

地震被害の軽減と復興に向けた提言 —東日本大震災を受けて—

平成 24 年 5 月 24 日

一般社団法人 日本地震工学会

まえがき

3月11日は9月1日、1月17日と並んで、我が国の震災史上、歴史に残る日となった。地震工学は、地震学、地震動、構造工学、構造動力学、地盤工学、津波、設計論、防災工学等、広範囲な学問・技術体系を結集し、地震災害から国民の生命と財産を守ることを目的とする工学である。

地震工学の困難な点は、我々が守らなければならない国民の生命と財産、これを支える各種の施設、システムは膨大な数に上り、いつも地震は弱点を突いてくるという点である。我々が戦うべき地震という敵がどこまで強いのかもよくわかっていない。3月11日前にはMw9.0の巨大地震が日本周辺に起るとは考えられていなかった。観測網の整備もあり従来知られていなかったほど強力な地震動が観測されるようになってきている。さらに、断層変位のように技術的対応が限られる敵もいる。

最新の科学に基づいた予測を出すことを目的とする理学と違って、工学は膨大な社会資産に対する責任を負っている。膨大な資産はその建設時の最新の知見に基づいて建設すればそれでよいのではなく、人間活動に資するため建設後100年、200年といった長スパンにわたって機能を発揮していくことが求められている。

世界第1級の地震国であり、本来人間の居住に適しない沖積平野に大都市が位置し、また、国土の80%が山地で土砂崩壊が起りやすい上、長い海岸線を抱える我が国は地震の格好の餌食になりやすい自然条件を持っている。日本人はハンディーといってもよい厳しい自然環境を克服し、多様で豊かな文化・文明を築いてきた。これには、地震工学の進展が大きく貢献してきている。しかし、今後、安全、安心を求める国民のニーズに応えるためには、さらに飛躍的な向上を図っていくことが求められている。

2011年3月11日の大震災は、我が国の社会、産業、地域経済に甚大な被害を与えたのみならず、その影響は広く世界にも波及した。この大震災を受け、復興に向けて努力するだけでなく、将来に起こりうる大災害への対応に、本震災の教訓を生かさなければならぬ。そして、震災を経験した私たち世代の責務として、現世代のみならず将来世代にわたって安全、安心な生活を送ることができるよう、大局的な見地に立った対策を速やかにかつ着実に実行しなければならない。

本提言は、東日本大震災の教訓に基づき、社会の変容による災害の進化を想像し、これを未然に防ぐために国、国民、地震工学の専門家がなすべき事項をまとめたものである。最期に、提言のとりまとめを担当した「広域・システム災害対応特別調査研究委員会」（東畑郁生委員長）の委員各位に深甚なる謝意を表する次第である。

平成24年5月24日

一般社団法人 日本地震工学会
会長 川島一彦

一般社団法人日本地震工学会

理事会

会 長	川島 一彦	東京工業大学
副会長	運上 茂樹	国土交通省国土技術政策総合研究所
副会長	若松加寿江	関東学院大学
副会長	芳村 学	首都大学東京
理 事	澤本 佳和	鹿島建設(株)
理 事	矢部 正明	(株)長大
理 事	東 貞成	一般財団法人 電力中央研究所
理 事	大谷 章仁	(株) I H I
理 事	佐藤 俊明	清水建設(株)
理 事	渡壁 守正	戸田建設(株)
理 事	中埜 良昭	東京大学生産技術研究所
理 事	高橋 徹	千葉大学
理 事	鹿嶋 俊英	(独)建築研究所
理 事	斉藤 大樹	(独)建築研究所
理 事	木全 宏之	清水建設(株)
理 事	五十田 博	信州大学
理 事	山中 浩明	東京工業大学
理 事	庄司 学	筑波大学
理 事	永野 正行	東京理科大学
監 事	河村壮一	耐震環境コンサルタント
監 事	翠川 三郎	東京工業大学

一般社団法人日本地震工学会

広域・システム災害対応特別調査研究委員会

委員長 東畑郁生 東京大学

幹事 中村孝明 (株)篠塚研究所

委員 八嶋 厚 岐阜大学

翠川三郎 東京工業大学

松富秀夫 秋田大学

高田 一 横浜国立大学

丸山喜久 千葉大学

鍛田泰子 神戸大学

矢代晴実 (株)東京海上日動リスクコンサルタント

東 貞成 一般財団法人 電力中央研究所

目次

提言要旨	5
1. 東日本大震災の特徴と教訓	7
2. 国への提言	9
3. 国民への提言	11
4. 地震工学の専門家への提言	13
5. 日本地震工学会の決意表明	15

提言要旨

日本地震工学会は、地震工学および地震防災に関する学術・技術の進歩発展をはかり、地震災害の軽減に貢献することを目的とする一般社団法人です。工学や社会システムの広い分野をカバーする特徴ある学会として活動をしています。平成 23 年に東日本を襲った大震災の被害実態、その後の復旧・復興への努力、そして近い将来に予想される大地震への対策構築などの状況を鑑み、日本社会全体に向けて次の提言を行います。

国へ

- ◆ 強靱なインフラ施設無くして地震に強い社会はあり得ない。したがって国はハード対策に注力し、人命の保護と災害の抑制に貢献する耐震化施策を、これまで以上に進める。
- ◆ 大震災を国家的危機と捉え、国家運営の見地から、国民の利益・福祉の拠りどころである経済基盤を護ることに努力を傾注する。
- ◆ 経済基盤が抱える災害リスクを明らかにし、経済基盤を揺るがす致命的被害を防止する。安全で豊かな社会の拠りどころとなる経済基盤を護り伝えるという基本姿勢を短期的な見地から破棄してはならない。
- ◆ 民間企業や個人が自主防災の努力を行いやすくなるよう、制度改革を図る。

国民へ

- ◆ 震災を経験した現世代は、長期的かつ大局的な見地に立ち、将来世代への責任を果たす。安全で豊かな社会を将来世代へ引き継ぐことが、現世代の責任である。
- ◆ 日本国は世界的にも稀な地震危険地域に存在していることを認識し、日常生活の中で災害の恐ろしさを子孫に語り伝える。
- ◆ 安全に絶対はないことを理解する。
- ◆ 災害の受忍限度を把握し、それぞれの安全目標を定め、自助努力を以って一定レベルの安全を確保する。

地震工学の専門家へ

- ◆ 社会の変容にともなう災害の変化を認識し、新たなタイプの災害を未然に防ぐため、慣習に囚われない想像力を発揮して、将来の新たな災害に対する技術開発を

推進する。

- ◆ 社会システム全体としての安全性を捉え、そこから問題となる課題を探り出し、改善するという発想を持つ。
- ◆ 安全と安心の違いを認識し、国民が安心を実現できるよう、真摯に努力する。
- ◆ 安全を実現しようとする国民の自助努力を真剣に支援する。

日本地震工学会の決意表明

- ◆ 性能明示型耐震設計を推し進め、様々な構築物やシステムの耐震安全性を判断できる分かりやすい指標を提案し、併せて、安全確保とそれに必要なコストとの関係を把握できる情報を発信する。
- ◆ 災害予測情報の提供、地震・津波警報システムの拡充・改良など情報化防災社会の実現に貢献する。
- ◆ 地震に強い社会の構築を目指し、専門的な立場から、ハード対策とソフト対策のバランス・融合のあるべき姿を追究する。
- ◆ 国民に対し、地震の脅威や心構え、防災・減災の方策など、アウトリーチ活動を積極的に推進し、国民の自助努力に対して情報支援を行う。

1 東日本大震災の特徴と教訓

東日本大震災は、失われた人命の多さだけから見ても未曾有の災害であったが、人々が未曾有と実感するに至った災害の特徴を俯瞰的に考察する。

－被災の広域波及と相互連関－

第一の特徴は、被害の広域性と波及性である。このことは単に被害の空間的広がりや数の多さを意味しているのではなく、様々な被害が互いに連関し、緊急対応を妨害しあい、二次的な災害を遠地にまで及ぼしたことを意味している。たとえば、製油所の被災に加え、津波で港湾の荷揚げ施設が破壊され、道路や鉄道の輸送も途絶したため、被災地の燃料が不足し、救援や緊急活動に多大な影響を及ぼした。工業生産のサプライチェーンの中で、重要な部品生産拠点が停止を余儀なくされた結果、遠く海外の工場までが操業停止した事態も見られた。また、放射能漏れを起因とした風評から、福島県の農・海産物の市場価格が低落し、その影響は被災地以外の地域にも波及した。このように、社会の細部に至るまでものごとが複雑に関わりあっている我が国においては、たとえある地域を揺るがす災害であっても、災害地域のみならず、遠地や海外にまで影響が及ぶことになる。これは各種ライフラインに加え、物流や情報伝達を支える社会基盤施設が高度に組織化され、また機能的に関連している現在社会の脆さを意味している。災害の広域波及のメカニズムや、施設の機能的関連性を考慮した防災研究は、これまで深く取り扱われたことがなかった。

－複合災害－

第二の特徴は、自然災害の複合効果が如実に現れたことである。地震動によってため池が決壊し、洪水流が下流の集落を襲い、犠牲者を伴う甚大な被害が発生した。強い揺れとそれに続く津波によって電源供給施設が破壊された原子力発電所もその例である。地殻が沈降した地域に台風の高潮が襲来することが憂慮された。平成 23 年夏季にはそのようなことは起こらなかったが、平成 24 年以降も同じリスクが続いている。また、液状化によって基礎部の津波抵抗に不足を生じ、津波被害を大きくした構造物は少なくない。複合災害の実態を調べることは必ずしも容易ではないが、複合災害が災害の規模を大きくすることは確かな事実であり、この種の研究を深化させることが重要である。

－膨大な個人資産の喪失と失業－

第三の特徴は、住居、宅地など膨大な個人資産の喪失と失業である。個人資産の喪

失については、仙台周辺の宅地造成地の崩壊、津波による住居被害の例などがそれに当てはまる。また、関東地方では、軟弱地盤の液状化によって多数の住宅が沈下・傾斜した。この場合、逸失資産に加え復旧のための資金が必要になり、個人にとっては二重の負担となる。個人の損害を税金で補償するのは社会制度上困難であり、また地震保険も不十分な状況では、早期の生活再建は非常に難しい。一方で、被災地域の経済活動は長期に亘って停止し、その結果、生活再建の根幹である雇用が失われていく。失業問題は生活再建の足枷となる。地震防災にかかわる専門家は、早期の生活再建を実現するための課題をハード・ソフト両面から探り、これを改善する枠組みに積極的に係わっていくことが重要である。

－社会の変容と新たな災害の様態－

第四は、東日本大震災を含めたこれまでの地震災害を俯瞰的に捉え、気づくことである。それは地震災害が起きる度に、新たに生じた脅威と対峙する構図が繰り返していることである。これは社会の変容と共に、災害の様態が変化していることに起因している。例えば、関東大震災では木造家屋の火災が猛威を振るった。大火災の要因は炭や練炭による昼食の支度にあったとされている。戦後、台風による洪水が頻発したのは、台風そのものの規模もさることながら、戦中戦後の治水の不備が原因であったと考えられている。兵庫県南部地震では犠牲者の多くは建物の倒壊や家具の転倒による圧死であった。これにより木造家屋の耐震化や家具の支持強化が話題となったことは記憶に新しい。また、東日本大震災の犠牲者の多くは、沿岸域に住む人々の大津波による溺死であった。その結果、現在は津波対策が大きな課題となっている。地震工学、防災工学は地震災害の経験と教訓を学習し、防災・減災技術の深化を進めてきた。たとえば地震国である我が国の大都市圏にはもともと地盤の悪い場所が多く、地震の災害を受けやすい。そういうところに総計数千万の人々が暮らしている。このような状況に対して地震工学は多くの試行錯誤の努力を行い、大都市域の地震危険度を徐々に低い水準に抑えてきたのである。しかし、現状は決して満足できるものではなく、社会の変容に応じて発生する新たな災害の可能性を予見し、広く社会に知らせることが必要である。

2. 国への提言

－ハード対策に注力を－

防災・減災対策には、耐震設計・耐震補強に代表されるいわゆるハード対策と、防災マニュアルや緊急対応組織の整備、防災訓練などのソフト対策がある。巨大災害から国家と社会を護るためにはいずれの対策も重要であることは論を待たない。しかし、ソフト対策は2次災害の防止や救命に重要ではあるが、防災施設や安全な避難施設を整えてこそ、これらが生きてくる。強靱なインフラ施設なくして地震に強い社会はあり得ない。災害の破壊力を軽減し、また地域復興の原動力となる産業基盤を守るためにハード対策が基本となることを忘れてはならない。事実、主要道路や鉄道の早期復旧を可能にしたのは、現在まで耐震化に向けて継続的な努力が行われてきたことによる所が大きい。ハード対策にこれまで以上に注力すべきである。

－国民の利益・福祉の拠りどころである経済基盤を護ることを防災の基本とする－

人命の保護が最重要課題であることは言うまでもないが、ここで強調するのは、国民の利益・福祉の拠りどころである基盤を護ることである。我が国の場合、基盤とは“物づくり”、これを支える建物、物流、エネルギー、情報通信などである。こうした経済基盤を失うことは、国家の危機であり、国民生活は世代を超えて困窮する。また、被災地の復興においても、雇用の源泉である地域の産業、これを支えるインフラが重要であることは、現下の状況から明らかである。人命の保護に加え、経済基盤を護るために、国民間の短期的な人気・不人気に左右されることなく、必要な施策を優先的に実施しなければならない。国民生活の拠りどころである経済基盤の重要性を正しく認識し、これを広く国民に知らせるとともに、次の世代に護り伝えることを防災の基本とするべきである。

－経済基盤の抱えるリスクを明らかに－

稀な巨大地震では、国家の経済基盤を揺るがす相当の被害が生じることを覚悟しなければならない。この場合、早期の復旧と修復を目指すことが重要である。そのためには、経済基盤の基本となるライフライン、インフラ施設、生産・物流施設、情報通信施設などが抱えるリスクを明らかにすると同時に、これらがエネルギー・物流・人流に与える影響を考慮しつつ復旧方策を国全体として検討しておく必要がある。

－民間企業や個人の自主防災への努力を行いやすくするための制度の拡充を－

防災・減災への努力を国民が全て行政に依存することは、この提言では支持しない。

国民や産業界が自主的な努力を真剣に積み重ねることが、真に大きな成果を生む、と信じているからである。しかし現下の法や社会制度の下では、防災への投資が税制上は優遇されていない。また、町内あるいは共同住宅の耐震事業に必要な合意形成には、話し合いと合意までの労力や時間に加えて、複雑な保険制度への調整が必要とされ、容易に進まないのが実情である。そのような状況を改善するための制度改革を進めるべきである。

3. 国民への提言

－長期的かつ大局的な見地に立った行動を－

巨大地震の発生は、数百年に一度程度の長い間隔を持つ。地震防災は、長期的な視点に立ち、現世代のみならず、将来世代の生活設計まで踏み込んだ取り組みが必要である。また、一つの決定が複雑に連鎖し、様々な人々の生活に影響する今日、不用意な決断や短慮な行動は、社会に思わず大きな不利益をもたらす。これらの点を十分踏まえ、国民は、眼前の状況に振り回されることなく大局的かつ長期的な見地に立ち、震災の教訓を踏まえて、国民の利益・福祉の拠りどころである経済基盤を含む安全で豊かな社会を将来の世代に引き継ぐよう、努力しなければならない。これは、震災を経験した私たち世代が、民主主義国家の主権者として将来の世代に対して負っている責務である。

－世界でも稀な地震危険地域に住んでいることを認識する－

日本は、世界的に見ても稀な地震危険地域に位置している。そこに居住する我々は、地震災害の脅威に日々曝されている事実を認識しなければならない。この脅威は、家族、住居、地域社会など生活の拠りどころを根こそぎ崩し去る重大事象であるとともに、その影響は公助の限界を超えた広範囲に及ぶ。また、日々変容する社会は、予想が難しい新たな災害の可能性を秘めている。国民は、地震の脅威に関心を持ち、居住地の危険度の把握から食料備蓄に至るまで、日常的に防災を意識した行動をとるべきである。さらに、過去の災害の記憶を風化させないためにも、日常生活の中で災害の恐ろしさを子孫に伝えることが重要である。

－安全に絶対はない－

多くの国民は安全を絶対のものと考えている傾向にある。「絶対に壊れない」とか「1つの構造物も壊れてはいけない」、「絶対に防潮堤を越える津波は来ない」、「絶対に安全でなければならない」等、安全を絶対のものと考えていることは現実と乖離し、安全への道筋を閉ざすことになりかねない。国民が現実を見ずに絶対の安全を求め、それが達成されたと錯覚した途端に、国民は安全への努力をしなくなるであろう。このことは、現実には大地震が発生した場合のリスクを押し上げるだけでなく、安全をさらに高めようと努力する人々に対し、「今まで絶対安全だと言ってきたのはウソだったのか」と批難するという、不幸な事態を引き起こしかねない。安全とは、現実と理想の狭間で各種の技術的、財政的、社会的制約を考慮し、多くの国民にとって「災害の起きる可能性が受容できるレベル以下に収まっている状態」を意味している。「低いレベル」と「ゼロ」との間には大きな違いがあること、一人でも犠牲者を出すことは不条理で

はあるが、現実を直視すると、社会のマジョリティーが災害から生命と財産を守ることができるようにすることが重要であることを認識しなければならない。より確かな安全への努力の道筋を閉ざさないためには、国民は、「安全に絶対はない」ことを認識しなければならない。

－国民は自助努力を以って安全を確保する－

稀な巨大地震では、耐震基準を含めた公的規制では、国民の生命・財産を護りきれものではない。また、公的保証や財政援助も国民からみると十分ではない。したがって、相当の被害を受忍しなければならないのが現状である。国民の安全は他から与えられるものではなく、自らが努力して獲得しなければならないところが大きいという点を認識しておかなければならない。このためには、国民はどこまでなら耐え得るか、それぞれの目標を定めることが重要である。そして、自助努力をもって、一定レベルの安全確保を目指すべきである。これを地震工学の専門家が支援しなければならないことは、当然である。

4. 地震工学の専門家への提言

－慣習に囚われない想像と発信－

大災害が発生する度に、新たな災害の様態が現れるのは、社会の変容も一つの理由ではあるが、われわれ専門家が十分な想像力を持ち得なかったことも大きな問題である。これまでの災害経験の延長線上での防災対策は、複雑に変容する社会には不十分であり、およそ防災に関与する専門家は、想像力をもって、新たな災害の危険性を予見し、信念を持って発信する。特に、都市型の複合災害、これが及ぼす災害規模の拡大と連鎖など、これまでの被害想定では示されていない災害の様態を積極的に発信すべきである。

－社会システム全体としての安全性を見る－

東日本大震災では、人・物・エネルギーは十分行き渡らず、地域復旧の遅れを助長し、また企業努力の及ばないところで事業停止を余儀なくされた。産業施設、社会基盤施設は相互に関連したシステムとしての脆さを露呈する結果となった。これは、構造物単体に着目したこれまでの耐震設計法や耐震診断に、重要な課題を示唆している。システム、あるいは仕組み総体としての安全性を評価し、そこから問題となる課題を探り出し、そこを改善するという発想が必要である。つまり「木を見て森を見るのではなく、森を見てから木を見る」に、発想を転換すべきである。

－情報発信は、先ず安全認識の違いを理解する－

専門家が主張する安全と、国民が求める安心とは必ずしも一致していない。この違いは、国民の誤解や不信を招き、場合によっては誤った行動による社会的不利益を被ることがある。風評被害はその実例である。実現象がある程度不確実であるという条件の下で、リスクが受容できる水準にとどまっている状況を安全と呼ぶ場合が多い。これに対して安心は、未知性や恐ろしさ、情報の出し手の信頼性などを含む主観的なものである。専門家は、安全は安心の必要条件の一つに過ぎないことを認識し、国民の心情や置かれている立場を理解した上で、国民が少しでも安心と感ずることが出来る社会を目指して、真摯に努力すべきである。

－工学の本質を踏まえ、国民に向けて安全に関わる説明や情報発信を行う－

解明しきれない自然現象や構造物の不確実な挙動、さらに制約条件としての時間やコストを前提に、自然現象を含めた外力に対して構造物が備えるべき安全の度合いを合理的に定め、具現化するのが工学である。これは、地震災害が持つ不確実性の下で

は、絶対的な安全はないことを意味している。専門家は、安全性に関わる説明や情報発信において、先ず、このような工学の本質を共通の理解とすべきである。その上で、地震工学者は安全を実現しようとする国民の自助努力を真剣に支援する。

5. 日本地震工学会の決意表明

地震防災・減災は、分野を超えた総合技術によって、はじめて可能になる。地震学、建築、土木、地盤、機械工学、防災学など様々な分野が集う日本地震工学会は、広範囲な地震工学分野からの研究・開発、情報発信に責任を有している。日本地震工学会は、この視点から、以下の事項を実施し、社会の地震防災の向上と防災・減災を目指す国民の自助努力に貢献する。

－安全と必要コストの周知を－

世界的にも見ても過酷な地震危険地域に住む我々は、一定程度の防災への負担を負わなければならない。しかしながら、多くの国民は、どの程度の負担をすれば、どの程度の安全が保たれるのかを把握していない。この原因は、様々な産業施設、社会基盤施設が持つべき耐震性能とこれを達成するために必要なコストに関する情報が専門家から発信されていないためである。日本地震工学会は、性能明示型耐震設計を押し進め、様々な構築物やシステムの耐震安全性を判断できる分かりやすい指標を提案し、併せて、安全確保とそれに必要なコストとの関係を把握できる情報を公表する。

－情報化社会の発展を地震防災の実践にも－

情報の創出と発信・受信、人間への伝達など、情報化技術の発展は目覚ましい。この趨勢を地震防災の実践にも積極的に取り込むべきである。たとえば、地震災害予測情報の提供、地震・津波警報システムの拡充・改良などの研究を通じて、情報化防災社会の実現に貢献する。

－ハードとソフトの防災技術の融合－

稀な巨大地震災害に対しては、従来型のハード強化策だけでは、コストの制約によって、十分な安全を達成することができない。そこで、情報伝達や避難誘導などのソフト対策が注目されている。しかし避難所が破壊されればソフト対策も無意味となるほか、国家の運営に不可欠な経済基盤や、震災復興の柱となる地域の産業施設も、ソフト対策では災害から護ることができない。したがって、日本地震工学会は、高度に専門的な立場から、ハードとソフトのバランス・融合のあるべき姿を追究する。

－アウトリーチ等、社会への情報還元活動を積極的に－

国民一人一人が、地震の脅威や防災に関心を持ち、必要最小限の防災知識を持つことが重要である。しかしながら、日常生活の中で、このような知識を得る機会は必ずしも多くない。日本地震工学会は、国民の自助努力を支援する立場から、学校や住民

説明会など、様々なチャンネルを利用し、地震の脅威や心構え、だれでもできる防災・減災の方策などを説明する機会を積極的に造る。