガーとして、非常時特例を発動できるよう、プログラム化する。  
（参考：米国 FEMA を中心とした、ハリケーン・サンディ時のプログラム）
  - ⑤ 国・地方を通じた効果的な公的投資の推進
    - 社会インフラへの公的な投資は、各種重要インフラシステムの基盤を強化し、レジリエンス向上に効果の見込める投資に振り向けられるべきである。さらに医療等の重要インフラシステムにおいては、地方自治体のような公的な主体もプレイヤーであるため、補助制度の充実等により、的確な投資を行う方向に向くよう、政策資源を振り向けるべきである。
- (3) 政府全体の「司令塔・総合調整」機能の抜本的強化
- これら重要インフラシステムごとの「関係省庁クラスター」の実行力を担保するには、府省を超えた高い立場からの指導力が必須である。

一方、有事の際にはあらかじめ定められたリスク・マネジメントプランを実行

に移すことが求められるが、その際の司令塔のあり方は指示系統を明確かつ簡潔にすることが必要である。

従って、効果的な危機対応指揮することが可能な司令塔・総合調整機能のあり方については、次に例示するような論点があり、これら踏まえつつ、政府において議論を深めることを期待したい。

- ① 危機時に実現すべきミッションの範囲
- ② 「司令塔・総合調整機能」と「関係省庁クラスター」との関係
- ③ 危機対応組織（自衛隊、警察、消防等）、有事対応組織（自衛隊等）との関係
- ④ 国土強靱化基本法に定める国土強靱化推進本部・事務局組織の在り方
- ⑤ 優秀な危機管理行政能力を有する専門人材の確保と育成
- ⑥ 現存する省庁間総合調整組織についての評価・レビュー

スタッフには高度な行政能力を必要とする。併せて、業務や訓練を通じて官民間問わず人的ネットワークの形成と情報の共有化が重要である。

かかる観点から、政府中枢に「司令塔・総合調整機能」をコアとして設置するとともに、各府省の大臣官房に「危機管理室」を設置し、あらゆる危機に対する一次窓口として機能させること、さらに政府中枢におく「司令塔・総合調整機能」には、各府省の危機管理室において危機管理を担当する人材を併任させる等の形で供給し、府省レベルの経験をもとにさらに国全体のレベルでの視野を広げて活動するよう循環させることなどが考えられる。

このとき、政府中枢におく司令塔・総合調整機能として、内閣官房に危機管理局長（仮称）ポストを設置し、国家安全保障局長と双壁をなす構造を模索するのも一案と考えられる。

### 3. 地域の危機管理強化

#### (地方自治体の危機対応力強化とソーシャル・キャピタルの醸成)

##### 1. 地方自治体の対応

###### (1) 基礎自治体レベルのBCPの策定

基礎自治体は、現行防災法令によって災害の第一線に立つこととされている。リスクが顕在化後の救済、機能維持、復興のステージを見据えた自治体BCPの策定を急ぐ。

###### (2) 広域リスクへの対応（複数の市町村・都道府県をまたぐ対応）

- ・自治体BCPでは、自治体間の広域的な連携もその範囲に含める。また、一時的な行政執行権の上位の自治体への委譲などを可能ならしめる制度整備を検討する。
- ・広域的な重要インフラシステムに関するプラットフォーム（自治体や事業者など）を構築し、地域社会の視点からインフラ間の相互依存性を検証しつつ重要インフラシステムのレジリエンス向上を図る。

##### 2. ソーシャル・キャピタルの醸成

自然災害等を想定した地域のレジリエンス向上に向けては、地域における多様な主体が連携し、課題に取り組む必要があり、ソーシャル・キャピタル（SC）の強化に取り組む。行政のみならず、企業も地域市民として、積極的な対応が望まれる。

##### (1) 地方自治体の対応

###### ① 基礎自治体レベルのBCPの策定

危機が顕在化した場合、住民の安全確保を第一義として、自治体は即応体制の構築・対応と情報の発信源として重要な役割を有している。3.11の経験を踏まえると庁舎、職員ともに大きな打撃を受け、機能の正常化に時間を要した。まさに、自治体の運営にも事業継続計画が必要な所以である。この場合、近隣自治体を含めた広域的な対応によることのほか、上位の自治体が代わって行政執行を行うことも考えられる。さらには、距離の離れた自治体との相互支援の取り決めを行っておくことも考えられる。また、支援物資の受払いは、専門宅配業者に委託するなどの事前取り決めも有効である。

###### ② 地域リスクへの対応

東日本大震災のような激甚災害では被害の範囲は市町村を遥かに超えた危機的なものとなった。このため、市町村や都道府県をまたがることを想定したBCPが必要である。また、制度的には、非常事態にある一定期間、上位の行政機関に事務を委ねる制度的仕組みも検討に値する。

重要インフラシステムについては、平時においては広域行政の観点から国が行政を担当する分野が多いが、危機にあつては、重要インフラシステムが交差する地域社会全体に大きな影響を与えることになる。このため自治体の中核となって、重要インフラシステムの事前予防策を協議するプラットフォームを構築しておく必要がある。当該プラットフォームは広域的な地域でインフラ相互間の依存性を確認し、総合的な検証を行う。もとより、国の行政機関、関係事

業者が参画する。例示していえば、港湾管理者（国の場合、自治体の場合双方）、港湾区域内の沿岸立地企業とのプラットフォームを設け、危機に際して、港湾機能の維持、物流の確保、代替輸送などについて事前予防策を検討することなどである。

### ③ ソーシャル・キャピタルの醸成

地域におけるコミュニティ機能の維持が課題となっており、特に大都市部においては近隣関係の希薄化が進行して、コミュニティ機能が崩壊の危機に瀕している。様々なハザードのうちでも自然災害等に対しては、自助、公助とともに「共助」の必要が重視されているが、その基本は多様な主体が連携し、課題解決に繋げる地域力にほかならない。

この地域力の向上について、「ソーシャル・キャピタル」という概念を用いて、地域のつながりが地域力を高める可能性を説明する研究がなされている。

#### （注）ソーシャル・キャピタルの定義

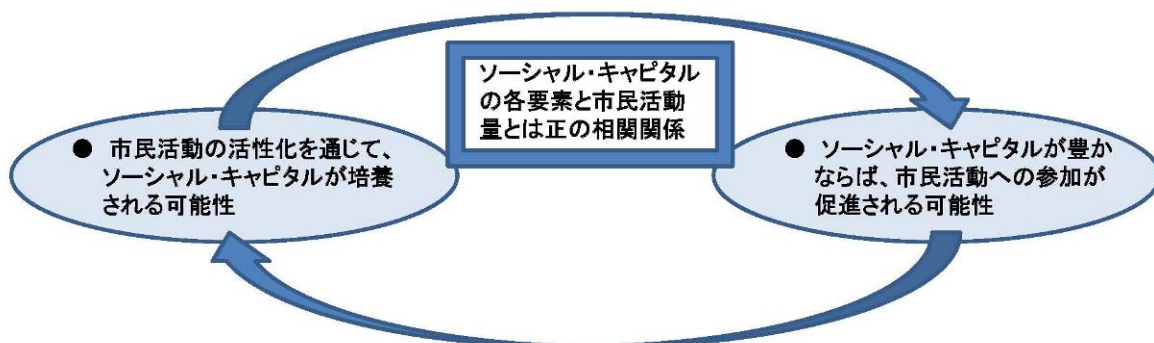
パットナム：人々の協調行動を活発にすることによって社会の効率性を改善できる信頼、規範、ネットワークといった社会組織の特徴

OECD： 規範や価値観を共有し、お互いを理解しているような人々で構成されたネットワークで集団内部または集団間の協力関係の増進に寄与するもの

ソーシャル・キャピタルの研究において、ソーシャル・キャピタルが豊かな地域ほど、失業率や犯罪率は低く、出生率は高く、地域やコミュニティが抱える様々な問題を解決する糸口になると考えられている。

自然災害等が地域社会を襲う場合のことを想定すると、やはり豊かなソーシャル・キャピタルの存在は極めて重要である。コミュニティ意識が希薄化してきている現在、地域づくりを行政のみに任せず、あらゆるステークホルダーが自らの問題として行動するようになれば、地域力が向上しまさかのリスク顕在時にも有効に機能するであろう。ソーシャル・キャピタルを発展・展開させるため、自治体の政策展開も重要であるが、加えて地域社会における企業の新しい役割もあるはずである。

### ソーシャル・キャピタルと市民活動との関係



\* 出典：コミュニティ機能再生とソーシャル・キャピタルに関する研究調査報告書  
（内閣府経済社会総合研究所編 平成17年8月）



## 4. 企業の危機管理強化

### 1. 企業経営における危機管理の重視

近年、企業経営は財務情報及び非財務情報の関連性を踏まえた企業活動の重要性が指摘されている。非財務情報としての企業危機管理、事業継続については東日本大震災を契機に注目されている。

世界経済に大きな影響力のある日本企業及び政府・自治体は、自身の事業継続に不可欠なサプライチェーンを停止させないため、これまで以上に事業継続対策を強化する。

### 2. 企業の事業継続性向上のための環境整備

企業経営者のリーダーシップのもと、BCP から BCM、個社からサプライチェーン、産業のレジリエンス向上へと企業は自助努力を推進させる必要がある。また、これを支援、促進するべく共助、公助の環境整備として、評価・認証・モニタリングの仕組みづくり、事業継続上のボトルネックとなる規制等の緩和・撤廃。レジリエンス投資に係る税制、財政政策が必要である。

#### (1) 企業経営における危機管理の重視

近年、企業経営にパラダイムシフトが起きている。その代表が、投資家などのステークホルダーに対して、財務情報及び非財務情報（例えば ESG 情報）の関連性を分かりやすく、比較可能な形で取りまとめ提供することを目指した「統合報告」の動きである。また、CSR や CSV の世界の潮流を踏まえ、社会の課題を企業リスク・マネジメント上の重要なテーマとして位置づけ、そこにオポチュニティを見出す意義は、既に広く認識されるようになってきている。

国内では、東日本大震災を契機に、企業の事業継続対策が活発化している。インフルエンザなど特定の災害事象に対応したシナリオベース/原因事象ベースの BCP から、オールハザードを対象にリソースベース/結果事象ベースの BCP へと対象の範囲と、危機管理のパラダイムシフトが行われている。内閣府の事業継続ガイドライン（第 3 版、2013 年 8 月）でも謳われている通り、事業継続対策 BCP の PDCA である BCM の推進が、東日本大震災後そして世界の企業危機管理のスタンダードとなっている。そして、これら企業危機管理や事業継続に関する活動は、まさに非財務情報に該当するものである。

企業のサプライチェーンはグローバルに広がる一方、日本が世界有数の地震国かつ風水害も多い災害大国であり、多様なリスクを管理し、適切な事業活動を行なえば日本企業も生き残ることが難しくなっている。世界経済に大きな影響力のある日本企業及び日本政府と自治体は総合的な国力維持、向上に不可欠でレジリエントな経済社会に不可欠なサプライチェーンを停止させないため、これまで以上に対策を強化すべきである。その際には、危機管理やレジリエンスを向上するために要するコストが、単なる埋没費用ではなく、中長期的には成長要因や企業価値に貢献するという考え方を社会に普及させることも必要である。

#### (2) 企業の事業継続性向上のための現場整備

企業が BCP を深化させ BCM へと発展させる自助努力とこれを推進するための環

境整備が必要である。

## ①企業 BCM の深化【企業自助】

### ア 経営者のリーダーシップ

経営者がリーダーシップを発揮し、BCM への理解、BCM の深化を牽引するべきである

### イ BCP から BCM への展開、個社 BCM からサプライチェーン・産業 BCM への展開

- ・ 事業継続の計画（BCP）策定に留まらず、経営マネジメントとして BCM へと展開するべきである
- ・ 取引先（二次以下を含む）・外注先・協力会社、顧客などが停止すれば当然サプライチェーンが停止するため、顧客・取引先を含むサプライチェーン全体、業界内での協調関係を構築した産業での BCP/BCM の推進と事業継続能力の強化が不可欠である。

### ウ 代替戦略、協調

人・物・情報など事業資源が不足した場合の代替戦略としては代替拠点や人員の確保、原材料・部品調達先の複社化（マルチサプライヤー化）が重要であり、在庫積み増しを含む冗長化対策も検討課題である。

### エ 事業継続力の把握

取引先など相手企業の事業継続能力（耐震性・供給力・危機管理体制など）の確認も必要となるが、これを支えるのが評価、認証の仕組みや、関係者間のリスク・コミュニケーションである。平常時から、事業継続力に関する情報流通を促し、緊密な意思疎通を図り、緊急連絡手段も確認しておくべきである。

## ②企業 BCM の深化を推進する環境整備として 【共助、公助】

### ア 評価、認証の制度設計

- ・ 企業 BCM を評価・認証、誘導、モニタリングする仕組みを国として創設するべきである（先行事例：日本政策投資銀行「BCM 格付」）
- ・ サプライチェーン BCM、産業 BCM、地域 BCM の評価・認証、誘導、モニタリングする仕組みを国として創設するべきである
- ・ ガイドラインが要求するボトムアップ型の BCM 深化と、災害先進国としてレジリエントな企業経営を推進するトップランナー企業を創出し、好事例を共有できる環境を整備するべきである
- ・ 経済政策とレジリエンスの関係、企業価値と危機管理能力の関係について国として調査研究を行うべきである

### イ 金融、保険機能の拡充

- ・ 規制のみならず、予防的観点から、金融機関によるリスクファイナンスに関する金融商品を開発するべきである（先行事例：日本政策投資銀行「BCM 格付融資」）
- ・ 地震保険の見直しを含め、残余リスクに対する保険機能を積極的に活用するべきである

### ウ 規制的措施、規制緩和・撤廃

- ・ 企業に対して、緊急時対応（初動）訓練の義務づけ、事業継続訓練の推奨を含む事業継続能力強化に資する施策を推進するべきである。訓練内容と

して、災害模擬演習、状況想定訓練、役割演技法訓練のほか、机上・実働を含む総合演習や業界・市場・地域一斉の連携訓練も含まれる。訓練実施に向けた各省庁間の適切な連携・調整が必要である。

- ・ 事業継続を阻害する規制等の緩和ないしは撤廃。例えば、緊急時の物資供給や相互応援派遣、現地復旧・代替戦略発動に必要な物流対策などを可能とする各種の規制緩和（緊急車両通行・エネルギー輸送など）が想定される。

#### エ 税制、財政政策

- ・ レジリエンス強化の投資は、中長期では確実に競争力を強化するが短期的にみると生産性や利益に直接繋がる要素が少ないことから、強力な優遇制度を設けて広く企業経営者に投資意欲を喚起する必要がある。
- ・ このため、エネルギー、情報通信、医療など「外部性」の大きい重要インフラシステムを担う民間事業者が、企業単位での経済合理性を超える規模のレジリエンス向上投資を行うことができるよう、経済的インセンティブを用意すべきである（例：レジリエンス投資促進税制、複数年度の投資を支えるレジリエンス補助基金等）

#### （注）

日本経済団体連合会は、2014年2月18日「企業間のBCP/BCM連携の強化に向けて」を発表。「サプライチェーンを構成する企業間の連携」「地域の連携」「業界内連携」を進めるうえでの課題について提言

## 5. 組織を超えた情報共有の促進

### 1. 情報共有の重要性（東日本大震災からの教訓）

機動的な危機対応を実現するためには、政府の関係省庁間、政府と地方自治体との間、企業内の部門間等などの組織の壁を越えて、インフラの被災状況・復旧状況や、救援物資の需給等にかかる重要情報を効率的に共有し、状況認識の統一を図ることが重要である。国民の的確な行動を促すためにも国民への情報発信が大事である。

### 2. 取り組むべき課題

政府は以下の3点に早急に取り組む必要がある。

#### ① 情報共有のルール

ア. 規制により共有が制限されている情報の非常時活用

イ. 限られた範囲での官民情報共有

#### ② 情報共有基盤

ア. 救助・救命・支援に資する「マイナンバー」活用方法

イ. 地理空間情報を再調査し、デジタルデータとして共有

ウ. 部門ごとに異なるデータフォーマットの統一・互換性（インター・オペラビリティ）の確保

エ. 重要工作物情報の整理統合

#### ③ 情報管理に資する、技術開発・人材育成

### （1）東日本大震災の教訓

東日本大震災は、現代日本社会の問題点を多く浮き彫りにしたが、ITの活用で災害対応を効率化、迅速化できることも示した。また、情報弱者が災害弱者になる可能性も示唆した。

① 震災情報サイト「sinsai.info」はその日のうちに立ち上がり、被災地の状況を刻々更新し続けた。

② Google の「Person Finder」や ITS-Japan の「道路の通行履歴」など従来にないサービスが表れた。特に後者は業界での情報共有・官民連携ができる災害時の特例となった。

③ 液状化に見舞われた浦安市では、住民基本台帳情報を3次元地図上で管理しており、高層被災者などの支援が迅速に行えた。

### （2）取り組むべき課題

#### ① 情報共有ルール

ア. 災害時の情報共有ルール見直し

公的機関等が個人情報を持している、プライバシーの観点からこれを部門間や機関間で共有できないことがある。災害時や生命の危険があるような場合でも、プライバシーを優先するのは不適切であり、情報の共有や他者への提供を可能とするような規制改革が求められる。

イ. 限られた範囲での官民情報共有

重要な情報は公的機関が持つものだけではなく、民間にも重要な情報が多く存在する。地下埋設物を例に取れば、水道事業者・電力事業者・通信事業者な

ども個別に情報を持ち、日々更新している。単純に「官から民へ」のオープンデータだと、テロリストにも開示されてしまうため提供できる情報に制限ができてしまう。そこで、しかるべきセキュリティをもった関係業界の官民連携で構築するデータベースが求められることになる。

## ②情報共有基盤

### ア マイナンバーの活用

救援活動においてマイナンバーにより、被災者が特定されれば、的確な措置が可能になる。マイナンバーを非常時に活用すべきである。

### イ 地理空間情報基盤の整備

上記①～③の例はいずれも地理空間情報の活用であるように、災害時の地理空間情報は非常に有用である。しかし、個々の部門や機関が保有する地図が相互に異なっていることが多く、デジタル情報の共有や活用が適切に行えない。地理空間情報のデジタル版を(できれば3次元で)整備し、多くの部門・機関に普及させるべきである。

### ウ インターオペラビリティの確保

様々な機関や部署が収集し、蓄積保有するデータを相互に活用するため、相互運用性(インターオペラビリティ)を確保すべくデータフォーマット等の技術基盤の標準化を推進する。

### エ 重要情報の整理・統合

重要な設備(橋梁・埠頭・トンネル等)や建物、地下埋設物など、設計図等はあるながらデジタル情報として整備されていないものがまだ多い。これらの整備は、災害時の被害予測や被災状況の把握、対処方法・復旧の最善策の検討などをより迅速に行うための助けになる。ここでも複数部門・機関の持つ情報を統合すべきである。上記地理空間情報基盤の上に、整理・統合された情報を配することが求められる。

## ③情報管理に資する技術開発・人材育成

上記のようなデータベースの構築・運営・更改・利用等にあたっては、高度な情報管理技術の開発とそれを身に付けた人材の育成を継続的に行わなくてはならない。例えば、地理空間情報を自治体業務に生かすことのできる人材は、先進自治体でも継続的に充足できているわけではなく、人材面での整備が求められている。

このところ、いくつかの府省で「情報共有基盤」の導入計画が語られている。部門間情報共有への動きとして評価できる点もあるが、基盤(プラットフォーム)があれば情報共有して活用ができるというものではない。まずは、その機関においてどのような情報が各部門にあり、それを他の部門が活用したらどのような効果があるかを検討し、積み重ねる必要がある。プラットフォーム整備と同時に、情報の整理から始まる整備・統合のプロセスが重要と思われる。

## 6. レジリエンス強化に向けた科学技術振興と人材育成

### 1. 科学技術の振興

国の科学技術政策のコアにレジリエンスに係るテーマが位置づけられつつある中、引き続き充実強化に努める。重要インフラシステム固有のレジリエンス強化に資する科学技術や重要インフラシステムの相互依存関係の研究などレジリエント・ガバナンス強化に資する研究を重視する。

### 2. 人材育成

リスク・マネジメントには、当該重要インフラシステムを熟知しているとともに、上記に示したとおりシステム思考が重視されなければならない。行政や企業内で専門家を育成することとともに、大学における教育の強化も求められる。

#### (1) 科学技術の振興

##### ① 科学技術政策における重点化

第4期科学技術基本計画(2011年)は、東日本大震災を受けて「復興再生」に関する科学技術の振興が重視された。2013年6月の成長戦略や科学技術イノベーション総合戦略では、「世界に先駆けた次世代インフラの整備」を掲げ、重点的に取り組むべき課題として、近年の財政状況の中でインフラの老朽化対策を進めるには、維持管理・更新にかかる費用の低コスト化を図るとともに、確認困難な箇所等も的確に点検・診断し対処することでインフラの信頼度を高める必要がある。このため、「インフラの安全・安心の確保」、また、大規模自然災害等から国民の生命・財産や産業を守るため、ソフト・ハードの両面を併せた力強くしなやかなインフラを官民連携しながら構築する「レジリエントな防災・減災機能の強化」を重点的課題として設定した。

#### (注) 科学技術イノベーション戦略概要

##### ① 効果的かつ効率的なインフラ維持管理・更新の実現

この取組では、効果的、効率的に構造物の劣化・損傷等を点検・診断する技術やインフラを補修・更新する技術、インフラの構造材料の耐久性を向上させる技術等の開発を推進する。この取組により、災害時対応や確認困難な箇所等の対応が安全かつ適切に行えるようになるほか、近年進むインフラ老朽化にもコスト・安全性のバランスを鑑みて戦略的に対処することが可能となり、長期にわたり安心してインフラを利用できる社会を目指す。

##### ② 自然災害に対する強靱なインフラの実現

この取組では、インフラ耐震性等の強化技術や、人工衛星等による地球観測データ及び地理空間情報等を用いた観測・分析・予測技術、発災時に災害情報の迅速かつ確実な把握・伝達により被害を最小化する技術、発災後に安全かつ迅速・的確な災害対応や復旧を可能とする技術の開発を官民連携しながら推進する。この取組により、避難等の自然災害への備えが事前に行えるようになるほか、発災時も被災者・救援者双方が迅速かつ安全な行動をとることが可能となり、自然災害等、多様な災害に対応した安全・安心を実感できる社会を目指す。

これらを受けた政策展開では、戦略的なイノベーション創造プログラム(SIP)のテーマとして、「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」と「レジリエントな防災・減災機能の強化」を挙げており、さらに革新的研究開発プログラム(ImPACT)では総合科学技術会議が、5つのテーマを提示した。うち、ひ

とつが「人知を超える自然災害やハザードの影響を制御し、被害を最小限に留める」ことである。

(注) SIPにおける関連テーマ

「維持管理・更新・マネジメント技術」

安全性を維持しつつ低コストでインフラを維持管理する技術が不可欠。このため、センサ、ロボット、破壊検査技術、モニタリング技術等の活用による高度で効率的なインフラ点検・診断・補修技術、インフラ長寿命化に資する新材料技術、構造物の性能評価・性能向上技術等を開発する。精度良く効率的な点検のためのセンサやロボットの開発、インフラ長寿命化に資する新材料の開発等は、難易度が高く、府省一体となった取組みが必要。

「レジリエントな防災・減災機能の強化」

自然災害に備え、耐震性等を強化した強靱なインフラを実現する防災・減災対策技術、自然災害に関する高精度な観測・分析・予測技術を開発。発災時に被災者避難と災害対応を安全・確実にするため、IT等を活用して、迅速・的確に被災状況を把握・伝達する技術や災害対応技術を確立。早期導入を図る。多くの省庁、自治体、企業等が関連する国民的課題であり、かつ、緊急性を有する。

以上を踏まえ、科学技術政策の方向付けとして、2013年度・2014年度からのレジリエンス関係の取り組みは評価すべきであり、今後さらに充実強化を期待する。

② 重要インフラシステムのガバナンスに資する科学技術

重要インフラシステムのレジリエンス強化と重要インフラシステムの相互依存関係の理解がガバナンス強化に向けてより重視される必要がある。

ア 重要インフラシステムに係る情報共有の推進

情報共有を進めるため、例えばエネルギーや医療などの分野を対象とし、ケーススタディとして以下の項目を洗い出し、情報共有の効果をシミュレーションによって数値化、可能であれば実証実験を行う。

- ・共有すべき情報は何か、どこにあるか、どういう状態にあるか
- ・どのような部門・機関で共有するのか

イ 重要インフラシステムの相互依存性分析

わが国でも(独)防災科学技術研究所や国土技術政策総合研究所などで実施されてきたが、自然災害(地震)に限定されており、オール・ハザード(自然災害、人為的脅威、重大事故)を対象とした包括的なスコープとはなっていない。

市民生活・社会経済活動の安全保障という視点にたてば、欧米諸国同様、包括的な重要インフラシステムの相互依存性分析の実施が必要であるが、わが国には府省庁横断的な取り組みを主導する組織が不在のため、不断の政策立案・見直しのための研究・分析活動を実施する仕組み(たとえば、米国FEMAのStrategic Foresight Initiativeのようなもの)がないのが現状である。

(注) 米国サンディア国立研究所の National Infrastructure Simulation and Analysis Center (NISAC) は 1999 年にロスアラモス国立研究所と共同で設立され、Patriot Act of 2001 により 2003 年に国土安全保障省に組み入れられ、Office of Infrastructure Protection の下にあり、Homeland Infrastructure Threat and Risk Analysis Center (HITRAC) と共同で政府関係機関の意思決定者に情報を提供している。



NISAC は、18 の重要インフラシステムセクターをカバーする学際的な専門能力を有し、重要インフラシステムのモデリング、相互依存性解析、脆弱性解析、リスク分析、経済影響分析、リスク管理計画や戦略の有効性評価などを実施している。

## （２）人材育成

リスク・マネジメントには、当該重要インフラシステムに熟知しているとともに、上記に示したとおりシステム思考が重視されなければならない。かかる観点から、行政や企業内で専門家を育成することとともに、大学における教育の強化も求められる。

### ① 社会システムデザイン専門家の育成と登用

重要インフラシステムのコアとなる供給側の専門家は多いが、かならずしもインフラシステム全体を俯瞰的に捉える機会に恵まれていない。これは政府にも自治体にも事業者にも通じる。

### ② 大学等での人材の育成

行政や企業での活用を目指して、大学院レベルでの教育・研究の活性化が必要である。システム工学の視点と専門分野とのダブルメジャーが望ましい。

## 7. 東京都市圏のレジリエンス強化

1. 首都直下地震への備えとともに、2020年に東京オリンピックを控え、東京都市圏のレジリエンス強化は、試金石となる。
2. 「オールハザードを対象とする東京都市圏リスク・マネジメント計画」の策定、重要インフラシステムについての国と東京都市圏自治体（一都三県）との協議会設置と合同訓練、レジリエンスに資する新技術の実証などを提案する。

本研究会において作業を行った東京都市圏における「エネルギー」と「公衆衛生・保健医療」の二つの重要インフラシステムを取り上げたケーススタディの経験に鑑み、首都圏での重要インフラシステムのレジリエンスについて、本格的に政府、東京都等の自治体、インフラ事業者など関係者が参画してアセスメントを行い、その結果を総合して「東京都市圏リスク・マネジメント計画」を早急に策定する必要性を認識した。加えて、オール・ハザード・アプローチを採用することが望ましい。

これらの作業は、政府、自治体、インフラ保有者・事業者が共有してこそ、意味のあるものになるため、関係者がイーブンな立場で検討に加われるような枠組みが必要と考える。リスク・マネジメント計画は、安全を旨とする「T O K Y O」のブランド力になり、都市間の国際競争に貢献するのみならず、ショーケースとして国内はもとより海外展開にも資する。

加えて、重要インフラシステムについての国と東京都等との協議会設置はリスク・マネジメント計画の策定プロセスにおいて必要となろうし、さらに国と東京都等との合同訓練も実現されることが望ましい。

さらに、科学技術力を駆使して、東京都市圏のレジリエンスを促進していくため新しい技術展開に当たってショーケースとなるモデル事業など民間企業の創意工夫を実現させる場として活用することが考えられる。

産業競争力懇談会（COCN）

東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 〒100-8280

日本生命丸の内ビル（株式会社日立製作所内）

Tel : 03-4564-2382 Fax : 03-4564-2159

E-mail : cocn.office.aj@hitachi.com

URL : [http : //www.cocn.jp/](http://www.cocn.jp/)

事務局長 中塚隆雄