

記 録

| | |
|-------|---------------------------------|
| 文書番号 | SCJ第24期020811—24580700—078 |
| 委員会等名 | 日本学術会議土木工学・建築学委員会低頻度巨大災害分科会 |
| 標題 | 低頻度巨大災害分科会の議論の記録 ～国難にしないために～ |
| 作成日 | 令和2年（2020年）8月11日 |

※ 本資料は、日本学術会議会則第二条に定める意思の表出ではない。掲載されたデータ等には、確認を要するものが含まれる可能性がある。

この記録は、日本学術会議土木工学・建築学委員会低頻度巨大災害分科会の審議内容を取りまとめ公表するものである。

日本学術会議土木工学・建築学委員会低頻度巨大災害分科会

| | | | |
|------|-------|---------|---|
| 委員長 | 寶 馨 | (連携会員) | 京都大学大学院総合生存学館学館長 |
| 副委員長 | 天野 玲子 | (連携会員) | 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構監事、 国立研究開発法人国立環境研究所監事、 国立研究開発法人防災科学技術研究所参与 |
| 幹 事 | 西嶋 一欽 | (連携会員) | 京都大学防災研究所准教授 |
| 幹 事 | 山本佳世子 | (連携会員) | 電気通信大学大学院情報理工学研究科教授 |
| | 磯部 雅彦 | (第三部会員) | 高知工科大学学長 |
| | 家田 仁 | (連携会員) | 政策研究大学院大学教授 |
| | 小林 広明 | (連携会員) | 東北大学大学院情報科学研究科教授 |
| | 小松 利光 | (連携会員) | 九州大学名誉教授 |
| | 竹内 徹 | (連携会員) | 東京工業大学建築学系教授 |
| | 田村 和夫 | (連携会員) | 建築都市耐震研究所代表 |
| | 塚原 健一 | (連携会員) | 九州大学工学研究院教授 |
| | 永野 正行 | (連携会員) | 東京理科大学理工学部教授 |
| | 福井 秀夫 | (連携会員) | 政策研究大学院大学教授、 まちづくりプログラムディレクター |
| | 緑川 光正 | (連携会員) | 国立研究開発法人建築研究所理事長、 北海道大学名誉教授 |
| | 目黒 公郎 | (連携会員) | 東京大学生産技術研究所教授 |
| | 森口 祐一 | (連携会員) | 国立研究開発法人国立環境研究所理事、 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻教授 |
| | 和田 章 | (連携会員) | 東京工業大学名誉教授 |

本記録の作成にあたり、以下の職員が事務を担当した。

| | | |
|----|--------|----------------------|
| 事務 | 松室 寛治 | 参事官 (審議第二担当) |
| | 五十嵐久留美 | 参事官 (審議第二担当) 付参事官補佐 |
| | 加藤 雅之 | 参事官 (審議第二担当) 付審議専門職付 |

要 旨

1 作成の背景

我が国は、様々な自然災害のリスクにさらされている。特に、発生の懸念が高まっている南海トラフ地震、首都直下地震、大規模河川氾濫・高潮などの巨大自然災害は、地域に壊滅的な被害をもたらし、国家規模での影響も甚大となる。本分科会においては、このような国全体に影響を及ぼす「国難」あるいはいくつもの都道府県にまたがるような「地域難」とも言える低頻度巨大災害が発生した場合に起こりうる被害を想定し、災害対策の事例や在り方について審議した。巨大災害時の被害軽減に資するハード対策、ソフト対策における課題等を挙げた。本記録は、日常的にはあまり意識されていない低頻度巨大災害及びその対策に関する啓発を行おうとして提示された個々の意見や、それに基づいて整理された考えを記録として残し、今後のさらなる議論の展開に役立てようとするものである。

2 現状及び問題点

行政や研究機関等からの情報提供、様々なマスメディアの報道などにより、巨大災害に対する住民の意識や知識は徐々に高まってきている。その一方で、便利で楽しい目先の幸せの追求が優先され、長期的に対応すべき重要な災害対策は後回しにされがちである。想定される災害事象の把握、それに対するハード・ソフトによる対策がどの程度進められ、それらの効果がどの程度期待されるのか、また、住民はそのことをどの程度知っているのだろうか。これらについて住民の理解を得た上で、種々の施策を講じることが、国全体として防災を効果的に推進するために必要である。

2019年末から短期間に世界中に蔓延した新型コロナウイルスへの対応について、国と都道府県の考え方や対応の違いも明らかになった。巨大災害発生時にも同様なことが起こる可能性がある。国と地方自治体の関係は災害対策基本法に定めがあるとは言え、巨大災害によって起こりうる国難とも言える事象を予め想定し、緊急事態に対する法整備も含め、適時、効果的に対応できるように体制を整えるという観点からはまだ不十分である。国と地方との連携、さらには、府省庁間の連携、住民・企業との連携を普段から図っておく必要がある。

3 本記録の内容

これまでに生じた巨大災害とそれらの特徴について概説し、巨大災害が生じた時に被害・影響を最小限にとどめるための基本的考え方を整理した。

低頻度巨大災害への対策について、インフラ整備、強い建物の整備だけでは自ずと限界があることから、それらの整備と避難、転地、保険や行政支援などを組み合わせることによって災害リスクを回避・分散・移転する必要があること、すなわち、これらのリスクを統合的に管理するいわゆるリスクガバナンス（リスクの統治）が必要であることを説明している。また、新型コロナウイルス感染症の世界的拡散防止に各国が多様な対策を講じているのと同様、他国の対応から学び、我が国独自の巨大災害への対処法も進化させていく

必要があることも指摘している。

さらに、本分科会の委員各位からの意見を収集し、14項目に整理し紹介している。これらの考察及び意見を、低頻度巨大災害に対する様々な対応すべき事項として12項目に整理し直し、以下の4つの基本的考え方に分類した。これらの重要な取り組みには、すぐに着手できるものもあるが、長期的な国土計画に戻って考えるべきことも多い。ただし、すぐにでも検討は開始すべきである。

(1) 命を守る

1. 【人的被害の最小化】適時的確な情報提供及び勧告・指示を行い、迅速適切な行動を導くことで、まずは、人的被害の最小化を図るべきである。
2. 【複合災害への備え】複合災害が、さらに巨大な災害に拡大し多くの人命を奪う可能性がある。感染症災害と自然災害の複合災害にも考慮が必要である。
3. 【公共投資】迫りくる「国難」災害から一人でも多くの命を守るために、国土利用計画を見直し、優先順位を考慮しつつ、効果的なインフラ建設を進めるべきである。

(2) 被害・影響を広めない、長引かせない

4. 【巨大災害リスクへの備え】住民の避難、住宅・企業の転地・保険など、リスクの回避・分散・移転を総合的に考え、業務継続計画・管理を推進する。
5. 【法制度・体制の整備】緊急事態対応、復旧復興が効果的にできる法整備、体制整備、国民の意識啓発が早急になされるべきである。
6. 【広域連携と国際協力】都道府県間、国際間の人の移動や物資の支援・協力について、予め協定を結ぶなど、事前準備をしておくべきである。

(3) 緊急事態における危機管理機能の確保と向上

7. 【危機管理機能の確保】巨大災害時に危機管理上の中枢を担う機能が損なわれないように、冗長性のあるバックアップシステムなどの万全の対策をとる。
8. 【防災情報伝達システムの整備】巨大災害リスクの住民への伝達・認知徹底を図り、防災情報伝達システムなど様々な施策と投資を行い、住民の意識と備えを高める。
9. 【防災教育と学術研究】巨大災害時の対応について防災教育内容を見直す。実際の危機管理対策に役立つ研究開発、学界の貢献も重要である。

(4) 弛まぬ予防的施策の展開と心構えの醸成

10. 【超高齢社会・人口減少社会】高齢者・要介護者に配慮し、長期的な土地利用政策、福祉や医療、地域振興と結びつけた防災投資を行う。
11. 【災害回避のための移転・転地の促進】災害に強い地域を選択し基盤整備を行って、居住や産業活動を安全な場所に誘導すべきである。
12. 【機能分散を考慮した国土計画・都市計画の見直し】東京一極集中是正に向けて将来ビジョンを明確に設定し、計画的に機能分散させていくべきである。

目 次

| | | |
|------|--|----|
| 1 | はじめに | 1 |
| 2 | 主な巨大災害の特徴・対策と近年の動向 | 3 |
| 3 | 低頻度巨大災害に対する心構えとマネジメント | 6 |
| 4 | 低頻度巨大災害に備える（委員からの個別意見） | 11 |
| (1) | 大地震、大津波への備え（和田委員） | 12 |
| (2) | 二段防災の考え方（磯部委員） | 13 |
| (3) | 首都機能の分散（緑川委員） | 13 |
| (4) | 複合災害（田村委員、森口委員） | 13 |
| (5) | インフラ整備による限界、防災に対する意識改革及び防災ビジネスの創造と育成（西嶋委員、目黒委員） | 15 |
| (6) | 巨大災害対策としての超高層建物と臨海部の取り扱い（永野委員） | 16 |
| (7) | 交通と災害の基本的関係性にかかわる本質的課題（家田委員） | 17 |
| (8) | 巨大災害時の廃棄物の処理と備え（森口委員） | 19 |
| (9) | 防災教育における巨大災害の取り扱い（緑川委員、寶委員） | 20 |
| (10) | 高度情報通信ネットワーク社会の防災～ソーシャルメディアなど民間メディアからの情報収集とその活用～（山本委員、森口委員、小林委員） | 20 |
| (11) | 超高齢社会・人口減少社会の防災（目黒委員、寶委員） | 21 |
| (12) | 広域支援体制の確立（寶委員） | 23 |
| 5 | 低頻度巨大災害に対する基本的考え方 | 23 |
| (1) | 命を守る | 23 |
| (2) | 被害・影響を広めない、長引かせない | 24 |
| (3) | 緊急事態における危機管理機能の確保と向上 | 24 |
| (4) | 弛まぬ予防的施策の展開と心構えの醸成 | 25 |
| | <参考文献> | 27 |
| | <参考資料>審議過程 | 28 |
| | <付録> 極めて大きい被害・影響をもたらす低頻度巨大災害 | 30 |
| (1) | 南海トラフ地震 | 30 |
| (2) | 首都直下地震 | 31 |
| (3) | 巨大高潮・巨大洪水 | 31 |
| (4) | 大規模火山噴火 | 32 |
| (5) | 社会実装を意識した最近の研究の取り組み | 33 |

1 はじめに

人間としての寿命が尽きる前に予期せぬ死を迎えたくない、というのが万人の思いであろう。自分自身のみならず、家族や縁者、それらの生活の場である社会や国、ひいては地球全体において、人類が安全・安心に永続的に暮らせることを希求する。そのための一つの方策が、いわゆる「防災」である。

我が国は、南海トラフ地震、首都直下地震、大規模河川氾濫、大規模火山噴火など、巨大な自然災害のリスクにさらされている。これらは、滅多に起こらないが、一旦起こったら途方もない被害及び影響のある災害事象であって、低頻度巨大災害（low-frequency-high-impact disaster）と呼ばれる。地域に壊滅的な被害をもたらすばかりではなく、国家規模での影響も甚大である。過去には、政治体制にまで影響を与えた事例もある。低頻度巨大災害とは、「国難」あるいは「地域難」と呼ばれる広域かつ長期にわたる被害をもたらすような災害事象を言う。

こうした大規模な災害事象に対して、例えば、土木学会は、平成 29 年度会長特別委員会としてレジリエンス確保に関する技術検討委員会を編成し、「国難」をもたらす巨大災害対策についての技術検討報告書を作成している^{1, 2)}。この報告によれば、南海トラフ地震や首都直下地震（津波も含む）による経済被害（20 年累計）は、それぞれ 1,240 兆円、731 兆円と推計された。そのほか、三大都市（東京、大阪、名古屋）圏の巨大高潮、巨大洪水についても検討がなされており、これらの経済被害（14 か月累計）は 7 兆円から 65 兆円と推計されている。我が国の国家予算（一般会計）が 100 兆円程度であるから、南海トラフ地震と首都直下地震がもたらす経済被害の大きさがわかる。

さて、自然災害（natural disaster）は巨大災害を含めて、自然の猛威（natural hazard）と人間社会の脆さ（fragility, vulnerability）が重なる時に起こる。便利で楽しい目先の幸せを追求する人間及び人間社会が、安易で楽観的な社会を指向し、災害リスクを高めると言える。科学・技術を過信して、防災を忘れた国土計画から都市計画、土木構造、建物の作り方、さらに電気や情報通信ネットワークを空気のように利用し、これに頼って成り立つ現代社会の脆さを我々は認識すべきである。

自然災害の原因を、自然の猛威のみとし、自然の景観、生態系のことなどを無視して、ハード的な対策を行う、という考え方は改まりつつあるものの、まだ開発重視の風潮は根強く残っていると言える。安価で便利ではあるが災害リスクの高い場所を住宅地として開発してきた施策、景観には配慮しているが安全性をあまり考慮していない法制度なども反省を加えねばならない。超高齢社会、人口減少社会であることをさらに意識した土地利用、都市計画・国土計画、法整備などの施策が必要である。

低頻度巨大災害分科会は、このような巨大災害に対して特に留意すべき重要な事項について議論した。その過程の中で、巨大災害時の被害軽減に資するハード対策やソフト対策における課題等を挙げた。いわゆるハード対策は、インフラストラクチャー（社会基盤施設）の整備、建物の耐震性・耐水性などの強度の向上が中心であった。それらは、当然、所定の効果を発揮し防災面で大いに機能してきたと言える。しかしながら、計画・設計水

準を超えるような巨大災害に対しては自ずと限界があることも広く認識されるようになってきている。こうしたことを知った上で、既存の技術や設計方法に留まり続けるのではなく、それらを進歩させていかねばならないこともまた当然である。学術の分野はそうした進歩に貢献していかねばならないし、また、防災に関する種々の政策や住民の行動様式に良い影響を与えるような考え方を提示していく責務がある。こうして巨大災害がもたらす国難に、行政から住民に至るまで総力戦で立ち向かっていかねばならない。

本記録は、日常的にはあまり意識されていない低頻度巨大災害及びその対策に関する啓発を行おうとして議論してきた過程を残し、今後のさらなる議論の展開に役立てようとするものである。

2 主な巨大災害の特徴・対策と近年の動向

関東大震災（1923年）では、死者行方不明者が10万人を超えた。壊滅的な被害を受けた東京では、その後、後藤新平らの復興計画が立てられた。様々な抵抗もあり、また、戦争に突入したこともあってその大構想を十分には達成できなかったものの、100年先を見据えた復興計画であったとして現代においてもその考え方は高く評価されている。

第二次世界大戦で疲弊した国土においては、襲来した大きな台風によりその都度多数の死者行方不明者を出していた。例えば、1945年9月の枕崎台風で死者行方不明者3,700人余り、1947年に関東を襲ったカスリーン台風で1,900人余りなどである。さらに、1959年の伊勢湾台風では高潮災害により5,000人以上の死者を出し、これを契機に災害対策基本法が制定されることとなった。国力の回復、経済の成長とともに社会基盤整備に投資が継続的になされたこともあり、その後、風水害による被害は着実に減少し、毎年100人程度以下の死者行方不明者数にまで軽減するに至った。例外は、299人の死者行方不明者を出した長崎大水害（時間雨量187mmの日本記録を観測）の1982年、10個の台風の直撃を受けた2004年と広域な西日本豪雨災害の2018年で、この両年は200人以上の死者行方不明者を出した。

阪神・淡路大震災（1995年1月）は、神戸を中心とした大都市圏を直撃した地震であり、直下地震の威力と火災による被害の凄まじさを見せつけられた。ボランティア活動や被災後の精神的支援（心のケア）が着目され出したのもこの震災からである。

2000年9月の東海豪雨災害では、死者数はそれ程大きくはなかったものの、水害における経済被害としては史上最大と言われた。住めなくなった家屋や処分された家財道具の被害は約2,775億円、事業所償却資産・在庫資産の被害は約4,771億円となり、営業停止や停滞損失などを含めた一般資産被害額は合計で約8,400億円にも上った³⁾。

また、これら2つの災害の頃から、災害時の携帯電話利用が注目され始めた。阪神・淡路大震災の時はまだユーザー数が少なく、携帯電話の有用性が認識されてはいたが、その後、ユーザーが急増し、東海豪雨の時には、通信施設の容量不足で回線が不通になるという事態も生じた。都道府県によってインターネット上で災害情報、防災情報が一般に提供され始めたのも、1990年代後半からである。近年では、さらに情報通信環境が大幅に改善し、気象・水文観測や地震観測網が高度に発達し、空間分解能・時間分解能も大いに高まって、よりきめ細かな情報がほぼリアルタイムで一般住民でも、携帯電話（スマートフォンなど）により入手可能となっている。問題は、こうした情報をいかに防災に役立てるかである。災害時にどう行動したら良いのかがわかるような（避難行動などに結びつく）情報提供の在り方、情報の受け手側の意識改革も必要である。最近、SNS（ソーシャルネットワークワーキングサービス）と呼ばれる新しい情報発信・交換システムがますます成長している。このシステムにより、災害時においてSNS会員が現地の様子を自ら配信することができ、救援依頼や災害状況の提供などに活用できる。その一方で、流言飛語が流され、無用な混乱を招く場合もある。虚偽や誤った情報が流通しないように、不正情報の削除などの規制をするなど、インターネット時代のモラルの確立も必要である。

東日本大震災（2011年3月）では、地震とそれに伴う津波で18,000人以上の死者行方不明者が出た。関東大震災以来の規模であり、また、津波の凄まじさが再認識された。津波ハザードマップで指定された浸水域を超える広い範囲で浸水が発生した。この津波の規模が未曾有のものであったため、これ以後、可能最大級の津波に対処することが必要とされた。そこで、千年に一度というような最大クラスの津波に対しては住民等の生命を守ることを最優先として、最低限必要十分な社会経済機能を維持するものとし、数十年から百数十年に1度程度の比較的発生頻度の高い津波に対しては、海岸保全施設により人命に加えて生活や産業への被害を防ぐという方針が決定した。この方針は、その後の東日本大震災からの復旧・復興に用いられるとともに、将来の南海トラフ地震による津波を含めて国全体の津波対策に用いられている。なお、建築構造の分野ではかなり早い時期から、基準法レベルでは20年から50年に1度起こるような事象、さらに大きな500年に1度起こるような巨大災害事象の両方について建物の設計を考慮してきた歴史がある。

同様の考え方が洪水に対しても適用されている。すなわち、洪水防御計画は、100年から200年に1度起こる程度の規模の豪雨による洪水に治水施設によって対処することとしているが、それよりも大きい規模の洪水に対しては、超過洪水対策として高規格堤防（いわゆるスーパー堤防）によって災害を軽減する施策が昭和60年頃（1980年代半ば）からとられてきている。上記津波の影響もあり、水防法が近年改正され、想定最大級の豪雨・洪水を対象としたハザードマップなどの情報提供や水防活動が考慮されるようになった。

また、上記の津波が、原子力発電所にも被害を与え、放射性物質の拡散が、国難ともなりうる深刻な問題となった。極大な津波という自然現象に対処だけでなく、施設・設備にとって起こりうるリスクの認識が不十分であったこと、すなわち、人間側の備えも十分でなかったことも認識しておかねばならない。なお、こうした自然災害起因の産業事故（NATECH、Natural-hazard-triggered technological event）の重要性も認識され始めている。

気候変動の影響への対策（いわゆる適応策）も重要である。近年日本では大型の台風の襲来や豪雨、猛暑、暖冬など、気候変動による様々な災害に見舞われている。これらは地球温暖化を原因とするものだが、地球温暖化が続けばいずれ取り返しのつかない状態に陥ってしまうことが考えられる。

豪雨、猛暑など日本において気候変動により発生したもののうち、特に被害が大きかった近年の災害で言えば、2018年の7月豪雨や2019年に大型となって到来した台風15号や19号による被害などが挙げられる。特に2018年の7月豪雨は過去の豪雨災害と比較しても極めて大きいものであり、7月の月降水量平均値の2～4倍にまで増加している地点もあるほどである。もちろんこれだけではなく、夏期の水による災害は各地で猛威を振るっている。2018年21号台風は、第2室戸台風以来57年ぶりに近畿地方を直撃した大型台風である。近畿地方を中心に日本各地に強風被害などをもたらし、支払保険金は過去最大の1兆円規模となった。また、被害件数が極めて多く、建材と人手不足による復旧遅延などの間接的な影響が深刻であった。

気温についても大きな変動が起こっており、1946年の統計開始以来、過去最高となる

41.1℃を埼玉県熊谷市で2018年7月23日に観測している。東京都では初めて40℃を記録するなど、全国的に猛暑となった年でもあり、世界各地で異常気象が確認されているが、日本でも気候変動により温度の上昇が続いている。夏だけでなく冬でも暖冬となるケースが増えており、地球温暖化の影響を受け、様々な気候変動や異常気象が起こっているのが現状である。

日本でも地球温暖化への取り組みを行うための法整備がなされている。近年制定された気候変動適応法(2018年)は、地球温暖化対策推進法(1998年)に関連する法律であって、これにより我が国における適応策の法的位置づけが明確化され、国、地方自治体、事業者、国民が連携・協力して適応策を推進するための法的仕組みが整備された。このような状況を考慮して、気候変動による巨大災害への備えは必要不可欠なものとなっている^{4),5)}。

地球温暖化対策は、大きく緩和策(mitigation)と適応策(adaptation)に分けられる。前者は温室効果ガスの大気中への排出及び吸収量を極力抑えようとするものであって、中期的目標では、2030年度までに2013年度比で26%の水準にすること、長期的目標では、2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す、というものである。こうした地球温暖化対策と経済成長を両立させることが重要である。

政府では、上記の目標達成に向けて、産業(製造事業者等)、業務その他、家庭、運輸、エネルギー転換、パルプ・紙・紙加工品製造業などの部門ごとに対策を策定し、各部門等において様々な対策が実施されている。我々のライフスタイルは家庭部門に相当するのであって、国民として日常生活のあり方を積極的に見直していく必要がある。また、労働者としてあるいは事業者としても緩和策への貢献をし続けることが重要である。

後者は、地球温暖化による様々な影響に対して適応し、もたらされる災害や被害を防止・軽減するというものである。例えば、大気中の水蒸気量が増え豪雨をもたらす、海面水温が上がり台風やサイクロンの巨大化を助長する、海水面が上昇し海岸が侵食される、こうした影響により巨大な洪水や高潮が発生する。これらに対しては、まさに、本記録で述べるような様々な対策が必要なのである。

3 低頻度巨大災害に対する心構えとマネジメント

1万人以上の死者を出すような巨大災害が100年に1度程度の頻度で、我が国のどこかで起こっている。それらは、同じ場所で生起しているわけではないので、一つの地域にとっては数百年に1度程度の頻度となる。最近の我が国の行政は、1000年に1度程度の発生確率の事象を可能最大級とみなして、想定最大の事象（あるいは計画・設計の水準を超える事象）に対処し始めている。

現在、生起する可能性が高いとされているのは、南海トラフ地震と首都直下地震である。これらは、いずれも国難となるような甚大な影響を社会に与えるものと認識されている。特に、南海トラフ沿いの大規模地震（M8からM9クラス）は、今後30年以内（2050年まで）に発生する確率が70～80パーセントであり、昭和東南海地震（1944年）及び昭和南海地震（1946年）以後70年以上が経過していることから切迫性が高いと言える。こうした巨大災害が起こったときにどうすべきなのか。それぞれの立場で覚悟を決めておかねばならない。

計画・設計規模以上の事象あるいは想定最大級の事象が発生すると、被害が生じることは避けられない。では、発災時に被害をどのように最小限にとどめるのか。その基本的考え方が必要である。例えば、

（1）命を守る

死者ゼロが目標であるが、夥しい数の死者が出た過去の災害に学び、極力その数を減らす。自助が基本であるが、共助・公助も重要である。

（2）社会経済的被害・影響を広めない、長引かせない

生命線となるインフラの早急な復旧に全力をあげる。二次災害を食い止め、復興が早期に行われるために国・自治体・企業・住民が協力する。

（3）緊急事態における危機管理機能の確保と向上

あらゆる事態に対処するため、危機管理体制を万全にし、情報共有をし、必要な時には私権の制限や個人情報の活用など、公共のためへの協力を惜しまない。また、政府や自治体の長は、必要な権限を発動する必要がある。こうした発災時の危機管理はクライシスマネジメントと呼ばれる。

（4）弛まぬ予防的施策の展開と心構えの醸成

起こってから慌てないように予め法整備を行い、ハード・ソフト両面での予防的施策を継続的に講じる。普段から安全確保を心がけ、必要物品の備蓄をしておく。災害リスクを認識し、それに対処する方法を常日頃講じておくリスクマネジメントの考え方も重要である。

このような考え方を共有し、一人ひとりが災害に対する覚悟をしておけば、発災時に何が起こっても納得して行動できる。巨大災害に対して、対応を誤らない、予期せぬ被害を受けないためにも重要なことである。

日本では、人々は「八百万の神」と言うように自然の万物に信仰と畏敬の念を抱いてき

た。多様な自然災害にさらされてきた風土によるとも言える。すなわち、災害事象は神の祟りであり、その祟りを如何に鎮めるか、ということが信仰や宗教的観念、ひいては人々の死生観に影響してきたことは事実であろう。自然と共生しながら災いを避ける、鎮める努力が日常生活において育まれてきた。

先祖伝来の土地・家屋を死守するべく、洪水災害に対し避難せず、家に止まるという行動も理解できる。神の祟りとしてとらえているかどうかは別としても、他所で死ぬよりもこの家で死ぬなら本望、という達観あるいは諦観とも言える考え方もありうるのである。そういう人々を強制的に避難させられるであろうか。こうした行動や死生観を、日本社会として受容するのかどうか、自己責任として放置して容認して良いかどうか、十分な議論はなされていない。

図1は、縦軸に災害発生の頻度、横軸に被害の大きさを示したものである。第1象限は高頻度巨大災害の領域であり、火山火口付近とか、いつも大波に洗われている海岸では大被害が起きる可能性があり、人は居住できない。住まない、行かないようにしてリスクを回避するのが普通である。第2象限は高頻度小災害の領域である。浸水は頻繁に起こるけれども、せいぜい床下浸水くらいしか起こらないというような場所であれば、被害は少ないし、人が死ぬこともない。いわゆる洪水とともに生きる (Living with Floods) であり、一定程度のリスクを受容しながら生活していることになる。第3象限は低頻度小災害の領域であって、例えば、滅多に大雪は降らないが、ごくまれに大雪が降る。しかし、何日も続くわけではない。こうした場所であれば、大雪災害に対する知識は持っている必要はあるが、普段はほとんど備えなくて良い。大雪が予測されたら、外出しないか、自動車のタイヤにチェーンをかけて外出する、という対策をするだけで良い。このような状態をリスクの保有という。

では、第4象限、低頻度巨大災害の場合どうしたら良いだろうか。それが、本記録のテーマである。防災施設を作ったり、災害に強い建物を作ったりすることによってある程度の巨大災害に対処することができる。洪水災害対策 (治水) においては、ダム、堤防などにより洪水を防御する。年超過確率で100年確率や200年確率 (1/100 とか 1/200 という表現をする) という計画基準を設け、それに対する降雨流出量の貯留や河川流量の疎通能力を確保するのである。しかし、そのような施設 (インフラストラクチャー) によって「リスクの制御」ができるのは、せいぜい1/200までの事象に対してであり、それを超えるような巨大洪水を防ぐことはできない。防ぎ切れないけれども、途中段階まで河川流量を低く抑えたり、その間に避難や水防活動のための時間稼ぎをしたりという効果は大きい。とは言え、被害の発生は不可避であり、その被害を最小限に抑える対策が必要になってくる。

巨大災害発生時には避難をして被災を免れる。これはリアルタイムの「リスクの回避」である。できることならば、被災する可能性のある場所からより安全な場所に予め移転 (転地) をしておくのが賢明である。経費はかかるが、事前に巨大災害リスクを回避・分散する有効な方法である。事業所や工場などの事業継続計画・管理 (BCP・BCM) のためにも重要である。丸ごと移転できない場合は、バックアップの支店や工場を作っておいて、事業が継続できるように機能分散する、すなわちリスクを分散することも考えられる。

頻度・被害と様々なリスクマネジメント

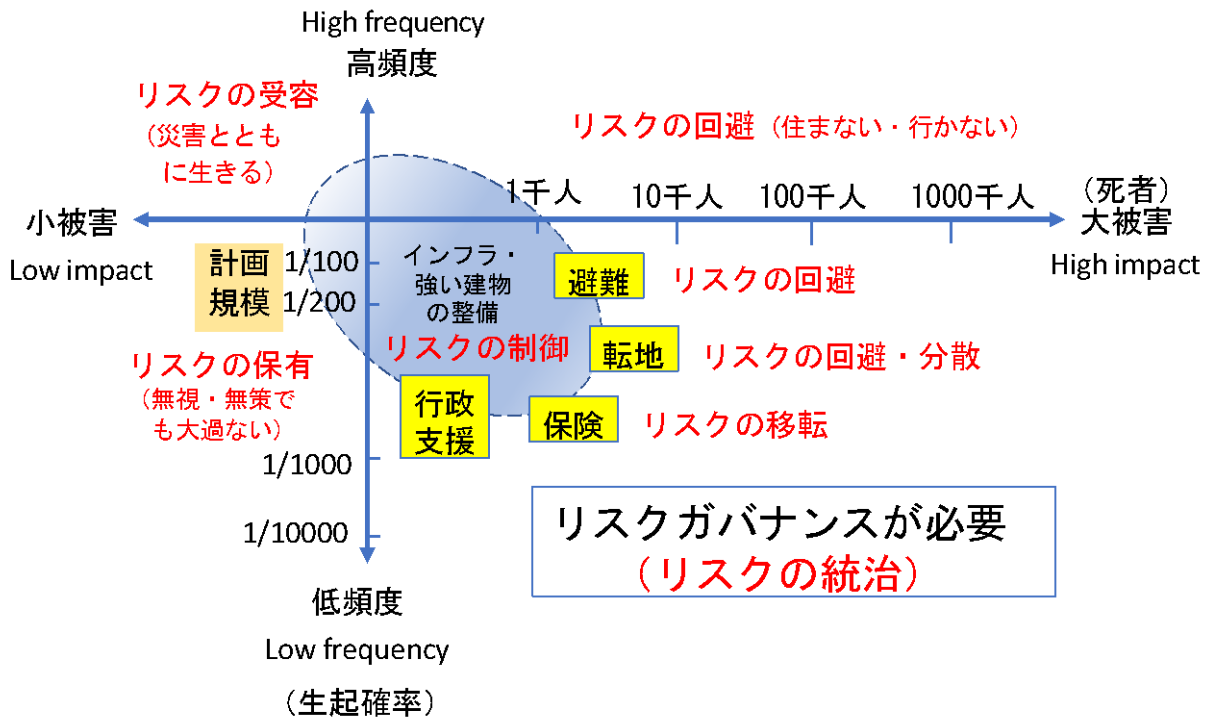


図1 災害の頻度・被害と様々なリスクマネジメント
(第4象限が低頻度巨大災害の領域)

被災が避けられないのであるから、被災後の復旧・復興がしやすいように保険をかけておく。これはリスクの移転 (risk transfer) と言われる。保険会社という第三者に被災時の経済的リスクを移転しておくのである。個人であっても、家屋の被災や、災害による負傷などからの回復のために保険をかけておくことが必要である。激甚災害に対しては、国が地方自治体に対し補償をしてくれる制度がある。また、地方自治体が被災民に対して何らかの経済的支援措置をしてくれることがある。しかしながら、巨大災害の時にはこうした保険や支援がなされない事態もありうる。保険契約者が軒並み被災して保険会社が保険金を払えない、国や地方自治体が財政難に陥り財政支援ができない、といった事態が生じうるのである。その意味で、予めリスクを回避・分散しておくことが巨大災害から身を守る「自助」(個人だけでなく、民間企業等も)として重要であると言える。

図1に示すリスクの制御・回避・分散・移転は、この低頻度巨大災害の第4象限だけではなく、高頻度あるいは小被害の場合でも必要である。近年、異常気象が常態化しており、毎年のように豪雨災害が発生している。毎年、場所こそ違え同じような被災形態を呈している。予測力、予防力、そして対策力を高める必要がある。災害リスクを直視し、そのリスクマネジメントを総合的に実践するリスクガバナンス (リスクの統治) がますます求め

られているのである。

図2は、総合的な災害管理（マネジメント）の考え方を示している⁶⁾。「防災」がその漢字の持つ意味から、どうしても事前の抑止対策のみと誤解されやすいことから、災害対策基本法が定義する「防災」に欠けていた「復興」も加えた上で、「総合的な災害管理」という言葉を使っている。これは3つの事前対策と4つの事後対策を合わせた7つの対策（これを「災害対応の循環体系」と呼ぶ）から構成されている。図2の白色部分がリスク・マネジメント、発災直後の灰色部分がクライシス・マネジメントである。リスク・マネジメントは将来的に起こる（まだ起きていない）事象に対して、それが発生した場合の被害を予防・軽減するために、最も合理的な事前・事後の諸対策を選択し、それらの進捗を管理するもの。一方、クライシス・マネジメントは起きてしまった事象に対して、時間と資源の制約がある中で、被災地域や組織が持つべき重要機能の低下防止と早期回復を実現するための管理・運営法である。

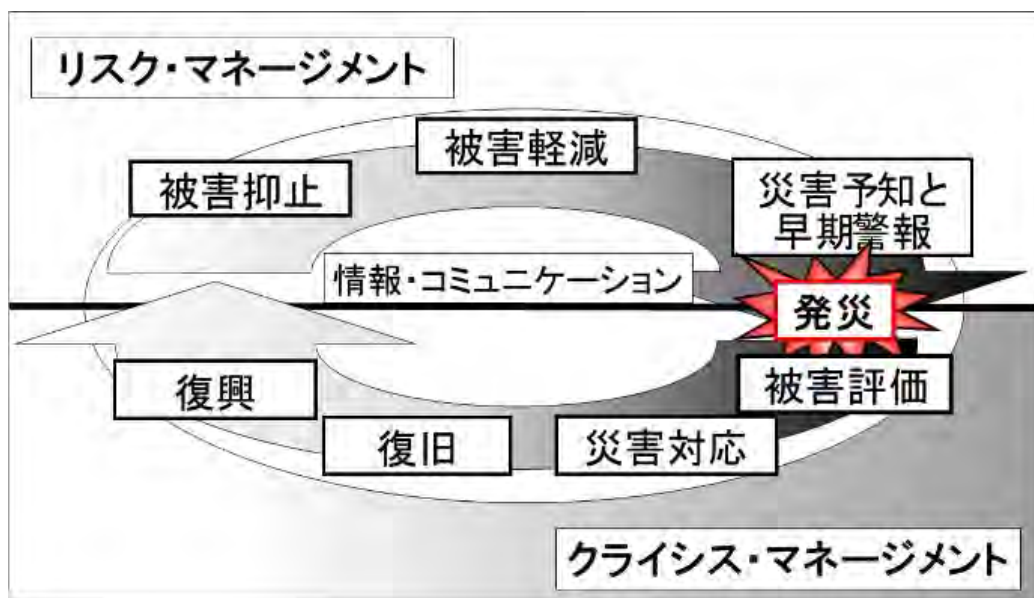


図2 総合的な災害管理のあり方

（出典）目黒公郎(2017)：首都直下地震に備える(2)総合的な災害管理で効果的に災害リスクを低減する、防災71(414)、公益財団法人東京連合防火協会、pp.16-19

この2つのマネジメントは、日本語ではいずれも「危機管理」と訳されることが多く、その差が明確でないが、実際はかなり違う概念である。リスク・マネジメントは将来的に起こる（まだ起きていない）事象に対して、それが発生した場合の被害を予防・軽減するために、最も合理的な事前・事後の諸対策を選択し、それらの進捗を管理するものである。一方、クライシス・マネジメントは起きてしまった事象に対して、時間と資源の制約がある中で被害の拡大を防ぐとともにそれらの影響を最小限に留め、迅速かつ的確な復旧・復興を推進させるための管理・運営法なのである。なお、図の中に「情報・コミュニケーション」を含めているのは、いずれの対策を講じる上でも、適切な情報の提示とコミュニケ

ーションが重要であることを示している。

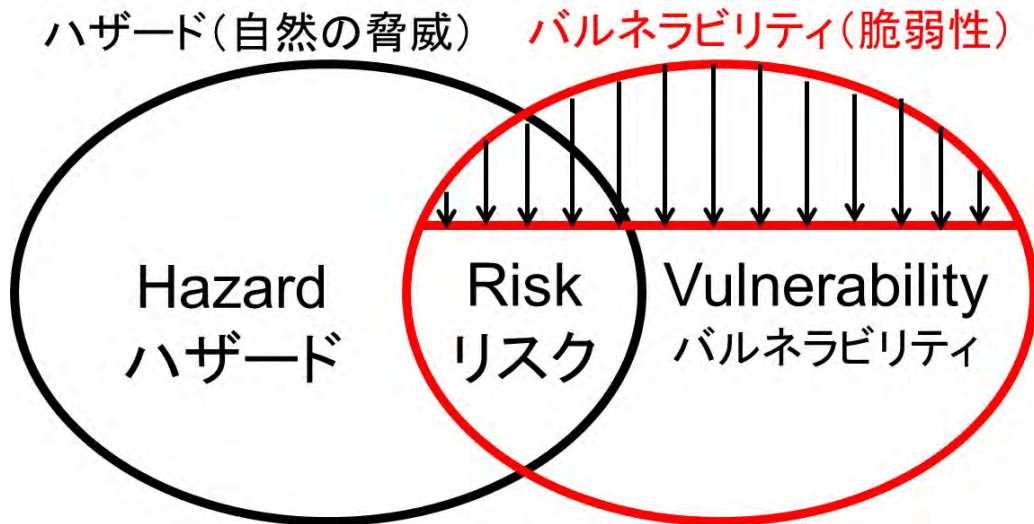


図3 災害リスクと自然災害及び脆弱性の関係

(出典) 目黒公郎(2017)：首都直下地震に備える(2)総合的な災害管理で効果的に災害リスクを低減する、防災71(414)、公益財団法人東京連合防火協会、pp. 16-19

地球温暖化などの例外を除き、通常、私たちはハザードを変えることはできない。すなわち、火山噴火や地震の発生を阻止することはできないので、社会のバルネラビリティ(脆弱性、曝露も含む)を低下させ、リスクを減らし将来の被害を軽減するしかないと言える(図3)。

現代社会においては、防災に関するインフラによりかなりの程度(計画・設計規模まで)守られてきた。これはいわゆる「公助」による防災である。しかしながら、このレベルですら達成できていない場合、「共助」、「自助」が不可欠である。

計画・設計規模に対する防御が達成できていたとしても、それを超える事象に対しては、インフラでは被害を軽減することはできても、被害をなくすことはできない。したがって、巨大災害(計画超過災害)に対する「公助」としては、適時・適切な情報提供、避難場所等の提供などが主な内容となる。そして、なんとか生き延びるためのキーとなるのが「自助」、「共助」なのである。自助は、個人や法人が、災害発生時に自身が受ける被害を最小化するとともに、迅速な対応や復旧・復興を可能にするために、独自に実施している事前から事後の各種の防災対策である。ゆえに、災害時に自分の力で避難することだけではないが、このことすら十分理解されていないのが現代社会であり、低頻度巨大災害に対する啓発を地道に継続していく必要がある。

無知・無策で理不尽な死や被害を招いてはならない。日頃より、周知活動が適切になされており、自ら学ぶ機会も与えられており、対策や災害時の行動等についても熟知した上で、なおかつ被災する場合は、止むを得ない、と納得できるであろう。そのように納得してもらえるような施策を行わねばならない。

災害リスクに関するガバナンスとは、単に災害リスクを管理するのみならず、防災関係組織及び住民がこのような納得感を共通に持てる段階にまで到達し、巨大災害に適切に対峙できるようにすることが含まれるのである。

なお、2019年12月から新型コロナウイルスが短期間の間に世界中に拡散した。各国において国難となっている。同時多発的なこの事象への対応が、国によって異なり、国や地域の指導者のリーダーシップの取り方、各国の人々の対応についても様々であることが明らかになった。こうした諸外国での事例から学ぶところも多い。優れた対応策もあれば、他山の石とすべき事例もある。この事象を、これまで日本的な対処で済ませてきたものを大きく変える機会として捉えることもできる。無謬主義に陥らず、リスクを正當に評価して、正確なデータや科学的根拠に基づいて立ち向かっていく各界、各セクターの意識改革も必要である。

災害後の復旧・復興について考察を加えると、従前は、原状復帰が原則とされていた。それは、経費をかけすぎないという納税者意識、「焼け太り」を許さないという住民感情、他の地域のリスクを上げないという考慮によっていた。しかしながら、第3回国連防災世界会議（2015年3月、仙台）で採択された仙台防災枠組2015-2030においては Build Back Better という概念が世界的に公認されることとなった。強化復旧あるいは改良復旧を積極的にしていこうという考え方である。原状復帰では、安全度は上がらない。同規模の災害事象が襲来したときに、前回と再び同じような被害を受ける。改良復旧しておけば同規模の災害事象が襲来しても確実に被害を減らせるという考え方である。一方、事前復興という考え方もある。被災時のことを予め考えてより良い地域にしておこう、被災しても被害が少なくなるようにしておこう、という考え方である。Build Better Before とも言える。これまでの防災投資政策は、被害を受けたところを直す、という姿勢であった。これは被災者感情を重視してきたものであるとも言える。しかしながら、よりリスクの高いのはこれから起こる可能性のあるところであり、そういうところに投資した方が、実は、政策的には優れている可能性もある。

こうした観点からも、これまでの我が国のやり方を一歩越え、世界で通用するような投資のあり方を考えていくことも必要である。

4 低頻度巨大災害に備える（委員からの個別意見）

分科会委員の個別意見を以下に示す。

(1) 大地震、大津波への備え（和田委員）

自然への畏怖の念を忘れ、人間や社会の欲望に任せ、科学技術の進展の先にバラ色の世界があると信じて、経済優先・効率優先で進められる国土開発・都市開発によって膨らむ脆弱社会が問題である。低頻度巨大災害（大地震、大津波等）への備えとして、極めて稀にしか起きないが、起きると悲劇的な災害を生む自然の猛威へ次に示す4つの段階で対処するのが良い。（米国 EQE、京都大学防災研究所教授を歴任した Dr. Charles Scawthorn との議論より）

● Location

国土計画、交通網、産業配置、都市計画、地域計画において、過度の集中を避け、適切な分散をはかる。過疎地域は適度に集中させる。居住地は津波の襲う場所を避け、崖地を避けるなどの対策を徹底させる。ただし、日々の生業を壊すような取り組みは避けるべきである。

● Structures

土木構造物、建築物、インフラストラクチャ、ライフラインを丈夫に作る。一般の住宅から公共建築、企業の建築などを丈夫に作る事が基本である。津波や火災に弱い木造の建設場所を適切に考える。

● Operations

地球物理の研究、地震のメカニズムの研究、津波予測技術、地震早期伝達システムの充実、水、食料、エネルギー、トイレの10日分ほどの確保、避難訓練、避難標識の充実、避難しなくても良い十分安全な建築物の構築、大災害時には自家用車を使わせないなど、多くの対策がある。

● Risk Transfer

失うものを補える仕組みを作らねばならない。大都市の災害は保険では補いきれない。国家予算で補う方法が行き過ぎると、市民を甘やかせることになり、事前対策が進みにくくなる問題がある。全国に工場を複数持つなどにより、企業活動が継続できるように工夫するなど、いろいろな危険分散の対策がある。

そのほか、以下のことが指摘できる。

- ・千年以上にわたり、災害国日本が培ってきた防災技術、特に自然に逆らわない減災の従来の考え方を現在に生かす。
- ・都市計画・土木工学・建築学の協力により、自然の美しさを考慮しつつ、行き過ぎでない土木工事と、防災を考慮した建築の作り方を工夫する。
- ・東日本大震災の復興において、防潮堤と土盛りを先行し、敷地ができたなら建築を建てるという方法が行われたが、正しい方法とは思えない。
- ・防潮堤建設や土盛りはほどほどにして、10階建てから20階建ての建築を作り、低層の2階までを商店や倉庫にすることができたはずであり、今後もそのようにすることができる。海の見える景観と自然の循環も守られ、津波によっても人々の命は守られる。
- ・地震災害、津波災害、洪水、水害、原子力災害などについて、災害を受けるような脆

い技術や文明社会を構築してきた関係者、特に研究者、技術者、行政・施策に大きな責任があると考えらるべきである。

(2) 二段防災の考え方（磯部委員）

ひとたび災害を受けると個人や地域が元に戻るのに長期間を要することになるので、ある程度の災害からの防護が必要である。しかし、既に見たように、巨大災害を引き起こすような洪水、高潮、津波等（ハザード）に対して、防災施設によって災害を完全に防ぐことは、経済的に困難であることに加え、環境や利用上の不都合をもたらすこともあることから、一般的には賢明な選択とは言えない。そこで、例えば一生に一度という程度の頻繁に発生するハザードに対しては防災施設を整備することによって防護し、それを超えるハザードに対しては、防災施設の効果も利用しながら、避難によって人命を守るとともに災害を軽減するという減災の考え方を取ることが、現実的であり、効果的・効率的となる。これは、二段防災と名付けられる防災システムである。東日本大震災の津波災害を受けて、津波防災についてはこのような考え方がとられたが、2015年の水防法改正により、高潮や洪水、内水氾濫に対しても同様な枠組みになろうとしている。ただし、その際、地震時の建築物の安全性は瞬時に人間の生命に結び付くものであるために、二段のとらえ方を多少修正する必要がある。最大級のハザードに対しても人命に対する安全性は確保しなければならない。

東日本大震災の後、仙台市の津波ハザードマップは大幅に改善された。レベル1津波の襲来場所のみならず、従前の津波ハザードマップには記載されていなかったレベル2の津波が襲来する範囲まで示されている。これは、二段防災の考え方を具現化したものと言える。

治水においては、こうした二段防災的考え方の施設整備として、超過洪水対策（スーパー堤防）が1980年代半ばから構想され、一部実現されている。水防法においても想定しうる最大級の豪雨に対する洪水ハザードマップを公表するように制度化された。これも二段防災の考え方のソフト面での導入である。

(3) 首都機能の分散（緑川委員）

巨大災害が首都圏を襲うと瞬時に国難に陥ることになる。東京一極集中の是正から首都機能移転が言われ始めて長年たつが、首都機能移転は遅々として進んでいない。政治・経済・文化の中心の全てが東京首都圏に集中していることは確かに効率的であるが、巨大災害時には壊滅的な被害を受け、国全体が機能不全に陥って立ち直れなくなることが懸念される。欧米の国々では国土全体に適度に機能が分散されている。成熟社会となった今、そろそろ国土全体として効率一辺倒を見直してそこから脱却することが必要である。

(4) 複合災害（田村委員、森口委員）

南海トラフ地震と首都直下地震などの巨大地震や、巨大台風や高潮などに加えて、複

数の自然災害が複合して発生する災害がある。このような複合災害には多様なものが考えられるが、従来はほとんど防災のための想定に入っていないようである。例えば、大規模水害で交通や情報が途絶したときに発生する大地震、あるいはその逆に大地震で交通や情報が途絶したときに発生する大規模水害、あるいは、大規模水害や大地震で停電が発生したときが、たまたま気温が40℃を超えるような熱波の状況だったとき、建物内の冷房が長期間停止するとどうということになるのか？これらは決して起こりえないほど低い確率ではない。また、大地震で堤防が壊れたり弱くなったりした状況で、大規模水害が発生することもある。災害では多くの場合、最も弱いところが攻撃されるものである。

さらに、気象現象が激化していく状況下では、従来の統計的な確率以上に水害の発生確率が高まる可能性もある。大災害の影響は数年以上の長期にわたる場合もあり、複合災害となる確率は決して無視できるほど低くはない。例えば、感染症蔓延が起きてしまった時点では、その災害の確率は1.0であり、この状況で他の自然災害が起きれば複合災害となるが、その発生確率は自然災害の発生確率と同じになる。

実際に災害時に生じることは千差万別であり、どこまで想定して対応しておくことが防災上有効なのかは難しい問題であるが、災害発生時に生じる多様な事象を想定して、あるいは過去の災害からの教訓を学んで、その対応を考える行為自体が有効とも考えられる。少なくとも、国難とならないようにするための危機管理上の中枢機能の維持に関しては、極力あらゆる事象を想定して、それへの備えを準備すべきであろう。

このような複合災害は、災害が複数同時期に発生することで、状況が想定と異なり、被害が拡大したり様相が変化したりするものであり、「起こりうるその他の巨大災害」として考えるべきである。ただしこの種の災害に対するハード施設整備等の対策には、複合災害の場合だからといって、個別の巨大災害対策と、そう大きく変るところはない場合も多いと思われる。特に考えておくべきは、個々の複合災害に対応するソフト的対策であり、この種の災害のソフト的な対策には事前の想定や訓練が重要である。

我々の生活は、現在種々のハード・ソフトシステムに依存しており、それらに頼り切っている。できる範囲での対策ではなく、対応が困難になる事象に対しての備えをどうするかを考えるべきである。便利で楽しい目先の幸せの追求ではなく、長期的に対応すべき重要なことに目を向けるように国民の知識や意識を高める諸施策が重要である。想定されるあるいは可能性のある災害事象の把握、それに対するハード・ソフトによる対策とその効果はどの程度進められているのか？国民はそのことをどの程度知っているのだろうか？これらの情報を踏まえて、防災の備えを進めるべきである。

地震に起因する火災・津波そして原子力発電所の事故という東日本大震災の経験は、典型的な複合連鎖災害であり、近年、自然災害起因の人為災害（NATECH）という研究分野が展開してきている。新型コロナウイルス感染症の流行により、複合災害への備えがより現実的なものとなりつつある。感染症災害と自然災害の複合災害に関する特別な配慮も必要である⁷⁾。元来、災害時には感染症の流行に注意が必要であるが、感染症の流行下で自然災害が発生した場合、従来とは異なる避難の方法、避難所における配慮が必要となる。

南海トラフ、首都直下クラスの巨大地震、津波や想定を上回る巨大台風・集中豪雨等による大都市部の広範囲にわたる浸水などにより、大量の建造物の損壊・瓦礫が発生し、数年スケールでの避難者が大量に生じるような状況が起こる。爆発性や有毒性を有する燃料・原料の大規模漏洩などとの複合災害も想定が必要である。自然災害以外の、化学 (chemical)、生物 (biological)、放射性物質 (radiological)、核 (nuclear)、爆発物 (explosive)の頭文字をとったCBRNE災害と括られる災害群との複合災害も「想定外」としない備えが必要である。

(5) インフラ整備による限界、防災に対する意識改革及び防災ビジネスの創造と育成 (西嶋委員、目黒委員)

ハード (インフラ) 整備による被害低減には限界があると我々は考える。限界があるとする理由は、①人間の認知能力には限界があるので、対策には穴ができてしまう、②社会の進歩とともに新たな災害の「素」が生み出されるので対応は後手になってしまう、ことである。理由は次の通りである。災害は、ハザード (地震・台風など) が、様々な地域特性を持つ対象地域を襲い、その結果としての発現する物理的・社会的現象が、ある閾値を越えたときに発生する。また地域特性は、自然状況の特徴づける自然環境特性 (気象/気候、地理、地形、地質/土質など) と社会状況を表わす社会環境特性 (人口分布や密度、都市システム、インフラ、政治・経済、文化/教育、歴史/伝統、宗教・思想、法制度、防災対策など) から構成される。さらに地域活動や人々の生活が、季節・曜日・時刻などによってダイナミックに変化することから、時間的な影響も受ける。ゆえに、災害現象を理解するには、ハザードの特性に加えて、社会の進歩とともに変化する対象地域の地域特性の理解が不可欠であるが、この理解不足が新たな災害の素になり、対応が後手になってしまうのである。

ゆえに、数百年レベル対応のインフラを千年 (年数は仮) レベルに引き上げたとしても、再現期間は長くなるだけで、いずれ国難級災害はやって来る。従って、インフラ整備以外の道を模索するべきであると考えている。ハード面では機能の分散、ソフト面では地道な啓蒙 (災害に対処する術と並行して、災害対策を他人/国任せにするのではなく、「自己責任」で対処しなくてはならないという雰囲気とマインドセットの醸成) である。

これまでの防災インフラ政策のおかげで過去の成長と現在の日本があることは事実であるので、すぐに方針を変えろというわけにはいかないと思うが、既存の防災減災に対する基本方針からの転換こそが提言と思う。そして、直近の南海トラフ地震と首都直下地震対策をにらみながら、上のようなパラダイムシフトを実現することが、解決を求められている課題ではないだろうか。

我が国の少子高齢化・人口減少や財政的な制約と発生が危惧される災害の規模を考えると、今後の大規模災害への対応は「貧乏になっていく中での総力戦」になる。比較的余裕のあった時代、行政は災害リスクの高いエリアに住んでいる人や施設を、莫大なお金をかけて守ってきたが、今後は無理である。

防災対策には「自助、共助、公助」に対応する3つの担い手があるが、今後は「公助」

が益々縮小していく。ゆえに、その不足分は「自助と共助」で補足する必要があるが、従来のように、その担い手である個人や法人、NPO やNGO 関係者の「良心」に訴えるだけの防災はもはや限界である。活動主体の個人や組織、さらに地域に対して、物的・精神的な利益がもたらされる環境の整備が不可欠だ。ここでキーとなると考えているのは、防災対策の意識改革「コストからバリュー」と「フェーズフリー」である。この意識改革に基づいた防災ビジネスの創造と育成、さらにこれらの海外展開である。こうしないと、国内の防災の仕組みを高い水準で維持することが難しいからである。

従来のコストと考える防災対策は「一回やれば終わり、継続性がない、効果は災害が起こらないとわからない」ものになるが、バリュー(価値)を高める防災対策は「災害の有無にかかわらず、平時から組織や地域に価値やブランド力をもたらし、これが継続性される」ものになる。災害時と平時のフェーズを分けないフェーズフリーな防災対策は、平時の生活の質を向上させるとともに、それがそのまま災害時にも有効活用できる防災対策である。これらの防災対策によって、海外までを対象とした適切な防災ビジネス市場が醸成され、「公助」の不足分を補う高いレベルの防災力の進展と維持が可能になり、我が国の将来の巨大災害時の被害の抑止と軽減が実現する環境が整備される。言い換えると、公的資金を使って行政が主体となって防災対策を推進する従来型の「公助」から、「自助や共助」の担い手に、自発的に防災対策を実施してもらうための環境整備を推進することが、これからの「公助」が目指す方向と言える。

また、少子高齢人口減少社会では、土地利用政策に基づく人口誘導が重要になる。従来の街や集落の分布をそのままに人口の変化を自然に任せるのではなく、各地域の災害リスクを評価し、リスクの高い地域に住む人々をリスクの低い地域に誘導する「暴露人口や暴露財産」の軽減策である。この対策は人口減少社会で効果的に実施できるし、これによって移動してくる人々も彼らを迎え入れる人々もハッピー、行政も施設の管理費などが大幅に削減できる環境整備が可能になる。

(6) 巨大災害対策としての超高層建物と臨海部の取り扱い (永野委員)

大都市で危惧される活断層等による大振幅パルス性地震動の発生、地表断層の出現、及びそれに伴うタワーマンション等の超高層建物を含む重要構造物の倒壊が考えられる。短期的には、予測不可能な地表断層を伴う地震動に対し、超高層建物等が倒壊に至ることのないような耐震設計の体系構築を目指す。低頻度巨大災害時には超高層建物を含む建物は大都市への凶器ともなり得る。超高層を含む建物が公的存在であり、災害時の社会的責任を負うことを建物のオーナーに意識させる。このため、超高層建物等の重要構造物については、自動車のドライブレコーダーに相当する地震計の設置を義務化する。また免震・制振効果等を含む各建物の耐震性を日常的に確認させるとともに、大地震が発生した際の安全性確認のための報告を行う仕組みを整備する。

2025年大阪万博に向けて臨海部の大型開発が進んでいくことも予想される。大阪臨海部は地震、液状化、津波、高潮、洪水、台風等の複合災害が発生する可能性が極めて高い。土木・建築の分野を問わず、低頻度巨大災害時に大阪臨海部で何が起きるかをイメ

ージし、具体的な対策を提言する必要もある。

(7) 交通と災害の基本的関係性にかかわる本質的課題（家田委員）

「交通」(communication)と称する場合、通常、人やモノの実体的な輸送(transport)もしくは移動(mobility)と、無形の情報の通信(tele-communication)の両方を包含している。

その両者ともに、平常時の暮らしや産業などを支える極めて基幹的なサービスであるが、同時にまた、1)災害などの非常時にも重要な機能を果たすことが期待され、そのため、2)交通サービスを支える施設には相応の耐災性能を有することが要求され、さらに、3)交通サービスそのものが災害に関してネガティブな作用をもたらすこともある、という点でも共通の性質を持っている。

以下、この3つの点に着目して、交通と災害の基本的な関係性とそこに内在する本質的な課題について述べる。

1)について： 道路をはじめ様々なモードに、避難、救助、消火、捜索、救援、復旧、復興など、平常時とは量も様相も全く異なる交通需要が生じる。情報通信においても同様である。また、大きな鉄道駅や道の駅などでは、一時避難地や救援拠点としての空間需要が発生することも少なくない。2011年の東日本大震災の発生後、交通路を確保するための「道路啓開」の重要性が国民的に認識され、「命の道」というキャッチフレーズが唱えられ、被災地域においては「復興道路」や「復興支援道路」として幹線道路整備が進められた。

しかしながら、交通施設のライフタイムの中で圧倒的な「交通量」を占めるのは平常時の交通需要であり、またそれに付随してもたらされる運賃や料金の収入であることから、交通事業者・交通施設管理者の主たる関心が「平常時」に置かれがちになる傾向は否めない。公的セクターや民間交通事業者における交通施設への設備投資判断(例えば、費用対効果分析)においても、非常時の機能が看過されるわけでは決していないが、判断材料の中心には「平常時」の効果が大半を占める。結果として(平常時の交通量の少ない)僻地の交通整備はたとえ防災上のニーズは高くとも遅れがちとなる。

2)について： 橋梁やトンネルなど交通施設自身の耐災性能はもちろんだが、それと同時に交通施設を取り巻く「周り」の施設(例えば、沿線の老朽建造物、他者の保有管理する隣接斜面、横断建造物など)の耐災性能の良否が交通機能の死命を決する場合が多いことに注意を要する。逆のケースもある。例えば、鉄道や道路の河川橋梁が勾配制約上簡単には工事できないため治水上の弱点個所となることはその典型例である。各種の設計基準などの充実や補強によって交通施設自身の耐災性能の確保は一定程度進んでいるが、こうした「周りから」あるいは「周りへ」のリスクへの対応には、工学的側面よりも費用負担に関する法理念や社会通念が深く関与することから、問題はより複雑かつ困難なものとなっている。

こうした施設の耐災性能は、いわば「点」の性能であるが、交通サービスはネットワーク的に機能して初めて役割を果たすものなので、連続した「線」としての耐災性能が

重要であり、さらに確率的な見地からは複数の「経路」をもつことが大きく寄与する。

また、交通分野は、その本質でもある広域的なネットワーク性に起因して、一般に標準化志向が強く、また技術的にも組織文化的にも「慣性」(inertia)が大きい。1960年前後に開発され瞬く間に世界の貿易のほとんどを担うようになった国際海上コンテナに見られるとおり、「標準化」が極めて大きな成果をもたらすことが多々ある反面、個別性が強い建築物などに比べると、交通分野では耐災性能などに関しても「工夫」や「進化」の導入スピードが遅くなりがちである。

3)について： 至近の例では、2020年のCOVID-19災禍でも、世界をカバーする便利な移動手段が整っているがゆえに、ウィルスは武漢から瞬く間に世界中に広がり、根拠のない時として悪意のフェイクニュースは、SNSを介して人々に広がり社会を混乱に陥れた。

より長期的かつ本質的な局面においても、交通機能は災害に対してネガティブな側面を有している。現在、世界人口の相応部分が巨大都市に居住しているが、集積と規模の経済特性とともに、交通機能はそれを可能にする一因となっている。例えば、圏域人口3,000万人を擁する東京都市圏は約2,000キロの延長をもつ高性能の都市鉄道網なくしてはあり得ない。便利な交通機能が脆弱な巨大都市形成の一端を担っていることは間違いない。

さらに言えば、他の高度化した財やサービスと同じく、交通の便利さが、動物としてのヒトが本来有する非常事態における対応能力を劣化させてきた側面も否定できない。

以上のように、災害との関係性からみれば、交通サービスは単なる市場的解決によるだけでは最適な状態は達成しがたい、正または負の「外部性」が内在しているわけである。この外部性に起因する「市場の失敗」に根拠を置き、交通分野では、技術的側面・事業制度、事業規制・財政支援・公共投資あるいは基本理念や将来ビジョンの提示など様々な局面で、政策的介入が行われるのが普通である。政策的介入には、狭義の交通政策ばかりでなく、都市政策や国土政策なども含まれることはいうまでもない。

ところが、こうした政策的介入の最適性を確保することは、市場的解決と同等あるいはそれ以上に難しい。交通サービスがもつ種々の市場外効果を重視すれば、ともすると保護産業化して効率を低下させて進化の活力を失う。それが問題だとして規制緩和の「政策」ばかりを無邪気に進めると、今度は過度な市場競争のしわ寄せが貸切バスやトラック運転手の労働環境を悪化させ事故の潜在要因を生んだりする。COVID-19により世界の大手エアラインの経営がいずれも苦境に陥っているが、これには航空市場の規制緩和によって多くのLCC (Low Cost Carrier)が参入することによって競争が激化し、大手の経営を圧迫した影響があることは明らかである。短期の市場的成果と、安全性・環境保全そして災害対策などの長期の市場外成果とを政策的に両立させることは容易ではないのだ。

災害関連でいえば、社会情勢や技術環境の変化を追いつつ、多くの場合、巨大災害の発生を契機にして、政策介入のメニューとその程度を試行錯誤的に検討し、いわばブリコラージュを行いながら、システム全体の改善を目指しているというのが実情である。

あくまでも私的な感想にすぎないが、災害関連の政策介入は、全般的にみた場合に「明らかなやりすぎ」というレベルにはなく、技術面でも制度面でもゆっくりと階段を登るような調子ではあるが一步一步進化してきたように思う。

その際には、学識者や各種の専門家を交えた公的な審議会や委員会が少なからぬ役割を担っている。以下は、2018年の西日本豪雨災害を踏まえて、筆者も参加して国土交通省・道路局に設けられた委員会が、2019年春に、災害に関して道路行政として至急検討し実現すべき事項として提示した項目である。一部は既の実現している。参考までに例示する。

- ① 発災後の統括的交通マネジメント実施体制の法制度化
- ② 災害復旧及び修繕・更新など非常時における徹底的な工学的工夫力の発揮
- ③ 災害に配慮した道路構造令等の設計基準類の見直し
- ④ 災害時における自動車を利用した避難のあり方に関する指針の策定
- ⑤ 道路ネットワークの耐災性評価方法の充実と道路投資判断への反映
- ⑥ 周りからリスクを含む道路へのハザードの同定と評価方法の充実

(8) 巨大災害時の廃棄物の処理と備え（森口委員）

巨大災害時には、大量の災害廃棄物、とくにいわゆる瓦礫類が発生し、迅速な復興に向けて、円滑な撤去、処理が求められる。復興に要する用地（仮設住宅用地、災害廃棄物の仮置き場、処理施設等の用地）を確保するため、オープンスペースを拡大し、都市空間の冗長性（空間にゆとりを持たせる、または、普段は無駄なスペースと思われるけれども災害時にはそのスペースがたいへん役に立つ）を高めることが必要である。緑地や公園などの拡大は、気候変動やヒートアイランド現象による都市の高温化の緩和策としても有効である。

現在の「空き家」の実態をより精緻に把握し、賃貸用・売却用は応急仮設住宅への転用が円滑に行えるようにするとともに、放置された空き家が倒壊や火災延焼により災害の被害拡大の誘因とならないよう、跡地の防災拠点としての活用を視野に入れ、解体などの踏み込んだ対応を計画的に進める。

「ものづくり」を支えてきた生産施設や貯蔵施設が老朽化していることを踏まえ、大規模自然災害時の火災・爆発、有害物の漏洩などの上記（4）で指摘した複合災害の未然防止のための対応を強化するとともに、電力供給や情報通信インフラの途絶も想定したうえで、発災時の住民への情報提供、避難誘導策を準備する。

ライフラインの大規模化、集約化、効率追求によって生じた脆弱性を克服するため、災害時にもエネルギーや水の供給、排水や廃棄物の処理が行える中規模、分散型の施設の整備や既存の施設の転換を進める。とくに都市空間のオープンスペース拡大、防災拠点整備とタイアップすることが効果的。

これら一連の施策を実現するには、行政の所管や学術の専門分野の縦割りの壁を越えることが重要である。数年スケールの対策を積み重ねることによって、数十年で大きな転換につながる。

東日本大震災の教訓の一つとして、災害廃棄物の仮置きや処理のための用地が公共用地のみでは十分でなく、私有地の借用にも時間を要し、瓦礫の撤去や災害廃棄物の迅速な処理に支障をきたしたことが挙げられる。上記の巨大災害が想定される地域は、東日本大震災の被災地と比べて、極めて高密度な市街化が進んだ地域が多く含まれ、スペース不足への備え、密集市街地に潜むリスクへの備えが重要である。

(9) 防災教育における巨大災害の取り扱い（緑川委員、寶委員）

学校教育における防災の授業や訓練をこれまで以上に充実させる必要がある。そのため、総合学習の授業時間や社会・地理・地学教育などにおいて、少年期から災害リスクや防災に対する知識・心構え・備えを涵養する工夫を望みたい。一般市民への防災教育・啓蒙により事前対策の促進を図れるばかりでなく、災害関連情報（特に非公共の構造物被害、強震記録など）は社会全体の共有財産という認識を醸成したい。それによって災害関連情報を隠さずに社会全体で共有できる社会を目指したい。

従来为学校における防災教育においては、地震や津波に対する避難訓練が中心であった。しかしながら、「巨大災害時の対応」については不足していたと言える。教員に対する研修も必要である。市民の生涯学習のいろいろな場面でも、防災が取り上げられるが、巨大災害についてもその内容の拡充が必要である。

(10) 高度情報通信ネットワーク社会の防災～ソーシャルメディアなど民間メディアからの情報収集とその活用～（山本委員、森口委員、小林委員）

災害時には状況が刻々と変化するため、状況を短文と画像、動画で示すことができる Twitter の利活用が特に目立った。Twitter とはアメリカでは 2006 年、日本では 2008 年から利用され始め、今していること、感じたこと、他の利用者へのメッセージなどを「つぶやき」の形式で、280 文字（日本語などは 140 文字）以内の短い文章で投稿するスタイルのブログサービスである。大きな特徴はハッシュタグ（hash tag）であり、Twitter で発言をグループ化して検索・表示することができる標識となる。これは「#」記号に続けて単語やフレーズを記述したものであり、同じハッシュタグを持つ発言を集めて掲示板のように一覧することが可能である。またハッシュタグを付加することで、「その発言が何についてのものか」をわかりやすく示すことも容易に可能である。

2018 年 7 月に発生した西日本豪雨では、ソーシャルメディアのうちでも特に Twitter を用いた災害時の救助活動が行われ、投稿情報に付いた位置情報が「命の情報」になりうるようになった。2019 年 10 月の台風 19 号時には、長野県では Twitter を用いた情報収集と救助活動が行われた。長野県は防災情報の公式アカウントを救助要請の情報を収集するツールとして用いて、救助が必要な県民に対して写真や位置情報とともに「#台風 19 号長野県被害」というハッシュタグを付加したツイートを呼びかけ、およそ 50 件の投稿情報を実際の救助につなげることができた。このような実際の災害時の事例を参考に、各自治体単位で地域の実情に合わせて Twitter の利活用のルール化を事前に進めることが望まれる。

東日本大震災後の中央防災会議防災対策推進検討会議最終報告書⁸⁾では、行政の情報収集には限界があり、様々な主体が収集・発信する情報を活用するために、ソーシャルメディアを含む民間メディアからの情報収集の必要性が示されている。近年の豪雨災害では、ソーシャルメディアのうちでも特にTwitterを用いた救助活動が実際に行われた。

ただし、平時においてTwitterなどのソーシャルメディアを通じた誹謗中傷が命にかかわる事態につながった事例があること、災害時に悪質な流言飛語が流布された事例があることなど、負の側面があることにも十分留意が必要である。情報の発信源の信頼性、情報自身の信頼性を高めることは、ソーシャルメディアの活用における平時からの課題でもある。ソーシャルメディアの社会における活用が発展途上であることを踏まえ、災害時固有の課題を近年の経験から整理し、より有効な活用につなげていく必要がある。

同様に地理空間情報の活用は、状況認識の統一や意思決定支援などで極めて有効であるため、静的情報については平常時から整備共有を進め、動的情報は迅速に収集するしくみを構築する必要性が示された。さらに防災基本計画においても、GIS (Geographic Information Systems: 地理情報システム) は災害対策を支援するために構築が推進されるものであると位置づけられている。現代の超スマート社会では、こうした ICT (Information & Communication Technology) を用いたリスクコミュニケーション、情報伝達システムが重要である。

スマートフォンをはじめとする携帯通信端末の普及、機能の充実の結果、国民の多くはそこから常時最新の情報が得られることを前提に、日々の生活を送っているように見える。巨大災害時にもそうした情報が提供可能となるような、情報通信サービスインフラの強靱化の対策はむろん必要だが、それが利用できない場合でも「生き延びる知恵」を伝承することも重要ではないか。

災害は起こるものとして捉え、過去の経験の分析、蓄積、その巨大災害時の活用を、特にIoT やAI などデジタル技術を駆使して行えるような取り組みや体制作りに着手すべきである。特に、巨大災害時には、停電・冠水などによる電源喪失から端末及び通信基地局が使用不能になるなど、いざという時に使えない脆弱性を有していることも教訓として共有し、生かしていかなければならない。また、そのための人材育成も喫緊の課題であると考えられる。

(11) 超高齢社会・人口減少社会の防災（目黒委員、寶委員）

我が国は、2007年ごろから全人口に占める65歳以上人口の割合が21パーセントを超え、「超高齢社会」に突入した。高齢者は、災害に対する知恵を有するが、昔の知恵が現代の複雑社会に必ずしも役に立たない場合も多い。土地利用変化や気候変動が、昔と異なる災害の様相を呈する場合も少なくないのである。

独居老人、寝たきり老人と言われる高齢者は、災害に対して極めて脆弱である。災害の予測情報や避難情報などの防災情報がこうした人達にも公平に伝わるようにしなければならない。いわゆる「デジタル・デバイド」というような情報隔離の状態に陥らないようにする。高齢者が「自助」をできない場合も多い。災害時に介助が必要であれば「共

助」や「公助」が必要になってくる。

2004年7月の新潟洪水では、洪水災害時に介助を要する複数の独居老人が、徐々に浸水するタイプの洪水であったにもかかわらず、それぞれ自宅の1階で溺死した⁹⁾。家族もヘルパーもいない状況で洪水という自然災害によって孤独死したのである。防災と福祉の連携の重要性が認識された事例である。

巨大災害に対して、超高齢社会の防災をどうすべきか、という問題は高齢化先進国の我が国にとって重要な問題である。高齢者福祉施設が、山裾にあって土砂災害を受けたり（1998年福島）、川沿いにあって洪水で入居者全員が死亡したり（2016年岩手）という悲惨な事例があった。巨大災害の発生時にはさらに深刻な被害が予想される。防災と福祉・医療を関連づける観点からは、コンパクトシティというような考え方も一つの方法である。巨大災害に脆弱な大都市圏から離れた、被災しにくい場所に位置する都市に、高齢者を移転させるとともに、福祉・医療施設を誘致するのである。当該都市の一般市民にとっても、生活に必要な諸機能が近接した効率的で持続可能な都市、もしくはそれを目指した都市政策であり、災害危険性の低い地域の重点利用、集住による迅速・効率的な避難及び医療活動という観点から巨大災害対策として有効であると考えられる¹⁰⁾。

各地の災害リスクを評価した上で、災害リスクの高い地域に住む人や存在する施設を、災害リスクの低い地域で、人口減少によって空くスペースに移動してもらうことを誘導する土地利用政策によって、人命も財産や機能も守る政策を進めていくべきである。このとき重要なのは、今後は行政も市民も大きな財政負担は難しいので、市民のライフプランの中で、例えば、引っ越しや住宅の建て替えのようなタイミングに、災害リスクの低い地域で人口減少によって空くスペースに移動してもらうことである。こうすることで、特別な対策費や予算措置がなくても（最少額の予算で）、地域全体としての将来の災害リスクも被害量も大幅に減り、災害対応の環境も大幅に改善される。これを推進する方法の一つに、災害保険のリスクコントロール機能があるが、現在の災害保険制度では、この機能が非常に弱く、保険で最も重要な「公平の原則」も成立していないので、この改善が望まれる。また上記のような活動を強力に推進するには、政治的な力も必要だが、多くの政治家にはこれができない。理由は、彼らが、被害が起きた後に被災者をケアした方が、得票につながりやすいと考えているからである。この状況の改善には、選挙民に、上で説明した「貧乏になっていく中での総力戦」の状況や「災害リスクの高い地域から低い地域への人口誘導」が現実的、かつ本質的な防災対策であることを理解してもらうことが不可欠であり、そのための学術的なデータの整備と説得力の高い論理構築が日本学術会議には期待される。

いつ起こるかわからない低頻度の災害に対し、行政や納税者の防災投資意欲は必ずしも高くない。しかしながら、福祉・健康・医療の問題になると人々は高い関心を示す。福祉・健康・医療の問題は高齢者にとって重要であるが、防災は対象者の年齢を選ばない。これらはそれぞれ大いに関連するのであるから、投資を促進するために、防災を福祉や医療と結びつけた形で施策化することが考えられる。

(12) 広域支援体制の確立（竇委員）

阪神・淡路大震災や東日本大震災では、日本全国からの支援が寄せられた。緊急に必要な物資の支援、復旧のために必要な人員の支援もある。ただし、それぞれの都道府県が個別独立に物資を提供する場合、その物資が必要以上に重複したり、せっかくの支援物資の保管場所がなかったり、という事態も生じる。巨大災害時になされる都道府県境を越えた支援について、予め協定を結ぶなど、事前準備をしておくべきである。

また、巨大災害の場合、あるいは、国境を超えて波及する広域災害の場合は、国際協力のもと、人の移動や物資の支援などが円滑になされる必要がある。良好な協力関係を築くとともに、有事の物資や人員の受け入れ（あるいは被災地への支援）の体制を準備しておく必要がある。感染症災害の場合は、疾病が拡散しないような迅速・効果的な方策も必要である。

5 低頻度巨大災害に対する基本的考え方

以上のような考察及び意見を、12の事項に整理し、3章で述べた4つの基本的考え方に分類した。各事項は、いずれもすぐに着手すべきことである。

- (1) 命を守る
- (2) 被害・影響を広めない、長引かせない
- (3) 緊急事態における危機管理機能の確保
- (4) 弛まぬ予防的施策の展開と心構えの醸成

(1) 命を守る

1. 【人的被害の最小化】国や自治体は、巨大災害発生の場合、財産（物的被害）までを含めた抜本的な被害軽減を行うことは難しいので、災害の予知・予見と早期警報システムを充実させ、適時的確な情報提供及び勧告・指示を行い、迅速適切な行動を導くことで、まずは、人的被害の最小化を図るべきである。
2. 【複合災害への備え】国や自治体は、複数の災害の同時発生も考慮すべきである。複合災害が、さらに巨大な災害に拡大し多くの人命が失われる可能性がある。なお、感染症災害と自然災害の複合災害を考える際には、避難所の数と場所の再検討、避難所において「三密」を防ぐ方策など、感染症の拡大を防ぐ措置が必要である。
3. 【公共投資】迫りくる南海トラフ地震と首都直下地震という二つの「国難」災害の被害を極力低減させるために、今後15年以内に公共投資を集中すべきである。それでもなおかつ大きな人的・物的被害が出ることに留意しなければならない。一人でも多くの命を守るために、国土利用計画を見直し、インフラ整備に止まらない投資・施策をも同時に考えるべきである。今後さらに対策を要する地域をも対象として、投資の費用対効果も考えて、場所的・内容的優先順位を付けていく必要がある。

(2) 被害・影響を広めない、長引かせない

4. 【巨大災害リスクへの備え】国や自治体は、低頻度巨大災害に対するインフラ整備の限界（時間と金がかかること、計画・設計超過事象には対応できないこと）を認識し、避難・転地・保険・補償など、巨大災害リスクの回避・分散・移転を総合的に考えたリスクガバナンス（リスクの管理・統治）の研究や施策を実施すべきである。また、国、自治体、企業における業務継続計画・管理（BCP・BCM）を推進する必要がある。
5. 【法制度・体制の整備】国は、低頻度巨大災害（感染症災害や大規模人為災害を含む）には、緊急事態対応が効果的にできる法整備、体制整備、国民の意識啓発が早急に必要である。巨大災害からの復旧復興を迅速かつ効果的に進めることができるように、私権の制限を含む、通常時とは異なる災害時の法制度を予め整備すべきである。
6. 【広域連携と国際協力】各自治体は、巨大災害時になされる都道府県境を越えた支援について、予め協定を結ぶなど、阪神・淡路大震災、東日本大震災の時の経験も参考にして、事前準備をしておくべきである。国境を超えて波及する広域災害の場合に対しても、国際協力のもと、人の移動や物資の支援などが円滑になされる必要がある。国は、各国と良好な協力関係を築くとともに、有事の受け入れ（あるいは支援）の体制を準備しておく必要がある。

(3) 緊急事態における危機管理機能の確保と向上

7. 【危機管理機能の確保のための対策、バックアップシステム】国や自治体は、巨大災害時に危機管理上の中枢を担う機能が損なわれないように万全の対策を早急にとっておく必要がある。その機能維持に関しては、起こりうるあらゆる事象を想定して、冗長性のある（1系統が被災しても他の系統でカバーできるような）バックアップシステムを予め準備しておくべきである。
8. 【防災情報伝達システムの整備】国や自治体は、巨大災害発生に備えて、巨大災害を想定したリスクの住民への伝達・認知の徹底（いわゆるリスクコミュニケーション）、防災情報伝達システムなど様々な施策と投資が必要である。住民は、ハザードマップや、危機発生時に提供される防災情報とその活用方法について平常時からよく学んで備えておく必要がある。
9. 【防災教育と学術研究】学校教育の現場においては、当該地域の災害特性を踏まえ、防災の授業や訓練をこれまで以上に充実させ、少年期から災害リスクや防災に対する関心・知識・心構え・備えを涵養するよう努めるべきである。その際、従来の防災教育において不足していた「巨大災害時の対応」について教育内容を見直す必要がある。防災分野の研究においては、社会実装を意識した研究開発を重視し、その成果が実際の危機管理対策に役立ち、社会に対して説得力のあるものを重点的に進める必要がある。実務的な意思決定を行う政府と、その意思決定の基礎となる科学的知見を有する専門家との関係、緊急時の協力体制を予め想定し、危機管理におけ

る学術の意義・役割を明らかにしておくことも有用であろう。また、58もの関係学術団体が密接に連携を取り合っている防災学術連携体のような組織が、巨大災害発生時に学界からの貢献を効果的に果たせるよう考えておく必要がある¹¹⁾。そのために防災学術連携体と府省庁の連絡会が毎年行われている。

(4) 弛まぬ予防的施策の展開と心構えの醸成

10. 【超高齢社会・人口減少社会】国や自治体は、被災する可能性が高く、また、被災時に自助がしにくい高齢者・要介護者に対して、防災情報や対処の仕方が的確に伝わり実際の適切な行動につながる施策を推進すべきである。また、人口減少社会では、土地利用政策に基づく人口誘導が重要になる。従来の街や集落の分布をそのままに人口の変化を自然に任せるのではなく、各地域の災害リスクを評価し、リスクの高い地域に住む人々をリスクの低い地域に誘導する「暴露人口や暴露財産」の軽減策を考え、移動する側及び移動を受け入れる側双方にメリットがあるような政策を実現する必要がある。いわゆる「コンパクトシティー」の考え方も有効である。いつ起こるかわからない低頻度の巨大災害に対し、行政や納税者の予防的な防災投資意欲は必ずしも高くない。防災を福祉や医療、地域振興と結びつけた形で施策化することにより投資を促進することができる。防災投資を、消費するコストと考えるのではなく、生み出される価値（バリュー）と考える発想の転換が必要である。
11. 【災害回避のための移転・転地の促進】被災する可能性の高い地域からの移転を積極的に推進すべきである。このため、国や自治体、その他関係団体は、災害に強い地域を選択し基盤整備を行って、居住や産業活動を安全な場所に誘導すべきである。企業等は、移転可能な事業所とその従業員の住居を移転させることは、自らを守る対策であることを認識し、民間主導の自衛的な投資を行うべきである。
12. 【機能分散を考慮した国土計画・都市計画の見直し】東京一極集中の是正が急務である。政治・経済・文化の中心が全て東京首都圏に集中していることの効率性は、逆に、首都圏を襲う巨大災害時には国全体が瞬時に機能不全に陥って立ち直れなくなることを意味する。効率一辺倒を見直し、国土全体として機能が適切に分散されるような施策が必要である。国土計画・都市計画の見直しが必要である。時間のかかる作業であるが、国は、地方自治体及び経済界とも連携して、将来ビジョンを早い時期に明確に設定し、その達成に向けて地道に計画的に機能分散させていくべきである。

(注) 防災と減災について

・災害対策基本法より抜粋した「防災」の定義

(第一章 総則 第二条の二)

防災 災害を未然に防止し、災害が発生した場合における被害の拡大を防ぎ、及び災害の復旧を図ることをいう。

(なお、災害対策基本法においては「減災」という言葉は使われていない。)

・防災基本計画¹²⁾における「防災」、「減災」の定義

(第2章 防災の基本理念及び施策の概要)

- 防災とは、災害が発生しやすい自然条件下にあって、稠密な人口、高度化した土地利用、増加する危険物等の社会的条件をあわせもつ我が国の、国土並びに国民の生命、身体及び財産を災害から保護する、行政上最も重要な施策である。
- 先に述べたように、災害の発生を完全に防ぐことは不可能であることから、災害時の被害を最小化し、被害の迅速な回復を図る「減災」の考え方を防災の基本理念とし、たとえば被災したとしても人命が失われないことを最重視し、また経済的被害ができるだけ少なくなるよう、さまざまな対策を組み合わせることで災害に備え、災害時の社会経済活動への影響を最小限にとどめなければならない。

<参考文献>

- 1) レジリエンスの確保に関する技術検討委員会 (2018) : 「国難」をもたらす巨大災害対策についての技術検討報告書、委員長 : 中村英夫、土木学会、76 pp.
- 2) 土木学会 (2020) : 巨大地震・自然災害に備える-災害時情報の収集・伝達と早期復旧への活用-、特集記事、土木学会誌、第105巻、第1号、pp. 4-41.
- 3) 国土交通省 水災害に関する防災・減災対策本部 (2017) : 浸水被害防止に向けた取り組み事例集～社会経済被害の最小化の実現に向けて～、平成29年8月、244 pp.
- 4) 閣議決定 (2016) : 地球温暖化対策計画、平成28年5月13日、71 pp. +別表.
- 5) 環境省地球環境局 : 気候変動適応法 (平成30年法律第50号)、平成30年11月、66 pp.
- 6) 目黒公郎 (2017) : 首都直下地震に備える (2) 総合的な災害管理で効果的に災害リスクを低減する、防災 71 (414)、公益財団法人 東京連合防火協会、pp. 16-19.
- 7) 防災学術連携体幹事会 (2020) : 市民への緊急メッセージ 「感染症と自然災害の複合災害に備えて下さい」
http://janet-dr.com/070_seimei/071_seimei200501.html
- 8) 中央防災会議防災対策推進検討会議 (2012) : 防災対策推進検討会議最終報告～ゆるぎない日本の再構築を目指して～、44 pp.
- 9) 林春男・田村圭子 (2005) : 2004年7月13日新潟水害における人的被害の発生原因の究明、地域安全学会論文集、第7巻、pp. 197-206.
- 10) 国土交通省 (2015) : 地方自治体への技術的助言、コンパクトシティと関係施策の連携の推進について
https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/toshi_city_plan_tk_000016.html
- 11) 日本学術会議防災減災学術連携委員会、同土木工学・建築学委員会低頻度巨大災害分科会、防災学術連携体 (2020) : 日本学術会議公開シンポジウム (2020/03/18) 「第9回防災学術連携シンポジウム 低頻度巨大災害を考える」
https://janet-dr.com/060_event/20200317.html
- 12) 中央防災会議 (2018) : 防災基本計画、平成30年6月、308 pp. の p. 2.
- 13) 山と溪谷社 編 (2016) : 日本の火山—国内30の火山活動を検証する、159 pp.
- 14) 石黒耀 (2002) : 死都日本、講談社、520 pp.
- 15) 巽好幸 (2019) : 火山大国日本 この国は生き残れるか～必ず起きる富士山大噴火と超巨大噴火、さくら舎、232 pp.
- 16) Usuda Yuichiro, Matsui Takashi, Deguchi Hiroshi, Hori Toshikazu, Suzuki Shingo (2019) : The Shared Information Platform for Disaster Management—The Research and Development Regarding Technologies for Utilization of Disaster Information, JOURNAL OF DISASTER RESEARCH, 14(2), pp. 279-291, 2019年3月.

<参考資料>審議過程

平成 30 年

5 月 21 日

土木工学・建築学委員会 低頻度巨大災害分科会（第 24 期・第 1 回）

話題提供：磯部委員「低頻度巨大災害と海岸防災」

9 月 3 日

土木工学・建築学委員会 低頻度巨大災害分科会（第 24 期・第 2 回）

話題提供：寶委員「水防法の改正」

平成 31 年

1 月 7 日

土木工学・建築学委員会 低頻度巨大災害分科会（第 24 期・第 3 回）

話題提供：目黒委員「地震保険の現状」

各委員からの提言

3 月 28 日

土木工学・建築学委員会 低頻度巨大災害分科会（第 24 期・第 4 回）

話題提供：小松委員「水災害，ダムや天然ダムに起因する大事故」

提言骨子の方向性の審議

令和元年

5 月 20 日

土木工学・建築学委員会 低頻度巨大災害分科会（第 24 期・第 5 回）

提言骨子案の審議

10 月～令和 2 年 2 月

提言案に関する審議

11 月 25 日（メール審議）

土木工学・建築学委員会 低頻度巨大災害分科会（第 24 期・第 6 回）

公開シンポジウム（2020/03/18）「第 9 回防災学術連携シンポジウム
低頻度巨大災害を考える」の開催について

令和 2 年

3 月 18 日 12:30～17:30

第 9 回防災学術連携シンポジウム「低頻度巨大災害を考える」

（於：日本学術会議講堂）を共催。

共催：日本学術会議 防災減災学術連携委員会

日本学術会議 土木工学・建築学委員会 低頻度巨大災害分科会
防災学術連携体（58 学会）

3 月 31 日

土木工学・建築学委員会 低頻度巨大災害分科会（第 24 期・第 7 回）

新型コロナウイルス対策のため延期

5 月 22 日

土木工学・建築学委員会 低頻度巨大災害分科会（第24期・第7回）
Zoom 会議

<付録> 極めて大きい被害・影響をもたらす低頻度巨大災害

近い将来に発生する可能性が高いと言われている巨大災害と想定される被害について概説する。これらは、国全体に極めて大きな影響をもたらすまさに国難災害となる。

(1) 南海トラフ地震

現在、最も懸念されている巨大災害であり、東海道という我が国の幹線を直撃することから、これの影響は計り知れないものがある。地震及び津波による被害は、様々な建物のみならず、幹線鉄道（東海道新幹線など）、幹線道路（東名高速道路など）、多数の港湾・漁港・海岸施設、国際空港（関西、中部）、原子力発電所（浜岡）などを脅かす。土木学会の試算によれば、資産被害 170 兆円、経済被害（20 年）1,240 兆円、財政的被害（20 年）131 兆円、人的被害（地震、津波による死者数）323,000 人となっている¹⁾。

これに対して、海岸堤防対策、道路、建物耐震対策、港湾・漁港耐震強化など 38 兆円以上投入すると、被害総額を、1240 兆円から 731 兆円へと 41 パーセント縮小でき、死者数も 323,000 人から 182,000 人程度まで 43 パーセント減らすことができると試算している。この 38 兆円の投資を 15 年で行えば、年間 2～3 兆円の投資規模であり、これは以前の我が国の公共投資に水準に戻すことに相当する²⁾。ただし、15 年のうちに南海トラフ地震が発生する可能性がある。15 年以内に事業を終わらせておけば、その強靱化事業が、南海トラフ地震の発生に間に合う確率はおおよそ 50 パーセント程度としている。

このような対策の投資をしたとしても、なおかつ 6 割程度の被害は残る。これらの「ハード対策」に加えて、徹底的なリスクコミュニケーションを図る「ソフト対策」を講ずれば、死者数を合計で 23 万 7 千人減らす（死者数は 8 万 6 千人となる）ことができるとしている。さらに被害を減らすためには、南海トラフ地震で被害を受ける地域以外への移転が必要となる。上記のような直接的な「強靱化」投資に加えて、国土構造を分散化させ、強靱化させる地方交通インフラ投資を中心とした「国土強靱化投資」を推進することが、国難、南海トラフ地震を乗り越えるために今、求められている、と提言されており、技術力も財力も十分に対応可能な範囲であるとしている¹⁾。

なお、表 1 において、地震・津波で、経済被害、財政的被害を 20 年で見積もっているのは、1995 年の阪神・淡路大震災が 20 年で回復すると推計されたことによる。高潮及び洪水の被害については、2015 年の鬼怒川の堤防決壊による洪水が 14 か月で回復すると推計されたことにより、14 か月間の国内総生産の毀損値として推計している。

表 1 巨大災害の被害推計¹⁾

| | | 経済被害 | 資産被害 | 財政的被害 |
|-------------------|---------|----------|--------|--------|
| 地震・津波 (20 年累計) | 南海トラフ地震 | 1,240 兆円 | 170 兆円 | 131 兆円 |
| | 首都直下地震 | 731 兆円 | 47 兆円 | 77 兆円 |
| 高潮 (14 か月累計) | 東京湾巨大高潮 | 46 兆円 | 64 兆円 | 5 兆円 |
| | 大阪湾巨大高潮 | 65 兆円 | 56 兆円 | 7 兆円 |

| | | | | |
|-----------------|----------|-------|-------|--------|
| | 伊勢湾巨大高潮 | 9 兆円 | 10 兆円 | 1 兆円 |
| 洪水 (14 か月累計) | 東京荒川巨大洪水 | 26 兆円 | 36 兆円 | 2.8 兆円 |
| | 大阪淀川巨大洪水 | 7 兆円 | 6 兆円 | 0.7 兆円 |
| | 名古屋域巨大洪水 | 12 兆円 | 13 兆円 | 1.3 兆円 |

(2) 首都直下地震

上記と同様の試算がなされている。資産被害 47 兆円、経済被害 (20 年) 731 兆円、財政的被害 (20 年) 77 兆円、人的被害 (地震による死者数) 23,000 人となっている¹⁾。これに対して、道路、建物耐震対策、港湾漁港耐震などの対策 (10 兆円以上の投資) を講じれば、被害は約 34 パーセント縮小でき、485 兆円となる。死者も 19,500 人まで減らせる (17 パーセント減)。これらの対策が、首都直下地震の 30 年発生確率が 70 パーセントと推計されていることから、実際の生起に間に合わせるためには、南海トラフ地震と同様に 15 年以内に完了させておく必要がある。

こうした直接的投資以外に、首都圏から他地域への移転策を講じる必要がある。すなわち、働き場所と住居を移転することである。これには、民間会社及び個人の負担が必要である。自らの会社と従業員を守る対策と言える。

上記 (1)、(2) のいずれが先に生起するかわからないため、それぞれに対策を講じなければならない。すなわち、「強靱化」としての直接投資として、両方合わせて 50 兆円を 15 年の間に投入する必要がある。これに対する、納税者 (政府、国民) の合意を早急に得なければならない。その際、このような大規模な投資をしてもなおかつ大きな被害が出ることに留意し、公共投資のあり方として、インフラ整備に止まらない投資を考えるべきである。

(3) 巨大高潮・巨大洪水

南海トラフ地震、首都直下地震以外に、巨大な高潮災害 (東京湾、大阪湾、伊勢湾)、洪水災害 (東京荒川、大阪淀川、名古屋庄内川等) が検討されている¹⁾。高潮災害は、強い台風によってもたらされるものを想定している。海表面温度の上昇が台風の勢力を増大させることが知られており、地球温暖化の影響により今後、勢力の強いいわゆるスーパー台風が生起する可能性が高い。台風の低気圧と風の吹き寄せがもたらす高潮、台風がもたらす豪雨とそれによる洪水が甚大な被害を生じさせる。

これらの被害の推計は、累計期間が短いことと、被災範囲が南海トラフ地震、首都直下地震ほど広くないことから、相対的に小さく見えるが、影響する期間が長引けばさらに大きくなる。また、台風は、1 年のうちに複数回来襲することもあり、それが毎年生起する可能性もあることに留意しなければならない。

1959 年の伊勢湾台風は観測史上最大の高潮偏差をもたらし、日本列島の広範囲に甚大な災害をもたらした。これを受けて、東京湾、伊勢湾、大阪湾の三大湾では、伊勢湾台風級

の台風による高潮を設計外力として海岸堤防などの海岸保全施設によって防護されるようになった。しかし、伊勢湾台風の上陸時の中心気圧が 929 hPa であったのに対して、1934 年の室戸台風では 911hPa であり、気圧低下量が 2 割以上も上回っていた。気候変動の影響も勘案すると、三大湾のいずれについてもこの規模の台風が来襲する可能性がある。さらに、台風来襲時には大雨による河川流量の増加も考えられる。そこで、室戸台風級の台風が来襲し、同時に河川では計画洪水流量が流れた場合の高潮氾濫のシミュレーションが、2015 年に改正された水防法に基づいて三大湾で行われている。その結果、例えば東京都では江東地区を中心に浸水面積が 212 km²、浸水地域内の昼間人口は 395 万人に達し、最大浸水深は 10 m となって、排水が完了するまでに 1 週間以上かかると予測されている。三大湾の背後地は我が国の経済活動を支える地域であり、このような著しい浸水は、国難につながる恐れがある。今後、高潮特別警戒水位を設定して、避難等の対策を進めることになっている。しかし、発災後の対応には限りがあるので、事前対策を進めることが重要である。

(4) 大規模火山噴火

火山噴火予知連絡会は、「概ね過去 1 万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山」を活火山と定義し、111 の火山がこれに相当するとしている。そのうち、最近の 100 年と 1 万年間の活動が特に高い活火山は、阿蘇山、桜島、浅間山など 13 火山である。

火山噴火の影響は、広域に長期にわたる可能性がある。噴火災害は救いようのない事象になる場合もあり、気象庁は、噴火警報・予報を発するものの、その目的は「噴火災害を軽減する」としている。噴火災害を防止することはできないからである。

噴火警報を発表する際には、噴火警戒レベルが示される。これは、噴火時に危険な範囲や必要な防災対応を示すもので、火山の周辺住民、登山者、観光客がとるべき防災行動がキーワードによって簡単にわかるようになっている。すなわち、レベル 5（避難）、レベル 4（避難準備）、レベル 3（入山規制）、レベル 2（火口周辺規制）、レベル 1（活火山であることに留意）である。

天明 3 年（1783 年）5 月から 8 月まで 90 日間に及ぶ浅間山の大噴火は、江戸から八戸までを含むほとんど東日本全域に降灰をもたらし、四百数十人の死者を出した鎌原村の火砕流、さらには、吾妻川の洪水を引き起こした。合わせて千数百人の死者が出た。この時の火山灰が、同年に起こったアイスランドの火山噴火とも相まって、地球への太陽放射熱を低下させ、地球全体の気温を低下させたという。広域な波及効果として、火山噴火が冷害、飢饉をもたらしたのである。我が国では、天明の大飢饉として有名であり、数万人以上の餓死者を出したという。典型的な二次災害である。日本とアイスランドの火山の噴火は、日本のみならず、ヨーロッパにおける冷害、凶作、飢饉、さらには社会不安をもたらし、1789 年のフランス革命につながったとする説もある。

地震活動を伴う火山噴火に関連するもう一つの大災害は、寛政 4 年（1792 年）の「島原大変肥後迷惑」である。半年くらい前から有感地震が発生し、同年 2 月には雲仙普賢岳から噴火が始まった。5 月 21 日に二度の地震により眉山の山体が崩れ、3 億 4 千万立方メー

トルもの山体崩壊土砂が有明海に一気に流れ込んだ。これにより、有明海で高さ 50 メートルを超えると記録された津波が発生し、対岸の熊本県の海岸を襲い、また、返し波で島原でも大量の死者が出たものである。山体崩壊及び津波により合計 1 万 5 千人の死者であったという。

火山噴火の規模を示す指標として、火山爆発指数 (VEI) がある。噴出物 (テフラと呼ばれる) の体積が 1 立方キロメートル (10 億立方メートル) を超えると VEI=5 である。上述の浅間山の天明噴火、宝永 4 年 (1707 年) の富士山の大噴火、大正 3 年 (1914 年) の桜島の噴火 (死者 58 人) は、いずれも VEI=5 である¹³⁾。巨大都市化した首都圏に大量の降灰をもたらす可能性のある富士山、浅間山の噴火からは、降灰による地表面の火山性土砂の堆積、交通網の停止、各種電気製品や電子機器の故障、呼吸器系疾患などの健康問題により、膨大な被害を受ける可能性がある。

大規模噴火は、火砕流、溶岩流、火山弾、降灰などで都市を壊滅させ、その復興はほぼ不可能であることは、海外の過去の事例を見ても明らかである。もしもカルデラ噴火と呼ばれるような VEI=7 以上の噴火災害が発生したら、国を滅ぼすほどの破局的な被害になる可能性がある¹⁴⁾。それに対する絶対的な効果的対策はないと言える。

しかしながら、少しでも多くの人命を守る、救う、大被害を受けてそれを完全には回復できなくても、極力早く少しでも回復し、社会の秩序を取り戻すような方策を考えておかなければならない。火山学者によるいくつかの意見も出されている¹⁵⁾。今後は、地球惑星科学委員会と合同の分科会で議論を継続するなどして、提言へと繋げていきたい。

(5) 社会実装を意識した最近の研究の取り組み

最後に、社会実装を意識した最近の研究の取り組みを付記しておく。

国難への備えとしては、やはり国全体の防災体制の確立が不可欠であり、国全体に影響を及ぼす災害が発生した場合、災害対応には各府省庁や地方公共団体、災害関係機関等の多くの組織が同時に関わるため、全体として状況認識を統一し、それに基づいて各組織が的確に対応することが重要となる。そこで必要となるのが、全体としての「情報共有」である。これまでも大規模災害が発生するたびに、情報共有の必要性が叫ばれ議論されてきたが、具体的な情報共有の仕組みの実現には至っておらず、被災者の救出活動等についても各機関・各組織での個々の災害対応に留まっていたのが現状である。

そこで、2014 年より 5 か年計画で、内閣府総合科学技術・イノベーション会議が推進する「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP: Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program)」の 1 つ、「レジリエントな防災・減災機能の強化」の中で、災害対応に必要・有効な災害関連情報を府省庁・地方公共団体・災害関係機関間で相互に共有し、複数システム間の連携協調を図るシステムと、共有された情報を災害対応に利活用し、サイバー空間とフィジカル空間 (現実社会) とが融合する形で災害対応を高度化するための技術について研究開発が行われ、それらの災害関連情報を府省庁・地方公共団体・災害関係機関間で相互に共有し、複数システム間の連携協調を図るシステム「府省庁連携防災情報共有システム (SIP4D)」が開発された¹⁶⁾。

SIP防災では、研究開発期間中に比較的規模が大きい災害が発生したため、途中段階の成果でも実災害に適用し、災害対応機関を支援するとともに、成果の検証を実現場で行ってきた。その結果、2015年の平成27年9月関東・東北豪雨を皮切りに、2016年熊本地震、2017年平成29年九州北部豪雨、2018年大阪府北部の地震、平成30年7月豪雨、北海道胆振東部地震、2019年6月下旬からの大雨、8月の前線に伴う大雨、台風第15号、台風第19号と、毎年発生する自然災害に対し、研究員・職員を現地に派遣し、被災地で活動する組織間での情報共有を支援する中で、SIP4Dの評価検証と課題抽出を行い、それをシステム開発にフィードバックしてきたが、自衛隊、消防、警察といった実動機関の活動を直接支援して、さらにその有効性が高く評価された。

これらの活動を行う中で、2017年には災害時の情報共有ルールを議論する内閣府主催の「国と地方・民間による災害情報ハブ検討チーム」の設置、2018年には各種災害情報を集約・共有する内閣府主導の官民チームISUT（Information Support Team：災害時情報集約支援チーム）の試行が行われるなど、システム（ツール）の開発だけでなく、ルールやチームといった、災害時の情報共有を推進するための様々な枠組みが形成されてきた。なお、ISUTは2019年度より本格運用となり、同年5月には防災基本計画にも明記されるに至ったが、なお、チームの主体は防災科学技術研究所であり、今後の国難に備えるためには本格的な国全体の防災体制を整える必要がある。