

建築の原点に立ち返る－暮らしの場の再生と革新

東日本大震災に鑑みて（第二次提言）

はじめに

2011年3月11日午後に発生した平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震は、マグニチュード9.0のわが国観測史上最大の地震であり、震源域は岩手県沖から茨城県沖まで、長さ約450km幅約200kmにおよび、およそ3分の間に断層が大きく破壊した巨大地震であった。この地震の長時間続いた揺れと大津波による被害は東日本大震災と呼ばれ、その後に国内で続いた地震被害を含めて、死者は15,883人、行方不明者は2,667人、負傷者は6,145人に至っている（警察庁発表:2013年7月10日）。経済的な損失は、原子力発電所の事故を含まずに、約16兆9千億円（内閣府公表:2011年6月24日）と推定され甚大であり、近年のわが国自然災害史上最も大きな超広域災害となった。

この未曾有の地震と津波でお亡くなりになった一人一人に心からの哀悼の意を捧げるとともに、ご家族やご友人を失った方々、家や仕事を奪われ避難生活を強いられている被災者の皆様に、心よりお見舞い申し上げます。沿岸地域の津波に対する危険性を知っていながら、このような地域に家々や各種の建築を建て、まちを作ってきた建築や都市計画に関わるわれわれには反省が必要である。重ねて原子力発電所の破壊とその広域かつ長期にわたる被害は深刻であり、これらの建設にも関係してきたわれわれはそれを他人事とせず、一に戻って考え直さねばならない。

関東大震災、第二次世界大戦の敗北から立ち直り、世界を率いるまでに発展した日本であり、この災害からも必ず復興できると信じるが、それは簡単なことではない。この災禍からの被災地の再生・復興に向けて、本会と本会会員はできる限りの貢献を果たさねばならない。東北地方太平洋沖地震当日に本会が立ち上げた「東日本大震災調査復興支援本部」は、その活動の一環として、本会で今後検討すべき調査研究に関する提言をまとめることとし、その作業を「研究・提言部会」に付託した。被災地域の迅速な復旧・復興のためだけでなく、次に起こるとされる大地震・大津波への備えのためにも、研究・提言部会は今回の大震災で顕在化した短期・中長期的な課題を広く取り上げ、今後本会が貢献すべきと考える視点に立って調査研究を重ね、地震発生から半年後に公表した第一次提言（2011年9月9日）に引き続き第二次提言をとりまとめ、本会理事会（2013年5月15日）の承認を受けた後、このたび公表の運びとなった。本会の特徴や専門性を踏まえ、また実効性の高い提言をめざした第二次提言は、下記を基本方針としている。

- 第二次提言に含める内容は、本会、特に学術推進委員会で持続的に検討し研究を推進できることに限った。
- 国土計画、地籍調査の充実、土地所有の問題、鉄道再建、道路計画、避難路の開拓、防潮堤の建設など、土木工学または都市計画の分野が高い専門性を持つ課題についてはあえて言及しなかった。
- 原子力発電所の事故とその後の対策に関しては、現時点では調査が完了していないこと、復旧途中であること、原子力工学・土木工学・機械工学など多くの分野が関わる課題であることから、本会単独の第二次提言には含めないことにした。
- 東日本大震災を受けて多くの人々や会員が、将来の国のありよう、将来のまちづくりや人々の生活、限られた国土に住む日本人が極めて稀に襲う自然の猛威にどのように対処すべきか、人工物によって自然災害を防ごうとすることが地球環境や生態系へ与える影響などについて、なお多くの議論が続いている。これらの多様かつ長期的展望に立つ議論は、現段階で一つにまとめるべきではないと考え、あえて踏み込まないこととした。

東日本大震災の甚大な被災を前にして、留まっているわけにはいかない本会の活動にとって、極めて重要なこの第二次提言を献身的にまとめていただいた中島正愛部会長はじめ研究・提言部会の方々、さらにこの第二次提言について貴重な御意見をお寄せ下さった多くの会員の皆様に、心より感謝申し上げます。本会の次の活動を担う人々には、日本を人々が住みやすい安全・安心な国にするために、第一にこの第二次提言で述べられている広範な課題に真剣に取り組んでいただきたい。第二にこの第二次提言を超えた種類の課題、第三に他の分野と一層の連携をとって進めるべき課題についても、引き続き議論・研究を進めていただきたいと心より願う。

2013年5月30日

和田章

日本建築学会 会長

東日本大震災調査復興支援本部 本部長

第二次提言まえがき

2011年東北地方太平洋沖地震（当地震による震災名は「東日本大震災」）を受け、本会は直ちに「東日本大震災調査復興支援本部」を設けた。その活動の一環として、本会で今後検討すべき調査研究に関する提言をまとめることとなり、その任を「研究・提言部会」が負うことになった。設置の経緯、第一次提言策定までの過程、そして第一次提言^{注1)}は、『建築雑誌』2011年10月号に掲載されている。

本提言では、「(建築を通じて)人々の暮らしを支える」ことを活動の基盤とする本会の立場を鮮明にするために、既存の研究ジャンルごとの課題整理ではなく、人と生活という視点に立って東日本大震災から得られる教訓を引き出すことに腐心し、「(大)津波」「(災害)対応」「首都(を含む大都市)」「原(子力)発(電所)(災害)」「(記録と)継承」の5つを、提言を動機付けるキーワードとして取りまとめにあたった。第一次提言では、上記キーワードごとに主たる教訓を整理し、得られた教訓に基づいて「本会がなすべき調査研究」を提言として記し、その提言を実現するための具体的な調査研究課題を「行動」としてまとめた。表1はキーワードに沿った「行動」の標題である。

表1 第一次提言で提示した行動項目

	行 動		行 動
津波	①破壊力調査、耐津波設計(p.2)	首都	②即時災害対応(p.20)
	②高性能設計(p.5)		③建築・都市機能維持(p.21)
	③減災市街地設計(p.8)		④エリア防災マネジメント(p.23)
	④復興まちづくり(p.9)		
対応	①専門的貢献(p.11)	原発	①生活様式調査(p.25)
	②避難生活環境向上(p.12)		②省エネルギー設計(p.26)
	③日常生活回復(p.13)		③都市の環境エネルギー計画(p.28)
	④災害廃棄物処理 ^{注2)} (p.15)		④放射線対応策(p.31)
首都	①性状実態把握、非構造部材性能(p.16)	継承	①記録(p.32)
			②記憶継承(p.32)
			③歴史継承(p.33)

第一次提言発表後は、上記「行動」項目に関わる具体的な検討を、関連が深い常置調査研究委員会と、2012年度に新設された特別調査委員会（「巨大災害の軽減と回復力の強いまちづくり特別調査委員会」（委員長：福和伸夫 名古屋大学教授））が分担・連携して担当した。

第二次提言は、第一次提言の「行動」を原点とし、関連調査研究を深めることから、東日本大震災の教訓に立って本会が今後なすべき調査研究課題を特定することに努めた。第一次提言からの継続を意図して、第二次提言では、第一次提言に記載した各「行動」内容を冒頭に再掲した後^{注3)}第一次提言以降の調査研究結果も交えた、提言に至る「背景」、「提言」の本文、提言の「解説」を記している。

東日本大震災からの復興や将来の巨大災害に対する予防等、全国と地域の防災と減災をめざして日々努力されている関係各位に、本提言が、「行動の道しるべ」としての役割を果たすことを切望したい。

【研究・提言部会（第二次提言）の構成】

部会長 中島正愛（京都大学防災研究所、構造委員会）
 幹事長 佐土原聡（横浜国立大学、環境工学委員会）
 幹 事 有賀 隆（早稲田大学、都市計画委員会）
 後藤 治（工学院大学、建築歴史・意匠委員会）
 塩原 等（東京大学、構造委員会）
 久田嘉章（工学院大学、構造委員会）
 松村秀一（東京大学、建築計画委員会）

三宅 論（岩手大学、都市計画委員会）
 三浦秀一（東北芸術工科大学、環境工学委員会）
 巖 爽（宮城学院女子大学、建築計画委員会）
 委 員 大月敏雄（東京大学、建築計画委員会）
 北原啓司（弘前大学、都市計画委員会）
 齊藤広子（明海大学、建築社会システム委員会）
 高橋典之（東北大学、構造委員会）
 田辺新一（早稲田大学、環境工学委員会）
 田村和夫（千葉工業大学、構造委員会）
 飛田 潤（名古屋大学、構造委員会）
 中城康彦（明海大学、建築社会システム委員会）
 西田哲也（秋田県立大学、構造委員会）
 濱本卓司（東京都市大学、海洋建築委員会）
 早川光敬（東京工芸大学、材料施工委員会）
 鱒沢 曜（鱒沢工学研究所、構造委員会）
 増田幸宏（豊橋技術科学大学、環境工学委員会）
 村上公哉（芝浦工業大学、環境工学委員会）

注1):日本建築学会:建築の原点に立ち返る—暮らしの場の再生と革新—東日本大震災に鑑みて（第一次提言）、建築雑誌、Vol.126、No.1623、pp.59-64、2011年10月

注2):対応④:災害廃棄物処理は、第二次提言に向けて新たに追加した課題であり、第一次提言には含まれていない。

注3):第二次提言に向けての議論を経て、各「行動」の記載内容が、第一次提言の内容からやや変更されている場合がある。

津 波

津波① 破壊力調査、耐津波設計

【行動】

津波の破壊力を定量化するためのデータ収集体制の構築と、収集データの分析を通じた巨大津波に対する建物抵抗機構および避難性能に立脚した対津波性能評価法の体系化

【背景】

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、1万9千人あまりの人的被害の90%以上が巨大津波によって引き起こされた。その被害は主に東北地方太平洋沿岸で広域に生じ、波源域からの距離・方向、海底地形、沿岸地形、土地利用などの条件の違いにより各地で多様な様相を呈した。

これまで建築分野においては、巨大津波の発生確率が極めて低いことと、防波堤や防潮堤などの津波防護施設に頼り過ぎていたために、津波避難ビルを除けば設計において津波を考慮することはほとんどなかった。しかし、今回の厳しい教訓を受けて、壊滅的な打撃を受けた東北地方沿岸域の復興とともに、南海トラフ巨大地震による巨大津波をはじめとする比較的近い将来発生する可能性の高い津波に備えることが、建築分野において差し迫った課題として浮かび上がった。

津波に対する取り組みは、「発生」「伝播」「遡上」の3つの対象領域に分けて進められてきた。「発生」を扱ってきた分野は主として地震学、「伝播」と「遡上」を扱ってきた分野は主として土木工学である。これまで津波に対する貢献度が低かった建築分野が、今後取り組むべき領域は「遡上後」ということになるだろう。「遡上後」の津波が個々の建築、さらに群としての建築、すなわち都市に与える影響を適切に評価したうえで、その被害を最小化するための対津波防災戦略の構築が求められている。

巨大津波に備えるには、建物に作用する津波の大きさや性質を定量的に予測し、その想定のもとで安全性と機能性を確保し

うるハード対策を確立することが第一に挙げられる。しかし、想定を超える巨大津波が押し寄せた場合には、全ての建物の安全性と機能性を確保することは困難である。このような場合、ハード対策と併せて避難計画を中心としたソフト対策を導入することが必要になる。

防潮堤などの土木構造物に対して言われているように、再現期間100年の津波にはハード対策、再現期間1000年の津波にはソフト対策といったドラスティックな対応は、不特定多数の人々が利用する多くの建物の対津波戦略としては馴染まない。今後、土木分野の対策と連携しつつ、建築独自の対策として、想定津波の範囲内であろうと範囲外であろうと、それぞれハード対策とソフト対策を適切に組み合わせることが有効である。

【提言】

提言1 想定を超える津波に対するロバスト性の付与

対津波設計においては、さまざまな制約条件からあるレベルの想定津波を設定せざるを得ない。しかし、東日本大震災を経験した今、想定津波を超えた場合の対策の重要性が強く認識されるようになった。想定津波を超えたときに建物に要求される性能がロバスト性である。津波により躯体が倒壊あるいは流出するような事態になると人命保護を保証することは難しくなる。特に対津波性能が要求される重要建築物においてロバスト性として第一に要求されるのは、想定津波を超えた場合でも躯体が残存していることである。津波によって躯体が部分的に破壊したとしても、躯体全体としての安定性を維持し、人命保護を保証しうる空間を確保する技術が必要である。

提言2 ハード対策とソフト対策を融合した対津波戦略の構築

東日本大震災では、巨大津波に対し建物のハード対策だけで抵抗することの限界が明らかになった。今後はハード対策とソフト対策をいかに融合させて津波に備えるかが重要な課題である。津波に対する建物のソフト対策は避難計画に集約される。避難計画には建物内部での避難（建物避難）と外部への避難（高台避難）がある。いずれも地震や火災が地上への避難をめざすのに対し、逆方向の高所を目指した避難となる点に特徴がある。建物避難の場合は建物個々の設計を通じて対策を講じることができるが、高台避難の場合は建物周辺の地域計画あるいは都市計画との関係性の中で対策を考える必要が生じる。避難を考慮した地域計画の詳細は津波③を参照されたい。

提言3 想定津波作用を定量化するためのデータ収集体制の構築および収集データ分析の促進

津波作用に関する最も重要な課題は、建物への津波の破壊力を定量化することである。東日本大震災では、津波の水圧による建物への直接作用だけでなく、漂流物による衝突や基礎周辺地盤の洗掘などの影響も無視できないことが改めて認識された。水圧だけをとって、浸水深に比例する静水圧、遡上速度に依存する動水圧、さらに津波先端部の衝撃圧などの寄与が複雑に絡み合い、津波の破壊力を推定することは容易ではない。今後、さまざまな調査・研究の展開が予想されるが、異なる手法による調査・研究結果を相互に補完するためにも、津波作用の定量化における現状の課題を研究者間で共有することが必要である。

提言4 性能設計のための対津波要求性能の明確化

津波避難ビルガイドライン以外に対津波設計に関する拠り所がない現状において、一般的な建物を設計する場合、その設計レベルは設計者の独断ではなく、基本的に建築主の責任のもとで建物用途や要求機能などの重要度に応じて設定されるべきである。そのためには、建築主と設計者間で十分に意思疎通を図

り、津波作用時に想定される状況に関するお互いの共通認識に基づいて、津波に対する要求性能を設定する必要がある。このとき、複数の想定津波作用レベルとそれぞれに対する許容損傷状態レベルを組み合わせた対津波要求性能マトリクスの作成が有効である。この際、ハード・ソフト両面から対津波要求性能を明確に提示しておくことも必要である。

提言5 構造部材だけでなく非構造部材も対象にした対津波設計法の確立

鉄筋コンクリート造あるいは鉄骨造の建物の多くは津波作用後も躯体は残存したものの、被災後は要求機能を維持できず、最終的にそのほとんどが解体撤去されることになった。建築制限などの法的問題、建築主の経済的問題もあるが、建物そのものの問題として、鉄筋コンクリート造の場合は窓ガラスや扉などの開口部の破壊、鉄骨造の場合はさらに外装材や間柱などの破壊により、大量の海水と漂流物が建物内部に浸入し早期の機能回復が図れなかったことが解体された原因の一つである。人命保護と機能維持の観点から、構造材だけでなく非構造部材や避難用照明など設備機器の対津波性能を検討することは極めて重要である。対津波要求性能マトリクスを構築する際には、構造部材だけでなく非構造部材を含めた要求性能確保をめざす必要がある。

提言6 来るべき巨大津波に備えるための専門分野を超えた横断型研究体制の整備

東日本大震災では、津波により鉄筋コンクリート造、鋼構造、木造、基礎構造、非構造部材、設備等に多様な被害が発生した。これまで震動被害に対してはそれぞれの領域で活発な検討が行われてきたが、津波被害の調査・分析を通して、領域を横断した検討が必要であることが明らかになった。特に、南海トラフ巨大地震による巨大津波が発生した場合、東日本大震災の場合よりも避難までの猶予時間が短く、より厳しい条件となる可能性も指摘されており、建物が稠密に立ち並ぶ大都市低地への津波浸入や地下街・地下室への浸水も広域に及ぶことも予想されることから、建物避難あるいは高台避難への依存度が大きくなることを懸念する。専門分野を横断した取り組みによりハード対策とソフト対策を建物用途に応じて適切に融合した対津波戦略の構築が急務である。

提言7 津波事象だけでなくその前後の事象を考慮した対津波戦略の構築

津波作用は地震動を受けた後に起こる事象である。このため、地震動による躯体損傷、地盤沈下や液状化などの地盤変状といった事前リスクの影響を大きく受けることになる。さらに、複数回の津波作用中に発生が予想される瓦礫の流出やそれに伴う広域火災などの事後リスクも考慮しておく必要がある。従って、対津波戦略の構築に当たっては、津波襲来時の事象だけでなく、津波襲来前後の事象を視野に入れた取り組みが不可欠になる。このような問題を扱うには、従来の専門分野間を繋ぐ新しい研究領域の創出が必要になる。

提言8 実験的および解析的研究における共通の前提条件を用いた津波荷重評価プロトコルの確立

津波避難ビルに作用する津波の設計荷重は、津波先端のサージフロントにおける衝撃圧の影響を考慮し、設計用浸水深の3倍の静水圧分布が作用するものとして設定されている。また、東日本大震災における建物の実被害調査に基づき、最近の国交省通達では堤防、建物、構築物等による遮蔽効果や海岸からの距離に応じて水深係数を低減してもよいことが示されている。

しかし、津波避難ビルの設計荷重の評価式は、内部空間のない防波堤や防潮堤のような津波防護施設を対象とした経験式に拠っており、内部空間を有する建物に対して実験的および解析的に科学的再現性が担保されているわけではない。今後、建物に作用する津波荷重に関する多くの研究が必要になるが、研究成果を比較検討するうえで水理実験および数値解析を実施する際の前提条件および手法の共通化・標準化を行うべきである。

【解説】

1. 対津波設計のための破壊力評価と要求性能

1-1. 津波作用の定量化において検討すべき共通項目

建物の津波被害調査に基づき、建物への津波作用要因は以下のように整理することができる。これらの要因を定量化するには、解析および実験における前提条件の共通化・標準化が必要である。

(1) 流体力による直接作用

- 静水圧: 浸水深に比例して増加し、三角形分布として建物に作用する。
- 動水圧: 遡上後の流速の2乗に比例する抗力としてほぼ等分布で建物に作用する。流速の影響はフルード数により評価される。
- 衝撃圧: 津波前面のサージフロントが衝撃圧として建物に作用する。作用時間は短い、荷重は大きく鋭い立ち上がりを示す。
- 浮力: 水より軽い木造は容易に浮き上がるが、水より重い鉄筋コンクリート造であってもスラブ下部などに空気溜まりができる場合には浮力の影響が顕著になる。
- 滞留水圧: 引き波により建物外部の水深が減少したにもかかわらず内部に大量の海水が滞留している場合は滞留水圧が作用し、スラブの落下や外壁の破壊が生じる。
- 内圧: 建物内部への津波の流入量に比べて外部への流出量が少ないと、内部の圧力(内圧)が上昇し、壁の外部への面外変形やスラブの上方への面外変形が生じる。

(2) 漂流物による作用

- 衝突力: 船舶、養殖いかだ、漁具などの海域由来の漂流物や、津波に流されたか破壊された建物、家具・什器、自動車、樹木、ガスボンベなどの陸域由来の漂流物が建物に衝突することにより衝突力が生じる。
- 堰き止め力: 上記漂流物が建物の周囲に滞留して荷重作用面積を増加させることにより堰き止め力が生じる。

(3) 洗掘による作用

津波に対して建物前面の隅角部では流量と流速が増加し、水平方向だけでなく上下方向の海水の運動が顕著となって周辺地盤を洗掘する。流速や流量に応じて洗掘領域は広く深く進展し、基礎形式による洗掘抵抗能力の差が顕著になる。直接基礎では、洗掘が大きくなると上部構造の傾斜や転倒を招く。一方、杭基礎では、洗掘領域が大きくなっても上部構造の安定性を維持した例が多く見られた。

1-2. 設計想定内事象に対する安全性・機能性の確保

設計想定内事象に対する安全性・機能性の確保には、複数の想定津波作用レベルと許容損傷状態レベルを組み合わせた対津波性能マトリクスを構築する必要がある。対津波性能マトリクスの構築に当たっては、構造部材だけでなく非構造部材を含めて要求性能確保を図るべきである。対津波性能マトリクスを用いたハード対策とともに、建物避難あるいは高台避難のために災害弱者の行動を考慮した建築計画・敷地計画や、機能維持のために重要機器を上層階に配置する設備計画など、ソフト対策との組み合わせにも十分配慮すべきである。

1-3. 設計想定を超えた場合のロバスト性の確保

設計想定を超える事象が起こっても、人命を保護するための避難スペースを建物内部に確保しておく必要がある。そのためには、第一に津波被災後も躯体が残存しうるロバスト性を保持させることが要求される。具体的には、巨大津波に対して上部構造の崩壊を回避するとともに、基礎構造の破壊により上部構造の転倒や流失が生じないようにする必要がある。上部構造の崩壊を回避するには、一部の部材が破壊したとしても別の荷重伝達経路が形成されて安定性が維持されるように十分なリダンダンシーを全体システムに持たせることや、各部材および接合部が十分な粘り強さを発揮できるような構造詳細への配慮などが必要になる。

1-4. 早期機能回復性能(レジリエンス)の確保

東日本大震災では、津波浸水域に役場、警察署、消防署、病院、学校、郵便局、電話局、下水処理場など公共性の高い建物が数多く存在し、被災によりそれぞれの機能を失い、その後も回復できない状態が続いた。この長期にわたる機能喪失は、救命、救助、復旧といった非常時の活動に大きな障害になった。早期の機能回復を達成するためにも、常時から非常時への機能シフトがスムーズに行える建築計画およびそれを可能とする構造計画を考える必要がある。

1-5. 荷重低減性能の確保

激甚被災地の状況を見る限り、巨大津波が作用した建物が残存するためには、津波に耐える「耐津波」ではなく、一部の破壊は許容しても津波を受け流して荷重低減を図る方が合理的と考えられる事例も多かった。

地震動に対して弱点になりやすいピロティも、津波を受け流すという観点から見ると有効な構造形式である。駐車場のようなピロティをあらかじめ作っておくだけでなく、犠牲部材を使って津波作用時に結果的にピロティとなる構造計画も有効である。また、平面が円形状や弧状の建物において被害が小さかった事例が散見されたことから、津波を受け流す形状を積極的に採用して荷重低減を図ることも考えられる。さらに、津波による漂流物の堰き止め力を低減する工夫や、地形および構築物を利用して津波の破壊力を遮蔽あるいは減少させる方策も考えられる。このような荷重低減策を積極的に設計に取り入れるべきである。

1-6. 上方避難性能の確保

津波が迫ってから避難を開始した切迫避難の場合、水平方向に避難していたのでは津波に追いつかれてしまう危険が大きい。津波避難の鉄則は屋外でも屋内でも上方避難である。建物の周囲に安全な高台がある場合は、建物から高台まで最短時間で到達できる経路を確保する必要がある。建物直近の地上から高台への避難階段やスロープを整備したり、建物の途中階から高台への経路にブリッジをかけたりにして避難時間の短縮を図るなど、建物内外を繋ぐ避難計画を十分に練る必要がある。

建物避難は高台避難の適地が近くにない場合、あるいは高台避難のための時間的余裕がない場合の代替避難と考えるべきである。東日本大震災では、3階以下の建物に避難した人が多く、津波の浸水深よりも避難階が低かったために犠牲者が出た事例があった。一方、4階以上の建物でも、停電によりエレベーターが使えず、避難民が階段部分に集中して迅速な避難行動が取れずに犠牲者を出す事例もあった。内部の階段やスロープは災害弱者を含めて速やかに上方避難できるように建築計画を検討する必要がある。また、外部に階段やスロープを設置して周辺住民に建物避難を開放することも必要である。さらに、万が一に備えて脱出可能な浮体式津波シェルターを設置することも選択肢の一つである。

1-7. 瓦礫抑制性能の確保

津波が襲った沿岸域の町や村では、津波が引いた後も大量の瓦礫が残され、避難行動や救援活動の妨げになった。プロパンガスや自動車のガソリンに引火した火が瓦礫に燃え移り深刻な二次災害へと発展した被災地も少なくなかった。建物の瓦礫化を低減する構法の開発や、家具・什器などを建物から流出させない方法などを考案すべきである。

1-8. 情報連絡網の多重化

津波襲来前後に建物内外で発せられる情報はハード対策とソフト対策を繋ぐ重要な要素である。沿岸域では、津波襲来に備えて常日頃からハザードマップや防災訓練を含む防災教育を通じ、迅速に避難行動へと移ることのできる事前の備えが不可欠である。しかし、実際に津波が襲来する事態になった時は、正確で迅速な津波警報の伝達が最も重要になる。東日本大震災では、津波警報の伝達方法の不備とともに地震動による停電、通信機器の破壊や故障等が問題となった。さらに、津波の遡上後は建物が孤立してしまい、外部に救助・救援を依頼したくても停電や電話の不通により連絡できない事態が多く発生した。このような事態を回避するために、今後、建物内外における情報伝達手段の多重化を進める必要がある。

2. 津波に対する本会の研究体制について

2-1. 南海トラフ大地震の巨大津波等への備えの必要性

東海・東南海・南海地震を引き起こす南海トラフは、駿河湾から足摺岬沖合（日向灘までという説もある）に延びている。地震の規模はマグニチュード8～8.7、発生頻度は100～200年の周期で、少なくとも数千年にわたって活動が続いていることが知られている。最近では、1944年に東南海地震、1946年に南海地震が発生し、それ以後70年経過したが東海地震は発生していない。このまま東海地震が発生せずに連動型地震が発生する可能性も大きくなっている。

上記の三連動地震のような巨大地震では、津波作用だけでなく、地震動による地盤沈下、液状化、斜面崩壊などが発生し、さらに構造損傷が生じて津波に対する建物の抵抗力に大きな影響を与える。また、過去の東海・東南海・南海地震における発生パターンの多様さを考えると、地震発生の時間差も考慮する必要がある。時間差が数分であれば、長時間にわたる歩行困難や構造損傷の進行により避難行動の妨げとなる。時間差が数時間であれば、避難民の救助・救援活動や広域火災の消火活動における二次災害が発生することが懸念される。時間差が数年にもなれば、社会不安が募り経済活動の遅滞など国力低下にもなりかねない。

今後、少子高齢化が進み、巨大津波からの復興資金を円滑に調達できる保証はないことを考えると、巨大津波に対する人的・物的被害を最小化しうる事前対策により巨大津波に備えることが最も重要であり、そのためにも南海トラフ大地震の巨大津波等への備えが急務となっている。

2-2. 津波作用の定量化における研究の方向性

現行の津波避難ビルの設計で用いられている津波荷重は、作用要因が混然一体となって評価されてしまうため、設計で対応できる範囲が限定されてしまう。一方、流体力学的シミュレーションに基づく津波荷重の評価は、各作用要因の影響を考慮でき設計の選択肢は増えるものの、その信頼性の担保にはまだ課題が残されている。今後、両者間の溝を埋める方向で津波作用の定量化を検討する必要がある。

2-3. 各種構造における対津波設計の課題

(1) 鉄筋コンクリート造における課題

鉄筋コンクリート造あるいは鉄骨鉄筋コンクリート造に関しては、すでに津波避難ビルに関する検討が行われていることも

あり、対津波設計の手順は具体化している。しかし、設計法としては強度型設計に終始しているため、津波の作用時間や繰り返し作用の影響を考慮することはできない。今後、躯体の残存か崩壊かの二択ではなく、津波に対して粘り強く抵抗しうる構造形式の採用が可能となるような損傷制御設計への展開が課題になる。

(2) 鉄骨造における課題

塑性変形能力に優れた鉄骨造の場合、安易に強度型設計に使われる津波避難ビルの設計荷重を用いることは好ましくない。荷重評価の見直しと靱性型設計の枠組に関する検討が必要である。鉄骨造の残存建物は骨組の損傷は小さくても外装材が破壊・流失し、体育館施設や低層骨組建築では人的被害も物的被害も大きかった。しかし、高層骨組建築では外装材の破壊・流失は下層階に限定され、結果としてピロティとなって荷重低減に寄与し上層階に被害は及ばなかった。この点を勘案して、津波作用時に意図的に流失させる犠牲部材を適所に配置し、上層階の安全性・機能性を確保する設計法も視野に入れてよいと考えられる。この場合、強風には耐えるが津波では破壊するような外装材の取り付け方法や部材強度の設定等が課題になる。

(3) 基礎・地盤における課題

津波作用時の水平力による転倒モーメントの発生、浮力の増加、あるいは周辺地盤の洗掘等により基礎構造が破壊し、上部構造の安定性を喪失させることがないように対策を検討する必要がある。地盤改良等による洗掘の防止効果、杭基礎の洗掘抵抗能力、浮力抵抗能力などを定量的に評価することが課題になる。

津波② 新性能設計

【行動】

断層の大破壊や巨大津波伝搬などの物理現象により起こりえる上限の荷重・外力に備えるために、今後求められる建築技術者の新しい行動規範と構造物の真の保有性能評価体系の構築

【背景】

想定外という言葉は技術者間で使われる言葉であり、一般市民に災害の原因を説明するために使われるべきではなかった。技術者に対する一般市民の不信感を取り払うためには、想定している荷重外力で安全であるということと、それを超える荷重外力が発生した時に何が起こるか、もしくは、何がわかっているかがわかっていないかの両方を一般市民に正しく伝えることが必要となる。

地震荷重に関して言えば、今回の地震が千年に一度も起こらないような極めて希にしか起きないものであったとすると、たかだか100数十年の地震記録では巨大災害発生の確率統計モデルを検証することはできない。つまり頻度の極めて低い巨大災害に関して設計用の荷重外力を確率統計モデルにより定める方法の合理性は乏しい。一方で、起こりえる上限の荷重や外力を物理現象として合理的に推定する方法も現状においては存在するわけではない。これら事実を一般市民に正しく伝えることが課題となっている。また、津波や竜巻など、従来の設計法においては想定外とされてきた荷重外力に対する性能についても同様である。

今回のような巨大災害では、影響を受ける地域の拡がりや格段に大きくなり、建物の継続使用性能や資産価値が損なわれた事例が多く見られ、経済的損失は莫大となり経済活動が沈滞化して、日本社会の活力が失われた。経済的損失の要因としては、今回の地震で広域に見られる非構造壁・天井・昇降機の震動による損傷被害、液状化等地盤損傷に伴う建物やライフラインの損傷などの例がある。したがって人命の確保に限らない建物の総合的な災害対策が求められている。

また巨大災害においては、広範囲で津波、火災や地震の揺れの複合災害が発生し、復旧までに多く時間と費用が費やされる結果となった。その原因は、巨大災害における個々の事象が、お互いに連鎖し複合化し、空間的・時間的に広く波及するためであり、この連鎖が予め想定できなかったことが問題点として浮かび上がっている。

【提言】

提言9 一般市民に自己責任の原則を啓発するための方策

巨大地震・津波・竜巻などの災害における想定外をなくするため、一般市民が建物の性能について、設計の時点で何がわかっていて、何がわかっていないかを理解し、自分で性能を選択するという、自己責任に立脚した社会に少しずつでも着実に移行していくために、一般市民に自己責任の原則の啓発を進めるための方策と手段を立案し、実施しなければならない。

提言10 建物の真の保有性能について分かりやすい形で正確な情報を社会に伝達する手段の確立

将来の設計基準のあり方を見据えて、本会の建築設計に関する規準・指針の再精査を行い、建築行為において建築主と関与する技術の説明責任や異なる技術者間の責任範囲を明確になっているか、空白が生じていないか、何がわかっていないかが明確に示されているか、建物の真の保有性能が示されているか、社会に正確な情報が分かりやすい形で伝達されるかを精査し、それらが明瞭になるよう規準・指針の改定を進めて、自己責任に立脚した社会を支えることができるように努めるべきである。

提言11 設計用荷重を超えた応答に対する地盤・構造物のモデルの開発・検証と性能評価方法の提案

荷重外力が従来の基準の想定を超えると構造物がどのように挙動し破壊するか、それを見極めるための性能評価技術の体系化に努めるとともに、本会は構造種別ごとにわかっていることとわかっていないことを明らかにして、建築主に設計された建築物の性能を分かりやすく示すことが必要である。そのために、上限の荷重・外力に関して、地震動の伝播経路の媒質の非線形特性による減衰性の研究、設計用荷重を超えた応答に対する地盤・構造物のモデルの開発と、それらの信頼性の検証・性能評価方法を提案しなければならない。さらに、建築物の倒壊に至る構造物の挙動、非構造部材の損傷、基礎構造の損傷、都市機能喪失といった幅広い現象に対応する統合的な性能を取り扱うための研究と規準・指針化を目指す必要がある。

提言12 同時にあるいは時間差を置いて生じる異なる災害の複合化の事前分析と対応手法の開発

地震後火災、地震後津波、津波後火災、竜巻災害など、工学的に個別の設計で対応することが不可能な場合があり、それらに総合的に備えるために複合災害情報をわかりやすく可視化するための技術を開発し、地域や組織内の建物群や、都市の防災性能と、各種災害の危険性を重ねて同時に表示するなど、複合災害の可能性を容易に検討できる手法を開発する必要がある。さらに建物の避難性能など、個別の建物設計を超え、避難などの人間行動を踏まえた安全性の工学的評価方法を提案すべきである。

【解説】

1-1. 自己責任に立脚した社会

自己責任に立脚した社会とは、建物の性能に関する情報が一般市民に正確に伝えられ、それに基づいて一般市民が災害への備えを自らの責任で判断し決定する社会である。これを実現するためには、現在の技術・知見で対処しうる災害について建物

の性能に関する情報が提供されるとともに、対処できない事象についても明らかにされるべきである。例えば、我が国の法令に定められた現行基準は、想定した災害に対する人命保護を目的とした最低基準であり、津波や竜巻など規定していない外力に対する性能は要求していない。また、想定を上回る巨大災害と現在の安全性基準の関係についても同様である。したがって、頻度は低い影響が極めて大きい災害が生じ得る可能性があることを広く一般市民が認知できるようにする必要がある。

そして、法令で定められる最低限のレベルを超える部分の性能は、建築主や所有者、利用者の自己責任で確保すべきものであるということを広く認知させることを目指すことも必要である。また、建築主や所有者、利用者が自らの判断で最終判断を下せるように、社会的に影響の大きな重要な建物については、法令で定められる最低限の要求性能に基づいて定められている建物の性能のみならず、建築基準法の想定を超える外力に対する性能に関する情報（例えば、耐震等級、耐震診断結果など）が公開される制度が実現されるべきである。さらに、巨大災害を想定し「複合外力」や「過大外力」について、現状では自然災害の上限は不可知であり、既存の建築技術で対応できる災害には限界があることを伝えることも必要である。

1-2. 自己責任の原則啓発に対して建築技術者ができること

建築技術者は、すべての災害に対する安全性は保証できないが、建物が保有性能に達する外力レベルについて常に意識しながら設計すべきである。そのために本会は、技術者に、現行の法令や従来の設計慣行にとらわれず、現在の技術や知見に基づき、できる限り全ての事象（外力）を建物の性能評価の対象とする責任があることを確認し、その認識を技術者と社会に広めるよう努めるべきである。

また、建築技術者は、一般市民との信頼関係を成立させられるように、建物およびその設計について現在の技術や知見で分かっていることは、対応可能なことだけでなく、分かっていることも含めて、建築主や所有者、利用者、社会にできる限り説明すべきである。

1-3. 自己責任の原則啓発に対して本会ができること

本会は、自己責任が広く認知される社会構築のために一般市民に対する災害・建築教育を行うためのスキームを立案して、その実施に積極的に取り組むべきである。技術者に対しては、技術者が判断・確認を行った情報に対する信頼性を確保するためには責任の所在を明確にしなければならない。また本会は、講習会・シンポジウムなどを通じて、社会から信頼される建築技術者を養成するとともに、設計した建物の保有性能について良い点、悪い点を公平に説明することによって、技術者が建物の性能に対して責任を持って正確に社会に伝えられる制度を作る必要がある。

巨大災害に対しては、現在の技術的限界を学術面から社会に対し説明し、対応できる災害の限界、保有するリスクが理解されるよう対策技術の効果や性能に関する正確な知見を社会に伝達するよう努めなければならない。また、本会は、専門家集団の意見を集約して、日本建築学会組織としての見解（提言）についてスピード感を持って発信する組織づくり・広報体制を構築すべきである。正確な情報がマスコミ等を通じて伝達されるように、日頃から記者懇談会・勉強会・交流会を通じて社会との情報共有をすることも有用である。

2-1. 建物の真の保有性能

自己責任に立脚した社会の実現にむけて、現状では不十分な点について必要な研究を進めるべきである。例えば、建物の保有性能は、絶対量ではなく外力に対する相対的な数値によって社会的に理解されやすい方法で説明されることを目指すべきで

ある。地震動や風圧力は、設計荷重を超える外力に対する構造物の安全余裕度を指標化し、また逆に想定していない事象（飛行機の衝突など）については、現状の技術では対処できないもの、対処が困難なものを明らかにして示す必要がある。また、長周期地震動に対する超高層建物の性能や建物の津波や竜巻に対する一般建物の性能など、これまでの建築基準法では想定していなかった外力に対する具体的な性能表示を行うための技術のとりまとめを促進するとともに、過大な外力に対する建物性能の限界を可視化するための研究と開発を推進すべきである。

2-2. 分かりやすく正確な情報の社会伝達

建築技術者が一般市民からの信頼を得るための技術を提供し、高い能力を有する建築技術者を養成するとともに、これらが評価され活躍できる社会の実現を目指すべきである。そのために本会は、様々な事象に対する建物の設計や性能評価に関する技術の向上・開発を先導し、規準・指針として広く社会に還元する必要がある。

本会は、現行の法令で定められた最低限必要な性能を保有している建築物について、建物の高さや構造形式を表す指標と、地震動の周期特性を表す指標に基づいて、地震被害、津波被害や強風被害について、どれが「被害が生じる可能性の高い外力」で、どれが「被害が生じるおそれが小さい外力」かを一般市民に分かりやすい方法で周知させる取組みを推進すべきである。

設計規準にはいくつかの安全側の仮定を含んでおり、これにより被害経験と設計時に想定した性能に大きな隔たりが生じれば社会が技術者に対して不信感を抱くことになる。建物の倒壊余裕度については真の意味での構造物の限界状態（建物の倒壊）であることとし可視化を目指すべきであり、実大構造実験等により検証する研究を推進すべきである。また、大地震時における非構造部材の損傷度など、一般社会と構造設計において想定している耐震安全性には隔りがある。それらを、一般の人にも分かりやすく設計の外力のレベル表現と対応する建物の状態と組み合わせる方法を技術資料としてまとめるべきである。

本会の規準・指針は、それぞれの技術者が関与する責任の範囲が明確になるような規準体系とすべきである。同様に現在の設計規準・施工標準の規定において、各技術者（設計者・管理者・施工者）が責任の範囲が明確になるような規定とするよう努めるべきである。これ以外の本会の規準・指針自体の空白をなくすことも必要である。複合的な要因が影響し学術的には明らかにすることができない場合でも、工学的な判断が可能となるまで、やや過剰な設計安全率を採用することを基本とし、規準の空白をなくす規定を設けるべきである。また各技術者が説明責任を果たす方法と範囲についても明確にして社会的な信頼が得られるようにすべきである。

3-1. 巨大災害における荷重・外力の上限値

現状の知見や技術では巨大災害で考慮すべき上限の荷重・外力を確定的に知ることは極めて困難であると認めざるをえない。しかしながら、将来に向けて、重要な課題として地震動の伝播経路の破壊などの非線形特性、地盤の破壊や液状化などの非線形特性を力学的モデルと材料特性から考慮する荷重・外力の上限モデルを研究対象として、それらの信頼性の検証・性能評価方法の提案のための研究を進めることは、極めて重要である。

3-2. 総合耐災害性能

巨大災害に対する構造物の性能評価にあたっては、構造部材と非構造部材、上部構造と基礎構造、単体の建物と都市、といった細分化された研究領域の境界での災害が顕在化している。そこで建築と都市の「総合耐災害性能」の概念を確立することが

重要である。例えば、上部構造・基礎構造・非構造部材・設備機器、RC造・S造・木造・免震・制振など各種構造、新築と既存など専門分野ごとに細分化された設計規範や性能評価手法を比較検討し、性能を統一的に評価できる手法を開発する必要がある。さらに、建物および都市の総合耐災害性を評価するためのモデルを構築すべきである。

3-3. 耐災害性能の向上技術

巨大災害における想定を超えた荷重外力に対しても、構造物がどう挙動し破壊するか見極められるような性能評価を可能とするための技術開発が必要である。例えば、(1)「想定外」の崩壊メカニズムを許容しないという観点から計画的に特定位置を変形させエネルギーを吸収させるフェールセーフ設計に取り組み、倒壊現象に至る性能把握のための技術開発を推進すべきである。(2) 現在の免震工法は、過大外力に対する耐震安全性ではなく設計用地震動に対する室内機能維持を目的としているため、耐震構造に比べて低い上部構造の水平耐力とする設計も許容されている。想定を超えた地震力に対する安全性は不明な点があり、今後免震工法においては、過大外力も意識して、免震層の長周期化、上部構造の高耐力化、免震層の擁壁衝突等にも配慮し、また想定外への対応は従来の免震工法と別物とするなど、性能評価法の見直しを図るべきである。(3) 耐震診断および補強については建物の「倒壊安全性」のみならず、変形に対する建物全体の「損傷制御性」に関する診断手法を開発して、高い継続使用性能を提供する高度な補強方法を対象とできるような改良していく必要がある。(4) 基礎構造に関しては、上部構造の耐震改修工事が進んでかえって損傷が集中することが懸念されており、現実的な改善策を提案するためには、信頼性・汎用性のある杭補強方法などの基礎部材の補強方法を提示する必要がある。上部構造の耐震補強と同程度の工期・コストにより可能な実用的な杭や基礎部材の設計法・補強法について研究開発が望まれる。

3-4. 巨大災害に備えて本会ができること

建物の設計や診断・改修の技術の向上により上部架構の構造部材の安全性は高くなった一方、非構造部材の性能が追い付いていない可能性がある。本会は、設計規準・指針等において、複合分野（構造分野・非構造分野）に関わる設計において考慮すべき安全率の設定方法について検討し提案すべきである。また、非構造部材の応答推定や性能評価法について研究を行い、技術資料を作成し、技術者が責任を持って設計を行う仕組みを構築すべきである。

また本会は、想定を超えた過大外力に対する安全性や機能保持性をも担保できる建物を設計するために、例えば、上部構造に高い剛性強度を確保する、共振応答による過大変形を防止する、免震・基礎すべり免震・杭頭半固定等の技術を用いて残留変形の影響を少なくするなどの構造計画を採用するための、設計規準等の整備を進めるべきである。

4-1. 総合減災の概念の確立

単一の災害では技術的には対処しうるが、災害が組み合わさった場合に現状の設計技術では対処できない場合が激増する。今後発生する低頻度または複合外力による災害はこれまでの災害で必ずしも経験され明らかになっているとは限らない。例えば、免震建物の耐津波性能や地震により損傷した建物の耐火性能など、建築構造の分野で現在の建築設計・施工技術が陽には対応していない災害について検討を行う必要がある。このような「総合減災」の概念の確立と、その実現のために必要な研究開発が必要とある。

これまで建物の安全性は主に災害に対する抵抗性能で評価されてきたが、災害の複合化により現状の建築技術によって対処

不可能な災害に対しては「避難」について再検討しなければならない。複合外力（例えば、地震後火災、地震後津波、津波後火災）に対しては、例えば、竜巻に対する避難スペースや超高層建物の火災発生時の垂直避難性能などの建物の避難性能について再評価する研究が必要である。

4-2. 総合減災のために本会ができること

東日本大震災はこれまでの地震と異なり東日本の広範囲で被害が生じたため、広域災害・複合災害に対する減災方法につながる多くの知見が得られた。このような知識を総合して、将来の巨大地震に備えるための「総合減災」の概念の確立が必要である。本会は、この方針に沿って例えば、津波避難ビルの耐津波設計や災害に強いまちづくり計画など、次の巨大地震に備えた対策に精力を注ぐとともに、得られた教訓や課題を次の世代に伝承することが望まれる。

巨大地震に備えるためにこのような知見が蓄積されれば、独立した個別の災害だけでなく、同時にあるいは時間差をおいて生じる異なる災害の複合化に対するハザードが理解できるようなハザードマップなどの公開・情報発信が可能となる。これを活用してより詳細な事前分析を行い、減災につなげることができるようになる。この際、巨大地震では、地震・津波・大雨・暴風・気候変動などの要因の組み合わせによる二次災害・三次災害が無視できない。そこで、災害リスクやBCP等を検討する場合に、各事象を独立として求められる統計量の大きさだけを議論するのではなく、建物の個別に予想される被害状況実態に則した対策を構築するようにすべきである。例えば、種類の災害に対するリスク値にとらわれず複合分野被害（構造部材・非構造部材・基礎周辺地盤）や複合災害（地震・市街地火災・津波・土砂災害・竜巻・火山災害）を勘案した総合的なハザードマップを作成する、これまで確認された自然災害による建物被害や建物情報についてデータベースを作成し情報共有するなどが有効である。

一般に複合災害に対する安全余裕度は被害のメカニズムによって異なり、設計安全率の変更により解決される場合と新たに技術的な対処が要求される場合がある。そこで、複合災害に関する被害メカニズムや設計安全率を総合的に判断できる技術の体系化を推進すべきである。例えば、地域や組織内の建物群や都市の防災性能や事業継続計画 DCP を検討した設計安全率の考え方の提案などが求められている。

津波③ 減災市街地設計

【行動】

被災地の地形、地表の被覆状況、都市基盤の構成、被災前の市街地構造、産業基盤と土地利用、津波浸水による建物と生活機能の被害程度等に基づく、減災市街地・集落設計方法の研究開発

【背景】

大地震時の災害リスクを低減する都市計画の取組みは、これまで主に木造密集市街地の基盤整備や老朽家屋の建替え等を通じた防災まちづくりのための調査研究と専門的支援を中心に進められてきた。2011年東日本大震災以降には、沿岸地域で予測される巨大津波による人命被害を可能な限り低減する居住地や土地利用のあり方とその計画、そして地区レベルのまちづくりの方策と実践のための調査・検討が進められている。巨大津波による災害リスクは地形条件や都市・地域の立地、市街地の空間特性や社会条件などによって様ではなく、災害リスクのきめ細かな事前評価を行うための調査研究が求められる。そして、それに基づくことで多様な地域特性に即した現実的な減災計画・まちづくりの選択肢の提示と専門的な支援が可能となる。巨大災害からの回復力に強い都市の実現に向けて、地区レベル

の住民コミュニティをベースとした減災まちづくりを推進するための方策とそれに必要な調査研究は不可欠である。

【提言】

提言13 居住地域の安全性を段階的に高める都市・集落の漸進的整備誘導と移転計画の研究開発

津波災害リスクの低減のための高所への防災集団移転は、既成市街地や既存集落に急激な空間的・社会的変化をもたらすうえ、住民、地権者の合意形成が極めて困難である。一方で、津波襲来の危険性は時間とともに高まっていくものである。移転の是非や可否をゼロか百かの二者択一的に検討するのではなく、地形条件や都市部の市街地特性、営農や営漁を可能とする集落地域の社会的仕組みなどと連動させ、段階的な居住地の移転と整備誘導の方策をきめ細かく立案することが求められる。例えば町内会、小学校区、集落の単位で中長期に目標年数を設定し、徐々に居住地を海岸から離していく経時的な土地利用の規制・誘導などの手法の検討が有効である。既成市街地や集落地域の緩やかな移転と再編を可能にする長期的な整備誘導の計画と事業の方法、またそれを担保する法制度の研究と開発を進めるべきである。

提言14 農業・漁業特性に対応する高台防災住宅地の空間計画と整備開発の調査研究

沿岸の津波災害リスク地域では、想定されるリスク度合いに応じて低地部から高所への居住地移転を段階的に進めていくことが求められている。高台移転に際しては、将来の住宅地の維持管理コストや従前コミュニティとの社会的な繋がりを考慮して、地元住民が慣れ親しんでいる既存の市街地や集落の縁辺部から徐々に整備開発することが望ましい。また、沿岸地域特有の斜面地を利用した小規模農家や小さな浜の地元漁師以外にも、農産・水産加工業に従事する人も多く、居住地と農地や海、港湾との関係が非常に重要である。高台へのアクセスと海浜・波浪の様子を見通せる眺望の確保、また従前の集落内での隣地との相隣環境の保持に加え、営農・営漁に必要な農機具・漁具置き場など共同利用空間の在り方などに関する基礎調査を進め、これらの特性に即した沿岸地域ならではの高台防災住宅地の土地利用、配棟計画、空間設計などの調査研究と計画検討を進めることが必要である。

提言15 津波防災機能を兼ね備えた都市住宅・地区計画の実証研究と事業手法整備への研究支援

1000年に一回規模の巨大地震に備える減災市街地の計画では、強化された港の防潮堤や河川堤防の高さを超えて襲来する津波リスクはゼロにはならない。また発生確率がより高く予想される100年に一回程度の津波災害のリスクに対して、防潮堤などで対応しきれない地形的制約や市街地構造を持つ都市、集落では、襲来する津波のレベルに対して人命被害を最小限に抑制するため、都市基盤施設の対津波機能強化と建物や街区側での減災計画との効果的な組み合わせが肝要となる。例えば、共同住宅の基壇部となる低層階に、非住居系の用途を配置する方法などを組み合わせ減災に対応することが必要である。さらに、こうした建物の計画は、徒歩圏の津波避難ビルや高台への避難通路網など、津波防災機能を高める地区計画や街区レベルの減災とも一体的なものとして実現することが重要である。また巨大な防潮堤などを建設した場合の隣接、あるいは背後敷地の居住環境の悪化を抑制し、住民の日常生活の質を維持するためには、建築基壇部のかさ上げに加えて、低層階の非住居系部分に防潮壁を計画的・構造的に組み入れた新たな共同住宅の計画・建設と、それを可能にする関係制度の見直しに繋がる実証的な減災効果の検証を含む調査研究を進めることが必要であ

る。

【解説】

1. 多様な地域の津波災害リスクに対応する選択可能な減災計画と漸進的な整備

多様な自然地形と応答し人々が暮らしと生業の場として形作ってきた沿岸地域の都市や集落において巨大な津波災害による人命被害のリスクを低減するためには、個別地域ごとのきめ細かな津波災害リスクの調査研究が必要である。その上で、徒歩による避難路ネットワークの構築、津波避難ビルや人工地盤による緊急避難場所の適正配置、さらに一つの自治体の圏域を越えて広がる巨大な津波災害に対して、津波リスクの低い内陸都市との平常時からの災害対応機能や避難、仮設住宅支援など広域圏レベルでの減災まちづくりの相互協力体制を選択肢として、平常時から整備・確立することが不可欠である。

減災市街地の計画を進める土地利用や基盤整備は、静的な防災性能のみで規定するのではなく、災害発生前の準備（事前避難）、発生直後の対応（仮設対応）、被災後の復興（再建回復）の各段階に必要な市街地機能とボリュームの選択肢を事前シミュレーションし、被災度合いに応じて即応的に選択・変更可能な減災計画として立案・準備することが必要である。

2. 沿岸地域・海岸平野の1次産業と居住の持続性に対応する高台防災住宅地の基礎調査と計画研究

沿岸地域の農村・漁村が持続するためには営農・営漁が不可欠である。農業や漁業の年間サイクルと一日単位のサイクルをもとに、営農・営漁が可能となる集落地域の減災計画の具体化が求められる。例えば、斜面地を利用する小規模農業を支える共同の収穫作業場や、小さな浜の番小屋などに保管できる漁具と自宅に持ち帰る道具などの仕分けをベースに、農業・漁業集落内の作業空間や動線、避難路の計画的な確保が不可欠である。とりわけ漁村集落の場合は、盛り土式防潮堤になると作業小屋は堤外（海側）になるので、大潮、高潮の影響も受けやすくなる。こうした海側の小屋、舟置き場からの震災時の避難路確保も重要な計画要素である。従来の農村・漁村集落の職住一体の姿から、職住近接の農・漁村（通勤漁業）への転換も視野にいたれた居住地の移転を緩やかに促し、津波リスクの高い沿岸の集落から斜面地、あるいは高台への住宅の段階的な移転の具体化が必要である。

他方、海岸平野部に広がる被災農地の再生には、除塩等の土地改良が必要である。しかし、元の土地に戻らない被災者も多く、内陸の農地が住宅地に転用されていくことが予想される。我が国全体の食料安全保障を考慮すると、食料自給率の維持と持続性の確保のためには農村の再建は重要な課題である。そのためには農地の再生のみならず、集落地域での営農の継続性が保たれる必要がある。すなわち農地を再生するだけでなく、農地転用・集約、防災・減災を含めた、地域で営農を継続できるビジョンの構築が必要である。

3-1. 津波防災機能を兼ね備えた都市住宅・地区計画の制度研究と事業手法整備への研究支援

都市や地域が安心・安全であるための基本は地域コミュニティの津波防災機能と住民生活や都市活動の持続性が両立することである。強化される防潮堤や河川堤防等を越えて襲来する津波災害のリスクへ備えるためには、地区レベルで津波防災機能を備えた都市住宅や減災街区などの研究開発を進めることが求められる。こうした都市住宅の低層・基壇部には防潮壁などを構造的に組み込んだり、非住居系用途を配置したり、また災害時の住民避難を確保する堅固な避難通路網と一体化させたり

する検討が必要である。さらに地区レベルでは、徒歩圏の津波避難タワーやビルへアクセスする避難通路の整備と一体的に計画するための地区計画制度などの調査研究が不可欠である。

3-2. 農村・漁村・港湾地域等の過疎地域における仮設住宅と災害公営住宅の供給・配置バランスの計画調整と事前立案の推進

巨大地震などによる超広域災害の際、罹災者が膨大な数になると応急仮設住宅の建設計画は必要な戸数を迅速に供給することが優先され、望ましい建設用地確保、計画単位や住棟配置、地域材の利用やデザインなどきめ細かな配慮を行った計画策定は困難となる。平常時からこうした災害時の仮設コミュニティの事前計画を策定していくことが重要である。また農村・漁村・港湾地域など特に地方都市や集落では人口減少や高齢化による過疎化が進み、小中学校の統廃合が進み学区が広域化しているところが多い。

こうしたことを踏まえると、災害リスク地域の居住計画の将来像を事前に検討・立案し、仮設コミュニティの計画と災害公営住宅の供給・配置バランスを含む住宅供給の相互調整を事前に進めて、減災のための集落再編や小学校グラウンドの機能確保、低未利用な民間所有地のリスト化や利活用などを含む減災まちづくりの事前立案が重要となる。この過程で被災を想定した生活再建・コミュニティ再建・住宅再建の計画や集落の町外移転などの事前計画を策定することが減災まちづくりの段階的、継続的な実現のために重要である。

津波④ 復興まちづくり

【行動】

復興計画における計画支援、各被災地における復興計画に関するデータ収集および検証、発信

事前復興プログラムの提案および実践支援、広域後方拠点（プラットフォーム）の構築等、復興まちづくり計画体系の研究および開発

【背景】

2011年3月の地震発生後に、都市計画を専門とする本会員は、国土交通省から調査監理委員として委嘱された者、各自治体の復興計画に携わる者、それとは別に地域住民との協働により個々の復興計画立案を支援する者等、さまざまな形態で被災地と関わりを持ってきている。復興はまだ始まったばかりであり、今後の進め方に対しても、本会は大きな責任と役割をもつと認識しつつ、南海トラフの巨大地震等、今後想定される大規模な地震に対しても、今回の経験を教訓とできるような学術的な取り組みを、学会をあげて進めていく必要がある。

【提言】

提言16 復興まちづくりの鍵を握る「事前復興」の実践

地震発生から2年が経過しようとしているものの、復興は遅々として進んでいないという評価が根強い。それは、政府の復興施策の遅れとか能力不足と言うよりも、各被災自治体が自立的に自らの将来像を選択する力、そしてそれを実行していく力を持ち得ていないというところに、問題がある。

災害が発生してから行く末を案じるのではなく、平時から地域の将来イメージを自分たちで議論し、共有できる状況を構築しておかなければ、スピーディに復興計画を進めていくことはできない。そのような「事前復興」の実践に、本会員は積極的に関与する必要がある。

提言17 復興まちづくりにおけるプロセスデザインの必要性

堤防の再建あるいは現状の土地の高上げ、区画整理等、土木的な基盤工事が復興へのまず第一歩であり、その後の復興まちづくりプロセスが未成熟のまま、事業が進行しつつある。スピード優先とは言え、あえてそこで参加型手法によるボトムアップ

の復興まちづくりを進めていく必要がある。本会は、復興まちづくりにおいてもプロセスデザインが必要であることを、被災自治体に提起し、支援しなければならない。

【解説】

1-1. 自治力・地域力・内発力をもつ地域社会

平時からの街や地域社会の状況が、復興まちづくりの成否を左右する。災害が発生してからではなく、日頃からのまちづくりの経験や事前復興の取り組みが必要であることが、今回の震災復興の過程の中で、明らかになってきている。

平時において、企画力・計画力・実行力を発揮するような経験の積み重ねなしに、被災自治体および地域住民による自立的な復興はあり得ない。本会としても、防災関係分野の専門家だけではなく、都市計画・まちづくり分野の専門家の平時からの地域支援活動や計画策定プロセスへの参画を促していく必要がある。

1-2. 今こそ目指すべきコンパクトシティ

「人と人との繋がり、ふれあい」が育まれるような地域の空間設計が望まれている。しかしその前に、地域産業や地元企業の育成を目指した復興が進められていく必要がある。復興の担い手となる若い世代が生活し続けられる地域づくりが必要となる。

東北では、国土交通省東北地方整備局が中心となり、「東北発コンパクトシティ」という名称で、第一次産業を中心とした持続可能な都市のネットワーク形成のイメージが構築されており、今回の大震災を経験した復興の場面にこそ、それが活かされるべきであり、本会会員も専門家として計画策定プロセスに参加する必要がある。応急的な対応で、復興公営住宅をスプロールさせるような施策を選択してはならない。

経済力だけではなく、自立力を併せ持つ地域において、実質的な地方分権によりコンパクトシティ化を実現させていくために、本会は各自治体と平時から連携していく必要がある。

1-3. 平時からの参加による地域の将来イメージの共有

専門家やNPO等、外部からの支援も含めて、持続可能な地域のイメージを共有するプロセスが必要となる。

各地域にふさわしい景観や街並みのためのガイドラインを策定し、まちづくりの将来像の共有を図っておくことは、復興まちづくりのプロセスにとって大きな意味を持つ。どのような規模の被害を受けようとも、その後の復興において、これまで各時代につくられてきた歴史的建造物や、背後の山並みや海辺に近接する地形、土地利用が一体となって形成された各地域の景観特性を読み解き、誰もが納得する景観や街並み形成を図ることができるように、事前にその将来像を共有することが必要となる。

そのためには、事前に、景観や街並み調査を行い、例えば、海への眺望や景観を確保するために、被災前のまちには見られない一定の規模を超える建築物や防潮堤のあり方について議論を重ね、共有化された将来の街並みのイメージの実現の誘導のためのルールや街並みのガイドラインをあらかじめ策定しておくことが有効となる。

復興の空間像がなかなか確定しないがゆえに、地域に戻って、住みたい、店を出したい、生活したいという地域住民の希望が失われるようなことがないように、インフラ整備の前に、地域での暮らしやライフスタイルの実現が先に立つ計画をあらかじめ策定し、計画調整を行っていくことが望ましい。

そのためにも、本会の専門家が各地域と平時から密接な関係を持ちながら、計画プロセスの支援をしておく必要がある。

1-4. 地方ならではの都市間相互連携体制の確立

各地方は、東京や大阪等の大都市との人や物流のネットワー

クをいかに構築し、またその時間距離を可能な限り小さくすることを、これまでの開発計画の一つの目標としてきた。しかし、今回の復旧・復興において大きな役割を果たしたネットワークは、古くからの地域間のつながりが中心であり、大都市を間に介さないものであったが、それが緊急時にも十分機能していたという事実がある。国土を縦につなぐ骨格とも言うべき軸とは異なる、いわば肋骨的な横軸の連携が、大きな役割を持つことを再認識して、本会は都市間相互連携体制の確立および強化を各自治体に促していく必要がある。

1-5. 事前復興プログラムの実践

事前復興としての「まちづくり学習」が、平時に行われている必要がある。家族の将来を大きく左右する選択を下さなければならない被災地の住民は、知識も情報も少ない中で、正確な判断ができないままに今後の居住地や事業手法に同意する形になってしまっている。まちづくり手法のみならず、原発等に関する知識を、自分で今後の判断を下せるように最低限学んでおくような機会を持つべきであり、そのような場面で信頼できる情報提供者として本会会員の果たす役割は大きい。

また、参加型まちづくりの経験も復興まちづくりにおいては大きな効果があると考えられ、本会会員の協力によるそのような事前復興プログラムの実践が求められる。

ライフスタイルや住まいのイメージを踏まえた居住計画をあらかじめ想定しておくことによって、災害公営住宅等による住宅供給計画につなげることが可能になる。今回の被災地では、十分な情報も余裕もない中で、仮設住宅等の居住者にアンケートを実施し、その結果にもとづいて各地区の災害公営住宅の建設戸数の配分が定められてしまっている。

震災が発生する以前に、各地域における人口減少や高齢化等の動向を踏まえて、地域特有のライフスタイルや住まいのイメージを踏まえた全体の居住計画を策定しておくべきであったと考えられる。想定される震災後の中心市街地や沿岸部の各浜の位置づけを明確にしたうえで、各自治体の災害公営住宅の全戸数の配置バランスを検討するべきであろう。

災害が起きるまでそのような認識を持ち得ない自治体や住民に対して、本会は平時から必要性を提起し、地道な実践を積み上げていく必要がある。

2-1. 最も重視すべき生活再建・産業の回復

被災漁村では、生業の性質上、住宅の再建と産業の再生を分離して検討することが困難である。震災以前から集落が抱えていた少子高齢化や漁業の減退といった問題は、被災を機に加速度的に深刻化している。震災以前に戻す部分的な復旧ではなく、状況を見据えた将来につながる復興が必須である。伝統的な豊かな生活様相を継承しつつ、新たな漁業の仕組みが必要であり、そこで本会会員が果たす役割は大きい。

蓄積された課題を解決することによって、生活様相の継続が両立する被災地復興を支援していく必要がある。

2-2. 「まちづくり会社」による復興まちづくりの実践

前向きに復興を目指す人々が確実に計画を実現できる仕組みが構築される必要がある。それにはもちろん、住民・行政・専門家が一体となって検討するまちづくり組織が必要になることは言うまでもない。阪神・淡路大震災からの復興で注目を集めたまちづくり協議会は、その代表格として有効な組織である。それは単に復興の場面だけではなく、地区計画や街並み環境整備事業等、様々な場面でボトムアップ型のまちづくり組織であると言えよう。

一方で、まちづくり協議会の実績のない地方において、その組織化に相当の時間を要してしまい、なかなか復興の実践場面に移行できない地域も目立つ。逆に、今回の復興プロセスにお

いて、釜石市や大槌町では、民間資本との連携によるまちづくり会社が組織化され、注目を集めている。

行政とまちづくり協議会との連携および事業の公平性等にエネルギーをそがれるよりも、民間のノウハウとネットワークの軽さを武器に、動かせるところから進めていくというまちづくり会社の戦略は効果的である。いわゆるエリアマネジメント組織としてのまちづくり会社の活動を、本会としても客観的に評価しつつ支援していくが必要になる。

2-3. 様々なNPO・市民団体の活動を支援する拠点整備

本会は日本都市計画学会、日本都市計画家協会と連携して、北上市およびいわて連携復興センターを支援する形で2011年9月より「きたかみ震災復興ステーション」の活動を始めている。地域コミュニティの再生を目指して支援活動を行っているNPOや市民活動組織と自治体との連携を支援して、復興まちづくりにつなげていくことのできる媒介的な位置づけとして、本会は非常に大きな役割を担っている。それが、復興まちづくりのプロセスにおいて、重要な意義を持つことを、今回の震災復興から学んでおく必要がある。

対 応

対応① 専門的貢献

【行動】

災害直後対応において建築の専門性が活かされる局面での調査、課題の抽出とそれらへの対応策の立案

【背景】

東日本大震災では、平時から存在する課題の多くが顕在化した。被災直後の対応において混乱を引き起こした要因の一つは、被災地域の広域化や過疎化に伴う行政圏域と生活圏域の不一致であり、一方で、平時からの建築専門家の行政への関わりの希薄さであると指摘できる。今後の対応においては、平時から建築専門家が地域空間の専門家として密接に行政施策と関わっていくようなシステムティックな体制づくりが急務となる。

【提言】

提言18 日常生活圏再検討への地域空間専門家としての関わり

「平成の大合併」といわれた市町村合併によって、日常的な相互扶助が行われる日常生活圏と、合併によって生まれた新しい行政区域との間にずれが生じている。災害初期対応に関する防災計画づくりにおいては、日常生活圏を軸に対応策を講じる必要があり、あわせて、施設配置計画を含めた地域計画の再検討を行うことが求められる。この日常生活圏は、地域固有の歴史やコミュニティの実態、人々の生活行動の実態を踏まえて決められなければならない。地域空間の専門家としての建築学専門家が関与する再検討が、行政と共にシステムティックになされる必要がある。地域居住者の合意形成においては、住民の意向を汲み取りながら専門家の立場から行政との間の橋渡しとしての役割も求められる。

提言19 地方行政への建築専門家の持続的な関与の仕組みづくり

被災地での災害・復興対応においては、建築の専門的知見が要請される場面が多いが、東日本大震災では建築専門家の知見が十分かつ迅速に活かされたとは言い難い。また、建築専門家が支援活動のため被災地に入った際、平時からの持続的な関係が構築できていないことから、優れた専門的提案が十分には受け入れられなかったという側面がある。

こうした反省に立ち、建築学の専門的知見を速やかに現場で活かすためには、建築専門家が地域空間に関わる情報収集、分析、研究、提案、実践、情報発信などを行政や地域居住者と

ともに、平時から行っている必要がある。このような、地域とともに併走する建築専門家の養成がなされなければならないと同時に、そうした専門家の能力を地域の行政運営に平時から活かせる仕組みを用意しておかなければならない。また、災害発生時において、建築専門家による支援を迅速、かつ的確に提供するため、応援体制としての専門家派遣ネットワークも平時から構築しておく必要がある。

【解説】

1. 日常生活圏再検討への建築専門家へのシステムティックな関与

東日本大震災で被災した広域合併後の自治体では、自治体がカバーするエリアが広域化し、災害発生後の情報伝達や避難誘導の判断などの初期対応で混乱が見られ、新たな行政区域と日常的支え合いが行われている日常生活圏とのずれによる弊害が浮かび上がった。

今後の地域防災計画や緊急時対応においては、広域合併域による日常生活圏の変化だけではなく、少子高齢化、過疎化に伴う日常生活圏域の変化も考慮に入れる必要があり、個々の生活実態を踏まえた、日常生活圏の再検討が急務となっている。

個別の生活者の集合体としての日常生活圏をどのように設定するかについては、当該地域の地理的・歴史的・文化的知見に加え、環境行動論的知見、施設機能配置論的知見も必要とされ、地域空間の専門家としての建築専門家の関与が不可欠である。特に、今後の超高齢社会においては、平時および非常時における医療・福祉サービスの提供のあり方も考慮する必要があり、関連専門分野や行政との連携を図りつつ、日常生活圏の再検討にシステムティックに取り組む体制が構築されなければならない。

また、平時から持続的に日常生活圏の再設定に建築専門家が関与し続けることが、非常時の緊急対応、およびその後の復興期における地域居住者の合意形成、行政への働きかけにおいて建築専門的知見を活かすためのバックグラウンドともなる。

2. 建築専門家と地方行政との常時連携

今回の震災で、政府の要請による迅速な仮設住宅供給を担ったプレハブ建築協会では、平時のうちに全都道府県と災害時の協定を結ぶことを仮設住宅供給の基盤としている。この例のように、建築専門家やその組織と、地方行政機関の協定等の契約にもとづく平時からの関係が、災害・復興対応での極めて重要な基盤となりうる。今回の経験で明らかとなった。

しかしながら、東日本大震災では、建築物応急危険度判定、避難所設置、仮設住宅建設、住宅ストック活用等々、多様な建築の専門的知見活用のチャンスがあったにもかかわらず、平時からの被災行政機関とのつながりがなかったため、それらの知見が迅速かつ有効に活用されなかった。ことに、遠隔地からの支援では、たとえどんなに素晴らしい知見や提案が示されても、地方行政から見ても初対面となる専門家は相手にされなかった。

このようなことから、平時から地方行政において、建築の専門家が組織的に災害時のことを想定しつつ常時地域空間の運営について議論できる場を構築するとともに、災害時に専門的知見の提供をスムーズに行えるような協定等の締結を行っておくべきである。このため、本会、特に支部組織の今後の活動の柱の一つに、こうした場の構築を組み込んでおくことが重要である。

また、このような災害時の応援体制としての専門家派遣ネットワークの構築も含めた建築専門家の地方行政関与のための制度としてのコミュニティアーキテクト制度の実現に向けた研究と実践がなされなければならない。

対応② 避難生活環境向上

【行動】

災害対応の本部や支部の施設計画、避難所の居住環境向上、避難所のための建築計画

【背景】

発災後の「命を守り、命を救うための諸活動」の直後に要請されるのは、「命をつなぐための諸活動」である。助かった命、救われた命が、生活と呼べるまでの日常性をもった諸活動を営むことができるまでの初動段階を支援するために、これまでに取り組まれたことのない建築計画が必要とされている。それは例えば、発災直後に要請される、行政における災害対策本部機能を有する建築パッケージの計画であり、または、すぐに供用されなければならない避難施設計画である。このためには、これまでになかった新たな建築のタイプの開発が必要である一方で、既存のストックを改修しながら所期の性能を担保するための方策も必要となる。

【提言】

提言20 命をつなぐ新たな建築の開発

大災害は、災害救助や復旧に従事する現地の行政機関等にも同時に大きなダメージを与える。今回の大震災の際にも、津波によって地方自治体機能が丸ごと消滅し、原発事故によって現地での自治体機能が全避難を強いられることが、現実のこととなった。このための災害対策本部機能を備えた移動可能な建築パッケージの開発の検討が必要である。

また、行政機能だけではなく、被災直後から積極的に活動開始が期待される医療関係者や警察、自衛隊等による救急救命機能等の円滑な始動の支援も要請される。このため、医療関係者による緊急医療活動、そして警察や自衛隊の救命活動が迅速に始動できるような場所の確保とその空間が備えるべき機能の建築計画的な検討が必要であるが、残念ながらこれまでこの分野についての検討とその知見の普及は充分ではなかった。

さらに、今回の震災では建物や地域施設で生き残った人々が、線的なインフラの断絶によって数日間助けを待つような事態が各地で生じた。このため、災害支援のための人材や物資を、既存の線的なインフラに頼らずに大量に輸送でき、かつ、そこに避難者が滞在でき、なおかつそこが復旧作業等の復旧要員の拠点となるような、宿泊可能な建築の新たな開発も必要である。

提言21 命をつなぐための建築の非常時利用

建築物は通常、ある特定の目的を果たすように合理的に計画・設計されるが、災害によって部分的な障害が生じた場合には、全体として本来の機能を果たせるようにしておかなければならない。このためには、建築物の具体的な障害を建築の他の性能で補うことを考慮した建築計画が新たに考えられなければならない。こうすることによって、建築にリダンダンシーをもたらすことができる。

また、従来の設計の与件に加えて、災害時における利用方法の可能性を探り、非常時の利用方法の幅を広げ、それを想定内として建築計画に組み込むための研究が進められなければならない。つまり、特定のビルディングタイプを、異種のビルディングタイプにすぐさま転換するための、いわば、ハイブリッドな建築計画の知見の整理が必要とされている。

さらに、命を守りつなぐために重要な医療福祉施設では、被災していない地域や施設との連携のあり方を含めた災害時対応の仕組みと医療施設の整備のあり方の再構築が必要である。

提言22 避難のための建築計画

緊急時の中で救われた命を、どのように次の段階につないでいかを考えたときに必要となるのが避難所の計画である。

まずは、避難所となりうる場所に対しての平時利用と非常時利用のスムーズな転換がなされなければならないが、この転換がスムーズになされるための建物利用計画の理論構築が急務である。

一方で、どのような建物が避難所となりうるのかについての再検討がなされなければならない。今回の震災では、避難所として想定されていなかったところに大量に避難者が来た経緯がある。多くの場合、学校建築が避難所として指定されているが、地域にはもっと避難所にふさわしい建築が存在している場合もある。こうした現状を踏まえた避難所の指定方法の検討が必要である。

また、今回の避難所のあり方で指摘されたことは、避難生活に関わるあらゆる機能を一つの建物の中に入れることによって居住環境が悪化したことであった。建物内になくてもよい機能は柔軟に外部化し、長期使用が予想される機能は付加的に恒設的建物に置き換えていくといった、空間的・時間的柔軟性を担保した、避難所空間の弾力的運営方法が確立されるべきである。また、こうした運営方法の中には、単に機械的にプライバシー確保のためのパーティションを設置するだけではなく、家族のありかたに応じたプライバシーの個別調整方法も含めなければならない。

一方で、避難所への避難が難しい人々のための建築計画も考えておかなければならない。東日本大震災では、福祉施設や病院暮らしの人々は、避難そのものができなかった。福祉施設、病院においては、なるべく避難をしなくてもいいような耐災害性能の高い建築計画がさらに求められる一方、万が一被災した場合の、類似用途への避難プログラムの確立などの避難の想定もあわせて必要である。

また、身体的困難を抱える利用者が多い福祉施設では、短時間で避難すること自体が難しく、施設立地や避難計画におけるさまざまな課題が露呈した。災害時に地域の介護拠点として機能する施設のあり方など、広域災害が発生した場合に備えた医療福祉施設の建築計画的あり方と地域施設計画における相互のネットワーク構築の検討も進めていく必要がある。

【解説】

1-1. 災害対策本部機能を備えた建築パッケージ

現地での災害対策本部機能すらも失った場合や、原発事故のような町全域の避難の場合などは、町役場の機能を丸ごと移転できるような施設パッケージをあらかじめ準備し、現地へ移送するための策を検討しておく必要がある。このために、どのような町の規模であれば、どのような移転施設のパッケージが必要になるかなどの基礎的な建築計画要件を整理し体系化したうえで、現実性をもったパッケージのモデルを設計する必要がある。

1-2. 緊急救命活動拠点の建築計画

災害から生き残った諸資源を有効活用して、緊急に必要な支援施設を構築するために、拠点的な大病院、警察署、消防署などから、スタッフが被災地で臨時の活動拠点を早急につくり、または、公園等に自衛隊が展開できるように必要な建築的要素の検討を行う必要がある。このためには、具体的に地域別に拠点施設が備えるべき建築的要件を把握し、最前線への展開方法までを考慮に入れた計画論を打ち立てなければならない。

1-3. 移動可能な大型支援活動拠点の建築計画

例えば、海岸部・大河川部周辺の被災地に対しては、大型客船やメガフロートなどを改修したものに資材・人材を積み込み、緊急支援のみならず、復旧過程における避難所・宿泊所機能の確保に寄与するような計画を事前に策定しておき、当事者間に必要な事前協定などを準備しておく必要がある。水路以外にも、空路で移動可能な支援拠点の開発も考えられる。このような、

移動可能な大型支援活動拠点の建築計画も新たに検討される必要がある。

2-1. 「1割増し」の建築計画

災害時には、ライフラインや建物内の部分的機能が止まった時に建物の基本的な性能が大きく問われる。例えば、空調機能喪失時の断熱性能や、昇降機能喪失時の階段の昇りやすさなどがこれに相当するだろう。部分的な故障を乗り越えて全体が機能するために、建物が備えなければならない基本性能を、個々の建物障害の発生の仕方を考慮して、体系づけて検討しなければならない。この際、従来設定されていた基本的建築性能をいくばくか増した形の建築計画となる。例えば、オフィスで備蓄すべき食料は当該従業員の1割増しを準備しておき、それを、通りすがりの避難者に提供するなどの提案があるが、このような形でいくばくか増した形での基本性能の補強を図る必要がある、「1割」が適当かどうかの検討も同時に行わなければならない。

2-2. ハイブリッドな建築計画

平常時に特定目的に使われている建築物を非常時に別の目的として一時使用するために、建築物が備えるべき要件を調査研究し、ハイブリッド型建築計画として体系化を進める必要がある。このためには、どの建築物がどんな場面にどんな追加的な非常機能を有することを要求されるのかについての経験の収集と、それにもとづく新たな建築計画の提言を、建築種別に行う必要がある。また、このハイブリッド型の建築計画は、ハード面ばかりではなく、異なる建築種別間での人材・資材・情報の連携的な交流・交換・移転などを取り決めるための災害協定等の在り方まで考慮しなければならない。

2-3. 医療・福祉施設のBCPと地域ネットワーク構築

これまでの医療施設におけるBCP研究の多くは建物被害を想定し、それに対応した研究であったが、今回の震災における震災直後からの現地調査を通して、広域的な災害の実態と、その中での医療・福祉施設の機能継続の困難な状況が明らかになった。

新しい物流のあり方、在宅居住の災害弱者への医療や介護の提供継続などの視点を加え、他領域とも連携しながらあらためて医療・福祉施設のBCPを検討する必要がある。

また、身体的に困難を抱え、避難することが難しい利用者が福祉施設には多数入居している。一定規模を持つ施設を地域の避難や介護の拠点として整備することの可能性および自治体との連携や運営の仕組みづくりを検討しておくべきである。

さらに、広域災害が発生した場合に備えた医療・福祉施設ネットワークの構築の必要性が、この2年間の調査研究によって明らかになった。今後は、当該分野の現場や専門家と連携しながら、医療・福祉施設のあり方を含め、災害時における地域ネットワークの構築をまちづくりや地域計画の側からも検討していくべきである。

3-1. 避難施設のあり方と平時利用についての検討

避難施設の計画的な難しさは、日常的な活用と災害時の活用との連続性であり、またそのダイナミックな用途の変更にある。災害が発生した際に機能を果たすためにも、日常（平時）と非日常（災害時）の連続性は重要であり、それらを踏まえた避難施設の計画と利用のあり方は今後検討すべき課題である。建築的な要件の整理と、平時の利用を前提とした地域の中での配置計画、施設への誘導・サイン計画、平面・動線計画など広く建築計画的視点からの検討が必要である。また、そうした避難施設の平時と災害時双方における機能の発揮を考えると、医療・福祉、または教育・文化の拠点としての整備の可能性もあり、新

たな視点からの取り組みも必要となる。

3-2. 避難対象建築の再検討

今回の震災では、学校施設が避難所になったケースも多いが、地域文化施設なども避難所として有効に機能したケースもあった。例えば、地域文化施設は原則的には集客施設なので、ホール機能に加えて、集会・事務機能のための部屋や什器が備えられており、さらに、什器の適正配置のスキルをもったスタッフががいることも多い。また、冷暖房完備であれば避難所としての基本条件も良く、最終的に福祉避難所として利用されることもありうる。このほかにも、企業のオフィスや工場も、場合によっては避難所として有効に機能するケースもある。このように、地域に点在する建築ストックを有効な避難対象施設として検討し、可能性のある建築は、防災拠点としての位置づけを行うなどの対策が必要となる。

3-3. 柔軟な避難所運営

今回多くの避難所では、さまざまに要求される避難所としての性能を満たすために、ひとまとまりの大空間を一体として利用したために、かえって居住環境が悪化したケースもあった。基本的な要求である居住スペースを確保するために、例えば、避難施設の外部空間に、プレハブ小屋などを用いて、一部の機能（風呂、医務室、倉庫、スタッフ詰所）を設置するなど、より柔軟な空間運用が求められた。こうすることで、基本的な居住スペースを確保し、画一的になりがちなプライバシー保護のためのパーティションの設置方法も、個別の要求に応じた柔軟な策が展開できよう。

また、長期にわたる避難生活で刻々と変化する要求に柔軟に対応するためには、仮設的な空間の恒設化（テントの風呂を施設化するなど）といった対応も重要であった。

このような、避難所の空間運営方法における柔軟性を確保するために、特に、柔軟な空間拡張、プライバシー要求への個別対応、仮設・恒設の柔軟な転換といった側面からの空間運営方法の知見の体系化と提供が必要である。

3-4. 非避難建築の計画論

病人や高齢者、障がい者などは、避難に相当の困難を伴うので、なるべく避難しなくて済むような耐災害性能を、これまでより高めた計画とすべきである。つまり、特定の病院、高齢者施設、障がい者施設を、地域の中であらかじめ定めておき、その利用者が避難せずに過ごせ、また、そこを拠点として地区の弱者を受け入れる、非避難建築の計画論が研究されなければならない。もちろん、万が一の被災に備えて、こうした拠点施設間の連携の中で、互いに避難し合うような関係構築も同時に図っておかなければならない。

対応③ 日常生活回復

【行動】

既存ストックの有効活用を念頭に置いた、避難生活段階から復旧・復興段階に至る被災者の居住の場の移行過程と支援内容の見直し

【背景】

近代日本におけるこれまでの大災害後の対応は、いわゆる復興と呼ばれるような社会的状態を目指してきた。このこと自体は否定されるべきではないが、個々の生活者の状況に応じて、災害後の方策は異なっていくべきである。このことと向き合うためには、被災者個々がどのような身体的、心理的、社会的、空間的環境下で時を過ごすつつあるのかについての理解と、それに対する細かな対応策が必要となる。こうした点からは、環境行動論における環境移行概念を有用な枠組みととらえ、かつ、環境移行のめざすべき価値を、まず、生活を成り立たせ、それから日常生活を回復することにセットし、建築専門家が果たす

べき役割としての日常生活回復のプロセスマネジメントを提唱したい。

【提言】

提言23 復興過程における環境移行:日常生活回復プロセス

大災害において、助かった命をつないだ後に待っているのは、被災者個々の生活を成り立たせることである。当座の間は、各種支援金や支援物資などの仮の収入や、仮設住宅や緊急支援的なサービスによって、生活が成り立つ条件を整えることが重要であるが、これを、徐々に恒常的な収入や生活の手立てに替えていき、最終的には生活の成り立ちを構成する手立ての存在が、被災者にとって恒常的であると考えられる状態、すなわち日常生活を回復することが最終的な目的となる。

ところが、この日常生活の回復プロセスは、個別にかつ多様に存在するので、被災⇒避難⇒仮設生活⇒復興といった直線的な図式だけでは、被災者の生活の質を担保するのに十分な認識とは言えない。被災者の多様な状況に応じた、日常生活回復プロセスの筋道を示す必要がある。このプロセスは、段階的・断絶的に推移するものではなく、可逆的・連続的に推移するものと考えられる。その際、どの程度の環境状況にあれば、日常生活が回復したと言えるのか、その指標を建築側から提示することが重要である。

提言24 日常生活回復プロセスにおける自己肯定感

日常生活回復プロセスにおいては、被災者の自己肯定感が極めて重要である。すべての生活の道具立ての要素と筋道を外部から与えられたのでは、自立性・自律性が重要である日常生活の回復は望めないからである。被災の段階から、日常生活を回復するまでのさまざまな場面で、生活の手立てを自分が主体的に選択し、それらをカスタマイズしているという実感を、どのように醸成するかは極めて重要な課題である。このため、従来からのユーザー参加型の計画プロセスをより細かに再検討し、環境移行の中での自己肯定感の醸成過程に関わる研究が深化されなければならない。

提言25 多様な仮住まいの検討

今回の震災では、仮の住まいとして仮設住宅に加え、いわゆるみなし仮設住宅が広範に採用され、その有用性と限界が検討されつつある。また、こうした被災地に近いところに住むための手立ての模索ばかりではなく、今回の震災や原発事故においては、大量の広域避難者のための居住生活の支援策も多様に実施され、部分的にはあるが、そのための建築計画的配慮についても言及する研究が見られる。まずは、こうした仮の住まいのパターンと、そこで要求されるべき建築支援策の体系化について研究される必要がある。

またその際、従来の固定的な家族像を再考する必要がある。同じ家族の中でも、プライバシー、日常生活回復プロセスにかかわる考え方が相当に異なり、世帯分離、近居、二拠点居住といった仮住まいのパターンを生み出している。さらに、災害救助法にも規定されている福祉仮設住宅等は今回の震災ではあまり追求されなかったが、今後の超高齢社会への対応としてより現実的な計画案をあらかじめ構想しておく必要がある。

さらに、高齢世帯に対する仮住まいのありかたについても、抜本的な見直しが必要である。今回の震災のように長期の仮住まいを強いられる際に、仮住まいそのものが終の住処となるケースも多く、こうした世帯に対してはよりスペックの高い仮住まいの提供等、現在より多様な居住選択肢の提示が必要である。

提言26 仮住まいにおける総合的居住環境の質の確保

災害の善後策としての仮の住まいを考える時、従来は単純に

住宅の戸数とその広さと建築性能だけを議論する風潮が強かった。しかし、生活を成り立たせるためには、住宅そのものの性能ばかりではなく、生活を成り立たせる住宅以外の諸機能の具備をも、同時に考えなくてはならない。このため、「医職住」の機能を備えた仮設住宅地を創り出すシステムの構築が必要となる。

また、いわゆる仮設住宅地の設計において、これまであまり議論されてこなかった、住戸外活動、コミュニティ形成、住環境運営にかかわる知見を総合し、トータルな仮設住環境運営支援策を構築しなければならない。

また、プレハブ建築だけではない仮設住宅の建設が今回多様に模索されたが、それらを二者択一的に選択するのではなく、それぞれの長所短所を活かした形で輻輳的に活用するためのシステムの構築も同時に必要となる。こうした中で、本設建築にもなりうるような仮の住まいの提案も、具体的にやっていかねばならない。

このためにも、仮設住宅地やみなし仮設の候補となりうる敷地や建物の事前のリストアップとその随時更新システムは急務である。

【解説】

1. 多様な日常生活回復プロセスの提示

まずは、日常生活回復という状態がどのような状態を指すのかについて、綿密に検討されなければならない。日常生活を成り立たせる空間的な道具立てと、社会的な道具立てとの組み合わせと、そのマネジメントの方法論を仮の住まい、そして復興住宅を供給していくうえでの共通の認識基盤とするための研究が立ち上げられなければならない。

また、被災者の日常生活回復プロセスは、被災⇒避難⇒仮設生活⇒復興といった直線的な図式ではとらえきれない様々な形態がありうるが、今回の震災で示された。ある一定の地域に住んでいる人々が、必ずしも同じような状況で、同時に日常生活を回復することが目的ではなく、例えば、状況によっては複数拠点での生活をどう成り立たせるのか、といった検討が必要となる場合もあるだろう。またこうした観点から今回の震災における回復プロセスに関する記録を体系的に整理する必要がある。

2. 日常生活回復プロセスにおける自己肯定感

従来の復興モデルは、到達すべき復興像を最初に描き、対象となる人々すべてを、その復興像に導くための諸策を検討するというものであった。しかし、目標レベルを、多様にありうる日常生活回復だと捉えるならば、被災者を、感謝を強いられる存在から、自ら日常生活を取り戻す主体であると捉え直す必要がある。

こうした回復プロセスにおける自己肯定感は、古くは関東大震災の際に経済学者福田徳三が唱えていた営生機会の確保と同一の背景を有しており、1976年中国の震災において、国からの支援が少なかった被災者の方が、その後のプロセスにおいて自立性を発揮し、主体的に日常性を取り戻していった現象に、その実例を見ることができる。

旧来の復興支援策をベースとしながらも、こうした自己肯定感のあるプロセスの構築を、従来のユーザー参加型計画の実践論を踏まえた形で研究することが要請される。

3. 多様な日常生活回復プロセスを支える住まい像の提示

多様な日常生活回復プロセスを想定したときに、当然各過程で必要となる住まいは多様に想定されるべきである。一般仮設住宅、福祉仮設住宅、みなし仮設、遠隔地への避難・移住といっ

た、建物そのものの立地と建築計画ばかりではなく、家族の分離、近居、隣居、二拠点居住などの、多様な住まい方やそこに提供される生活サービスの組み合わせを前提としたときの住まい像の提示を急がなければならない。

また、住まいの集まりをコミュニティとして捉えたときにも、単に同じ場所に住んでいるからといって、回復するべき状態を全員そろっての入居などとするのではなく、コミュニティが必要な状況にある人と、そうではない人への異なる対応などの、柔軟な運用方法も、多様な住まい像の提示と同時に進めなければならない。

さらに、今後急速に進展する社会全体の超高齢化を考えた場合、仮住まいといえども高齢世帯にとって終の住処となるケース、また、複数回の引っ越しに耐えられないケースも頻出するだろう。こうした課題への対応として、そのまま恒設となりうる住宅、または、現状より高スペックの設備を有する住宅を選択できるような計画を考えなければならない。

4-1. 「医職住」のある多様な「仮設住宅地」

災害救助法では、応急仮設住宅について「仮設住宅」を建てることの指定を行っているが、「仮設住宅地」を営むための指定を行っていないので、今回の震災で試みられた仮設店舗等の併用型の仮設住宅地では、店舗部分が建築基準法適用となったために大幅に竣工が遅れるなどの、具体的な不備が明らかになってきた。被災者の生活は住宅だけでは成り立たないことを考え、医療福祉サービスを包含した「医」の機能と、社会経済サービスを包含した「職」の機能を、住機能に隣接・混在させた形での「仮設住宅」の提案が、法令整備の修正提案とともに進めなければならない。

4-2. 地域資源を生かした仮住まいの確保

今回の震災では、仮設住宅における用地確保が大きなボトルネックとなった一方で、いわゆるみなし仮設が大量に供給され、迅速な仮住まいの供給に大きく貢献した。しかしながら、みなし仮設を活かすためには、そもそも賃貸住宅ストックがある一定量確保できる都市部であることが必要であり、農村・漁村・中山間地における仮の住まいの供給には、依然として事前土地の確保が課題のままである。

従って、仮の住まいのための土地と建物のストックの候補をリスト化し、それらの情報更新を含めた形で一元的に管理するシステムの構築が必要である。また、このリストを地元行政や地主・家主が周知していることも重要であり、そのための運用手法も確立しなければならない。

対応④ 災害廃棄物処理

【行動】

災害後に迅速な災害廃棄物処理を実現するための調査・課題抽出と将来の大規模災害後の対応策の立案

【背景】

東日本大震災により発生し、その後大量に集積されたがれき（以下、災害廃棄物）は、周辺環境の悪化、火災の発生等を招いた。また集積場所の占拠が復旧・復興の障害となる地域も見られた。これらのように、災害廃棄物処理の遅れが復旧過程における被災地の生活の健全性を大きく損ねることとなった。

災害廃棄物処理を遅らせた要因には、放射能汚染、遺体捜索の難航など今回の震災の特殊な事情が見られるが、それら以外にも、①災害廃棄物発生量の推定の見誤り、②不十分な検討段階での災害廃棄物の仮置き場・集積場の設置、③津波による災害廃棄物の混合廃棄物化、④災害廃棄物の処理方法の特殊性、⑤災害廃棄物受入れにおける分別の不徹底、⑥災害廃棄物処理施設の被災、等の要因が挙げられる。

災害廃棄物の多くは建築物由来のものであり、災害廃棄物発生量の推定には、津波浸水領域における固定資産台帳に基づく建築物データが必須である。また災害廃棄物となった建材の処理においては、通常の建設廃棄物処理と災害廃棄物特有の対応を適切に連携させることが効率的な処理につながる事が明らかとなってきた。さらに、大規模災害後において迅速な廃棄物処理を実行するためには、都市計画課題を含む防災計画の策定が必要ともわかってきた。

これらの課題は、本会が関連する他学協会とともに検討すべきで、今回の震災後の対応を貴重な経験として調査・記録しつつ、将来の大規模災害後の対応策を練る必要に迫られている。以下の提言は、これらの課題から得た教訓を今後の災害廃棄物処理に活かすためにまとめたものであり、放射能汚染廃棄物は対象外としている（なお、放射能汚染に関わる事項は、原発④放射線対応策にて取り上げている）。また、この提言は災害廃棄物全般に共通するものであるが、東日本大震災では津波による廃棄物が中心であり、それに重点をおいた提言である。

【提言】

提言27 災害廃棄物の種類と発生量の精緻な予測

東日本大震災では膨大な災害廃棄物が発生したが、その種類と推定量の見誤りにより、処理計画に混乱が生じた。迅速に災害廃棄物を処理するためには、災害発生後速やかに災害廃棄物の種類と発生量を予測し、処理計画を立案することが肝要である。見誤りの要因として、津波堆積物や土砂の混在や、津波による災害廃棄物の海洋流出などが挙げられているが、今回の震災におけるこれらのデータを蓄積し、新たな推定方法を確立すべきである。

提言28 災害廃棄物の処理施設・設備の現状把握と活用準備

東日本大震災では、広範囲かつ膨大な量の災害廃棄物の発生に対し、仮置き場・集積場の設置が必ずしも適切になされず、処理施設の設置に支障をきたしたり、非効率な輸送が行われたりした。一方で、廃棄物処理施設以外の受入れにより、大幅な処理の進行も見られた。これらを踏まえ、災害時に利用可能な災害廃棄物の集積場、処理施設、受入れ能力などについてデータベースを構築するとともに、非常時対応の計画、さらにそれらを効果的に実現するための準備を進めるべきである。

提言29 災害廃棄物の迅速処理に関わる統一的制度の整備

震災後の復旧に当たり、迅速な災害廃棄物処理が求められるが、今回の震災では拙速な処理計画、分別作業の不徹底などがその後の処理の効率性の低下を招いているケースも見られる。災害廃棄物の処理に当たっては、収集運搬、仮置き場・集積場の設置、粗選別、施設管理・運用に関して統一ルールを設け、自治体と連携しつつ、国が一括して管理できる仕組みを作っておくべきである。また、自治体を越えた広域処理を効率的に実施するための輸送手段および輸送範囲・ルート最適化手法を検討すべきである。

提言30 災害廃棄物処理技術の実績と課題の把握

津波により発生した災害廃棄物には、さまざまなものが混合されており、分別を困難にした。また、塩分のみならず、流出したオイルや砂・汚泥にまみれた災害廃棄物は、処理に当たり事前の洗浄などを要した。津波による災害廃棄物に対し、新たに用いられた処理技術とそこで得られたデータを整理し、蓄積しておくべきである。

提言31 建設資源への災害廃棄物の有効利用方策の確立

膨大な災害廃棄物は、その処理・処分後の扱いも困難な状況

となっている。処理の迅速化、経費の縮減、復旧・復興のための資材の不足を補うため、災害廃棄物を復旧・復興の建設資材として有効利用するための技術や、それを円滑に進めるための制度の確立、さらにはそれら復旧・復興資材の広域的な需給調整の仕組みが必要である。また災害廃棄物の再資源化に当たっては、平時の基準とバランスの取れた性能設計手法を検討すべきである。

【解説】

1. 災害廃棄物の種類と発生量の精緻な予測

今回の震災では膨大な災害廃棄物が発生したが、それに加え、各地域における災害廃棄物の種類・発生量の推定が必ずしも適正でなかったことにより、仮置き場・一次集積場では過剰な集積による環境悪化、火災などが生じた。また二次集積場・処理施設の配置が困難になり、処理計画に遅れが生じた。

迅速な災害廃棄物処理のためには、災害発生後速やかに災害廃棄物発生量の精緻な予測とそれに基づく処理計画の立案が必要である。今回のような津波を伴う震災においては、地震による建築物由来の災害廃棄物の種類別排出量だけでなく、津波による土砂・汚泥の堆積量・海洋流出量を含めた災害廃棄物の種類別の空間分布を、関連する他学会とともに事前に推定し、資料として準備しておくことが重要である。このような津波被害を考慮した災害廃棄物の種類と発生量の精緻な推定方法を確立すべきである。

2. 災害廃棄物の処理施設・設備の現状把握と活用準備

災害廃棄物処理に当たり必ずしも十分な集積量の見通し、処理計画が立たないまま、仮置き場・集積場が設置されたことにより、集積が過剰となり混乱を招いた。また、その後の二次集積場、処理施設の設置においても支障をきたし、非効率な輸送ルートを取らざるを得なくなった。

発生量の予測に基づき、自治体において災害発生時に、どこにどのくらいの規模の仮置き場・集積場を設置し、どのくらいの範囲から持ち込むか、あらかじめ計画を策定しておくことが望ましい。その際、都市部においては十分な土地の確保が困難であるため、公園、グラウンドなどの公共地以外にも、私有地である駐車場などを非常時に活用できるような検討が必要と考えられる。また、仮置き場・集積場の予定地に臨時に使用できる台骨を設置しておき、廃棄物量を迅速で正確に把握するための準備を行うべきである。このような「災害時指定廃棄物置き場」の設定を防災計画として盛り込んだ都市計画を検討するとともに、それを可能にする非常時土地利用の法的な整備を進めるべきである。

津波の影響を受けた処理施設は、浸水等により設備機器の復旧に多くの時間を要した。また施設の被害が軽微であっても、停電により稼動ができない施設も存在した。このため災害廃棄物処理施設の非常用電源の十分な配備を進めるべきである。

また災害廃棄物の処理施設について、既存廃棄物処理施設の処理能力（受入余力、処理速度）、転用可能な焼却炉の非常時の利用可能性を把握しておき、データベース化しておくことが必要である。また、それに基づき仮設処理施設の設置数、広域処理の要請が必要となる災害廃棄物量を想定しておくことが望ましい。

3. 災害廃棄物の迅速処理に関わる統一的制度の整備

災害廃棄物の撤去を急ぐあまり、未選別のまま仮置き場・一次集積場での受入れを行ったことにより、その後の作業効率の低下を招いた。特に過剰な集積により、分別作業スペースが確保できず、さらに、受け入れた災害廃棄物を二次集積場に移動

させて分別することを余儀なくされた。

災害廃棄物処理に当たっては、自治体を越えた弾力的な収集運搬や受入業務が行えるように、収集運搬、仮置き場・集積場の設置、粗選別、施設管理・運用に関して国家的な統一ルールを設け、自治体と連携しつつ、国が一括して管理できる仕組みを作っておく必要がある。これにより効率的な処理とともに、自治体を越えた広域処理が容易になる。

なお、自治体によって、広域処理で効率化できる「広域」の範囲は異なる。例えば内陸地域であれば貨物列車でもない限りあまり広域化できないが、湾岸であれば船舶により広域化しやすい。輸送費用を比較し、仮置き場などの配置とともに効率的な処理を行うことのできる範囲を決定し、自治体間で提携しておくことが望ましい。このような地域の処理施設・交通経路を考慮した災害廃棄物の輸送手段および輸送範囲・ルートを最適化できる手法について検討すべきである。

4. 災害廃棄物処理技術の実績と課題の把握

振動被害による建築災害廃棄物と異なり、津波による災害廃棄物には自動車や船舶、さらには土砂、オイル、漁網など様々なものが混合されており、分別を困難にした。塩分のみならず、流出したオイルや砂・汚泥にまみれた災害廃棄物は、処理に当たり事前の洗浄などを要した。津波により混合化されてしまったアスベストの回収・処理は極めて難しく、今後適切な対処方法を確立すべきである。今回の津波災害廃棄物に対して初めて検討・利用がなされたと考えられる処理技術（塩分・汚泥の除去、分別プロセス等）とそこで得られたデータ（処理時間、燃焼性、コスト等）を整理し、蓄積しておくべきである。

5. 建設資源への災害廃棄物の有効利用方策の確立

発生した災害廃棄物には再資源化可能なものも多数存在する。一方、被災地では嵩上げや、復旧・復興に向けた建設・建築工事の資材が大量に必要とされている。したがって、災害廃棄物を適切に処理し、建設資材として有効活用していくことが、復旧・復興の促進につながると言える。

このため災害廃棄物の有効利用に向けた分別・品質確保の技術やその円滑化を促す制度の確立、さらにはそれら復旧・復興資材の適切な在庫管理および広域的な需給調整を行うためのサプライチェーンマネジメントの検討が必要である。再資源化に当たっては、平時の基準を遵守することが基本ではあるが、迅速かつ適切な処理のために、用途に応じた合理的な基準の緩和について性能設計手法を取り入れながら検討すべきである。

首 都

首都① 性状実態把握、非構造部材性能

【行動】

地盤や主要構造物の揺れと被害の実態調査をもとにした建物性能予測精度の検証、および安全・安心と建物・都市機能継続の視点に立った、逃げる必要のない建物とまち（エリア）を実現するための構造、非構造部材、ライフライン設備、家具等を含めた総合的な耐震性能評価法と技術の開発

【背景】

2011年東北地方太平洋沖地震の発生後、社会的影響が大きい高層建物や、湾岸域の液状化、多数の避難者を収容する大空間建物など、首都など大都市での被害に関するさまざまな調査研究が行われた。なかでも震源から遠く離れた大阪湾岸の超高層建物が地震動との共振により大きな被害を受け、敷地地盤の卓越周期や増幅特性の把握と、非常に長い継続時間の長周期地震動への対応の重要性が改めて確認された。しかしながら、公

開されている主要施設の強震記録は限られており、これら施設の耐震性能の把握を困難にしている。

東北地方太平洋沖地震における首都の最大震度は5強であったが、長い継続時間の地震動や大きな余震の影響を受けて、建物各部で多数回の繰り返し変形が生じた。振幅が比較的小さかったために大きな構造的被害は生じなかったが、非構造部材の被害や設備システムの被害、館内の通話回線の輻輳などにより、混乱した状況が発生した。また家具類の移動・転倒・落下などの室内被害も生じたが、大きな揺れになるまでに時間的な余裕があり、危険物からの退避行動が行えたため、負傷者はほぼ皆無であった。

今後、さらに大きな揺れが予測されている南海・相模トラフの巨大地震などでは、構造・非構造部材や設備システムの被害も多発し、高層建物のエレベーターの被害や上下水道や電源などインフラの断絶などにより多くの住民や従業員が居住できない状況が生じる可能性がある。さらに首都直下地震や活断層地震など震源が近い場合には、建物や室内被害により逃げる間もなく大勢が負傷し、医療施設や避難所の許容量を凌駕する負傷者や避難民・帰宅困難者が発生する可能性がある。このような状況を防ぐには、今後、首都など巨大大都市の建物には、強震動による崩壊防止と人的被害の抑止はもとより、建物機能の継続を担保することによって、避難の心配がない高度な耐震性能が求められる。一方、火災や想定を超える地震動による構造被害では、速やかな避難の実現も同時に考慮する必要があり、ハード（耐震性能など）とソフト（危機対応など）をバランスさせた対応が重要になる。

【提言】

提言32 地盤・基礎-建物系の地震観測網の整備と、地震動と建物の揺れのデータの多面的分析・評価の推進

東北地方太平洋沖地震を含む過去の地震動記録より、地震動の到来方向により地盤の卓越周期や増幅特性が大きく異なる場合があることが明らかになった。一方、さまざまな機関で建物の応答観測記録や被害調査データも残されており、厚い軟弱地盤の存在によって地盤・基礎-建物系の連成現象が長周期帯域にも影響することや、経年や地震時の建物の応答振幅により建物の剛性や減衰特性が大きく変化する非線形現象などが報告されている。しかし、液状化を生じた湾岸地域での地震記録や、震源域で大きく揺れた建物、活断層による地表地震断層の直上などにおける観測記録は限られ、大振幅時における建物の真の構造特性には未だに不明な点が多い。今後、震源や地震動の伝播特性を究明する理学分野との連携を深め、南海・相模トラフなどの巨大地震や、内陸活断層帯の地震などさまざまな震源と、多様な地盤特性を持つ多くの地域、特に主要施設が集中する首都など大都市部において、地盤と建物とで同時に地震観測を実施し、地震動と建物の揺れを多面的に分析・評価できる体制づくりを推進すべきである。

提言33 大振幅・長時間の地震動や地盤変状に対する安全性確保のための機能を有する構造性能評価法の整備

従来の耐震設計では、標準的な地震動に対する最大応答振幅に基づいて性能を評価する、あるいはこのような考え方に沿った評価・設計法を用いることが一般的であった。しかし、海溝型巨大地震では継続時間が非常に長くなり、さらに多数の余震や複数地震により、損傷が累積して構造物の安全限界に至る可能性がある。一方、活断層帯の地震などの震源近傍では従来の想定を超える地震動が発生する可能性も小さくない。さらに、液状化地盤や活断層の直上では顕著な地盤変状も見逃せない。建設サイトで想定される震源や地盤特性に応じて、従来の耐震設計の枠組みから外れるような、長時間かつ複数の地震による

荷重の履歴、大振幅地震動、地盤変状の可能性を検討するとともに、想定以上の荷重を受けた場合でも崩壊させない機能を有する構造形式実現に向けた設計法を整備すべきである。

提言34 建物の機能維持に関わる被害情報の整理と、建物の特性に応じた課題の抽出

東北地方太平洋沖地震では、建物内の非構造部材の被害や、エレベーターや電源、トイレなど設備システムの停止によって、建物からの避難を余儀なくされたケースが多数報告されている。また大阪湾岸の超高層建物では、地震動との共振により高層階の非構造部材・設備・家具類などで多数の被害が生じた。しかしながら低層階にある防災センターでは震度3の小さな揺れであり、加えて館内の非常用電話等の輻輳により高層階の状況が把握できず、適切な初動対応が行えなかった。また今回の震災では、超高層建物の被害や機能継続に関するアンケート調査も実施されており、建物や室内の被害状況と避難行動、危機管理など初動対応などに関する貴重な資料を提供している。今後これらの知見も活用して、超高層建物、避難所、主要ターミナル施設など大都市の主要建物を中心に、建物の特性に応じた震災時にも優先すべき機能と、それを維持するのに必要な構造・非構造・設備システム・家具類の安全性能等との関係を明らかにすべきである。

提言35 逃げる必要のない建物とまち（エリア）の実現を目標とする安全性・機能維持性を高めるための方策の追求

巨大地震時に大都市の機能を維持するためには、建物単体の高い耐震性能に加え、エリアを単位として共助を可能にする高い耐震性の確保が必要である（首都④を参照）。特に人口が稠密で避難が困難な地域においては、一般住宅にも一定以上の耐震性を確保し、逃げる必要のない建物を目指すべきである。特に地震リスクが高いエリアでの建物では高い耐震等級や免震構造を推奨するとともに、エリアの拠点となる重要建物（病院や避難所、防災センターのある施設、超高層建物等）には、最高レベルの安全性と機能維持性を付与する必要がある。これらの建物では、数日以上滞りを可能とする諸対策（備蓄の充実やトイレ対策など）にも配慮すべきである。また、より高い機能維持性を念頭に置いた耐震設計の実現には、揺れの大きさに応じた多段階の機能維持対策メニューを整備することが有効である。なおこのような耐震設計においては、建物の地盤・基礎-上部構造系に加えて、建物内部の設備システムや非構造部材・家具類の固定のしやすさなどを含めた全体系を対象とすべきである。さらに高耐震化などハード的対策や、維持管理・即時被災度評価などの危機管理の容易さなどソフト的対策も含め、建物の機能維持性能を高めるためのライフサイクルコストなど総合的な対策・制度に関する研究も推進すべきである。

【解説】

1-1. 海溝型巨大地震・活断層・首都直下地震などさまざまな特性を持つ地震動の評価

東北地方太平洋沖地震では震源に比較的近い地域では大加速度の地震動記録が得られているが、比較的短周期の成分が卓越したため、大きな構造的被害を生じた建物は多くはなかった。首都圏での長周期地震動も概ね告示スペクトル（建設省告示第1461号に定める応答スペクトル）における「稀に発生する地震動」のレベルをやや上回る程度であり、超巨大地震であったが振幅は大きくはなかった。一方、今後発生が懸念されている南海トラフや相模トラフ沿いの巨大地震では、首都における長周期地震動はより大きくなると予想されている。例えば、本会長周期建物地震対応小委員会の検討（2012.3）によれば、東海・

東南海・南海三連動地震により、東京での周期3秒以上の揺れは東北地方太平洋沖地震の2倍以上で、周期によっては告示の安全限界レベルを超える可能性がある」と指摘している。一方、首都直下地震や立川断層帯など活断層における地震では、震源近傍など場所によっては告示の「極めて稀に発生する地震動」のレベルを超え、建物を倒壊させる可能性のあるパワーを持つ地震動が想定されている。特に活断層により地表地震断層が現れた場合、その直上では傾斜など地盤変状に対する対策も考慮する必要がある。

東北地方太平洋沖地震では長い継続時間に加え、地盤の卓越周期や増幅特性の把握の重要性が確認されたが、それらの特性には軟弱な沖積層に加え、深い地盤構造が大きく影響している。このような地震動における長周期成分の励起度は、地震波の伝播方向によっても異なることが指摘されている。これらの特性の解明には、広域な深い地盤構造を把握し、観測記録と地震動シミュレーションとの結果を比較検討するなどの長期的な視点からの検討が必須である。

首都など巨大都市を守るための今後の耐震対策の立案やさらなる取組みに向けて、海溝型巨大地震による長周期地震動や、震源が浅い首都直下地震や活断層帯による地震など、震源と各地の地盤特性によるさまざまなパターンに対して再評価する必要がある。

1-2. 超高層建物などの長周期建物の揺れのレベルと構造モデルの検討、および被害評価手法の整備

東北地方太平洋沖地震では、超高層建物や免震建物などでも強震記録が得られている。例えば、本会長周期建物地震対応小委員会等における調査（2012.3）では、東京の超高層建物には最下階で50～150ガル、最上階で100～400ガル程度の加速度が生じ、10分以上揺れ続けた。さらに長周期だけでなく、短周期の地震動により、震度や加速度の高さ方向分布は、高層階だけでなく中間階も大きくなる場合もあり、二次モードなど高次モードの影響も見られた。首都圏の超高層建物の最上部の揺れ幅は、全体変形角（＝建物頂部の片振幅／建物高さ）で1/500～1/250程度であり、仙台の超高層建物では、そのおよそ1.5～2倍の揺れの大きさであった。また、横浜市から千葉市に至る東京湾岸の超高層建物の揺れの大きさは、新宿や大手町など台地に比べて最大2倍程度であった。なおこれら超高層建物では、構造体の補修を必要とするような被害の報告は確認されていない。一方、免震構造では、本地震においても上部構造の加速度は低減され免震効果が確認されたが、一部の免震装置においてダンパー部にひび割れ等の変状や、エキスパンション部分で設計時の想定とは異なる損傷などが見られ、これらに対する詳細な分析と対応が必要とされている。

このような各種の観測データや被害情報をもとに、主要構造物の構造モデルの妥当性や損傷との関係について、より詳細な検証が必要である。例えば、超高層建物の設計上の固有周期や減衰特性と、地震によるさまざまな振幅レベルによる実応答には乖離があり、被害想定にも影響している。厚い沖積層や埋め立て地盤では、超高層建物でも建物・基礎-地盤系の相互作用効果が確認されており、今後は非線形特性を含むモデルの検証が必要である。また、社会的影響の大きな超高層建物や、免震構造・制振構造を含む近年開発された新しい構工法の建物については、三次元で長時間繰り返し作用する外乱に対する応答挙動を定量的に分析・評価すべきである。

以上のような地震時の建物のさまざまな応答特性と被害の要因を、地震動の特性と合わせて解明するためには、さまざまな振幅レベルでの地震観測データを取得し、それを分析・評価することが必要となる。そのために、より広範に多くの地盤・基礎-建物系の地震観測網を整備し、これらにより得られる観測

データをもとに、上記のような種々の観点からの分析・評価を行う体制を構築しておくべきである。

1-3. 地盤・基礎構造の被害の評価と対策

東北地方太平洋沖地震では埋め立て地盤や宅地造成地の軟弱地盤などを中心に地盤・基礎構造に関する被害も多く発生した。首都圏およびその他各地の液状化地盤における木造住宅などの直接基礎建物の沈下・傾斜に加え、杭基礎にも多くの被害が報告されている。液状化による住宅の被害は、千葉県・茨城県で多く発生し、特に浦安地域の埋め立て地盤の被害が顕著であった。これらの調査・分析結果によると、液状化の発生状況や沈下の程度は、既往の液状化判定法と比較的によく対応していたが、液状化の程度は同じ地区内でも場所により異なっており、埋め立て年代・工法・材料、地盤改良の有無、層厚、基盤深度などが液状化程度と密接に関連している可能性が指摘された。今後さらに個々の被害事例の詳細な検討を進め、設計時の対応だけでなく補強等による対策へと展開していく必要がある。

2-1. 長い継続時間や複数の地震などによる繰り返し変形を考慮した耐震設計法の構築

東北地方太平洋沖地震のような大規模地震の地震動は振幅の大きさに加え、同一震源域内で複数の地震が連続して発生するため継続時間が非常に長く、総入力エネルギーの量も大きな値となる。また余震による入力エネルギー量も無視できない大きさとなり、場所によっては余震の方が本震より大きな応答となることもある。特に南海トラフの巨大地震では、東海・東南海地震や南海地震が複数イベントとして発生し、余震も含めると非常に長い地震動となる可能性もある。従来の耐震設計では最大応答値を基準にしていたが、今後は長時間・多数回にわたる繰り返し変形の影響も考慮することが必要になる。これまでも長周期構造物に作用する繰り返し荷重下の耐力・変形・エネルギー特性に関する研究は進められているが、今後は最新の知見に基づき耐震・免震・制振などの解析モデルに地震動の継続時間を反映させ、建物の応答評価・損傷評価を行う必要がある。

2-2. 異なる性質の地震動や地盤変状に対する建築構造物の性能評価と倒壊しにくい耐震構造の開発

構造物の地震時応答特性や被害状況は、入力する地震動の特性によって大きく異なる。東北地方太平洋沖地震では非常に長い継続時間の揺れが観測されたが、1995年兵庫県南部地震など活断層の近傍では継続時間は短いものの、国土交通省告示の「極めて稀に発生する地震動」のレベルを凌駕する破壊力ある地震動が観測されている。また1999年台湾・集集地震や、東北地方太平洋沖地震の広義の余震とされる2011年福島県浜通り地震では大規模な地表震源断層が生じ、断層直上では断層すべりや地盤傾斜など、地盤変状による建物被害が生じた。また、液状化や斜面崩壊などの被害も多く発生している。過去に観測されたさまざまなタイプの地震動や地盤変状に対する構造物の応答特性や被害を検討し、建築構造物の耐震性能を確認する必要がある。

活断層の近傍や厚い軟弱地盤上など建設サイトの条件によっては、従来の一般的な耐震設計で想定されているレベルよりはるかに大きな振幅や入力エネルギー量に対する対策が求められることがある。地震時に機能を維持すべき重要建物に適用可能な、出来るだけ倒壊しにくい、非常に高い耐震性を付与できる構造技術の開発に取り組む必要がある。例えば、従来の技術である、制振部材による損傷制御、梁や筋かいからの塑性化の徹底、柱の塑性化の分散による層崩壊しにくい構造、免震構造であれば免震装置が許容範囲を超えた場合の鉛直サポートの設置、擁壁と衝突した場合の崩壊防止など、さまざまな安全性確保のための既存技術によって対応可能となる地震入力のレベル

を確認する必要がある。その際、建物の大変形に対応できる解析ソフトの開発も必須である。さらには、質量機構付加装置を用いて振動を抑制する新しい制振方法、大入力時に振動形態を変化させて構造体への負担を軽減する方法、振動エネルギーを重力エネルギーに変換する方法など、ブレイクスルーを伴う新しい技術の研究開発を推進することが望まれる。

2-3. 既存の超高層建物や免震構造などの耐震性評価と効果的な耐震補強法の開発

前項で記述したように、近い将来において発生が懸念されている南海トラフの巨大地震や首都直下地震、活断層帯による地震、さらには相模トラフの巨大地震などでは、場所により非常に大きな地震動が生じる可能性がある。これらの地震で想定される地震動が、既存の超高層建物や免震構造建物を含む重要建物の設計時点で想定された地震入力レベルを超える場合、あるいは総入力エネルギー量が設定時の想定を超えて非常に大きくなる場合には、当該建物の構造体の余裕度を再検討する必要がある。すなわち、設計時のクライテリアとなる変形や応力を超えた場合の各部材の損傷度を評価するとともに、構造体の損傷メカニズムを明らかにする必要がある。想定していた耐震性が不足する場合には、それを高めるためのさまざまな補強策と費用対効果を検討し、高耐震化を推進する必要がある。

3-1. 非構造部材・家具・オフィス機器類の被害調査と分析

東北地方太平洋沖地震では、首都圏など大都市圏を中心とする高層・超高層住宅や事務所ビルの居住者へのアンケート調査が行われている。その結果、多くの建物で天井材の落下、間仕切りや内装材の割れや脱落などの被害事例があった。また、首都圏の超高層住宅やオフィスの中層以上の階では家具・什器の一部が転倒または大きく移動する被害が見られたが、下層階では内装材の被害が多く見られた。大きな揺れと室内被害により、高層階にいた多くの人が恐怖心を感じ、建物から避難した。天井、間仕切り壁、扉、窓等の非構造部材が地震時に損傷を受けると、人の死傷や避難通路の遮断、ドア枠の変形による開閉困難など安全面の問題も生じる。これら非構造部材・家具類の被害については、東北地方太平洋沖地震やその他の過去の地震による事例を分析して、具体的な高耐震化の方策を検討すべきである。また、構造計算上考慮しない非構造部材であっても、地震時に大きな加速度や変形が作用して損傷する場合など、従来見落としがちであった事象を整理して提示し、簡易な評価基準の整備を進める必要がある。

3-2. エレベーター・設備システムの被害調査と分析

東北地方太平洋沖地震では、首都圏のエレベーターはほとんどが緊急停止したが、復旧作業は比較的迅速に行われ、3日後にはほぼ復旧した。ただし、主索・ケーブル類の引っかかりやエレベーターシャフト内での石膏ボードの落下などの被害があり、特に1998年以前の古いエレベーターでは釣り合いおもりの落下なども発生し、復旧には数週間の時間を要したケースも報告されている。一方、首都圏の超高層建物では、スプリンクラーヘッドや配管の破損による漏水、防火戸の変形などの被害も一部生じ、電気温水器の転倒被害も多く発生した。設備機器類の被害は、震源域に近い建物を中心に、首都圏でも多く発生しており、従来と同じく機器類と配管との取り付け部や建築の仕上げ部材と機器との干渉による被害が多かったが、吊ボルトの破断や抜け出しなど、繰り返し変形による影響も受けていると考えられるものが比較的多かったことがこの地震における特徴である。地震後の建物の機能維持には設備システムが非常に重要であるにもかかわらず、個々の機器だけでなく設備システムとしての被害については詳細情報が十分に得られておらず、その耐震性能については不明な点が多い。今後は設備機器・設

備システムの被害と建物の機能維持という視点から、設備技術者と構造技術者が協力して被害情報を収集・整理・分析し、施工や維持管理・点検が容易で確実な対策をたてることが重要である。

4-1. 施設の重要度や地域（エリア）の地震リスクに応じた高耐震化策の整備

国家の政治・経済などの中枢機能が集中し、人口稠密な首都における建物には、震災時にも出来る限り避難民や帰宅困難者、瓦礫を出さない高い耐震安全性や機能維持性が求められている。特に危険度が高いと言われている木造密集地や大勢の人が集まる中心業務地などでは、既存不適格建築の耐震補強に加え、一般住宅でも構造計算を実施する、あるいは全国レベルでの地域係数に加え、エリア係数を導入するなど、エリアとしての耐震性能の向上策を検討する必要がある。さらにエリア単位で機能継続性の向上と速やかな復旧を可能とするため、エリア内で最高度の耐震性能を有する拠点建物（住宅地での避難所や、中心業務地区でのエリア防災センターなど）を整備することも重要である。そのためには、建物やエリアの高耐震化による安全性や資産価値等の向上を積極的に評価し、費用対効果など住民のコンセンサスを得るための理解しやすい説明や、インセンティブを高めるための補助制度の導入など、高耐震化の効果に関する研究をさらに進めるべきである。

4-2. 建物およびエリアにおける機能維持のための対策メニューの整備

地震時における建物機能の喪失には、建物自体の構造や非構造部材・設備機器・什器類の被害だけでなく、液状化など地盤被害や、停電や下水管の停止などのライフライン機能の停止、周辺エリアからの延焼火災や避難者の流入など、多様な形がある。これらを踏まえて、建物の機能維持を目指した耐震設計を進めるために、構造体の耐震メニューと同様に、非構造部材・設備機器・什器類を含めた建物としての耐震性能、さらにはエリア単位での地域連携による機能維持の考え方（エリア防災：首都④を参照）を含めた、建物・地域の機能を維持するための対策メニューを整備することを提案する。その際、巨大地震時に、エリア内にある施設の構造体の応答が設計クライテリアの想定を超え、機能維持が困難となった場合を想定し、エリア内外での代替施設を準備しておくことも重要である。例えば、地震災害の規模（被害地域の範囲・被害の大きさ）に応じた当該建物の構造耐震性、設備システム等の機能維持性、震災後の点検の容易性のための方策、エリアの拠点建物（避難所やエリア防災センターなど）の機能維持性、近隣あるいは広域エリアとの連携（代替施設の確保等）などをメニュー化することで、対象建物の機能維持のための対策の位置づけが明確になる。さらにエリア内外でも情報共有のための非常時通信や情報共有施設等もメニューの内容に入れた具体的な項目を検討する必要がある。

4-3. 異なる専門分野間の協働とマルチハザードに対するシナリオ想定による高耐震化の推進

建物や都市の機能維持を対象とした高耐震化のための検討を進めるためには、構造や設備、建築計画や都市計画など幅広い分野の専門家や一般の人々が連携して多様な可能性を検討したうえで、各分野の力を結集した総合的対応を行うことが必要である。また、建物機能の重要性の評価や機能維持に強く関係するインフラの情報も含めた総合的な高耐震化対策を進めるためには、建築分野以外のさまざまな分野（地盤工学・土木分野、当該建物機能と関係の深い分野、例えば医療分野、情報通信分野など）の専門家との協働も必要となる。

広域における被害の全体像を完全に事前に把握することは容易ではないが、多様な災害事象（マルチハザード）が発生する

可能性をあらかじめ想定しておくことは、建物や都市の機能維持の観点から重要である。地震時に予期せぬ事態を生じさせないためには、関係者が地震時に必要な建物の機能を整理したうえで、具体的に大地震発生時のシナリオを想定して、どのような不具合が生じるのかを考え、必要な対策とその効果を検証することが有効である。例えば、非常に大きな揺れを受けた場合を想定した建物躯体の効率的な被災度判定法や、代替施設への移動の判断基準、炎天下で電源・空調機能を喪失した超高層建築や大規模集客施設の退避計画、延焼火災に加えて洪水や津波警報が発せられた場合の避難計画などである。想像力を働かせたシナリオ作成は、大局観を見失わずに必要な対応を抽出するのに役立つ。これにより、「想定外」といわれる事象が少なくなり、ハード対策の点検と限界の把握、ソフト対策の充実とハード対策と連携した総合的な対策の見直しなど、建物の安全性確保や機能を維持するという真の耐震性や復旧性の高い建物・都市の実現に繋がっていくと考えられる。またこのようなシナリオ想定と、専門家と実務者が連携した訓練の実施により、分野間の境界領域にある重要な課題を拾い上げ、新たな研究のインセンティブが得られるとともに、課題解決に向けた展開にもつながる。

首都② 即時災害対応

【行動】

大地震時の被災建物の安全性・機能性の即時把握と的確な災害対応を可能にするモニタリング技術の開発およびエリア連携による効果的な災害対応への展開

【背景】

東日本大震災において、首都圏では継続時間の長い地震動により超高層建物で大きな揺れとなり、主に室内や設備被害が多数発生したため、安全確保や避難の判断などで混乱を生じた。多数の在館者を擁する大規模建物では、建物の被災状況を速やかに判定し、安全性・機能性の面から避難の必要性や継続使用の可否の判断ができれば、被災による危険を減じ、避難時の安全確保につながるだけでなく、建物・周辺エリアの混乱回避や事業継続の面で極めて有効であることが認識された。将来の南海トラフ巨大地震ではさらに強い揺れとなり、複数の大都市圏を中心に広域で多数の建物の被害が予測されている。大規模災害時には、専門家による早期の被災度判定や対応は困難を極め、各種の観測情報を統合したモニタリングシステムで建物使用者・管理者の行動や判断を支援する必要が出てくる。

そのための基礎技術として構造ヘルスマモニタリングの研究・開発が行われているが、実施例はまだ少ない。さらに館内・周辺の映像情報、緊急地震速報などの関連情報、それらを活用した即時対応の方針など、データ収集、システム化と運用を建物やエリアで一体とすることの重要性が指摘されている（エリア防災に関しては首都④を参照）。

【提言】

提言36 大地震時の建物の即時被災度判定と建物内外の災害対応のためのモニタリング技術の確立と普及

強い揺れを受けた建物の被災度を速やかに評価し、建物内や周辺エリアの危険や混乱を防ぎ、的確な災害対応を行うための情報を提供する技術を確立すべきである。そのためには、既存建物への設置を想定した構造ヘルスマモニタリングと被災度判定の高度化や、画像・映像情報や緊急地震速報等の統合を行い、地震中・直後の即時対応のための技術を向上させなければならない。さらにこれらの技術の体系化や説明力向上に努め、設置を進める制度設計やインセンティブ付与、利用者の訓練・教育などの普及方策を検討すべきである。

提言37 エリア連携による災害対応のためのモニタリング情報の共有

建物の被災情報をエリアで共有し、防犯カメラ等の情報も加えることで、建物内外のゆれ、被災状況、人の動向などの情報を集約し、効果的な災害対応につなげる必要がある。またその際に、エリア防災センター等の拠点施設で非常時に利用できる回線と情報共有プラットフォームを確立し、災害対応諸機関との連携を進めることで、災害直後の効果的な対応を図るべきである。

【解説】

1-1. 構造ヘルスマモニタリング技術と被災度判定

建物の揺れなどの観測に基づく構造ヘルスマモニタリング技術は、強い地震動を受けた際の構造健全性や損傷度の評価にむけて検討・開発が進められている。

被災直後の建物の応急的な使用性判断などを主目的とする場合は、主要階の最大応答や層間変形、あるいは層の累積塑性変形などを推定し、設定した基準値を超えるか否かにより判定をする方式が多い。評価指標は、構造特性を考慮して、RC造では最大変形、鋼構造では累積塑性変形などが考慮される。一方、固有振動数やモード形状の変化から構造損傷を評価する手法は、継続的な計測記録を必要とする。いずれにしても、地震により顕著な損傷を受けた建物のモニタリング例はほとんどなく、損傷評価の検討はE-ディフェンス実験などで進められている。

被災時の即時対応については、被災度判定システムを備えた首都圏の超高層建物で、東日本大震災の際に構造躯体に被害がないことを防災センターで確認し、館内放送で避難の必要がない旨を速やかに伝えたことなど、有用性が示された事例がある。今後は地震直後における構造躯体の安全性の確認に加えて、帰宅困難者対策や業務継続を念頭に置いた建物の継続使用のための被災度判定情報が求められている。一方、超高層建物や避難所となる体育館などの大規模建物の調査を行い得る専門家は少数であることを背景に、専門技術者でなくても比較的簡易かつ短時間で暫定的な評価を実施するチェック項目シートを活用した方法も提案されている。このような事例を収集し、様々な種類の建物を念頭に、実際的な方法を検討する必要がある。

1-2. 映像情報や緊急地震速報等の活用

階ごとの室内被災状況を防災センターで把握し、避難の必要性の判断と的確な指示を出すことは、避難時の安全確保や、不要な建物外避難による混乱を防ぐためにも重要である。このためには、震度情報や緊急地震速報の活用が有効である。緊急地震速報は普及しつつあり、テレビやラジオによる一般向けに加えて、個別の建物で必要な情報をカスタマイズできる高度利用者向けもあり、到達までの時間や震度を知ることでもできる。また地震時の国内各地の揺れをリアルタイムで表示する強震モニター（防災科学技術研究所）等を使用することで、広域の揺れの状況を速やかに把握して、即時対応に活用できる可能性がある。1-1で述べた首都圏の超高層建物の例では高度利用者向け緊急地震速報も備えており、主要動の到達前に警備員が参集して、以後の対応がスムーズであったことが報告されている。大阪湾岸の超高層建物で地盤との共振により上層階では非常に大きな応答になったが、地表の震度は3程度であったため、下層階の防災センターでは館内の被害状況の速やかな把握と対応は困難であったことが報告されている。

1-3. モニタリングの普及に向けた訓練や環境整備

大規模な建物では消防法で自衛消防隊の編成や定期的な訓練が義務付けられている。システムの動作、利用方法などを訓練の際に建物所有者・使用者で確認することが重要であり、その

ための効果的な訓練プログラムや教材の開発が必要となる。

システムの普及や得られるデータの活用のためには、制度やインセンティブの面から検討する必要がある。制度面からの普及促進として、消防関連設備や防犯システムなどを参考に、法的に必須の設備として扱う方策の検討が考えられる。あるいはカリフォルニア州の例のように、建物の確認申請の際、建物規模に応じた一定割合の費用を納め、行政によって強震観測とデータ活用の維持管理のために使う方法なども考えられる。システムの普及や活用を社会的に推進する場合でも、また市場原理に委ねる場合でも、情報の開示と費用負担に伴う義務と責任の問題を法的に整備することが重要であり、学会としては意見を集約し、コンセンサスが得られる点を見出す必要がある。これらの背景も踏まえて、モニタリングや被災度判定の技術体系の整理を行い、現状の到達点や技術利用の基礎を一般向け（建物利用者、所有者など）に示していく必要がある。

2-1. 建物モニタリング情報のエリア防災への活用

大災害時には多数の建物が同時に被災するため、個々の建物の被災状況が近隣に大きく影響する。エリア全体状況の把握は重要であるにもかかわらず、消防や警察など行政による一般的な情報収集体制では、的確に網羅することは困難となる。この際に、建物単位のモニタリング情報をエリアでも共有することにより、効果的なエリア対応につながる可能性がある。エリアの拠点施設としてエリア防災センターを構築し、通信回線の確保やシステム維持のための基盤設備と組織をおく。大都市域では地域での統括防災センターやエネルギーセンター等の整備と同時に災害対応を行う機能を付与することが考えられる。一方、住宅地などでは、避難所となる施設に拠点を置くことが想定される。

さらに広域のエリア間連携の情報基盤として、非常時に応急的に設置・維持できる長距離無線LANと近隣のWiFi環境の組み合わせなどの技術が候補となりうる。また情報共有プラットフォームとしてWebGISの利用はすでに広く行われている。これらにより、エリア情報をエリア間や行政・防災関連諸機関と共有すれば、公的機関を中心とする従来のトップダウン的な広域情報基盤に対して、補完的に機能するボトムアップの情報流通の可能性もある。

これにより例えば、病院が被災したエリアから無事なエリアへの重症者の搬送、多数の避難者や帰宅困難者を抱えるエリアへの近隣エリアの収容可能情報の提供などが考えられる。広域の被災情報が共有され、遠方の自宅周辺の安全が確認できれば、無理な帰宅による交通の混乱を防ぎ、さらに都心部の災害対応や復旧活動に参加できる人材を確保できる可能性もある。このように、情報共有により人材の有効な配置・活用にもつながる。

2-2. エリア内連携による災害対応体制

一般的な中低層建物ではモニタリングシステムを備えることが難しく、また専門家が不在では高度な判断や対応も困難である。このため、平常時から専門家と連携し、防災担当者が目視レベルで建物の使用性を早期に把握できるよう準備しておくことで、被災直後の屋外避難の必要性に関する判断などの対応が可能となる。

建物の応急的な使用性を判断するには、構造躯体に加えて、非構造部材、建築設備、防災設備、什器など多数の被災状況を短時間で総合的に調査する必要がある。これらを非専門家が震災直後の限定された時間で実施するためには、ICTを活用した建物の目視調査や被災情報の効率的な集約が有効である。このため、目視調査方法（建物安全確認マニュアル、建物図面、被災箇所、被災写真など）のIT化、携帯型情報端末機器の活用、建物被災情報の集約などを検討する必要がある。得られた情報

は速やかにエリア内で共有でき、次の段階で多数の建物の被災判定と罹災証明などにつながる。このために専門家と連携して客観的かつ定量的な調査手法を開発する必要がある。

上記のシステムや実施手順の整備において、自治体や消防機関等と連携して平時の教育・訓練を通じた普及方策を確立する必要がある。具体的には、建物の安全確認マニュアル整備や、防災担当者が専門家の協力のもとで実施する訓練を消防法に基づく防災訓練の一環として行いうるよう位置づけるなど、普及・定着にむけた方策を検討する必要がある。またエリア防災センターなどの情報拠点を人的拠点としても整備することで、平常時から災害時まで連続した対応体制とすることが重要である。

首都③ 建築・都市機能維持

【行動】

エリア防災の推進に向けた現況データベースの整備、業務や生活を継続するうえでの障害に関する詳細調査、高層オフィスビルや高層集合住宅に代表される大規模建物の機能維持

【背景】

東日本大震災から学んだ教訓は、想定外の災害時にも命を守るための方策の必要性に加えて、暮らしと働く場の双方を守り、そして首都の社会的・経済的機能を守ることの重要性である。従来の想定を超えた場合を含めて、さまざまなタイプの震災に対して、冗長性確保（広域連携による代替施設の利用や拠点間の通信多重化など）、フェイルセーフ設計（障害が発生した場合に常に安全側の制御となる設計手法）などの考え方を都市づくりに応用し、命を守ると同時に、首都機能の維持・継続を可能とする方策を早急に実現する必要がある。そのためには個々の建物を災害に強くすることに加えて、拠点施設（エリア防災センター等）を中心とするエリア防災（エリア内の共助による防災対策）と、広域エリア防災（エリア間の共助による防災対策）による多重防護による対応体制の構築が有効である。（エリアの考え方については首都④を参照）こうした新しい仕組みづくりに向けて、首都の現況調査を積み重ね、エリア防災の取り組みを推進する際に必要となる、具体的な事項や検討課題を明らかにすることが重要である。

【提言】

提言38 人の生活を維持・継続するという観点からの詳細かつ総合的な調査研究の推進

東日本大震災では様々な機関が東北地方や首都圏における被害の実態調査を行っているが、今後は、震災が私達の生活や重要業務の維持・継続・復旧に対してどのような影響を及ぼすのかという観点から、連携してその教訓を統合・整理する必要がある。例えば被災マンションの復旧を促進するための調査研究は火急の課題である。このような問題に対して、人の生活の視点から、建物構造や設備などのハード面、建築計画や復興まちづくりなどのソフト面のそれぞれの被害実態調査から得られた知見を有機的に活かし、さまざまな地震発生のパターンに対応できるような新たな社会システムの構築につなげていくことが重要である。

提言39 「建物機能継続計画(Building Function Continuity Plan)」策定の推進とその標準化

暮らしの場と働く場の双方を守る観点から、オフィスビル・業務系建物の事業継続計画（BCP:Business Continuity Plan）や高層マンションの生活継続計画（LCP:Life Continuity Plan）に対応した高機能建物を実現し、災害時においてもエリア内で拠点となる建物の機能を適切に維持することが重要である。そのために、建物構造や各種設備、施設管理や燃料・資機材の調達等を含めた総合的な観点から、「建物機能継続計画（Building

Function Continuity Plan)」を策定し、施設ごとに運用するための調査研究を推進する必要がある。

提言40 エリア内の関係者が連携した履歴や現況調査の推進とそのデータベース整備と活用

エリア防災の推進とエリアの資産価値向上のために、エリア内の事業者や住民、自治体が連携した現況調査を行い、人口・経済・有効施設（避難場所、空き家や空き室、地下街、駐車場等）、ライフライン施設や人材（医療関係・建築関係・有資格ボランティアなど）の実態調査や、建物や地盤（液状化・造成地）の履歴等の情報を整備することが重要である。これらの貴重な情報はデータベース化し、エリアマネジメントセンターなどで一元的に管理・運営する必要がある。過去の履歴なども含めた現況のデータベースを整備することで、エリアの維持管理、復旧・復興の事前準備、みなし仮設住宅の速やかな運用などに活用することが重要である。このような首都における新しい社会システムの構築に向けて長期展望に立った調査研究を推進する必要がある。

【解説】

1-1. 被災マンションの復旧を促進するための調査研究の推進

今後の災害復興には従来と異なる復旧・復興のための政策が必要となる。阪神・淡路大震災の際には、被災したマンションの多くが復興方法として建替えを選択した。しかし、容積率等において既存不適格となるマンションが多く、建替えの合意形成が困難になることから、行政は総合設計制度を用いて、公開空地を設けること等を条件とし従前の容積率や高さで建て替えることを認める措置をとった。しかし、東日本大震災により大きく被害を受けたマンションは解体するものの、再建せず解消するケースが増えている。こうした人口減少社会におけるあらたな復興スキームの検討が必要である。特に、首都圏都心部で築年数のたったマンションで既存不適格となっているものが多くある。こうしたマンションが被災した場合に、合意形成を円滑にするために単に従前の水準まで認めるのではなく、人口減少社会としての市場を踏まえ、早期で効率的な復旧支援策の検討が必要である。例えば、建て替える際には、それを機にマンション内に地域の防災拠点をつくる等、住宅から住宅といった単純な建替えでなく、エリア防災力を高め、地域との絆を深めるための施策の検討である。そのためには、地域に寄与する新しい公共性を総合的に評価するための方策が求められる。単体の建築再生のコストだけでなく、エリアとして、また社会としてのコストを考慮し、どのような方法が望ましく効率的であるかを検討するための調査研究を推し進めることが必要である。

2-1. 「建物機能継続計画（Building Function Continuity Plan）」の標準化

暮らしの場と働く場の双方を守る観点から、オフィスビル・業務系建物のBCP（事業継続計画）や高層マンションにおけるLCP（生活継続計画）で定められている事項や求められる要求性能を確認したうえで、施設ごとに「建物機能継続計画（Building Function Continuity Plan）」を策定し、災害時においても建物の機能を適切に維持するための総合的な災害対策を実施することが重要である。「建物機能継続計画」は、①被害を予防・低減し、最小限に抑えるための対策、②必要最小限の重要機能を継続するための対策、③迅速に回復・復旧するための対策の3項目から構成される。今後は、環境・品質の確保や社会セキュリティ等に関わる国際標準規格（ISO）や、鉄道や航空機等他の工学分野での議論も参考に、真に災害に強い建物、難局を乗り切る力を備えた建物を実現するための計画・設計・管理のプロセス

や、その検討項目の標準化が必要になる。さらには一連の検討の成果物が「建物機能継続計画」として作成され共有されるという仕組みを構築することが有意義であり、そのための調査研究を推進することが重要である。

2-2. LCP（生活継続計画：Life Continuity Plan）に対応した高機能建物の実現

超高層マンションが急増するなかで、震災時にライフラインやエレベーターが停止し、地上との行き来が困難な状況下で住民が混乱・孤立することが懸念されており、特に高層階の住民の生活継続が重要な課題である。大規模災害時にどのような状況が想定され、どのような行動を起こすべきかを具体的に把握している住民は少ない。LCP（生活継続計画）の遂行を確実なものとするためには、震災後に、避難すべきかどうかの判断に資する情報を住民にいち早く伝え、避難が不要な場合には、発災後の時間の経過に応じて居住継続に必要な情報を発信する仕組みを新たに検討する必要がある。このためには建物の管理機能を強化することで、重要な情報を建物管理者に集約し、さらに住民に向けてマンションの共用空間やロビー、各住戸等に情報を配信し、情報を共有する新たなシステムを開発することが必要である。地震計等を活用して被災状況をモニタリングし、エリア内の関係者と連携することで、避難の必要性や生活を継続するうえでの障害の程度を迅速に判断することが可能となる（首都②を参照）。次に、火災や構造体への大きな損傷がない状況においては、住民が避難せずに、住み続けるということがLCP遂行上の重要な課題となる。建物の設備システムの管理能力を最大限に高め、被災後の時間の経過に応じた対応を行う必要がある。LCPに対応した高機能建物の実現に向けては、こうした建物管理の新たなシステムや仕組みの開発を通じて、災害時においても居住継続性を確保し、日常生活への早期復帰を支援するための総合的な危機対応策の検討を進めることが重要である。

2-3. BCP・LCPに対応した災害に強い建物を評価するための手法の開発

災害時においても建物の機能を適切に維持するという観点から、BCP・LCPに対応した災害に強い建物を客観的に評価する手法の開発が不可欠である。より実行力のある建物機能継続計画の策定やその継続的改善のためにも、各種対策への取り組み状況や建物機能継続計画の質を評価するための指標づくりが重要なテーマとなる。さらには、そうした評価を踏まえたうえで、災害に強く、信頼される建物やエリアの価値が、エビデンスに基づいて不動産市場で高く評価される仕組みづくりを検討することも有意義である。そのことで、適正につくられ、維持保全されている住宅・建物の情報が公開され、市場で適正に評価される体制づくりが可能になる。例えば不動産鑑定結果と保険制度との連携や、公的機関による優良建物の認証制度などが考えられる。このような仕組みづくりに向けた調査研究を推進することが重要である。

3-1. 避難場所に関する現況データベース整備・活用

首都およびその周辺地域では、高密度な居住環境が形成されており、大規模な災害発生時には、発災直後の避難場所の確保が困難になると予想される。沿岸部では耐震性のある高層建築を津波避難ビルに指定するとともに、木造密集地では耐火性能の高い集合住宅の集会所を一時避難場所とするなど、地域資源の実情に応じて既存建物を避難場所とする計画が必要である。きめ細かい地域拠点の構築に向けて、これら指定建物への行政による管理支援も欠かせない。また、膨大な避難者の発生を抑制するために、建物（大規模住宅）の構造の安全性能を向上させるとともに、水・食料等の備蓄や自家発電・蓄電システムの整

備、通信手段の確保が求められる。さらに、生活への影響を最小限にする観点から、発災後に自宅の安全性を確認できる人材の育成や、緊急時の管理会社による支援体制の構築が望まれる。こうした事柄について、エリア内の事業者や住民、自治体が連携した現況調査を推進する必要がある。

3-2. 民間賃貸住宅等の既存建物を活用した仮設住宅の効率的な整備方策の検討

東日本大震災では、建設型の応急仮設住宅に加え、既存の民間賃貸住宅を活用した「みなし仮設住宅」が運用された。首都圏においては、用地確保が難しいため、災害発生後、迅速、かつ安全に「みなし仮設住宅」(対応②でも言及している)を運用できるような制度整備のあり方、および地域の共有データベース構築に向けた研究の推進が必要である。今回の震災では活用された民間賃貸住宅は結果的に耐震性が問われず、余震が続くなかで耐震性能が低い住宅も活用された。そこで、生命の安全性の確保のためにあらかじめ借り上げ対象住宅をデータベースに登録・認定する制度、その基準に満たないものは耐震補強の支援をするなどの施策が必要である。私財である民間賃貸住宅を災害時のセーフティネットとして活用するためのあらたな施策の検討である。民間賃貸住宅の借り上げという被災者に対しての「現物支給」という運用業務の煩雑さを踏まえ、被災者への「家賃補助」政策の有効性など、政策の比較研究により、経済性・効率性・公平性を踏まえた制度設計を総合的に検討する必要がある。

3-3. 土地・建物(住宅)・エリアの履歴情報の整備・保管・活用

我が国では高度経済成長期の急激な都市域での人口増加に対応するため、自然災害の危険性を有する土地においても宅地開発が進み、今回の震災では埋め立て地盤の液状化や盛土地盤での地すべり被害など、多くの宅地被害が発生した。住民の転入も頻繁で、土地・建物(住宅)の履歴を把握していない場合も多いと考えられる。このような背景をふまえ、土地や建物の履歴情報を反映した新たな災害ハザードマップの作成・普及を進めるとともに、災害リスク情報を開示した宅地建物取引の推進が望まれる。これらの貴重な情報はデータベース化し、一元的に管理・運営し、エリアマネジメントに活かすことが重要である。

今回の震災を踏まえ、「津波防災地域づくりに関する法律(津波防災地域づくり法)」施行に伴い、宅地建物取引対象物件が津波災害警戒区域内にあるときは、その旨を取引の相手方等に重要事項として説明することとなったが、警戒区域外におけるリスクコミュニケーションの検討も必要である。建物(住宅)の耐震診断や耐震補強の履歴情報を、整備・保存・開示できれば、市場における耐震性能の適正評価につながり、耐震診断・補強が促進されると考えられる。以上のように、土地と建物(住宅)の履歴情報を整備・保管・活用することが重要である。また、首都およびその周辺地域では、膨大な数の建物が被害を受け、応急危険度判定や被害認定に多大な労力と時間を要すると予想される。迅速な復旧・復興の実現には、この時間を短縮する必要があり、建物や地盤の特性を考慮した危険度判定、被害認定、査定制度を、地域の共有データベースに基づいて事前に検討しておくことが望まれる。以上のような新たな仕組みづくりに向けて、制度整備を効率・効果的に進めるための調査研究の推進が必要である。

首都④ エリア防災マネジメント

【行動】

災害に強く、地域の機能継続を可能とするまちづくりと、それを実践するためのエリア防災マネジメントの推進

【背景】

今後首都で発生する可能性がある首都直下地震や海溝型巨大地震などによる大規模地震災害に対しては、従前から対策の必要性が指摘されている木造密集市街地における延焼火災や建物・ライフライン等の物理的な被害への対策に加え、要援護者や傷病者への対応、中心業務地区における大勢の避難民・帰宅困難者への対応なども重要になる。首都における従来の対策では、自治体の地域防災計画と、個々の施設・事業所における消防・防災計画やBCP(事業継続計画)を想定しているが、連携を欠いた対応では地域の限られた人的・物的資源やスペースを効果的に活用することができず、有効に機能しない恐れがある。従って、地域における官民や住民・事業者間の密接な連携が不可欠であり、そのための方策と体制づくりが求められている。

【提言】

提言41 多様性のあるハザード評価と世界の主要都市とも比較可能なリスク評価の推進

東日本大震災後に国や自治体が公表している最大級の想定地震だけではなく、歴史地震なども整合したより可能性の高い地震も考慮し、多様性のある地震動や地震ハザードの評価を行う必要がある。特に、首都直下地震など、首都圏に甚大な影響を及ぼす地震の震源像に不明な点が多い現状においては、さまざまな災害の規模の被害とその影響を考慮しておくことが重要である。一方、首都圏の多くの建物の耐震性能は高く、治安も非常に良いにもかかわらず、「東京は世界で最も危険な都市」等の誤解が世界中で流布していることは国家的に大きな損失である。よって、世界の主要都市とも比較可能な共通の手法および尺度により、さまざまな災害リスクを客観的に評価し、都市において脆弱な部分から効果的な投資を可能とする方策を検討・推進すべきである。その際、震災だけでなく、洪水や高潮、群衆雪崩や暴動など多様なハザードを考慮し、地域特性に応じた評価を行うことが重要である。

提言42 首都の機能継続を可能とするエリア単位のまちづくりの推進

高密度な人口を抱える首都は、危険性が明確な津波や延焼火災等を除き、原則として逃げる必要のない建物やまちを目指すべきである。災害に対する人的被害の抑制や、建築・都市の機能維持、被災後の早期復旧を図るためには、個別の建物の高耐震化に加え、街区単位や複数の街区で形成されるエリアを単位として地域の機能継続を可能とするまちづくりを推進する必要がある。特に、都心部の人口・機能が高度に集積する中心業務地区における既存インフラが面的に整備されたエリアや、住居地域の校区における避難所等を拠点とするエリアにおいて、DCP(地域機能継続計画)やエリア防災計画を策定し、まちづくりに活かすべきである。さらに、エリアマネジメントの一環として位置づけ、エリアとしての資産価値の向上や国際競争力の強化に繋げる視点も重要である。こうしたまちづくりのために、自治体の地域防災計画、個々の建物の消防・防災計画、および個別事業者のBCP等を有機的に連携させたDCPやエリア防災計画の検討とともに、エリア単位での防災力や計画の有効性を客観的に評価する手法の開発や、業務機能・生活機能の早期回復を可能とする復旧手法の構築を推進すべきである。

提言43 エリア防災を実践する危機管理・マネジメント体制の構築

震災時におけるさまざまな災害や、多数の避難民・帰宅困難者や要援護者・傷病者等に適切に対応し、地域の機能継続を可能とする危機管理・マネジメント体制の構築が必要である。そのためには、官民あるいは民間の連携、専任の災害対応従事

者を有する拠点組織の設置、さらに平常時からのエリアのモニタリング（首都②を参照）等、DCPやエリア防災計画を実践するための効果的な危機管理・マネジメント体制を検討すべきである。さらに、エリアの災害対応力を継続的に向上させるための、災害対応従事者や一般市民に対する効果的な一連の啓発・教育・研修・訓練・改善を行う地域連携のモデルも検討すべきである。その際、諸外国での先進事例などに関する危機管理・マネジメント体制、さらには財政と法制度、責任体制、資産価値向上策等についての実態調査を参考にするとともに、関連する機関を統合する標準化された危機管理システムを活用することが重要である。

【解説】

1-1. 多様性のある地震ハザード評価の推進

東日本大震災の後、国や自治体では想定外を排除する目的で最大級の想定による地震被害想定を公表する傾向にある。しかしながら災害対策・対応において大は小を兼ねないことに注意すべきであり、最大級に加え、より頻度の高い地震も考慮し、多様性のある地震ハザードの評価が必要である。特に首都直下のプレート構造や震源像には不明な点が多く、内閣府や東京都の被害想定で仮定されているフィリピン海プレートの上面に起こるとされている震源像も仮説のひとつであり、さまざまな規模やタイプの地震が発生する可能性がある。首都が壊滅的被害を受ける首都直下地震（広域に震度6強以上、死者1万人以上など）が発生する可能性は不明であり、地震調査研究推進本部で公表されている今後30年で70%の発生確率とは無関係であることに留意する必要がある。

一方、過大な被害想定による過剰な対応は「逆の想定外」を招く可能性もある。例えば、想定首都直下地震で広大な地域が震度6強以上になり、重傷者が数万人発生するという現在の想定では、「ライフラインや医療機能等の停止により、「重傷者への対応や、消防活動をあきらめる」「一時滞在施設提供は不可能」などという発想もありうる。しかし、一部の地域のみが震度6強以上で、その他の地域が6弱以下になり、重傷者も多数でなければ、近隣エリアとの連携などで対応は可能である。このような過剰な対応を防ぐためには、首都直下地震や活断層、海溝型巨大地震などのさまざまなタイプと規模の地震による被害想定とその対策を検討する必要がある。例えば、首都圏で想定されるさまざまな地震に対して、レベル1（地震の再現期間が数十年程度）、レベル2（数百年程度）、レベル3（数千年以上）に相当する地震や地震動レベルを整理し、それによる建物やエリアの被害想定を行い、対策を検討するなどである。

1-2. 世界の主要都市と比較可能なリスク評価の推進

超高密度な首都東京はさまざまな地震リスクを抱えていることは事実であるが、「30年70%の確率で首都が壊滅するような首都直下地震が来る」「東京は世界一危険な都市」という誤解が社会にはあり、国家的な損失となっていることに注意すべきである。例えば、ミュンヘン再保険におけるNatural Hazard Indexは、東京・横浜圏は自然災害に対して世界で突出してリスクが高いと評価され注目を集めたが、これは経済的損失評価の試算であり、決して安全面などのリスクが高いと言っているわけではない。日本の都市では震災対策に莫大な投資が行われており、「世界で最も高い耐震性能を持つ建物群がある」、「世界の大都市と比べて治安が格段に良い」などの評価もあり、一般に世界の主要都市の中では安全性は高いと考えられている。実際、日本は国として自然災害リスクにおける被災の可能性は高いが、建物や都市の脆弱性は低く、総合的なリスクは世界で35位と決して高い値ではない（国連大学 World Risk Report 2011 など）。従って、世界の大都市におけるさまざまな災害リスクを、

客観的なデータと世界で共通した手法および尺度により評価し、それぞれの都市において脆弱な部分から効果的に投資する手法を検討すべきである。その際には、地震動（強震動）・延焼火災・津波・液状化・地滑り・長周期地震動・群衆雪崩など地震に関連する多様な災害のほか、洪水・高潮・噴火・暴動の同時発生なども含む多様なハザードを考慮し、地域特性に応じた評価を行うことが重要である。

2-1. 逃げる必要のない建物・まちづくりの推進

高密度な人口を抱える首都や大都市では、危険性が明確な津波や延焼火災等を除き、原則として逃げる必要のない安全性の高い建物やまちを目指すべきである。東日本大震災において、首都では公共交通や通信機能が停止し、大勢の帰宅困難者などがターミナル駅や幹線道路に溢れ、首都機能が麻痺してしまった。また、歩道橋や再開した駅舎内では大群衆で身動きがとれず、群衆雪崩などの危険性があつたことも指摘されている。さらに、大きな災害が連鎖的に発生した場合、都市部では飢餓状態の発生や治安の悪化も懸念されている。よって、建物単位で行う対策に加え、街区単位や複数の街区で形成されるエリアを単位として地域の機能継続を可能とするまちづくりを推進する必要がある。

個別事業者のBCPや各建物の機能継続計画は、建物の立地条件やエリアとの関わりなくしては成立せず、震災後の限定された人的・物的・空間的な資源をエリア連携により最適形で活用する必要がある。特に、都心部の人口・機能が高度に集積する中心業務地区では、地域冷暖房や中水道等のインフラの共同管理がすでに行われており、震災時にも活躍が期待されるさまざまな分野の専門家が多数存在するケースが多い。また住居地域では、校区などを単位とする避難所が指定されており、自主防災組織を持つ町内会や自治会も多い。これら既存の資源をエリアで有効に活用する視点でDCP（地域機能継続計画）やエリア防災計画を策定し、まちづくりに活かすべきである。さらに、こうした地域における取り組みをエリアマネジメントの一環として位置づけ、エリアとしての資産価値の向上や国際競争力の強化等にも繋げる視点が重要である。

2-2. DCPやエリア防災計画の策定とその有効性の評価

市区町村の地域防災計画は、国が策定する防災基本計画と、それに基づく都道府県による地域防災計画に沿って策定されている。一方、事業所が策定する防災計画（平成21年から施行された改正消防法により、一定の規模を有する建築物等に策定が義務化）や事業継続計画（国および都道府県において作成の指導や支援あり）は、事業所や建物ごとに判断がなされており、地域防災計画との調整はほとんど行われていないのが現状である。東日本大震災では、大規模なターミナル駅周辺地域で大勢の帰宅困難者が生じたが、事業者や自治体の連携不足などにより大混乱となった。このため、国は2012年7月に都市再生特別措置法を改正し、大規模ターミナル駅周辺地域などの中心業務地区を対象とした「都市再生安全確保計画（エリア防災計画）制度」を創設した。この制度を利用した効果的な運用法や実例の積み上げなどが今後の重要な課題となっている。今後、地域防災計画やBCP等の事業所の取り組みをさまざまなエリアで調査・検討し、両者を結び付ける効果的なDCPやエリア防災計画を策定する必要がある。事業所がエリアでの防災活動に参画するためには、企業と地域との関係をより明確に規定し、参加することへの効果的なインセンティブや効果の可視化、経費負担、事故発生時の管理責任などさまざまな面から検討が必要である。

一方、エリアを単位とする地域の機能継続を可能とするまちづくりを推進するためには、個々の建物の耐震安全性や個別の

事業者のBCP等に対する評価に加え、街区・エリア単位のDCPや防災対策を客観的に評価できる指標が必要となる。そのためには、エリアのハザード・リスク評価に基づき、個々の建物や拠点施設、ライフラインの耐震性能、非常通信網の整備、空地率や備蓄などのハード面と、エリア内での人材や、エリア防災計画の策定およびエリア防災マネジメントの推進などソフト面からの評価をバランス良く組み込む必要がある。

3-1. エリア防災計画を効果的に実施するためのマネジメント体制の構築

エリア防災の実践には、DCPやエリア防災計画の策定にとどまらず、それを実現するためのマネジメント体制が必須である。災害時には、エリア内で連携した効果的な情報の収集・伝達や傷病者の救護活動などを行わなければならない。そのためには、官民あるいは民間で連携してエリア防災センター等を中心とした責任あるマネジメント体制を構築し、冗長性の高い情報ネットワークにより平常時からのエリアのモニタリング（首都②を参照）を行うなど、DCPやエリア防災計画を実践するための効果的な危機管理・マネジメント体制を構築する必要がある。さらに、業務や生活機能の早期回復を可能とする震災復旧・復興計画の事前策定も重要である。

一方、災害規模の程度により、まずは個人や個々の事業者や建物単位で対応し、次いでエリア単位での対応、さらにエリア機能を喪失した場合は、エリア間連携による代替施設の利用やエリアからの退避までを想定し、多重の防護体制により首都機能の維持を目指すべきである。また、地域で連携した災害対応を効果的に行うためには、BID（Business Improvement District）など諸外国での先進事例におけるマネジメントの仕組みなども参考にすべきである。

3-2. 人材の育成と実践的な教育・訓練の推進

震災時におけるエリアの災害対応力を向上させるためには、物的資源に限らず、地域が抱える人的資源を有効に活用する必要がある。そのためには、実践的な教育・訓練により危機管理、防災対策および災害対応活動における有効な担い手となる人材を育成することが重要であり、災害対応従事者だけでなく、一般市民に対しても効果的な一連の啓発・教育・研修・訓練・改善を行う地域連携のモデルを推進すべきである。さらに、地域の医療従事者や建築・危機管理等の専門家、防火・防災管理者、防災ボランティアなど、災害対応の地域リーダーが効果的に連携できるネットワークづくりとしくみづくりも重要である。

一方、エリアの異なる組織間で連携した災害対応活動を行うためには、複数の機関や組織が有効に連携し機能する標準的な災害対応体制と教育・訓練システムが必要である。米国のICS（Incident Command System）など、あらゆる災害やテロなどの危機対応に幅広く活用されている現場の組織マネジメントシステムは大いに参考にすべきである。

原 発

原発① 生活様式調査

【行動】

節電対策による電力需給逼迫への対応を契機とした、環境意識の大きな変化やライフスタイルの変化のプロセスを今後に活かすための調査・分析

【背景】

東日本大震災では、直接的被害以外にも、福島第一原子力発電所の事故に伴う電力供給不足という間接的被害による影響も甚大であった。直接的被害を受けた被災地の復興に向けた対応はもちろんのこと、電力需給逼迫対策としての節電に関する調

査研究も必要である。

被災地においては、長期にわたって避難所あるいは仮設住宅での生活を余儀なくされている人も少なくない。寒冷地に仮設住宅が建設されたためその室内環境も問題となっている。

被災地以外でも、計画停電や節電による影響があった。大幅な消灯、輸送・搬送設備の停止、冷房設定温度の緩和など、さまざまな節電対策が実施されたが、居住者の安全・健康も十分に配慮されていたかは疑わしい。生産性の低下が最低限になるように対策に優先順位をつけることが大切である。我慢を強制しない、継続的に省エネルギー行動が取られるような知見の集積が必要である。今後の日本のエネルギー需給状況からも、出来るだけ少ない電力消費でも十分な質を確保できる建築・都市の計画方法を検討する必要がある。また、建物を使用する人間のライフスタイルの変革も必要となる。エネルギーを使用するのは建物ではなく、人間であるという点を忘れないことが大切である。

【提言】

提言44 室内温熱環境の許容条件とライフスタイルの検討

室内温熱環境の悪化は知的生産性を低下させる。従来、節電や省エネルギー対策の筆頭にあげられる温熱環境の緩和であるが、知的生産性や快適性の確保と省エネルギー効果の最適化を行うべきである。過度に悪化させることは望ましくない。新しいクールビズに関して科学的エビデンスに基づき国際的な発信が必要である。

提言45 建築・都市の照明設計要件の見直し

照度基準を見直し、非常時を考慮した必要最低条件を含む、新たな段階的な照明要件について提案する。LEDなどの新しい照明器具と調光制御により、これまでの「点灯・消灯」だけでなく、自在な調光制御が可能になっている。不均一や変動を積極的に用いた省エネルギー手法を確立するための研究が必要である。

住宅やオフィス照明では、まず昼光の積極的な活用を行うべきである。また、空間的不均一や時間的変動を許容しながら、適切な光の配分によって人工照明に要する光束量を減らす手法の研究が必要である。行為に応じた照明の節電手法の研究や、節電行動に向けたインセンティブの付与に関する検討も併せて進めていく必要がある。

公共施設の照明は、その重要性に応じてカテゴリー分けしておき、段階的に消灯が進められるよう電力系統を再設計することが求められる。省電力をさらに進めるために、発光効率の高い光源を使うだけでなく明るさ感を考慮することも大切である。発光効率とは切り離して電力消費を表す指標を用いて、照明の最適化を図る研究が必要である。

提言46 平常時と非常時における室内環境条件の検討

これまでは、エネルギー供給や水供給が十分に確保されさまざまな建築設備が機能している状況、すなわち平常時の温熱環境、光環境、空気環境などの室内環境条件や省エネルギーが重要な研究課題であった。しかし、節電対策による電力需給逼迫への対応を契機として、非常時における室内環境条件や省エネルギーのみならずピーク負荷を軽減する運用方法の検討も求められる。さらに、帰宅困難者が一時的に留まる職場や避難所など非常時における最小必要換気量や温熱環境条件の計画と運用方法の確立についての研究も必要である。

提言47 次世代建築・設備機器インターフェース開発

環境調整行動の要因である感覚・知覚特性と、行動の心理メカニズム（習慣、最小努力の法則等）を理解し、適切な調整行

動が行われるような建築や設備システムの設計法を確立する必要がある。また、ICT (Information and Communication Technology: 情報通信技術) を活用した次世代インターフェース開発も重要になる。

【解説】

1. 室内温熱環境に関する調査

2011年の夏には様々な節電対策が行われた。震災前には日本においてはこれ以上の省エネルギーは困難ではないかと一部ではいわれていた。しかし、東日本大震災後の対策により東京電力管内では2011年夏季に18%の節電が実現できた。その際、様々な対策が在室者の知的生産性、快適性や満足度に与える影響を調査することで、今後の省エネルギー対策への適切な処方箋を得ることができる。特に、室内温熱環境は、建築物衛生法の上限を超える28℃も許容して良いのではないかと議論が行われた。温度緩和されたオフィスの調査では27℃を超えると不満足者が増加し、知的生産性の低下が観察されている。一方、平常時の環境条件に関しては多くの研究があるが、震災時の避難場所や機能回復時の室内環境許容条件に関しては明確な知見は少ない。最低限許容される温熱環境に関する知見を収集する必要がある。ライフスタイルがエネルギー消費量に与える影響は大きい。同じ住宅や建築でも運用方法によりエネルギー消費量は異なる。東日本大震災を契機とした新しい節電型のワークスタイル、ライフスタイルや行動 (ビヘイビア) を本会が積極的に提案するとともにその影響についても研究を行う必要がある。

2-1. 建築・都市の照明手法と適切な運用方法の検討

オフィス照明の節電調査の結果、多く行われていた対策として、「間引き点灯」「スケジュール管理」「不在個所消灯」「昼光利用」「タスク照明利用」「照明器具更新」「調光制御」などがあった。特に「間引き点灯」を実施した場所では、結果として予想外に高い間引き割合が達成できた。間引き点灯が作り出した不均一な照度分布が不快を引き起こす事例もあったが、全体としては不均一さに対する許容範囲が広いことが示された。“これまでの設定照度は何だったのか” “どこまで照度を落とせるのか” というこれまでの照明分野の知見に対する疑問が呈せられた。また、「スケジュール管理」「不在個所消灯」「昼光利用」「タスク照明利用」などの節電対策は空間的不均一や時間的変動を許容することを前提としている。節電時に応急的に行われた間引き点灯をそのまま推奨することは難しいが、得られた知見を科学的に分析することにより新しい照明基準を提案することが大切である。また、昼光やこれまで避けられていた積極的に変動する不均一な照明を利用することで、より省エネルギーで快適な空間の形成を目指す必要がある。

計画停電によって交通信号も消えてしまうという事態が発生した。街路や駅といった都市を構成する公共施設の照明についても、大幅な消灯・減灯が実施されたが、無秩序な消灯は交通事故や犯罪の増加につながる危険性が高い。非常時にあっても、安全を確保するという都市照明の機能をきちんと考慮しながら、どのように選択的に消灯を進めるべきかを検討する必要がある。

2-2. 電力光束量を最小化する照明設計法の確立

照明には、安全で、まぶしくなく、陰気な印象をもたらさない光を提供するという役割があり、節電が極端にすぎると、これらの照明要件を確保できなくなる。

省電力を実現するためには発光効率 [lm/W] の高い光源の採用が望ましい。しかし、それだけでは不十分である。照度を高く設定しなくても質の高い照明空間を達成するような設計が行われることが本質である。それを客観的に評価するために、

例えば、照明設備が提供する電力光束量として、1 m²あたりに提供される光束量 [lm/m²] を用いることで、発光効率とは切り離して電力消費を評価することが可能となる。窓性能を含めた昼光の評価手法も確立する必要がある。また、LEDなどの新しい光源は波長分布が従来の照明と異なるため、新しい評価手法が必要となる。

3. 平常時と非常時における室内環境条件の検討

ここでは緊急性が高い必要換気量に関して述べることとする。「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」では、対象となる特定建築物の室内二酸化炭素濃度 (CO₂) の基準値を平常時には1,000 ppmと定めている。法制定された1970年の外気のCO₂濃度は約340 ppmであり、事務作業者のCO₂の呼出量を20 L/hと仮定すれば、最小必要換気量は約30 m³/h・人になる。しかし、現在では外気濃度が400ppmを軽く超えるようになり、平常時における換気指標としての二酸化炭素濃度基準の在り方を検討することが必要である。また、PM2.5問題などもあり外気に関して再考する必要がある。

一方、非常時においては、東日本大震災後に行われたいくつかの調査結果によると、気積の小さい仮設住宅などでの室内CO₂濃度が10,000 ppmを超えるケースがしばしばみられた。10,000 ppmを超えると、呼吸量の増加と血液中酸性バランスの慢性的な変化が認められ、健康影響を生じる。避難所や仮設住宅などの環境における最小必要換気量の確保が課題となっている。例えば、避難所では室内CO₂濃度が5,000 ppmを超えないようにするためには、一人1時間当たりの最小換気量を5 m³とする必要がある。また、非常時において必要とされる水、電力、エネルギーなどの原単位を整理しておく必要がある。

4. 次世代建築・設備機器インターフェース開発

新しい環境条件が適用され省エネルギー機器が導入されてもそれを制御するインターフェースが貧弱では機器性能を充分活用できない。昼光を最大限に利用できるような点灯方法が望ましい。1つのスイッチで広いオフィスの全ての照明が点灯するようであると省エネルギーは難しくなる。デスクワークに必要な照明は部屋入口ではなく、デスクで操作することが望ましい。消灯は出口において離れた位置のものも消灯可能とすると良い。複数人が共用する空間で、他者の存在が把握できないような場合には、消灯のためのセンサーやタイマーが有効である。

冷暖房においては、熱的中立状態から大幅に外れた室温に設定できないようにする。暑い外部からの入室時など、ユーザーが不快を感じ、万が一設定温度を大幅に下げたとしても、数分で元の設定に戻るようなものが考えられる。

調整の制約は必ずしも自己決定感を損なうものではないことから、やみくもに自由度を増やすのではなく、人々の認識や文化もふまえた上で適切な調整範囲を提供していく必要がある。今後は照明・空調などの制御にICTがさらに活用されるようになるであろう。従来のスイッチに加えてスマートフォンやタブレットの活用も考えられる。スマート化が利便性のみではなく、省エネルギーやピークカットを意識したものになることが望ましい。

原発② 省エネルギー設計

【行動】

エネルギー消費 (負荷) を最小化する建築 (断熱や日射制御、通風利用など自然環境への適切な対応) と再生可能エネルギーの積極的な利用

【背景】

今回の大震災を契機に、建築のエネルギーシステムを需要と

供給の両面から変革すべきであるとの議論がなされている。この変革のためにはさまざまな方策が考えられるが、建築に関しては、断熱化、日射遮蔽やパッシブ化を強く推進することが望まれる。また、可能な限りゼロ・エネルギー建築（ZEB:Zero Energy Building）化をめざすべきである。

【提言】

提言48 ゼロ・エネルギー建築/住宅（ZEB/ZEH）の定義やシステム化技術の確立

エネルギー負荷や消費を最小化する建築として、海外を含めてゼロ・エネルギー建築（ZEB）やゼロ・エネルギー住宅（ZEH）が注目され各国でその技術開発が進められている。また、復興まちづくりで今後建設される建築においてもその実現が最重要課題である。しかし、未だわが国ではゼロ・エネルギー建築/住宅（ZEB/ZEH）に関して国際的に通用する定義やシステム化技術が不十分であり、それらの確立を早急に進める必要がある。また、住宅分野ではスマートハウスが注目されているが、省エネルギー機器を中心とした電気情報分野の技術開発が先行しており、建築外皮・室内空間やライフスタイルを含めた、新しい住宅のあり方として提示する必要がある。

提言49 建築における断熱、日射遮蔽、自然換気等の利用技術の確立

建築のエネルギー負荷を最小化する主要技術が外皮性能の向上である。この技術には、断熱性の向上、適切な日射遮蔽、自然換気などがある。断熱に関しては、窓などの断熱性能の評価方法に関してもさらに研究が必要である。日射遮蔽に関しては、庇など建築形態を活用するデザイン手法の普及、自然換気に関しては、適切な利用が行われている事例調査や手法に関する研究が必要である。また、断熱、日射遮蔽、自然換気などが省エネルギーに与える影響のみではなく、健康性・快適性に与える影響に関しても調査を行う必要がある。

提言50 昼光照明技術の適切な運用・評価と昼光照明と協調した人工照明の設計・制御手法の確立

十分な電力供給に頼らずとも、安全性、最小限の作業性を確保する建築・都市の光環境を創造するためには、昼光照明の推進が有効である。直射日光による諸問題を緩和するための制御技術、昼光照明技術を開発するとともに、屋外の状況、空間の利用形態、在室者の行動特性に配慮した制御システムの選択と制御アルゴリズムが必要である。

提言51 再生可能エネルギーを最大限利用できる技術の検討

太陽電池、風車、地中熱、バイオマスなどの再生可能エネルギーを最大限利用できるようにするための技術が求められる。また、再生可能エネルギーの利用ポテンシャルは地域によって異なり、それが対投資効果に大きく影響する。そこで、個々の建築における最大利用ポテンシャルとその利用方法や留意事項などを世帯主や建築主に情報提供する方法を検討することも重要である。

提言52 非常時の機能継続を前提とした環境設備設計手法・技術の確立

これまでの建築設備設計では、平常時の室内環境の快適性や省エネルギー化や低炭素化などが設計目標であり、そのための技術が研究されてきた。しかし、今後は都市のエネルギーシステムの供給機能の低下や停止を前提とした設計が要求される。それには、建築設備に依存しない室内環境制御技術の研究、災害時の各種建築の業務継続要求レベルなどの調査研究が必要である。

【解説】

1. ゼロ・エネルギー建築/住宅（ZEB/ZEH）の定義や事例調査

本会を中心として建築関連17団体では、2009年12月に「建築関連分野の地球温暖化対策ビジョン、カーボン・ニュートラル化を目指して一建築関連分野の地球温暖化対策ビジョン2050」という提言を行っている。東日本大震災による原子力発電所事故、運転停止によりCO₂排出係数は悪化している。しかしながら、建築の低炭素化、省エネルギー化は揺るがず進めていく必要がある。欧米ではZEBを実現するための技術開発が盛んに進められるようになっている。特に米国再生可能エネルギー研究所（NREL）では、ZEBをA～Dの4カテゴリーに分類している。本会においても日本で今後実現されるZEB/ZEHに関して国際的に通用する定義やシステム技術の確立や整備が必要である。また、韓国、シンガポール、マレーシアなどのアジア諸国でもZEBの開発が開始されている。蒸暑地域の超省エネ建築を考えるうえでも、これらの事例を調査・収集して分析を行う必要がある。

2. 建築の外皮性能の向上技術や自然換気の適切利用技術の確立

太陽電池、蓄電池を建築に設置する前に必要なのは、外皮性能の向上である。これは、住宅においては断熱性・気密性の向上、適切な日射遮蔽を意味する。できる限りパッシブ化により自然エネルギーを利用する方法を考えるべきである。そのうえで使用する設備機器の高効率化を行う。2012年に行われた建築に関する省エネ評価手法の告示改正は今後の建築に大きな影響を与えるであろう。建築外皮の性能向上とともに冷暖房、換気、給湯、照明、昇降機などにより使用される一次エネルギー消費量基準で算定され2020年までに義務化される予定である。本会ではその先を行く建築がどのようになるかを考えていく必要がある。また、窓などの断熱性能の評価方法に関してもさらに研究が必要となる。一方、自然換気に関しては適切な利用が行われている事例調査や手法に関する研究が必要になる。冷房・暖房が必要となる期間を短くするという発想が重要である。省エネルギー基準改正時に建築外皮性能無用論が一部にあったが、今後節電によるOA機器、家電機器、照明電力などが削減されれば、オフィスでは冬季に暖房負荷が生じる頻度が高くなり、外皮性能はさらに重要になる。

3-1. 昼光照明技術の開発

電力供給に頼らない照明手法の最たるものは、昼光照明である。これまでも、昼光照明による省エネルギー効果については、シミュレーションでの検証、実験的環境における実証が数多く行われてきているが、震災後の節電対策として積極的な昼光利用を実施した場所はそれほど多くない。この要因として、直射日光の光源としての不安定さ（時刻・天候による量、光色の変動）、強い指向性により発生するグレア（まぶしさ）の問題などが挙げられる。オフィスビルでは、一度ブラインド等の直射日光遮蔽装置が下ろされてしまうと、窓面は常に遮蔽されることとなり、その結果、室全体で天井照明が常時点灯されるといった悪循環が生じている。直射日光による諸問題を緩和するための制御技術、昼光照明技術の開発とともに、それらが屋外の状況に応じて適切に計画・制御・運用されることが、昼光利用による省エネルギーには不可欠である。これは、省エネルギーの達成だけでなく、非常時の照明環境における最低要件の担保にもつながる。

空間の利用状況によっては、空間全体で均一な照明環境である必要は必ずしもない。また、昼夜問わず一定の照明環境は、人間の生体リズムの観点からも決して好ましいものではない。空間的・時間的に不均一であること、変動することが許容され

ような照明環境の評価体系が求められる。

3-2. 空間の利用形態、在室者の行動特性に配慮した制御システム・制御アルゴリズムの構築

昼光照明と連動して人工照明を自動制御することが一般的になりつつあるが、空間の利用特性に応じた制御手法の選択・運用がなされていない場合も多く、目標とする省エネルギー効果を発揮していない場合も多い。例えば、人の往来が頻繁なエリアで入室検知制御を適用した場合には、在室者が一定時間不在になったと判断されることなく、常時照明が点灯される、あるいは、明るさセンサーを用いて昼光の変動に応じた調光制御を行う場合には、照度変動が激しいと、出力を下げるタイミングを逸し、常時高出力のまま点灯されてしまうことがしばしばある。空間の利用形態、在室者の行動特性に配慮した制御システムの選択と制御アルゴリズムの構築が求められる。

4. 再生可能エネルギーの利用促進

建築への太陽電池、風車、地中熱、バイオマスの導入促進には、まずは太陽電池、地中熱利用のためのヒートポンプやバイオマス利用のためのボイラーなどにおいて、効率向上、安定利用と経済性向上につながる技術開発が重要である。また、最大限利用するには、建築の負荷（需要）に応じた利用範囲を拡大する技術の開発が求められる。特に、住宅でエネルギー消費の割合が大きい給湯での再生可能エネルギーの利用がどのようにすれば拡大できるかを研究することが重要である。HEMS（Home Energy Management System）やBEMS（Building Energy Management System）の活用を行うことで最大限の効果を得ることができる。

さらに再生可能エネルギーの導入の阻害要因の一つに、世帯主や建築主が利用技術や投資効果を十分に認識できていない状況がある。そこで、再生可能エネルギーの種類ごとの研究的知見の提供にとどまるだけでなく、それをもとに世帯主や建築主が簡易に建築における利用方法を認識でき、投資回収効果を判断できるガイドラインを作成・提供することが有効である。また、それには建築躯体との寿命の違いを考慮した設置方法やメンテナンス方法などの情報も重要な項目である。

5. 非常時も考慮した環境設備設計ガイドラインの作成

現在まで建築の設備設計では、平常時の室内環境の快適性や省エネルギー化や低炭素化などが設計目標であり、そのための技術が研究されてきた。しかし、今後はその供給機能自身のピーク容量の低減・効率化や供給機能の停止・低下を前提とした設計が要求される。そこで、平常時を考慮して確立されてきた環境設備設計に加えて、非常時を考慮した設計ガイドラインの作成が求められる。

非常時には、災害時の各種建築の業務継続要求レベルを確保するために、設備耐震の見直しとロバストな設備設計技術が必要となる。震災時の主要な被害項目である貯湯槽、受変電機器、室外機等の機器本体の耐震性能、吊りボルトの脱落、天井と設備機器の取り付け部分の相互の破損や落下などに対する対策のガイドライン化が必要である。

また、震災直後、業務継続が必須なエリアや負荷と、停止してもあまり支障がないエリアや負荷など、非常時の優先順を事前に分けて計画する。そして、それに基づき、非常用発電機の保安負荷への供給経路やテナント負荷への供給経路の確保、さらに非常用発電機や太陽光発電などエネルギーの自立度に応じた設備を計画することが重要である。

原発③ 都市の環境エネルギー計画

【行動】

エネルギー需要を低減する都市空間の計画手法、ならびにエネルギーの有効利用とエネルギーセキュリティの確保を可能とするエネルギー供給システムの計画手法等の確立

【背景】

東日本大震災により改めて建築や都市がエネルギー供給に依存していることを認識させられた。そのため、復興まちづくりや今後の都市づくりでは需要面と供給面からエネルギー問題に貢献できる都市環境計画および都市システム計画などの手法の確立が求められる。まずエネルギー需要の視点では、都市空間の集約型構造への転換によるエネルギー利用効率の向上を図ることや、建築レベルでのパッシブな計画やライフスタイルを成立させる基盤として、都市空間内の「風」「緑」「水」等の活用を前提とした計画手法の確立が必要となる。そして、平常時にはさらなる省エネ・省CO₂化やピーク消費量の低減が、災害時にライフライン機能が停止あるいは低下する非常時には建物機能継続（Building Function Continuity）が重要性を増している。そこで次に、エネルギー供給の視点では、都市内の再生可能エネルギーや未利用エネルギーを最大限活用するとともに、非常時には地域内で自立供給が可能なエネルギーシステムの計画手法とそのマネジメントシステムの構築が必要となる。

【提言】

提言53 都市のコンパクト化によるエネルギー需要低減効果の評価手法と計画シナリオの確立

震災前から、都市のコンパクト化が、エネルギー需要の低減と同時に、都市の維持管理の効率化、生活利便性の向上からも望ましいということが指摘されてきた。しかし、それらを総合的に考慮した、コンパクトな都市像（配置、密度等）は明示されていない。また、その都市像を実現するには長い年月を要する。そこで、都市のコンパクト化の効用を総合的に評価する手法を確立し、その評価に基づき都市像を検討するとともに、それに至る計画シナリオを提示することが必要である。

提言54 自然環境を活用する都市環境設計手法の確立

従来、数多くの実測調査により都市内の緑、水や風などの夏季の暑熱環境緩和効果が確認されてきたが、まだその知見が「自然の循環系を取り戻す」都市づくりという観点で、具体的計画に結実する段階には至っていない。実際に都市環境設計に活かすには、今後、さらなる調査データを蓄積し、計画・設計の観点から暑熱緩和効果を整理する必要がある。また、「風の道」による熱拡散効果を利用するには、建築形態や河川等のオープンスペースの配置が大きく影響するため、この点からも都市環境設計手法の確立が必要である。さらに、都市スケールおよび街区スケールでの施策の実現には長期間を要するため、より即効的な施策として、都市内の人が集まるあるいは利用する動線などを対象としたミクروسケールの「心地よい空間」の設計手法も確立する必要がある。

提言55 省エネ・省CO₂と事業継続計画（BCP）の効果を向上させる地域エネルギーシステム（共的装置）の計画・整備手法の確立

既存のエネルギーシステムは、都市設備（公的装置）と建築設備（私的装置）から構成されている。そのため、災害時に都市設備の機能が停止あるいは低下すると建築設備は十分に機能できなくなる。そこで、都市設備と建築設備の間に位置する地域設備（共的装置）を設け、両設備と連携するシステム構造への転換が求められる。地域設備の代表的システムが地域エネルギーシステムであり、その主たる役割は、都市設備と建築設備

からなるシステムよりも、平常時の省エネ・省CO₂効果と非常時の事業継続計画（BCP: Business Continuity Plan）の効果を上させることである。これには、地産エネルギーである各種再生可能エネルギーや未利用エネルギー活用、さらに分散型電源活用の促進が重要である。そして地域エネルギーシステムをまちづくりとともに普及させるための計画・整備手法の確立が必要である。

提言56 環境性・防災性を向上させるエリアエネルギーマネジメントシステムの確立

環境配慮型都市づくりや復興まちづくりにおいて、エネルギーを供給するシステムのみならず、エリアエネルギーマネジメントが注目されている。現在、住宅や建築個々でHEMS（Home Energy Management System）やBEMS（Building Energy Management System）を保有している。今後、これらを地域内でネットワーク連携し、平常時にはエネルギー消費量の見える化やそれに基づく省エネ制御や地域内のピーク消費量の抑制、また災害時には建築設備の被災状況や避難対応等の情報を速やかかつ正確に伝達し、地域内の機能継続の重要度が高い施設へのエネルギーを確保・供給する機能が重要となる。そこで、供給システム側と需要側を統括的にマネジメントし、地域全体のエネルギー利用率や環境負荷低減、非常時のエネルギーセキュリティ等の向上を図るマネジメントシステムの確立が必要である。

提言57 地方自治体における環境エネルギー計画の支援ツールの構築

建築環境分野と異なり、都市環境分野に関わる研究提言の主な受け取り手は地方自治体である。特に、地方都市が中心となる復興まちづくりにおいても地域のエネルギー効率の向上や再生可能エネルギーの導入が重点課題である。しかし、地方自治体における環境施策、エネルギー施策や防災施策などの関連部署はさまざまな部署に分かれているとともに、エネルギー施策の専門部署や担当者がほとんどいない。そこで、地方自治体の環境エネルギー計画を支援するツールが必要となる。

【解説】

1-1. 都市のコンパクト化の環境的評価手法の確立

拡散した市街地を、生活施設が集積する市街地中心部や鉄道駅周辺の生活圏に集約させる集約型都市構造は、自動車交通や道路・上下水道等のインフラを維持するためのエネルギー消費を低減する。しかし、それらを定量的に評価するための評価項目や評価手法には未だ統一されたものがない。また、それら以外にもエネルギー消費量低減に影響する都市計画要素があるが、それら要素も総合的かつ体系的に整理されていない。既往研究をベースに、都市のコンパクト化による環境的效果の評価手法の確立を行う必要がある。なお、エネルギー消費削減の観点から最適化したコンパクトな都市が、必ずしも人々の生活を豊かにするとは限らないため、生活利便性など生活者による居住環境評価の視点も考慮する必要がある。

1-2. 都市のコンパクト化プロセスのシナリオ評価の確立

都市のコンパクト化を実現するには、コンパクト化後の都市空間構造と現在の都市空間構造からコンパクトな都市空間構造へ至るまでのシナリオを描く必要がある。都市空間構造は、住宅や各種用途の建築の分布（配置）状況や空間密度等から規定される。したがって、都市計画基礎調査に基づく建物現況GIS（Geographic Information System: 地理情報システム）データを活用し、まずは都市空間構造の現況把握を実施したうえで、建築の分布や密度を考慮しながらコンパクト化後の都市空間構造

を決定する。これは一律なものではなく、各都市の地域特性によって異なるとともに、都市空間構造の転換には時間がかかる。そのため、都市空間構造の転換では、複数のシナリオを策定し、評価手法を活用しながらコンパクト化に至るまでの計画を提示する必要がある。

2-1. 都市環境計画における自然環境の設計指針の作成

自然環境を活用するうえで、その環境的效果の確認段階だけでは、実際の都市計画に適用することはできない。都市計画に適用できるようにするには、設計指針として提示できる必要がある。例えば、緑や水による暑熱環境緩和については、夜間の冷気生成に必要な緑地の最低規模や影響範囲、水系に関しては、水深や流れの程度による水温の違い等、影響範囲と程度を定量的に把握したうえで、設計指針化する必要がある。そのためには、さらなる実測データを蓄積し、その分析結果をもとに、良質な自然環境を都市の中にどのように配置すべきか等の設計手法と、それによってどの程度の効果が得られるのかを評価できる必要がある。また今後は、気象学や水文学、生態学などの他分野との連携が重要になる。

2-2. 都市空間の高密度化に対する環境設計手法の構築

都市空間の高密度化により街路空間の一部では熱拡散が阻害され、局所的に熱中症などの健康リスクが高まっているが、都市空間構造の工夫により、街区の換気効率や住宅地の通風阻害がどの程度改善されるかという知見は乏しい。つまり「都市空間の高密度化が熱環境の悪化を招いている」と漠然と語られるが、環境設計手法として使用できるような定量的知見はまだ不十分である。「風の道」という言葉が叫ばれて久しいにもかかわらず、具体的な施策として展開しない原因がそこにある。

建物群には、風を遮り、風通しを悪くするという側面がある一方で、地表付近の風の乱れを増大させ熱交換を促進するという作用もある。弱風時の上空風の誘導は、強風時にはビル風による風害につながる。これら、上空風の取り込みというプラス面と熱拡散の阻害やビル風というマイナス面を総合した高層化の評価が必要である。都市のコンパクト化は必然的に中心市街地の高密度化を伴う。都市のコンパクト化において環境的に許容される密度レベルを把握するという意味でも、このような検討は不可欠である。

2-3. 屋外アメニティ空間の創造手法とミクروسケールの設計手法の確立

これまで都市環境設計の分野では、暑熱環境緩和の一環として、屋上緑化や保水性舗装など、緑や水を利用した様々な対策手法の効果検証を行ってきた。これらは、どちらかという悪化した環境の改善という観点で行われてきたが、一連の研究で蓄積されてきた知見をもとに、屋外空間に積極的に快適環境を創造しようというプラス思考の「屋外アメニティ空間」研究が近年取り組まれるようになってきた。具体的には、様々な日射遮蔽手法や緑化、高反射塗料、微細水ミスト等々の単独あるいは組み合わせによってどこまで快適空間の創造ができるのかを検討する。例えば信号待ちする交差点の辻に木陰を創出する、あるいは歩道に連続的なパーゴラを作るなど、生活空間の熱ストレスを確実に低減できる手法は、アイデアと工夫で多様な展開の可能性を秘めている。

屋外アメニティ空間を創造するためには、屋外環境における快適性指標についてもさらなる検討が必要である。現在、頻用されているSET*（Standard New Effective Temperature: 標準新有効温度）や熱中症リスクに使用されるWBGT（Wet Bulb Globe Temperature: 湿球黒球温度）では、屋外の快適性評価という意味では不十分であり、特に屋外の暑熱環境で重要となる日射遮蔽と表面温度低下の効果を適切に評価できる新たな快適

性指標の考案が望まれる。このような検討は、市街地の人が集まる動線を局所的に快適空間として整備するミクروسケールでの設計手法の確立にも寄与する。

3-1. 地域特性に応じた再生可能エネルギーや未利用エネルギーの活用手順と最適分担比率の検討

復興まちづくりをはじめ、地域のエネルギーの有効利用を図るうえで、未利用エネルギーの活用や再生可能エネルギー活用（太陽光発電、太陽熱利用、バイオマスエネルギー等）を十分に行えるようなまちづくりが必要である。特に、ごみ焼却廃熱利用、工場廃熱利用、下水等の温度差エネルギー利用、河川水・海水等の温度差エネルギー利用では、これら未利用エネルギー源とそれを活用する地域との立地関係が重要である。そしてさらには、地域のエネルギー供給において、地域の需要特性を基に従来型エネルギー、再生可能エネルギー、未利用エネルギーの分担比率や活用手順を十分に検討する必要がある。また、整備計画を考えるうえで、未利用エネルギーである各種廃熱や熱源水の搬送を確保する必要があり、熱搬送技術のブレイクスルーや、熱搬送空間として期待される既存インフラ（例えば、地下鉄隧道など）の活用方法の検討も重要である。

3-2. エネルギーサービスの視点に立った多様なエネルギーシステムの構築

現在の地域エネルギーシステムは熱供給主体であるとともに、需要家との供給規定に基づき画一的な熱供給を行っている。需要家にとって重要なことは、熱供給が最終的にもたらすサービス（室内環境の快適性等）である。このサービスレベルの確保を基準に考えれば、熱供給のレベルを適宜変更することが可能になり、省エネ・省CO₂を図ることができる。今後は、地域エネルギーシステムを分散型電源や需要のコントロールを含めた多様なエネルギーシステムとして構築するとともに、需要家のサービスレベルに応じたエネルギー供給や、非常時のエネルギー供給の仕分けとそれに基づく需給調整サービスなど、エネルギーサービスの視点からシステムを構築することが必要である。

3-3. BCP型地域エネルギーシステムの構築

大震災以降、地域エネルギーシステムの機能として、省エネ・省CO₂のみならず、需要負荷のピーク抑制や非常時のエネルギー確保などが重視されている。わが国の地域エネルギーシステムは熱供給主体であるが、今後、非常時のBCP機能として電力供給機能が付加される場合は、平常時の節電（地域の電力負荷の平準化、ピーク負荷時間帯における負荷削減等）と災害時の防災用・保安用電力負荷に対する供給とが重要な役割として備わることが必要である。特に、災害時に機能を継続しなければならない建物が集積する地区、例えば庁舎や医療施設が集積する地区では、平常時のエネルギー効率の向上とともに、非常時には建物が必要な冷暖房・給湯用の熱や電力を供給する機能が要求される。

また、太陽光発電等の再生可能エネルギーを地域エネルギーシステムに組み込む場合は、再生可能エネルギーの供給は不安定であることから、年間を通じた供給変動やそれを前提とした地域エネルギーシステムの稼働を事前に把握・評価できるシステムシミュレーションが必要である。

3-4. 非常時の建築のエネルギー・水需要の調査分析および調査方法の確立

大震災では電気、ガス、上下水道等のライフライン機能が一定期間停止・低減することは避けられない。災害時と平常時の業務内容の変化を十分に把握しながら、災害時にも継続すべき重要業務とその機能レベルを定め、その機能を支える空間や設備機能との対応を明らかにしたうえで、地域のエネルギー・水

の需給計画を策定することが重要である。その計画を策定するうえで、各種建物用途ごとに、非常時にどのような機能を担うのか、その機能を維持・継続するために、どの建築設備がどの程度稼働する必要があるのか、エネルギー・水をどの程度（量と日数）確保する必要があるか等、備蓄（燃料、水）や適切な代替・代用手段（非常用発電機等）の計画条件を調査する必要がある。またその調査方法の確立も重要である。計画に即して各種必要負荷を積み上げるプロセスが必要であるほか、既築建物ではエネルギーや水の使用状況を平常時から計測により把握しておくことが有効である。例えば、BEMSの計量計測データを活用・分析することも有効な方法の一つである。

4-1. エリアエネルギーマネジメントにおけるデマンドレスポンス技術の構築

エリアエネルギーマネジメントは、地域エネルギーシステムをベースに、情報通信技術を活用し、需要家と一体となるエネルギーマネジメントにより、平常時にはエリア内負荷の平準化によるピーク負荷抑制、そして非常時にはエリア内建物に必要なエネルギーを配分供給する役割を担う。

このベースとなるのが、エリア内の建物のエネルギー消費量の計量計測データである。従来、計量計測データは、建物個々の管理内で閉じているが、それをネットワークでエリアマネジメントセンター等に集約する。そして、そのデータを集計し、現状のエネルギー消費状況を把握できるように加工され、ネットワークを通じて需要家に情報提供する。さらに、建物の個々の省エネや節電あるいは域内の電力負荷の平準化やピーク負荷の抑制のためには、エリアマネジメントセンター等から域内建物の設備等を遠隔制御する技術が必要となる。つまり建物管理がエリア内で開放されることになる。したがって今後、需要側（建築等）の情報セキュリティを確保しつつ、消費量データの見える化・集約化とそのデータ分析に基づく、需要側の設備の遠隔制御のあり方などデマンドレスポンス技術の研究が重要となる。また、非常時にネットワークで集約されるエリア内の各建築が継続すべき必要機能とその相対的な重要度の情報をもとに、優先順位を判断しながら非常時に域内で確保できる電力や熱などのエネルギーを配分し供給する、非常時のデマンドレスポンス技術の研究も重要である。

4-2. エリアエネルギーマネジメントのための地域の環境・災害情報提供ツールに関する調査研究

非常時のエリアマネジメントでは、エリア内の建築の機能継続を支援することのみならず、エリア内来訪者への避難・救援支援も重要な機能である。エリア内の建築などの被害状況や避難可能な場所、帰宅困難者の受入れ可能施設、食料や物資の購入可能場所など、滞在者が認知したい情報がある。しかし、これら情報は新聞やテレビなどの広域メディアから入手し難いものである。したがって、独自にエリア内の環境の変化・災害発生状況変化に関するセンシング、モニタリングの仕組みと情報発信、情報配信などのツール整備が必要となる。そして、こうした仕組みは、災害発生時のみに使うのでは有効に活用され難く、平常時から利用される状態になっていることも必要である。したがって、平常時から地域内のビル管理者や防災協議会等の災害時対応組織と連携する仕組みをハード、ソフト両面で構築することが必要である。そのためには、平常時にどのような情報を発信あるいは配信するかを研究する必要がある。例えば、局地的な豪雨、熱中症対策や屋外快適性の向上や、まちづくりの活動などとも関連づけることで街の活性化にもつながられる。また都市の屋外空間において、どのような場所での都市環境情報提供の拠点形成が効果的か、またどのような運用方法が適切なのかという点についての検討も必要である。

5-1. 地方自治体に対するエネルギーシステムガイドラインの作成と提示

建築設備は建物所有者の判断で計画・整備可能であるが、地域設備レベルであるエネルギーシステムは都市計画あるいは地区計画の一環として整備されるべきものである。しかし、わが国の地方自治体ではエネルギー施策を担う部署がないために、まちづくりと一体となったエネルギーシステムの整備が困難である。そして、復興まちづくりでも再生可能エネルギー活用をはじめ地域のエネルギーシステム計画の立案や提示が求められる。

そこで、地方自治体に対して、エネルギーシステムの整備に関わるガイドラインを作成し、提示することが有効である。基本的には、熱・電力負荷特性は、地区内の建物棟数、建物用途構成、建物規模等の空間特性によるため、システム整備を進めるべき地区の空間特性を提示することが必要である。また、未利用エネルギー源の情報やそれを利用可能な地区等の提示も有効である。

5-2. 地方自治体の環境計画や防災計画等を支援する空間情報ツールの開発

都市レベルの環境計画や防災計画では、広域にわたる様々な空間情報を活用しなければならないが、情報量が多いためこれらを総合的に把握することは難しい。また、地方自治体の各管轄部署において他部署間との情報共有ができていない場合がある。そこで、様々な空間情報を整備し、それらをオーバーレイ化するなどのツールを構築できれば、どの部署でも計画に関わる空間情報を総合的に認識でき、計画時の判断に役立つ。

空間情報のベースとして活用されるものに都市計画法第6条で規定される都市計画基礎調査がある。これは人口、産業、住宅、土地利用、建物、都市施設など都市の現状と都市化の動向等について広範囲なデータが収集されている。例えば、環境計画では、これらに地区の温度分布、風速・風向、日射量などの気候情報を付与した都市環境気候図（クリマアトラス）の作成がある。また、防災計画では、災害時の機能継続上の重要施設、避難広場・避難道路等、緑被地・オープンスペースなどを付与したものが考えられる。今後、これら総合的な空間情報の作成方法とその活用方法の研究が求められる。

原発④ 放射線対応策

【行動】

放射能汚染や原発施設の安全に関わる問題に対して建築分野が貢献できる内容の抽出とその手法に関する検討

【背景】

東京電力(株)福島第一原子力発電所事故の結果、大量の放射性物質が東北・関東地方を中心に拡散し、放射性物質による汚染が広がった。本会では、原子炉格納容器の遮蔽性能・気密保持性能・耐震性などの検討が進められてきたほか、医療施設や加速器などの建物における放射線遮蔽、石材ほかからのラドンなどの放射性物質による居住空間の汚染対策について取り組んできたが、このような広域に放射性物質が拡散し、既存の建築物外皮、建築物周囲、建設中の建築物、建築資材などが放射性物質により汚染されることを前提とした取組みはなかった。都市やその他の生活空間の復興の過程での建築物と放射性物質汚染についての課題は厳然として残っており、関連学会および行政機関と分野横断的な連携のうえで課題に対応していく必要がある。

【提言】

提言58 放射性物質汚染後の建築物の継続利用ガイドラインの作成

復興上の諸問題の解決に資するために、以下に示す7つの課

題、1) 広域、市町村、建物、建築部位別など異なるレベルでの汚染状況を体系化し、汚染部位を効率的に抽出する手法の提案、2) 建築材料への放射性物質（特にCs-137）の残存・濃縮に関わる化学・物理的相互作用の評価、3) 効率的な除染方法の開発、4) 除染後の放射性物質質量と被ばく線量増加リスクの評価手法の開発、5) 線量率評価の標準化と線量率から放射性物質質量を予測できる手法の開発、6) 医学的及び放射線生物学的知見に基づく、放射性物質を有する材料で構成された空間が人へ及ぼす影響の簡易な放射線安全評価手法の開発と継続利用判断に関するガイドライン作成、7) 除染後の高濃度放射性物質の隔離・処分に適する構造体の提案、などに取り組むことが必要である。

提言59 シビアアクシデント後の原子力発電所施設の安全性の確保

福島第一原子力発電所施設は廃炉までの期間の耐震安全性を確保する必要がある。シビアアクシデントで生ずる現象とそのシーケンスを理解したうえで、建築構造材料に及ぼす原子力発電所施設特有の影響を明らかにし、材料の変質を考慮した地震や津波に対する建屋・構造物の構造安全性を評価する手法を構築する必要がある。さらにこの評価に基づいて、福島第一原子力発電所における放射性物質の漏洩防止策を今後早急に検討しなければならない。

【解説】

1. 放射性物質汚染後の建築物の継続利用

東京電力(株)福島第一原子力発電所事故において、福島を中心に広範囲に放射性物質が漏洩・拡散した。これらは、降雨等に伴い、森林、畑、都市部へと沈着した。問題となる放射性物質は放出量と半減期の関係からCs-134とCs-137である。現在、事故を起こした原子炉からの放出は減少しており、また、環境中のCsは移動しにくい状態となっているが、放射性物質による汚染の影響は今も大きな問題となっている。広域、市町村レベル、個別の建物あるいは部位の汚染状況には、雨水の集まる部分や水平面で汚染が大きくなるなどの特徴的な傾向が見られており、汚染部位を特定し問題解決を図るためには汚染状況の体系化と汚染部位の抽出方法の提案が必要となる。線量率評価によって住環境上の問題と判断される部分については、除染の必要がある。現在、国主導のもと除染が実施されているが、さらに広範囲での除染が必要であると指摘されており、汚染部位の特定手法と効率的な除染手法の開発は急務である。

また、食品中の放射性物質濃度の測定には粉碎したサンプルを用いて計測するのが一般的であるのに対して、建築物については非破壊で放射性物質の濃度（量）の評価を実施するしかない点で建築材料中の放射線物質の評価・測定は難しい。建築材料と放射性物質の吸着に関わる物理・化学的挙動の解明とともに、これらを数値解析的に評価するシミュレーション手法の開発が必要となる。あわせて物質内の放射性物質に応じた空間線量率予測手法の開発も必要である。これらの予測手法に基づき得られた空間線量率と実測による線量率の比較を通じて内部の放射性物質の分布と量を推定することが可能となろう。この技術は、除染実施の可否、除染する範囲・深さの同定、今後の線量率増加シナリオの検討に役立つ。

標準化された線量率評価手法がなくてはならない。測定の方法、解析的検討手法、そこから得られる建築学的知見に基づく放射性物質に関わるリスクについてはガイドラインなどとして取りまとめることが必要である。

除染を実施したとしても、完全には放射性物質を取り除くことはできない。この場合、追加被ばく線量について医学的およ

び放射線生物学的知見を反映して評価する必要がある。これらの知見は、現在のところ専門家の手にゆだねられているが、個別建物すべてに適用可能な簡易なツールの開発が必要である。この技術は、汚染した建材やガレキの再利用において、他の材料と混合した場合の影響を評価したうえで利用を促すなど発展的な応用が期待できる。

一方、除染して取り除いた放射性物質は安全に隔離および処分をしなければならぬ。一例として、ゴミ焼却場から出る飛灰は多くの塩分を含むとともに、塩が乾燥環境を生じさせる。この場合、部材の長期的な乾燥による乾燥収縮ひび割れの発生、片側から受ける強く長期的な乾燥によるたわみの増大が懸念される。併せて、潮解性を有する塩を格納することによって、飽和塩溶液が鉄筋コンクリート部材に直接的に接するリスクも発生する。この塩は一般的な水溶液と異なり、化学ポテンシャルが低く、乾燥を生じさせつつ、コンクリート中を移動すると考えられ、極めて鉄筋腐食リスクが高い。以上のことを勘案した長期間の保管に対応した材料、構法、設計手法の検討は急務である。研究による基礎的基盤の拡大とともに、建築構造・材料学的知見によりこれらの問題についてガイドラインの作成等を通じて貢献する必要がある。

2. シビアアクシデント時および事後の原子力発電所施設の安全性

原子力発電所施設の耐震安全性は、廃炉が完全になされるまでの間は確保する必要がある。現在までは、シビアアクシデントを想定した建築物の損傷という点においては知見が十分に蓄積されてはこなかった。たとえば、福島1号機から4号機では、オペレーティングフロア以上の構造形式はいずれも異なり、水素爆発による破壊の様子や、使用済み核燃料保管プール等への影響も様々であった。事故および事故後にどのようなシナリオが生じうるかを想定したうえで、その知見を反映した性能評価手法の確立が必要となる。また、爆轟を受けた建材の損傷と性能評価など、廃炉までにおいて評価しなくてはならない構造性能についても、解明の必要がある。これを踏まえた補強方法の開発も必要である。

地震による変形に加え、核燃料デブリがペDESTALの底盤に落下し、高温環境が生じ、熱荷重が部材に作用した。さらに冷却のための海水投入は、塩化物イオンに加え、ナトリウムやカリウムを高温の状態でコンクリートに接触させたことになる。シビアアクシデント時のさまざまな現象が加わった部材について、鉄筋の腐食を含め、その変質を評価する知見は現在までになく、部材性能の検証は非常に難しく、これらの技術的基盤に資する研究を実施する必要がある。

また、原子炉圧力容器支持部材、配管支持部材については、事故時のシナリオを通常運転時の経年劣化・変化に加味し、原子炉支持部材の構造性能の評価手法を構築し、廃炉までの期間、構造物の安全性を確保する必要がある。

一例として、材料学的観点からは、通常運転時の中性子の照射影響、事故後の高温環境および海水投入によるアルカリイオンの浸入といった重畳現象が、想定されるシナリオとして挙げられる。

コンクリートなどイオン結合、共有結合を有する物質の耐放射線性については明らかでない部分が多い。岩石鉱物のように共有結合性物質の場合、エネルギーレベルが低くとも、エネルギーが沈着する過程で、熱とはならず、ひずみエネルギーとして蓄えられる場合があり、その場合、岩石鉱物の密度が低下する、あるいは鉱物がアモルファス化することが石英などの実験によって明らかになっている。こうした現象は、多数の研究がすでになされている金属結合とは大きく異なる点である。たとえば、金属結合では結合を切断可能な中性子エネルギーの下限

値が定まっており、それ以下のエネルギーを有する中性子の場合、影響がまったくないことが分かっている。しかし、共有結合性の場合、原子間結合を切断できないエネルギーであっても、ひずみエネルギーとして塑性変形が生じることが報告されている。さらにこうして密度低下が生じたシリカ質鉱物は、その密度がアルカリ骨材反応性に富むクリストバライトと同等であり、アルカリシリカ反応性が高まる可能性が指摘されている。今回の事故で、原子炉圧力容器支持部材において、こうした経年変化の影響のうにシビアアクシデント時のシナリオを加味した場合、通常であれば問題とならないであろう、アルカリ骨材反応の可能性が指摘されている。こういった一連の状況については、分野横断型のプロジェクトによって、シナリオを反映した構造性能評価を実施する必要がある。

現在も継続的に冷却水が注入されており、この冷却水の一部が外部に漏洩していることが懸念されている。構造物内の任意の部位における損傷の定量化と中長期的な損傷の拡大挙動の評価を踏まえ、冷却水の放射性物質の漏洩を防止するための具体的な手法を、関連する他学会との協働により早急に整備する必要がある。

継 承

継承① 記録

【行動】

被害調査記録、被害対策記録、被災地復興記録等の諸記録の作成

【背景】

本会を含む8学会により『東日本大震災合同調査報告書』の編集作業が鋭意進行中である。

継承② 記憶継承

【行動】

復旧・復興に関わる地域計画策定時に、記憶継承の観点を失わないための調査研究とそれに基づく助言

【背景】

東日本大震災では、津波によって三陸海岸沿いを中心に多くの地域が被害を受けた。被害の大きい地域では、ほとんどの建築物が失われただけでなく、復旧・復興のまちづくりにおいて、都市・集落の移転やその骨格・構造の根本的な見直しが必要な場合も多い。その結果、建築物や風景は、大きく変貌せざるを得ないが、健やかで豊かな生活の復興のためには、地域の歴史や文化の記憶を留め、それを継承することが必要である。これは、阪神・淡路大震災等の地震被害との大きな違いでもある。そのため、本会では、「東日本大震災復旧復興まちづくりのための提言」（2012年11月15日）において、「地区の多様性の維持」や「街並み景観の再生：都市の歴史とその記憶の重要性」を地域まちづくりの基本指針の柱にすべきことを示している。

【提言】

提言60 被災した都市・集落やその住文化等の把握

復旧・復興まちづくりで、地域の記憶を継承していくためには、新たに造る建築や都市・集落空間のなかに、残せるものを、再現できるものを、具体的に明らかにする必要がある。地域の記憶を形成していた資源は、歴史的建築物のようなハードから、地域のコミュニティのようなソフト、住宅の間取りやしつらえのような中間的なものまで、多様に存在する。復旧・復興まちづくりが進む地域でそれを明らかにするため、現地の実査に加え、既往の調査研究を参照した資源の現状把握や、文献史料や伝承の確認、ヒアリングの実施といった資源の情報を収集するための新たな調査研究が急務である。

提言61 地域の材料、構法、生産体制の重視

復旧・復興まちづくりで、地域の記憶を継承していくためには、新たに造る建築物に、地域の材料や構法を用いることが大切である。また、地域の技術者や技能者がそれを手掛けることも有効である。地域の材料、構法、生産体制について、既往の調査研究を参照することはもとより、その供給体制の整備や再構築に寄与する新たな調査研究が急務であり、その成果に基づいて地域の人的資源を活用する復旧・復興まちづくりが望まれる。

提言62 過去の災害の記憶に関する調査研究

今後、津波によって再び大きな被害を受けないためには、東日本大震災だけでなく、過去にさかのぼって、津波による被災状況を探り、その際の教訓といった過去の記憶も参考に必要性が指摘されている。過去の記憶に関する調査研究を進めることは、地域に記憶をよみがえらせることにも役立つ。復旧・復興まちづくりでは、地域の過去の記憶を改めて発掘し、それを活かしていく必要がある。

【解説】

1. 記憶を形成していた資源

本会では、建築歴史・意匠、建築計画、都市計画、農村計画の分野で、地域の記憶を形成する資源に関する調査研究の蓄積が、すでに多くある。例えば、建築歴史・意匠分野では、寺社建築、民家建築、近代建築等の地域の歴史的建築物に関する調査研究が、建築計画、都市計画、農村計画の各分野では、住宅での住まい方、地域のコミュニティ形成と住空間や街路空間の関係、地域の祭礼と都市・集落の空間構成との関係、漁村部の集落景観の特性といった事柄について調査研究が行われている。

一方、津波被害の大きい三陸海岸沿いを中心とする地域に限って言えば、既往の調査研究だけでは不十分で、わずかに残された資源の把握や過去の津波被害への対策などの新たな調査研究を進める必要がある。

2. 地域の材料、構法、生産体制

地域の材料、構法、生産体制の調査研究についても、本会では、建築歴史・意匠、建築計画、建築社会システム分野で多くの蓄積がある。岩手県陸前高田市周辺地域における気仙大工の活動に関する調査研究はその代表的なものである。

災害後の復旧・復興まちづくりにおいて、地域の材料、構法、生産体制を活かした事例として、新潟県中越地震後の長岡市山古志、石川県能登半島地震の輪島市などがある。東日本大震災後の復旧・復興まちづくりにおいては、それらの先例から学ぶと同時に、被災地に適した復旧・復興の進め方について、調査研究を深化させる必要がある。また、宮城県石巻市雄勝町の天然スレートのように、震災を機に存続が危ぶまれている地域の建材もあり、産業の持続につながる調査研究も必要である。

3. 過去の災害の記憶

過去の災害の記憶を探る調査研究は、本会では、建築防災の分野で進められていたが、東日本大震災を契機に、建築歴史・意匠、都市計画の分野でも、都市・集落史研究のなかで取り組みが行われ始めている。その成果は、会誌『建築雑誌』に掲載されている。そうした調査研究を、被災地だけでなく、他地域においても進めていく必要がある。

継承③ 歴史継承

【行動】

被災した歴史的建築物を継承するための調査研究とそれに基

づく助言

【背景】

阪神・淡路大震災後からたびたび指摘されているように、被災した歴史的建築物は、被害程度が大きくなり復旧が可能であるにもかかわらず、取り壊されてしまう場合が多い。その破壊を防ぐため、本会では建築歴史・意匠委員会を中心に活動を続けている。活動の経験を通じて、速やかに被害状況を把握し、早期に学術的な立場から復旧・補強改修の方法や公的支援の有無等について所有者等にアドバイスすることが、有効なことが判明している。

東日本大震災においても、歴史的建築物が多数被災したため、本会は建築歴史・意匠委員会の下に災害特別調査研究WGを2011年4月に立ち上げ、被害状況の把握と所有者等にアドバイスを行うことに努めてきた。これは阪神・淡路大震災の教訓を踏まえた成果である。とはいえ、東日本大震災では、津波による被害に加え、被災したものが東北から関東まで広域に存在するなど、これまでにない事態も生じている。そのため、新たな調査研究と被害状況の把握と所有者等へのアドバイスが現在も必要とされている。

【提言】

提言63 地域における歴史的建築物のリスト化の促進

地域に歴史的建築物の所在リストがあると、被害状況の把握が行いやすい。東日本大震災でも、リストの有無で被害状況の把握に大きな地域差が生じた。地域におけるリスト化やその充実を図るため、各地の歴史的建築物の調査研究を一層進める必要がある。また、このようなリストを行政と共有化することが望まれる。

提言64 地域における専門家の育成

被害状況の把握や所有者等へのアドバイスには、多数の専門家の協力が必要になる。それを行う専門家には、歴史的建築物の価値の所在とその構法・構造や弱点等を適切に把握できる能力が要求される。従来から指摘されていた伝統構法に精通した技能者の不足に加え、東日本大震災では、伝統構法の本造建築やレンガ造・石造の建築について、専門的知識を持つ会員や技術者が不足していることが判明した。今後、本会は、日本建築士会連合会、日本建築家協会等の関係団体と協力し、歴史的建築物に精通した専門家を育成する必要がある。

提言65 歴史的建築物の補強・改良方法の開発

被災した歴史的建築物を継承するためには、補強や改良をしなければならないことも多い。また、災害による被害を最小にとどめるには、日常から補強や改良に勤しんでおくことも望まれる。とはいえ、補強や改良が簡便で安価でなければ、所有者等の負担が大きくなってしまい、多くの歴史的建築物を継承することは困難である。そのため、補強や改良を簡便で安価にできる方法を開発するための調査研究は不可欠である。

提言66 歴史的建築物に対する公的支援のあり方の検討

被災調査を行った歴史的建築物のなかには、公費助成による解体で失われたものも存在する。一方、茨城県や群馬県桐生市のように、地方公共団体が独自に公的な助成制度を設けたことで、継承が可能になったものも少なくない。今後は、歴史的建築物が公費助成による解体を免れるよう、継承することが少しでも有利になる公的支援が望まれる。そうした公的支援を実現するための法制度や措置に関する調査研究が必要である。同時に、平常時における補強や改良に対する公的支援の充実が、歴史的建築物の継承に有効であることも、行政に訴え続ける必要がある。

提言67 歴史的建築物の救済活動の早期開始

早期に被害状況を把握し所有者等にアドバイスを行った歴史的建築物については、所有者等が取り壊す予定を変更し、保存したのもあった。そうした事例を増やすには、状況把握やアドバイスを早期に行える体制を日常から整備しておくことが望まれる。そのためには、専門家の育成とあわせて体制の整備についても、関係団体と協議しておくことが必要である。

現在、本会では、研究を目的とする現地調査については、被災地に対する配慮から、一定の期間制限を設けている。しかしながら、歴史的建築物の被害状況の把握調査は、その後の保存に役立てることをめざすものであり、単なる研究目的とは異なる。被災地への配慮は必要だが、本会の活動が早期に開始できる仕組み作りも必要である。

【解説】

1. 歴史的建築物リスト

本会では、2003年に建築歴史・意匠委員会の下に歴史的建築物リスト整備活用小委員会を置き、リスト化とリストの公開を促進する活動を行っている。また、リスト化を助ける国の制度として、阪神・淡路大震災の後の1996年に登録有形文化財の制度がスタートしている。東日本大震災においても、登録有形文化財の登録が進んでいる地域（例えば、群馬県桐生市、茨城県桜川市真壁町）では、被害状況の把握が早期に行われ、それが公的支援の実現（提言66）へと結びついている。建築歴史・意匠委員会では、登録制度の発足にあたって提言をまとめたほか、研究協議会等で現状や課題を逐次調査研究し、制度の運用や今後の課題について検討を行っているが、それを継続させる必要がある。

2. 文化財ドクター派遣事業

本会の建築歴史・意匠委員会の下に災害特別調査研究WGでは、被害状況の把握と所有者等へのアドバイスの活動を促進するため、2011年9月に文化庁から東日本大震災被災文化財建造物復旧支援事業（文化財ドクター派遣事業）を受託し、2012年3月まで事業を行い、報告書をまとめた。同事業では、所有者等に実務上の助言も必要なことから、日本建築家協会、日本建築士会連合会の協力を得た。同事業は、2012年度も文化財保護芸術研究助成財団の助成を得て、継続して進められた。2012年度は、実務上の助言を中心としたため、日本建築家協会が中心になり、本会と日本建築士会連合会が協力する形をとった。2013年度も同事業は継続している。

今後の災害を想定すると、文化財ドクターとなる地域の専門家の育成（提言64）が不可欠で、その派遣が円滑に進む体制を整えておく必要がある（提言67）。その実現には、派遣のための公的支援（提言66）も望まれる。また、東日本大震災では建築歴史・意匠委員会の会員が中心になって活動を行ったが、復旧に向けた助言には、構造、材料施工等、様々な専門分野の会員が協力する体制が望まれる。

3. 地域専門家（ヘリテージマネージャー）育成

阪神・淡路大震災の後、兵庫県では県の教育委員会と建築士会が協力し、2001年に文化財保護に関する専門的知識を持った専門家（ヘリテージマネージャー）の育成を開始した。その後、兵庫県に於いて、各県の建築士会や各地の団体が、類似の講習を開始している。日本建築士会連合会では、取り組みを開始した建築士会が増加したことともない、2012年7月「歴史的建造物の保全活用に係る専門家（ヘリテージマネージャー）育成・活用のためのガイドライン」を定めた。現在、各地の講習では、本会会員の専門家が講師として協力している。また、本

会の災害特別調査研究WGと文化遺産災害対策小委員会の有志は、日本建築士会連合会に協力し、「被災歴史的建造物の調査・復旧方法の対応マニュアル」を作成、それをを用いた講習会を、九州各県の建築士会をモデルに開催した（2012年度国土交通省「歴史的風致維持向上推進等調査」事業による）。

被災地では、専門家育成の取り組みが進んでおらず、現時点では他地域の専門家が協力せざるを得ない状況である。そのため、文化財ドクター派遣事業をはじめ、専門家の派遣が可能な仕組み作りとその継続が必要である。

4. 伝統構法の木造建築の性能に関する研究

阪神・淡路大震災後、国は文化財の耐震補強のための調査研究を開始し、1999年に「重要文化財（建造物）耐震診断指針」（2012年改訂）を示した。それにより、国宝・重要文化財の建築物は、大規模な改修を行う際に、耐震補強が適宜施されている。また、国土交通省でも、伝統構法の木造を建築基準法に位置づけるため、実大実験を含む調査研究を進めている。そうした背景もあって、近年、伝統構法の木造建築の耐震性能に関する調査研究が進んでいる。一方、耐火性能についても、京都の町家の保存の必要性等から調査研究が進められている。多くの歴史的建築物を継承するには、耐震や耐火をはじめ、伝統構法の木造建築の様々な性能に関して調査研究を一層進める必要がある。

5. 伝統構法に関わる技能者の育成

伝統構法の木造建築について、阪神・淡路大震災以降の各地の地震で最も目立つ被害は、瓦（特に棟積部分）と土壁・漆喰壁の破損である。そのなかで東日本大震災では、復旧が遅れ、被害程度が小さいにもかかわらず取り壊されたものが多いことが特徴となっている。復旧が遅れた原因のひとつは、地域における瓦職人や左官職人の減少と、職人の高齢化、若い職人の不足である。職人の減少と不足は、早期の復旧を困難にさせているだけでなく、復旧費用や日常の維持管理費用の高額化をもたらし、それも破壊につながっている。そのため、簡便で安価な補強・改良工法の開発に加え、地域において伝統構法に精通した職人をいかに養成確保していくかが今後の大きな課題といえる。

6. 被災度判定と歴史的建築物

現在の木造建築に対する公的な被災度判定は、現代の構造・構法を念頭に作成されているので、伝統構法の木造建築にあてはめると、復旧が十分に可能なものでも、大破と判定されてしまうことが指摘されている。そのため、歴史的建築物の被害状況の把握と所有者等へのアドバイスは、公的な被災度判定の前に実施することが必要である。また、将来的には、伝統構法の建築に適した被災度判定や復旧マニュアルの作成が望まれる。なお、応急危険度判定を被災度判定と誤認している場合も多く、それが歴史的建築物の破壊につながっていることもある。そのため、応急危険度判定の趣旨の周知を改めて図る必要がある。

7. 歴史的建築物の再建築

津波被災地では、歴史的建築物が失われただけでなく、残されたものについても、そのまま残すことは困難な場合も多い。通常、歴史的建築物の移築や、歴史的建築物の再建築は、歴史的価値を低下させるものとして学術的には評価されるが、津波被災地においては、移築や再建築の手法も評価していくことが必要である。