

**「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**

2018年6月
平成29年度会長特別委員会
レジリエンス確保に関する技術検討委員会

緒 言

1914年の設立後100年余、土木学会は土木工学の進歩と国土の建設に貢献してきた。

とりわけ、日本はその地球上の地理的、地勢的特性から異常な自然力（Hazard）が極めて頻繁に発生する地域にあるため、この被害より国民の生命、財産を守る防災事業への貢献は常に我が土木学会の最大関心事であった。

1923年の関東大震災、1959年の伊勢湾台風等々数多くの大災害に遭遇したが、その都度調査や復興に学会を挙げて取り組み、数多い報告書に今も見られるようにその後の対策に多くの成果を残してきた。こうして生み出された耐震設計をはじめとする多くの防災対策の効果もあって災害多発国であるにも関わらず、我国は先進国グループに達することが可能となったともいえる。

災害（Disaster）は異常な自然外力（災害力：Hazard）とそれが作用する地域の社会経済集積の相乗の結果である。すなわち Hazard が大きくても地域の集積が小さければそれがもたらす災害は限定的であり、被害の回復も容易である。一方、集積が大きく土地利用が高度であれば災害は巨大となる。今日の我が国土の社会経済集積は巨大であり、また巨大都市圏など地域集中も著しい。加えてサプライチェーンにみるように生産活動は国土全域に広がりそれらは有機的に結びつけられている。従って過去と同じ Hazard でもそれが襲う地域、時間などにより災害は極端に大きなものとなる可能性がある。加えて Hazard も従来想定してきたものを大きく超えるものが発生している。近年起った阪神・淡路大震災、チャオプラヤ大洪水、ハリケーン・カトリーナ高潮、東日本大震災などの大災害がこの種の極端な大災害の発生可能性を示している。

近年、海溝型の広域大地震、巨大都市での直下型地震や大規模な高潮・洪水などの発生も危惧されている。我国の社会経済活動の大集積を襲うこれらの強大な自然力は多くの人命とともに我国の国力に回復不可能な被害を及ぼす可能性をもつ。

近年の我々の遭遇した大災害の経験は、極端な災害力に対して従来型の工学技術的手段だけでは将来にわたる安寧を確保することは不可能であることを示している。このような事態を避けるためには、施設の部分的な破壊は避け得ないとしても短期間に復旧可能な水準に被害をとどめ、国民の生活に回復不能な致命的な影響をもたらさないような強靱（レジリエント）な国土を作ることを目指すしかない。そこでは構造上の強化策に加え、国土経営上の視点から必要な対策が不可欠であると考ええる。

本報告はこのような極めて重い課題に対して、今後我々は何をなすべきかを示そうとするものであった。そこには土木学会に所属する災害研究の第一人者を叫び、我が国土のレジリエンス確保のために何をなすべきかを上記のような視点から提言しようとしたものである。しかし課題はあまりにも大きく複雑であり、限られた時間の中で充分満足できる取りまとめには至らなかった。今回の報告を足掛かりがかりにして学会内でもこの問題に対するさらに調査研究を継続するとともに、各防災担当部局では提言を施策立案に生かして頂きたいと願うものである。

土木学会会長特別委員会「レジリエンス確保に関する技術検討委員会」

委員長 中村 英夫

レジリエンス確保に関する技術検討委員会 委員名簿

役 職	氏 名	所 属
学 会 長	大石 久和	(公社)土木学会
委 員 長	中村 英夫	東京都市大学
幹 事 長	藤井 聡	京都大学
委 員	磯部 雅彦	高知工科大学
〃	今村 文彦	東北大学
〃	片田 敏孝	東京大学
〃	河田 恵昭	関西大学
〃	小林 潔司	京都大学
〃	土岐 憲三	立命館大学
〃	濱田 政則	アジア防災センター
〃	目黒 公郎	東京大学
〃	森地 茂	政策研究大学院大学
〃	山田 正	中央大学
委員兼幹事	岡安 章夫	東京海洋大学
〃	清野 純史	京都大学
〃	庄司 学	筑波大学
〃	白水 靖郎	中央復建コンサルタンツ(株)
〃	戸田 祐嗣	名古屋大学
〃	森 信人	京都大学
〃	吉川 正嗣	国際航業(株)
幹事長補佐	宮本 徹	鹿島建設(株)
事 務 局	塚田 幸広	(公社)土木学会
〃	石郷岡 猛	(公社)土木学会 (~2017年11月)
〃	竹田 廣	(公社)土木学会 (2017年12月~)
〃	湯浅 岳史	(公社)土木学会

目 次

要 旨

1. 本報告書の趣旨と基本的な考え方	1
1.1 本検討の趣旨と目的	1
<参考資料：歴史に禍根を残した過去の「国難災害」>	2
1.2 本報告書の基本的な考え方	4
2. 今そこにある、「巨大災害の危機」	13
2.1 巨大地震および巨大津波	13
2.1.1 過去における巨大地震および巨大津波の例	13
2.1.2 今、危惧される巨大地震および巨大津波	17
2.2 巨大高潮	24
2.2.1 過去における巨大高潮の例	24
2.2.2 今、危惧される巨大高潮	26
2.3 巨大洪水	28
2.3.1 過去の巨大洪水の例	28
2.3.2 今、危惧される巨大洪水	30
3. 日本各地の「強靱性」（レジリエンス）の技術評価	34
3.1 巨大地震・巨大津波における各被災エリアのレジリエンスランク	34
3.2 巨大高潮に対する海岸堤防によるレジリエンスランク	39
3.3 巨大洪水に対する三大都市のレジリエンスランク	40
4. 「国難」を避けるための「具体策」と「効果」	41
4.1 巨大地震・巨大津波における「国難」を避けるための「具体策」とその「効果」	41
4.1.1 検討対象とする巨大地震および巨大津波対策	41
4.1.2 各巨大地震対策がもたらす効果とその因果プロセス	43
4.1.3 南海トラフ地震に対する諸対応の効果	44
4.1.4 首都直下地震に対する諸対策の効果	52
4.2 巨大高潮による「国難」を避けるための「具体策」とその「効果」	58
4.2.1 具体的な対策	58
4.2.2 資産等への被害等の減災効果	59
4.3 巨大洪水による「国難」を避けるための「具体策」とその「効果」	61
5. レジリエンス対策を着実に進めるために	67
6. おわりに ～レジリエンスへの貢献とさらなる検討に向けて～	75

要 旨

我が国は世界有数の自然災害地であり、そこに高度・高密な産業活動が行われている。この地を近年とみに巨大化する自然災害が襲えば、その及ぼす被害はその後の国の存立・発展に致命的な影響を及ぼしかねない。

本報告はこのような**国難**と呼びうる致命的事態を回避し、巨大災害に遭遇してもその被害を回復可能な範囲にとどめうる対策、すなわち国土のレジリエンス確保方策を示そうとするものである。そこでは**過去の大災害のもたらした長期的影響を調査し、これをもとに今後起こりうる巨大災害のもたらす被害を推計し、それを減ずるに必要な対策とその経済的効果を示し、対策の早期実施を求めている**。加えて、旧来流の防災インフラ整備以外の制度的、教育啓蒙的な諸対策の早期実施や、新規の防災財源の創設等の提言をするものである。

なお、本報告は考えうるすべての巨大災害とそれへの対策を扱っているものではない。現象は余りにも膨大であり、一方我々のもつ能力や時間は限られている。そのため本報告では巨大災害としては、**首都直下地震、南海トラフ地震、三大湾の巨大高潮、三大都市圏の巨大洪水のみを検討対象**とし、また対策そしてその効果の推定も**堤防、道路等公的インフラストラクチャーの整備、増強に限定**している。

○ 分析の結果、下記被害が生ずることが推計された。なお、今回の被害推計の特徴は「**長期的な経済被害**」を推計している点にある。これまでの検討では、長期的な国民所得・国内総生産の低迷効果は十分推計されていなかったが、今回は、過去の大災害の被害状況を実証的に踏まえつつ、長期間（地震については20年、水災害については14ヶ月）の経済低迷効果をシミュレートすることを通して、経済被害を推計している。

表1 巨大災害の被害推計

	経済被害	資産被害	財政的被害
地震・津波	(20年累計)		(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)		(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)		(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
名古屋庄内川等巨大洪水	12兆円	13兆円	1.3兆円

○ 一方、**様々な公共インフラ対策で、経済被害（間接被害）を3分の1から6割程度、軽減できる**ことが示された。

表2 公共インフラ対策による経済被害の縮小（経済効果）

	減災額（減災率）	対策内容（合計事業費）
地震・津波（20年経済被害）		
南海トラフ地震	509兆円（41%）	道路,港湾/漁港,海岸堤防,建築物耐震強化(38兆円以上)
首都直下地震	247兆円（34%）	道路,港湾/漁港,海岸堤防,建築物耐震強化(10兆円以上)
高潮（14か月経済被害）		
東京湾巨大高潮	27兆円（59%）	海岸堤防（0.2兆円）
大阪湾巨大高潮	35兆円（54%）	海岸堤防（0.5兆円）
伊勢湾巨大高潮	3兆円（33%）	海岸堤防（0.6兆円）
洪水（14か月経済被害）		
東京荒川巨大洪水	26兆円（100%）	} 河川インフラ整備（計9兆円）
大阪淀川巨大洪水	7兆円（100%）	
名古屋庄内川等巨大洪水	8兆円（66%）	

- 巨大災害に対する**公共インフラ対策**は、経済被害を縮減し、税収の低迷を緩和することを通して、「**財政構造の健全性を守る**」ためにも**不可欠**であることが改めて示された。
- さらなる被害軽減を図る上で、地方部における**交通インフラ投資をはじめとした「東京一極集中緩和策」の展開が求められていること、より防災機能を重視したインフラ整備の必要性**が示された。あわせて、「人的被害の縮減」と「民間投資促進」のためには、リスクコミュニケーションや防災教育などの「**ソフト対策**」が効果的であることを指摘した。
- 巨大災害発生時まで各対策が「間に合う」ためにも、それぞれの災害に対して発生確率を踏まえて設定した対策目標まで「**15年程度で完了**」することが必要であることが示された。
- 様々な対策を可及的速やかに推進する「**長期プラン**」の策定が必要であると同時に、その長期プランを着実に進めるための「**制度・組織・人材育成**」が重要である。あわせて、そのための長期プランを実施可能な「**財源**」の確保が必要である。財源確保にあたっては、下表に示す様な、各々のレジリエンス対策で期待できる「**税収の縮小回避効果**」（つまり、対策をする方が総税収が多くなるという効果）があることを踏まえつつ、かつ、PFIやレジリエンス銀行などの民間資金を可能な限り活用していく方針が重要である。
- なお、本検討では未考慮事項が多く、今後のさらなる検討が必要である。

表3 各巨大災害に対する対策の合計費用と、それによる発災時の税収縮小回避（税収増）効果

	合計事業費 ^{※1}	税収縮小回避（税収増）効果
地震・津波 （20年経済効果より推計）		
南海トラフ地震	38兆円以上	54兆円
首都直下地震	10兆円以上	26兆円
高潮 （14ヶ月経済効果より推計）		
東京湾巨大高潮	0.2兆円	2.8兆円
大阪湾巨大高潮	0.5兆円	3.7兆円
伊勢湾巨大高潮	0.6兆円	0.3兆円
洪水 （14ヶ月経済効果より推計）		
東京荒川巨大洪水	} 9.0兆円 ^{※2} }	2.6兆円
大阪淀川巨大洪水		0.7兆円
名古屋庄内川等巨大洪水		0.8兆円

※1 公共主体の公共インフラ対策費。ただし民間資金が注入される項目や補助率等が確定していない項目は除外。

※2 被害軽減効果は各水系の1箇所が決壊した場合の推計値だが合計事業費の算出には他の地点での氾濫対策を含めた上下流や左右岸の河川整備やダム整備など流域全体の整備コストを計上。河川の強靱化対策では、巨大津波や巨大高潮に対しても被害を大きく軽減する効果が見込まれるが、事業費の重複を避けるため、各強靱化対策に係る整備コストは巨大洪水の合計事業費に一括計上している。

1. 本報告書の趣旨と基本的な考え方

1.1 本検討の趣旨と目的

今、その発生が科学的に予期されている「首都直下地震」や「南海トラフ地震」や三大都市圏における巨大高潮や巨大洪水は、我が国の国力・国勢を著しく毀損し、国民生活の水準を長期に低迷させる力を秘めた巨大災害である。結果、我が国はもう二度と「経済大国」や「主要先進国」と呼ばれ得ぬ状態に転落してしまうことすら危惧される。それは文字通り、「**国難**」である。例えば過去においても、その後の「歴史」それ自身に大きな禍根を残した1755年のポルトガルの**リスボン大地震**、1855年の我が国の**安政江戸地震**や**安政東海・南海地震**、さらには1970年の**ポーラサイクロン**等が生じているが（次ページ参照）、今我が国が直面している巨大災害はそれらと同程度、あるいはそれ以上の破壊力を秘めたものである。

ただし、こうした巨大地震や巨大洪水・高潮が生じた時、それが「国難」に直結するか否かは、これから我々がどのような「対策」をするかによって大きく左右される。十分な対策があれば我が国はそうしたリスクに対して十二分以上の強靱性、すなわち「**レジリエンス**」を確保する事に成功し、その国難は回避される。一方で無為無策で過ごしたり、あるいは「不十分」にしか対策しないのなら、それらの巨大災害は我が国が二度と回復できぬような「国難」に直結することとなる。

こうした認識の下、本委員会では、代表的な巨大災害を取り上げ、**第一に現状のままではどの程度の被害を受けるのか**を、可能な限りの情報と最善の実践的理論を活用しつつ推計することで、我が国が直面している「**国難**」の**具体的な姿を可能な限り技術的な視点から明らかにする**。そして**第二に、その国難を回避するための具体的な対策を技術的実務的に検討**し、それによって、その被害がどの程度軽減されるのかを、同じく可能な限り技術的な視点から明らかにせんとする。そして、これらの技術的、計量的知見を中心とした様々な技術的知見を明らかにすることを通して、**政府や国民による強靱性＝レジリエンス確保のための取り組みの実効性や合理性の最大化に貢献**することを企図するものである。

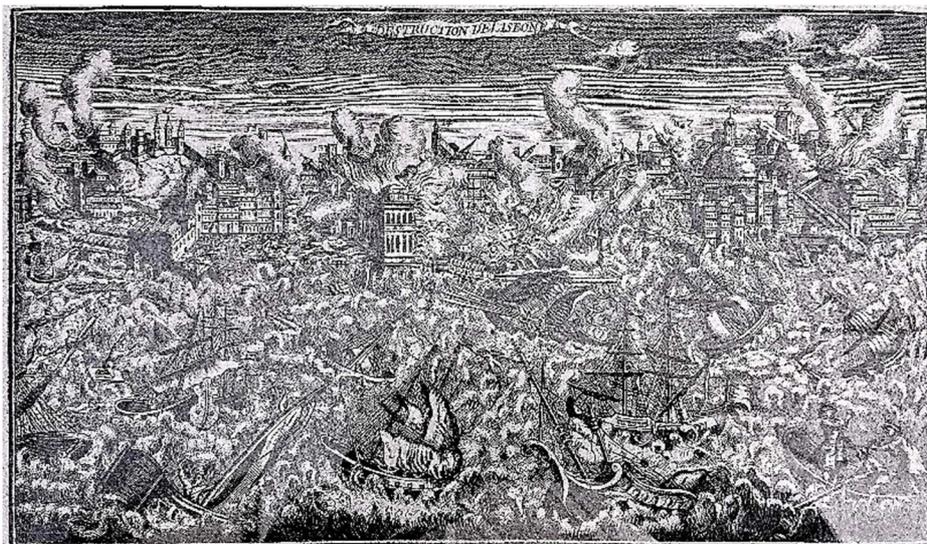
< 参考資料：歴史に禍根を残した過去の「国難災害」 >

■リスボン大地震

1755年にポルトガルの首都リスボンを襲った、リスボン沖 300km を震源とするマグニチュード 8.5~9.0 の巨大海溝型地震。

リスボンの建築物は壊滅的に崩壊し、大火災が発生すると共に 15m の巨大な津波が都市を襲った。死者は最大で、当時のリスボン人口の約 3 分の 1 に相当する 9 万人と推定され、都市内の建物の 85% が壊滅、その被害額は最大で当時のポルトガル国の GDP 比で 153% とされている。

その復興政策で内政の混乱を引き起こし、海外植民地拡大の勢いを削ぎ落され国力の衰退を促す要因の一つとなったと指摘されることもある。



(図) 出所：リスボン市立博物館 所蔵絵画、写真提供：柳田哲朗氏

図 1.1(1) リスボン大地震による国難

■幕末・安政の複合災害（東海・南海地震、江戸地震、江戸暴風雨）

1854年11月4日（旧暦、以下日付は同様）に安政東海地震、32時間後の翌5日に安政南海地震が発生、いずれもマグニチュード 8.4 の規模で、連続した東海・南海地震（あるいは、南海トラフ地震）により約 3 万人の死者をもたらした。

翌年の 1855 年 10 月 2 日に安政江戸地震が発生、マグニチュード 6.9 の首都直下地震により約 1 万人の死者数をもたらした。

さらに 1856 年 8 月 25 日に安政江戸暴風雨が発生、大型台風が東京湾に来襲、高潮を中心とした暴風雨は未曾有の被害をもたらし、資料によっては犠牲者約 10 万人との記載もある。

1853 年の黒船来航以来、幕府の求心力が低下していた所に、**これら災害が追い打ちをかけ、倒幕の流れが加速された**。とりわけ、各藩においては、「南海トラフ地震」の復旧事業に大きな財政支出を余儀なくされていた中、翌年の「首都直下地震」に対する対応も幕府から要請され、二重の費用負担を迫られた。また十分な復興事業が実施できないことで、庶民にとっても幕府に対する不満を募らせる一因となったと考えられる。

結果、これらがさらなる幕府の求心力の低下を導くこととなった。江戸幕府が終焉を迎えるのは、地震発生から 12 年後のことであった。

■ポーラサイクロン (Bhola Cyclone)

1970年11月12日に東パキスタンのポーラ地方（今日のバングラデシュ）とインドの西ベンガル州を襲った巨大サイクロン。

沿岸の島々が高潮に襲われ、**最大死者推計数が 25～50 万人**という、サイクロンとしては史上最大級の犠牲者を出しており、近代の自然災害としては最悪のものと言われている。Tazumuddin 地方では人口の17万人の内45%が亡くなっている。当時のポーラ地方は東パキスタンであったが、この災害の対応を巡って東パキスタンはパキスタン中央政府に反発し、サイクロンから4ヶ月後の1971年3月に内戦状態に陥り、その直後にバングラデシュの独立が宣言された。

つまりそれは、**国家を分裂させ、バングラデシュを産み出す程の巨大な破壊力**を持った巨大サイクロンだったのである。

自然災害としてポーラサイクロンを見ると、最低中心気圧は966hPa（カテゴリー3）であり、最も強い熱帯低気圧ではないが、水位7.8mを記録した高潮が多くの被害を生じさせた。これ以降、鉄筋コンクリート製の避難シェルター等の減災対策が進められた（Hossain et al.2008）。

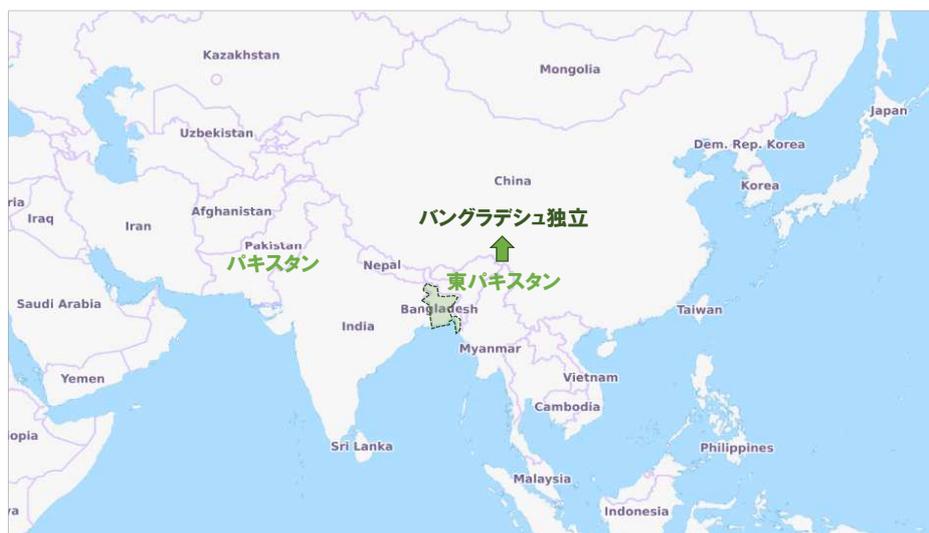


図 1.1(2) ポーラサイクロンによる国難（バングラデシュ独立）

（参考文献）

- 1) 「リスボン地震とその文明的意義の考察」研究調査報告書、2015年3月
- 2) (公財)ひょうご震災記念21世紀研究機構 研究調査本部
- 3) 中央防災会議 災害教訓の継承に関する専門調査会（2005）、「1854 安政東海地震・安政南海地震報告書」
- 4) 河田恵昭（2016）『日本水没』朝日新聞出版
- 5) Hossain, M. Z., Islam, M. T., Sakai, T., & Ishida, M. (2008). Impact of tropical cyclones on rural infrastructures in Bangladesh. Agricultural Engineering International: CIGR Journal

1.2 本報告書の基本的な考え方

本委員会における検討の基本前提等を以下にとりまとめる。

(1) 対象とする巨大災害

本委員会は、我が国の国力・国勢を著しく毀損し、国民生活の水準を長期に低迷させうる力、すなわち、「国難」をもたらさしめる力を秘めた「巨大災害」を検討対象とする。そんな国難をもたらす災害には様々なものが考えられるが、本委員会では、それらの中でもリスクがとりわけ高いと危惧されている以下の「巨大災害」を検討対象とする。

- ・巨大地震災害
- ・巨大津波災害
- ・巨大高潮災害
- ・巨大洪水災害

ただし、地震・津波、高潮、洪水以外にも、巨大噴火災害やテロ等の災害も考えられるが、本委員会では、科学的に想定されている被害の大きさのみならず、その発生確率の双方を加味したリスクの大きさを勘案し、上記三つの災害を対象とすることとしている。

(2) 対象とする巨大災害のそれぞれで想定する、具体的な災害事象

巨大な地震や高潮、洪水は、日本中どこでも発生する可能性がある。ただし、「国難」を対象とする本研究では、とりわけ巨大な被害が生じてしまうエリアに、当該の自然現象が生じてしまうケースを対象とすることとした。この想定の下、上記の四つの災害のそれぞれの具体的な災害事象として、以下のものを想定することとした。

- ・巨大地震災害：首都直下地震、南海トラフ地震
- ・巨大津波災害：南海トラフ地震による巨大津波
- ・巨大高潮災害：三大湾における巨大高潮
- ・巨大洪水災害：三大都市における巨大洪水

(3) 想定する具体的な災害事象のそれぞれで想定する、「災害の強度」

個々の災害事象は、様々なパターンで生ずるものである。その強度についても様々なものがある。ただし、「国難」の危機を検討する本委員会では、それらの様々な強度の災害の中でも、科学的かつ現実的に、その発生が危惧されている範囲の中で、特に大きな被害をもたらすケースを想定する。

具体的には、しばしば災害の外力を想定する際に定義される二つのレベル、すなわち、現状想定できる外力の強さである**レベル 1 (L1)** と、将来にわたって考えられる最大級の外力の強さである**レベル 2 (L2)**の二つのレベルの内、後者の**レベル 2 (L2) の強度を想定することとする**。

この概念は、兵庫県南部地震後に、耐震設計分野において土木学会が提唱した設計法において二つのレベルの地震動を想定した際に導入されたものである。その際、設計では、L1 に対しては構造物の健全性を維持できる状態を、L2 に対しては機能の回復が速やかに行いうる状態を目指すということが指針とされた。そしてその後、津波や洪水、高潮の各分野でも計画外力について同様な L1 と L2 の概念が導入されていった。

当委員会の被害予測に当たっては、下記の**表 1.2(1)**に整理した、各分野で考えられている L1、L2 の概念を用い、L2 レベルの災害を想定することとした（なお、首都直下地震については、現在政府で次の災害レベルは L1 である蓋然性が極めて高いという判断が下されていることから、L1 を想定し、検討を行っている）。

表 1.2(1) 各分野の自然災害現象の L1 と L2 の定義とその過去の具体例
(太文字：過去の具体例，細文字：L1/L2 の定義)

	L 1 通常想定されている強さの災害現象	L 2 想定される最大クラスの強さの災害現象
地震	施設の供用期間中に 1～2 度発生する地震	兵庫県南部地震 現在から将来にわたって当該地点で考えられる最大級の強さ
津波	昭和三陸地震津波 昭和南海地震津波 比較的発生頻度の高い津波 (数十年から百数十年に一度発生)	東北沖太平洋地震津波 (2011) インド洋大津波 (2004) 慶長三陸地震、宝永地震津波 最大クラスの津波 (発生頻度は極めて低い)
高潮	伊勢湾台風級 ・設計高潮位 (既往最高潮位等) + 50 年確率等の波	室戸台風 最大クラスの高潮 (我が国既往最大クラスの台風)
洪水	カスリーン台風 (1947 利根川) 河川整備基本方針レベル (100~200 年確率)	カスリーン台風の 1.5 倍 (その時に利根川で想定される洪水) ハリケーン・ハービー (2017) ・想定最大規模降雨+L1 高潮潮位 (流域全体でみると 1000 年確率レベル)

※ ただし L2 には各種同時被災もあり得る (高潮+洪水、津波+高潮等)

・巨大地震および巨大津波災害

- 南海トラフ地震 中央防災会議・防災対策推進検討会議
南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ：
南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告）、
平成 25 年 3 月 18 日(2013)
- 首都直下地震 中央防災会議・首都直下地震対策検討ワーキンググループ：
首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）～本文～
平成 25 年 12 月(2013)

・巨大高潮災害

- 東京湾 L2 高潮 最大規模の洪水等に対応した防災・減災対策検討会(2017)
室戸台風ベース 「社会経済の壊滅的な被害の回避」に向けた取り組み
～最大クラスの洪水・高潮による被害想定について～
平成 29 年 8 月(2017)
- 大阪湾 L2 高潮 大阪大規模都市水害対策検討会
第 2 室戸台風ベース 大阪大規模都市水害対策ガイドライン
平成 30 年 3 月(2018)
- 伊勢湾 L2 高潮 東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会
スーパー伊勢湾台風 TNT 大規模水害対策レポート 01 社会経済の壊滅的な被害回避方策
ベース
平成 29 年 5 月(2017)

・巨大洪水災害：三大都市における巨大洪水

- 東京荒川 L2 洪水 最大規模の洪水等に対応した防災・減災対策検討会
「社会経済の壊滅的な被害の回避」に向けた取り組み
～最大クラスの洪水・高潮による被害想定について～
平成 29 年 8 月(2017)
- 大阪淀川 L2 洪水 大阪大規模都市水害対策検討会
大阪大規模都市水害対策ガイドライン(中間とりまとめ、第 2 版)
平成 29 年 6 月(2017)
- 名古屋庄内川等 東海ネーデルランド高潮・洪水地域対策協議会
L2 洪水 TNT 大規模水害対策レポート 01 社会経済の壊滅的な被害回避方策
平成 29 年 5 月(2017)

(4) 想定する対策

本委員会では、以上に想定した災害に対して、どのような対策を図ることが必要なのか、そしてそれを行った際の効果と費用を可能な限り科学的、技術的に推計することを目指すものである。なお、災害に対する諸対策は、

- ・ハード対策
- ・ソフト対策

に分類することができる。また、実施主体に応じて分類すれば、

- ・政府対策
- ・民間対策

の二つを想定することができる。

本委員会では、こうした対策を網羅的に検討するものであるが、

「政府によるハード対策」を「中心」に検討する

ということを前提とした。言い換えるなら、本委員会の検討の中心は「公共インフラ」であるという趣旨である。

こうした前提を置いたのは、第一に、本調査が対象としているのが「国難」である以上、「国家」がその対策を行うことが必要不可欠であり、かつ、国家的対策において「公共インフラ」の高度化といったハード対策が重要な役割を担うという点を踏まえてのものである。

第二に、それに加えてソフト対策の効果については、津波による死者数の減少など一部、計量化可能なものもあるが、その多くが、どの程度の効果が得られるのかを測定することが必ずしも容易でない一方、ハード対策については、その効果を科学的、技術的に推計することが可能であると期待されることも、重要な理由である。したがって、本報告書で推計された「対策効果」はあくまでも「ハード対策効果」であり、それに加えてソフト対策を講ずれば、さらに対策効果が大きくなることが想定されるものである。その意味において、本報告書で推計する対策効果は、ソフト対策も含めた総合的対策の効果の「下限値」を与えるものと考えることができる。さらに、国難級の災害の場合は、二度と回復できなくなり、最悪「亡国」とも言われかねぬ状況に至る可能性もある事を踏まえるなら、対策の効果を評価不能となる程に甚大となる可能性も否定出来ない、と認識することが必要である。

第三に、上記のように対策には政府対策と民間対策があるが、民間対策については公共政策として直接実施することが困難である一方、政府対策は、政府の公共政策として推進可能であることから、政府対策を中心として検討することで、「国家としての取り組み」を明らかにすることを企図している。

ただし、巨大地震対策に関してはやはり、住宅を含めた建築物の耐震強化や、コンビナートにおける民間施設の強靱化が不可欠であることから、それらの民間対策の内容や効果を、可能な限り推計することとした。なお、費用については、上述のように、民間政策については政府支出で必ずしもまかなう事ができないという趣旨から、民間対策については推計対象としないこととした。

(5) 「対象とする公共インフラ」と、当該公共インフラが直接関わる災害

本委員会では、上述のように「公共インフラ」についての対策を中心に災害対策を検討するが、その中でもとりわけ重要なもの、さらには、その重要な公共インフラの中でも、社会的、経済的影響力が極めて大きな「クリティカル・インフラストラクチャー」(critical infrastructure: 図 1.2(1) 参照) を構成する、下記三種類の公共インフラを、検討対象とすることとした。

道路インフラ

河川インフラ

海岸・港湾インフラ

については、本委員会では、これらの 3 つの公共インフラのそれぞれについて分科会を設置し、検討対象としている地震、津波、高潮、洪水の四種類の災害の被害等を検討することとした。

なお、図 1.2(1)より明らかな通り、本委員会で取り扱うインフラは、社会全体のインフラの一部を構成する者である点に留意されたい。しかし、その中でもとりわけクリティカル（あるいは重要）なものを取り扱っていると言う点にも合わせて留意されたい。

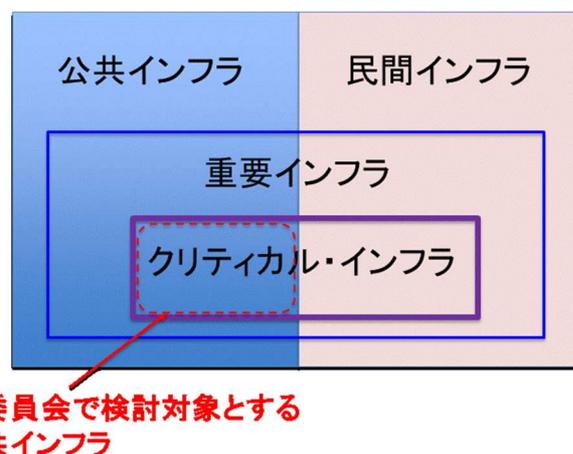


図 1.2(1) インフラの分類と、本委員会の検討対象インフラ

なお、これら四つの災害はいずれも、各公共インフラのサービス水準と関連するものであるが、それぞれの公共インフラにとってとりわけ大きな直接的関わりがある災害を表 1.2(2)に示す。

については本委員会の各分科会は、この表でとりわけ大きな直接的関わりがあるとされた災害の、各公共インフラへの被害の大きさ、ならびに、当該公共インフラのサービス水準が当該被害の大きさに及ぼす影響を、それぞれ技術的に検討することとした。

また、繰り返しになるが、各災害は各公共インフラに影響を及ぼすものであるため、本委員会で考慮しなかった災害の影響が、各公共インフラに対して実際にはもたらされる可能性がある。本委員会ではその点を考慮しないため、ここで推計される災害被害の水準は、実際の災害被害の「下限値」を与えるものと想定することができる。

表 1.2(2) 本委員会で考慮する、「対象とする公共インフラ」と「災害種別」の関連

	道路インフラ	河川インフラ	海岸・港湾インフラ
地震	○		○
津波	○	○	○
高潮		○	○
洪水		○	

○：当該の「災害」と当該「公共インフラ」のサービス水準との関連がとりわけ大きい

(6) 本委員会で検討を行わない対策

なお、本委員会では、以上の公共インフラについての検討を進めるが、「国難対策」には、公共インフラ以外にも、鉄道やライフライン、コンビナート等、様々な民間資本に関わる国難対策を進める必要がある。国土構造それ自身も、現状の東京一極集中や最大都市圏集中が存在している状況下では、それら地域での災害が生じた場合、その被害が甚大なものとなるため、「分散化対策」も必要となる。

したがって、本委員会で検討する道路、河川、海岸・港湾についての対策は、本来検討すべき対策の一部を構成するに過ぎない。したがって、本検討が終了した後も、本検討を第一歩とした、さらに総合的な検討を重ねていく必要がある。

本委員会では、そうした認識の下、本検討で考慮していない数々の対策の中でも、とりわけ重要な対策の一部となりうると考える、

コンビナート対策

国土構造分散化対策

の二つについて、それぞれ分科会を設けて別途、検討を加えることとした。本報告書では、それらの検討の一部を、参考情報として掲載する。

(7) 被害の評価尺度

一般に、災害の被害は図 1.2(2)に示すとおり「直接被害」と「間接被害」に分けられる。

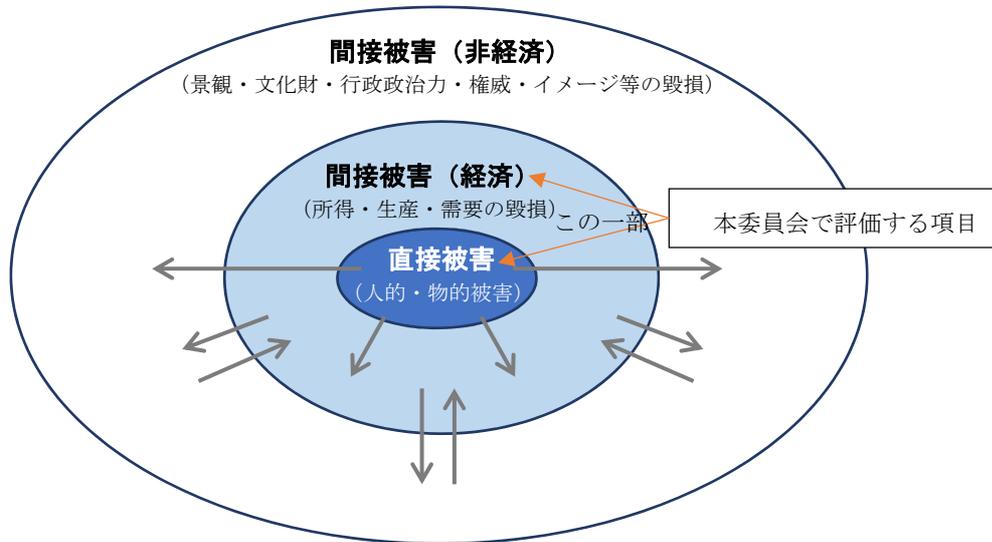
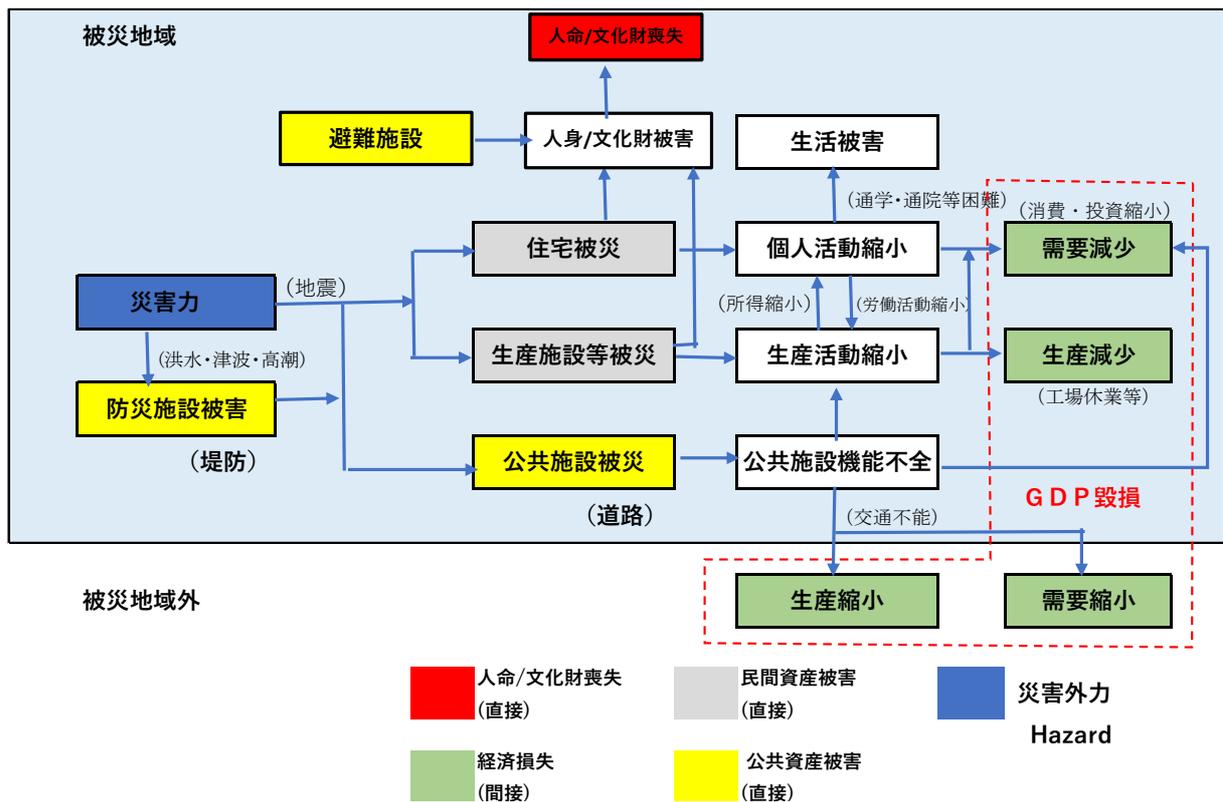


図 1.2(2) 災害がもたらす被害の分類

() は例



解説：

- ・本検討で主として検討する対策は「公共資産」（公共インフラ；黄色部分に対応）についての対策であり、これにより直接被害、間接被害の軽減を目指す。
- ・本検討で主として評価する直接被害は「人命損失」（赤色部）であり、主として評価する間接被害は需要と生産で構成される「経済被害」（緑色部）である。あわせて、「住宅被災・生産施設被害」（灰色部）も、直接被害の一部である「資産被害」として推計する。

図 1.2(3) 災害による「直接被害」と「経済的間接被害」をもたらす伝播構造

直接被害とは、建物やインフラ施設が災害によって物理的に被る被害である。人的な被害も含まれる。一方、間接被害とは、その直接被害によって惹起される間接的な被害である。

なお、この間接被害は、「経済的」なものとして「非経済的」なものにさらに分類される。経済的な間接被害とは、人々の所得の縮小や、各企業の生産額の縮小、あるいは、各経済主体の需要の縮小などを意味する。なお、図 1.2(3)には、そうした経済的な間接被害への伝播構造を記載する。

一方、非経済的な間接被害とは、景観、被災地のイメージや権威の毀損、政体の政治力や行政力の毀損を意味する。この経済的なものと非経済的な間接被害は共に、直接被害により惹起されるが、その双方は双方の原因となり得る、相互依存的なものである。

本委員会では、これらの内、直接被害と経済的な間接被害の一部を評価する。これら以外の評価項目については、今後の課題である。

なお、これまでも直接被害、経済的な間接被害は、例えば内閣府などで首都直下地震や南海トラフ地震などについて推計されていたが、災害がもたらす様々な「後遺症」、例えば、災害によって人口や生産施設が流出する、土地利用が変わってしまう等の中長期的に継続する被害については、考慮されてこなかった。本検討では、**そうした中長期的に継続する被害についても、「長期的な経済損失」の視点から、技術的に「リカバリーカーブ」（回復曲線）という概念を用いることで考慮し、推計する点に大きな特徴がある。**

以上の前提に基づき、本委員会では、災害の被害、ならびに、対策の減災効果を推計するにあたり、下記の評価尺度を用いることとした。

人的被害：死者数。単位は人。直接被害の一種。

経済被害：国内総生産（GDP：実質値）の毀損総額。単位は円。間接被害の一種。

なお、対策による縮小する効果は「経済被害の縮小」効果と呼称する。

財政的被害：国と地方を合わせた一般政府の税収の縮小総額。単位は円。間接被害の一種。

なお、対策による縮小する効果は、「**税収減少回避（税収増）**」効果と呼称する。

「人的被害」と「経済被害」「財政的被害」は共に異なる尺度として推計する。人的被害は災害による直接被害の一種であると同時に、金銭ベースで評価困難なものであり、経済被害・財政的被害とは独立に推計する。

一方、経済被害は、災害によって惹起される様々な「間接被害」を累計したものの、貨幣価値に換算されるものである。具体的には、日本にかかわる経済主体（国民、法人、政府）が被害によって、失う「所得の合計値」である（なお、この値は、各経済主体の「需要の合計値」、あるいは、各経済主体が生産した「付加価値の合計値」でもある）。この尺度が大きければ、その被害による国民の「貧困化」がより大きいと評価することができる。なお、その推計に当たっては、対象とする災害が生じなかった場合と生じた場合の双方の「推移」を想定し、「災害発生時点」から「災害後の回復過程を通して両者が一致する時点」までの間の期間、両者の乖離を合計した。

なお、「地震・津波」については、20年間で回復すると推計された阪神・淡路大震災のケースを基本として、国内総生産の毀損値を20年分累計する。したがって、その経済被害を「**20年経済被害**」と呼ぶ（詳細は、付録I参照）。

一方、「洪水」「高潮」といった水災害については、14ヶ月で回復すると推計された

鬼怒川の堤防決壊による洪水のケースを基本として、国内総生産の毀損値を14ヶ月分累計する。したがって、その経済被害を「**14ヶ月経済被害**」と呼称する（詳細は、付録Ⅲ参照）。

最後に、財政的被害は、経済被害に基づいて、推計した。すなわち、2015年度におけるGDP総額に対する一般政府（すなわち、中央政府と地方政府）の総税収は10.6%であったことから、この比率に経済被害を掛け合わせることで推計した。なお、20年経済被害、14ヶ月経済被害のそれぞれに基づいて推計される財政的被害を「**20年財政的被害**」「**14ヶ月財政的被害**」と呼称する。また、諸対策を講ずることにより経済被害が軽減されると、この財政的被害は縮小し、被災後の一般政府の総税収は増加することとなるが、それを「**税収減少回避（税収増）**」効果と呼称している。

以上3尺度が、本検討における基本的な「評価尺度」であるが、追加的に以下の二つの尺度も活用する。

資産被害：災害によって毀損する建築物、資産等の金額。単位は円。直接被害の一種。

水災害（津波、洪水、高潮）においては浸水エリアが技術的に想定可能なため、それに基づいて推計する。なお、地震災害については必ずしもその推計が容易でないため、本委員会においては検討対象外とする。

被災者数：災害によって被害を被る人々の数。単位は人。直接被害の一種。

水災害（津波、洪水、高潮）においては浸水エリアが技術的に想定可能なため、それに基づいて推計する。なお、地震災害については必ずしもその推計が容易でないため、本委員会においては検討対象外とする。

2. 今そこにある、「巨大災害の危機」

本委員会では、以下の「国難」となりうる深刻な災害についての技術的検討を行った。

- ・巨大地震（首都直下地震、および南海トラフ地震、のリスク）
- ・巨大津波（南海トラフ地震、のリスク）
- ・巨大高潮（三大湾における巨大高潮、のリスク）
- ・巨大洪水（三大都市における巨大洪水、のリスク）

以下にて、過去の類似災害の例を紹介すると共に、それぞれがどれほど今、深刻な「国難」をもたらすのかについて示す。

2.1 巨大地震および巨大津波

巨大地震は、建築物を倒壊させると共に大火災を導く。海洋型の場合は巨大津波をもたらし、被害はさらに甚大となる。

2.1.1 過去における巨大地震および巨大津波の例

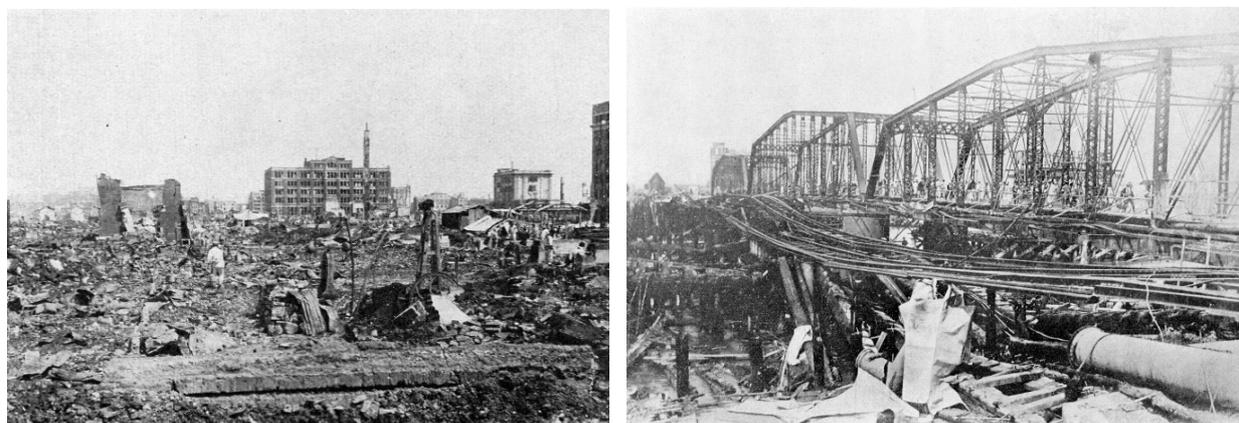
■関東大震災（1923年 関東地震）

1923年（大正12年）9月1日、神奈川県西部から相模湾を震源とする Mw7.9 の地震により、南関東において大きな被害をもたらした地震災害。

近代化した首都圏を襲った唯一の巨大地震。死者・行方不明者 10万5千余人、全潰全焼流出家屋 29万棟余。直接被害額 45億円（日銀推計、当時の日本 GNP 比 30%）、現在価値換算で 55兆円との試算もある。（2008年、貝塚啓明博士）

昼食準備の時間帯に地震が起きたために台所や食堂から出火、日本海を北上する台風の影響により南南西の強い風が被害を拡大、圧死 14,000人以外は火災による犠牲者となった。特に墨田区の陸軍被服廠跡では避難していた人々を火災旋風が襲い、44,000余人の命を奪った。また、ラジオも普及していない当時、震災直後より誤った情報が流れ、混乱や暴行が生じた。

被災者の住宅再建過程において、公的な代替住宅が役割を果たした半面、木造密集市街地やバラックなどの不良住宅地区が拡大再生産、郊外部では急速な市街化が進展した。



（写真提供）土木学会附属土木図書館、 左：「東京市日本橋区北嶺町 日米信託ビルディングの全景」
右：「東京市 永代橋の火害状況及び焼落ちたる電車假橋」

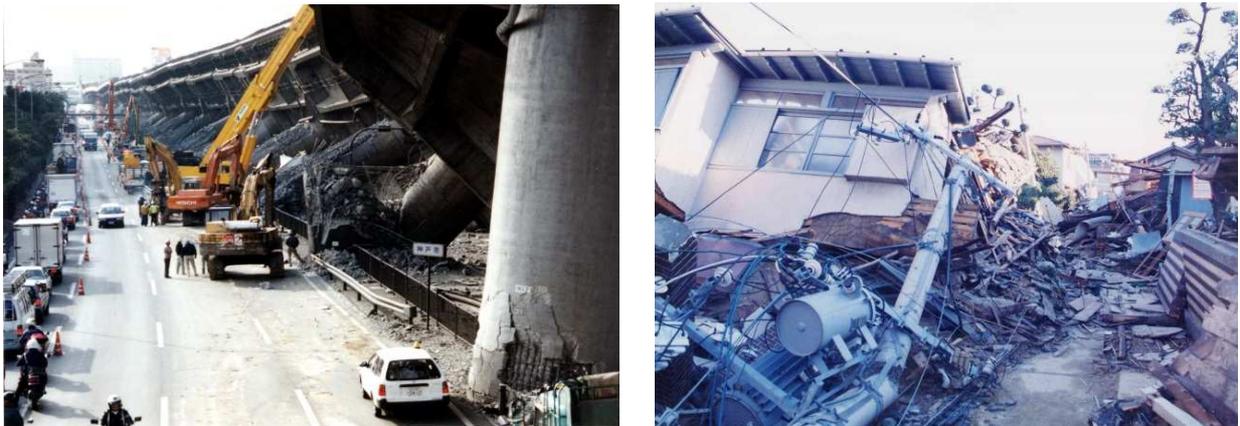
図 2.1.1(1) 関東大震災の被災状況

■阪神・淡路大震災（1995年 兵庫県南部地震）

1995年1月17日、明石海峡を震源とする Mw7.3、最大震度7の兵庫県南部地震による大規模地震災害。死者・行方不明者 6,437人、負傷者 41,500人、被災家屋 64万棟、直接被害額 9.6兆円（国土庁推計）。

都市における大規模商業地や産業集積地、神戸港という我が国中枢の国際港湾施設が被災し、道路・鉄道・電気・水道・ガス・通信などのライフラインが寸断、最大30万人以上が避難生活を送り、都市機能回復まで長期間を要した。また、土砂災害でも犠牲者が発生、護岸や河川堤防等も沈下・亀裂等の被害を受けた。

直接的被害にとどまらず、避難所生活に伴う心理的影響、都市機能の低下、雇用の不安定化など、市民生活に対して様々な面で、震災が大きな影響を及ぼした。



（写真提供）人と防災未来センター

図 2.1.1(2) 阪神・淡路大震災の被災状況

■東日本大震災（2011年 東北地方太平洋沖地震）

2011年3月11日、三陸沖を震源とする Mw9.0、最大震度7の東北地方太平洋沖地震による大規模地震・津波災害。死者・行方不明者 22,199人、全半壊 40万棟余（消防庁,2018年3月現在）。直接被害額 16.9兆円（内閣府推計）。

明治以降、国内観測史上最大規模の地震により未曾有の津波が発生、福島県相馬で高さ 9.3m以上、宮城県石巻市鮎川で 8.6m以上、岩手・宮城・福島3県の海岸堤防約 300kmのうち約 190kmが全壊・半壊し、561km²が浸水し、災害廃棄物の量は3県で 1,880万tに及んだ。

東京電力福島第一原子力発電所では運転中の原子炉が自動停止、津波の影響で非常用発電機も停止し、冷却機能を失い、炉心溶融（メルトダウン）、水素爆発による放射性物質の放出を引き起こした。

過去の大規模災害と比較しても、被害の範囲や規模が大きく、電力供給の制約、サプライチェーンの寸断によって二次的な影響など、被災地域以外にも広く及び、我が国経済に対して多大な影響を与えた。

首都圏では交通機関が不通となり大量の帰宅困難者が発生した。関東の広い範囲で液状化現象が起き、太平洋沿岸部の石油コンビナートでは地震の揺れや津波によって石油精製施設やタンク火災が発生した。



(写真提供) 東日本大震災アーカイブ宮城 左：女川町 (提供者) 宮城県女川町住民
右：気仙沼市川口町 (提供者) 気仙沼土木事務所

図 2.1.1(3) 東日本大震災の被災状況



コラム：1611年 慶長奥州地震・津波とその復興 – 先人達の闘い

今村 文彦 (東北大学災害科学国際研究所)

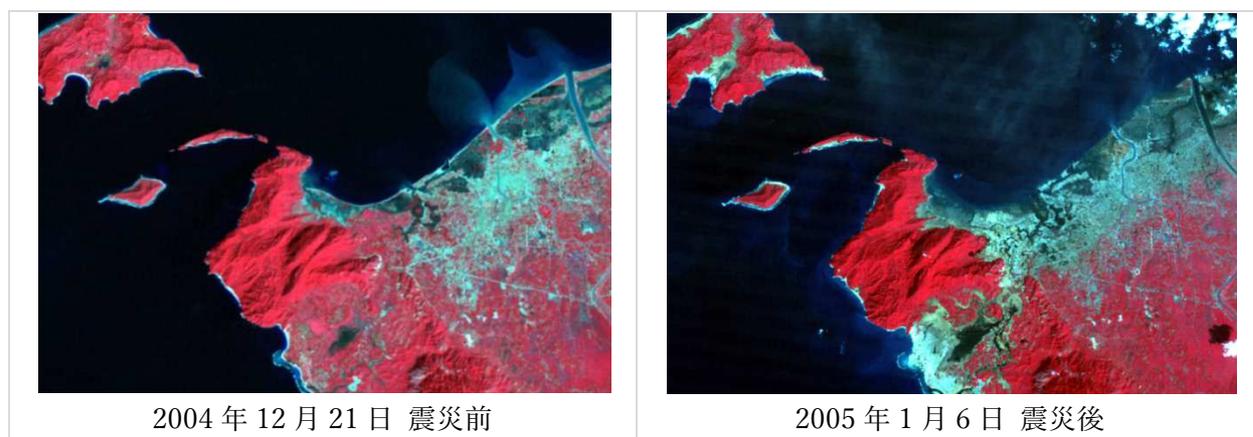
2011年東日本大震災の発生した400年前の1611年12月2日(新暦)、東北地方の太平洋沿岸は巨大な地震と津波により甚大な被害を受けましたが、その後に精力的で創造的な復興が成し遂げられております。東日本大震災直後には『未曾有』『想定外』『1000年に一度』と言う表現がマスコミ界等で紹介されていましたが、実は1611年に発生した『慶長奥州地震・津波』も同等の被害をもたらしたことが、最近の学際的な研究成果の中で示唆されています。我々は『1000年に一度、国難的災害が来ると言う様な認識ではなく、さらに短い400年程度の間隔で発生する等認識が必要』と東北大学災害科学国際研究所の蝦名裕一准教授(歴史学)が警鐘を鳴らしています。さらに当時、西日本各地でいくつかの内陸地震の後に、南海トラフで1605年慶長地震・津波が発生し、その活動が東日本に移動し日本海溝で1611年巨大な地震津波が起きているのです。この時代は巨大地震も含めた活発な地震活動期にありました。

当時は乱世から泰平に移りつつある時代でしたが、沿岸各地での甚大な被害からの復旧や復興は並大抵の努力ではなかったと思います。戦国時代を生き抜いた大名である南部氏、伊達氏、相馬氏らにより画期的な開発事業を展開していった姿が明らかになりつつあります。例えば、伊達政宗の命を受けた、川村孫兵衛茂重吉による沿岸被災での運河整備、植林事業および塩田開発、サン・ファン・バイティスタ号の建造という大事業の上での支倉常長の慶長遣欧使節派遣などが挙げられ、当時の難局を乗り越えるための創造的な事業が遂行されたと考えられます。しかしながら、現在に残された史料などは断片的でありその全容はまだ解明されていないのが現状のようです。東日本大震災を経験し同様に復旧・復興を模索し実施する中で、先人たちの思いや歩みを学ぶ意義は大いにありそうです。

■スマトラ沖地震による巨大津波災害（2004年）

2004年12月26日、インドネシア・スマトラ島北西沖のプレート境界でMw9.1の地震、インド洋巨大津波が発生。タイ・マレーシア・ミャンマー・インド・スリランカをはじめ、インド洋周辺国に甚大な被害をもたらした。特にスマトラ島北端のバンダアチェは、地震の揺れと津波の双方による被害により壊滅的な人的・物的被害を受けた。東南アジア・南アジアを中心に全世界で各国政府の発表によると死者・行方不明者約30万人、500万人が被災、被害総額は9.77億USD（緊急支援額、国連調査）に達した。

被災地となったインド洋一帯では、地震や津波に遭った経験が乏しかったことから、津波に関する警報や注意、避難勧告があまりなされず、住民だけでなく、観光客なども含めて人的被害を拡大させた。津波はアフリカ大陸東岸にも到達し、ソマリアでも100人以上が死亡。日本人もスリランカやタイなどで40数人が犠牲となった。



※ 写真右上がバンダアチェ低平地部。被災後、海岸線が破壊されているのが良く分かる。また、緑色に見えるのが湿ったドロカ、枯れた植生等で、この部分が、被災後に増えている。津波が引いた跡に、湿った茶色の土が堆積した場所と考えられ、津波の痕跡と思われる。

(写真提供) 被災前後の衛星写真 (LANDSAT 赤外カラー写真)

(出典:米国地質調査所(USGS)画像情報検索・ダウンロードサイト (<https://earthexplorer.usgs.gov/>))

図 2.1.1(4) スマトラ沖地震の前後の海岸線の変化

(参考文献)

- 1) 中央防災会議 災害教訓の継承に関する専門調査会 (2006), 「1923 関東大震災 報告書 第1編」
- 2) 寒川旭 (2007) 『地震の日本史』 中公新書
- 3) 河田恵昭 (2016) 『日本水没』 朝日新聞出版
- 4) 神戸市 (2011), 「阪神・淡路大震災の概要及び復興」
- 5) 内閣府 (2012), 「平成24年版 防災白書」
- 6) Yahoo 防災カレンダー, <https://typhoon.yahoo.co.jp/weather/calendar/>

2.1.2 今、危惧される巨大地震および巨大津波

未曾有の巨大災害として、今危惧されている代表的な「国難」が危惧される巨大地震が、南海トラフ地震と首都直下地震である。首都直下地震は日本経済や政治、文化の中心地である首都圏を直撃し、南海トラフ地震は日本経済を牽引する巨大エンジンである太平洋ベルトを直撃する。したがってこれらの地震が起これば、我が国は巨大被害を被り、国力が大きく毀損し、国民が今日の生活を維持していくことが不可能となる事態が危惧される。それは、人類が未だ経験したことのない水準に到達し、それによって我が国の繁栄が失われ、日本の歴史そのものが抜本的に変わってしまうことすら危惧される。

これらの両地震については、政府の内閣府が科学的な分析を通して、地震発生時の地震動や津波高などが想定されている。ここでは、この内閣府が公表している地震動・津波高データを基準として、それがどのような被害をもたらすのかを計量的に推計した結果を以下にとりまとめる。

まず、表 2.1.2(1)、表 2.1.2(2)に、南海トラフ地震と首都直下地震における被害の概要を示す。そして、本節では、この内訳について解説する。

表 2.1.2(1) 南海トラフ地震の被害の概要

公 民	資産被害	170 兆円	地震、津波で毀損する建築物等の資産量。内閣府試算。
	20 年経済被害	1,240 兆円	道路破断及び生産施設毀損による 1,048 兆円の 20 年経済被害（本委員会で推計した、GDP の 20 年間の累計毀損額）に加えて、港湾における交通破断による 16.9 兆円（内閣府推計）に基づいて求めた 20 年経済被害の推計値 192 兆円の合計値。
	20 年財政的被害	131 兆円	20 年経済被害の推計値より、一般政府（国と地方）の総収収の縮小額を推計。
	人的被害	323,000 人	地震、津波による死者数。内閣府試算。

表 2.1.2(2) 首都直下地震の被害の概要

公 民	資産被害	47 兆円	地震、津波で毀損する建築物等の資産量。内閣府試算。
	20 年経済被害	731 兆円	道路破断及び生産施設毀損による 678 兆円の 20 年経済被害（本委員会で推計した、GDP の 20 年間の累計毀損額）に加えて、港湾における交通破断による 4.5 兆円（内閣府推計）に基づいて求めた 20 年経済被害の推計値 53 兆円の合計値。
	20 年財政的被害	77 兆円	20 年経済被害の推計値より、一般政府（国と地方）の総収収の縮小額を推計。
	人的被害	23,000 人	地震、津波による死者数。内閣府試算。

(1) 南海トラフ地震

南海トラフ地震は、東日本大震災をもたらした東北地方太平洋沖地震と同様の、超大型の海洋海溝型地震である。内閣府では、いくつかのケースを想定しているが、以下の数値は、資産等への被害が最大となるケースを前提としたものである。

○建物等の「資産被害」 169.⁵兆円

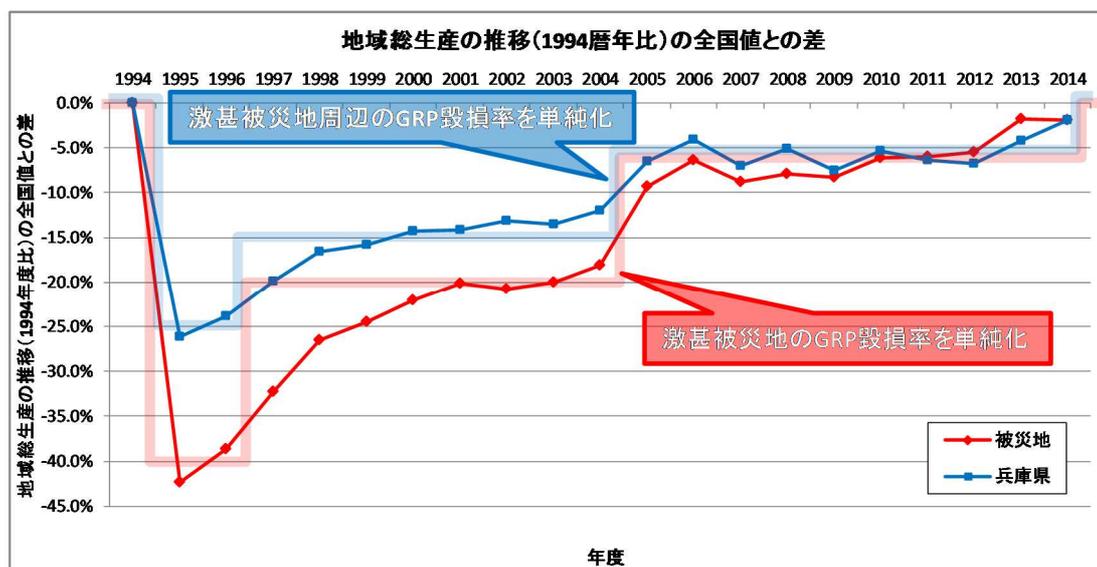
※ 地震や津波によって破壊される、建築物や工場などの資産＝ストックの総額。内閣府が想定した数値。詳細は、文献1) 参照。

○20年経済被害（道路破断および生産施設毀損） 1,048兆円

※ 地震・津波によって、生産施設等が破壊され、交通インフラが破壊される事を通して、経済活動が低迷することによって生ずる経済被害。南海トラフ地震による国内総生産（GDP）に対する影響が、阪神・淡路大震災の時（図 2.1.2(1)参照）と同様に20年間継続すると想定しつつ、南海トラフ地震が生じた場合に、生じなかった場合に比べて国内総生産（GDP）がどの程度毀損するかを推計し、その差分を20年間累計することで測定した（すなわち、いわゆる with/without 評価の考え方を採用した）。なお、被災地における被害が、経年的に回復し、最終的に被害が無かった場合に想定される水準に戻るまでの、その被害の回復していく曲線を「回復曲線」ないしは「リカバリーカーブ」と以下、呼称する。

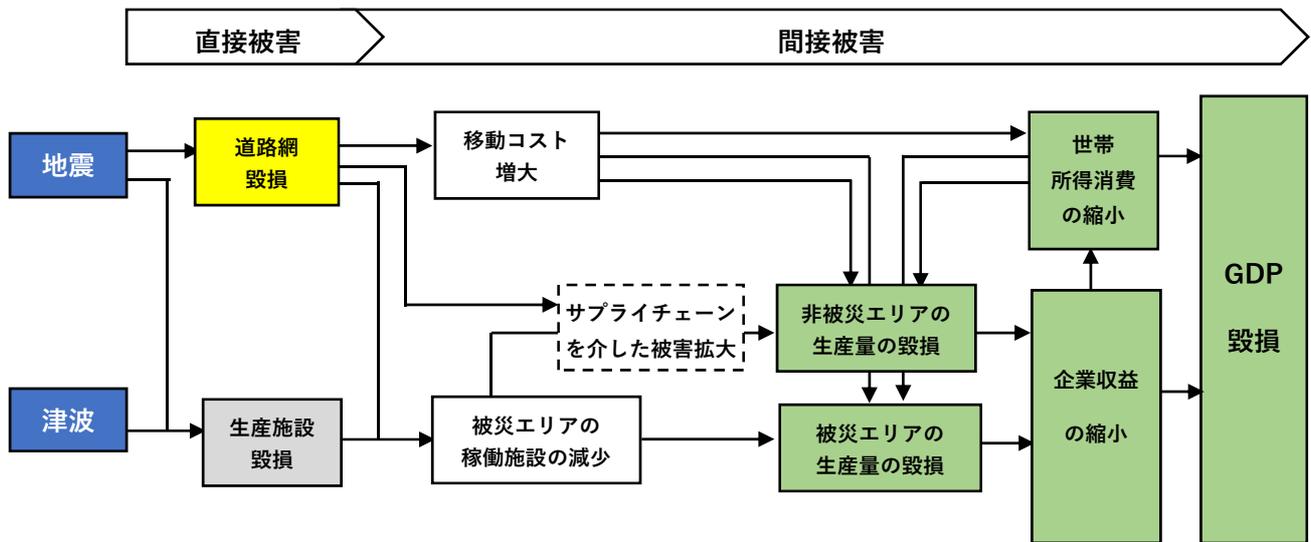
※ なお、これに対応する **20年財政的被害は111兆円**である。

※ 推計にあたっては、南海トラフ地震が生じた時のリカバリーカーブは、阪神・淡路大震災の時のGDPのリカバリーカーブと「相似」を成すものと仮定した。その一方で、初期二カ年のGDPの毀損については、図 2.1.2(2)に示した因果プロセスを想定した空間的応用一般均衡モデル（SCGE）を活用して推計し（計算方法の詳細については、付録I参照されたい）、この数値を用い、かつ、上記仮定の上で、南海トラフ地震のリカバリーカーブを特定し、20年経済被害を推計した。

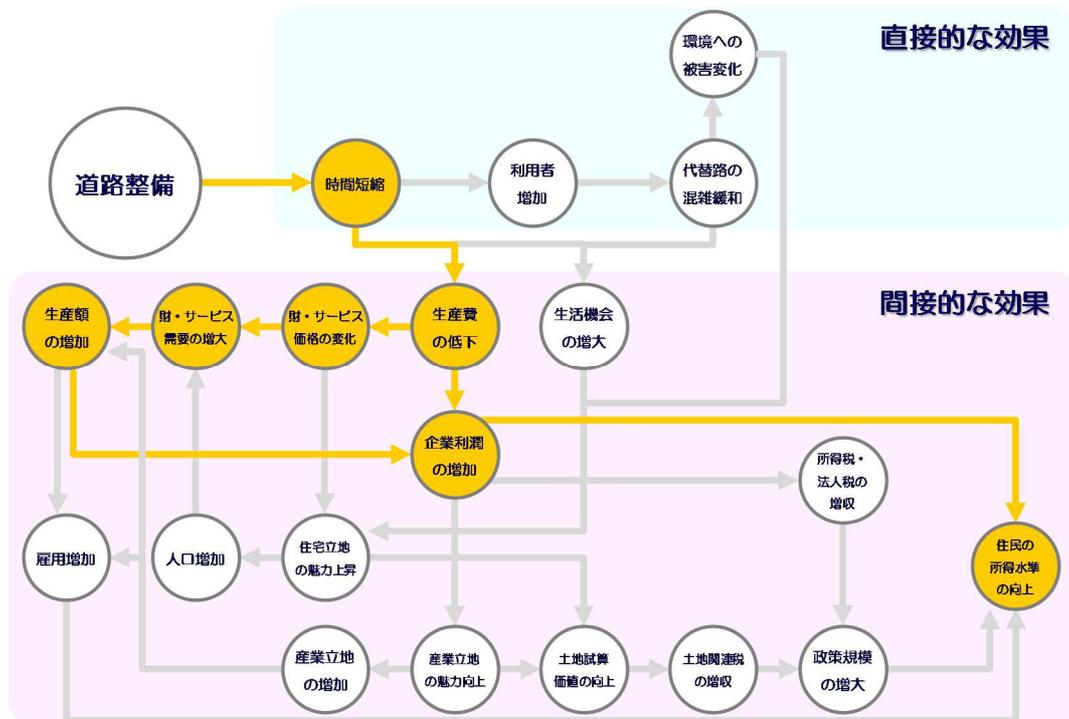


(注：全国値を規準として基準化した値の推移。推計方法の詳細は、付録I：2. (1)②参照)

図 2.1.2(1) 阪神・淡路大震災の時の、発災後20年間のGDPの推移

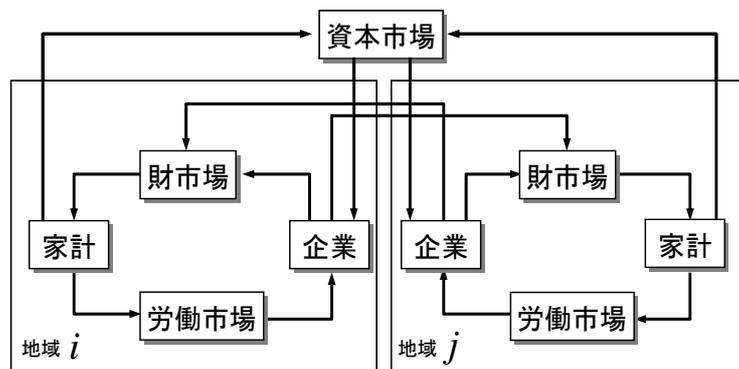


<地震・津波が道路・施設を毀損し、GDP が変化する因果プロセスの全体概要>



※ オレンジ色を付与した項目が考慮したプロセス

<道路網の水準変化が GDP の変化をもたらす因果プロセスの詳細（道路整備のケース）>



<SCGE におけるエリア別の「企業」「家計」の相互作用プロセス>

図 2.1.2(2) 地震・津波によって GDP（国内総生産）が毀損する因果プロセスの概要

※ 「1,048兆円」という損失は、日本国内の全ての経済主体の合計所得の損失額であるが、被災地においてはとりわけ被害が大きい。例えば、大阪や名古屋の人々は、平均で20年間所得が四分の一以上縮小してしまうことが予想されている。図2.1.2(3)に示すように、20年間累計で市民一人（納税者）あたり平均、800万円前後から2,000万円以上の所得（総額）が失われてしまうと推定された（注：被災地内の自治体の内、含まれる全国の政令市を抽出した場合）。

※ なお、阪神・淡路大震災時の神戸における（今日と当時の所得水準が同じであると仮定した場合の）損失所得額（20年累計）は、1,168万円と推計されている。下図に示した南海トラフ時の神戸における被害推計値1,340万円は、この水準よりも15%程度高い。つまり、南海トラフ地震の被害は、阪神・淡路大震災が神戸に与えたダメージを上回るダメージが、被災地において広域に広がることが予想される。

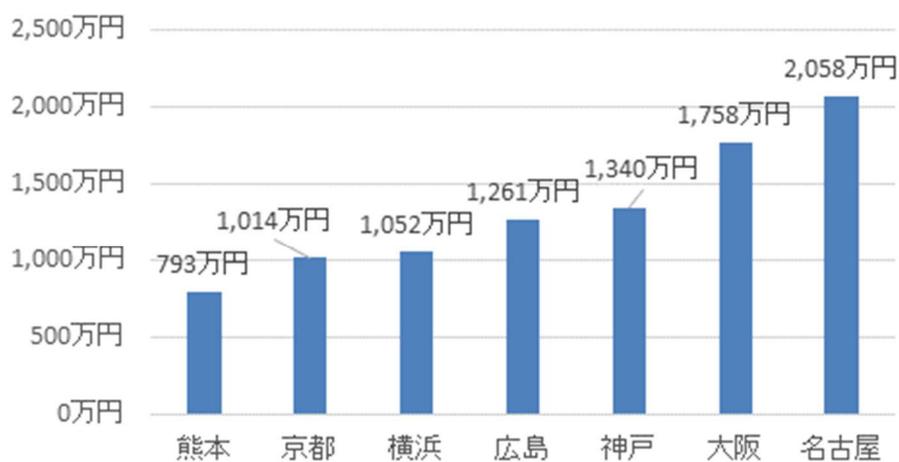


図 2.1.2(3) 南海トラフ地震によって失われる、地域別所得総額（20年累計）

○20年経済被害（港湾における交通破断） 192兆円

※ 港湾に関する交通寸断の影響として、輸出入貨物を対象に被災後1年間で16.9兆円の被害が想定されている（詳細は、文献1）参照）。この数値に国内輸送貨物を加えた上で、図2.1.2(1)の被害回復推移を想定し、20年間の累計損失を推計した値。

※ なお、南海トラフ地震による県別の岸壁被災率は下記の通り。図2.1.2(4)のように、名古屋港の位置する愛知県の被災数が特に高い。

※ なお、これに対応する20年財政的被害は20兆円である。

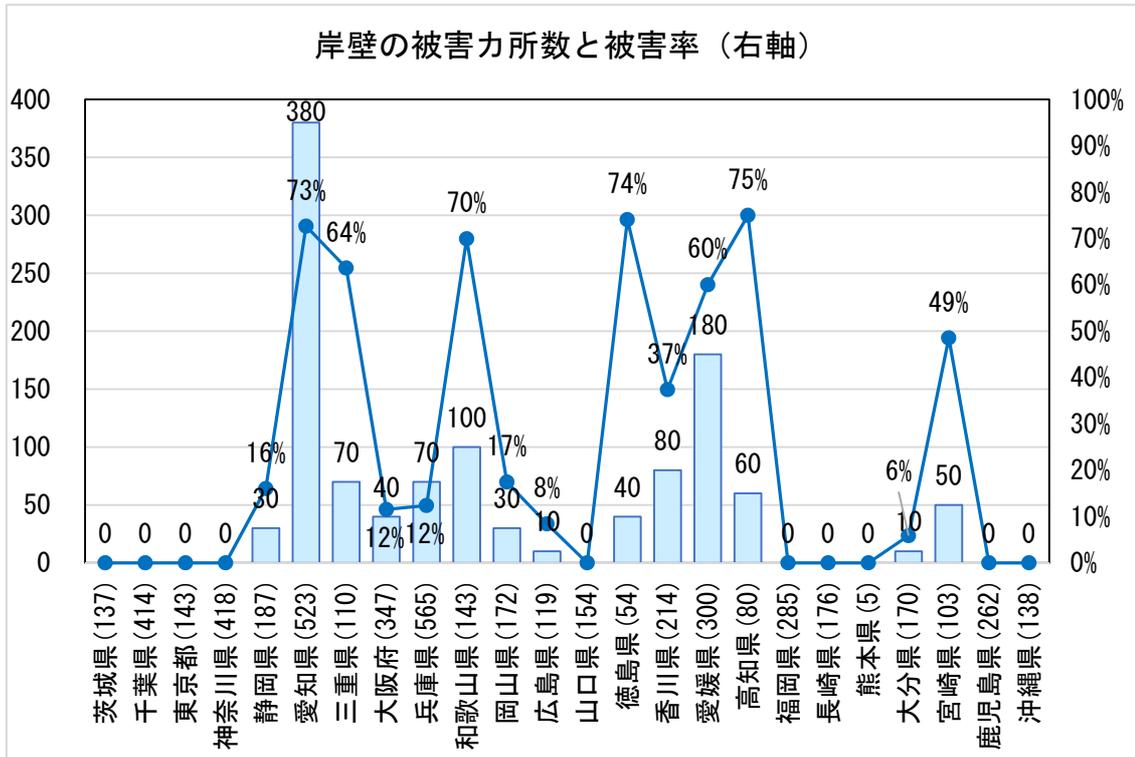


図 2.1.2(4) 「南海トラフ地震」による府県別の岸壁被災数率

○死者数 323,000人

※ 地震や津波による死者数。詳細は、文献1）参照。

(画像提供) NHK / NHK スペシャル MEGA CRISIS 巨大危機 第2集 地震予測に挑む ～次はいつ どこで起きるのか～



図 2.1.2(5) 地震大火災による被災イメージ（大都市部）

(2) 首都直下地震

首都直下地震は、1923年の「関東大震災」の再来として危惧されている地震。内閣府では、いくつかのケースを想定しているが、以下の数値は、資産等への被害が最大となるケースを前提としたものである。

○建物等の「資産被害」：約 47 兆円

※ 地震や津波によって破壊される、建築物や工場などの資産＝ストックの総額。内閣府が想定した数値。詳細は、文献 1) 参照。

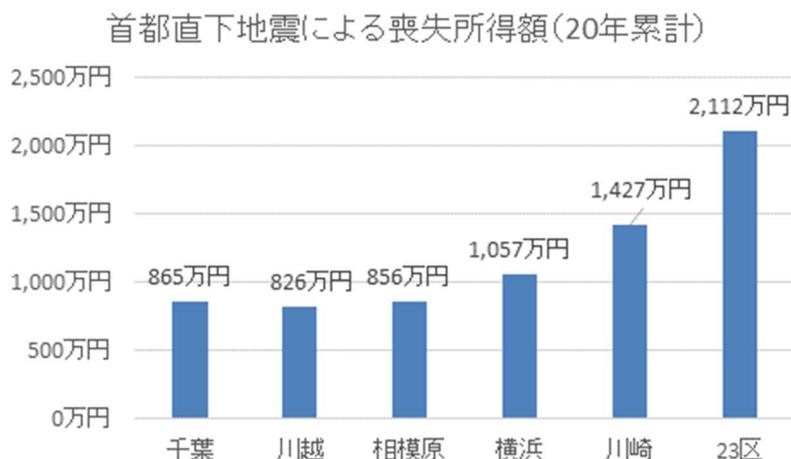
○20 年経済被害（道路破断および生産施設毀損） 678 兆円

※ 地震によって、生産施設等が破壊され、交通インフラが破壊される事を通して、経済活動が低迷することによって生ずる経済被害。南海トラフ地震による国内総生産（GDP）に対する影響が、阪神・淡路大震災の時（図 2.1.2(1)参照）と同様に 20 年間継続すると想定しつつ、首都直下地震が生じた場合に、生じなかった場合に比べて国内総生産（GDP）がどの程度毀損するかを推計し、その差分を 20 年間累計することで測定した。被害が生ずる因果プロセスは、図 2.1.2(2)に示した通り。（計算方法の詳細については、付録 I 参照）。

※ なお、これに対応する **20 年財政的被害は 72 兆円**である。

※ 図 2.1.2(6)に示すように、被災地に含まれる代表都市の損失所得を示す。ご覧の様に、20 年間累計で市民一人（納税者）あたり平均、約 900 万円から 2,100 万円以上の所得（総額）が失われてしまうと推定された。

※ なお、阪神・淡路大震災時の神戸における損失所得額（20 年累計）を、当時の神戸の所得水準が今日の東京 23 区のそれと同程度であるという前提で推定したところ、1,479 万円と推計された。下図に示した東京 23 区の損失額 2,112 万円は、この推計値よりも 40%以上も他界水準である。つまり、**首都直下地震の被害は、阪神・淡路大震災が神戸に与えたダメージを遙かに上回るダメージを、東京 23 区を中心とした被災エリアにもたらすことが予想される。**



注：被災地に含まれる政令指定市を抜粋。20 年間の累計喪失額。納税者一人あたり平均。エリアは生活圈単位。当該ゾーンの所得を、中心政令市の所得に等しいと想定して推計。

図 2.1.2(6) 首都直下地震によって失われる、地域別所得総額（20 年累計）

○20年経済被害（港湾における交通破断） 53兆円

※ 港湾に関する交通寸断の影響として、輸出入貨物を対象に年間4.5兆円の被害が想定されている（詳細は、文献2参照）。この数値に国内輸送貨物を加えた上で、図2.1.2(1)の被害回復推移を想定し、20年間の累計損失を推計した値。

※ なお、これに対応する**20年財政的被害は約6兆円**である。

○死者数 23,000人

※ 地震による死者数。（詳細は、文献2参照）



（画像提供）NHK / NHK スペシャル MEGA CRISIS 巨大危機 第4集 “地震大火災”があなたを襲う

図 2.1.2(7) 地震大火災による被災イメージ（コンビナート地帯）

（参考文献）

- 1) 中央防災会議・防災対策推進検討会議・南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ：
南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告）、平成25年3月18日、2013.
- 2) 中央防災会議・防災対策推進検討会議・首都直下地震対策検討ワーキンググループ：
首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）～本文～、平成25年12月、2013.

2.2 巨大高潮

高潮災害は、大型台風による強風による水の移動と気圧低減によって海面水位の上昇が生じる現象である。高潮は数メートルを超える水位上昇をもたらす場合があり、沿岸域に大きな被害を与える災害である。陸上での強風と降雨がその被害をさらに加速させる。我が国における代表的な高潮災害として上げられるのが伊勢湾台風（1959年）や室戸台風（1934年）であるが、現在、科学的に想定されている最大クラスの（L2クラス）巨大高潮は、それらよりもさらに深刻な被害をもたらす懸念がある（環境省, 2018）。

（参考文献） 環境省：気候変動の観測・予測・影響評価に関する統合レポート 2018

2.2.1 過去における巨大高潮の例

■伊勢湾台風（1959年）

1959年（昭和34年）9月26日夕刻、和歌山県潮岬の西に上陸した台風15号（上陸時929hPa、最低気圧894hPa・最大風速75m/s）によって、伊勢湾奥部に既往最高潮位を1m近く上回る観測史上最大の3.55mの高潮が発生し、不十分な防災対策のまま市街化して来た日本最大のゼロメートル地帯に襲撃した。加えて、大量の木材が貯木場に集積していたことや高潮災害の危険地帯であることの自覚や警戒心の不足、さらには襲撃が夜間であったこと等から、災害が激甚化した。

台風災害としては明治以降最多の死者・行方不明者数5,098名、被災家屋50万棟以上に及ぶ被害が生じた。浸水は長期間に及び、排水には3か月を要した。この結果、愛知・三重両県だけで被害総額は当時の日本のGNPの4割（推定被害総額5,050億円）に達する大災害となった。

また、この災害を契機に防災の概念と国の責任を明確にした「災害対策基本法」が制定された。



（写真）国土交通省 中部地方整備局



（写真）出所：内閣府 平成21年防災白書

図 2.2.1(1) 伊勢湾台風による被災状況

■ハリケーン・カトリーナ（2005年）

2005年8月29日、米国ルイジアナ州に上陸したハリケーン（再発達時最低気圧902hPa・最大風速175mph、上陸時918hPa）で、上昇水位8.5mに達し、米国史上最悪の高潮・高波災害を引き起こした。

ルイジアナ州、ミシシッピ州等では、膨大な家屋の倒壊、道路の破損、落橋、広範囲での樹木の転倒、石油関連施設の破壊等が発生。特にルイジアナ州ニューオーリンズ市では市街地の8割が

冠水、水没期間が1か月に及んだ。

死者約1,800人、約120万人が避難、約13万軒の家屋が損傷。推被害総額は、推定1,250億ドル（14兆7,000億円）に上る。（国連国際防災戦略,2006）

メキシコ湾岸地区は、米国最大の原油・天然ガスの生産拠点、ガソリン精製拠点であるが、被災により、エネルギー価格の高騰を引き起こした。



(写真) 出所：Interagency Performance Evaluation Taskforce (IPET): Report 3 vol.I

図 2.2.1(2) ハリケーン・カトリーナによるニューオーリンズ市内の浸水状況

■ハリケーン・サンディ（2012年）

2012年10月29日、米国東海岸に上陸したハリケーン（最低気圧940hPa）。ニューヨークは1938年以来74年ぶりに大規模な高潮被害を受けた。

この高潮災害は都市機能が高度に集積した先進国の大都市に壊滅的な被害をもたらした初めての大規模な災害であり、被害額は約8兆円規模にのぼり、米国災害史上2番目に大きな経済損失となった。

上陸時、勢力範囲が約1,400kmという巨大なストームで、大潮の時期と重なったため、マンハッタンをはじめとしたニューヨーク市、ニュージャージーの都市部で深刻な高潮による浸水被害が発生、地下鉄・道路・鉄道等が浸水し、公共交通機関は運行を停止した。また、ニューヨーク証券取引所は2日間にわたり閉鎖し取引を停止、金融活動を含む社会経済活動の中枢に大きな影響を及ぼしました。



(写真) ニューヨーク都市交通公社 (MTA)

図 2.2.1(3) ハリケーン・サンディによるニューヨーク地下鉄の浸水状況

(参考文献)

- 1) 中央防災会議 災害教訓の継承に関する専門調査会（2008）, 「1959年 伊勢湾台風 報告書」
- 2) 土木学会 ハリケーン・カトリーナ災害調査報告（2005）
- 3) 国土交通省（2014）, 平成25年度 国土交通白書 ハリケーン・サンディと米国の防災対応

2.2.2 今、危惧される巨大高潮

過去から現在に至るまでの台風の長期変化の傾向は、観測データの不足から、全球規模で熱帯低気圧の活動度が過去から現在まで長期的に強まる傾向にあるかどうかは未だに確信度は低い（IPCC 第 5 次評価報告書, 2013）。しかし、一部の海域、特に北大西洋では、強い熱帯低気圧の頻度と強度が増大していることはほぼ確実であると評価されている。一方、気候モデルによる 21 世紀末の将来変化については、ここ十年で理解が急速に進んでいる。熱帯低気圧の強さは全球平均的には強まる可能性が高いと評価されている。

日本周辺では、将来的な強い台風の増加が示唆されているが、定量的な中心気圧変化の予測は今後の課題となっている（環境省, 2018）。一方で、2013 年にフィリピンを襲った台風 30 号（Haiyan）のような 900hPa を切る強い台風による被害が報告されており、不確実性が大きいものの、温暖化により、台風強度が増加する傾向が見られるとの研究結果が数多く報告されている。

我が国の 3 大湾を対象とした被害想定は、過去の台風データにもとづくシナリオベースとなっており、東京湾では室戸台風ベース（最大規模の洪水等に対応した防災・減災対策検討会, 2017）、大阪湾では第 2 室戸台風ベース（大阪大規模都市水害対策検討会, 2018）、伊勢湾ではスーパー伊勢湾台風ベース（東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会, 2017）で検討されている。

なお、既に 1.2(3)で述べたとおり、高潮については L1, L2 の概念が明確に定義されていないが、上記 3 つのシナリオはいずれも現行整備計画が対象としている高潮の規模を大きく超えるので、L2 外力と評価できる。



(画像提供) NHK / NHK スペシャル MEGA CRISIS 巨大危機Ⅱ 第 2 集「異常気象・スーパー台風 予測不能の恐怖」

図 2.2.2(1) 巨大高潮による大都市部の被災イメージ

(参考文献)

- 1) IPCC WG1 (2013) Sea Level Change, Chapter 13, Cambridge University Press, UK.
- 2) 環境省・文部科学省・農林水産省・国土交通省・気象庁 (2018) 「気候変動の観測・予測・影響評価に関する統合レポート 2018～日本の気候変動とその影響～」
- 3) Mori, N. and T. Takemi (2016) Impact assessment of coastal hazards due to future changes of tropical cyclones in the North Pacific Ocean, Weather and Climate Extremes (review paper), Vol.11, pp.53-69.
- 4) 最大規模の洪水等に対応した防災・減災対策検討会 (2017) 「社会経済の壊滅的な被害の回避」に向けた取り組み
- 5) 大阪大規模都市水害対策検討会(2018) 大阪大規模都市水害対策ガイドライン
- 6) 東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会 (2017) 社会経済の壊滅的な被害回避方策

巨大高潮がどのような被害をもたらすのかを計量的に推計した結果について、表 2.2.2(1)、2.2.2(2)、2.2.2(3)に、東京湾、伊勢湾、大阪湾における被害の概要を示す（詳細は付録Ⅱ参照）。

表 2.2.2(1) 東京湾の巨大高潮による被害概要（室戸台風級）

公 民	資産被害	64 兆円	高潮で毀損する建築物等の資産量。最大規模の洪水等に対応した防災・減災対策検討会試算結果に基づき、本委員会で推計。
	14 ヶ月経済被害	46 兆円	資産等への被害による GDP 毀損。本委員会で推計。
	14 ヶ月財政的被害	5 兆円	14 ヶ月経済被害の推計値より、一般政府（国と地方）の総税収の縮小額を推計。
	人的被害（想定死者数）	8,000 人	想定死者数。最大規模の洪水等に対応した防災・減災対策検討会試算。
	（浸水域内人口）	140 万人	浸水域内人口。最大規模の洪水等に対応した防災・減災対策検討会試算。

表 2.2.2(2) 伊勢湾の巨大高潮による被害概要（スーパー伊勢湾台風級）

公 民	資産被害	10 兆円	高潮で毀損する建築物等の資産量。東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会の試算結果に基づき、本委員会で推計。
	14 ヶ月経済被害	9 兆円	資産等への被害による GDP 毀損。本委員会で推計。
	14 ヶ月財政的被害	1 兆円	14 ヶ月経済被害の推計値より、一般政府（国と地方）の総税収の縮小額を推計
	人的被害（想定死者数）	1,300 人	想定死者数。東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会の試算結果に基づき、本委員会で推計。
	（浸水域内人口）	66 万人	浸水域内人口。東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会の試算結果に基づき、本委員会で推計。

表 2.2.2(3) 大阪湾の巨大高潮による被害概要（第 2 室戸台風級）

公 民	資産被害	56 兆円	高潮で毀損する建築物等の資産量。 大阪大規模都市水害対策検討会の試算結果に基づき、本委員会で推計。
	14 ヶ月経済被害	65 兆円	資産等への被害による GDP 毀損。本委員会で推計。
	14 ヶ月財政的被害	7 兆円	14 ヶ月経済被害の推計値より、一般政府（国と地方）の総税収の縮小額を推計。
	人的被害（想定死者数）	1,000 人	想定死者数。 大阪大規模都市水害対策検討会の試算結果に基づき、本委員会で推計。
	（浸水域内人口）	179 万人	浸水域内人口。 大阪大規模都市水害対策検討会の試算結果に基づき、本委員会で推計。

（参考文献）

- 1) 最大規模の洪水等に対応した防災・減災対策検討会（2017）「社会経済の壊滅的な被害の回避」に向けた取り組み
- 2) 大阪大規模都市水害対策検討会(2018) 大阪大規模都市水害対策ガイドライン

2.3 巨大洪水

巨大洪水は、梅雨前線が刺激されて起こる集中豪雨や台風がもたらす強力な雨によって発生する。過去においては我が国では「カスリーン台風」がその典型だが、現在、科学的に想定されている最大クラスの（つまり L2 クラスの）巨大洪水は、そのさらに 1.5 倍の降雨量のものである。

2.3.1 過去の巨大洪水の例

■カスリーン台風（1947年）

1947年（昭和22年）9月15日、台風9号（最低気圧960hPa）が駿河湾の南方から房総半島南端を通過。すでに本州に停滞していた秋雨前線が台風の影響とかさなり、関東・東北地方で記録的豪雨（秩父610mm）となり、土石流や河川の氾濫が多発し、死者・行方不明者1,930人、家屋浸水約30万棟、倒壊半壊3万棟の甚大な被害となった。

台風により、利根川水系の渡良瀬川流域、特に群馬県桐生市、栃木県足利市における被害は甚大で、扇状地における急流河川の破堤、越水氾濫により多くの死者・行方不明者を出した。

また、埼玉県大利根町で堤防が決壊し、埼玉県東部から東京都江戸川区に至る中川流域を氾濫流が流下、亀有でも右岸堤防が決壊した。東北地方では北上川が氾濫し、岩手県一関市などでも大きな被害が発生した。

戦後間もない当時、GHQの強力な支援のもと、政府・自治体にて救援・復興に対応した。



（写真提供）国土交通省関東地方整備局 利根川上流河川事務所
「葛飾区堀切付近の高架線路上に避難する人々」

図 2.3.1(1) カスリーン台風による被災状況

■ハリケーン・ハービー（2017年）

2017年8月25日（現地時間）、米国テキサス州に上陸した大型のハリケーン（カテゴリー4）で、豪雨による洪水などでテキサス州とルイジアナ州を中心に死者約80人、約30万戸で停電が発生、ヒューストン市の約4.3万人が避難する大きな被害をもたらした。

特に経済的損失が大きく、アメリカの原油生産の拠点であるメキシコ湾岸の油田地帯では操業

停止が相次ぐなど、被害総額約 1,900 億ドル（約 21 兆円）で、2005 年カトリーナの 1,250 億ドルを上回った。

ハービーの特徴は、上陸後に勢力を落として熱帯低気圧に変わってからも、高気圧に阻まれたことでテキサス州周辺に停滞したことであり、同じような地域で長時間にわたって大雨が降り続いたことによって、テキサス州の大都市ヒューストンを含め広い範囲で洪水が発生した。総雨量はテキサス州の一部で雨量が 1,300mm に達し、熱帯低気圧による雨量としては観測史上最大と言われている。



（出典）FEMA HP, Dominick Del Vecchio 撮影 2017.08.31

図 2.3.1(2) ハリケーン・ハービーによる被災状況

（参考文献）

- 1) 中央防災会議 災害教訓の継承に関する専門調査会（2010）, 「1947 カスリーン台風 報告書」
- 2) National Hurricane Center (2018), Tropical Cyclone Report, Hurricane Harvey (AL092017)
- 3) Yahoo 防災カレンダー, <<https://typhoon.yahoo.co.jp/weather/calendar/>>

2.3.2 今、危惧される巨大洪水

我が国の三大都市圏はいずれも広大な低平地を抱えているため、巨大洪水が生じると広域的に深刻な浸水が生じることが想定されている。

これらの水害については、国土交通省により巨大洪水に対する被害は三大都市それぞれで検討が進められており（東京「最大規模の洪水等に対応した防災・減災対策検討会（H29.8）」、名古屋「東海ネーデルランド高潮・洪水地域対策協議会（H29.5）」、大阪「大阪大規模都市水害対策検討会（H29.6）」）、その検討結果に基づいて、想定最大規模の降雨による巨大洪水（L2洪水）が生じた場合の被害を推計した結果を下記に示す。なお、被害としては以下の項目について推計した。推計方法の詳細は付録Ⅲを参照。

- 資産等への被害額：氾濫によって破壊される建築物や公共土木施設等の被害額
- 14ヶ月経済被害：氾濫によって生産施設等が破壊され、（交通インフラ）が破壊されることを通じて、経済活動が低迷することによって生じる経済被害。浸水による国内総生産（GDP）に対する影響が、関東・東北豪雨における常総市の時と同様に14ヶ月継続すると仮定し、浸水被害が生じなかった場合に比べてGDPがどの程度毀損するかを推計し、その差分の14ヶ月間累計することで測定した。
- 人的被害：氾濫による浸水からの逃げ遅れによる死者数

都道府県等が管理する区間においても巨大洪水により各地域で深刻な被害が想定されるが、今回の本報告書では、「国難」が生じうる国が管理する区間について検討している。

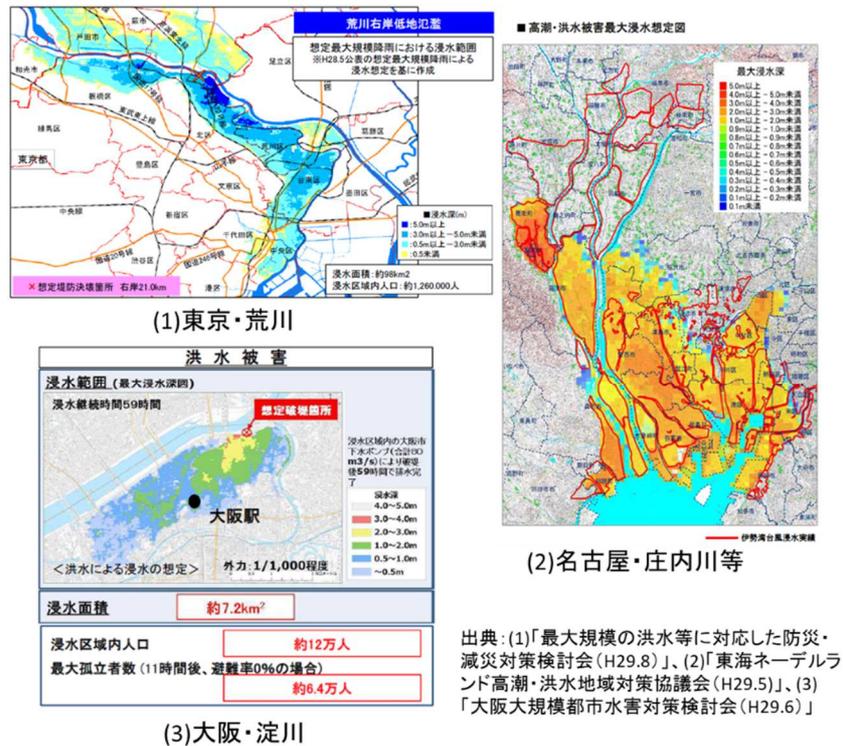


図 2.3.2(1) 巨大洪水による三大都市の浸水状況

表 2.3.2(1) 荒川における巨大洪水の被害の概要

公 民	資産被害	36 兆円	洪水で毀損する建築物等の資産量。荒川右岸 21k が破堤することによる資産被害額。最大規模の洪水等に対応した防災・減災対策検討会の試算結果に基づき、本委員会で推計。
	14 ヶ月経済被害	26 兆円	浸水被害による物流遮断及び生産施設棄損に基づき求めた 14 ヶ月間の累計の GDP 棄損額。本委員会で推計。
	14 ヶ月財政的被害	2.8 兆円	14 ヶ月経済被害の推計値より、一般政府（国と地方）の総税収の縮小額を推計。
	人的被害（想定死者数）	2,100 人	浸水被害による想定死者数。最大規模の洪水等に対応した防災・減災対策検討会の試算結果に基づき、本委員会で推計。
	（浸水域内人口）	126 万人	浸水区域内人口。最大規模の洪水等に対応した防災・減災対策検討会の試算結果。

参考：最大規模の洪水等に対応した防災・減災対策検討会、「社会経済の壊滅的な被害の回避」に向けた取り組み～最大クラスの洪水・高潮による被害想定について～（H29.8）

表 2.3.2(2) 庄内川、木曾川、長良川、揖斐川における巨大洪水の被害*の概要

公 民	資産被害	13 兆円	庄内川左岸 17.2k、木曾川左岸 21.8k、長良川右岸 19k、揖斐川右岸 27.2k が破堤することによる資産被害額。東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会の試算結果に基づき、本委員会で推計。
	14 ヶ月経済被害	12 兆円	浸水被害による物流遮断及び生産施設棄損に基づき求めた 14 ヶ月間の累計の GDP 棄損額。本委員会で推計。
	14 ヶ月財政的被害	1.3 兆円	14 ヶ月経済被害の推計値より、一般政府（国と地方）の総税収の縮小額を推計。
	人的被害（想定死者数）	670 人	浸水被害による想定死者数。東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会の試算結果に基づき、本委員会で推計。
	（浸水域内人口）	40 万人	浸水区域内人口。東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会の試算結果に基づき、本委員会で推計。

参考：東海ネーデルランド高潮・洪水地域対策協議会、TNT 大規模水害対策レポート 01 社会経済の壊滅的被害回避方策（H29.5）
 ※「東海ネーデルランド高潮・洪水地域対策協議会」による高潮と洪水の同時発生時の浸水被害より洪水分を推定

表 2.3.2(3) 淀川における巨大洪水の被害の概要

公 民	資産被害	6 兆円	淀川左岸 9.2k が破堤することによる資産被害額。大阪大規模都市水害対策検討会の試算結果に基づき、本委員会で推計。
	14 ヶ月経済被害	7 兆円	浸水被害による物流遮断及び生産施設棄損に基づき求めた 14 ヶ月間の累計の GDP 棄損額。本委員会で推計。
	14 ヶ月財政的被害	0.7 兆円	14 ヶ月経済被害の推計値より、一般政府（国と地方）の総税収の縮小額を推計。
	人的被害（想定死者数）	200 人	浸水被害による想定死者数。大阪大規模都市水害対策検討会の試算結果に基づき、本委員会で推計。
	（浸水域内人口）	12 万人	浸水区域内人口。大阪大規模都市水害対策検討会の試算結果。

参考：大阪大規模都市水害対策検討会、大阪大規模都市水害対策ガイドライン(中間とりまとめ、第 2 版)（H29.6）

注) 上記の被害は、荒川、庄内川、木曾川、長良川、揖斐川、淀川で被害が最大となる 1 箇所が決壊する想定で推計しているが、一つの洪水で複数箇所が決壊する事例もあり、複数箇所が決壊した場合、被害が大幅に拡大する可能性もある。また、東京圏では、荒川以外にも利根川、多摩川において決壊した場合、大阪圏では淀川以外にも大和川において決壊した場合、被害が大幅に拡大する可能性もある。

*想定死者数は浸水区域内人口から、内閣府「首都圏における大規模水害の被害想定（H20.3.25）」における浸水区域内人口/想定死者数の比より推計。

(1) 東京・荒川における巨大洪水

荒川における巨大洪水は、浸水想定区域図（平成 28 年 5 月 30 日公表）の条件とし、想定最大規模降雨による荒川右岸低地氾濫(決壊地点として右岸 21km[東京都北区]を想定)を用いた。国土交通省ではいくつかのケースを想定しているが、以下の数値は社会経済被害が最大となるケース（資産等への被害額が最大となるケース）を前提としたものである。

- 資産等への被害額 36 兆円
- 14 ヶ月経済被害 26 兆円
- 14 ヶ月財政的被害 2.8 兆円
- 人的被害 2,100 人

フィクションドキュメンタリー「荒川氾濫」（国土交通省関東地方整備局荒川下流河川事務所、<http://www.ktr.mlit.go.jp/arage/arage00061.html>）では、巨大洪水による深刻な被害状況が動画で分かりやすく紹介されている。



(出典) 国土交通省関東地方整備局荒川下流河川事務所、<http://www.ktr.mlit.go.jp/arage/arage00061.html>

図 2.3.2(2) フィクションドキュメンタリー「荒川氾濫」

(2) 名古屋・庄内川等における巨大洪水

庄内川、木曾川、長良川、揖斐川における洪水による大規模水害は、地球規模の気候変化によって降水量が増加するという見通しにたって、現在の河川の計画規模を引き延ばした降雨を外力とする。また、堤防の決壊については、庄内川、木曾川、長良川、揖斐川の各河川 1 カ所で、東海地方の低平地における浸水範囲が最大となるケースを前提としたものである。

- 資産等への被害額 13 兆円
- 14 ヶ月経済被害 12 兆円
- 14 ヶ月財政的被害 1.³兆円
- 人的被害 670 人

(3) 大阪・淀川における巨大洪水

淀川における巨大洪水は、対象河川を大阪市梅田地区及びその地下空間に甚大な被害をもたらすと予想される 1/1,000 程度（1 年間に同等以上の降雨が起こる確率）の降雨規模を対象とし、淀川左岸 9.2 キロで決壊し氾濫したケースを想定した。国土交通省ではいくつかのケースを想定しているが、以下の数値は社会経済被害が最大となるケースを前提としたものである。

○資産等への被害額 6 兆円

○14 ヶ月経済被害 7 兆円

○14 ヶ月財政的被害 0.7 兆円

○人的被害 200 人

(4) 地下街の被害

(1)～(3)の被害はいずれも地下街の被害が含まれていないが、過去の水害や氾濫シミュレーション結果から、甚大な被害が想定される。

例えば、2002 年のエルベ川の氾濫では、チェコ・プラハの市内全体が浸水し、地下鉄にも浸水が発生。地下鉄は 100 年に一度の洪水に対して、安全なように設計されていたが、今回の洪水では換気口から水が浸入し、最長で 6 ヶ月間の不通区間が発生した。

また、2012 年のハリケーン・サンディでは、米ニューヨークの地下鉄の事業者が事前に浸水対策を行っていたにもかかわらず、非常用出入口の対策が見落とされていたため、浸水被害が発生した。施設の被災面では、土嚢や止水板などのバリエードに瓦礫などがぶつかり破壊されるとともに、マンホールからの浸水により地下鉄が水没した（一方、ニューヨーク都市交通公社はハリケーン来襲 1 日前から地下鉄を運休したことなどにより、交通施設内の人的被害は皆無であり、早期の運行再開（被災 1 週間後で 57%、9 日後で 97%の区間が回復）に繋がった。発災の恐れのある段階から行政トップ・防災関連機関・住民等によるリスクコミュニケーションが行われることの重要性が示された災害でもあった）。

日本においても、荒川右岸 21.0k が決壊した場合の地下鉄の浸水被害の状況が公表されている。駅への出入口に 1m 程度の止水板が整備され、トンネル坑口部の対策はなし、換気口からの浸水はないという条件で、17 路線、97 駅、延長 147km が浸水すると公表されている。

(参考文献)

- 1) 2002 年ヨーロッパ水害調査－概要報告書－（平成 15 年 3 月 2002 年ヨーロッパ調査団）
- 2) 米国ハリケーン・サンディに関する現地調査報告書（第二版）（平成 25 年 7 月 国土交通省・防災研究者合同調査団）
- 3) 米国ハリケーン・サンディに関する現地調査第二次調査団報告書（第一版）（平成 27 年 2 月 国土交通省・防災研究者合同調査団）
- 4) 大規模水害対策に関する専門調査会報告（平成 22 年 4 月 中央防災会議「大規模水害対策に関する専門調査会」）

3. 日本各地の「強靱性」(レジリエンス)の技術評価

本委員会では、各巨大災害に対する強靱性(レジリエンス)を技術的に評価し、現状の災害に対する強靱性の水準、すなわち「レジリエンスランク」を検討した。

なお、評価に当たっては、それぞれの災害、強靱化対策の特徴に応じた異なった考え方を採用した。

まず、洪水や高潮については、堤防、ダムなどの防災インフラの整備により、ある外力規模までの「直接被害」を「完全に防ぐ」よう計画・施設整備が行われていることから、「防災インフラが、どのような外力規模に対して『直接被害』の発生を防止できているのか」という観点から強靱性のランキングを図った。

一方、地震災害については、その被害を「完全に防ぐ」対策を図ることが困難であり、かつ、被害が生ずるプロセスも、地震とともに併発し得る津波からの被害もあるなど、多様なものが考えられることから、洪水、高潮のように「直接被害」をどの程度縮小できるのかという観点でなく、『間接被害』を『総合的』にどの程度縮小できるのか、という観点から被害のランキングを図ることとした。

以下、それぞれの災害ごとのレジリエンスランクの考え方と評価結果を述べる。

3.1 巨大地震および巨大津波における各被災エリアのレジリエンスランク

表 3.1 巨大地震および巨大津波における各被災エリアのレジリエンスランク

レジリエンスランク	
S	被災後二年間の平均 GRP 毀損率 20%以下
A	被災後二年間の平均 GRP 毀損率 20~30%
B	被災後二年間の平均 GRP 毀損率 30~40%
C	被災後二年間の GRP 毀損率 40~50%
D	被災後二年間の GRP 毀損率 50%~

(1) 「南海トラフ地震」におけるエリア別のレジリエンス・ランキング

表 3.1 の考え方で、各エリアの個々の災害後とのレジリエンスランクを評価する（次ページ図 3.1(2)）。なお、表中の GRP とは「域内総生産」（Gross Regional Product）を意味している。

表 3.1(1) 南海トラフ地震の各被災エリア（全 199 エリア中 81 エリア）レジリエンスランク

レジリエンスランク	エリア数	
S (GRP 毀損 20%以下)	0 エリア	(0%)
A (GRP 毀損 20~30%)	11 エリア	(14%)
B (GRP 毀損 30~40%)	22 エリア	(27%)
C (GRP 毀損 40~50%)	14 エリア	(17%)
D (GRP 毀損 50%以上)	34 エリア	(42%)
合計	81 エリア	(100%)

(2) 「首都直下地震」におけるエリア別のレジリエンス・ランキング

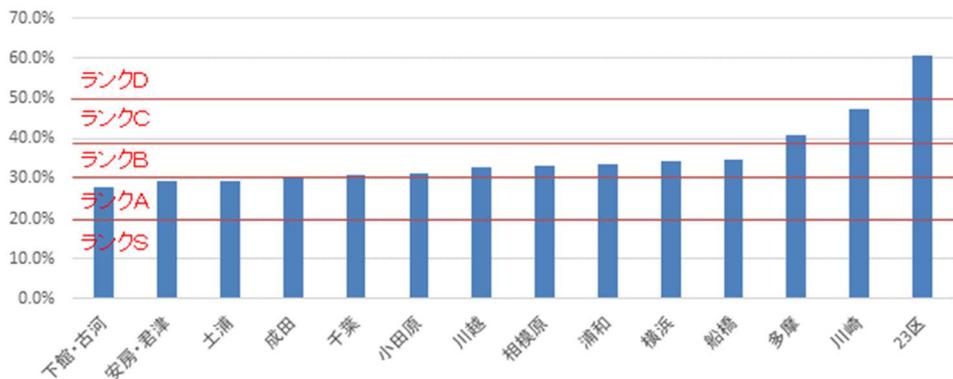
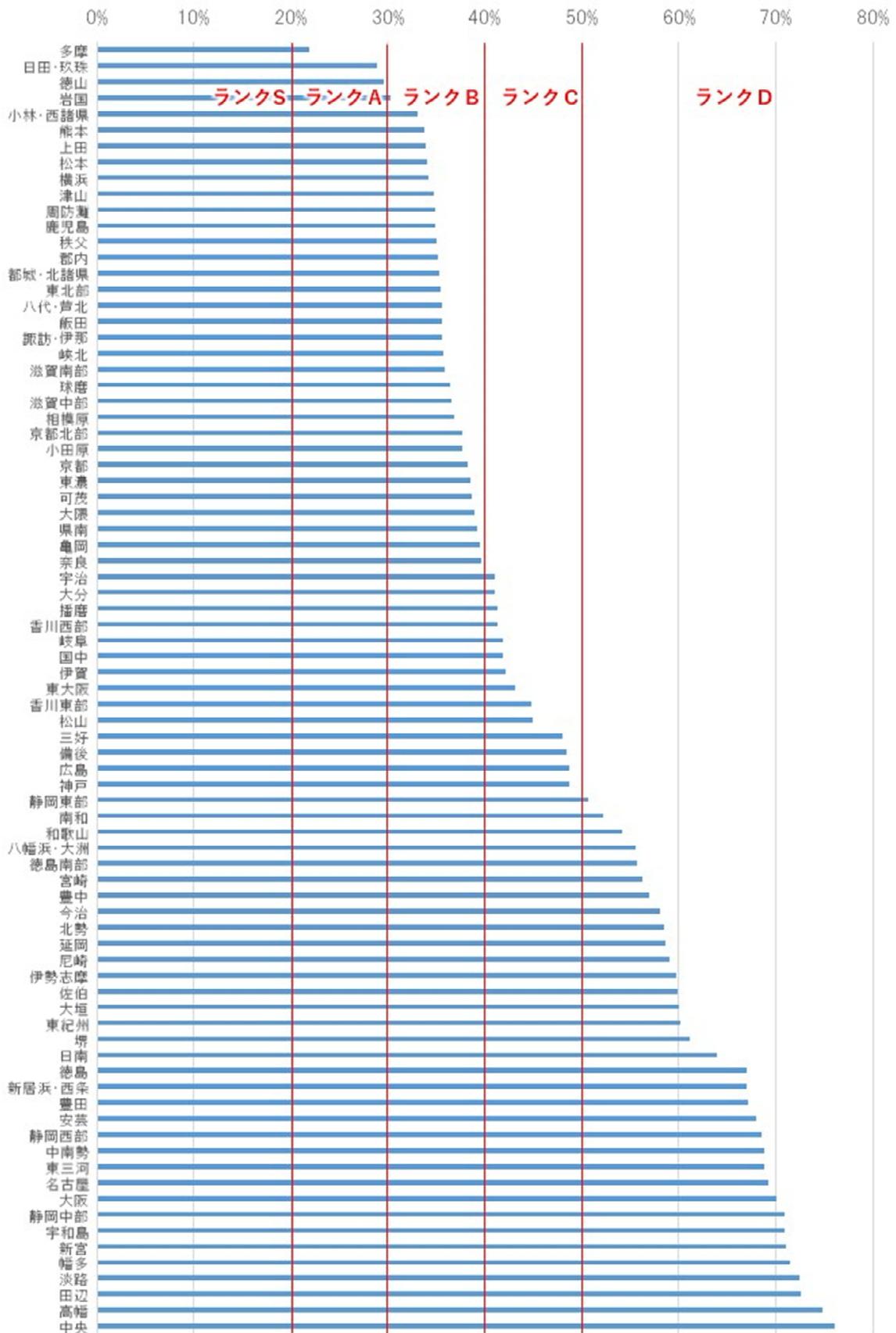


図 3.1(1) 首都直下地震の各被災エリア（全 199 エリア中 14 エリア）における被災後初期 2 年間の GRP 毀損率

表 3.1(2) 首都直下地震の各被災エリア（全 199 エリア中 14 エリア）のレジリエンスランク

レジリエンスランク	エリア数	
S (GRP 毀損 20%以下)	0 エリア	(0%)
A (GRP 毀損 20~30%)	3 エリア	(21%)
B (GRP 毀損 30~40%)	8 エリア	(57%)
C (GRP 毀損 40~50%)	2 エリア	(14%)
D (GRP 毀損 50%以上)	1 エリア	(7%)
合計	14 エリア	(100%)



※各エリアに含まれる地域は次ページ図 3.1(3)に示す。

図 3.1(2) 南海トラフ地震の各被災エリア (全 199 エリア中 81 エリア) における被災後初期二年間の GRP 毀損率

(3) 港湾・漁港の機能のレジリエンスランク

大規模地震・津波に対しては、以下の考え方で広域的な観点でレジリエンスランクを評価する。

表 3.1(4) 港湾・漁港における被災地域のレジリエンスランク

レジリエンスランク	
S	L2 地震に対して、港湾物流機能を一定程度維持する。
A	L2 地震や津波(LI 津波以上)に対して、港湾の幹線物流機能や漁業生産活動を必要最小限維持するとともに、緊急物資輸送体制を確保。
B	ランク A とランク C の中間。
C	L1 地震に対して、港湾・漁港の機能を確保すると共に、L2 地震に対しては、現在の耐震強化岸壁等が使用可能な範囲で港湾物流機能等を維持。
D	レジリエンスの取り組みが皆無な状態。

港湾・漁港の施設は、基本的には L1 地震に対する耐震性を有することとなっている。また、L2 地震など大規模地震発生時には、国際コンテナ航路など幹線物流機能の維持や海上からの緊急物資輸送の確保のため、耐震強化岸壁等からなる臨海部防災拠点を形成することとしている。レジリエンスランク S では、被災岸壁の 5 割程度の箇所は機能を維持できるよう、耐震化等を行うことを想定した。

現在の港湾の強靱化の考え方はレジリエンスランク A に相当し、現状は、「**レジリエンスランク C**」と評価した。理由は、広域的にみれば、各地域とも、耐震強化岸壁は港湾計画等に定める総数に対して概ね 5 割前後であるものの、接続する陸路・海路の耐震性や通航性を十分に確保できているとは言えず、その機能は限定的であると推察されるためである。

3.2 巨大高潮に対する海岸堤防によるレジリエンスランク

巨大高潮に対しては、以下の考え方でレジリエンスランクを設定する。

表 3.2 巨大高潮に対する海岸堤防のレジリエンスランク

レジリエンスランク	
S	想定最大規模*の高潮（L2 高潮）に対して、堤防等の機能を粘り強く発揮させ、市街地の浸水を低減させる
A	現状の計画高潮（L1 高潮）に対して、市街地を浸水させない。
B	—
C	現状の計画高潮（L1 高潮）に対して、海岸堤防等の一部から市街地が浸水する可能性がある。
D	レジリエンスの取り組みが皆無な状態。

*2018年3月1日時点

現在、三大湾の海岸堤防等については延長の約4~7割が計画高さを満たしていることから、三大湾は高潮に対して「レジリエンスランクC」と評価される。

3.3 巨大洪水に対する三大都市のレジリエンスランク

巨大洪水に対しては、以下の考え方で河川流域単位にレジリエンスランクを評価する。

表 3.3 巨大洪水に対する三大都市のレジリエンスランク

レジリエンスランク	
S	想定最大規模の巨大洪水（L2 洪水）発生時の堤防決壊による壊滅的な被害を回避することが可能。
A	100～200 年に 1 度の大洪水（L1 洪水）を安全に流すことが可能。
B	戦後最大洪水を安全に流すことが可能。
C	数年に 1 度、流域のどこかで氾濫が生じるものの、大きな被害がなく洪水を流すことが可能。
D	レジリエンスの取り組みが皆無な状態。

現在、我が国では国が管理する一級河川において、戦後最大規模程度の洪水を安全に流すことを当面の目標として河川整備を進めている状態であるため、三大都市（東京、名古屋、大阪）および全国の一級河川の流域は「**レジリエンスランク C**」と評価される。

4. 「国難」を避けるための「具体策」と「効果」

4.1 巨大地震・巨大津波における「国難」を避けるための「具体策」とその「効果」

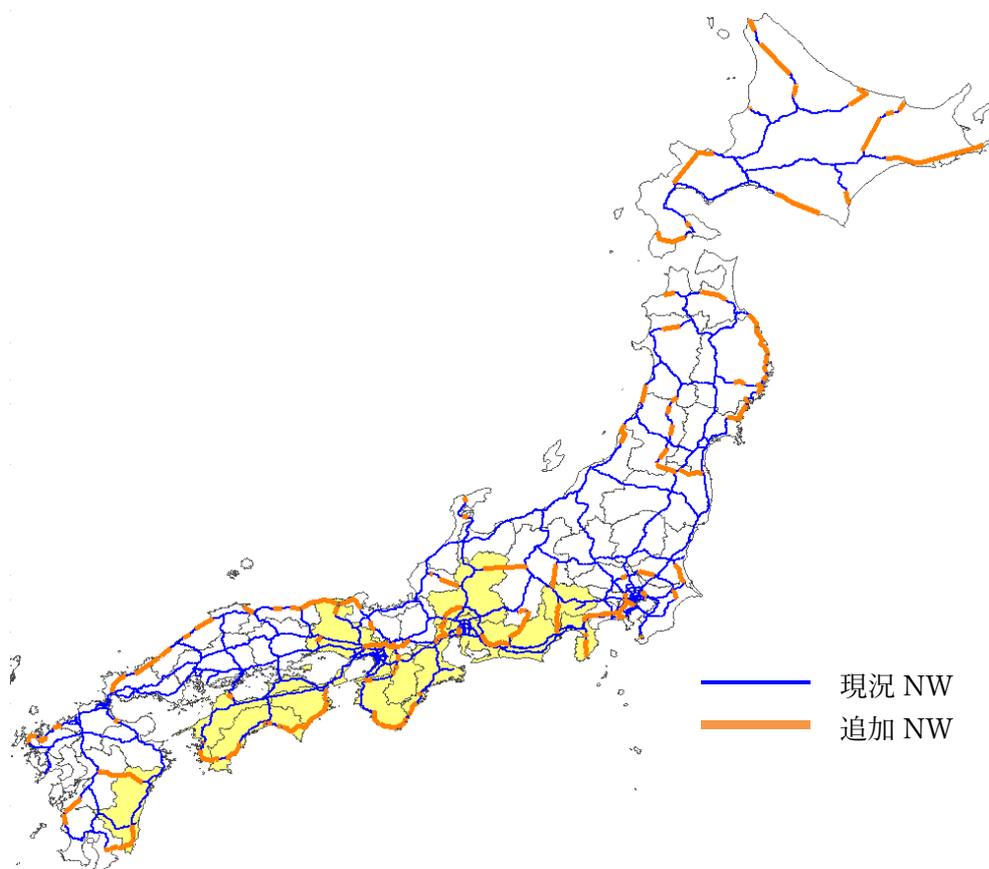
南海トラフ地震、首都直下地震の二つの巨大地震対策として、以下を実施した場合の経済被害をそれぞれ推計。それを通して、それぞれの「効果」を推計する。

4.1.1 検討対象とする巨大地震および巨大津波対策

■道路対策：

①高規格幹線道路網の整備

※ 全国の高規格幹線道路網の未完成区間約3千キロを整備する。これで高規格幹線道路網の総延長は約14,000キロになる。これにより、被災地と非被災地とのアクセス性を高め、被災後の被災地の道路アクセシビリティを高め、経済被害の最小化を図ると同時に、被災直後の迅速な救護救援を可能とし、失われる死者数を縮小する（あわせて、地方活性化を果たし、人口分散化を促して国土利用それ自身を強靱化し、被害軽減を図る。なお、その効果については、4.4にて掲載する）（詳細は、付録1：2(5)①参照）



注) 黄色エリア：南海トラフ地震の被災地

図 4.1.1(1) 現況の高規格幹線道路網と追加区間

②被災地における道路の「強靱化」(橋梁を L2 外力があっても破断しないように耐震補強し、沿道の電柱を地中化する) (詳細は、付録 I : 2(5)①参照)

- ※ 現状、緊急輸送道路上の橋梁の耐震化率 75 % (H25)、政府は今、H32 に 81 % を目指しているが、これが 100% になったと想定する。
- ※ 現状、市街地等の幹線道路の無電柱化率 16 % (H25)、政府は今、H32 に 20 % を目指しているが、これが 100% になったと想定する。
- ※ 以上に加えて、被災地における緊急輸送道路以外の橋梁も、強靱化する。
- ※ これらを通して、被災地のネットワークを強靱化し、被災後の被災地の道路アクセシビリティを高め、経済被害の最小化を図る。同時に、被災直後の迅速な救護救援を可能とし、失われる死者数を縮小する。

■海岸堤防対策：

③海岸堤防対策 (ランク A 対応)

- ※ 南海トラフ巨大地震で想定されている地域及び三大湾において、海岸堤防等の L1 高潮・津波対応の嵩上げ、L1 耐震化を行う。これにより、L2 津波の浸水域が 24% 縮小する。

④海岸堤防対策 (ランク S 対応)

- ※ 南海トラフ巨大地震で想定されている地域及び三大湾において、上記の対策に加えて海岸堤防等の粘り強い化、L2 耐震化を行う。これにより、L2 津波の浸水域が 24~52% 縮小する。

(詳細は、付録 I : 2(5)②参照)

■港湾・漁港耐震強化対策

南海トラフ巨大地震、首都直下地震により被害が想定されている地域における港湾、漁港の機能継続のため、耐震強化岸壁の確保、接続する陸路・海路の機能確保 (橋梁や航路沿の護岸の耐震化等) を行う。

⑤港湾・漁港耐震強化対策 (ランク A 対応)

- ※ 港湾の幹線物流機能を担う岸壁や流通拠点漁港の主要な陸揚岸壁及び緊急物資輸送を担う港湾・漁港の耐震強化岸壁及び接続する陸路・海路の機能確保等を行う。

⑥港湾・漁港耐震強化対策 (ランク S 対応)

- ※ 三大湾の港湾においては、物流機能の麻痺が我が国経済さらには海外のサプライチェーンにも大きな影響を与えることから、物流機能の麻痺の影響を一定程度に抑えるため、上記以外の被災岸壁の約 5 割程度は機能を維持できるよう強靱化対策を行う。

(詳細は、付録 II : 4 参照)

■建築物対策：

⑦現存する「旧耐震規準」で作られた全ての建築物を、「新耐震基準」に変える

(詳細は、付録 I : 2(5)③参照)

4.1.3 南海トラフ地震に対する諸対策の効果

南海トラフ地震は、約 1,240 兆円の 20 年経済被害をもたらすことが推計されている。これに対して、以下に詳述する道路対策、および、海岸堤防対策、建築物と港湾・漁港の耐震強化対策（これらの事業費のうち、公的支出については約 40 兆円強）の 4 つを行うことで、その被害を約 4 割以上、金額にして約 510 兆円縮減できることが示された。

これは、国民一人あたり、約 400 万円程度の所得が増大（20 年累計）する効果に相当する。激甚被災地である名古屋や大阪の納税者について言えば、一人あたりで約 800～900 万円分の所得増大効果（20 年累計）が得られることとなる。

一方、人的被害については、これらの対策で 4 割以上、人数にして約 14 万人程度縮小できることも示された。ただし、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、死者数を合計で約 4 分の 3、23 万 7,000 人縮小出来る可能性も考えられる。

以下、それぞれの対策の詳細を解説する。

表 4.1.3(1) 南海トラフ地震に対する総合対策による道路網と資産毀損に伴う被害の軽減効果

	20年経済効果				直近2年間・経済状況		死者数			合計事業費#
	経済被害の縮小 (経済効果)	(総被害額)	(被害縮小率)	税収縮小 回避(増税 収)効果	GDP 推計値	(被害額)	死者数の 減少	(総死者数)	(死者数 減少率)	
震災がない場合	—	—	—	—	522兆円	—	—	—	—	—
震災が起こった場合 (対策無し)	—	1,240兆円	—	—	361兆円	(169兆円)	—	(323,000人)	—	—
道路対策	139兆円	(1,101兆円)	(13.3%)	+15兆円	378兆円	(151兆円)	7,752人	(315,248人)	(2.4%)	19.8兆円
港湾耐震強化 対策(ランクA)	28兆円	(1,212兆円)	(2.3%)	+3兆円	364兆円	(158兆円)	0人	(323,000人)	(0.0%)	2.7兆円
港湾耐震強化 対策(ランクS)	101兆円	(1,139兆円)	(8.1%)	+11兆円	374兆円	(149兆円)	0人	(323,000人)	(0.0%)	8.3兆円
海岸堤防対策 (ランクA)	41兆円	(1,199兆円)	(3.3%)	+4兆円	368兆円	(162兆円)	55,200人	(267,800人)	(17.1%)	6兆円
海岸堤防対策 (ランクS)	88兆円	(1,152兆円)	(7.1%)	+9兆円	372兆円	(158兆円)	119,600人	(203,400人)	(37.0%)	10兆円
海岸堤防対策 (ランクS) &道路対策	227兆円	(1,013兆円)	(18.3%)	+24兆円	390兆円	(140兆円)	127,352人	(195,648人)	(39.4%)	30兆円
海岸堤防対策 (ランクS) &道路 &建物耐震対策	408兆円	(832兆円)	(32.9%)	+43兆円	414兆円	(116兆円)	140,732人	(182,268人)	(43.6%)	30兆円以上
海岸堤防対策 (ランクS) &道路 &建物耐震対策 &港湾・漁港耐震 強化(ランクS)	509兆円	(731兆円)	(41.0%)	+54兆円	427兆円	(95兆円)	140732 ^{&}	(182,268人)	(43.6%)	38兆円以上

民間資金が注入される項目や補助率などが確定していない事業項目についてはここに計上していない。

& 津波リスクコミュニケーションを徹底すれば、死者縮小効果は**最大で237,000人程度(縮減率73%)まで拡大可能**。

なお、海岸堤防については各種効果の最大値を計上している

(1) 道路の強靱化対策

新規道路の整備と、被災地における毀損道路網の強靱化によって、被災地における道路網の「機能低下」がどれくらい改善されるのかを分析し、その影響を計量化した（詳細は付録I参照）。

○20年経済被害の縮小（経済効果） 139兆円

※ 震災直後2年間のGDPが、386兆円から403兆円に改善。この改善によって、20年間累計で139兆円、GDP総計が改善する。

○「税込減少回避（税込増）」効果（20年累計） 14.7兆円

※ 道路対策による「南海トラフの経済被害の縮減効果」が139兆円の場合に想定される一般政府（地方および国）の税込の増加分を、2015年における「税込対GDP比」である10.6%を想定し推計。

※ 道路整備による税込縮小回避効果はこの金額だけでなく、その他の経済効果を考慮し、その総計で考える必要がある。また、税込増の期待値の特定には地震発生リスクを考慮する必要がある。

○死者数の減少 約7,800人

※ 道路対策による地震後の被救援者の増加による、死者縮小数を推計。

○（総道路対策の内、公共主体の）合計事業費 約19.8兆円

※ 本分析で想定した道路対策の内、南海トラフ地震の被災エリアにおいてのみ高規格道路を作ることを想定した場合の、公共主体の費用投入が想定される道路整備と橋梁強靱化の合計値が、19.8兆円。なお、全国の高規格道路を全て整備したケースを考えると31.5兆円。また、「電線地中化」については電線事業者などの民間資金の投入も必要となるため、今回の費用からは除外。

※ ただし、これらの事業における「橋梁強靱化」については緊急輸送道路が、それ以外の橋梁よりも優先することが望ましいが、緊急輸送道路以外の橋梁強靱化を除外した場合の総額は24.2兆円となる。

※ 南海トラフ地震に対する「道路対策」は、首都直下地震に対するそれと重複している。双方の重複分を考慮した場合の総対策費は、双方で被災エリアのみで道路整備を行った場合には25.6兆円、全国で道路整備を行った場合には36.3兆円となる（さらに、緊急輸送道路以外の橋梁強靱化を除外した場合は16.0兆円（被災エリアのみ道路整備をした場合）あるいは26.6兆円（全国整備の場合）となる）。

(2) 海岸堤防対策

海岸堤防対策として、ランク S とランク A の二つのパターンで、津波浸水領域が縮減することで得られる諸効果を計量化した。

○20年経済被害の縮小（経済効果） ランク S 対策：41～88兆円

ランク A 対策：41兆円

※ 震災直後2年間のGDPが、386兆円から393～397兆円（ランク S 対策の場合）、393兆円（ランク A 対策）に改善。この改善によって、20年間累計でそれぞれ41～88兆円（ランク S 対策）、55兆円（ランク A 対策）GDP総計が改善する（詳細は付録Ⅰ：2.（5）参照）。

○「税込減少回避（税込増）」効果（20年累計）

ランク S 対策：4.4～9.3兆円

ランク A 対策：4.4兆円

※ 津波対策による「南海トラフの経済被害の縮減効果」が41～88兆円、5.8兆円の場合に想定される一般政府（地方および国）の税込の増加分を、2015年における「税込対 GDP 比」である10.6%を想定し推計。（詳細は付録Ⅰ：2.（5）参照）

○資産被害縮減効果 ランク S 対策：2～5兆円

ランク A 対策：2兆円

※（詳細は付録Ⅱ：3.（2）参照。被害縮減効果については、ランク C での資産被害額からランク S および A での資産被害額を差し引いて求めている。）

○死者数の減少 ランク S 対策：約55,200～119,600人

ランク A 対策：約55,200人

※ 堤防対策で浸水域が縮小することによる津波による死者数の減少を推計（詳細は付録Ⅰ：3. 参照）。

○合計事業費 ランク S 対策：約10兆円

ランク A 対策：約6兆円

※（詳細は付録Ⅱ：3.（2）参照）

(3) 建築物の耐震強化も考慮した、道路網と資産毀損に伴う被害の軽減効果

以上の道路対策、海岸堤防対策に加えて、民間主導で行う「建築物耐震強化」（被災地における旧耐震の建築物を全て新耐震化する）の三つの取り組みの経済効果、税収増効果、死者数の減少ならびに、それらに対して投入される公共主体の費用の総額を表 4.1.3(2)にまとめる。

「道路対策」だけを図ると、被害は 139 兆円、13.3%縮減され、909 兆円になる。津波対策（S ランク）も併せて行くと 821 兆円に縮減される（縮減量は 227 兆円、21.7%）。これらにあわせて、民間投資を中心とした建築物の耐震強化も行くと、さらに 181 兆円被害が縮減され、被害は 640 兆円にまで縮小される（縮小量は 408 兆円、38.9%）。

つまり、インフラについての強靱化対策で 200 兆円強、民間主体の建築物についての強靱化対策で 200 兆円弱、被害が縮減されるものの、それでも 640 兆円の被害が推計されることとなる。

一方、死者数についても、多様な対策を組み合わせることで、4 割以上の 14 万人以上の死者数を減少できることが示された（詳細は付録 1：2.(5)参照）。

表 4.1.3(2) 南海トラフ地震に対する総合対策による道路網と資産毀損に伴う被害の軽減効果

	20年経済効果				直近2年間・経済状況		死者数			合計事業費#
	経済被害 の縮小 (経済効果)	(総被害額)	(被害 減少率)	税収縮小 回避(増 税収)効 果	GDP 推計値	(被害額)	死者数の減 少	(総死者数)	(死者数 減少率)	
震災がない場合	—	—	—	—	522兆円	—	—	—	—	—
震災が起こった場合 (対策無し)	—	(1,048兆円)	—	—	386兆円	(137兆円)	—	(323,000人)	—	—
道路対策	139兆円	(909兆円)	(13.3%)	+15兆円	403兆円	(119兆円)	7,752人	(315,248人)	(2.4%)	19.8兆円
海岸堤防対策 (ランクA対応)	41兆円	(1,007兆円)	(3.9%)	+4兆円	393兆円	(129兆円)	55,200人	(267,800人)	(17.1%)	6兆円
海岸堤防対策 (ランクS対応)	88兆円	(960兆円)	(8.4%)	+9兆円	397兆円	(125兆円)	119,600人	(203,400人)	(37.0%)	10兆円
海岸堤防対策 (ランクS対応) & 道路対策	227兆円	(821兆円)	(21.7%)	+24兆円	415兆円	(107兆円)	127,352人	(195,648人)	(39.4%)	30兆円
海岸堤防対策 (ランクS対応) & 道路 & 建物耐震対策	408兆円	(640兆円)	(38.9%)	+43兆円	439兆円	(84兆円)	140,732人	(182,268人)	(43.6%)	30兆円以上

なお、海岸堤防対策(ランクS対応)については各種効果の最大値を計上している

民間資金が注入される項目や補助率などが確定していない事業項目についてはここに計上していない。

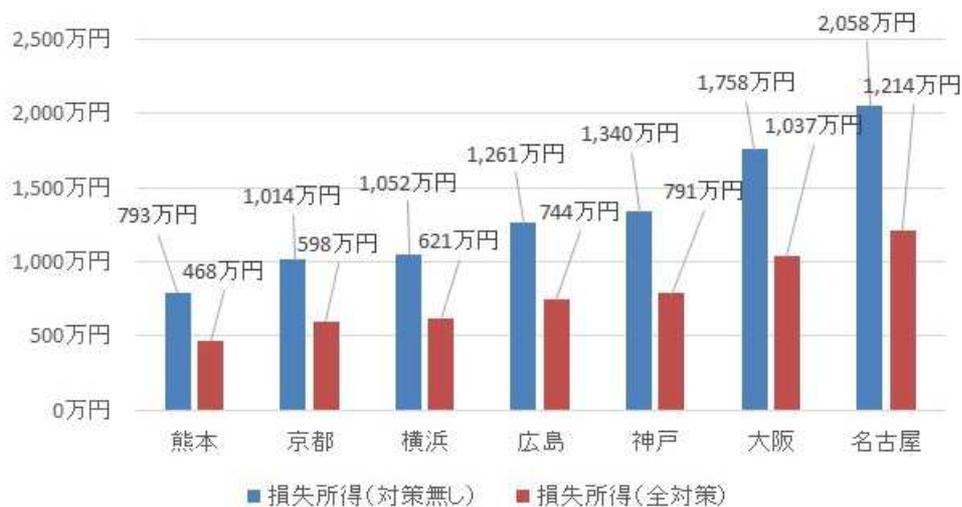
エリア別に見てみると、津波・道路・建築物対策を行うと、GRP が半減以下となるランク D にランク付けされていた被災エリアが対策前なら、被災エリア全体の 42%あったところ、ランク D は全て無くなることとなった。GRP が半減弱のランク C 以下についてもかつては被災エリア全体の 59%であったが、津波・道路・建築物対策を行うと、20%にまで減少する。一方、GRP 毀損が 20%代のランク A 以上の被災エリアは、全被災エリアに対して対策前では 14%であったところ、対策後には 57%にまで増加している。特に、GRP 毀損が 20%以下のランク S は、対策前は皆無であったが、4 エリアがそれに該当する結果となった。

表 4.1.3(3) 津波対策・道路対策・建築物対策前後の、南海トラフ地震の各被災エリア
(全 199 エリア中 81 エリア) のレジリエンスランクとその変化

レジリエンスランク	対策前 エリア数(%)		津波・道路・建築物対策後 エリア数(%)	対策による増減 エリア数(%)
S (GRP 毀損 20%以下)	0 (0%)	⇒	4 (5%)	+4 (+5%)
A (GRP 毀損 20~30%)	11 (14%)	⇒	42 (52%)	+31 (+38%)
B (GRP 毀損 30~40%)	22 (27%)	⇒	19 (23%)	-3 (-4%)
C (GRP 毀損 40~50%)	14 (17%)	⇒	16 (20%)	+2 (+2%)
D (GRP 毀損 50%以上)	34 (42%)	⇒	0 (0%)	-32 (-42%)
合計	81 (100%)		81 (100%)	81 (0%)

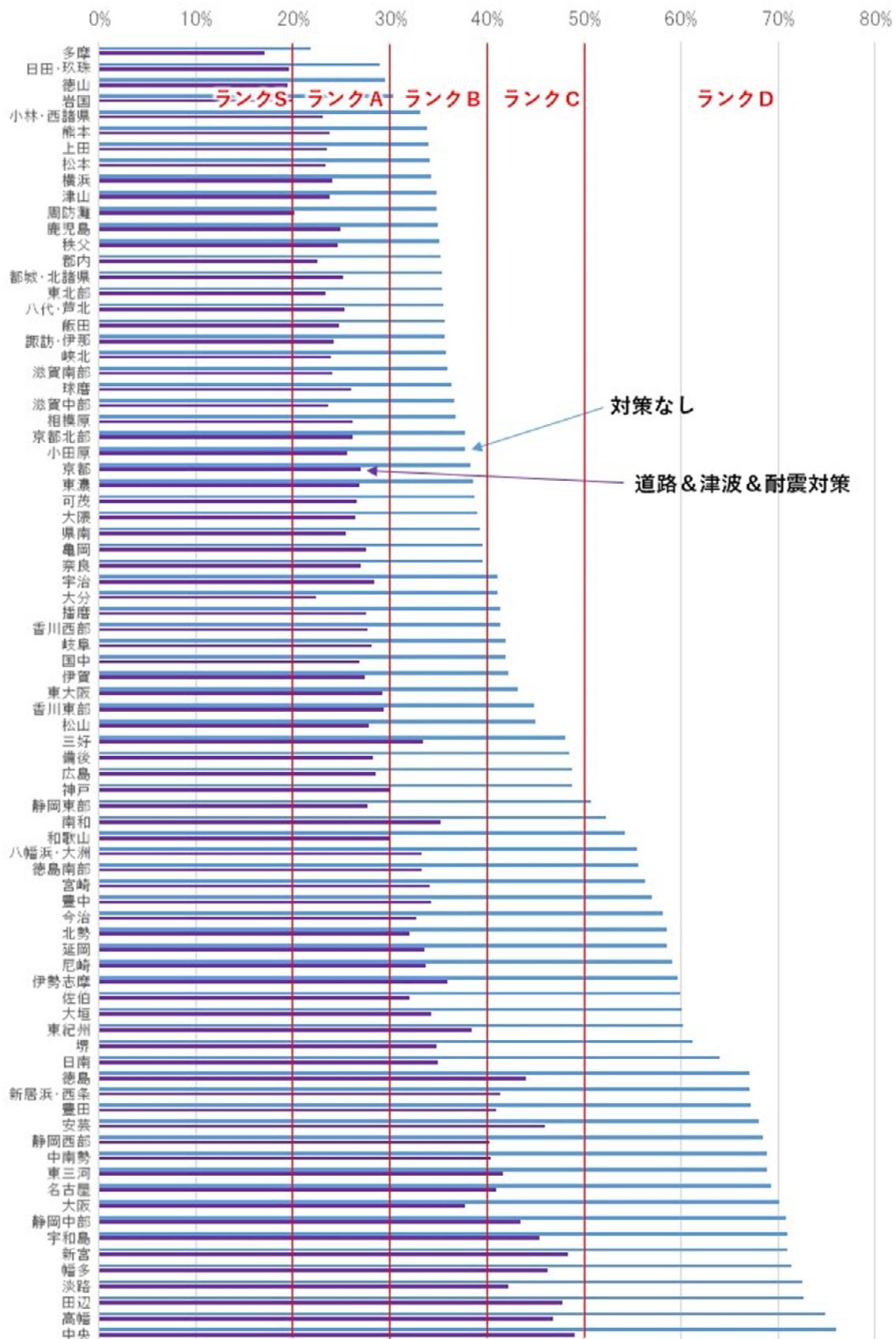
被災地別の「平均所得」の損失額（20年累計）は、図 4.1.3(1)に示す様に、**300~800万円程度縮減**すると推計される。

神戸に着目すると、阪神・淡路大震災時の所得損失額（20年累計）の推計値 1,479 万円の半分程度にまで損失額が軽減される結果となった。このことはつまり、**現状のままでは、南海トラフ地震による被害は阪神・淡路大震災が神戸に与えたダメージを被災地全体にもたらすことが危惧される、ここに示した総合的対策をしっかりと施せば、当時神戸が被ったダメージの半分程度のダメージにまで、その被害を押しさえ込めることが予期される。**



※ 各被災エリアの所得毀損推計値に、強靱化の総合対策による 20 年経済被害の縮減率を乗じて推計。

図 4.1.3(1) 強靱化総合対策の有無・被災エリア別の 20 年累計「損失所得」(南海トラフ地震)



※各エリアに含まれる地域は前掲図 3.1(3)に示す。

図 4.1.3(2) 津波対策・道路対策・建築物対策を行った場合の、南海トラフ地震の各被災エリア (全 199 エリア中 81 エリア) における被災後初期二年間の GRP 毀損率

(4) 港湾・漁港耐震強化対策

港湾・漁港を耐震強化することで、「港湾機能」が保持され、それを通して得られる港湾機能の麻痺による海上交通ネットワークの寸断の経済被害（迂回コスト増、産業活動の機会損失）の縮減効果を以下にとりまとめる。GDP 毀損の縮減効果を如何にとりまとめる。これらの効果は、上記（1）～（3）に纏めた、道路ネットワーク毀損と生産資産毀損に伴う経済被害とは異なる側面の被害についてのものである。

「港湾」については、ランク A, S の 2 レベルの対策を、「漁港」については、ランク A レベルの対策を講じた場合を想定し、分析を行った。（詳細は付録 II 参照）

○20 年経済被害の縮小（経済効果）

ランク S 対策（港湾・漁港）： 約 101 兆円

ランク A 対策（港湾・漁港）： 約 28 兆円

※ 震災直後 1～2 年間の港湾・漁港の経済損失額が、それぞれの対策で、表 4.1.3(1)の通り改善。この改善によって、20 年間累計でそれぞれ上記の通り総計が改善する。

○「税込減少回避（税込増）」効果（20 年累計）

ランク S 対策（港湾・漁港）： 約 11 兆円

ランク A 対策（港湾・漁港）： 約 3 兆円

※ 一般政府（地方および国）の税込の増加分を、2015 年における「総税込対 GDP 比」である 10.6%を想定し推計。

○合計事業費 **ランク S 対策（港湾・漁港）： 約 8.3 兆円**

ランク A 対策（港湾・漁港）： 約 2.7 兆円

※ 対策費用については、港湾機能の強靱化に関する既存プロジェクトの平均単価に必要整備量を乗じることにより上記のとおり整理される。

※ 南海トラフ地震に対する「港湾・漁港の強靱化対策」は、首都直下地震に対するそれと重複している。双方の重複分を考慮した場合の総対策費はランク A で約 3.6 兆円、ランク S で約 10.9 兆円となる。また、島国である我が国が、国内全体として経済活動・国際貿易機能を安定的に維持する観点からは、全地域のレジリエンスを確保することが必要であり、その場合の対策費はランク A で約 4.7 兆円となる。

※ 地震発生確率を考えると、被災時に港湾・漁港の機能を必要最小限確保できている確率を五分五分以上にするためにも、「15 年程度」で所要の対策を完遂することが必要である。

(5) 対策完了年次について

以上に述べた諸対策は、その完了年次が遅くなればなるほど、その完了前に地震が発生してしまう「確率」が高くなっていく。そうなれば、その対策を行う意味が失われてしまう。したがって、そうした事態、すなわち、「対策完了が間に合わない事態」を回避するためには、速やかに諸対策を完了しておくことが必要である。

この考え方に基づくと「いついつまでに、どこどこまで完成させることを目標にする」というところを起点として各年次の事業を検討する「**バックキャスト**」の概念が重要である。

一方、南海トラフ地震の30年発生確率は、現在「70～80%」と推計されており、この数値をベースに「バックキャスト」を考えるとすると、「X年発生確率が五割程度となる年次までに、対策を完了させておく」と考えると（そして、定常的な単純な確率過程を想定すれば）、その年次は、おおよそ13年（30年確率が80%の場合）～17年（同確率が70%の場合）程度となる。この数字に基づくと、おおよそ15年以内に事業を終わらせておけば、その強靱化事業が、南海トラフの発生に「間に合う」確率がおおよそ50%程度となる。逆に言うと、15年以上の年限をかけてしまうと、間に合わない可能性が50%以上もある、ということになる。

したがって、主要な南海トラフ地震対策は、少なくとも主要なものはおおよそ15年以内に完了することを目指すことが必要である。

4.1.4 首都直下地震に対する諸対策の効果

首都直下地震は、約 730 兆円の 20 年経済被害をもたらすことが推計されている。これに対し、以下に詳述する道路対策、および、建築物と港湾・漁港の耐震強化対策（これらの事業費のうち、公的支出については約 20 兆円強）の三つを行うことで、その被害を訳 3 分の 1 割度、金額にして約 250 兆円縮減できることが示された。

これは、国民一人あたり、約 200 万円程度の所得が増大（20 年累計）する効果に相当する。激甚被災地である東京 23 区の納税者について言えば、一人あたりで約 800 万円分の所得増大効果（20 年累計）が得られることとなる。

なお、この効果をさらに拡大するためには、4.4 に示す東京一極集中の緩和を図ること等が求められる。

一方、人的被害については、これらの対策で約 2 割程度、人数にして約 3,500 人程度縮小できることも示された。ただし、残りの 8 割約 2 万人の死者については、耐震性の強化など、さらには、耐震基準のさらなる強化などの対策が必要である。

表 4.1.4(1) 首都直下地震に対する総合対策による、道路網と資産毀損に伴う被害の軽減効果

	20年経済効果			税金縮小 回避(増税 収)効果	直近2年間・経済状況		死者数			合計事業費#
	経済被害 の縮小 (経済効果)	(総被害額)	(被害 縮小率)		GDP 推計値	(被害額)	死者数の 減少	(総死者数)	(死者数 減少率)	
震災がない場合	—	—	—	—	522兆円	—	—	—	—	—
震災が起こった場合 (対策無し)	—	731兆円	—	—	427兆円	(95兆円)	—	(23,000人)	—	—
道路対策	48兆円	(684兆円)	(6.5%)	+5兆円	433兆円	(89兆円)	2,455人	(20,545人)	(11.9%)	6.0兆円
港湾耐震強化 対策(ランクA)	15兆円	(716兆円)	(2.1%)	+1.6兆円	429兆円	(93兆円)	0人	(23,000人)	(0.0%)	2.2兆円
港湾耐震強化 対策(ランクS)	29兆円	(702兆円)	(4.0%)	+3.1兆円	431兆円	(92兆円)	0人	(23,000人)	(0.0%)	3.9兆円
道路 &建物耐震対策	218兆円	(485兆円)	(33.8%)	+23兆円	455兆円	(67兆円)	3,473人	(19,527人)	(16.9%)	6兆円以上
道路 &建物耐震対策 &港湾漁港耐震 (ランクS)	247兆円	(485兆円)	(33.8%)	+26兆円	459兆円	(63兆円)	3,473人	(19,527人)	(16.9%)	10兆円以上

民間資金が注入される項目や補助率などが確定していない事業項目についてはここに計上していない。

以下、それぞれの対策の詳細を解説する。

(1) 道路の強靱化対策

新規道路の整備と、被災地における毀損道路網の強靱化によって、被災地における道路網の「機能低下」がどれくらい改善されるのかを分析し、その影響を計量化した（詳細は付録1参照）。

○20年経済被害の縮小（経済効果） 48兆円

※ 震災直後2年間のGDPが、434兆円から439兆円に改善。この改善によって、20年間累計で48兆円、GDP総計が改善する。

○「税収減少回避（税収増）」効果（20年累計） 4.8兆円

※ 道路対策による経済被害の縮減効果が48兆円の場合に想定される一般政府（地方および国）の税収の増加分を、2015年における「総税収対GDP比」である10.6%を想定し推計。

※ 道路整備による税収縮小回避効果はこの金額だけでなく、その他の経済効果を考慮し、その総計で考える必要がある。また、税収増の期待値の特定には地震発生リスクを考慮する必要がある。

○死者数の減少 約2,450人

※ 道路対策による地震後の被救援者の増加による、死者縮小数を推計。

○（総道路対策の内、公共主体の）合計事業費 約6兆円

※ 本分析で想定した道路対策の内、首都直下地震の被災エリアにおいてのみ高規格道路を作ることを想定した場合の、公共主体の費用投入が想定される道路整備と橋梁強靱化の合計値が、6兆円。なお、全国の高規格道路を全て整備したケースを考えると20.5兆円。なお、「電線地中化」については電線事業者などの民間資金の投入も必要となるため、今回の費用からは除外。

※ 地震発生確率を考えると、被災までに事業が完了している確率を五分五分以上にするためにも、「15年程度」でこれらの事業を完遂することが必要である。

※ ただし、これらの事業における「橋梁強靱化」については緊急輸送道路が、それ以外の橋梁よりも優先することが望ましいが、緊急輸送道路以外の橋梁強靱化を除外した場合は総額18兆円となる。

※ 首都直下地震に対する「道路対策」は、南海トラフ地震に対するそれと重複している。双方の重複分を考慮した場合の総対策費は、双方で被災エリアのみで道路整備を行った場合には25.6兆円、全国で道路整備を行った場合には36.3兆円となる（さらに、緊急輸送道路以外の橋梁強靱化を除外した場合は16.0兆円（被災エリアのみ道路整備をした場合）あるいは26.6兆円（全国整備の場合）となる）。

(2) 建築物の耐震強化も考慮した、道路網と資産毀損に伴う被害の軽減効果

以上の道路対策に加えて、民間主導で行う「建築物耐震強化」（被災地における旧耐震の建築物を全て新耐震化する）の2つの取り組みの経済効果、税収増効果、死者数の減少ならびに、それらに対して投入される公共主体の費用の総額を下記にまとめる（詳細は付録1：2.(5)参照）。

表 4.1.4(2) 首都直下地震に対する総合対策による、道路網と資産毀損に伴う被害の軽減効果

	20年経済効果			税収縮小 回避(増 税収)効 果	直近2年間・経済状況		死者数			合計事業費#
	経済被害 の縮小 (経済効果)	(総被害額)	(被害 減少率)		GDP 推計値	(被害額)	死者数の減 少	(総死者数)	(死者数 減少率)	
震災がない場合	—	—	—	—	522兆円	—	—	—	—	—
震災が起きた場合 (対策無し)	—	(678兆円)	—	—	434兆円	(89兆円)	—	(23,000人)	—	—
道路対策	48兆円	(631兆円)	(7.0%)	+5兆円	440兆円	(82兆円)	2,455人	(20,545人)	(11.9%)	6兆円
道路 & 建物耐震対策	218兆円	(461兆円)	(32.1%)	+23兆円	462兆円	(60兆円)	3,473人	(19,527人)	(16.9%)	6兆円以上

民間資金が注入される項目や補助率などが確定していない事業項目についてはここに計上していない。

エリア別に見てみると、最も激しい被害が予想されている東京 23 区の GRP が半減以下となるランク D にランク付けされていたが（毀損率 60.7%）、道路・建築物対策を行うと、毀損率が三分二程度になり、ランク C にまで改善されることが示された（毀損率 42.8%）。GRP が 4 割を越えるとなる B ランク以下は、対策前の状況では 11 エリアもあったものの、道路・建築物対策を行うと、2 エリアにまで減少する。一方、GRP 毀損が 20%代のランク A 以上の被災エリアは、対策前は 3 エリアしかなかったが、対策後は、被災エリアの大半 86%を締める 12 エリアまで増加する結果となった。



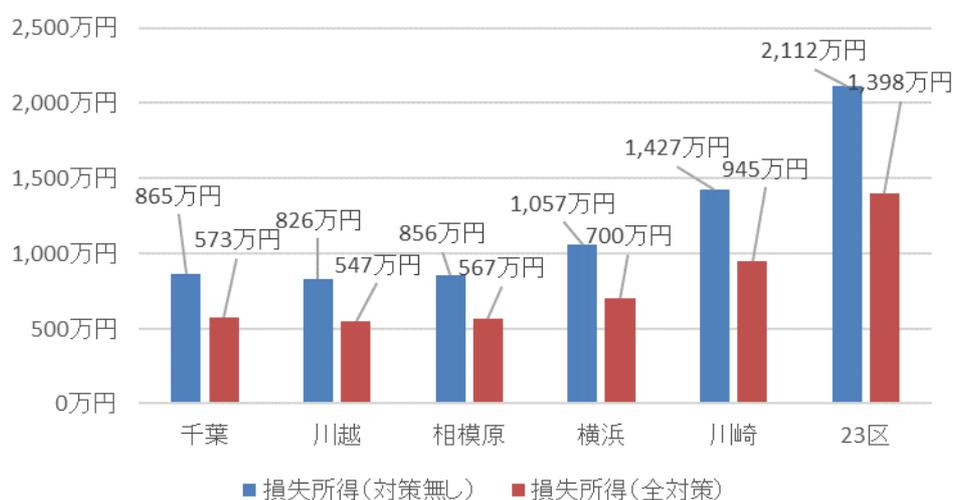
図 4.1.4(1) 津波対策・道路対策・建築物対策を行った場合の、首都直下地震の各被災エリア（全 199 エリア中 14 エリア）の被災後初期二年間の GRP 毀損率

表 4.1.4(3) 津波対策・道路対策・建築物対策を行った場合の、首都直下地震の各被災エリア
(全 199 エリア中 14 エリア) のレジリエンスランクとその変化

レジリエンスランク	対策前 エリア数(%)		津波・道路・建築物対策後 エリア数(%)	対策による増減 エリア数(%)
S (GRP 毀損 20%以下)	0 (0%)	⇒	1 (7%)	+1 (+7%)
A (GRP 毀損 20~30%)	3 (21%)	⇒	11 (79%)	+8 (+57%)
B (GRP 毀損 30~40%)	8 (57%)	⇒	1 (7%)	-7 (-50%)
C (GRP 毀損 40~50%)	2 (14%)	⇒	1 (7%)	-1 (-7%)
D (GRP 毀損 50%以上)	1 (7%)	⇒	0 (0%)	-1 (-7%)
合計	14 (100%)		14 (100%)	0 (0%)

被災地別の「平均所得」の損失額（20年累計）は、図 4.1.4(2)に示す様に、**300~700万円程度縮減**すると推計される。

東京 23 区に着目すると、所得損失が 2,112 万円から 1,398 万円程度にまで縮減される結果となった。ここで、阪神・淡路大震災時の神戸における損失所得額（20年累計）を、当時の神戸の所得水準が今日の東京 23 区のそれと同程度であるという前提で推定したところ、1,479 万円と推計されているが、これを加味すると、**首都直下地震が 23 区にもたらすダメージは、現状のままでは阪神・淡路大震災が神戸にもたらしたダメージを（40%以上も）遙かに上回る水準である一方で、ここに示した対策を施せば、阪神・淡路大震災がもたらしたダメージ以下に縮減できるものと**予期される。



※ 各被災エリアの所得毀損推計値に、強靱化の総合対策による 20 年経済被害の縮減率を乗じて推計。

図 4.1.4(2) 強靱化総合対策の有無・被災エリア別の 20 年累計「損失所得」(首都直下地震)

(3) 港湾・漁港耐震強化対策

港湾・漁港を耐震強化することで、「港湾機能」が維持され、それを通して得られる港湾機能の麻痺による海上交通ネットワークの寸断の経済被害（迂回コスト増、産業活動の機会損失）の縮減効果を以下にとりまとめる。これらの効果は、上記（1）～（2）に纏めた、道路ネットワーク毀損と生産資産毀損に伴う経済被害とは異なる側面の被害についてのものである。

「港湾」については、ランク A, S の 2 レベルの対策を、「漁港」については、ランク A レベルの対策を講じた場合を想定し、分析を行った。（詳細は付録 II 参照）

○20 年経済被害の縮小（経済効果） ランク S 対策（港湾・漁港）：約 29 兆円

ランク A 対策（港湾・漁港）：約 15 兆円

※ 震災直後 1～2 年間の港湾・漁港の経済損失額が、それぞれの対策で改善。この改善によって、20 年間累計でそれぞれ上記の通り総計が改善する。

○「税込減少回避（税込増）」効果（20 年累計）

ランク S 対策（港湾・漁港）：約 3.¹兆円

ランク A 対策（港湾・漁港）：約 1.⁶兆円

※ 一般政府（地方および国）の税込の増加分を、2015 年における「総税込対 GDP 比」である 10.6%を想定し推計。

○合計事業費 ランク S 対策（港湾・漁港）：約 3.⁹兆円

ランク A 対策（港湾・漁港）：約 2.²兆円

※ 対策費用については、港湾機能の強靱化に関する既存プロジェクトの平均単価に必要整備量を乗じることにより上記のとおり整理される。

※ 首都直下地震に対する「港湾・漁港の強靱化対策」は、南海トラフ地震に対するそれと重複している。また、島国である我が国が、国内全体として経済活動・国際貿易機能を安定的に維持する観点からは、全地域のレジリエンスを確保することが必要である。

（4.1.3(4)参照）

※ 地震発生確率を考えると、被災時に港湾・漁港の機能を必要最小限確保できている確率を五分五分以上にするためにも、「15 年程度」で所要の対策を完遂することが必要である。

(4) 対策完了年次について

首都直下地震の 30 年発生確率は、現在「70%」と推計されており、南海トラフ地震対策の節（4.1.3）で述べたのと同様にこの数値をベースに定常的な単純な確率過程を想定して「バックキャスト」を考えるとすると、対策が首都直下地震の発生までに間に合うためには、約 15 年で対策を完了させておく必要がある。

<参考分析 コンビナート強靱化対策の「効果」試算の一事例>

～油流出に起因した港湾・航路閉塞による経済損失評価～

京浜コンビナート地区の5島（東扇島、扇島、浮島、千鳥、水江）におけるタンク被害に着目し、油の海域への流失量を評価、これによる港湾・航路の閉塞日数を求めた上で、経済損失額を評価した。強靱化対策として、これらの護岸の補強に要する費用を試算した（詳細は付録IV：「コンビナート分科会」報告資料）。

○経済損失額（対象港湾・航路の閉鎖日数で累計） 夏季ケース： 1.44 兆円

冬季ケース： 2.40 兆円

※ 護岸より 100 m 以内の貯蔵タンクを対象とし、被害要因は液状化による地盤変状とした。防油堤の破損に伴う流出油の海上への拡散を風向が異なる夏季と冬季の2ケースに対してシミュレーションし、閉塞する港湾・航路を特定した上で、油回収日数を評価し、その間は港湾・航路を閉塞すると仮定した。閉鎖日数に起因した経済損失を、「産業連関表に基づく対象港湾の輸出入による生産誘発額」×「港湾・航路の閉塞日数」で評価した。

表 4.1.4(4) 対象港湾・航路の閉鎖日数と経済損失額（首都直下地震）

季節	港湾・航路の閉鎖日数	経済損失額（兆円）
夏季ケース	7日	1.44 兆円
冬季ケース	7日	2.40 兆円

○対策の「事業費用」 護岸補強対策： 1,893 億円（0.2 兆円）

※ 地盤改良を主とし、既設構造物によっては抑止杭工法を採用するものとする。上記の経済損失額のおよそ 1/10 であり、費用対効果は十分。経済損失を軽減するための強靱化事業を積極的に進める必要があると考える。

4.2 巨大高潮による「国難」を避けるための「具体策」とその「効果」

三大湾における巨大高潮対策として、各レジリエンスランクに対応した海岸堤防対策を実施した場合の資産等への被害等を推計した。それを通して、それぞれの「効果」を推計する。（詳細は付録II参照）

4.2.1 具体的な対策

巨大高潮に対する海岸堤防の具体的な対策として、表 4.2.1(1)のとおりである。レジリエンスランク A 対応は、L1 外力に対して安全な構造とし、レジリエンスランク S 対応については、ランク A に加えて「粘り強い構造」にするとともに、L2 地震に対して施設の被害を軽微に留め、速やかにその機能を回復できるとする。

表 4.2.1(1) 各レジリエンスランクに対応した海岸堤防対策

海岸堤防対策	整備目標
ランク A 対応	南海トラフ巨大地震で想定されている地域及び三大湾において、海岸堤防等の L1 高潮・津波対応の嵩上げ、L1 耐震化を行う。
ランク S 対応	南海トラフ巨大地震で想定されている地域及び三大湾において、上記の対策に加えて海岸堤防等の粘り強い化、L2 耐震化を行う。

4.2.2 資産等への被害等の減災効果

4.2.1 に示した具体的対策をとった場合の資産被害、経済被害、これに伴う税収縮小回避（税増収）効果、浸水域内人口、想定死者数および対策に必要な費用は三大湾について以下のように推計された。（計算条件等の詳細は付録Ⅱ参照）経済被害は、発災後 14 ヶ月分である。

表 4.2.2(1)に示すとおり、東京湾に L2 クラスの高潮が発生した場合、約 64 兆円の被害が想定される。表 4.2.1(1)に示す、ランク A までレジリエンスランクが上がっていると、約 35 兆円の資産被害、26 兆円の 14 ヶ月経済被害が軽減される。さらにランク S までレジリエンスランクが上がっていると、「粘り強い構造」による浸水範囲の軽減により、約 37 兆円の資産被害、27 兆円の 14 ヶ月経済被害が軽減される。これらについての合計事業費は 0.1～0.2 兆円が見込まれる。

伊勢湾、大阪湾においても同様に試算した結果は、以下の表のとおりであり、レジリエンスランク A および S まで上げることにより、資産被害、経済被害および浸水域内人口の大幅な軽減が見込まれる。

表 4.2.2(1) 東京湾における被害等の減災効果

ランク	資産被害 (兆円)	14 ヶ月 経済被害 (兆円)	税収縮小回避 (税収増)効果 (兆円)	浸水域内人 口 (人)	死者数 (人)	合計事業費※ (兆円)
C	64	46	4.9	1,400,000	8,000	-
C→A	-35	-26	-2.7	-380,000	-5,100	0.1
C→S	-37	-27	-2.8	-480,000	-5,300	0.2

※ 公共主体の合計事業費。

表 4.2.2(2) 伊勢湾における被害等の減災効果

ランク	資産被害 (兆円)	14 ヶ月 経済被害 (兆円)	税収縮小回避 (税収増)効果 (兆円)	浸水域内人 口 (人)	死者数 (人)	合計事業費※ (兆円)
C	10	9	1	660,000	1,300	-
C→A	-1	-1	-0.1	-80,000	-200	0.4
C→S	-3	-3	-0.3	-220,000	-400	0.6

※ 公共主体の合計事業費。

表 4.2.2(3) 大阪湾における被害等の減災効果

ランク	資産被害 (兆円)	14 ヶ月 経済被害 (兆円)	税収縮小回避 (税収増)効果 (兆円)	浸水域内人 口 (人)	死者数 (人)	合計事業費※ (兆円)
C	56	65	6.9	1,790,000	1,000	-
C→A	-3	-4	-0.4	-30,000	-200	0.2
C→S	-30	-35	-3.7	-680,000	-700	0.5

※ 公共主体の合計事業費。

※ 経済被害については、2.3.2 今、危惧される巨大洪水 の東京圏、名古屋圏、大阪圏の資産被害と経済被害の比から試算。税込縮小回避効果については、経済被害に 10.6%を乗じて試算。

「タイムスケジュール」:

海岸堤防等の整備については、大規模津波及び大規模高潮の両者の外力に対して効果を発揮するものである。

南海トラフ地震の発生確率を考えると、被害までに事業が完了している確率を 50%以上にするためにも、15 年程度で事業を完了する必要がある。

高潮については、IPCC 第 5 次報告書において、21 世紀末までにハイエンドの温暖化シナリオ (RCP8.5) で約 83cm の海面上昇が予測され、これに加えて定量的な予測は進んでいないものの、台風強度の増加による高潮偏差の増加も起こりうる状況を踏まえると、三大湾において**現状の投資水準を「加速」し、早急にレジリエンスランク A に対応すべき**である。特に三大湾に面する三大都市圏には人口・資産が集中しており、高潮による越水・浸水により広域的に深刻な被害が生じる。このため、地球温暖化の影響を定量的にモニタリングしつつ、21 世紀末までを見通した長期的かつ手戻りのない効率的な整備に努めるべきである。

以上のことから、三大湾の高潮対策は、**少なくとも「15 年以内」にレジリエンスランク A を達成することを目指すべき**と考える。

注：南海トラフ地震対策及び三大湾における巨大高潮対策が一部重複しており、レジリエンスランク A に対応した必要事業費は約 6 兆円である。(それぞれの事業費の合計と一致しない。)

4.3 巨大洪水による「国難」を避けるための「具体策」とその「効果」

(1) 東京・荒川の強靱化対策

想定最大規模の降雨による巨大洪水が発生し、荒川の右岸 21k 地点の 1 箇所が決壊すると仮定し、資産被害額、経済効果、想定死者数、浸水区域内人口を推計（詳細は付録Ⅲ参照）。以下の強靱化対策によって、被災地における資産被害及び社会経済被害がどれくらい改善するのかを分析し、その影響を計量化した。

- ・河川整備基本方針レベル(年超過確率 1/200)の降雨に対応した河川整備
(堤防整備 (高潮堤防含む)、河川掘削、ダム、遊水地、堤防強化、排水対策等)

に加えて、

- ・高規格堤防の整備
(人口・資産等が集積したゼロメートル地帯等の整備区間を対象)

○資産被害縮減効果 36 兆円

※ 強靱化対策を実施した場合、想定地点における堤防決壊がなくなり、資産被害額 36 兆円が解消する。

○14 ヶ月経済被害の縮小 (経済効果) 26 兆円

※ 強靱化対策を実施した場合、想定地点における堤防決壊がなくなり、発災後 14 ヶ月の GDP の毀損累計額 26 兆円が解消する。

○「税込減少回避 (税込増)」効果 (14 ヶ月累計) 2.6 兆円

※ 河川整備による経済被害軽減効果が 26 兆円の場合に想定される一般政府 (地方および国) の税込増加分を、2015 年における「税込増対 GDP 比」である 10.6%を想定し、推計。

※ 河川整備による税込縮小回避効果はこの金額だけでなく、その他の経済効果を考慮し、その総計で考える必要がある。また、税込増の期待値の特定には、水害発生リスクを考慮する必要がある。

○死者数の減少 2,100 人 (死者数 0 人)

※ 浸水区域内人口のうち、浸水からの逃げ遅れによる死者数の減少を推計。

○対策の浸水区域内人口軽減効果 126 万人

※ 強靱化対策を実施した場合の、浸水区域内人口の軽減数を推計

(2) 名古屋・庄内川、木曽川、長良川、揖斐川の強靱化対策

想定最大規模の降雨による巨大洪水が発生し、庄内川の左岸 17.2k 地点、木曽川の左岸 21.8k 地点、長良川の右岸 19k 地点、揖斐川の右岸 27.2k 地点の 4 箇所が決壊すると仮定し、資産被害額、経済効果、想定死者数、浸水区域内人口を推計（詳細は付録 III 参照）。以下の強靱化対策によって被災地における資産被害及び社会経済被害がどれくらい改善するのかを分析し、その影響を計量化した。

- ・河川整備基本方針レベル(年超過確率 1/100~1/150)の降雨に対応した河川整備
(堤防整備(高潮堤防含む)、河川掘削、ダム、遊水地、堤防強化、排水対策等)

に加えて、

- ・高規格堤防の整備
(名古屋圏のうち名古屋市を流れる庄内川で整備が必要と想定)

○資産被害縮減効果 7 兆円

※ 強靱化対策を実施した場合、庄内川の想定地点における堤防決壊がなくなり、庄内川の資産被害額が 7 兆円から被害なしになる(庄内川以外の資産被害額は 6 兆円)。

○14 ヶ月経済被害の縮小(経済効果) 8 兆円

※ 強靱化対策を実施した場合、庄内川の想定地点における堤防決壊がなくなり、発災後 14 ヶ月の GDP の毀損累計額 12 兆円が 4 兆円となり、8 兆円軽減する。

○「税込減少回避(税込増)」効果(14 ヶ月累計) 0.8 兆円

※ 河川整備による経済被害軽減効果が 8 兆円の場合に想定される一般政府(地方および国)の税込増加分を、2015 年における「税込対 GDP 比」である 10.6%を想定し、推計

※ 河川整備による税込減少回避効果はこの金額だけでなく、その他の経済効果を考慮し、その総計で考える必要がある。また、税込増の期待値の特定には、水害発生リスクを考慮する必要がある。

○死者数の減少 560 人

※ 浸水区域内人口のうち、浸水からの逃げ遅れによる死者数の減少を推計。

○浸水区域内人口軽減効果 33 万人

※ 強靱化対策を実施した場合の、浸水区域内人口の軽減数を推計

(3) 大阪・淀川の強靱化対策

想定最大規模の降雨による巨大洪水が発生し、淀川の左岸 9.2k 地点の 1 箇所が破堤すると仮定し、資産被害額、経済効果、想定死者数、浸水区域内人口を推計（詳細は付録 III 参照）。以下の強靱化対策によって、被災地における資産被害及び社会経済被害がどれくらい改善するのかを分析し、その影響を計量化した。

- ・河川整備基本方針レベル(年超過確率 1/200)の降雨に対応した堤防・ダム等による河川整備（堤防整備（高潮堤防含む）、河川掘削、ダム、遊水地、堤防強化、排水対策等）

に加えて、

- ・高規格堤防の整備（人口・資産等が集積したゼロメートル地帯等の整備区間を対象）

○資産被害縮減効果 6 兆円

※ 強靱化対策を実施した場合、想定地点における堤防決壊がなくなり、資産被害額が 6 兆円から被害なしになる。

○14 ヶ月経済被害の縮小（経済効果） 7 兆円

※ 強靱化対策を実施した場合、想定地点における堤防決壊がなくなり、発災後 14 ヶ月の GDP の毀損累計額 7 兆円が解消する。

○「税込減少回避（税込増）」効果（14 ヶ月累計） 0.7 兆円

※ 河川整備による経済被害軽減効果が 7 兆円の場合に想定される一般政府（地方および国）の税込増加分を、2015 年における「税込対 GDP 比」である 10.6%を想定し、推計

※ 河川整備による税込縮小回避効果はこの金額だけでなく、その他の経済効果を考慮し、その総計で考える必要がある。また、税込増の期待値の特定には、水害発生リスクを考慮する必要がある。

○死者数の減少 200 人（死者数 0 人）

※ 浸水区域内人口のうち、浸水からの逃げ遅れによる死者数の減少を推計。

○浸水区域内人口軽減効果 12 万人

※ 強靱化対策を実施した場合の、浸水区域内人口の軽減数を推計

(4) 上記の(1)～(3)の強靱化対策のうち、公共主体の合計事業費 約 9 兆円

- ※ 本検討で想定した河川の強靱化対策のうち、公共主体による事業が想定される対策の合計値が「約 9 兆円」。
- ※ 被害軽減効果は、各水系の 1 箇所が決壊した場合の推計値であるが合計事業費の算出には、他の地点での氾濫対策を含めた上下流や左右岸の河川整備やダム整備など流域全体の整備コストを計上している。
- ※ 各河川整備計画の総事業費から合計事業費を推計した。
- ※ 詳細は付録Ⅲ参照

(5) 巨大津波や巨大高潮に対する被害軽減効果

今回の検討した河川の強靱化対策では、巨大津波や巨大高潮に対しても河川からの氾濫を大きく軽減する効果が見込まれる。特に三大都市で実施するレジリエンスランク S の高規格堤防については、堤防決壊による壊滅的な被害を回避するだけでなく、ゼロメートル地帯等の低平地に住む約 400 万人の住民の避難場所や被災者の救助活動等の活動拠点としての機能も有するため、巨大災害に対する強靱化施策として高い効果を発揮することが見込まれる。

なお、事業費の重複を避けるため、各強靱化対策に係る整備コストは巨大洪水の合計事業費に一括計上している。

(参考) 全国の一級水系における巨大洪水、大洪水に対する「整備」と「効果」

「国難」となる巨大洪水の検討では、例えば東京では荒川の 1 箇所のみ決壊条件とするなど、対象河川や被災シナリオを絞り込んだ検討を行った。しかし、我が国の三大都市圏には利根川、多摩川、大和川など他にも主要な河川があり、また、全国の主要都市を流れる一級水系における大洪水も深刻な被害を生じさせる。

ここでは、三大都市圏に巨大洪水 (L2 洪水)、大洪水 (L1 洪水)、その他の一級水系に大洪水 (L1 洪水) が発生し、各水系で被害額が最大となる 1 箇所が決壊した場合の直接被害とレジリエンスランク向上による効果を推計した結果を以下に示した。(詳細は付録Ⅲ参照)

・大洪水による直接被害とレジリエンスランク向上による効果

三大都市圏の各水系で大洪水 (L1 洪水) が発生し、それぞれ決壊した場合、約 48 兆円の被害が想定される。戦後最大洪水を対象としたランク B までレジリエンスランクが上がっていると、約 40 兆円の被害となり、約 8 兆円の被害が軽減される。さらにランク A までレジリエンスランクが上がっていると、決壊による被害が発生しなくなり、約 48 兆円の被害が軽減される。

その他の一級水系においても同様に、大洪水 (L1 洪水) が発生し、それぞれ決壊した場合、約 98 兆円の被害が想定されるが、ランク B だと 30 兆円の被害軽減、ランク A だと被害がなく約 98 兆円の被害軽減が期待される。

表 4.3(1) 大洪水(L1 洪水)に対するレジリエンスランク別の直接被害額

	大洪水 (L1 洪水) による直接被害額		
	三大都市圏 (荒川、多摩川、利根川、 庄内川、木曽川、長良川、揖斐川、 淀川、大和川)	その他一級水系	合計
ランク C (現状)	48 兆円	98 兆円	146 兆円
+ランク B	<4 兆円> 40 兆円 (C→B: ▲8 兆円の効果)	<10 兆円> 68 兆円 (C→B: ▲30 兆円の効果)	<14 兆円> 108 兆円
+ランク A	<15 兆円> 被害なし (C→A: ▲48 兆円の効果)	<34 兆円> 被害なし (C→B: ▲98 兆円の効果)	<49 兆円> 被害なし

< >はランク C からそれぞれのレジリエンスランクへ向上させるための合計事業費※を推算

※ 合計事業費の算出には、各河川整備計画の総事業費から推計

・ 巨大洪水による直接被害とレジリエンスランク向上による効果

三大都市の各水系で巨大洪水 (L2 洪水) が発生し、それぞれ決壊した場合、約 55 兆円の被害が想定される。レジリエンスランク S (高規格堤防) 対応の整備を行った場合、約 6 兆円の被害となり、約 49 兆円の被害が軽減される。

表 4.3(2) 大洪水(L2 洪水)に対するレジリエンスランク別の直接被害額

レジリエンスランク (整備レベル)	対象河川	直接被害額
ランク A	巨大洪水 (L2 洪水) による直接被害額三大都市 (荒川、庄内川、木曽川、長良川、揖斐川、淀川)	55 兆円※1
ランク S	東京・荒川、大阪・淀川	被害無し
< 5 兆円※2>	名古屋・木曽川、長良川、揖斐川	6 兆円

< >はランク A からランク S へ向上させるための合計事業費を推算

※1 巨大洪水(L2 洪水)に対するランク C での直接被害額は、B ランク、A ランクへと整備を進めることにより一定程度軽減することが想定されるが、こうした検討は行われていないことから、ここではランク A においてもランク C と同額で設定。

※2 5 兆円については、国土交通省が計画している東京圏 (荒川、利根川 (江戸川)、多摩川)、大阪圏 (淀川、大和川) の高規格堤防整備区間約 120km のうち、今後整備に要するコスト約 4 兆円に、名古屋圏のうち庄内川で必要と想定した整備延長約 40km の整備に要するコスト約 1 兆円の合計値。

「タイムスケジュール」:

地球温暖化等の影響を受け、近年、毎年のように全国の各地でこれまでに経験したことの無い豪雨による洪水災害が発生している。温室効果ガスの排出量が最大となる RCP8.5 シナリオ（4°C上昇に相当）では、我が国の治水計画の目標とする規模の大洪水の流量が約 1.4 倍、洪水発生確率は約 4 倍に、また気温上昇が 2°C以下に抑えることを前提とした RCP2.6 シナリオにおいても、流量変化が約 1.2 倍、洪水発生確率は約 2 倍になるとの試算が報告されている（流量変化の倍率、洪水発生確率ともに全国一級水系の平均値。出典：第 2 回気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会、配布資料 3.1、2018）。このように気候変動による洪水の激甚化、頻発化は避けられない未来として迫っており、その対策は必須であり急務である。

我が国の多くの一級河川では、洪水対策の当面の目標として戦後最大規模程度の洪水（30 年～40 年に一度の洪水）を安全に流す（レジリエンスランク B を達成する）こととしているが、温暖化の影響を考慮して改めてその規模の洪水の発生確率を試算したところ、15 年以内の発生確率は 50%以上となった（詳細は付録Ⅲ参照）。そのため、我が国の洪水対策は、**少なくとも「15 年以内」にレジリエンスランク B を達成することを目指すべき**と考える。

さらには、IPCC 第 5 次報告書において、21 世紀末までにほとんどの地域で極端な降水がより強く、より頻繁となる可能性が非常に高いことが科学的に予測されていることを踏まえると、全国の一級水系において **21 世紀末までに、レジリエンスランク A を目指し、現状の投資水準を「加速」し、可及的速やかに対応すべき**である。

特に三大都市圏では人口・資産が集中しており、ひとたび堤防が決壊すると、広域的に深刻な被害が生じるため、レジリエンス A にとどまらず、21 世紀末までにレジリエンスランク S を目指し、効率的な整備に努めるべきである（これまでの高規格堤防の整備状況を踏まえると概ね 100 年程度で整備可能と推察される）。

なお、都道府県等が管理する区間においても、各地域に深刻な被害を与えることから、これらについても引き続き着実に対応をしていくべきである。

5. レジリエンス対策を着実に進めるために

(1) 現状のままでは、「国難」級の巨大被害は避けられない

本委員会にて科学的に想定される、最大級の自然災害の被害を技術的に検討したところ、個々の災害について、以下のような被害が生ずる危惧があることが推計された。

経済被害で言えば、一つの台風等で一か所が破堤することで生ずる洪水で最大で 26 兆円(14 か月)の被害が生じ、同じく一つの台風等で生ずる高潮で最大で 65 兆円(14 か月)、さらには、一度の地震で 700 兆円以上(20 年)、1,200 兆円以上(20 年) の被害が生ずるという結果となった。

ただし、**実際の被害が、この程度の水準で収まらない可能性も考えられる**。理由としては、以下の諸点が考えられる。

第一に、各災害がもたらす被害のうち、本検討では考慮できていないものがある(例えば、高潮や洪水が道路インフラに及ぼす影響や、地震が河川インフラに及ぼす影響、あるいは、電力等のエネルギーや鉄道のインフラ等に対する影響などは考慮できていない)。

第二に、洪水の場合、代表的な 6 河川の「一か所の堤防の決壊」を想定しているが、巨大台風が訪れた場合、「他河川も含めた複数河川」、「複数個所」で堤防が決壊する可能性も危惧される。

第三に、各災害の回復期間を、過去の災害データに基づいて「14 か月」(水災害)、「20 年」(地震津波)と想定しているが、被害がさらに長期に及ぶこと、さらには完全に回復することが困難となることも考えられる。

第四に、複数災害が同時に発生する可能性も危惧される。

第五に、「政府機能の停止」「安全保障上の有事の惹起」等の可能性も否定出来ない。特に「南海トラフ地震」について、「東南海地震と南海地震」の間の「休止期間」が予期されるケースでは、被害がさらに拡大する可能性がある(コラム参照)。

したがって、本委員会の被害想定は、これでも「**過小評価**」をしている可能性も危惧される。この点を踏まえれば、**我が国は現状の防災力のままでは、深刻な「国難」級の巨大災害は避けられない状況にある**と言わざるを得ないものと考えられる。

表 5(1) 巨大災害の被害推計

	経済被害	資産被害	財政的被害
地震・津波	(20年累計)		(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)		(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)		(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
名古屋庄内川等巨大洪水	12兆円	13兆円	1.3兆円



コラム：南海トラフ地震における「東南海地震・南海地震間の休止期間問題」について
土岐 憲三（立命館大学）

本報告書では東南海・南海地震が一つの地震として扱われているが、最近の500年に議論を絞っても、1854年の安政の地震では東南海地震と南海地震は32時間の休止期間があったとされる。昭和の1944年の東南海地震と1946年の南海地震では約2年間の休止期間があった。

安政と昭和の何れの地震においても、地震活動が休止したのは、東南海と南海地震の間であった。これらに先立つ宝永の地震では、東海から南海までの震源域が順次割れており、休止はしていない。

休止がなければ、南海トラフの地震を一つの地震として取り扱うのに問題はない。問題になるのは近未来の南海トラフの震源域のどこかで休止が起きる場合であり、休止期間の長さである。

何故ならば、最初の地震が起きれば、影響圏では交通網の途絶とともに産業活動など各種の活動が停滞する。こうした避難活動は次なる断層域での地震活動が始まって終息するまで続くことになる。こうして交通や産業活動の休止が長く続くことは、国家としての多大の損害を招く。場合によっては、地震活動による直接的被害よりも大きくなるかもしれない。

社会活動の再開を決めるのは、行政や政治の分野の問題であろうが、再開後とそれまでの社会資本の在り方を見出しておくことは土木学会の重要な使命である。特に、復旧作業の在り方は休止期間と密接な関係にあるから、ハードとソフトの両面からの検討を進めておく必要がある。

これは強震後に、いつから、どのようにして復興を行うかの問題であるから、強靱性を目標とするからには、「しなやかな復興」に関わることであり、国全体に関わる問題として、事前に論議を進めるべきである。

なお、こうした問題を解決するために、国としても東南海と南海地震の断層域の間において、南海トラフに直行する方向に対して海底地震の観測を行っている。

(2) 「公共インフラ対策」で、大きく被害を軽減できる

これらの「国難級」の災害の被害額は、様々な公共インフラ対策で、三分の一から6割程度、軽減（減災）できることが、検討の結果示された。

表 5(2) 公共インフラ対策による経済被害の縮小（経済効果）

	減災額（減災率）	対策内容（合計事業費）
地震・津波（20年経済被害）		
南海トラフ地震	509兆円（41%）	道路,港湾/漁港,海岸堤防,建築物耐震強化(38兆円以上)
首都直下地震	247兆円（34%）	道路,港湾/漁港,海岸堤防,建築物耐震強化(10兆円以上)
高潮（14か月経済被害）		
東京湾巨大高潮	27兆円（59%）	海岸堤防（0.2兆円）
大阪湾巨大高潮	35兆円（54%）	海岸堤防（0.5兆円）
伊勢湾巨大高潮	3兆円（33%）	海岸堤防（0.6兆円）
洪水（14か月経済被害）		
東京荒川巨大洪水	26兆円（100%）	} 河川インフラ整備（計9兆円）
大阪淀川巨大洪水	7兆円（100%）	
名古屋庄内川等巨大洪水	8兆円（66%）	

(3) 公共インフラ対策は、「財政構造の健全性を守る」ためにも不可欠

公共インフラ対策には、それぞれの災害に対して数千億円から数十兆円規模の財源が必要である。これらの資金の調達については、官民合わせた総合的な対策が必要であるが、公共インフラの整備においては、建設国債等を中心とした公的支出が重大な役割を担う必要があることは論を待たない。

一方、「防災対策」は、直接短期的な経済成長に結びつかないため、財政当局にとって「厄介」な単なるコストであると認識されることがしばしばであるが、本検討は、そうした認識が誤っている可能性が高い事を示している。なぜなら、防災対策が無ければ巨大な経済被害が発生し、税収そのものが縮小する一方、防災対策があれば、税収の減少幅が縮小するからである。それはつまり、防災対策が長期的な総税収額を増加させることを意味している。言い換えるなら、災害は国土・都市基盤や産業基盤のみならず、「財政構造」それ自身を毀損させるものでもあるため、それを防ぐ対策は財政構造を長期的に健全化させる力を持つものなのである。実際、表5(3)に改めてとりまとめたように、それぞれの防災対策は、投入される公共インフラ対策費と同水準、あるいはそれ以上の税収を「増やす」可能性を持つものである。

この点に着目するなら、レジリエンス確保のための諸対策を図るための「財源調達」を検討する際には、経済社会全体に対する被害リスクのみならず、こうした「税収減少回避（税収増）効果」の可能性があることもしっかりと踏まえながら、合理的な判断を下していくことが必要不可欠であることが分かる。

表5(3) 各巨大災害に対する対策の合計費用と、それによる発災時の税収縮小回避（税収増）効果

	合計事業費 ^{※1}	税収縮小回避（税収増）効果
地震・津波		(20年経済効果より推計)
南海トラフ地震	38兆円以上	54兆円
首都直下地震	10兆円以上	26兆円
高潮		(14ヶ月経済効果より推計)
東京湾巨大高潮	0.2兆円	2.8兆円
大阪湾巨大高潮	0.5兆円	3.7兆円
伊勢湾巨大高潮	0.6兆円	0.3兆円
洪水		(14ヶ月経済効果より推計)
東京荒川巨大洪水	} 9.0兆円 ^{※2} }	2.6兆円
大阪淀川巨大洪水		0.7兆円
名古屋庄内川等巨大洪水		0.8兆円

※1 公共主体の公共インフラ対策費。ただし民間資金が注入される項目や補助率等が確定していない項目は除外。

※2 被被害軽減効果は各水系の1箇所が決壊した場合の推計値だが合計事業費の算出には他の地点での氾濫対策を含めた上下流や左右岸の河川整備やダム整備など流域全体の整備コストを計上。河川の強靱化対策では、巨大津波や巨大高潮に対しても被害を大きく軽減する効果が見込まれるが、事業費の重複を避けるため、各強靱化対策に係る整備コストは巨大洪水の合計事業費に一括計上している。

(4) 被害をさらに圧縮するには「コンビナート対策」「国土構造分散化対策」等のさらなる対策が必要

ただし、これらの公共インフラ対策を図っても、4割～2/3程度の被害が残存する結果となった。

これらをさらに縮減していくためには、さらなる対策を講じていく必要がある。

本委員会では、道路、河川、港湾といった「公共インフラ対策」を中心に検討したものであるが、こうした取り組みに加えて、鉄道、ライフライン、コンビナート、国土構造の分散化、防災教育、リスクコミュニケーションの全面展開など、さらなる取り組みが必須である。

そうした様々な取り組みの中でも、本委員会ではとりわけ、民間主導で行うべき「**コンビナート対策**」と官民連携で総合的に展開していくべき「**国土構造の分散化対策**」の二つについてとりわけ、分科会を設置して検討を行った。

コンビナートについては、既往地震・津波によるコンビナート施設の被害の再点検、コンビナート事業者への強靱化の現状に関するアンケート調査、および、コンビナート施設全般にわたる国の施策と補助制度の調査を踏まえ、石油精製、石油化学、鉄鋼、電力・ガス等のエネルギーの各種産業の垣根を越え、行政間の連携をはかった補助制度の拡張が強く求められる結果となった。2011年東北地方太平洋沖地震において、1つの石油精製施設の火災が隣接した事業所に延焼したことからも明らかなように、埋立地全体・湾全体での強靱化の推進が必要である。さらには、東京湾の京浜コンビナートのように、コンビナート地区と商業地区や住居地域が近接している地域においては、特に、コンビナート事業者と地域住民との協調は不可欠であり、このような観点を踏まえBCPの策定に取り組むべきである。

また、東京湾の京浜地区5島を対象として限定すると、油の流出による航路閉塞に起因した経済損失額は約2兆円と推定され、これらの被害の原因となる護岸の側方流動を防止するための護岸補強に要する強靱化対策事業費用は概ね1,900億円と試算された。この試算はコンビナート被害を東京湾の京浜地区に限定しているため、伊勢湾、大阪湾、および、他の地域のコンビナートを含めた、我が国全体のコンビナート被害の観点からは同様に「過小評価」と考えてよい。一方、対策事業費用は経済損失額の1/10以下となり、対象被害を限定した試算からでも、被害を予防するための事前対策がいかに重要であるかが明らかである。なお、事前対策としては、老朽化対策、液状化対策、側方流動対策、強靱化施工法の開発、および、技術基準の統一化等をセットで実践していく必要がある。

一方、国土構造の分散化対策については、分科会の検討結果より、地方部における交通インフラ投資が、国土構造の分散化を図るうえで、一定の効果を持つことが計量的に示された。そして、そうした分散化を通して、首都直下地震や首都圏の巨大な高潮や洪水の被害を、数兆円から数十兆円規模で縮小していく効果が期待できることも示された。

については、首都圏を中心とした都市部における災害被害を縮減するためにも、そうした交通インフラ投資を、新幹線、高速道路、港湾、都市内交通等の様々な視点から推進していくとともに、地方部における工業団地の整備や産業育成投資、さらには分散化を促す税制や補助金などの制度の整備なども含めた、総合的な対策を講じていくことが必要である。

なお、仮にこうした取り組みを通して、トータルとして首都圏の経済活動の30%が地方に分散化されたとした場合、表5(4)に示したように、(間接的な)経済被害額が250兆円ほど縮減できることが示されている。

表 5(4) 30%の分散化による各災害の減災効果

首都直下地震	219 兆円
東京湾巨大高潮	14 兆円
首都圏巨大洪水	11 兆円
合計	244 兆円

なお、首都直下地震は、分散化を想定しないインフラ対策だけでは、その被害を「三分の二」程度までにしか縮減できないということが示されていたが、30%の分散化が可能となった場合には、**被害が半減以下となる**ことが示されている（付録 V 参照）。これは、**首都直下地震という国難を回避するためには、抜本的な東京一極集中対策を図り、地方分散化を果たす事が不可欠**である事を示すものである。なお、30%の地方分散化による、首都直下地震と首都圏における巨大高潮、巨大洪水の減災効果は合計で 244 兆円は、上記のように 26 兆円の税収増をもたらすことが予想される。ついてはこの「税収縮小回避（税収増）効果」を踏まえながら「分散化対策のための財源」を検討しつつ、個々の災害の発生リスクや、分散化によるその他の総合的な影響を加味しながら、地方分散化のための対策を検討していくことが必要である。

更に、より被害を軽減するためには、新幹線や高速道路についても現行ルートにとらわれず、例えば、防災機能重視の観点から、海岸線を避けて内陸側へのルート変更の検討や、高速道路のサービスエリアへの災害時に利用可能なヘリポートの併設など、より防災機能を重視したインフラ整備を行っていく必要がある。

なお、以上以外にも、鉄道や電力、エネルギーあるいはライフラインの強靱化対策、さらには、次節に述べるソフト対策などにも取り組み、総合的な対策を講じていくことが、「国難」を回避する上で必要である。また、それら民間の強靱化対策の推進にあたっては、過剰に楽観的な予測に基づいて進められることがあってはならない。本報告書で志したように、可能な限り客観的な事実情報に基づいて対策を粛々と進めていく態度が必要である。

(5) 人的被害の縮減と民間投資促進のためには、「ソフト対策」が必要

本検討では、公共インフラに関する対策を中心に検討したが、そうしたハード対策に加えて、国民の意識や行動に直接働きかける様々なソフト対策も必要である。

第一に、津波や洪水のリスクが迫った時の避難行動を誘発するためのリスクコミュニケーションや防災教育が重要である。「資産の被害」やそれに誘発される「経済被害」を直接軽減することはできないが、人的被害を大きく縮減するためには必須である。

第二に、あらゆる災害に対する強靱性を高める民間対策を誘発するための、同じくリスクコミュニケーションや防災教育が重要である。民間対策としては、一般世帯においては住宅の耐震強化等、民間企業においては BCP, BCM の取り組みや関連施設の耐震強化、リスクのより少ないエリアへの事業所・工場移転等が考えられるが、それらを誘発するには、世帯や企業の意識が変わる必要があるため、こうした民間の強靱化対策においてはソフト対策が必須である。なお、国土構造の分散化やコンビナート対策においては、こうした民間の取り組みが必要不可欠であり、したがって、そうした取り組みを誘発するソフト対策が必要不可欠である。

本委員会では、上述のように「公共インフラ」についての対策を中心に災害対策を検討するが、その中でもとりわけ重要なもの、さらには、その重要な公共インフラの中でも、社会的、経済的影響力が極めて大きな「クリティカル・インフラストラクチャー」(critical infrastructure: 図 1.2(1) 参照) を構成する、下記三種類の公共インフラを、検討対象とすることとした。

(6) 巨大自然災害に対する主たる対策は、概ね「15年以内」に完了させることが必要

改めて言うまでもないが、各種の災害対策は、その災害が生ずるまでに完了していなければ、意味がない。

そして無論、災害はいつ起こるかわからない。したがって、本報告書で論じた各種対策は、本来ならば、「今すぐ」にでもすべて完了していなければならない。

しかしもちろん、それは不可能である。したがって、現実的には、各種対策は「可及的速やかに」完了しておく必要がある。

ここで、「可及的」の水準を決めるものは、各種の制約条件である。技術的な制約、対策を供給する対策供給力（例えば、建設事業の場合なら建設業者の供給能力）、そして、それらを推進するための財政制約である。

これらの内、技術的な制約は俄には緩和することができない。その緩和速度は緩慢なものである。一方で、対策供給力の制約も必ずしも容易に緩和することはできないが、技術的制約よりもより迅速に緩和することができる。しかも、十分な財源を確保すれば、比較的速やかに対策供給力制約を緩和することができる。

最後に財政制約の緩和は、原理的にはもっとも速やかに推進可能であり、少なくともこれらの三つの制約の内、物理的客観的な規準から言えば最も容易かつ迅速に緩和可能である。

この様な諸制約を踏まえた上で、「可及的速やか」に災害対策を完了させておくことが必要である。さもなければ、本報告書で推計したように、場合によっては一千兆円を超える程の被害を、そのまま日本の国民と国家が被ることになるからである。

本報告書の検討では、少なくとも、「対策完了が、発災までに間に合う確率を五分五分以上にする」という規準の下検討を加えた結果、巨大災害に対しては概ね「15年」以内に完了することが必要であるという結果が導かれた。この「15年」という時間が、上記の諸制約の視点から、あらゆる可能性を考慮しても「不可能」である、ということが明らかな場合を除けば、本委員会はこちら諸対策を15年以内に完了させることを強く推奨するものである。

(7) 様々な対策を可及的速やかに推進する「長期プラン」の策定が必要

以上に述べたようなソフト対策、ハード対策を、上述の「15年」という期間の内に進めていくための、長期プランの策定が必要である。

このプラン策定の基本的な構造は、「目標年次に完了しておくべき対策」を想定し、その目標を達成するための年次計画を立てる、という「バックキャストिंग」の考え方である。先に述べたように、「15年程度」で完了することを目標年次とすることが得策であることから、この目標年次を基本としたバックキャストिंगに基づく長期プランの策定が必要である。

なお現在、政府は「国土強靱化基本法」に基づく「国土強靱化基本計画」の見直しを進めているが、まずは、本検討結果をこの「基本計画」に反映させることが必要である。「基本計画」は国の他の計画の指針として長期計画の性格を有しているものであるが、合わせて政府は「基本計画」を推進していくため「アクションプラン」を毎年度定めている。その中で、本委員会で検討した諸対策の「初期5年分」の対策を完了させることを目処に、各施策の目標を定めて位置付け、実行させていくことが必要である。

(8) 長期プランを着実に進めるための「制度・組織・人材育成」が必要

レジリエンス確保の「長期プラン」、あるいは、それを具体的に落とし込んだ「国土強靱化基本計画」「アクションプラン」、さらには、各セクションや各地域の「防災計画」を着実に推進するための制度、組織を整備していくことが必要である。

すなわち、各施策を進めるための補助金や交付金、あるいは減税措置、あるいは、対策を加速するための規制の強化や緩和、等を進めることが必要である。

さらに、そうした対策を所管する政府組織を、防災庁や危機管理庁（日本版 FEMA）の設置の可能性も見据えながら、抜本的に拡充していくことが必要である。

同時に、それら制度や組織を運用する人材を育成していくことも重要である。そのためにも、防災に関する教育機関を充実させると共に、各組織の研修制度や、それをサポートする教育組織や制度を充実させていくことが重要である。

とりわけ、人材育成において重要なのが、「災害現場」での対応体験である。その意味でも、現在政府でも進めている TEC-FORCE の取り組みの様に、レジリエンス確保のための人材、いわばレジリエンス人材は、災害時には全国から、あるいは、海外から円滑に参集する仕組みの構築、充実が重要である。そうした取り組みが、人材育成に加えて、個々の災害時の対応供給量を増進させることは言うまでもない。

なお、そうした災害時の相互協力体制を、国連で採択された「持続可能な開発目標」(SDGs) や「仙台防災枠組み」等の方向性を踏まえながら国際的に整備していくことは、生活・社会上の安全を保障する集団的な体制を構築することを意味するものであり、良好な国際関係の形成にも貢献し得るものと期待できる。そうした国際的な連携関係を構築する際には、経済大国日本に対する巨大災害が、世界恐慌の引き金となり得る可能性等も見据えた、世界的な被害拡散の可能性についての認識を国際的に共有化することも重要である。

(9) 長期プランを実施可能な「財源確保」が必要

レジリエンス確保のための「投資」をはじめとした様々な対策を図るためには、「財源」が必要である。

財源確保に関しては、建設国債を中心とした「公債」発行が考えられるが、「特定の事業」を想定した特定財源債を発行することも考えられる。

なおその際には、上記(3)で述べたように、防災対策が「財政構造そのものについての防災効果」があり、したがって、その支出が税収を増やすポテンシャルを持つものである点を十二分に認識した上で、EBPM (Evidence Based Policy Making) の理念の下、合理的な判断を下していくことが必要不可欠である。そのためにも、短期的な視野に基づくプライマリーバランス（基礎的財政収支）などに基づく財政規律の運用においては、レジリエンス確保のための合理的投資等の「合理的支出」が抑制され、税収がさらに縮小してしまうリスクを回避する態度を堅持することが必要である。

ただし、一定のキャッシュフローが期待できる投資案件については、民間資金を積極的に活用していくためにも、PFI 等を活用していくことが必要である。

さらには、民間や地方自治体のレジリエンス投資を促進するためのレジリエンス対策あるいはインフラのための投資資金を融通する金融の制度や仕組みを設置することも得策である。

6. おわりに ～レジリエンスへの貢献とさらなる検討に向けて～

本報告書は、今、その発生が科学的に予期されている「首都直下地震」や「南海トラフ地震」や三大都市圏における巨大高潮や巨大洪水は、我が国の国力・国勢を著しく毀損し、国民生活の水準を長期に低迷させ、日本歴史を抜本的に変える程の巨大な力を秘めた「国難」とも言いうる巨大災害である。この認識の下、本委員会では、代表的な巨大災害を取り上げつつ、現状のままではどの程度の被害を受けるのかを、可能な限りの情報と最善の実践的理論を活用しつつ推計した。その上で、その国難を回避するための具体的対策を、公共インフラに関わる対策を中心に技術的実務的に検討し、それによって、その被害がどの程度軽減されるのかを、同じく可能な限り技術的な視点から明らかにせんと試みた。

これらの検討過程で、災害と防災の複雑性故に、考慮すべきであるにも関わらず考慮することが困難な実に様々な要素が存在することが、改めて認識された。特に公共インフラに関わる諸研究を推進し、蓄積してきた土木学会における本委員会における今回の検討においては、公共インフラ対策を中心に検討したものの、対策には民間インフラ対策やソフト対策、制度的対策など、様々なものが存在することは論を待たない。

その意味に於いて、本委員会の今回の検討は、そうした多面的かつ総合的な検討に向けた第一歩となるものであるとすることができる。したがって、本報告書を皮切りとして、今後のさらなる研究、検討、提案の活動を奮起したいと思う。

ただし、そうした限界を持つ分析ではあったが、本検討の範囲からでも確かに得られた諸知見がある。そして、それら知見に基づけば、政府や地域社会全般が、巨大災害に対して成すべき取り組みの方向について、様々な提言を図ることが可能であった。ついてはそしてそれらの分析、検討結果に基づいて検討した、以下の8項目からなる「認識」ならびに「対策」についての「提言」の内容を、「5. レジリエンス対策を着実に進めるために」の章にとりまとめた。

- (1) 現状のままでは、「国難」級の巨大被害は避けられない。
- (2) 「公共インフラ対策」で、大きく被害を軽減できる。
- (3) 公共インフラ対策は、「財政構造の健全性を守る」ためにも不可欠である。
- (4) 被害をさらに圧縮するには「コンビナート対策」「国土構造分散化対策」等のさらなる対策が必要である。
- (5) 人的被害の縮減と民間投資促進のためには、「ソフト対策」が必要である。
- (6) 巨大自然災害に対する主たる対策は、概ね「15年以内」に完成させる必要がある。
- (7) 様々な対策を可及的速やかに推進する「長期プラン」の策定が必要である。
- (8) 長期プランを着実に進めるための「制度・組織・人材育成」が必要である。
- (9) 長期プランを実施可能な「財源確保」が必要である。

ただし繰り返しとなるが、計量化した被害や減災効果などの各数値の確度は言うに及ばず、その分析結果に基づいてこれら提言の精度をさらに高めていくためには、1) 災害時に生ずることが危惧されるさらなる事象の考慮や、2) 被災過程と回復過程を描写する計量モデルのさらなる精緻化、さらには、3) 公共インフラ対策以外の民間インフラ対策、ソフト対策等の考慮等、様々な課題に対応していくことが必要不可欠である。

ただし、「国難」に対するレジリエンス確保に関しては、そのための研究に長期の時間をかけ、それらが完成するまで検討やその公表を控えておく態度は、必ずしも正当化できる態度とは言いがたいものと考えられる。なぜなら、その間に、その研究対象とする「国難」が発生してしまうリスクが常に存在するからである。

その意味で、本委員会では、現状において示された検討結果を、その検討の課題を明確に示しながら公表し、国難に対応するための官民合わせた取り組みの質の向上に貢献せんと試みた。本報告書が、国難を乗り越えるレジリエンスを目指す官民併せた日本国家全体の取り組みに参照され、実際に国難を乗り越える事ができる可能性を、幾ばくかでも増進せんことを祈念したい。