

デジタル・防災技術ワーキンググループ 未来構想チーム 提言

「大規模災害においては人命が刻一刻と失われるため、
個々人に対するリアルタイム性の高い現状把握と対応
が必要である」 (本文より)

令和3年5月

目次

1. 本提言の背景と目的	1
2. 現状認識と想定する災害の範囲	1
3. 前提となる検討軸	5
(1) 課題のレイヤ	5
(2) 災害対応フェーズごとの課題	5
4. 鍵となる取り組み案	7
(1) 被災時の先読み能力を高める「防災デジタルツイン」の構築	7
(2) 安否・インフラ状況等のリアルタイムの情報共有	10
(3) 究極のデジタル行政能力の構築 (行政機関等のデジタル移転・ハイブリッド化)	12
5. 結び	14

別添

・ デジタル・防災技術ワーキンググループ 未来構想チーム 構成員名簿	15
・ デジタル・防災技術ワーキンググループ 未来構想チーム 開催経緯	16

1. 本提言の背景と目的

熊本地震から5年、東日本大震災から10年、阪神・淡路大震災から四半世紀が経過し、改めて防災のあり方を見直す節目となっている。また、我が国の災害は、近年、頻発化・激甚化しており、将来的にもより激甚化すると予想される風水害や、将来高い確率で発生が想定される大規模地震など、各種の災害リスクが非常に高い。

このため、本提言において、今後起こりうる災害から国民を守る災害対応力の向上を目指し、国家・社会として本来あるべき姿と、デジタル技術を活用して解決すべき優先課題を整理した。また、技術ありきではなく、真に価値ある技術の社会実装を行い、災害対応力を向上させることを目指し、まずは実現の難易度にとらわれることなく防災における理想の未来像を描き、それが実現した遠い未来からのバックキャストを行うことで見えてきた課題への対応策の構想を行った。

遠い未来からバックキャストすると、

- ①自然災害の十分な予測ができない
- ②発災直後には情報が少なく、災害対応での適切な判断が困難
- ③先の状況が読めず、対応が後手に回るケースがある
- ④行政・民間で準備している物資や機材の量や能力が分からない
- ⑤「正常性バイアス」により住民の逃げ遅れが発生
- ⑥行政機関等の機能不全の可能性
- ⑦デジタルに不可欠な電気・通信が利用不可の可能性

といった課題が山積している。

2. 現状認識と想定する災害のスコープ

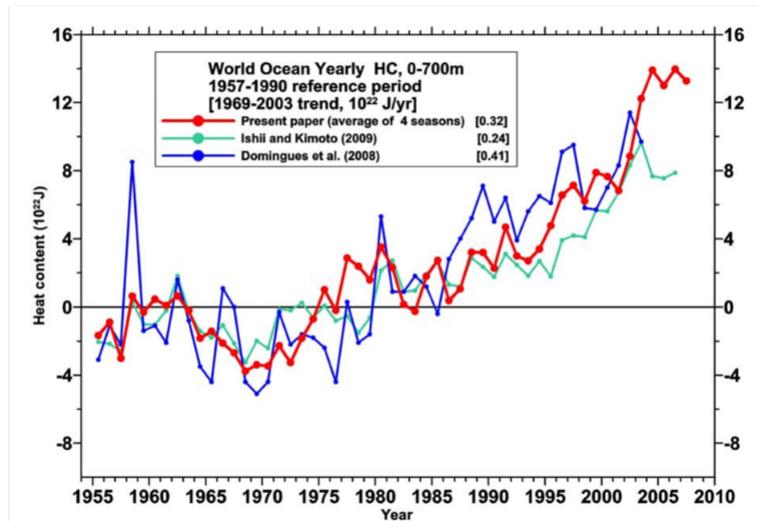
地球温暖化に伴い、将来的にも災害の頻発化・激甚化が確実である一方、三大都市圏・地方都市圏共に災害に対する備えが十分でないだけでなく、地下の開発等により都市空間が脆弱化している。また、地震による大規模災害も切迫している中で、住民の安全確保や社会インフラ・政治機能の維持への備えも十分とは言えない。

大規模災害においては人命が刻一刻と失われるため、個々人に対するリアルタイム性の高い現状把握と対応が必要である。一方で、インターネットやスマートフォンを通じて国民一人ひとりと様々な物体がデジタルネットワークに繋がるとともに、データとAIの掛け合わせにより自動での識別・予測・処理ができる時代が到来しているにも関わらず、これを有効活用した現状把握と対応が十分できているとは言えない。

また、大規模災害による政府機能のダウンといった極限状況での防災に対する検討が必ずしも進んでいないことも大きな課題である。対応が困難だからという理由で極限状況を排除せず、最悪のシナリオを想定することは災害対応の鉄則である。

こうした現状を脱し、可能な限り disaster-ready な国家・社会を構築すべく、中長期的な視点で災害対応を考えていく。

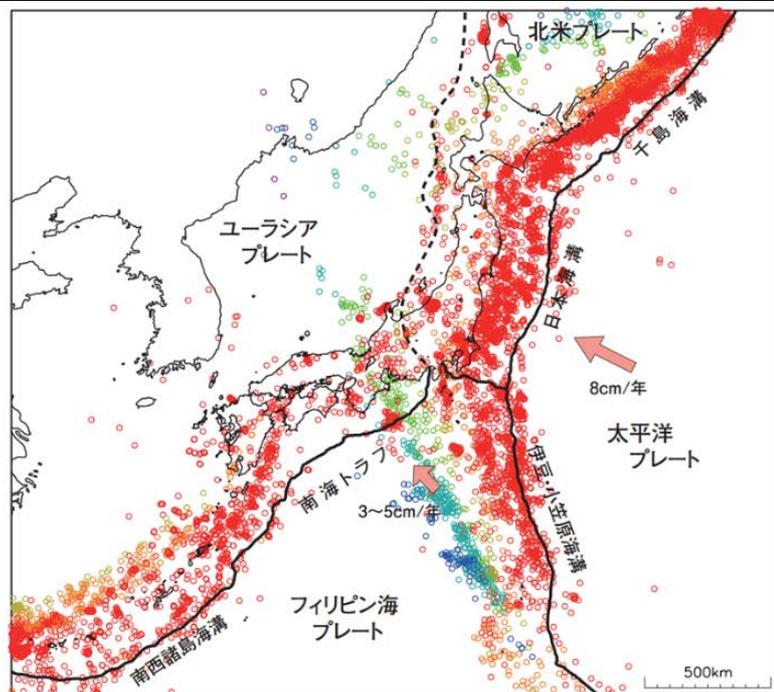
世界の海洋に貯まる熱量の推移



資料：安宅和人『シン・ニホン』（NewsPicks 2020）図6-8；Levitus et al. "Global ocean heat content 1955–2008 in light of recently revealed instrumentation problems" GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 36, L07608, doi:10.1029/2008GL037155, 2009 <http://ftp.nodc.noaa.gov/pub/data.nodc/wco/PUBLICATIONS/qr/heat08.pdf>

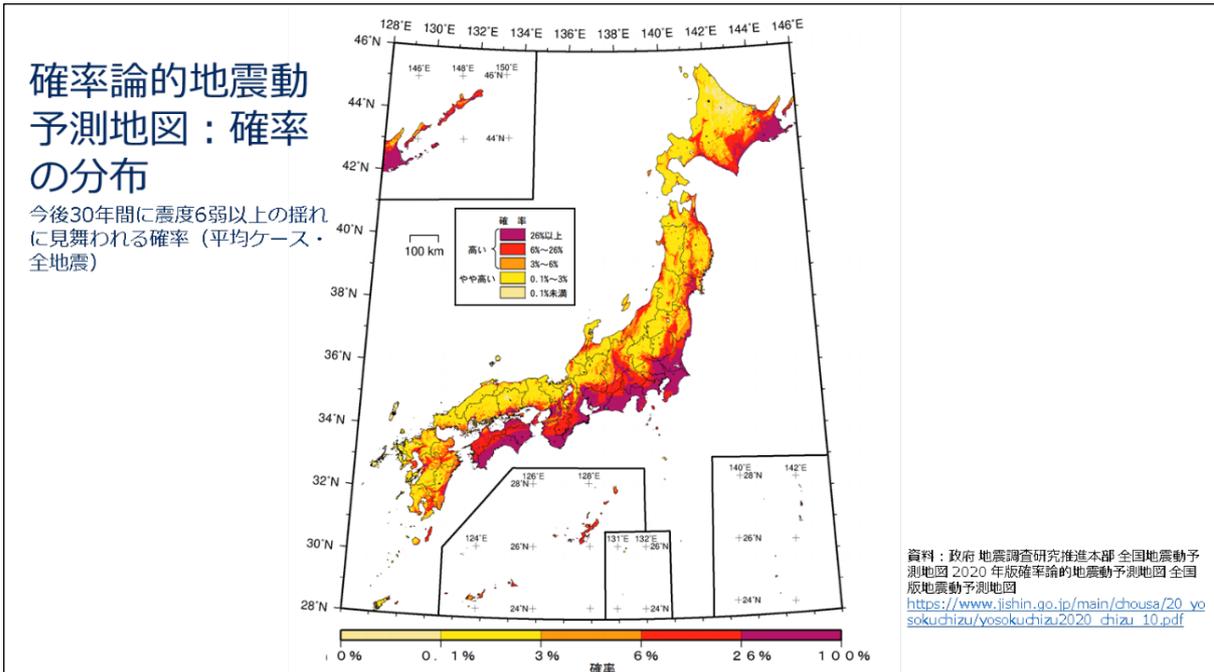
活火山と震源地分布

日本

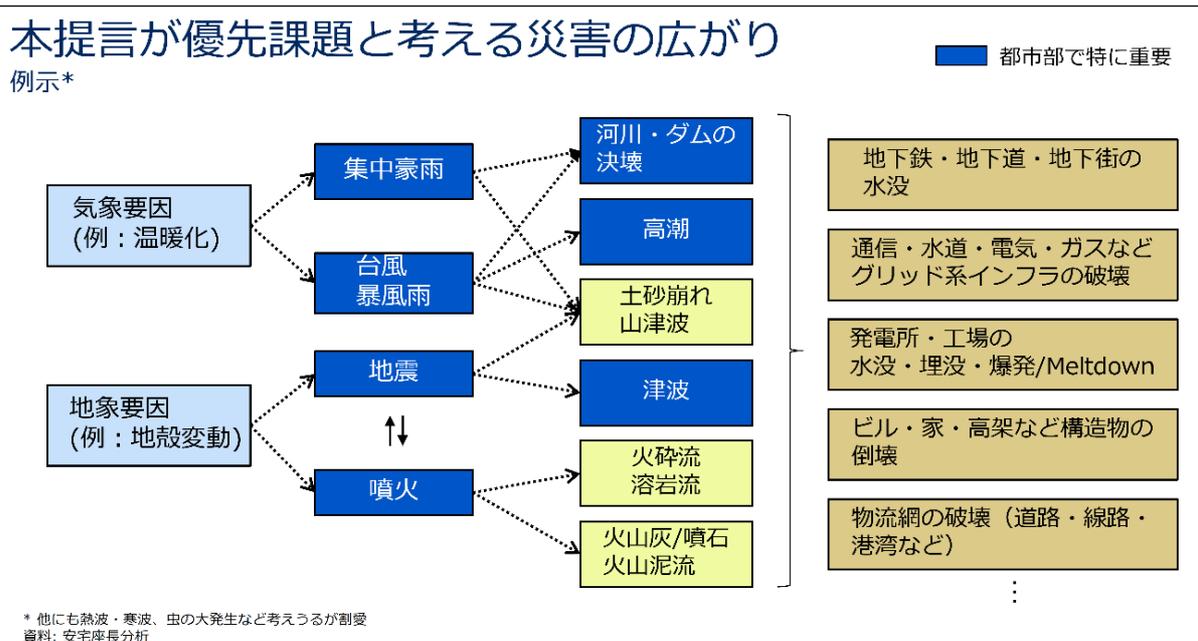


震央（1998年～2007年、M4以上）は、気象庁による。矢印は、ユーラシアプレートに対する太平洋プレートとフィリピン海プレートの相対的な進行方向と速さを示す。太い実線はプレート境界、破線は不明瞭なプレート境界を示す。

資料：文部科学省地震がわかるQ&A https://www.iishin.go.jp/main/pamphlet/wakaru_qa/wakaru_qa.pdf

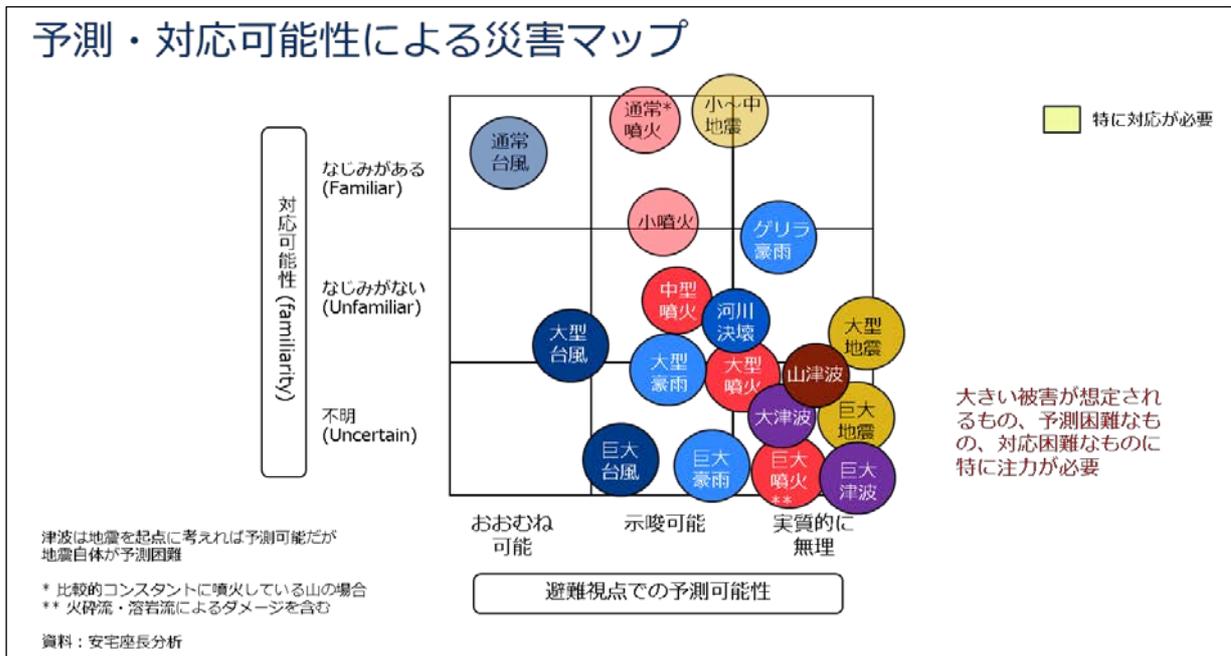


想定すべき災害の広がりには大きいと言えるが、まずは想定される頻度が高く、かつ都市部で特に重要な緊要性の高い災害への対応力の構築を優先し、その上で、危険物質の大量拡散、メガパンデミック、大量ドローンテロ、害虫の大発生、熱波・寒波その他の深刻なリスクシナリオへの対応力の構築に横展開すべきものとする。なお、規模の観点で言えば、本提言は数年に一回のレベルではなく、今後50年で起こり得る最大レベルの災害を対象としている。



<各災害の規模の目安>

- 1) メガ集中豪雨：数日で降雨量 3,000mm クラス
- 2) 台風・暴風雨、高潮：風速 70m（瞬間最大風速 90m）以上／海面上昇 1～3m／伊勢湾・狩野川台風級／荒川中域決壊
- 3) 地震：首都直下型地震／南海トラフ三連動型地震／千島海溝地震
- 4) 津波：南海トラフ三連動型地震による巨大津波
- 5) 噴火：富士大噴火（宝永大噴火級以上）



3. 前提となる検討軸

(1) 課題のレイヤ

前述の災害に対応する上での課題は多岐にわたるが、これらの課題は以下の通り ①人命対応、②社会 OS 的インフラ機能、③基本コアシステム、④ルール作り・ガバナンス、⑤国を超えた連携と安定化、⑥お金の6つのレイヤに分けることができる。提言にあたっては、これらの課題レイヤの違いを念頭に検討を行った。

<想定すべき課題レイヤ>

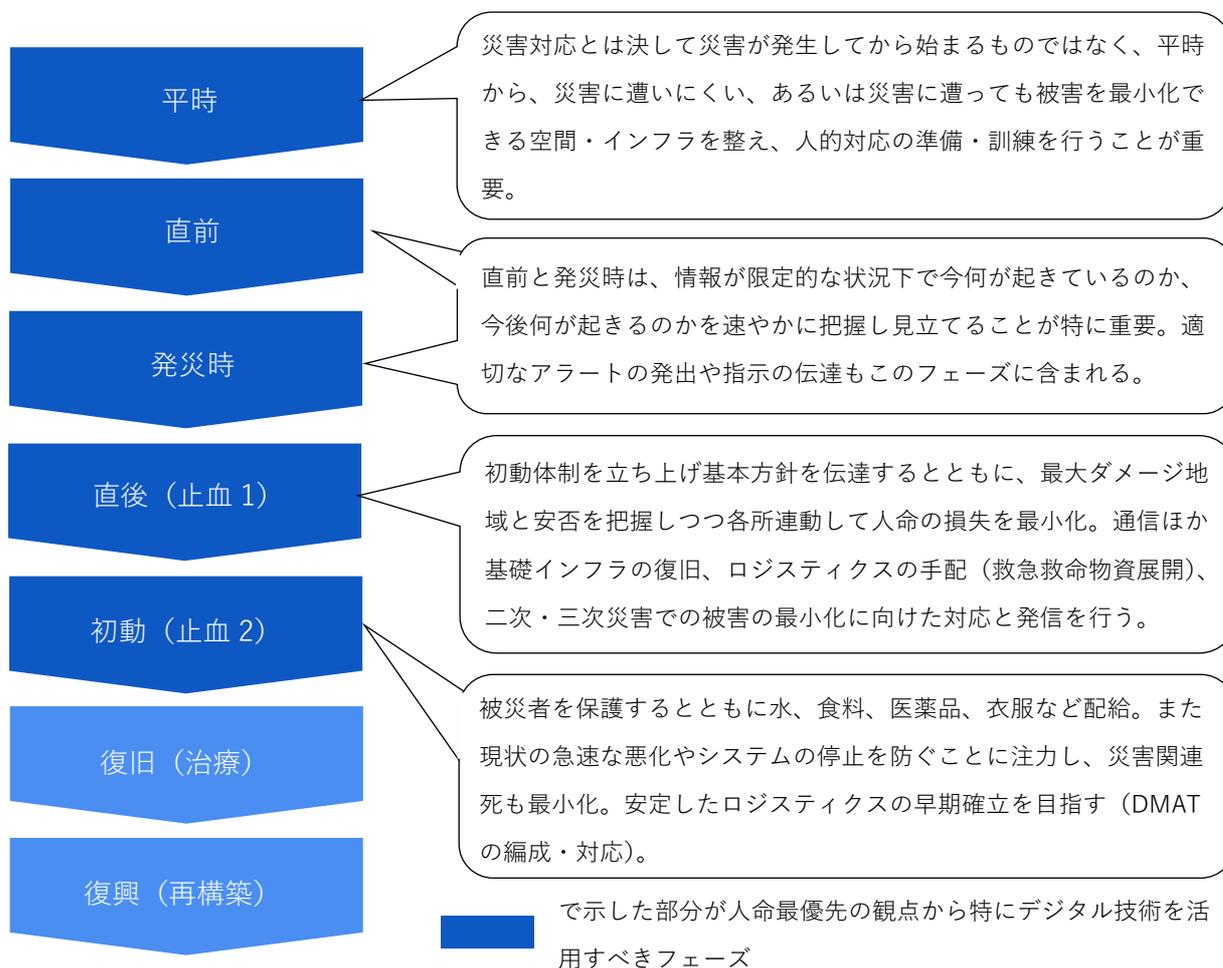
人命対応	いかにタイムリーに被災者の安否状況と所在を把握し、自衛隊も含む機動的な連携で的確に救出するとともに、医療キャパシティを拡大していくか
社会 OS 的インフラ機能	極限環境下で、いかに電気、通信、上水、下水、ごみ処理、燃料・ガス供給などの社会 OS 的なインフラを止めずに回し続けるか
基本コアシステム	鍵となる物資と生活空間をいかに確保し、どのように必須レベルの行政システム、飲食、教育、ビジネスを極限状態で回し続けるか
ルール作り・ガバナンス	いかに速やかに有事モードへ切り替え、フレキシブルかつ大胆に対応し、不連続かつ急速な変化に対し方向性を修正していくか
国を超えた連携と安定化	同盟国と協調しつつ、どのように極限状況を乗り越え、世界的なパニック反応が起きないように対応していくか
お金	経済的に企業や過程がどのように苦境をしのぎ、立ち直っていくか また困窮状態の方々にいかに的確かつ速やかに支援を行うか

※人命最優先の観点から、上のレイヤほど重要。

(2) 災害対応フェーズごとの課題

また、一口に災害対応と言っても、発生前の平時の備えから復興まで、複数のフェーズがある。本提言では、災害対応を次のように7つのフェーズに分けて課題の整理・検討を行った。

<災害対応の7フェーズ>



上記に加え、被災現場では正常性バイアスが強まり対応が後手になりがちであることにも留意が必要。発災時にどのような事象が発生し、どの建物がどの程度ダメージを受け、深刻な被災者がどこにいるかが分からないがために、救えるはずの生命の多くが救い出せないという事態は避けなければならない。裏を返せば、発災後最初の数時間～数日間の救出・救命のレベルを高めることで、多くの生命を守れるものと考えられる。また、救出後の避難生活において、デジタルを活用した健康管理等によって災害関連死を防ぐことも重要である。

本提言がスコープとする大規模災害は、予測困難かつ対応困難な災害（極限状況系）と、ある程度予測・対応が可能な災害に分けることができる。極限状況系については事前の被災シミュレーション能力を高め、啓蒙・空間対応を進めることが重要であり、後者については災害後の状況把握力と、レジリエンスを高めることが重要である。これらが早期の復旧、復興を加速する前提となる。

4. 鍵となる取り組み案

上記を踏まえ、未来構想として将来的に実現すべき取り組み案を以下に提示する。なお、以下に提示する取り組み案は、どれもデジタル技術を極限まで活用するものであるが、そうであるからこそ、電力と通信は途切れさせない、あるいは途切れても速やかに復旧させられることが実施の大前提となる。

例えば、電源については、電源車を多数確保し、保管地域やキャパシティを常に把握しつつ災害発生時にプッシュ型で供給することや、重要施設においてオンサイトの電源設備を整備すること、あるいは高層ビル等の自家発電設備も組み込んだマイクログリッドを地域ごとに整備し事前に連携を確認しておくといった対策が挙げられる。また電源喪失時には、自衛隊や道路管理者を含む様々な関係者が本復旧に向けて協力し合うことが重要。

通信については、衛星通信の高速化と活用を推し進めることや、地上が甚大な被害を受けた場合を想定し移動用の基地局を十分に配備すること、ドローンを常時飛行させそこから通信を行うといったことが挙げられる。

このほか、状況を把握するセンサー網を整備し、現在の観測網をさらに強化することも考えられる。

また、災害により失われる人命を無くすといった究極の目的達成のためには、国民も、日頃から災害の情報を発信したり、身の周りの危険に目を向けたりして、災害を自分事化して捉えることが重要であり、デジタルデバイスはこの有力なツールである。災害情報の受け手としてだけでなく、発信者ともなることで自然と、自分の生命を守る行動を自らも取るようになり、率先市民となる主体性、深い防災意識が醸成されていくと考えられる。

近年は、安全だと宣言されても安心とは感じられないといった状況が見受けられている。安全は客観的評価とのことだが、安心は主観的な評価であり、国民の目から見た信頼性の問題でもある。その意味では、災害情報の発信等によって自らが社会の安全を支える枠組みの一端を担うことは、国民の安心を高めることにも通じるといえる。

デジタル防災技術も、リスクを引き受ける当事者ひとりひとりの主体性を引き出し、自発的な学習を含む意識の醸成を自然と促すとともにデジタル防災技術を使うことで、安心が高まるよう、デザインしていく必要がある。

(1) 被災時の先読み能力を高める「防災デジタルツイン」の構築

[概要]

都市空間をデジタル上に再現するとともに、これを動かすシミュレータを構築。被災状況の推定・可視化と、事前だけでなくリアルタイムに進行する災害への対策の有効性検討や救助キャパシティの想定に役立て、被害を最小化する。

○具体的なアクション1

地下構造物を含む都市空間のデジタルツインとシミュレータを構築し、現在・未来の被災状況を推定・可視化する。

真に深刻な災害の多くは現実的に待避可能な時間内に予測は難しいうえ、予測できたとしても対応が限定的であることから、事前予測よりも、浸水によるインフラ停止など二次災害や三次災害に対する早期の被災想定と対応力の早期構築を主眼としてデジタルツインとシミュレータを構築し、以下の状況を可視化できるようにする。

1. 気象・地象状況（例：台風接近・上陸時、火山の噴火時）
2. 土地そのものへの影響（例：決壊、浸水、火山灰・噴石）
3. インフラへの影響（例：地下鉄の水没、送電の寸断等、通信、火山灰による上下水道の影響）
4. 建築物への影響
5. 生命への影響（例：死者、行方不明者、被災場所、その他人流）
6. お金への影響（例：直接・間接の経済損失、サプライチェーン）

※これらは重要度ではなくシミュレーションで見えてくる大まかな順序。このほか、災害対応に必要な情報を社会実装チームが提言する日本版 EEI (Essential Elements of Information) に基づき収集し、可視化

○具体的なアクション2

救助の状況やキャパシティ等についてもシミュレーションしながら有効な対策を検討し、有効なものから着手できるようにする。

何をどうすれば被害を最小化できるかという視点で施策をダイナミックに検討し、現実性が高くインパクトの大きいものから着手できるようにする。その際、発災直後の被災状況のみならず二次災害・三次災害も視野に、以下の6つのレイヤで救助の状況や救助キャパシティ等の考える限りのシナリオを用意して徹底したシミュレーションを事前に行うと共に想定される目詰まり（法的整備を含む）の可視化・解決を進め、リアルタイムで進む災害に対しても状況の変化に応じて必要な対応が見いだせるようにする。必要な対応については過去の災害からの経験値をデータベース化し、状況に応じアドバイス可能にする（アクション3と連動）。

1. 自衛隊・警察・消防・医療を含めた人命維持のための緊急時連携
2. 電気・通信・上下水道・交通などの基礎インフラ維持
3. 街全体の生活空間・基本コアシステムの運用・維持

4. シナリオ別の立法・行政（ガバナンス）
5. 同盟国を含めた連携・社会維持のあり方
6. 困難状態にある世帯・事業体への経済的な支援のあり方

このシミュレーション結果を踏まえ、限られた資源をどこに集中的に配分するかという言わば「資源のトリアージ」も行うことで、目の前の事象に追われやすい災害時においても資源の最適配分を実現する。また、そのシミュレーションを通して、ガバナンスと防災事務を行う人的資源（職員、ボランティアほか）の実務能力を高める。加えて、災害対応においてボトルネックになっている法制度等を洗い出し、制度改善に役立てる。

○具体的なアクション3

様々な想定・主体を含む訓練によりオペレーションの確認・強化と国民の意識醸成を行うとともに、想定・訓練・経験のデータベースを構築する。

行政だけでなく企業や個人もコミットする様々な想定・主体を含む訓練を行い、災害対応のオペレーションを確認・強化する。また、住民が退避しないことにより被害が拡大した過去の事例を踏まえ、こうした訓練を通して避難の重要性に関する国民の意識醸成を行うとともに、日頃から身の回りの危険や変化にも目を向ける習慣が身につくようにデジタル防災システム・サービスをデザインする。

さらに、こうした訓練の結果も全てアーカイブし、散在している想定データ、実際に起きた災害のデータや経験と併せ、想定・訓練・経験のデータベースをデジタルツイン上に集約し、AI等も最大限活用して災害対応時における自治体の首長の判断を支援するなど、災害対応のさらなる高度化に役立てる。

(2) 安否・インフラ状況等のリアルタイムの情報共有

[概要]

民間企業が持つ情報網も活用し人の所在、安否を把握しつつ、被害推計を行う。空間・インフラについては緊急時視察ドローン網やセンサーによる情報収集を行う。これら安否・インフラ状況をリアルタイムに統合・可視化し、俯瞰可能にするとともに、安定的に動く情報基盤の構築・運用も行う。

○具体的なアクション 1

人の所在把握、空間・インフラの被災状況把握、外力による被害推計、リアルタイムの情報統合、使い勝手の良い UI/UX の可視化、安定的な情報基盤を一体的に設計する。

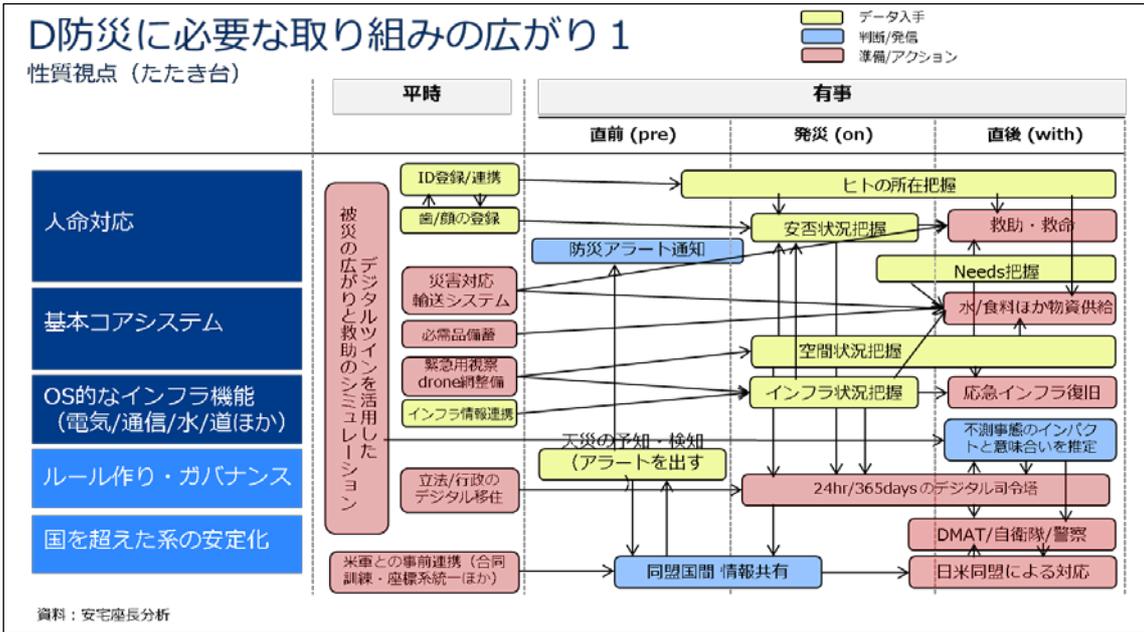
人命救助は困難状況にある被災者の所在把握が鍵となるが、被害が甚大であるほど把握の難易度は高い。そこで所在把握と空間・インフラ被災状況把握、外力（ハザード）による被害推計を掛け合わせることでより少しでも精度を高めることが重要になる。

人の所在把握については民間企業が持つ位置情報網、空間情報、コミュニケーション基盤が既に高度に発達しているため、ID 統合、デバイス配布等も念頭にこれを積極活用する。一方で、空間・インフラの被災状況把握については、後述するドローン網のほか、インフラに付けたセンサーと AI により情報を収集する。これら所在と空間・インフラの情報をリアルタイムに統合し、使い勝手の良い UI/UX のもとでデータを可視化する。さらには、これらが安定的に動く情報基盤（バックエンド）の構築・運用を行う。上記のように民と公、国と地方をつなぐ仕組みの構築が鍵となる。

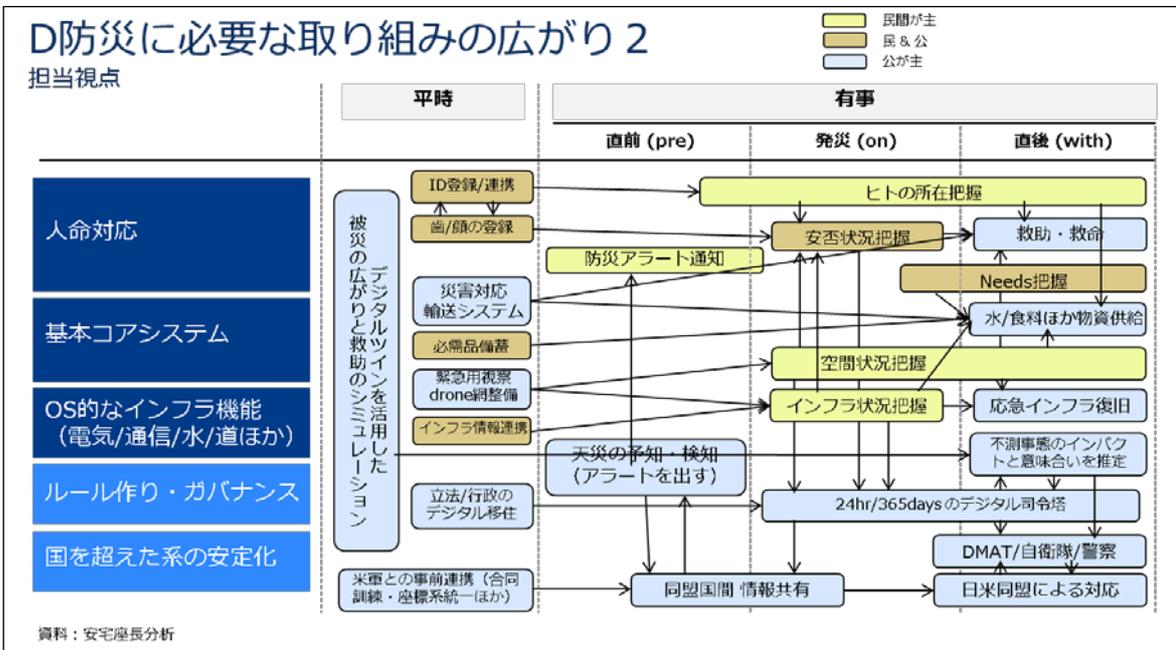
○具体的なアクション 2

緊急時用の情報収集ドローン網を配備しつつ、ヘリとの統合運用システムを構築する。

地震や津波等により地上からの視察が困難な場合や、噴火・降灰・噴石落下時などの人が近づくことが困難な場合、火山灰でエンジンが焼き付く問題からヘリを飛ばせない場合等に備え、緊急時用の情報収集ドローン網を配備する。またこれを救助用ヘリ等との飛行高度の棲み分けや、各災害対応機関等との情報連携にも留意しながら運用する。



有事の取り組みが想定通りに機能するためには、ID登録・連携や歯・顔等の登録、災害時の輸送システムなど、平時からの準備とシミュレーションが不可欠となる。



避難指示等の発信は基本的に公的機関から行うが、通知は民間のプラットフォームを利用することで、広く住民に情報提供することが可能となる。また災害対応機関や民間等が収集した安否情報をもとに救命救急を行うことや、ニーズ情報を元に物資供給を行うことなど、官民の連携

を最大化させていくことが重要である。また米軍等同盟国との連携も重要となる。こうした災害時における高度な判断や迅速かつ的確な活動を可能にするためにも、各機関の動きや被災状況等を3次元で俯瞰できるシステムの構築・実装を目指すべきである。

(3) 究極のデジタル行政能力の構築（行政機関等のデジタル移転・ハイブリッド化）

[概要]

立法・行政機能が言わば「心停止・脳死」を起こさないよう、その継続性とレジリエンスを高めるべく、被災時に別の物理空間ではなく、デジタル空間へと機能を移転し、24時間365日ダウンしないリモート・分散労働対応の司令塔機能を構築する（首都機能の強靱化・分散化に関しては、「事前防災・複合災害ワーキンググループ 提言」の5.(13頁)にも記述）。
※被災インパクトの大きさは<人命および主要機能の集中度×外力（ハザード）の大きさ×災害発生頻度×脆弱性>から導き出されるが、これが大きい傾向にある大都市においては優先的に構築する必要がある。

○具体的なアクション1

立法・行政に携わるすべての人のオンライン作業環境を徹底的に整備し、平時から活動をハイブリッド化しておく。

スマートデバイスと高速な通信インフラ（固定物、移動体両面）、会議インフラを例外なく配備し、行政上の決裁、行政窓口のやり取りはもちろん、事前調整（いわゆる根回し）、国会・審議会等立法のための会議をすべてデジタル空間で完結可能にする。

そこでやり取りされる文書は公文書含め紙ではなくデジタルデータとし、あらゆる訂正をトラッキング可能なものにする。併せて、資料はスマートデバイスに即した表現とし、読みやすさの観点から、過度に小さな文字の使用も廃止する。

有事において完全オンラインの体制へとスムーズに移行できるよう、平時においても業務をオンラインとオフラインのハイブリッドなものにしておく。

○具体的なアクション 2

情報は即座にデジタル化し、リアルタイムで把握可能にする。

有事において安否・空間・インフラの現況をデジタルデータの形でリアルタイムに把握できるよう、必要な環境整備を行った上で平時から試運転的に運用する(実際の有事にのみフルアクセスする)。そのためにアナログの情報は AI を活用し即座にデジタル化する仕組みを整えるとともに、あらゆるデータのやり取りは機械が読めるもの(machine-readable)かつ API ベースとし、PDF や FAX でのやり取りは撤廃する。

○具体的なアクション 3

情報処理基盤を disaster-ready かつアジャイルに対応可能な形に刷新する。

情報システムを、オンプレミスではなくクラウドベースにする。クラウドの実体としてのデータセンター基盤は、フォッサマグナ(大地溝帯)から十分に距離を置いた安定的な地盤上で東西に複数箇所設置し、ミラーリングする。これら情報システムの構築および保守・運用は、いずれも外注せず政府や自治体それぞれの直下で行う。

○具体的なアクション 4

災害時に高度な連携が必要になる政府・東京都・自衛隊・警察・消防・海上保安庁・医療機関・電気・通信・上下水道事業者などがデータ連携・作業連携できる環境を十分に整える。

主要なメタ情報は基礎データと同様に API 連携を十分可能にする。その上で防災・災害対応に必要な情報を部門ごとにフレキシブルかつダッシュボード的に取り込み、リアルタイムで可視化できるようにする。またこれらのデータを十分活かせるよう横断的な相談・意思決定の仕組みを平時から立ち上げ、横断課題の検討・解決を促進する。

5. 結び

最後に、ここまで本提言が提起してきた災害対策の将来像と課題を踏まえ、真に Disaster-ready な社会を実現するため、着実に一步ずつ踏み出していくためのロードマップを、災害の多い日本として世界に先駆けて策定することを提案する。理想の未来への道のりは遠くとも、まずはあるべき姿を見据え、多くの人命を救う「先手を打つ災害対応」の実現を着実に実現していくことを期待する。

デジタル・防災技術ワーキンググループ

未来構想チーム 委員名簿

- ◎安宅 和人 慶應義塾大学 環境情報学部 教授
ヤフー株式会社 CSO
- 池内 幸司 東京大学 大学院工学系研究科 教授
- 臼田 裕一郎 国立研究開発法人 防災科学技術研究所
総合防災情報センター長
- 大木 聖子 慶應義塾大学 環境情報学部 准教授
- 北野 宏明 株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所
代表取締役社長
- 高嶋 哲夫 作家

(◎座長、以下 50 音順)

**デジタル・防災技術ワーキンググループ
未来構想チーム 開催経緯**

	時期	議事内容
設置・ 第1回	令和2年 12月21日	有識者からの発表 ・人命を守ることができるデジタルインフラの構築に向けて
第2回	令和3年 1月29日	有識者からの発表 ・デジタル防災技術の未来構想への提案 ・戦略的デジタル防災と National Resilience の構築 自治体からの発表（被災経験をふまえたニーズ等） ・仙台防災枠組の社会実装による世界の災害リスク低減への取組 ・平成28年熊本地震及び令和2年7月豪雨の災害対応における課題
第3回	令和3年 4月19日	デジタル・防災技術WG（未来構想チーム）提言骨子案について
第4回	令和3年 5月19日	デジタル・防災技術WG（未来構想チーム）提言（案）について