

# 「防災計画」から「災害制御」も

— 2050年に向けた防災対策のパラダイムシフト —

東京大学先端科学技術研究センター教授 廣井 悠

## 1. 巨大災害リスクの時代へ

本稿では、気候変動や地震活動の活発化という外力の変容や少子高齢化や低成長をはじめとする地域社会の脆弱化が加速する現在、これからの防災対策はどのように行われるべきかの展望を記述する。はじめに図-1をご覧いただきたい。これは内閣府が毎年刊行している「防災白書」に掲載されているもので、戦後以降にわが国で自然災害によって亡くなった方の人数を時系列的に報告したものである<sup>1)</sup>。これを見てもわかるように、昭和30年代までのわが国は風水害を中心として毎年何千人もの死者が発生し、全国の都市部で大火も頻発する時代であった。しかしながらそれ以降、わが国における自然災害による死者は大幅に減り、東日本大震災や阪神・淡路大震災という2つの災害事例を除けば、現在は年間災害による死者は数十人~数百人が記録されるのみとなっている。これは言うまでもなく、わが国で昭和20年代および30年

代から行われた本格的な河川整備や常備消防の充実、そして都市の難燃化・不燃化という予防力の向上などがもたらした結果といえよう。つまり図-1が示す歴史的経緯は、わが国がこのようなハード整備等の充実によって過去に頻発していた死者千人クラスの災害を減らすことに成功したという事実そのものである。そしてこれ以降も、災害事例と教訓の積み上げによって災害対応力は徐々に強化または高度化され、おそらく今後も災害による死者数は減少していく方向に向かっていくであろう。しかしながら、この傾向には2つの例外があることを忘れてはいけない。ひとつは、先に示した気候変動や地震活動の活発化という外力変化、そして少子高齢化や低成長をはじめとする地域社会の脆弱化が災害リスクを高めてしまうという可能性である。もうひとつが、図-1における「例外」、つまり阪神・淡路大震災のようなさまざまなヒト・カネ・モノが集積する大都市における災害や、東日本大震災のような想定外

力を超える自然現象に伴った災害の発生である。特に後者の2事例のように、ひとたび予防力や災害対応力の閾値を超えた災害が発生した場合、その被害は今まで大規模なものとなる可能性が高い。すると、これまでみてきた人的被害の時系列的な変化の傾向は、災害現象の質的な変容として解釈すべきであろう<sup>2)</sup>。すなわち、死者千人クラスの常習的な災害を根絶させたわが国では、災害リスクが死者数十人~数百人クラスの災害と数千人~数万人クラスの以上の巨大災害の二極化しているという事実である。

当然、災害対応を考えるうえでは、両者の対策は切り分けて考える必要がある。例えば前者の死者数十人~数百人クラスの災害は、わが国のどのような場所でも発生する可能性がある。しかしながら、日本全体を短期間でくまなく安全な市街地につくりかえることが困難なことは自明である。また、この種類の災害による被害者の多くは高齢者であることが予想される。このため、このような死者数十

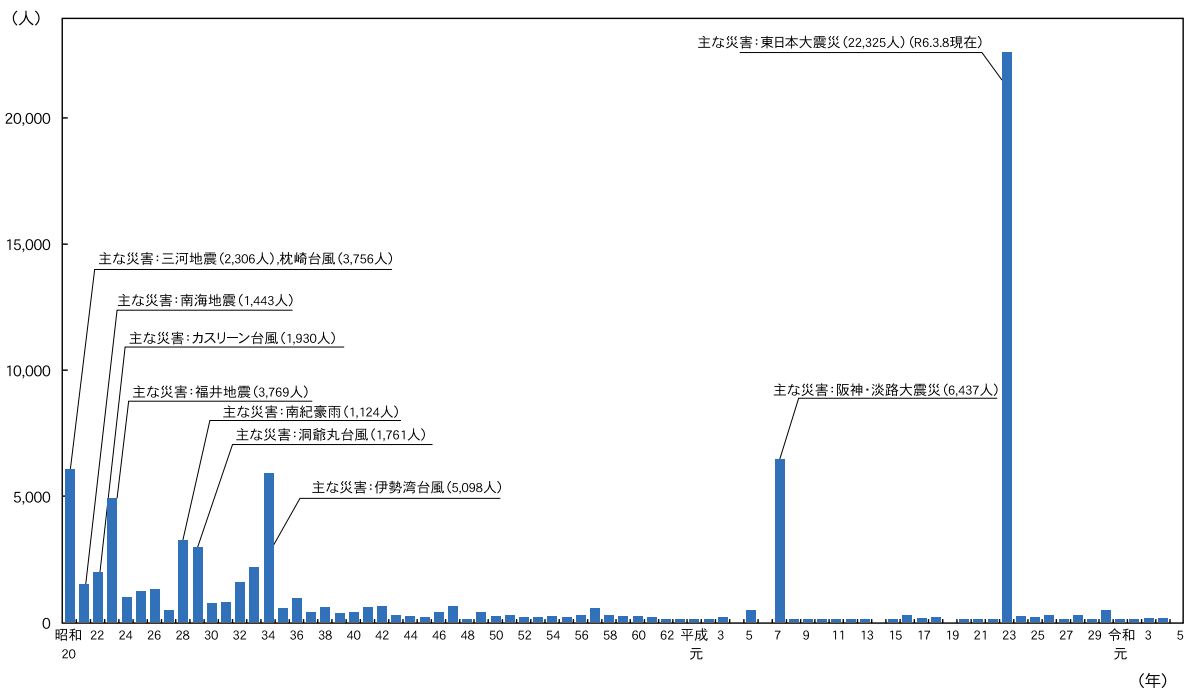


図-1 自然災害による死者・行方不明者数<sup>1)</sup>

人～数百人クラスの災害を防ぐ方策として、地区防災計画の策定をはじめとした地道な地域防災の積み重ねに加えて、要援護者対策や震災関連死対策、福祉と避難の連携などがその対策の中核となるであろう。

他方で本稿のメインテーマである後者の巨大災害は、ひとたび発生すると甚大な被害が発生するため、前者の死者数十人～数百人クラスの災害やこれまでの延長線上での対策のみならず、巨大災害特有の対処方針を考える必要がある。そもそも筆者は、巨大災害の発生は複合災害・大都市災害・想定外といった3条件のいずれかと考えているが、その代表例としては近年発生が懸念されている首都直下地震や南海トラフ巨大地震が挙げられよう。首都直下地震の舞台となる大都市は数多くの集積がなされた空間であるため、施設の高密度化に伴い高い破壊効率もたらされるほか、機能面の複雑かつ高度な相互作用を持つがゆえ、周辺支配性に伴う広域的な社会経済機能の低下、中枢機能の麻痺もたらす全世界レベルの影響、過度のライフライン依存などの理由で人的被害のみならず機能面においても甚大な被害が想定される<sup>3)</sup>。そして、近い将来に発生が確実視される南海トラフ巨大地震は、2025年3月に国の被害想定が見直され、10年前に引き続いて最大約30万人もの死者数が想定されているなど、これまでも類を見ない災害リスクの複合性および激甚性が懸念されている<sup>4)</sup>。われわれはこのような巨大災害リスクについてどのような対策をすべきなのだろうか。

## 2. 防災計画から災害制御も含めた新しい災害対策へ

筆者はこれら巨大災害リスクの対策として、従来の「防災計画」とそれに基づく災害対応のみによる有効な対応は困難になりつつあると考えている。そもそも公が行う従来の防災対策は、国や自治体などが行う「被害想定」に基づき、事前にいくつかの被災シナリオを想定して予防力の強化や災害対応の準備などの事前対策を講じつつ、発災後に災害対応を行う場合が多い。いわば、事前に被害像を「決め打ち」して対応しようとする枠組みで構成されてきたと言ってよい。しかしながらこの枠組みは、複合災害・大都市災害・想定外という3条件を伴う巨大災害に対して必ずしも有効なものではな

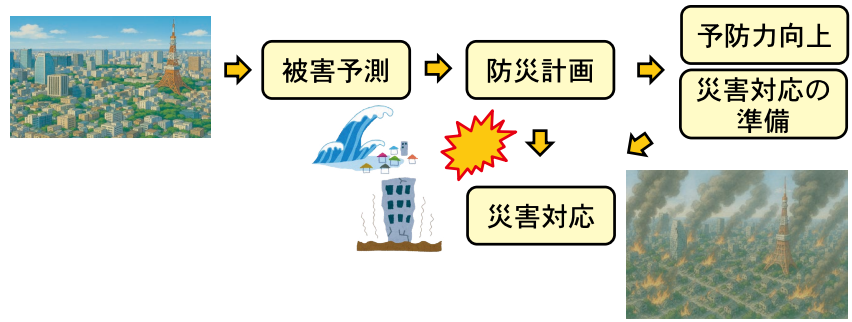


図-2 従来の防災対策の概念図

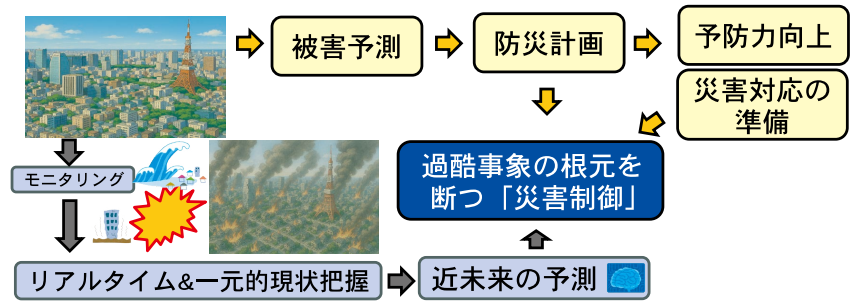


図-3 これから目指すべき災害制御の概念図

い。その理由は単純である。そもそも「複合災害」とは災害と災害の掛け算であることから、事前に考えておくべきパターンは無限となり、想定しておく被災シナリオの絞り込みが極めて困難である。また、巨大災害が発生する可能性の高い「大都市」は、複雑かつ高度な相互作用で構成されるため、機能面の麻痺も考慮すると、災害が発生した後にその影響がどのような形で顕在化していくかが網羅的に把握されていない。つまり十分な対策が事前に準備できない。さらに、「想定外」と言われるほどの発生確率の低い現象（低頻度高被害（Low Probability High Consequences）型災害）は、防災投資の基準に単純な期待値＝「確率×被害規模」をどれだけ計算しても適切な防災投資であるという判断ができない。それゆえ巨大地震については費用便益分析の手法そのものに限界があり、それゆえ適切なハードの防災投資はなされにくく、避難対策などのソフト対策へ過剰な期待が寄せられることもしばしばである。しかし、経験が希薄化しやすい巨大災害時にはソフト対策の限界があることもまた事実であるとすれば、東日本大震災のような甚大な被災が再現されてしまう可能性も十分に考えられる。つまり現状においては、これまでの防災フレームワークの限界が巨大災害に対しては露呈している。

これに対して筆者らは近年、災害対策

を「計画」から「制御」への転換を果たすべきではないかと提案している。すなわち、事前に予測したいいくつかのシナリオのみに準備するのではなく、ひな形となる計画を複数準備して予防力の向上を行いつつ、一方で災害発生後にリアルタイムで状況を把握し、先回りで被害を抑制・制御するというアプローチである。その概要は図-2, 3のように示される。図-2はこれまでの防災対策の概念図であり、図-3は防災計画も含めた災害制御の概念を示したものとなる。ここでは図-3について説明しよう。まずは、災害の準備のみならず平時利用も見据えた形で、センサーデータやSNS情報など現在進展目覚ましい高度な情報技術を用いて平時のモニタリングを常時行う。そして、いざ災害が発生すると、そのこれらのモニタリングシステムを利用してリアルタイムかつ一元的な被災状況の把握を行う。さらに、この即時把握された情報と過去の災害記録データ等を用いて、発災後の被害様相を近未来予測する。そして、AIによる意思決定支援技術などを用いて、過酷事象の根元を断つ「災害制御」を行う、という概要である。こうした災害制御の枠組みにおいては、事前の被害予測や防災計画は予防力向上や災害対応準備のための手段と位置づけられる。

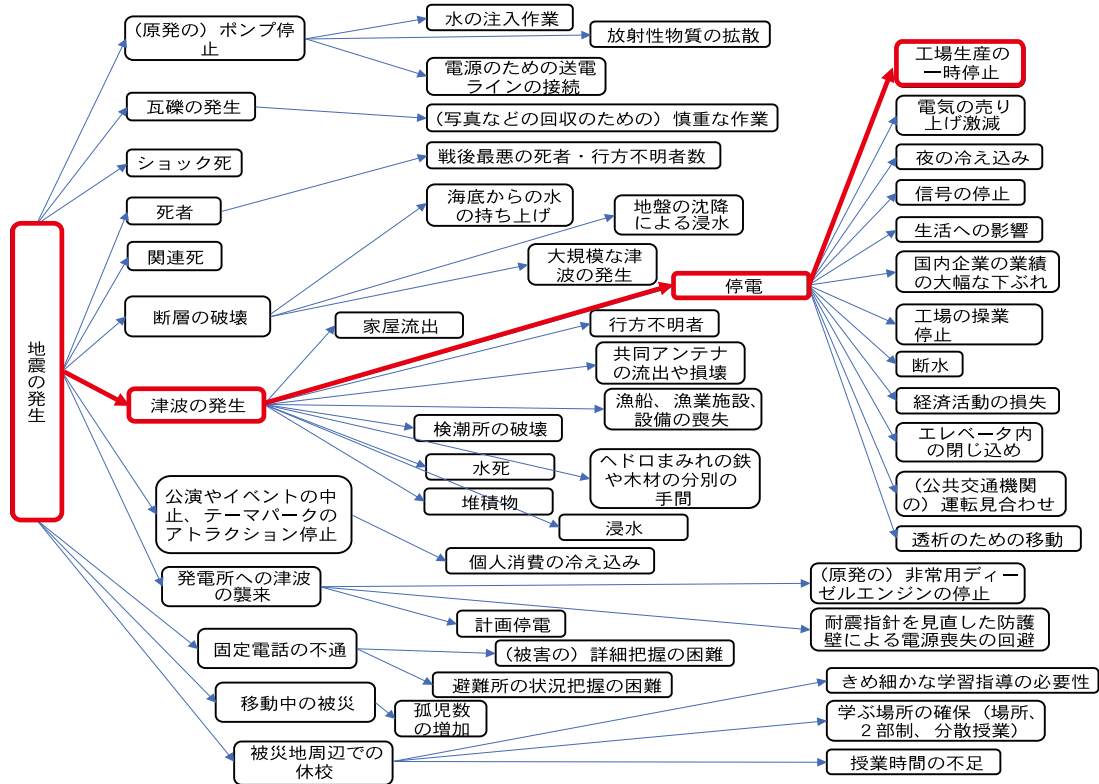


図-4 東日本大震災での災害の連鎖構造 (一部のみを抜粋)

### 3. 災害制御を可能とする研究開発の具体例

災害制御の実現には、近未来を予想する最新の情報技術、とりわけ自然言語処理や機械学習による災害連鎖のモデリングが鍵を握る。そこで本稿の最後に、このような「災害制御」を可能にする研究事例を紹介したい。東京大学の廣井研究室では、JST さきがけ研究や科研費基盤Aプロジェクトなどを通じて、行政の災害対応を支援する目的で、近未来予測型災害対応 DX 技術を開発している。これは過去の災害による被害を報じる大量の新聞記事やニュース原稿などを素材として、機械学習で膨大な災害事象の因果関係を自動的に抜き出し因果関係データベースを作成することで、起こりうる災害連鎖現象を事前に網羅的に確認しておく取り組みである。詳細は参考文献<sup>5)</sup>に譲るが、これによって、実際に災害が発生した直後に所与の条件から近未来に発生しうる事象をリアルタイムで予測することが可能となり、これをもとにした効果的な災害対応が実現される。例えば、図-4は東日本大震災時に発生した災害の因果連鎖構造を、新聞記事から自動的に抽出・構造化したものである。これを見ると、「停電」という現象がさまざまな形で社会に大きな影響を及ぼしている

ことが確認できる。このようなボトルネック構造を事前に把握できる点も、本手法の利点となる。いずれにせよ、このように過去の経験を網羅的に構造化して集約したうえで、将来何が発生しうるかの予測をリアルタイムで行うことができれば、災害対応経験の乏しい自治体においても、過去のあらゆる教訓を生かして災害に対応することが可能となり、被害の最小化が期待される。

### 4. おわりに

本稿では、今後の発生が懸念される巨大災害に対する「被害想定のパターン数に限界があり、すべてのシナリオに対応しきれない」「低頻度高被害型災害に対しては予防力の限界が明らかである」「高度かつ複雑な相互関係を有した大都市は災害時に発生する連鎖現象が十分に解明されていない」といった従来の防災計画における限界を記述し、これに対しても災害による被害の最小化を目指すことのできる「災害制御」へ防災対策の方針を転換する必要性とそれを支える情報技術の可能性について論じた。もちろんここで示した「災害制御」の方法論には欠点もある。例えば、過去の災害を網羅的に学習することで近未来を予測する手法については、未経験の災害に対する対応が困難である。このため、これらの課題

を克服するには先進技術のみに過度に依存するのではなく、人間との役割分担を考慮する必要がある。ここでは紙幅の関係でこれらの詳細を説明することはできないが、気候変動や地震活動の活発化という外力の変化や少子高齢化や低成長をはじめとする地域社会の脆弱化が加速している現在、本稿で提案した「災害制御」のみならず、災害リスクの巨大災害対応を再考する必要性にわれわれは迫られている。

#### 【参考文献】

- 1) 内閣府：令和6年防災白書，2025.
- 2) 廣井悠：地域社会の疲弊、マルチハザード化する災害-能登半島地震が問う災害対策の視座-，世界，岩波書店，2025. 01.
- 3) 中島直人、村山顕人、高見淳史、種野公宏、寺田徹、廣井悠、瀬田史彦：都市計画学-変化に対応するプランニング-学芸出版社，2018. 09.
- 4) 中央防災会議：南海トラフ巨大地震最大クラス地震による被害想定について，2025. 03. [https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku\\_wg\\_02/pdf/saidai\\_03.pdf](https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg_02/pdf/saidai_03.pdf)
- 5) Fumihiko Sakahira, U Hiroi. "Designing cascading disaster networks by means of natural language processing", International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 66, 2021. 12. Doi: 10.1016/j.ijdr. 2021. 102623