

第4章 地震時の問題の解決方策の検討

第1節 地震時の問題から技術へのニーズまでの検討

1 地震時の問題を解決する技術の検討の流れ

19個の地震時の問題の解決に向けた関係技術・分野を選定するため、消防機関が技術に何を求めるか（ニーズ）を定める必要がある。検討の流れを図4-1-1に示す。

なお、検討は有識者とのワークショップ形式で進めた。

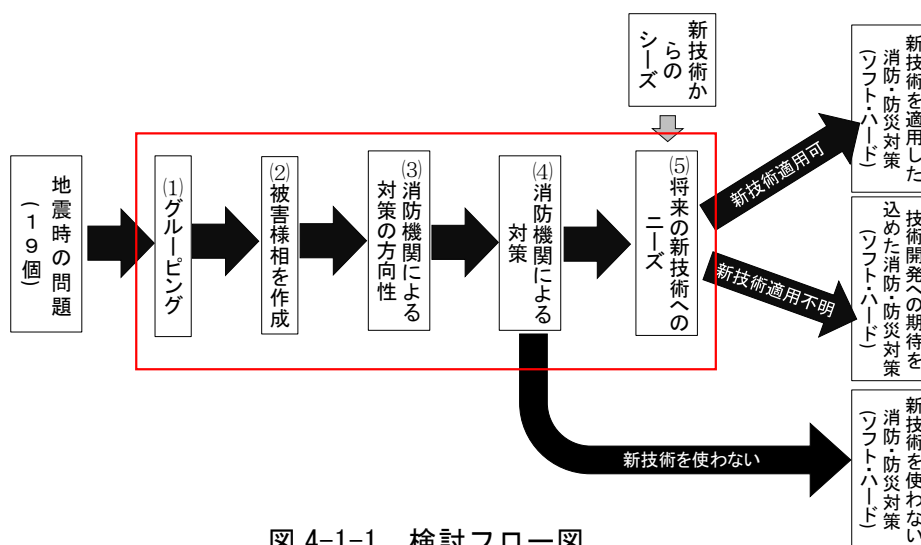


図 4-1-1 検討フロー図

(1) グルーピング

19個の地震時の問題をタイミングや主体といった潜在的な性質でまとめ、グルーピングした。

(2) 被害様相の作成

取るべき対策の焦点を絞るため、地震時の問題から想起される場面・被害の現れ方・状況といったイメージの統一を図った。

(3) 消防機関による対策の方向性

被害様相に対して、被害が起きないようにする、最小限にする、対応する側の負担を軽減する、といった視点から対策の方向性を検討した。

(4) 消防機関による対策

対策の方向性から具体的な対策を検討した。対策の中でも、消防が主体的に取り組む対策、消防が他の組織や都民の支援として取り組む対策、消防が他の組織や都民と連携して取り組む対策に分け、主体を区別した。

(5) 対策を行うための新技术へのニーズ

対策を効果的・効率的に行う為に使用する（したい）新技术を検討した。

2 グループینگ

19 個の地震時の問題を 5 つのグループに分け、11 のカテゴリに分類した。
以下に各グループの概要を、図 4-1-2 にグループینگを示す。

グループینگ概要

グループ 1 : 「地震直後に被害として顕在化する問題」

高層建物、老朽建物、新エネルギー施設が増加することによって、被害が大きくなることを表している。そのうち、「建物高層階の被害増加（略称：建物高層階）」、「市街地延焼リスクの残存と共同住宅の老朽化（略称：延焼・倒壊）」、「普及する新エネルギーへの対応（略称：新エネルギー）」の 3 つのカテゴリから構成される。

グループ 2 : 「防災対策の主体に関する問題」

高齢者や共働き世帯の増加、自治体の防災職員の減少から自助力、共助力、公助力の低下を表している。そのうち、「自助力の低下と要救助者の増加（略称：自助）」、「共助力の低下による被害の拡大（略称：共助）」、「行政機関における災害対応力の低下（略称：公助）」の 3 つのカテゴリに区分した。

グループ 3 : 「地震後に発生する問題」

高層マンションのインフラ設備の破損や負傷者の災害拠点病院への集中といった、地震発生後から長期間に影響が出る事案を表している。そのうち「高層建物の機能停止（略称：高層建物）」、「傷病者の増加と搬送先医療機関不足による搬送負担の増加（略称：医療機関不足）」の 2 つのカテゴリに区分した。

グループ 4 : 「災害対応時に影響する問題」

通信技術の発展に伴い、通信依存度が高くなった社会において、通信インフラが途絶した場合の影響を表している。そのうち「通信インフラの途絶による対応負担の増加（略称：通信インフラ）」の 1 つのカテゴリに区分けした。

グループ 5 : 「地震被害を増大させる問題（複合災害）」

大雨の日や猛暑日の増加により、大規模地震が発生した後の対応中（避難生活含む）において豪雨や酷暑が重なりやすくなることを表している。そのうち「豪雨」、「酷暑」のという 2 つのカテゴリに区分けした。

グループ1
地震直後に被害として
顕在化する問題

・長期地震動による人的・物的被害が多く発生する。	・長期地震動による人的・物的被害が多く発生する。
・細区部を中心に超高層マンションの建設が継続するなど、高層マンションの居住者数の増加は継続する。今後さらに高層階の居住者数は増加する。	・細区部を中心に超高層マンションの建設が継続するなど、高層マンションの居住者数の増加は継続する。今後さらに高層階の居住者数は増加する。
・高層マンションの居住者が増えることにより、火活動や救助活動が増加する。特に地震時は高層階地帯の避難が困難で、多数の死者が発生する。	・高層マンションの居住者が増えることにより、火活動や救助活動が増加する。特に地震時は高層階地帯の避難が困難で、多数の死者が発生する。

延焼・倒壊	共同住宅への居住率が今後、急遽に増加する。	老朽化した共同住宅において、経年劣化による防火性能の低下や消防設備機能の低下や消防設備機能の不具合が発生し、火災が延焼拡大するリスクが増加する。
2	共同住宅への建て替えが進み、今後、老朽建築物が減少する可能性がある。	木造住宅密集地域の解消までには至らず、建築物の倒壊・火災による延焼危険の高い地域が残存する。
0		

新エネルギー

グループ2

単独世帯率は2040年まで増加を続け、特に高齢世帯の増加が顕著となる。	単独世帯（特に高齢単独世帯）の増加により、家庭内での地震時の対応等、世帯単位での自助力の低下が発生する。
高齢者人口は都道府県で増加し、介護、医療の需要増加をもたらす。	高齢者人口の増加に伴い、要配慮者も増加する。
地域包括ケアシステムが実現した場合、在宅医療の患者が増加する。	在宅医療を選択する人が増え、地震時に障害者の影響で在宅医療機器が使用できず、支援や救護を要する対象者が増加、かつ地域に分散して居住している。
特別養護老人ホームの需要が増える一方で、介護職員数の供給が間に合わない。今後、在宅生活が困難である高齢者も増加する。特別養護老人ホーム等が受け入れられなために自宅等で生活する高齢者が増加する。	地域に居住する要介護認定者が増加する中、地震時の生活環境の悪化に対応できず、体調不良や災害避難死が増加する。

グループ3 地震後に発生する問題

停電や断水、エレベーターの停止等により高層マンションでは生活できない人が多数発生する。

9

郡区都を中心に超高層マンションの建設が継続するなど、高層マンションの居住者数の増加は継続する。今後さらに高層階の居住者数は増加する。

高層建築物

医療機関不足	4	4	医療機関の受療患者数が増加しており、特に一般診療所を受療する人の増加傾向が強い。施設数は、都内での病院数にほとんど変化がない一方、一般診療所が地震時に小規模な診療所が開設できず、地震による負傷者と平時からの受療者が災害拠点病院に集中する。
--------	---	---	---

グループ2 防災対策の主体に関する問題

2040年には2020年と比較し、人口の総数は減少する。その内訳として、高齢者人口は増加、年少人口・生産年齢人口はともに減少する。地域では、特に多摩地区での人口の減少が大きい。	年少人口・生産年齢人口の減少により、地域における共助の担い手が減少する。
1 1	
前期高齢者の就業増や若年労働者の増加に伴い、働き世代が増加している者が中心（特に昼間）となり、比較的活動に動ける人が減少するため、現在よりも共助力の低下が発生する。	前期高齢者の就業増や若年労働者の増加に伴い、働き世代が増加している者が中心（特に昼間）となり、比較的活動に動ける人が減少するため、現在よりも共助力の低下が発生する。
1 2	
自治会・町会の加入率は減少し、高齢化が進んでいる。商店街は減少している。	地域コミュニティの縮減によって地域のつながりが薄れ、共助力の低下した（共助体制が取れていない）地域が増加する。
1 4	

グループ５ 地震被害を増大させる問題（複合災害）

5	猛暑日の増加や大雨の日数が増加する等、今後、異常気象によって生活に影響が出る可能性がある。	地震による堤防の破壊と豪雨のタイミングが重なるなど、複合災害の危険性が高まる。	震災時に津波が重なる可能性が高くなり、対応や復旧が困難になる。
6	猛暑日の増加や大雨の日数が増加する等、今後、異常気象によって生活に影響が出る可能性がある。		
5	猛暑日の増加や大雨の日数が増加する等、今後、異常気象によって生活に影響が出る可能性がある。		
8	猛暑日の増加や大雨の日数が増加する等、今後、異常気象によって生活に影響が出る可能性がある。		

猛暑日の増加や大雨 の日の増加する等、 今後、異常気象に よって生活に影響が 出る可能性がある。	5 7	震災時に盛夏が重なる ことで被災地での生活 や対応（住民、行政と もに）が過酷になる。
--	--------	--

図 4-1-2 地震時の問題のグループピング

3 地震時の問題から技術へのニーズまでの検討結果

グルーピングした地震時の問題のカテゴリ毎に、技術へのニーズまでの検討を行った。なお、検討結果は表 4-1-1 に示す形式でまとめる。

表 4-1-1 検討結果まとめの形式

区分	将来社会像	地震時の問題	被害様相	消防機関による対策の方向性	消防機関による対策	対策を行うための技術へのニーズ
11個のカテゴリ名	各種将来推計の文献等から将来社会像を設定	将来社会像から想起した、大規模地震時発生の際に起きる問題を記載	地震時の問題から想起される姿、具体的な被害の現れ方を表現した。 青字で要約を記載	被害様相に対して、消防機関が取るべき対策の方向性を記載した。 方向性が同一ものを、対策の方向性をグルーピングした。	対策の方向性のグルーピング毎に、該当する具体的な対策方法を検討した。(識別するため番号を付与) 下線は技術へのニーズに反映されたもの。 文末の記号の凡例 ○:消防機関が主体的に取り組むべき対策 △:消防機関以外(住民、他機関)が主体的に取り組む、消防機関は支援的に取り組む対策 ☆:消防機関とそれ以外の機関、住民が連携して取り組む対策	対策方法(大番号と小番号で表現)を効果的、効率的に実行するために、必要な技術を記載。 ・【 】は事務局等が想起した、技術の分野名を記載。

(1) グループ 1:建物高層階(表 4-1-2)

表 4-1-2 建物高層階 技術へのニーズまで詳細

区分	番号	将来社会像	地震時の問題	被害様相	消防機関による対策の方向性	消防機関による対策	対策を行うための技術へのニーズ
建物高層階	8	都区部を中心に超高層マンションの建設が継続するなど、高層マンションの居住者数の増加は継続する。今後さらに高層階の居住者数は増加する。	長周期地震動による人的・物的被害が多く発生する。	都区部を中心に高層マンションの建設が継続、居住者が増加した結果、ゆれ(長周期)に起因する室内被害やエレベーターの停止による負傷者・要救助者の発生、防火設備・消防用設備の破損等による火災の延焼拡大が発生する。	・建物高層階での被害軽減策 ・防火性能、消防用設備の維持、整備 ⇒事前の被害軽減策の強化 ・集合住宅での防災組織の構築 ・高層階からの避難対策 ⇒住民への普及対策の強化 ・消防活動の負担軽減 ・マンション関係者と消防機関の連携・事前取り決め ⇒消防活動の効率化	1. 事前の被害軽減策の強化 ① 高層マンションにおける人的・物的被害シナリオの整理(高層、中層、低層別整理など):△ ② 高層階での実効性のある家具転倒対策(揺れの特性別など対象を明確にした):△ ③ 地震時の防火性能、消防用設備の機能維持:△ ④ 地震時の出火可能性を小さくするためのライフスタイル啓発:○ 2. 住民への普及対策の強化 ① 共助による消防用設備等を使用した消火活動の指導:○ ② 高層マンションにおける地震時の被害シナリオ周知:○ ③ 地震時における対応行動マイタイムライン:△ ④ 初期消火や応急処置等、住民による自助、共助力の強化:△ ⑤ 住民主導の避難、避難支援の仕組みづくり:△ 3. 消防活動の効率化 ① 軽量の資機材の導入:○ ② 高層階での消火に使う水、水に代わる消火剤等の確保:△ ③ ELEV等、停電で使えない設備を消防活動に使うための外部電源装置 + 建物側の入力装置:△ ④ マンション高層階の状況把握:△ ⑤ 消防隊等の高層階と地上との移動対策:○ ⑥ 消防活動の優先づけによる活動の効率化(トリアージ):○	1-① A. シナリオ整理のためのシミュレーション技術【シミュレーション】 1-② B. 長周期地震動でも外れない強固かつ壁を傷つけない固定方法【接着技術、マテリアル】 1-③ C. 長周期地震動でも壊れない防火設備、消防用設備の開発(例:揺れでも壊れないセンサ、配管、窓など)【マテリアル、制振・耐震技術】 D. センサ、IoTを活用した防火性能、消防設備の被害把握技術【センサー、IoT、画像処理、予測】 1-③、2-④、3-② E. 水の備蓄に関する新技術(屋上階や中層階に水槽設置【マテリアル】 1-④ F. 出火危険のヒヤリハットを疑似体験する技術【xR(AR, VR等)】 2-① G. 建物内をVR等により再現したリアリティのある訓練【xR(AR, VR等)、シミュレーション】 2-③⑤ H. 被災時に活用できる行動ナビゲーション機能【通信、測位技術、音声認識、自然言語処理】 2-③④⑤ I. より高度化されたMMORPGのような体験環境【xR(MR等)】 2-④ J. 教育・指導時に活用できるトレスししやすい立体的映像【xR(AR, VR等)】 2-⑤ K. 災害時のみ在宅状況を把握できる技術【センサー、セキュリティ、通信】 3-①②⑤ L. 地上から高層階の移動の負担を減らすための、軽量の資機材(消火能力、防火性能、耐久性等の現行の能力は維持)【マテリアル】 3-④⑥ M. 地上からでも、マンション高層階の様子を把握できるシステムや装備【センサー、カメラ、通信、ドローン、画像認識】 3-⑤ N. エレベーター停止時において、消防隊が隊員や資機材を高層階に容易に移動できる技術【ドローン、空とぶクルマ、ロボット、パワードスーツ】 O. エレベーター停止時において、消防隊が要救助者を高層階から安全に搬送できる技術【ドローン、空とぶクルマ、ロボット、パワードスーツ】
	10	都区部を中心に超高層マンションの建設が継続するなど、高層マンションの居住者数の増加は継続する。今後さらに高層階の居住者数は増加する。	高層マンションにおける消火活動や救助活動が増加する。特に地震時は長周期地震動などの影響で、多数、発生する。	⇒建物高層階での人的(物的)被害の増加、消防活動の困難、対応できない事案が多発			

ア 被害様相

高層建物の増加に伴い、地震時には高層マンションを中心に建物高層階での揺れに起因する人的・物的被害が増加する。エレベーターの停止による閉じ込めや、防火設備等の損傷による延焼拡大が起こり、高層階へのアクセス困難から住民の避難や消防隊の消防活動の困難化が考えられる。

イ 消防機関による対策の方向性及び対策

(ア) 事前の被害軽減策の強化

高層建物の関係者(居住者や管理会社等)に対して、いかに被害の軽減策を事前に実施してもらうかが重要である。高層階における地震時の

被害シナリオを整理することや、より対象を明確にした家具転対策を行うこと、消防用設備等が地震の揺れでも破損しないよう維持管理を推進することといった、消防機関による啓発や指導で建物関係者を誘導していくことが必要である。

(イ) 住民への普及対策の強化

ソフト対策の推進によって、高層建物等の関係者（居住者、管理者等）だけで地震時の対応が可能となるよう、対応力を強化しなければならない。消火・応急救護・避難の指導、地震時の被害シナリオ周知、対応行動のタイムラインを普及させるなど、消防機関として高層建物の関係者の対応力の強化が図られるような啓発や指導の推進が必要である。

(ロ) 消防活動の効率化

消防活動において地上から高層階へのアクセスの負担軽減を図るべく、資器材の軽量化や高層階の活動用に事前に消火用水や電源等を確保する（してもらう）ことが望まれる。増加する高層建物において限られた消防力で効率的に対応するには、災害状況を早期に把握する情報収集能力等も必要である。

ウ 対策を行うための技術へのニーズ

事前の被害軽減策の強化では、地震時にも建物の安全性や機能を確保するためのマテリアル分野への技術へのニーズが多く挙がった。

住民への普及対策の強化は、xR（AR、VR 等）といった訓練や被害シナリオの理解や、臨場感を高めるための技術が挙がった。

消防活動の効率化は、高層階へのアクセスの負担軽減と状況把握を容易にするため、通信技術の活用、ドローンやセンサー、身体的負担を軽減するためのドローンやロボット等にニーズが集まった。（図 4-1-3）

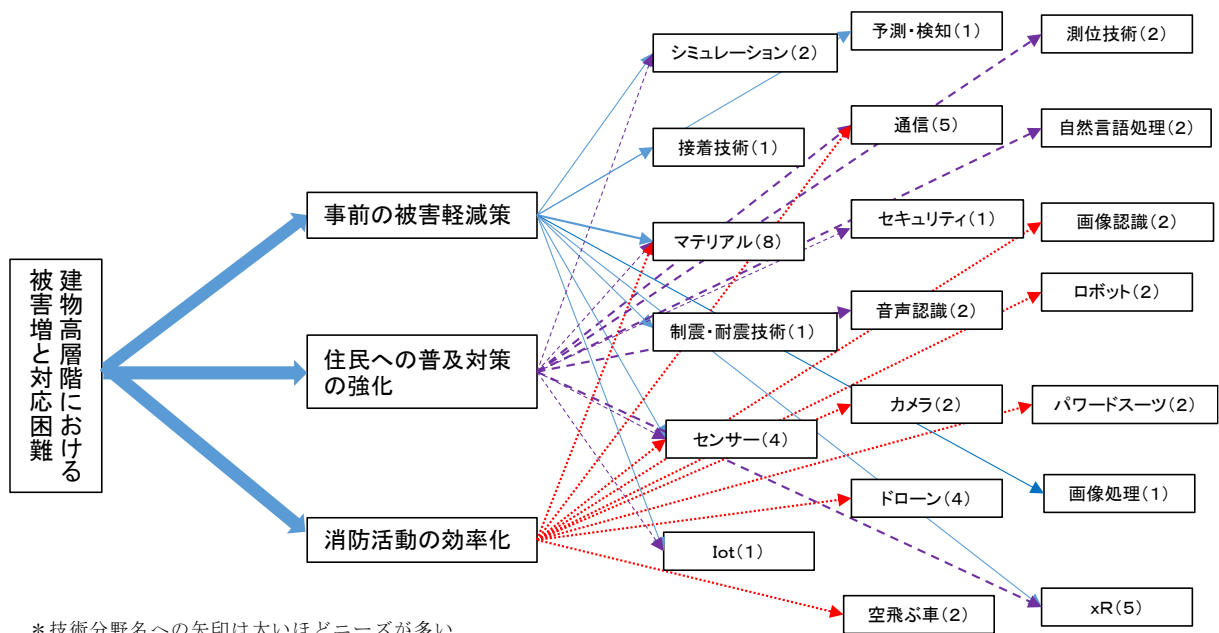


図 4-1-3 建物高層階・技術へのニーズまでの概要

(2) グループ 1: 延焼・倒壊 (表 4-1-3)

表 4-1-3 延焼・倒壊 技術へのニーズまでの詳細

区分	番号	将来社会像	地震時の問題	被害様相	消防機関による対策の方向性	消防機関による対策	対策を行うための技術へのニーズ
延焼・倒壊	20	共同住宅への居住率が年々高くなっており、今後もその傾向が続くと予想される。一方で、築50年を超える、老朽マンションが今後、急速に増加する。	老朽化した共同住宅において、経年劣化による防火性能の低下や消防設備の機能不全が発生し、火災が延焼し、火災が延焼するリスクが増加する。	既存の木造住宅密集地域が縮減し、市街地火災の延焼拡大リスクは残存しつつも低減することで、都内全体では延焼拡大リスクの平準化が進む。 また、これまでは比較的、火災のリスクが小さいと捉えていた共同住宅(マンション等)の老朽化に伴う延焼が増加する。 一方で、消防隊等も大規模延焼火災への対応経験が十分ではなく、建物倒壊等の活動危険も大きいことから、消防活動が困難となる。	・出火防止 ・延焼防止 ・耐火建築物の老朽化対策、消防設備の維持管理 ・自助、共助の強化(詳細はグループ2で記載) ⇒事前の対策の強化	1. 事前の対策の強化 ① 火気電気器具等、出火の恐れのある機器に限定した電源遮断・△ ② 住警器等、住宅用防災機器の高機能化と機能維持の推進：△ (住宅火災直接通報等の活用促進) ③ 査察の執行効率化など耐火造建築物内の対策強化：○ ④ 防災教育の改定、計画・シナリオづくり：○ ⑤ 建築部署との連携等による被害を拡大させる危険性のある老朽建物等の把握：☆ ⑥ (多数のシナリオに基づく) 地区特性を勘案した精緻な被害予測：○	1-① A. 電源遮断をしてはいけいない器具、を選別した揺れによる電源遮断方法【通信、IoT、センサー】 B. 個人宅の特定の電子機器を遠隔で電源遮断することのできるIoT技術【通信、IoT、センサー】 1-② C. 長期間劣化しない住警器等【マテリアル】 D. 警報器具等に事前登録機能を付加し、発報、機器的異常が発生したら通知が発信される機能【IoT、センサー】 1-④ E. 建物内をVR等による再現したリアリティのある訓練【xR (AR, VR等、シミュレーション、通信)】 1-⑥ F. 地盤等の地区特性や建物構造、3D地図データを活用した精緻な被害予測システム【シミュレーション、マッピング技術、予測・検知、通信】 1-⑤、3-③④ G. BIMと連携した建築物の確認申請時を中心とした構造把握、防火性能把握【マッピング技術、予測・検知、通信】 2-①⑥⑦、3-② H. 消防隊が人手をかせずに火災等の被害を発見し、場所や状況を把握できる技術【ドローン、ロボット、カメラ、マッピング技術、音声認識、予測・検知、通信、センサー】 I. 消防隊が人手をかせずに火災の延焼状況を継続的に監視できる技術【ドローン、ロボット、カメラ、マッピング技術、音声認識、予測・検知、通信、センサー】 2-② J. 蓄積した観測データを活用し、自己学習で精度を向上できる被害予測技術【マッピング技術、予測・検知、通信】 2-③ K. さまざまな手段で入ってくる被害状況を自動で一元的に集約、管理、更新できる技術【通信、画像認識、予測・検知】 2-④ L. 暮らしの中で活用されている各種機器のセンサーのデータを集約、活用し、地震による各種被害状況を推測する技術【通信、センサー、画像認識、セキュリティ】 2-⑤ M. 延焼予測範囲に含まれる要援護者情報や重要対象物等を自動的に抽出し、人命危険に関するアラート情報等を提示、判断支援に活用する技術【通信、センサー、測位技術、マッピング技術、予測・検知、セキュリティ】 2-⑧ N. 実際の延焼状況や気象状況等の変化に応じて予測を自動的に修正でき、立体的にシミュレーションできる延焼予測技術【通信、シミュレーション、予測・検知】
	21	木造住宅の建て替えが進み、今後、不燃領域率が上昇して延焼火災の可能性が減る。	木造住宅密集地域の解消までには至らず、建物の倒壊危険や延焼危険が残存する。	⇒市街地延焼火災の発生リスクの残存と対策の対象地域の不明確化、老朽化した共同住宅での火災リスク増大	・消防活動(大規模延焼火災への対応)のノウハウの継承 ・消防活動中の安全管理 ⇒消防活動の効率化	3. 消防活動の効率化 ① 地震後の自動車移動ルートのリアルタイム観測による通行可能道路把握：○ ② 建物倒壊、火災発生用ドローンの早期巡回／情報伝達計画：○ ③ 消防隊の活動状況の俯瞰的把握、安全管理：○ ④ 消防隊の活動に対する遠隔での支援・関係機関との連携：○ ⑤ 出場先の優先づけによる活動の効率化(トリアージ)：○ ⑥ 方面運用を円滑に行えるための情報・判断支援の構築：○ ⑦ 消防隊、消防団が実戦的な訓練を行える環境、ツールの整備：○ ⑧ ノウハウの継承：○ ⑨ 狭小地域での活動対策(消防車両の小型化、ドローンの活用)：○ ⑩ 少人数でも対応できるよう消防活動の効率化：○ ⑪ 危険箇所での活動支援：○	3-① O. SNSや自動車の走行データから通行可能道路や通行止め箇所を把握できる技術【通信、測位技術、画像認識、予測・検知、カメラ、センサー】 3-③ P. 映像データから現場の状況、活動隊員の異変、異常を発見・察知する技術【通信、センサー、カメラ、画像認識、予測・検知、】 3-④ Q. 消防隊の活動状況を継続的にモニターし、活動危険の発見とアラートの発出ができる技術【通信、センサー、カメラ、画像認識、予測・検知、】 R. 必要とする情報や技術、アドバイザーをマッチングし、遠隔地からでも支援を可能とする技術【通信、予測・検知、xR (AR・VR等)】 S. 通電出火防止マイクログリッド化による計画的復電システム【センサ】 3-⑤⑥ T. 被害状況と消防のリソース(人員、資機材、水量等)の活動状況の認識し、最適な対応方法案を提示できるソフトウェア【通信、センサー、予測・検知、】 3-⑦⑧ U. 平常時の訓練資機材を応用し、バーチャル空間等で市街地延焼火災対応の訓練を可能とする技術【xR (AR, VR等)】 3-⑧ V. 類似災害事例を早期に呼び出せる技術【通信、予測・検知、xR (AR・VR等)】 3-⑨ W. 補充の必要な資機材等を必要な消防隊の下へ自動で搬送できる技術【センサー、ドローン、自動運転、ロボット、通信】 3-⑩⑪ X. 個々の職員をサポートし、活動能力の維持と強化を図る技術【パワードスーツ】 Y. 職員の活動を自動かつ高いレベルで代替、支援できる技術【ロボット】

ア 被害様相

木造住宅密集地域の縮減に伴い、都内の延焼リスクが平準化されていくが、共同住宅の老朽化や延焼リスクの残存により市街地の延焼、倒壊の危険は残っている。さらに、消防隊等の大規模火災への経験不足も懸念され、消防活動が困難になることも考えられる。

イ 消防機関による対策の方向性及び対策

(ア) 事前の対策の強化

都民等による出火・延焼防止対策を推進することや、他機関との連携による老朽建物の把握、共同住宅の設備等の維持管理が必要である。そのために、出火・延焼を防ぐ防災機器の高性能化、市街地火災のリスクが減る中で防災教育の見直し、地域特性や発生時間帯を考慮した対応行動のシナリオの周知など、より具体的な指導・普及が必要である。

(イ) 被害の早期把握

大規模地震時には、消防機関が主体となって延焼状況や要救助者の状況といった被害を早期に把握することが重要である。これまでも行われてきた被害の発見や状況把握、予測をより精緻、迅速かつ効率的に行うことが求められる。

また、街中の防犯カメラといった、防災を主用途としていないが、街の状況を捉えるセンサー類を利用すること、収集した情報を自動的に集約し、被害全体像を推計、表示する方法も必要である。

(ウ) 消防活動の効率化

市街地火災や建物倒壊に伴う消防活動の効率化について、新技術の活用も見越して検討した。渋滞等のリアルタイム情報による移動ルートの把握、ドローンなどによる火災や倒壊の状況や消防隊の活動状況の把握など、迅速かつ安全な消防活動を行うための俯瞰した状況把握を行う必要がある。

ウ 対策を行うための技術へのニーズ

事前の対策の強化に関しては、出火防止等をより確実かつきめ細かく行うために、センサーやIoT、通信を活用することが考えられる。さらにxR等を訓練に活用し、これまで以上に都民等の火災への対応力の向上や事前対策の促進を図ることが考えられる。

被害の早期把握は、迅速かつ俯瞰的に状況を把握するためにセンサーやドローン等の技術の活用が挙げられ、それらから収集した情報するための画像認識等を行うAI、災害の進展を予測するシミュレーション等に関する技術も考えられた。

消防活動の効率化は、ロボット、パワードスーツといった身体的負担や人間が行えない活動を担わせることが考えられた。また、被害の早期把握と活用場面は違うが、センサー等で情報収集を行うことも考えられた。

(図 4-1-4)

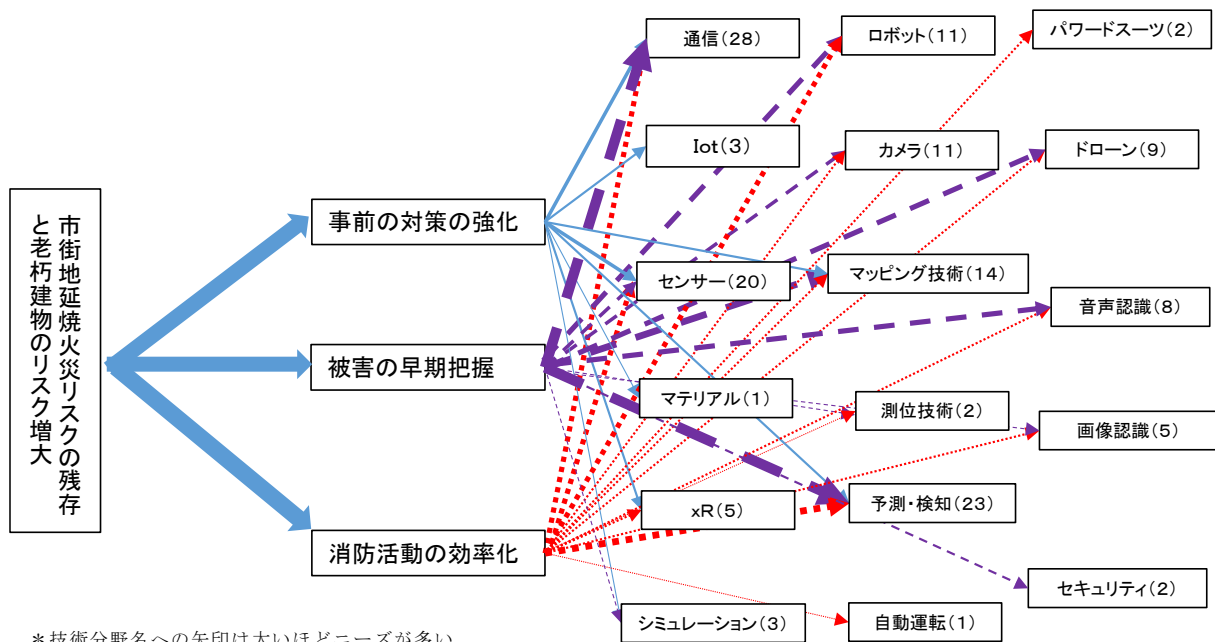


図 4-1-4 延焼・倒壊 技術へのニーズまでの概要

(3) グループ 1：新エネルギー（表 4-1-4）

表 4-1-4 新エネルギー 技術へのニーズまでの詳細

区分	番号	将来社会像	地震時の問題	被害様相	消防機関による対策の方向性	消防機関による対策	対策を行うための技術へのニーズ
新エネルギー	53	温室効果ガスの削減のため、水素ガスの活用が進められており、今後、様々な場面での水素エネルギーの活用が予想される。	地震時に水素ステーションからの水素の漏出が火災につながるなど、新しいエネルギー源が新たなリスクを発生させる。	新エネルギーの活用が事業所や家庭に普及する一方で、リスクの実態や事前の対策、対応方法が追いついておらず、被害の発生・拡大につながる。 →普及する新エネルギーに対する、地震時の対応の不足	・地震時の出火防止策 ・事前の保安対策 ・家庭・事業所向けの啓発 ⇒事前対策の強化 ・早期発見と状況把握 ・対応方法、原因物質の早期把握 ・出火、延焼発生時に必要な資器材の整備 ⇒発生時の対応力強化	1. 事前対策の強化 ① 新エネルギーの地震時におけるリスク 対応方法の調査：○ ② 対応方法等のデータベース化：○ ③ 揺れの影響による出火危険の把握と 危険性に基づく対策・広報：○ ④ 事業所の自衛消防等の推進と対策の共有：☆ ⑤ 家庭への地震時の出火防止と対応方法の普及：☆ ⑥ 事業所への対応策の推進：○ ⑦ 災害発生時を想定した準備、訓練：☆ 2. 発生時の対応力強化 ① 現場でのモニタリングによる消防隊等への二次災害防止：○ ② 発災時におけるリスクや対応要領に関する教育：☆ ③ 原因物質の判定資器材の整備：○ ④ 対処方法の判断支援：○ ⑤ 延焼性状と対策方法の早期把握：○ ⑥ 事前のデータ登録に基づく原因物質への対策、必要資器材の自動出力：○	1-①③ A. 新エネルギーに対して地震動による事故を未然に防ぐ技術【センサー、マテリアル、予測・検知】 1-③⑤⑥、2-⑤⑥ B. ユーザー登録すると事前注意喚起と地震時の対応が自動的にポップアップされるシステム【通信、予測・検知、測位技術、センサー】 1-④⑤⑥⑦ C. 事業所や家庭にあるICT機器等を活用し、新エネルギーに伴う災害が発生した際の対応に、AR・VR等を活用して実践的に訓練できる技術【xR(AR、VR等)、通信】 2-① D. 消防隊の活動状況を継続的にモニターし、活動危険の発見とアラートの発出ができる技術（再掲：延焼・倒壊3-④）【センサー、通信、画像認識、予測・検知、カメラ】 2-② E. 平常時の訓練資器材を応用し、臨場感のある新エネルギーに伴う災害対応の訓練を可能とする技術【xR(AR、VR等)】 F. 新エネルギーを取り扱う施設の周囲の方へ知らせるための携帯GPSと連動した新エネルギー起因災害リスク注意喚起システム【通信、予測・検知、測位技術、センサー】 2-③④⑤⑥、(1-②)が構築された上で G. 建物や収容物に関する事前情報や発災時の状況から危険物の情報や活動危険、留意事項等を消防隊に情報提供できる技術【センサー、通信、予測・検知、xR(AR、VR等)】 H. 消防隊の必要とする情報や技術・アドバイザーをマッチングし、遠隔地からでも支援を可能とする技術（再掲：延焼・倒壊3-④）【通信、予測・検知、xR(AR、VR等)】 2-⑤ I. 通報者・指令・出場隊の災害へのイメージが即時に共有できるシステム【通信、カメラ、画像認識、】 J. 消防隊が人手をかせずに火災等の被害を発見し、場所や状況を把握できる技術（再掲：延焼・倒壊2-①⑤⑥、3-②）【ロボット、ドローン、センサー、通信、画像認識、マッピング技術、予測・検知、カメラ】

ア 被害様相

現在でも、水素ステーション、太陽光発電など新しいエネルギー源が事業所や家庭に普及し始めているが、今後、さらに多様な新エネルギーが普及していくと想定される。しかし、地震時に新エネルギーが原因で災害が発生した際、事前対策や対応が追いついておらず、自助や消防機関による対応も後追いとなり、困難化する様相が考えられた。

イ 消防機関による対策の方向性及び対策

(ア) 事前対策の強化

対策、性状等を消防機関がデータベース化し、発災した場合に備える。

事業所・家庭に対策を普及し、出火防止や自衛をしてもらう必要がある。

(イ) 発生時の対応力強化

消防機関が早期かつ安全に対応するために、原因物質を特定する資器材の整備、対応に関する有識者からの助言等を遠隔からでも受けられるシステムや迅速にデータベースから性状を把握できるシステムといったものの必要性が考えられた。

ウ 対策を行うための技術へのニーズ

事前の対策強化に関しては、地震による被害を防止するためのセンサーやマテリアル、対応方法を訓練するためのxRについてニーズが挙げられた。新エネルギーの特性への理解、把握を進め、家庭や事業所への事前対策を、普及していく必要がある。

発生時の対応力強化に関しては、発生時の状況や活動状況を早期に把握し、本部等と共有するための、センサーや通信、カメラ等の技術が挙げられた。(図 4-1-5)

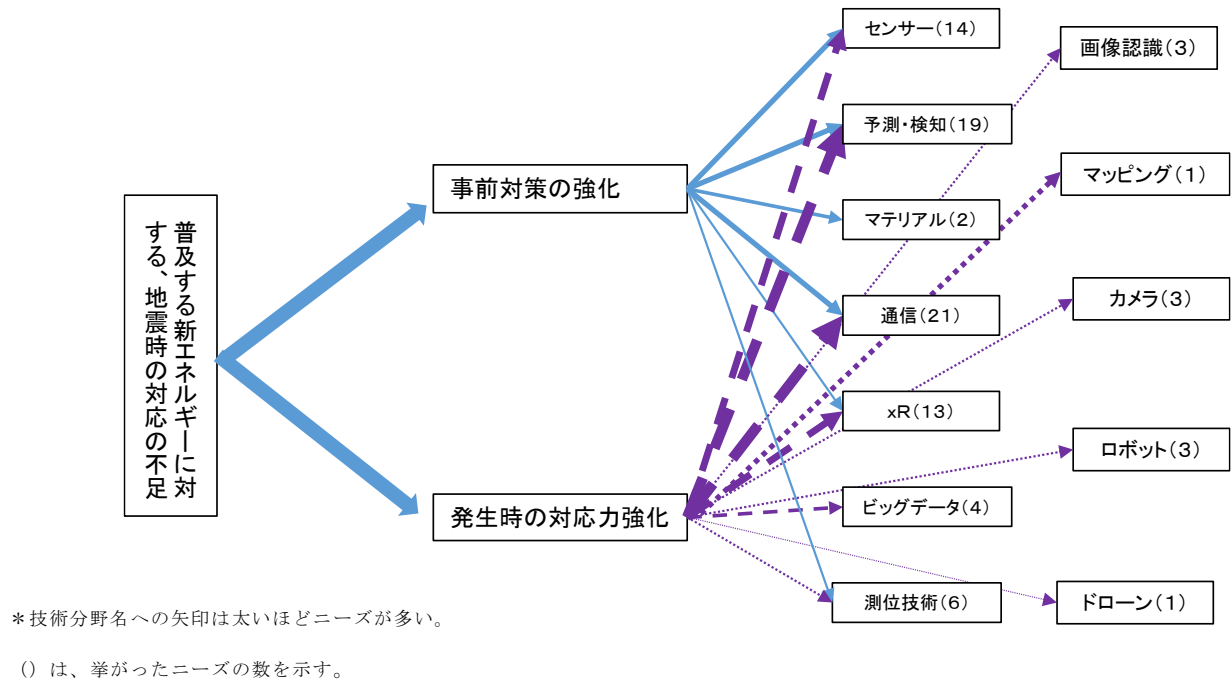


図 4-1-5 新エネルギー 技術へのニーズまでの概要

(4) グループ2：自助（表 4-1-5）

表 4-1-5 自助 技術へのニーズまでの詳細

区分	番号	将来社会像	地震時の問題	被害様相	消防機関による対策の方向性	消防機関による対策	対策を行うための技術へのニーズ
自助	13	単独世帯は2040年まで増加を続け、特に高齢単独世帯の増加が顕著となる。	単独世帯（特に高齢単独世帯）の増加により、家庭内での地震時の対応等を独力で求められるため、世帯単位での自助力の低下が発生する。				1-①④⑤、2-①② A. 個人情報に配慮しながら要救助者の情報を関連機関で共有することのできるシステム【通信、セキュリティ】 1-② B. 建物の小規模な改修や電気火災対策などをした際に倒壊・延焼リスクがどの程度減るかを教えてくれる仕組み【センサー、予測・検知】
	24	高齢者人口は都全域で増加し、介護・医療の需要増加をきたす。	高齢者人口の増加に伴い、要配慮者も増加する。	高齢者を中心とした要配慮者が増加し、さらに単独で生活している。そういった方は社会的にも孤立し、地域に分散している場合があり、地震時には要救助者となってしまう。	・関係機関、組織等の連携強化 ・要配慮者の所在の事前把握 ・社会的に孤立しないための事前対策 ・要救助者*にならないための事前方法 ⇒関係機関との連携による平時からの対策強化	1. 関係機関との連携による平時からの対策強化 ① 福祉サービス等との連携による一人暮らし高齢者への働きかけ：☆ ② 防火防災診断による生活の改善と出火・人的被害防止：○ ③ 高齢者になる前に、最低限の防火・防災の準備をしてもらう訓練・レクチャー（年金受給者対象）：☆ ④ 要配慮者の所在の共有：☆ ⑤ 防火防災診断を活用しての社会的孤立になる恐れの人等の把握と共有：☆ ⑥ 共助による自助力の補強：△	2-③ C. 要救助者が携帯するスマートフォンやウェアラブル端末のセンサーや電波等から要救助者を検索、発見できる技術【通信、センサー、測位技術】 D. 建物内のセンサー等から要救助者のいる位置を推定し、消防隊に情報提供できる技術【通信、センサー、測位技術】
	25	地域包括ケアシステムが実現した場合、在宅医療の患者が増加する。	在宅医療を選択する人が増え、地震時に停電等の影響で在宅医療機器が使用できず、支援や救護を要する対象者が増加、かつ地域に分散して居住している。	⇒社会的孤立者の増加に伴う要救助者の増加	・要救助者*の早期把握 ・要救助者*自身の情報の早期取得 ⇒要救助者*の情報の早期把握 ・小人数の住民による災害対応力の強化（住民にも使いやすい資機材の準備等） ⇒自助力の強化	2. 要救助者*の情報の早期把握 ① 個人情報保護に配慮した要救助者情報の災害現場での共有・活用：☆ ② 事前登録制要配慮者及び救助名簿の作成：☆ ③ 各種センサーからの要救助者情報収集：○ 3. 自助力の強化 ① 出火防止の自動化の推進：△ ② 初期消火の自動化の推進：△ ③ 住宅用防災機器の継続的な機能確保：△ ④ 簡易な消火器等による延焼防止策：△ ⑤ 家具転倒対策の推進による室内被害の軽減：☆ ⑥ 地震時の各出火要因の理解・普及による出火防止策：☆ ⑦ 地震による負傷を防ぐ対策の普及：○ ⑧ 自身が要救助者になった場合を想定した対策の普及・啓発：○	3-① E. 電源遮断をしてはいけぬ器具を選別した揺れによる電源遮断方法（再掲：延焼・倒壊1-①）【通信、IoT、センサー】 3-② F. センサー・IoT・ロボットにより初期消火を自動で行う装置【通信、センサー、ロボット】 3-③ G. 警報器具等に事前登録機能を付加し、発報、機器的異常が発生したら通知が発信される機能（再掲：延焼・倒壊1-②）【IoT、センサー】 3-④ H. 使い方をすぐに理解でき、取り扱いが容易かつ消火効果の高い消火器具【マテリアル】 3-⑤ I. 事業所や家庭にあるICT機器等を活用し、遠隔や自動で室内の危険個所の指摘、改善指導等を行える技術【通信、センサー、予測・検知、IoT】 3-⑥ J. 身に付けた心拍等のセンサが体の異常を検知し、周囲や消防に知らせる技術【通信、センサー、予測・検知、測位技術、セキュリティ】 K. 在宅医療機器における異常を検知し、周囲や消防に知らせる技術【通信、センサー、画像認識、予測・検知、カメラ】 L. 高齢者が瓦礫をどける際などに、力を使わないで済む器具、スーツの開発（日常では出力を弱めて使う）【パワードスーツ、ロボット】 M. ある程度の自律的な活動が可能な遠隔制御できるロボットが災害時に人を助ける。【ロボット、画像認識、予測・検知、カメラ】 N. 被災時に活用できる行動ナビゲーション機能【通信、音声認識、自然言語処理、測位技術】（グループ1高層マンション2-③⑤再掲）
	47	特別養護老人ホームの需要が増える一方で、介護職員数の供給が間に合っていない。今後、在宅生活が困難であるにもかかわらず、体調不良や災害関連死が増加する。	地域に居住する要介護認定者が増加する中、地震時の生活環境の悪化に対応できず、体調不良や災害関連死が増加する。		（※ここでいう要救助者は、在宅医療者や介護者、要配慮者、高齢者等が地震時に被災し、救助が必要になった状態）		

ア 被害様相

高齢社会の進展に伴って、単独高齢世帯や要配慮者が増え、世帯での自助力の低下や、要救助者の増加が生じる。特に、過去の災害でもあったように、高齢者が社会的に孤立することで行政等の支援が届かず、被害につながる事が懸念される。

イ 消防機関による対策の方向性及び対策

(ア) 関係機関との連携による平時時からの対策強化

地震が発生した際に要救助者とならないようにすること、高齢者の社会的孤立が避けられるよう、防火防災診断等で得た情報を他機関と共有するといった、消防機関と他機関との連携した対策を行わなければならない。

(イ) 要救助者の情報の早期把握

実際に要配慮者等が要救助者になってしまった場合に、消防機関が迅速に情報の把握を行う必要がある。要配慮者の所在や、要配慮者本人の詳細な情報を、災害時に現場でも早期に取得できるような対策を準備しておかなければならない

(ウ) 自助力の強化

高齢化等により災害対応力が低下することから、住民の自助力の強化

を図る対策も必要である。住民による出火防止など各種事前対策の自動化、省力化を行うことや、自助による対策を理解しやすくする工夫などが必要である。

ウ 対策を行うための技術へのニーズ

関係機関との連携による平常時からの対策強化では、個人情報保護の観点から、通信やセキュリティに関しての要望がある。

要救助者の情報の早期把握は、要救助者を早期発見するための通信、センサー、発見した場所をマッピングする測位技術へのニーズが挙げられた。

自助力の強化は、通信、センサー、IoT を活用して地震時にすぐ被害を抑えたり、周囲に異常を知らせる技術や、住民の活動をサポートするロボットやパワードスーツが挙げられた。(図 4-1-6)

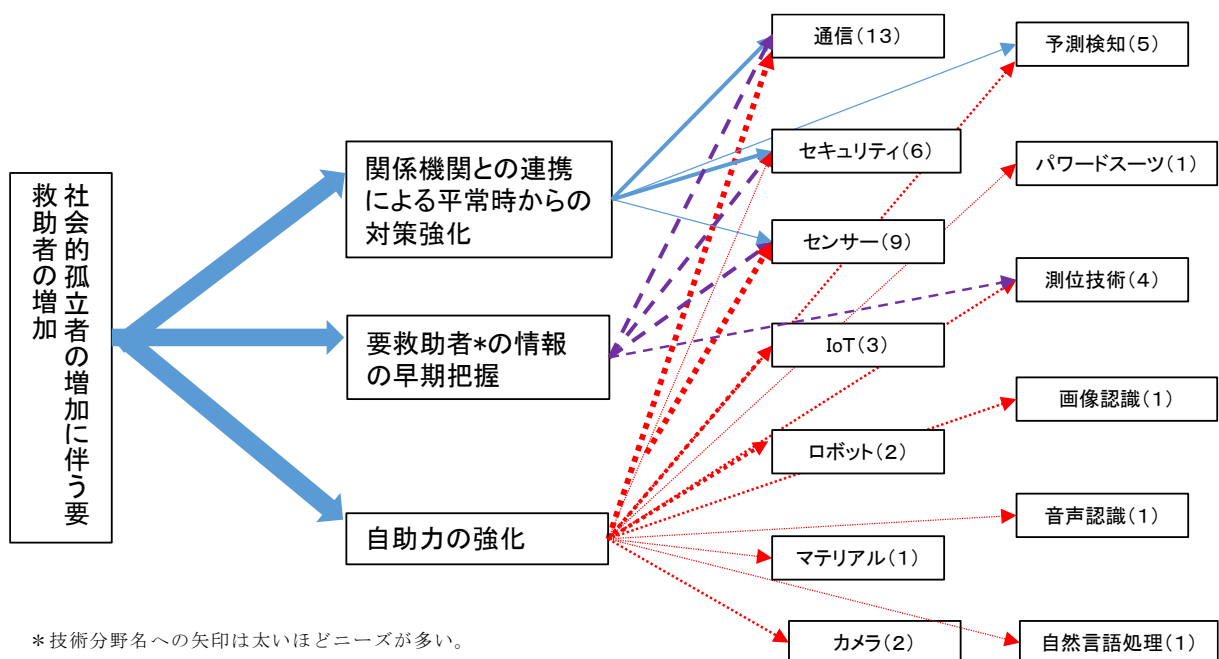


図 4-1-6 自助 技術へのニーズまでの概要

(5) グループ2：共助（表 4-1-6）

表 4-1-6 共助 技術へのニーズまでの詳細

区分	番号	将来社会像	地震時の問題	被害様相	消防機関による対策の方向性	消防機関による対策	対策を行うための技術へのニーズ
共助	11	2040年には2020年と比較し人口の総数が減少する。その内訳として、高齢者人口は増加、年少人口・生産年齢人口はともに減少する。地域別では特に多摩地区での人口の減少が大きい。	年少人口・生産年齢人口の減少により、地域における共助の担い手が減少する。	高齢者人口の増加に伴い共助を必要とする住民が増加する一方、生産年齢人口の減少、前期高齢者の就業増や共働きの増加に伴い、地域に残るのは後期高齢者が中心となり、比較的活動に動ける人が減少するため、現在よりも共助力の低下が発生する。	・共助を担う人を増やす ・地域コミュニティの掘り起こし ・新たな共助の枠組みの確保 ・総合防災教育による担い手の育成 ⇒共助の担い手の増強	1. 共助の担い手の増強 ① 技術を持つ住民の適時適所の配置：△ ② 地域の事業所などと共助に関する協定の締結と協定に基づく防災訓練の実施：☆ ③ 新たな共助の担い手による要支援者支援：△ ④ 在宅勤務者の共助への参画：△ ⑤ 総合防災教育による共助活動を行う人の育成(再掲)：○ ⑥ AR/VRを活用したeラーニングシステム：☆ ⑦ 遠隔地から参加できる訓練システム：☆ ⑧ 同時にでも連携訓練できるシステム：☆ ⑨ クロスロード(防災カードゲーム)の共助活動版：△ ⑩ 共助担い手の資格・技術の登録制度：△ ⑪ 共助の担い手を募集するための情報発信の方法：△	1-③ A. ロボットによる初期消火・避難支援に関する技術【ロボット、空とぶクルマ】 B. 緊急時に活用できる空飛ぶ車【空とぶクルマ、ロボット】 1-⑤⑥ C. 事業所や家庭にあるICT機器等を活用し、共助の担い手の訓練をリアルティを与え、簡易かつ手軽に実施できる技術【xR(AR, VR等)】 1-⑤⑥⑦⑧ D. 遠隔地からでも、同じ空間を共有して、一人でも連携訓練が可能な訓練システム【xR(AR, VR等)】 1-⑥ E. シナリオ整理のためのシミュレーション技術【シミュレーション】 1-⑪、2-④⑧ F. 発災時、共助に必要な場所や状況を近隣住民や事業者と具体的に共有し、共助活動への参加を呼び掛けられる技術【通信、予測・検知、測位技術、セキュリティ、センサー】 2-② G. (D級ポンプに替り)停電、断水に左右されず、住民でも容易に初期消火や延焼阻止活動を行える資機材、消火剤(わかりやすいシグニファイアを備えたデザイン)【マテリアル】 2-① H. スマートスピーカー&chatbotによる災害スキーマ対応環境【音声認識、自然言語処理、測位技術、通信】 2-③④ I. 住民が共助に活用する資機材の簡便なマニュアルの整備と電子化等による共有、停電やオフライン下でも検索、使用できる技術【ポータブル端末、ディスプレイ技術】 J. 助けを必要とする人が、周囲の人たちに具体的な状況等を発信できる技術【通信、予測・検知、測位技術、セキュリティ、センサー】 2-⑤ K. 情報を統合して、迅速な被害状況が把握でき、優先的な活動を判断できる情報収集システムの開発【IoT、センサー、予測・検知、】 2-⑥ L. 住民による取り扱いが安全、容易、保管が難しくない消火剤、水源等、火災の延焼阻止に効果的に行うための技術【マテリアル】 2-⑦ M. 要配慮者の情報を電子化し、安否確認結果等の状況を随時更新しつつ、共助組織、関係機関が秘匿性の高い状態で共有できる技術【セキュリティ、通信】 2-⑧ N. 要救助者が発生した際の要救助者の状況を共助の担い手に対して自動送信、適正な資格保持者等との自動適合【通信、予測・検知、センサー】
	12	前期高齢者の就業増や共働きの増加しており、今後も増加する。	前期高齢者の就業増や共働きの増加に伴い、地域に残るのは後期高齢者が中心となり、比較的活動に動ける人が減少するため、現在よりも共助力の低下が発生する。	・共助活動のマンニアル化 ⇒共助活動の効率化	・少ない人数で共助を行う方法、手段(資機材等) ・共助による活動を補う技術 ⇒共助活動の効率化	2. 共助活動の効率化 ① 共助活動に求める内容の電子マニュアル化(訓練、実災害での活用)：○ ② 延焼阻止活動を行いやすい消火資機材の整備(D級ポンプ廃止に伴い)：△ ③ 誰が見ても即時に使える資機材：△ ④ 即時に対応・連携できる仕組み作り：△ ⑤ 優先事項などプライオリティ判定の出来るシステム(消火が先か救助が先か)：△ ⑥ 防災生活道路沿道での延焼防止のための消火剤+消火のしくみの開発：△ ⑦ 事前登録制要配慮者及び救助名簿の作成(自動再掲)：☆ ⑧ 共助の担い手と要救助者のマッチング方法の確立：△	
	14	自治会・町会の加入者は減少し、高齢化が進んでいる。商店街も減少している。	地域コミュニティの縮減によって地域のつながりが薄れ、共助力の低下した(共助体制が取れていない)地域が増加する。	⇒共助力の低下による被害の拡大			

ア 被害様相

高齢社会の進展による自助力の低下、地域コミュニティの縮減、共働き世帯の増加など、地域での共助を行う体制・担い手が不足することによって、共助力を増強できず、地域での共助活動が展開することが困難となっていくことが考えられた。地域での初期消火や救助活動が行えず、消防機関等が対応するまで被害が抑止できない可能性がある。

イ 消防機関による対策の方向性及び対策

(ア) 共助の担い手の増強

いかに共助の担い手を取り込んでいくか、担い手の力を育成するかに注視した。地域の事業所や共助活動に有用な技術を持った人を取り込むことや、在宅勤務者を取り組むこと、総合防災教育で共助力を持つ人材を育てることで担い手の増加が求められる。また、手軽さと臨場感のある教育システムにより、担い手の力を増強していく必要がある。

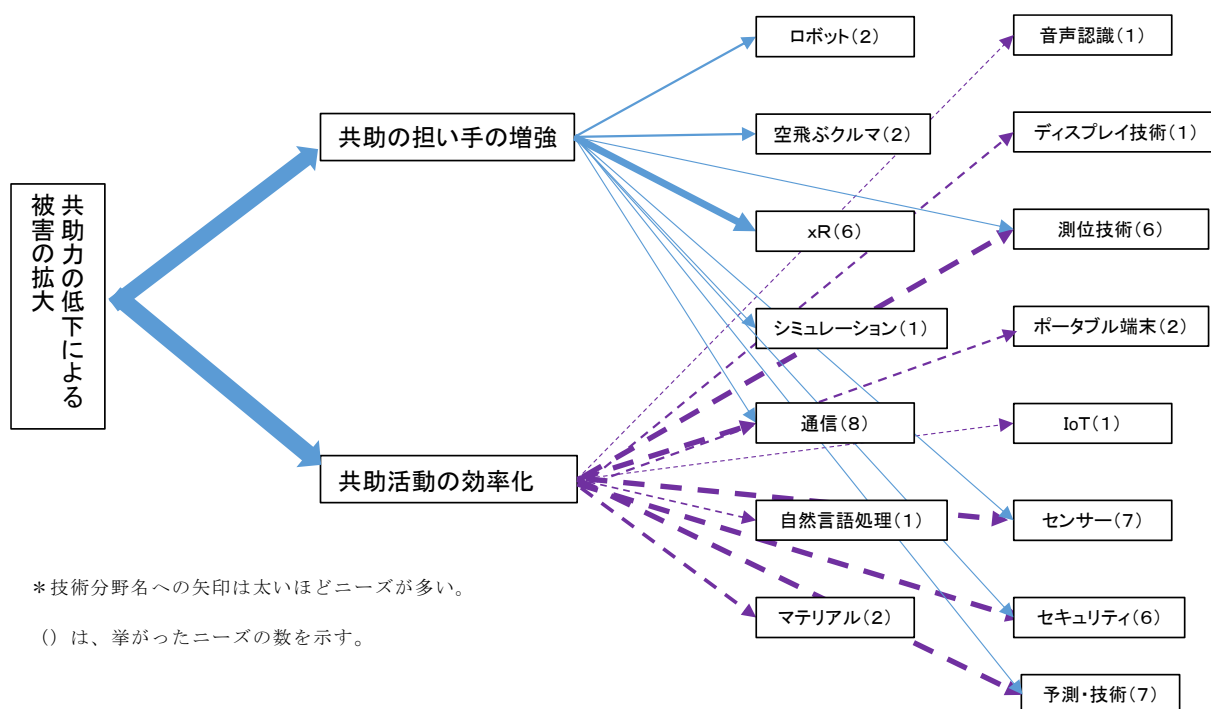
(イ) 共助活動の効率化

発災時の共助活動をいかに効率的に行うかに注視した。誰が見てもすぐ使用できる資器材の整備、面識のない人同士でも即時に連携した共助活動が行える仕組み、要救助者情報等を地域住民等に発信し、活動に参加してもらうシステム等を考えた。

ウ 対策を行うための技術へのニーズ

共助の担い手の増強では、担い手の人を育成するための訓練について、リアリティを上げる、遠隔地からでも参加しやすくする、時間が合わなくても直接訓練できる体制づくりについて、xR へのニーズが挙げられた。

共助活動の効率化では、活動を簡易にできる資器材の開発や音声認識を使った支援システム、発災時に即時に連携できるシステムや共助の担い手に救助の要請を発し、マッチングする技術が挙げられた。(図 4-1-7)



* 技術分野名への矢印は太いほどニーズが多い。

() は、挙げられたニーズの数を示す。

図 4-1-7 共助 技術へのニーズまでの概要

(6) グループ2：公助（表 4-1-7）

表 4-1-7 公助 技術へのニーズまでの詳細

区分	番号	将来社会像	地震時の問題	被害様相	消防機関による対策の方向性	消防機関による対策	対策を行うための技術へのニーズ
公助（行政）	42	市町村合併や職員数の削減がさらに進むと予想される。	防災を専門とする職員が自治体で減少し、災害時の公助による対応力が低下する。	避難や避難所運営等に対応する区市町村の職員が減少することに加え、消防機関との情報共有に対応する職員が少なくなり、連携に支障が出る。さらに、大規模災害に対応した経験をもつ行政職員が減少する。	・関係機関、民間との連携強化 ・関係機関とのリアルタイム情報共有 ・災害時における自治体間の統一した基準づくり ⇒関係機関等との連携強化 ・災害対応経験の伝承 ・行政職員の防災意識の向上 ⇒職員の対応力向上 ・災害対応業務の省力化、自動化の推進 ・災害対応の高度化、効率化 ・意思決定・判断に関する支援の強化 ⇒対応業務の効率化	1. 関係機関等との連携強化 ① 対応訓練の回数、質の向上：☆ ② 訓練支援システム（同時でなくとも可能な連携訓練）：☆ ③ 協定の見直し、検証：☆ 2. 職員の対応力向上 ① 関係機関による連携訓練の実施：☆ ② 対応訓練の回数、質の向上（再掲）：☆ ③ AR/VRを活用した訓練・教育：△ ④ 災害対応経験の伝承：△ 3. 対応業務の効率化 ① 災害対応に関するデータベースの整理：△ ② 意思決定、判断支援ツールの整備：△ ③ 通常業務による教師データの収集・訓練による補正：☆ ④ 省力化、自動化の推進：△ ⑤ プライオリティを定め、効率化を図る：△ ⑥ 消防・自治体・自治会・事業所の対応調整の検討（重複活動避ける仕組み）：☆	1-① A. 消防機関と連携した訓練を複数区市町村が同時に実施できる技術【通信、xR（AR、VR等）】 1-② B. 同時でなくとも他機関との連携を意識して訓練に臨むことのできるシステム【通信、xR（AR、VR等）】 2-①② C. 実際に災害対策本部で活用する各種機器を用い、VR等で現実的な災害対応の訓練を実施できる技術【xR（AR、VR等）】 2-③④ D. 災害対応の経験が少ない職員でも臨場感のある環境で訓練し、経験を積むことのできる技術【xR（AR、VR等）】 3-② E. 地震時に行うべきことについて適切な指示を出してくれるウェアラブルデバイスやシステム【ディスプレイ技術、ポータブル端末、予測・検知】 3-②⑤⑥ F. シミュレーションデータ（過去の訓練結果等）に基づき、AIがより適切な災害対応をアドバイスするウェアラブルデバイスやシステム【ディスプレイ技術、ポータブル端末、予測・検知】 3-②③⑤ G. 各地で発生した災害事例や訓練の検証結果の蓄積から意思決定や判断を支援できる情報を適時に提示できる技術【ディスプレイ技術、ポータブル端末、予測・検知】 3-④ H. 電話対応や事務手続きなど、災害時の活動をロボット等が自動処理する技術【音声認識、自然言語処理】

ア 被害様相

行政機関における職員の減少が予想され、災害対応（避難所運営等）や消防機関等との連携を行う人的なリソースが減少する事や、大規模災害の経験不足から公助力が低下することが考えられ、住民や行政間対応が円滑に図れなくなる可能性がある。

イ 消防機関等による対策の方向性及び対策

(ア) 関係機関等との連携強化

関係機関だけでなく、民間企業等の新たな連携先を確保することや、各機関等が持つリアルタイム情報の共有、自治体間の統一した計画の整備が挙げられた。また、連携強化として、連携訓練の回数や質の向上が求められる。

(イ) 職員の対応力向上

少ない職員で対応するためには、一人一人の能力向上は必須である。前(ア)と同様に連携訓練の強化や、大規模災害への対応のノウハウの引き継ぎによって、人的リソースの減少、経験不足を補わなければならない。そのためにも、リアリティのある連携訓練を行うことが必要である。

(ウ) 対応業務の効率化

災害対応を行う際に、業務の効率化が図られるべきである。災害対応のデータベースを構築した上で意思決定や判断支援を行うシステム、対応の自動化や省力化といった方策を考えた。

ウ 対策を行うための技術へのニーズ

関係機関等との連携強化と職員の対応力の強化では、訓練の回数・質を向上させるため、xR や通信へのニーズが挙げられた。対応業務の効率化で

は、発災時に集まる情報の集約や精査、適切な判断に活用する AI や状況等を分かりやすく表示するディスプレイ技術等が挙げられた。(図 4-1-8)

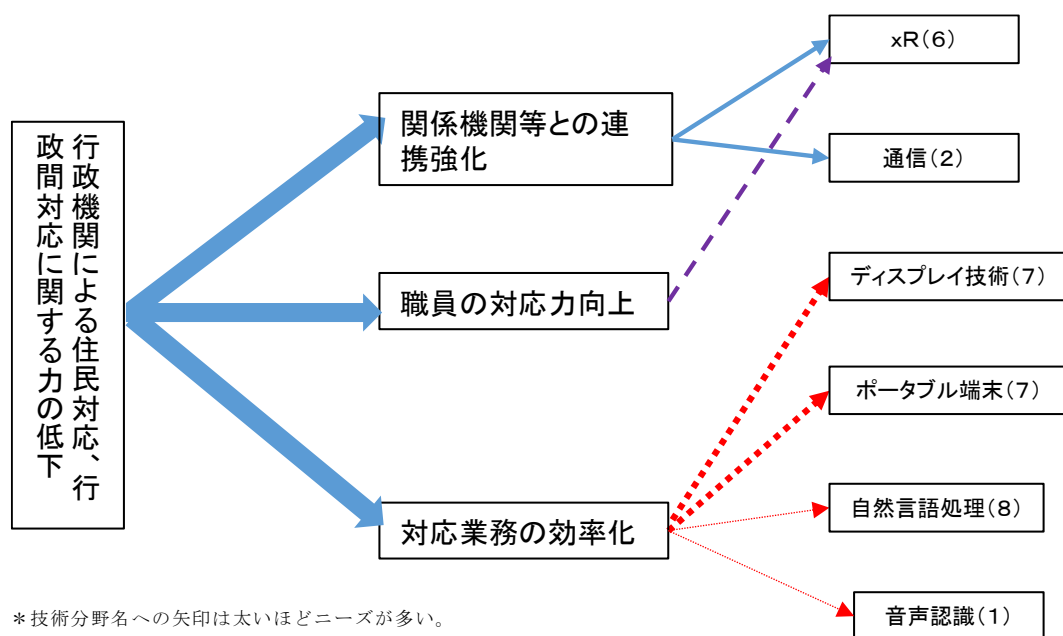


図 4-1-8 公助 技術へのニーズまでの概要

(7) グループ3：高層建物（表 4-1-8）

表 4-1-8 高層建物 技術へのニーズまでの詳細

区分	番号	将来社会像	地震時の問題	被害様相	消防機関による対策の方向性	消防機関による対策	対策を行うための技術へのニーズ
高層建物	9	都区部を中心に超高層マンションの建設が継続するなど、高層マンションの居住者数の増加は継続する。今後さらに高層階の居住者数は増加する。	停電や断水、エレベーターの停止等により高層マンションでは生活できない人が多くなり高層階の居住者数は増加する。	地震時は、高層マンションのインフラ設備の破損・停止によって生活環境を維持できない居住者が発生し、避難所や指定避難所以外の場所へ避難する。また、在宅避難をしていても、生活環境の悪化により体調不良者が発生、その場合にはエレベーターが使えず、救助活動、負傷者搬送の負担が大きい。 ⇒高層マンションの機能停止に伴う避難者や傷病者の発生	・高層階における活動の負担軽減 ⇒被災生活中における消防活動の効率化 ・建物高層階での被害軽減策 ・高層マンションにおける自助・共助対策の推進 ・災害時に自立を促進する指導 ⇒被災生活対策に関する啓発の強化	1. 被災生活中における消防活動の効率化 ① 被災マンションの消火・防火性能の不備を早期に把握・管理し、被災生活中の火災対応に生かす（把握、啓発、迅速対応）：△ ② 在館者数を早期に把握できる仕組み：△ ③ 災害時の自立性を高めるための市区との連携 ④ 停電時でも機能する全館火災報知システム：△ 2. 被災生活対策に関する啓発の強化 ① 初期消火や応急救護等、住民による自助・共助力の強化：○ ② 防災指導マニュアルの整備：☆ 〔地震後の出火防止マニュアル周知（余震やヒューマンエラーでの火災発生抑制） ・居住継続困難となる可能性の事前通知 ・消防活動困難性の周知、火災や救急時の現着の遅れ、搬送の困難性など ・管理組合等への事前対策に関する指導・教育 ・リスクコミュニケーションによる（一定条件下での）マンション在宅避難の啓発〕	1ー① A. 損傷状況を自動診断・集積し、危険な建物をマッピングする技術【IoT、センサー、マッピング技術、予測・検知】 1ー② B. 災害時のみ在宅状況を把握できる技術（再掲：グループ1高層マンション2-⑤）【センサー、通信、IoT、セキュリティ】 C. 自動で安否確認するシステム【センサー、通信、IoT、セキュリティ】 1ー④ D. 消防用設備の機能を長時間停電時でも維持できる技術【蓄電・発電技術】 2ー① E. 教育・指導時に活用できるトレースしやすい立体的映像（再掲：グループ1高層マンション2-④）【xR（AR、VR等）】

ア 被害様相

増加した高層マンションにおいて、生活インフラ設備の機能停止による生活環境が悪化、在宅避難中に体調不良となる住民が増加、高層階へのアクセス困難から消防隊の活動負担が大きくなる。

また、増加した高層マンションの居住者が、避難所への避難を余儀なくされた場合、避難所の収容力を超えた人数が集まってしまい、避難所での更なる体調不良者や傷病者が発生することを表した。

イ 消防機関による対策の方向性及び対策

(ア) 被災生活中における消防活動の効率化

グループ1建物高層階同様、消防隊等の高層階へのアクセス困難を解消する必要がある。高層階での活動の効率化を図ることや、建物の被害状況や在宅避難者の情報を効率的に把握する方法が必要である。

(イ) 被災生活対策に関する啓発の強化

高層マンション等の住民に自立して対応を行ってもらうための指導や発災から被災生活中の行動等に関するマニュアルの整備を、他機関と連携して整備・普及を図る必要がある。高層マンションというコミュニティの中で、対応を完結してもらうような対策を普及啓発する必要がある。

ウ 対策を行うための技術へのニーズ

被災生活中における消防活動の効率化では、高層階における消防活動の困難化を解消するため、高層建物の破損等により防火性能が低下した場合、センサー等で通知するシステムや、在館者情報の把握と消防隊等に情報提供するためのセキュリティが担保された通信技術などが挙げられた。

被災生活に関する啓発の強化では、高層マンションの居住場所を反映して、自分ごととして置き換えられる xR 技術へのニーズが挙がった。

（図 4-1-9）

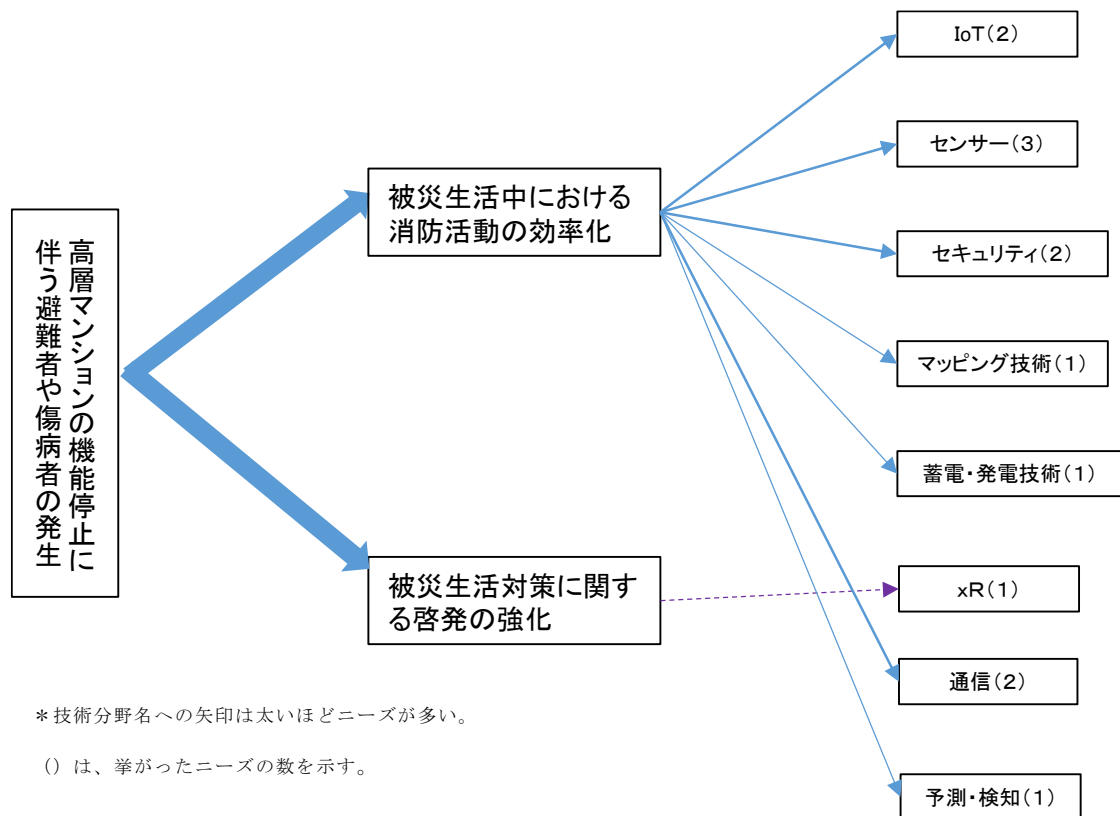


図 4-1-9 高層建物 技術へのニーズまでの概要

(8) グループ3：医療機関不足（表 4-1-9）

表 4-1-9 医療機関不足 技術へのニーズまでの詳細

区分	番号	将来社会像	地震時の問題	被害様相	消防機関による対策の方向性	消防機関による対策	対策を行うための技術へのニーズ
医療機関不足	44	医療機関の受療者数が増加しており、特に一般診療所を受療する人の増加傾向が強い。施設数は、都内での病院数にほとんど変化がない一方、一般診療所が増加している。	地震時に小規模な診療所が開設できず、地震による負傷者と平時からの受療者が災害拠点病院に集中する。	地震時に負傷者が災害拠点病院へ集中することに加え、普段からの受療者も災害拠点病院に集まることで、医療機関のキャパシティを越えてしまう。 ⇒搬送先の減少、即時に治療の必要な傷病者への対応の遅れ	・広域的な医療連携 ・医療機関（関係機関）等との連携強化 ⇒医療機関等との連携強化 ・負傷者の発生防止 ・セルフトラージと応急救護技術の普及 ⇒救急需要の抑制 ・応急処置後の適切な搬送 ・搬送手段の増強（公助を支援する仕組みづくり、手段自体の自動化、省力化） ⇒搬送に関する対策強化 ・本当に医療機関への搬送が必要な人かを選別する仕組み ・消防隊の活動力強化（負傷者の搬送要否判断支援） ⇒負傷者の選別（トリアージ）の仕組みと判断能力の強化	1. 医療機関等との連携強化 ① 医療機関受け入れ情報の自動集約、更新：☆ ② 搬送先調整の自動化、省力化：☆ ③ 後方医療との連携強化：☆ ④ 医療機関の特性・機能・能力の事前把握と最適マッチング手法の開発：☆ ⑤ 医療機関や都、区市との連携：☆ 2. 救急需要の抑制 ① 震災時を考慮した都民向け要受診判断ガイドの整備：○ ② 市民レベルでも可能な簡易トリアージの啓発：○ ③ AI等を活用した負傷対応緊急度判定・通報・自己処置chatbotシステム：○ ④ #7119の自動化、多数の接続可能、有効利用の周知：○ ⑤ 遠隔医療・リモート診断の紹介：○ ⑥ 通報時の自動判定技術：○ ⑦ 負傷者の発生防止（再掲）：☆ ⑧ 応急救護の普及：○ ⑨ 応急救護所の充実：☆ 3. 搬送に関する対策強化 ① 搬送手段の自動化や傷病者管理の省力化による、搬送の効率化：○ ② 軽傷者の効果的な遠距離搬送：○ ③ 空飛ぶ救急車や大量搬送可能な車面・船舶の整備：○ ④ 民間等と連携した搬送体制の強化：☆ 4. 負傷者の選別（トリアージ）の仕組みと判断能力の強化 ① 地震時における負傷者等の緊急度判定の仕組みづくり：☆ ② 救急要請時におけるトリアージ判定システム：○ ③ 遠隔地からトリアージするシステムの整備：○	1-①②④ A. 救急隊が判断した情報やリアルタイムの医療機関の受け入れ情報に基づき、傷病者の搬送先を自動的に調整できる技術【予測・検知、測位技術、通信】 2-③④⑥ B. 負傷者が問い合わせると、自動で緊急度や対処法等を示すシステム【音声認識、自然言語処理、予測・検知】 C. 自動応急処置システム【ロボット、画像認識、予測・検知、カメラ、センサー】 3-①② D. 傷病者を自動的に受け入れ先の病院等に搬送できる技術【自動運転、予測・検知】 E. 自動、または遠隔で傷病者を容態管理できる技術【センサー、ロボット、通信、画像認識、予測・検知、カメラ】 3-③ F. 道路閉塞や渋滞等、震災時の道路状況に左右されず、迅速に傷病者を目的地に搬送できる技術【センサー、自動運転、空とぶクルマ、予測・検知】 G. 多数傷病者を効率的に目的地まで搬送できる技術【自動運転、予測・検知、空とぶクルマ、センサー】 4-①②③ H. 消防隊による緊急度の判定が現場において困難な傷病者について、遠隔地から判断支援ができる技術【XR（AR、VR等）、カメラ、センサー、通信】 I. 負傷者の容態を即座に読み取って（迅速に入力して）、収集し、ネットワークを介して共有、トリアージ判定を行うシステム【センサー、画像認識、予測・検知】

ア 被害様相

高齢者の増加に伴い、平時からの一般診療の受療者も増加している。

地震時には、一般診療所が開設されない可能性もあり、多数の負傷者に加え、一般診療の受療者も災害拠点病院に集まり、キャパシティを越えてしまうことによる搬送先の減少や負傷者への対応の遅れが懸念される。

イ 消防機関による対策の方向性及び対策

(ア) 医療機関等との連携強化

搬送先の選定に遅延が生じないように、消防機関と医療機関等との連携のさらなる強化が望まれる。医療機関の受け入れ状況をリアルタイムかつ自動的に反映、搬送先を選定する技術が必要であると考えられた。

(イ) 救急需要の抑制

地震時の消防力不足に備えて、事前の応急救護の普及促進や、都民にも行える震災時の簡易トリアージの仕組みや、通報時に自動で救急対応の可否の判断と対応方法を指示するシステムなどにより、消防機関の負担減と負傷者や周囲の人で対応できる環境・体制をつくり、救急需要の抑制を図ることが必要だと考えた。

(ウ) 搬送に関する対策強化

消防機関が傷病者を搬送する際に、人的リソースを極力減らせるよう、自動運転等による搬送手段や傷病者管理の自動化、民間との連携、空飛ぶ車等の搬送手段の整備が考えられた。

(エ) 負傷者の選別（トリアージ）の仕組みと判断能力の強化

消防隊が負傷者の緊急度の判定を行う能力を強化する必要があり、震災時の消防力不足の中、現場での対応力を強化するだけでなく、遠隔地からのモニタリング支援といった仕組みや体制を作っておかなければならない。

ウ 対策を行うための技術へのニーズ

医療機関等との連携強化は、医療機関の空き情報や自身の位置情報から搬送先を自動的に選定、調整できるよう、通行や測位技術の分野へのニーズがある。

救急需要の抑制は、負傷者からの問い合わせ等に対して、対処方法を自動的に示したり、自動的にロボット等に対応することで、人的リソースの軽減を図ることが挙げた。

搬送に関する対策強化では、自動運転や道路の渋滞情報に左右されないような空飛ぶ車、遠隔地との情報共有を図るための通信技術、負傷者の観察に必要なカメラ、センサー等へのニーズが挙げた。（図 4-1-10）

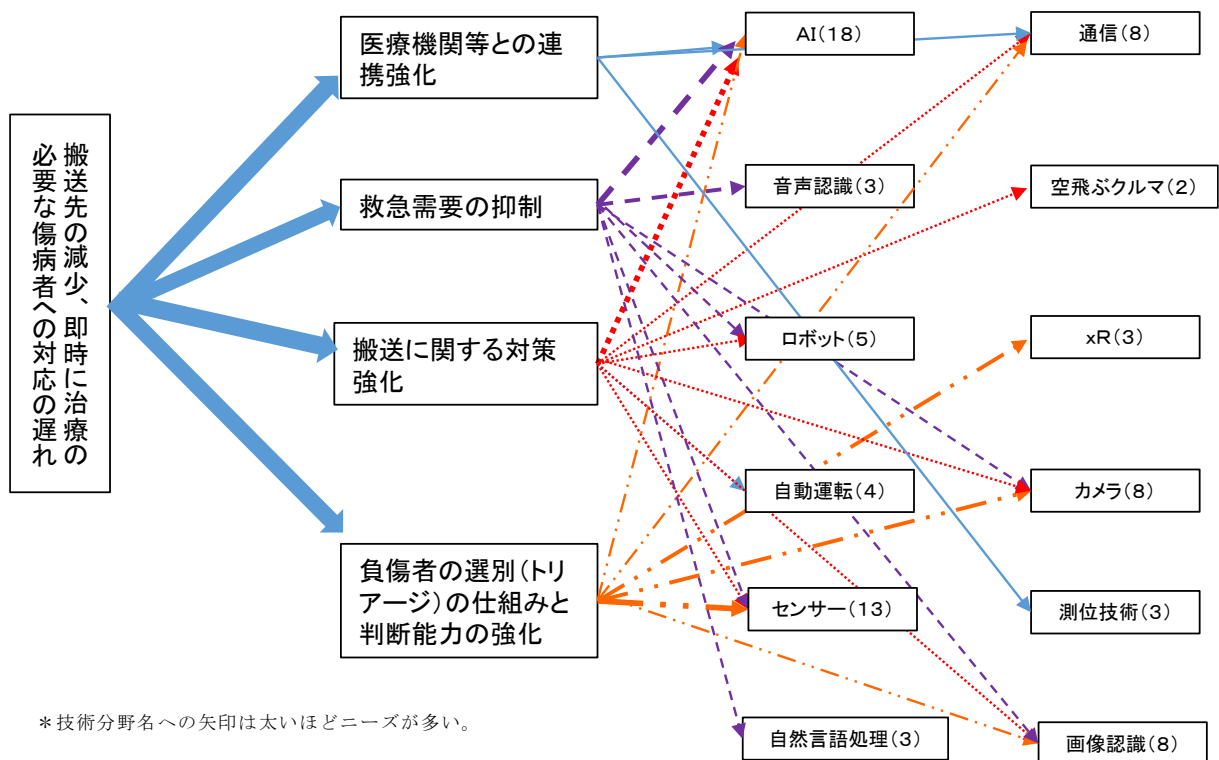


図 4-1-10 医療機関不足 技術へのニーズまでの概要

(9) グループ 4：通信インフラ（表 4-1-10）

表 4-1-10 通信インフラ 技術へのニーズまでの概要

区分	番号	将来社会像	地震時の問題	被害様相	消防機関による 対策の方向性	消防機関による対策	対策を行うための技術へのニーズ
通信インフラ	7	より高速・大容量・低遅延化・多数同時接続が可能な通信が実装され、今後、通信によって実現されるサービスの拡大する。	地震時には通信インフラの途絶による情報不足への不安から行政機関への問合せが殺到したり、不確実な情報に流されて避難の選択を誤るなどの被害が増える（巻き込まれる人が多くなる）。 一情報不足による公助の負担増や被害クラスターの発生	・消防防災情報に関する教育、普及 ・不要不急の通報の抑制 ⇒消防防災情報に関する知識の普及 ・通信に依存しない情報収集の高度化、多様化 ・通信途絶に備えてアナログでの対応の準備 ⇒通信途絶への対応力確保 ・デマを否定できる正しい情報の収集 ・正確な情報発信 ・個々の消防隊レベルでの情報収集能力の強化 ⇒情報の活用力の強化	1. 消防防災情報に関する知識の普及 ① 知識のない人でも防災情報を理解できる翻訳技術：○ ② 消防等の防災機関からの情報の明確化と普及：△ 2. 通信途絶への対応力確保 ① 通信途絶を想定した関係機関との連携訓練の実施：☆ ② 通信インフラの頑健性・冗長性の確保：☆ ③ ラジオ、TVなど既存情報サービスの活用。ネットと多量化：☆ ④ Webに左右されない防災情報用語集の整備：○ ⑤ 正確な情報把握（ドローン等によるアナログ的な情報収集）：○ ⑥ 消防機関単独の通信体制：○ 3. 情報の活用力の強化 ① 消防機関が否定すべきデマ情報の自動監視：○ ② 正しい情報の発信に関する関係機関との連携：☆ ③ 消防機関から都民への即時性のある情報提供：○ ④ 消防隊用の情報ツールの整備：○ ⑤ 信ぴょう性の高い情報の選別・正確な情報把握（AIによる情報収集の自動化）：○ ⑥ 正確な情報発信：○ ⑦ 現場等における住民への情報発信ガイドラインの策定：○ ⑧ 問い合わせ対応AI、広報戦略（問い合わせが殺到しないように、正確な災害情報を一元的に発信）：○ ⑨ AI活用による全体的な災害情報と、地域の詳細な情報をバランス良く伝えられる仕組み：○	1-①、3-④ A. 通信が途絶しても使用可能な自動共助に役立つ3Dホログラム等の映像付き防災電子辞書の整備【xR（AR、VR等）、ポータブル端末】 2-②⑥ B. 震災時にも途絶、遅延することなく、平常時と同様にICT機器を使用できる通信インフラ技術【通信】 2-⑤ C. 全天候型ドローン等により、どのような状況でも情報収集可能なツール【ドローン、カメラ、センサー】 3-①⑤⑥ D. SNS等のWEB情報を自動取得し、その正誤を分析するAIの開発【通信、自然言語処理、予測・検知】 E. デマ情報を打ち消す正しい情報を自動的に抽出する技術【通信、自然言語処理、予測・検知】 3-③⑥ F. 安全でない行動者（危険な方向に避難しているなど）を自動監視・即時情報を発信できる技術【センサー、カメラ、画像認識、マッピング技術、予測・検知、測位技術、通信】 3-④ G. 現場にいる消防隊が震災時にも容易に情報収集、情報取得できる技術【ポータブル端末、通信】 3-⑧ H. 都民からの問い合わせに対し、自動的に回答できる技術【音声認識、自然言語処理、】	

ア 被害様相

インターネット、SNS 等の通信に関する依存度が高まった世の中で、大規模地震時に通信途絶・遅延が発生すると行政への問合せが殺到し、対応の負担が増加することやデマなどの不確実な情報が流れ、適時適切な判断を行えない人が増え、被害が大きくなってしまう様相を考えた。

イ 消防機関による対策の方向性及び対策

(ア) 消防防災情報に関する知識の普及

都民が不確実な情報に惑わされることや消防機関への問合せ等の殺到を抑制するため、信頼性の高い情報を消防から発信すること、都民が情報を判別できるように防災に関する知識の醸成を事前に図っておくことが必要である。また、知識のない人でも防災用語を理解できる技術が必要である。

(イ) 通信途絶への対応力確保

通信の依存度が高まる社会で、通信途絶時に混乱が生じないように、消防機関が通信に依存しない情報収集技術の高度化や多様化、インフラの頑強性を確保すること、また、途絶を想定した他機関との連携訓練の必要性も挙げた。

(ウ) 情報の活用力の強化

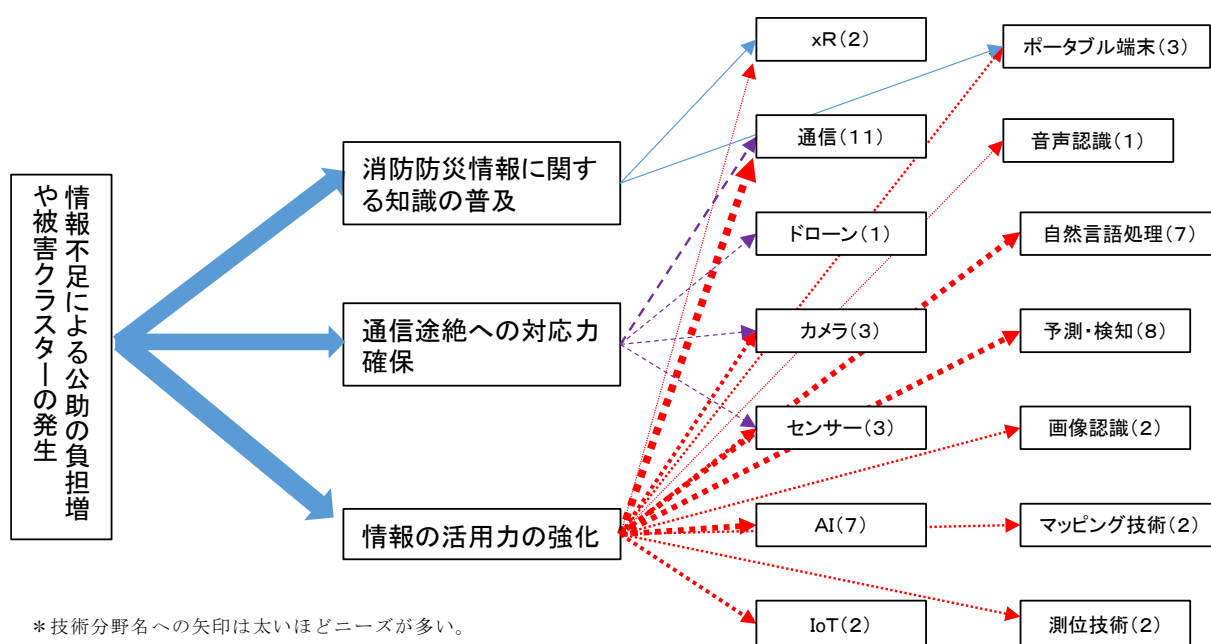
住民が不確実な情報に流されないように、デマ情報を否定できる体制の構築や、活動している消防隊が現場でも情報収集できる体制の必要性、消防機関からの正確な情報を発信できる技術等が挙げた。

ウ 対策を行うための技術へのニーズ

消防防災情報に関する知識の普及では、都民等が防災に関して、理解しやすいように、**xR** やポータブル端末へのニーズが考えられた

通信途絶への対応力確保では、通信を頑強にすることに加え、通信に依存しないドローンを活用した情報収集が考えられた。

情報の活用力の強化では、**SNS** 等でデマなどの不確実な情報を精査するよう言語処理、不適切な方向へ向かっている人を発見できるカメラや画像認識、現場の消防隊が情報収集に活用するポータブル端末などへのニーズが挙げられた。各ニーズの役割においてもやはり、通信は必須であり、インフラとしての重要性が高い。(図 4-1-11)



* 技術分野名への矢印は太いほどニーズが多い。

() は、挙げられたニーズの数を示す。

図 4-1-11 通信インフラ 技術へのニーズまでの概要

(10) グループ 5：豪雨（表 4-1-11）

表 4-1-11 複合災害・豪雨 技術へのニーズまでの概要

区分	将来社会像	地震時の問題	被害様相	消防機関による対策の方向性	消防機関による対策	対策を行うための技術へのニーズ
複合災害・豪雨	56 猛暑日の増加や大雨の日数が増加する等、今後異常気象によって生活に影響が出る可能性がある。	地震による堤防の破壊と豪雨のタイミングが重なるなど、複合災害の危険性が高まる。	地震の揺れにより、建物や構造物（堤防、擁壁、盛り土等）の耐久性が脆弱になった状態で豪雨等が重なると、大規模な被害発生し、悪天候の対応が消防等の対応者の負担とリスクが増加する。	・複合災害についての啓発（都民） ⇒被害の抑制の啓発 ・被害箇所、浸水予想区域の把握 ・複合災害のシナリオ策定、シナリオに基づく対策の実施 ・建設、河川の機関と連携 ・震災の体制と水災の体制の同時運用の把握 ⇒事前計画の作成	1. 被害の抑制の啓発 ① 複合災害に関する啓発資料の整備：○ ② 区市町村等と連携した普及啓発：☆ ③ 都民に対する複合災害に関する知識の普及・啓発・広報：○ ④ 一度災害が発生した後、複合災害の発生が 高い地域の迅速な推定と避難・疎開の伝達 （市街地の危険な状況伝達）：△ ⑤ 洪水HM・土砂災害HMの啓発徹底：☆ 2. 事前計画の作成 ① 複合災害のシナリオ作成と対応の検討（季節・状況別）：○ ② 他機関との協定・連携：☆ ③ 震災後の堤防決壊可能性箇所といった他機関との情報共有：☆ 3. 機能維持対策の強化 ① 浸水区域外での活動拠点確保：○ ② 避難体制の整備（機能移転）とBCP作成：○ ③ 緊急避難施設利用の協定：☆ ④ 立地適正化計画の策定（長期的構想）：○ 4. 消防活動の効率化 ① 浸水状況の予測、リアルタイム把握：☆ ② 活動優先順序の判断支援、活動の効率化：○ ③ 地震被害と浸水被害情報の共通管理：○ ④ 消防隊、消防団への水防資機材の増強：○ ⑤ 装備の軽量化、水に強い資機材の整備：○ ⑥ 地震の影響により、水災発生危険性が増大した場所の早期把握：☆ ⑦ 水害発生時の早期予測手法：☆ ⑧ 豪雨情報の早期活用方法：☆	1-①②③⑤ A. 複合災害に関する情報や防災に関する情報を効果的に普及啓発する機器の開発【XR（AR、VR等）】 1-④ B. 複合災害の発生を推定するシステムの開発【センサー、シミュレーション、画像認識、予測・検知、通信、カメラ】 2-③、4-③ C. 他機関の情報を迅速に共有できるシステムの開発【通信】 4-①⑥⑦⑧ D. 地震被害・河川水位・降雨量から浸水・水害を予測するシステム【画像認識、予測・検知】 4-② E. 被害状況から活動優先順序を判断しアドバイスするAIの開発【画像認識、予測・検知、カメラ】 4-③ F. 豪雨被害と地震被害を一元的に把握・管理でき、都度、災害対応に必要な情報を引き出せる技術【通信、予測・検知】 4-④⑤ G. 活動状況が悪い中でも利用できるパワーアシストスーツの開発【パワードスーツ】 4-⑥⑧ H. 河川管理者等から提供された地震による堤防等の被害情報と降雨情報を浸水予測等に反映、活用できる技術【通信、シミュレーション、画像認識、予測・検知】
	58 猛暑日の増加や大雨の日数が増加する等、今後異常気象によって生活に影響が出る可能性がある。	震災時に強雨が重なる可能性が高くなり、対応や復旧が困難になる。	⇒地震の揺れによる水災の激甚化	・浸水と地震被害の早期把握 ・東京都全体状況の早期把握 ・強雨下での消防活動の負担軽減 ・資器材等の事前準備 ⇒消防活動の効率化		

ア 被害様相

台風、豪雨など強雨が地震時に重なることによって、地震被害だけではなく、水害や土砂災害への対応にも迫られる。特に、地震で被害を受けた堤防や擁壁等が復旧する前に豪雨が重なり、決壊することで被害が拡大することへの懸念や、対応する消防機関等の負担とリスク増加を示している。

イ 消防機関による対策の方向性及び対策

(ア) 被害の抑制の啓発

都民に対して、複合災害に関する意識を醸成する必要がある。複合災害の啓発資料の整理を行い、普及・啓発を区市町村等と連携して行うこと、複合災害という事象の概念を知ってもらうことが重要と考えた。

(イ) 事前計画の作成

消防機関は複合災害発生時の被害シナリオを整備し、対応等の検討を行う必要がある。地震による被害箇所と浸水予想区域の一元的な把握や実際の複合災害を想定した計画の策定など、他機関との連携強化も含めて計画を策定しておくことが考えられる。

(ウ) 機能維持対策の強化

地震の被害と浸水等の被害が重なることを想定して、被害シナリオに基づく、BCPの策定や機能移転場所の検討などを事前に準備しておく必要がある。

(エ) 消防活動の効率化

地震の影響と、水災に関する情報を一元管理し、浸水や土砂災害によるリスクや被害を予測することや発災時に早期かつリアルタイムに把握することが必要である。また、資器材の増強も図る必要がある。

ウ 対策を行うための技術へのニーズ

地震時に豪雨が重なることにより、浸水や土砂災害が複合的に発生する懸念に対して、被害の抑制の啓発では、複合災害という概念を認識してもらうため、リアリティの高い xR 等にニーズが挙げられた。

事前計画の作成では、他機関と情報共有を行う通信に関して、消防活動の効率化では、地震被害が降雨量から水害を予測するための画像認識や予測検知や被害発生を推定するセンサー、活動の負担を減らすパワードスーツが挙げられた。

(図 4-1-12)

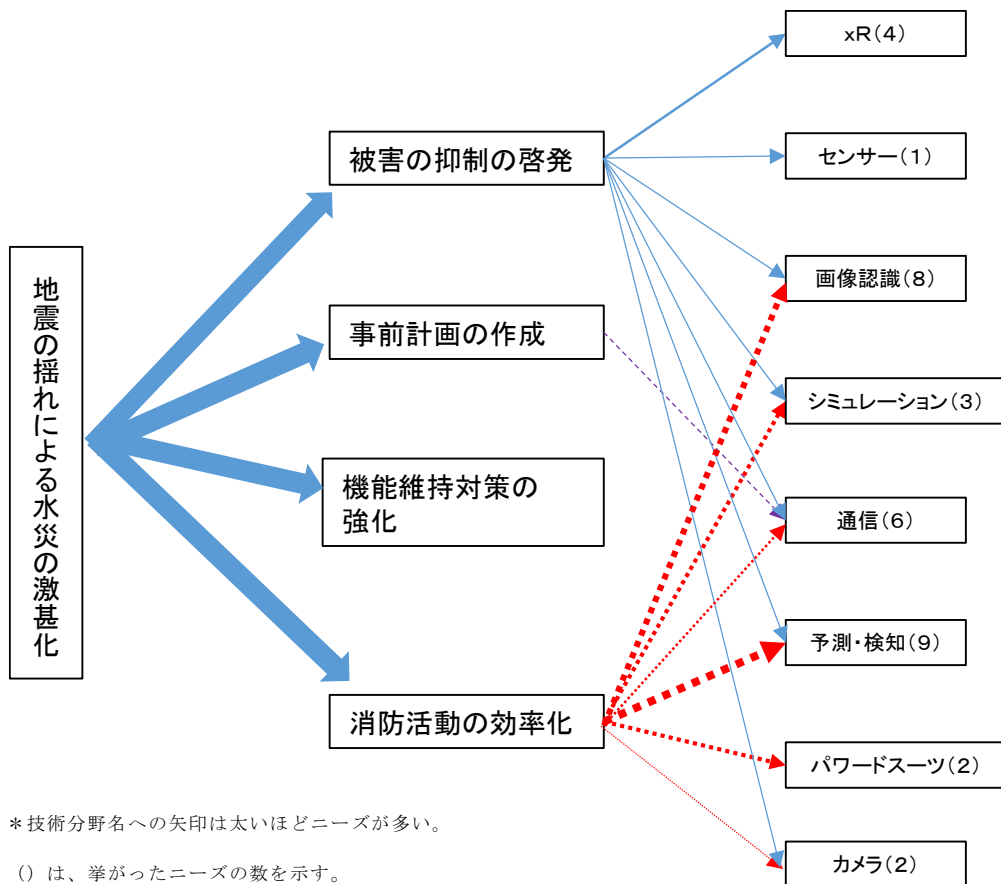


図 4-1-12 豪雨 技術へのニーズまでの概要

(11) グループ 5 : 酷暑 (表 4-1-12)

表 4-1-12 複合災害・酷暑 技術へのニーズまでの詳細

区分	番号	将来社会像	地震時の問題	被害様相	消防機関による対策の方向性	消防機関による対策	対策を行うための技術へのニーズ
複合災害・酷暑	57	猛暑日の増加や大雨の日数が増加する等、今後、異常気象によって生活に影響が出る可能性がある。	震災時に盛暑が重なることで被災地の生活や対応(住民、行政ともに)が過酷になる。	酷暑によって避難者、震災対応を行う人員への負担が増大し、熱中症等の体調不良者が発生する。 →酷暑による人的被害や活動負担の増加	・複合災害についての啓発 ・事前計画と対策の実施 ⇒酷暑への事前対策の啓発 ・長時間活動を想定した熱中症対策 ・活動を早期に終了させる方策 ⇒消防活動の高度化・効率化 ・BCP対策の強化 ⇒機能維持対策の強化	1. 酷暑への事前対策の啓発 ① 酷暑時の被害シナリオ作成:○ ② 避難生活中の水分補給啓発:△ ③ 体内水分量把握(尿色判定等)啓発:△ ④ 備蓄含む熱中症対策の普及:△ ⑤ 地域コミュニティ等に対する支援・連携の推進:△ 2. 消防活動の高度化・効率化 ① 暑熱下での活動を考慮した活動服の準備:○ ② 暑熱環境下の活動基準(ポンプによる散水冷却等):○ ③ 隊員の体内水分量のモニタリング:○ ④ ロボットやパワーアシストなどの負担軽減:○ ⑤ 災害現場での活動隊員の冷却対策の実施:○ 3. 機能維持対策の強化 ② 酷暑の中での長期間活動を想定した計画:○ ③ 協定等・質の高い行政サービスを持続できるようなバックアップ体制の構築:☆	1-②③、2-③ A. 体内水分量を把握できる技術【センサー、カメラ】 1-⑤ B. 熱中症等の危険な状態になった時に周囲に知らせる技術【通信、センサー、カメラ】 2-①④⑤ C. 暑熱環境での活動に適した活動服、パワードスーツの開発【パワードスーツ、マテリアル】 2-④(再掲:グループ1 延焼・倒壊3-⑩⑫) D. 個々の職員をサポートし、活動能力の維持と強化を図る技術【パワードスーツ、ロボット、】 E. 職員の活動を自動かつ高いレベルで代替支援できる技術【パワードスーツ、ロボット】

ア 被害様相

震災時の生活環境が悪化に酷暑が重なることで、体調不良者の多発が考えられる。また、災害対応を行う消防機関等の活動負担も増大すると考えられた。

イ 消防機関による対策の方向性及び対策

(ア) 酷暑への事前対策の啓発

震災時に酷暑が重なることによる、危険性と対応方法を具体的に示し、準備の必要について住民に啓発しなければならない。水分補給や体内水分量の把握等による熱中症対策の啓発を行う必要がある。

(イ) 消防活動の高度化・効率化

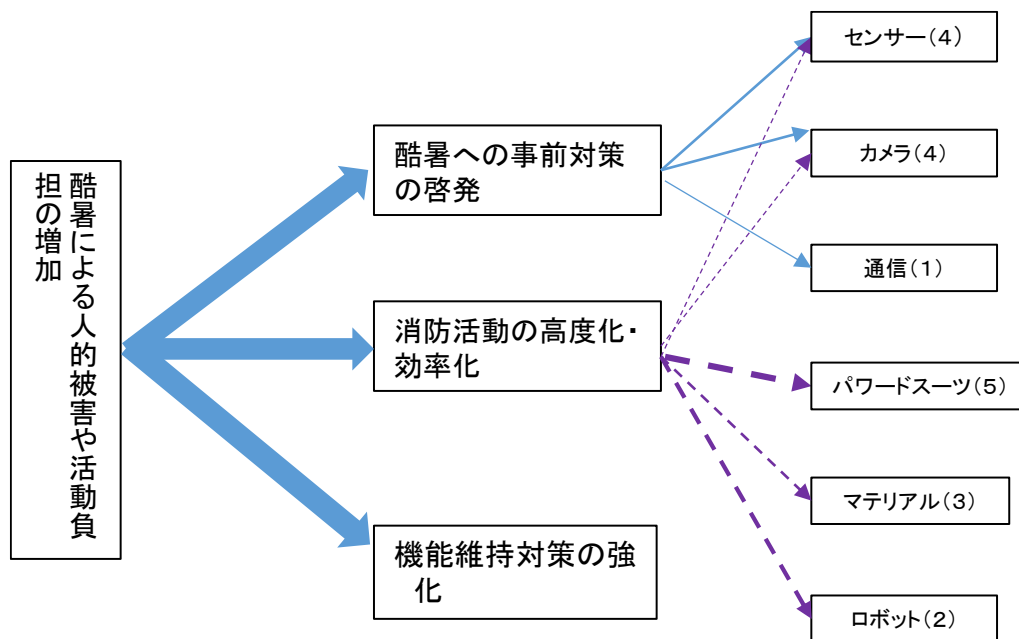
消防隊が酷暑下でも安全に活動できる方策や可能な限り活動時間を短くする方策を講じておかなければならない。パワードスーツの活用による負担軽減と活動時間の短縮、隊員の体内水分量をモニタリングできるシステムや冷却などの熱中症対策が考えられた。

(ロ) 機能維持対策の強化

劣悪な環境下でも消防隊が活動を継続できるような対策や計画が必要である。民間企業等と協定を結び、活動能力を維持できるよう現場の支援体制を構築しておくといった計画も必要である。

ウ 対策を行うための技術へのニーズ

地震時の酷暑が重なることに対して、酷暑での事前対策の啓発では、住民等が自ら熱中症への危険を客観的に判断できるセンサーやカメラ等へのニーズが集まり、消防活動の高度化、効率化では、活動負担を軽減するパワードスーツへのニーズが挙げられた。(図 4-1-13)



*技術分野名への矢印は太いほどニーズが多い。

() は、ニーズの数を示す。

図 4-1-13 複合災害・酷暑 ニーズまでの流れ

4 本節のまとめ

本節では、アンケートで選定した 19 個の地震時の問題をグループ化し、地震時の問題を解決する対策まで検討した。その対策を実行する際に、有用と考えられる機器やシステム等を検討し、技術分野へのニーズとして整理した。本ニーズは、技術開発者へのヒアリングを実施する際に活用する。

第2節 技術者等へのヒアリング調査と消防・防災対策への応用

1 ヒアリングの目的

「技術へのニーズ」に適合する新技術（以下、「シーズ」という。）に関して、活用可能な技術と導入する上での課題を明らかにするため、研究者・企業等（以下、「技術者等」という。）へのヒアリングを実施した。

2 ヒアリング対象の選定

(1) シーズの活用目的の明確化

シーズは、様々な目的を実現するために研究・開発が進められていることから、消防機関が求めるニーズに適合した技術の研究・開発をする技術者等を選定する必要がある。そのため、シーズを活用する「目的」を明確にした上で、ヒアリング対象を選定する。

(2) 活用目的による分類

前(1)の目的の明確化のために「消防機関による対策」と「技術へのニーズ」から、シーズを活用する場面等と活用する主体を想定し、各ニーズの「技術活用の目的」を分類した（巻末資料参照）。表 4-2-1 では、グループ 1：建物高層階の例を示す。

表 4-2-1 目的別グループへの分類（抜粋）

消防機関による対策	対策方法を行うための技術へのニーズ	技術活用の目的
1. 事前の被害軽減策の強化 ① 高層マンションにおける人的、物的被害シナリオの整理（高層、中層、低層別整理など）：△ ② 高層階での実効性のある家具転対策（揺れの特性別など対象を明確にした）：△ ③ 地震時の防火性能、消防用設備の機能維持：△ ④ 地震時の出火可能性を小さくするためのライフスタイル啓発：○	1-① A. シナリオ整理のためのシミュレーション技術【シミュレーション】	教育・訓練
	1-② B. 長周期地震動でも外れない強固かつ壁を傷つけない固定方法【接着技術、マテリアル】	設備・器具
	1-③ C. 長周期地震動でも壊れない防火設備、消防用設備の開発（例：揺れでも壊れないヒンジ、配管、窓など）【マテリアル、制振技術、耐震技術】	設備・器具

(整理の例)

- ✓ 1ー①では、高層マンションにおける人的、物的被害シナリオを消防機関がシミュレーション技術を活用して整理し、その結果を住民や事業所等が活用することを想定する。ここから、シーズを活用する目的を「教育・訓練」と設定した。
- ✓ 1ー②では、高層階の家具類の転倒・落下・移動防止対策に、長周期地震動でも外れない強固かつ壁を傷つけない固定方法（接着技術、マテリアル）を住民や事業所等が活用すると想定し、「設備・器具」とした。
- ✓ 1ー③では防火性能、消防用設備の機能維持のため、長周期地震動でも壊れない防火設備、消防設備の開発（マテリアル、制振、耐震技術）を、住民や事業所等が活用すると想定し「設備・器具」とした。

(3) 分類結果

前(2)から「シーズ活用目的」を表 4-2-2 のように 9 区分に分類し、その内容を整理した。

表 4-2-2 シーズ活用目的

目的	技術の活用目的の内容等
1 判断支援	把握した情報から、人が判断する際に支援するもの。 (シミュレーション等の予測技術も含む)
2 情報収集	状況を把握するためのもの。
3 教育・訓練	主に事前対策として消防、住民等問わず、能力向上に活用するもの。
4 設備・器具	設備器具そのもので被害軽減となるもの。
5 自動化	業務効率や人的リソースの負担軽減を図るためのもの。
6 救助・救急	人の支援や代わりに救助・救急するもの。 (ロボットやパワードスーツ)
7 搬送・運搬	人、資器材を搬送するための支援もしくはそれらを自動で行うもの。
8 身体支援	人の活動を支援、強化するもの。
9 消火	自動で消火するもの。消火効果を上げるもの。

シーズを目的ごとで集計すると図 4-2-1 となる。判断支援に対するニーズが最も多く 39 個、情報収集が次に多く 21 個となった。

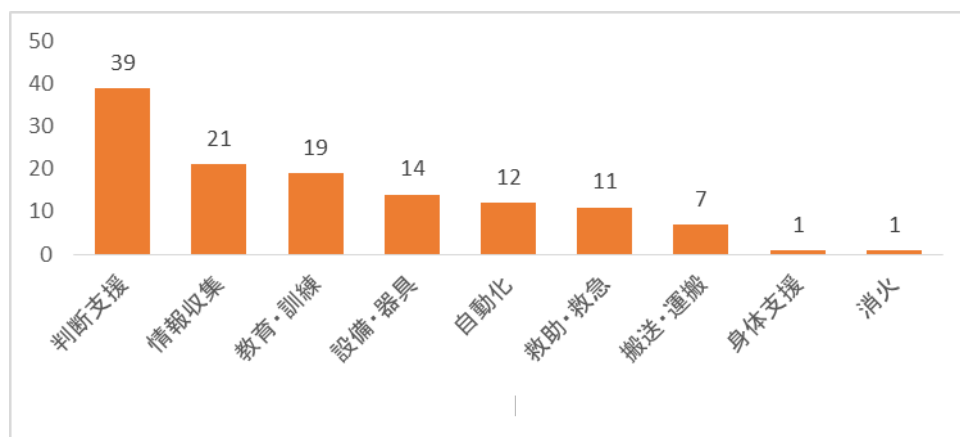


図 4-2-1 目的別のニーズ数（重複あり）

(4) ヒアリング対象の選定

技術へのニーズを満たし、目的に適合するヒアリング先を 19 対象選定した。

表 4-2-3 では、ヒアリング先の所属と研究開発中の技術の概要、消防・防災への適用可能性、目的を示す。

表 4-2-3 ヒアリング先の研究概要と適用の可能性

番号	所属	研究開発中の技術の概要	消防・防災への適用可能性	目的
1	大学	ロボット 極限の災害現場でもへこたれずタフに仕事ができる遠隔自律ロボットの実現を目指し、屋外ロボットのカギとなる基盤技術を競争的環境下で研究開発している。	災害発生時に、人が近くにいないくてもロボットが救助対応等を行うことで、人的被害を減少できる。	救助・救急 自動化
2	大学	空飛ぶクルマ 近い将来のベンチャー輩出と実現に向けた政策立案を目指し、機体設計および事業面や交通システムを包括的に研究している。	災害発生時に、地表の交通インフラの影響を受けず、物資の運搬、救急活動を展開できる。	救助・救急
3	インフラ企業	AIによる動画解析 火災の発生場所を瞬時に探知する 5 G 向けシステム「現代版火の見やぐら」を開発し、人工知能（AI）が映像を分析すると、瞬時に火災と判断、発生場所を特定する研究。	災害発生時に AI による動画解析を用いることで、これまで以上に火災の発生場所の特定を迅速に実施できる。	情報収集
4	企業（研究）	通信ネットワークの冗長性 種別に依存しない汎用的なデータ形式でネットワーク情報を管理し、様々なネットワークを一元的に管理することで、技術を組み合わせ、災害による通信設備障害を迅速に把握することが可能。	災害時に起きうる通信障害をシミュレーションし、それに備えたネットワーク構築をすることができる。 また、災害時には、通信障害の発生場所を迅速に把握し、復旧作業を早めることが可能になる。	情報収集

5	大学	<u>A R ・ V R 災害想定没入体験アプリ</u> 自治体や学校主催の防災訓練において活用し、誰でも災害を「我がこと」として実感して、行動を起こせるような教育プログラムの開発と実践を行っている。	これまで以上にリアルな訓練を行うことにより、住民等の震災への備えを高めることができる。	教育・訓練
6	国立研究開発法人	<u>S N S 上の災害情報収集要約システム</u> S N S 情報分析システムで災害情報の整理・分析の作業を自動化・省力化することができる。人間の能力を超えたビッグデータを短時間で処理でき、数十万件から数百万件の S N S 投稿をデジタル処理できる。	発災時に、被害情報などの大量の S N S 情報を自動で整理、分析することで、迅速かつ正確な現状把握を実施できる。	情報収集
		<u>被災状況要約システム</u> 投稿された災害情報を解析し、被災状況の概要が分かるエリア地図を作成する D - S U M M の開発。災害発生時、小型ドローンで被災地域の画像情報を取得し、A I 画像解析によって、土砂崩れの危険性や火災延焼可能性の認識。より高精度な被災状況要約システムの構築が可能。	発災時に被災地域の情報を迅速に入手し、それを A I にて画像解析することで、これまでよりも迅速に危険地域の把握をすることができる。	情報収集 判断支援
7	省庁 (研究)	<u>パワードスーツ</u> 搬送する負傷者や支援物資等の重量を支持する。歩行だけでなく駆け足のような素早い動作が可能。	発災時に消防隊員が利用することで、これまで以上に迅速かつ省力で負傷者の救助、搬送などを行うことができる。 また、住民が使うことで、自助力、共助力を補い、高層階への運搬や負傷者の搬送等に活用できる。	身体支援 救助・救急
8	企業 (研究)	<u>スマートメーター（電力）データの活用</u> 3 0 分毎の傾向分析が可能。住民票を出していない世帯、単身赴任、下宿生なども含む“リアル”な世帯数を捕捉できる。集計された統計データから屋間の在宅傾向、帰宅ピークの時間帯など、従来は定量的な把握が困難であった世帯活動の分析ができる。	消防が当技術を使うことで、空き家の把握や、在宅している世帯の状況、生き埋めの可能性を迅速かつ効率的に把握し、消防活動に活用できる。	情報収集
9	国立研究開発法人	<u>ウェアラブル（着る）センサー</u> 新たなドライ電極により、着るだけで心電図が計測できるスマートウェアを開発。病院や自宅で、着たままで長時間の心電図計測が可能なウェアの実現に期待できる。	遠隔でバイタルサインを把握することが可能で、消防隊員の体調や安全管理にも活用できる。	情報収集 判断支援
10	大学	<u>画像認識</u> より人間のように自由に動くロボット、産業・社会・医療等様々な分野で役立つ計測制御技術の実現に向けた、「眼」の機能をコンピュータで実現する画像処理・画像計測の研究。また、情報提示技術と高度教育システムの研究を行っている。	画像処理・画像計測の技術を活用したカメラを複数台設置することにより、被災地の状況を正確に判断することが可能となる。	情報収集 自動化 判断支援
11	企業	<u>消防車</u> 普通の空気から酸素だけを除去して窒素濃度を高めた空気を連続的に放出する N E A システムを開発。火が燃えるために必要な酸素を取り除いた空気を送り込み、これを消火薬剤として用いる。コンプレッサーの動力さえ確保できれば消火薬剤を貯蔵する必要がなく、災害現場において長時間にわたり継続活用が可能。	地震時に消防が本技術を活用することで、従来の水による消火よりも、長時間活動を実施することができる。	消火 自動化

12	企業	消火剤 軽量で薄いシート状の消火薬剤。様々な建材に貼ることで、300℃を超えると自動で煙状のカリウムを放出させ、燃焼サイクルを断ち切り、無人で初期消火を行う。	新しく建設する際に、当技術を活用することで、自動消火を実施できる内装となり、地震火災による被害が軽減できる。	消火 設備・器具
13	大学	センサー・ナビ・測位技術 屋内のソーシャル情報をレーザや複数のスマートフォンで捉えて共有することで「パーソナル＋群衆＋ソーシャル」ナビゲーションを実現。災害現場地図の高速自動生成技術、データの効率転送技術、無線アクセス制御技術などを研究。	災害時に消防が本技術を使用することで、人の流れを把握することが容易になり、適切な救助活動をとることができる。 また、災害現場地図の高速生成も可能になるため、救助活動の効率化へつながる。	情報収集 判断支援 自動化
14	省庁 (研究)	防火性能 地震や火災に対する備えや長期間での性能の維持、騒音・振動に対する対策や環境への配慮など、建築物が持つべき性能を研究。新しい要求に対応するための技術的提言や建築物に係わる課題に対応するための研究を実施。	当技術を活用する建物が増えることで将来大震災が起きた際に、被害を軽減することができる。	設備・器具
15	国立研究開発法人	浮かぶ家 建設会社と共同研究し、洪水などの災害時に浸水を防ぐ「耐水害住宅」を開発。水位が上がると浮き上がるタイプの住宅で、周囲の水位が3メートルに達しても浸水を防ぐ。	建築という観点から、浸水予防、耐震、制振などの最新技術を研究しており、その技術が広がることで、震災の際の被害を軽減することができる。	設備・器具
16	大学	衛星技術 大規模災害時の衛星情報の利活用に関する研究で、大規模災害が発生した場合、緊急観測された衛星情報と平常時の地理空間情報とを組み合わせ、早期に広域の被害状況を把握し、人命救助、二次災害の防止、復旧活動に貢献している。	消防が活用することで、大規模災害時に被害状況を俯瞰的に把握することができる。	情報収集 自動化
17	大学	音声認識 音声言語処理を用いたデジタルアーカイブの高度化の研究。話し言葉の音声認識やロボットとの音声対話、メディア処理技術を用いた語学学習支援などを研究している。	消防や行政が活用することで、AIやRPAの導入が進み、災害時のマンパワー不足に対応することができる。	自動化 情報収集
18	民間企業	教育用VR 住宅火災予防に係る研究用のバーチャルリアリティコンテンツの研究。避難データを収集して、心理学の観点から避難者の行動を解析している。	当アプリを用いて、防災訓練等を行うことで、これまで以上にリアルな訓練をすることができ、住民等へ災害の備えの意識を高めることができる。	教育・訓練
19	民間企業	ドローン ぶつからないAIドローンで、屋内飛行による室内環境の測定、屋外飛行における安全性の追求、収集データの分析など、業務上のさまざまなニーズ解決の研究をしている。	当技術を消防が活用することで、発災時に効率的に状況を把握することができる。また、人が行けない場所での消火活動ができる。	情報収集 救助・救急 消火

3 ヒアリング項目

(1) ヒアリングの視点

ニーズを満たすと想定したシーズが、実際に適合するか、技術の実現によって何が可能となるか、実現するための条件があるか等について聴取する。なお、ヒアリングの際には、シーズを活用する場面等を具体的に提示する。

(2) ヒアリング項目

技術者等へヒアリングする際の質問項目は以下に基づいて行う。

ア 「技術へのニーズ」とシーズとの適合

ニーズを満たすと想定したシーズが適合しているか把握する。

イ 実現可能性について

その技術によって消防が求める「技術へのニーズ」をどの程度、満たすことが出来るかを把握する。

ウ 実現可能な時期の見通しについて

5年単位程度で、技術者等が見通している実現可能な時期を把握する。

エ ニーズを満たすための条件

シーズを対策に活用する際に越えなければならない課題や制約について聴取し、導入のために何を準備しなければならないのか、どのような取り組みが必要かなど、ニーズを満たすための条件を把握する。

4 ヒアリング結果

各ニーズの実現可能性と実現可能時期等について、ヒアリングの結果を将来社会像から技術へのニーズと合わせて表 4-2-4 のようにまとめた。(巻末資料参照)。

表 4-2-4 ヒアリング結果(抜粋)

区分	番号	将来社会像	地震時の問題	被害様相	消防機関による対策の方向性	消防機関による対策方法	対策方法を行うための技術へのニーズ	技術活用の目的	ニーズの可能性(ヒアリング結果)
建物高層階	8	都区部を中心に超高層マンションの建設が継続するなど、高層マンションの居住者数の増加は継続する。今後さらに高層階の居住者数は増加する。	長周期地震動による人的・物的被害が多く発生する。	都区部を中心に高層マンションの建設が継続、居住者が増加した結果、ゆれ(長周期)に起因する室内被害やエレベータの停止による負傷者・要救助者の発生、防火設備・消防用設備の破損等による火災の延焼拡大が発生する。	・建物高層階での被害軽減策 ・防火性能、消防用設備の維持、整備 ⇒事前の被害軽減策の強化 ・集合住宅での防災組織の構築 ・高層階からの避難対策 ⇒住民への普及対策の強化 ・消防活動の負担軽減 ・マンション関係者と消防機関の連携・事前取り決め ⇒消防活動の効率化	2 住民への普及と対策の強化 ① 共助による消防用設備等を使用した消火活動の指導 ② 高層マンションにおける地震時の被害シナリオ周知 ③ 地震時における対応行動マイトタイムライン	2-① G. 建物内をVR等により再現したリアルティのある訓練【xR(AR, VR等)】 2-③④⑤ H. 被災時に活用できる行動ナビゲーション機能【AI、通信、xR(AR, VR等)、ナビゲーション、音声認識】	教育・訓練 判断支援	自宅や事業所内でそれぞれの属性に応じたりアルな防災研修をxRを用いて受ける。(5) 避難行動に関する住民の問いかけを、テキストベースで分析して、自動でナビゲーションする。 携帯型端末を振動させて、手を引かれているような感覚を与え、要救助者を避難所まで誘導する。(5) 6Gによって携帯電話から位置情報をcm単位で特定でき、遠隔からナビゲーションする。(10) 地下街であっても、個人の相対的位置情報を高度情報も含めて把握する。(20)
	10		高層マンションにおける居住者が増えることにより、高層マンションにおける消火活動や救助活動が増加する。特に地震時は長周期地震動などの影響で、多数、発生する。	高層階との行き来が難しくなった特性から避難や消防活動は困難であり、人的、物的被害が増加する。 ⇒建物高層階での人的(物的)被害の増加、消防活動の困難、対応できない事案が多発	④ 初期消火や応急救護等、住民による自助、共助の強化 ⑤ 住民主導の避難、避難支援の仕組みづくり	2-③④⑤ I. より高度化されたMMORPGのような体験環境【xR(MR等)】 2-④ J. 教育・指導時に活用できるトレースしやすい立体的映像【xR(AR, VR等)】 2-⑤ K. 災害時のみ在宅状況を把握できる技術【センサー、IoT、通信】	教育・訓練 教育・訓練 情報収集	自宅でAR/VRを活用した研修を、6Gなどを用いて、遠隔地の人とあたかも一緒にいるように、研修を受ける。(10) 自宅や事業所内でそれぞれの属性に応じたりアルな防災研修をxRを用いて受ける。 5Gを活用し、高画質の映像から、遠隔の家庭内の危険箇所を指摘する。(5) セキュリティが確保された5Gを活用して在宅状況や容態の安否に関する情報の共有を行う。 LPWAでバイタルサインの送受信を行う。(5)	

次に、ヒアリング結果の概要を技術活用の目的ごとに、①関係する主なシーズ、②技術の動向とニーズ実現の可能性、③技術導入への課題の順で以下に示す。

なお、()内の数字は、実現可能時期(5年後、10～15年後、20年後以降、記載の無いものは技術的には実現済み)を示す。

(1) 判断支援

① 関係する主なシーズ
画像認識、シミュレーション、予測・検知、測位技術、通信、IoT、ディスプレイ技術、xR、ポータブル端末、カメラ、センサー
② 技術の動向とニーズ実現の可能性
・マンションの基礎データを入力することにより、それぞれの環境に沿った被災状況のシミュレーションが可能となる。(5) ・避難行動に関する住民の問いかけを、テキストベースで分析して、自動で応答する。(5) ・携帯型端末を振動させて、手を引かれているような感覚を与え、避難者を避難先まで誘導する。(5) ・様々なセンサー情報を5G通信を介して共有し、災害の被害を把握する。またその情報を関係機関にリアルタイムで共有する。(5)

- ・スマホの音声データや、ドライブレコーダー、防犯カメラのデータを集約し、被害状況を推測する。(5)
- ・SNS 情報や車の走行情報等を集約し、リアルタイムの交通情報を得る。(5)
- ・様々なセンサー情報を共有し、住民に自動で注意喚起を実施する。(5)
- ・使い捨ての貼付型の心電測定シートにより、体温、脈拍、呼吸が測定できる。(5)
- ・傷病者の症状から AI が自動でトリアージを実施し、5G 通信を介して迅速に把握できる。(5)
- ・高画質の複数の映像から、現場の消防隊員の異常を AI が発見する。(5)
- ・6G 通信 (5G に続く将来の移動通信システム) によって携帯電話から位置情報を cm 単位で特定し、行動ナビゲーションを実施する。(10)
- ・衛星データを用いて広域の被災状況 (洪水浸水域、土砂災害発生箇所等) を迅速に把握する。
- ・地下街であっても、個人の相対的位置情報を高度情報も含めて把握する。(20)
- ・防犯カメラ、スマホ等で撮影した画像を収集、AI で分析することで、災害発展の可能性を推測する。(20)

③ 技術導入への課題

- ・判断支援の情報を提示する AI や RPA (Robotic Process Automation : 事務作業を行う担当者の一連の作業を自動化できるソフトウェアロボット) の導入には大量の判断材料となるデータが必要だが、現時点ではその蓄積が少ない。
- ・AI が大量の情報から重要度を判定する指標が無い。
- ・AI が提示する重要情報の理由を説明できるロジックが整っていないと、緊急時に人が理解できず活用されない。
- ・災害時に限られた通信をどう分配するか、優先順位付けが必要である。
- ・5G/6G 通信の機能を用いた状況把握システム等を、誰が導入し費用負担を行うかが確定していない。
- ・人の行動履歴や健康管理データの活用について、個人情報の共有に関する法的な課題がある。
- ・通信機能に接続する各種資機材は、通信インフラの規格変更に左右されにくい方法で導入しておく必要がある。
- ・平常時から活用して使い慣れていなければ、災害時に運用することは困難である。

(2) 情報収集

① 関係する主なシーズ
画像認識、自然言語処理、マッピング技術、予測・検知、ドローン、通信、IoT、セキュリティ、カメラ、センサー
② 技術の動向とニーズ実現の可能性
・様々なセンサー情報を共有し、在宅者の安否など遠隔地の状況がリアルタイムで分かる。(5) ・建物内部のセンサー、望遠レンズ、ドローン画像を併用して、迅速な状況把握が可能となる。(5) ・カメラ等で収集した画像を AI で分析することで、危険な行動をとった行動者を自動で把握できる。(5) ・5G 通信を活用した画像等の共有で、消防が遠隔地から状況把握する。(5) ・消防機関等、災害時に重要度の高いユーザーの通信を優先して保証する。(5) ・有線通信の冗長性を確保して途絶リスクを減らすとともに、途絶回線の把握を早急に行えることで復旧を短期間で実施できる。(5) ・途絶せず、きめ細かな 6G 通信ネットワークにより、人の位置情報が c m 単位で把握できる。(10) ・都市内のセンサー等から収集した情報から、消防が必要とする情報を AI が判定、通知し、一早く被害状況を把握できる。(20)
③ 技術導入への課題
・複合災害の予測には、豪雨災害における被災データと震災の被災データの両方の蓄積が必要だが不足している。 ・収集した高解像度データは容量が重いため、端末側で予め処理をさせる必要がある。 ・災害時に限られた通信をどう分配するか優先順位付けが必要である。 ・5G/6G 通信の機能を用いた状況把握システム等を、誰が導入し、費用負担を行うかが確定していない。 ・個人情報の共有に関する法的な課題がある。 ・高機能のドローンなどは高価であり、誰が導入し運用するか決まっていない。

(3) 教育・訓練

① 関係する主なシーズ
シミュレーション技術、通信、IoT、xR、ポータブル端末、センサー
② 技術の動向とニーズ実現の可能性
・ 自宅や事業所内で xR を用いたリアルな防災研修を、それぞれの属性に応じた内容で受ける。(5) ・ 消防隊員が臨場感のある xR を活用し、災害に対応する訓練を実施する。(5) ・ 住宅の内部を撮影した高画質の映像を 5G 通信を介して確認し、遠隔で危険箇所を指摘する。(5) ・ xR を活用した臨場感のある仮想環境下で他機関と連携したリアルな防災研修・訓練を行う。(5) ・ マンションの BIM データ等を入力することで、建物ごとの 3D シミュレーションが可能となる。(5) ・ 時差を感じない 6G 通信を活用し、遠隔地の人とあたかも一緒にいるような感覚で研修を受ける。(10)
③ 技術導入への課題
・ xR を用いた防災教育については、技術的にはすでに可能であるものの、知名度が低く実施主体が少ないため、広がりが少ない。 ・ 目新しさが着目されがちだが、使用方法と合わせて、本来の目的や意図を伝える工夫を施す必要がある。 ・ 高層マンションごとの被害を反映した VR、AR ソフトを開発するには高額のコストが必要で誰が導入するか定まっていない。

(4) 設備・器具

① 関係する主なシーズ
マテリアル、制振・免震、接着技術、ロボット、予測、通信、センサー
② 技術の動向とニーズ実現の可能性
・ 放水ホースの向きを自動で変えるロボットによる自動消火が可能となる。(5) ・ 有線による通信の冗長性を確保し、途絶リスクを減らすとともに、途絶回復の把握を早期にし、復旧が早まる。また、途絶の情報が共有される。(5)
③ 技術導入への課題
・ ホースロボット等の導入については実証実験が必要である。 ・ 災害時に活用するためには、技術者等に事前にニーズやリクエスト等を示すとともに、コスト負担を誰が行うかを定める必要がある。 ・ 災害対応に必要な情報を広く得るための法整備、システム整備が必要である。

(5) 自動化

① 関係する主なシーズ
画像認識、音声認識、自然言語処理、センサー、予測・検知、測位技術、通信、IoT、セキュリティ、カメラ
② 技術の動向とニーズ実現の可能性
・チャットなどのテキストベースでの問い合わせに対して、AI で自動的に回答する。(5) ・様々なセンサー情報を 5G 回線を介して共有し、遠隔地の状況や傷病者の発生がリアルタイムで分かる。(5) ・リアルタイムで、救急隊が判断した状況や医療機関の受け入れ状況を 5G 通信を活用して共有する。(5) ・ウェアラブルデバイスでバイタルサインの計測が可能。(5) ・助けを必要とする人が、周囲の人たちに知らせることできる。(5) ・途絶せず、きめ細かな 6G 通信ネットワークにより、人の位置情報が cm 単位で把握できる。(10) ・完全音声認識によって電話による問い合わせにも自動で対応できる。(20)
③ 技術導入への課題
・音声認識には周囲の雑音の影響を受けることや、気が動転した感情的な話し方を認識することが難しいといった課題がある。 ・5G/6G 通信の機能を用いた状況把握システム等を誰が導入し、費用負担を行うかが確定していない。 ・個人情報の共有に関する法的な課題がある。 ・支援者などが情報の取得することや、助けを求める人がいた際の対応について、整備をする必要がある。 ・判断支援の情報を提示する AI や RPA の導入には大量の判断材料となるデータが必要だが、現時点ではその蓄積が少ない。 ・AI が大量の情報から重要度を判定する指標が無い。 ・AI が提示する重要情報の理由を説明できるロジックが整っていないと、緊急時に人が理解できず活用されない。

(6) 救助・救急

① 関係する主なシーズ
パワードスーツ、ロボット、予測、センサー、通信、カメラ、測位技術
② 技術の動向とニーズ実現の可能性
・パワードスーツを用いて、活動能力の維持と向上をサポートする。(5) ・消火、救助など、消防隊が果たす役割の一部をロボットが代替する。(5) ・途切れない 5G 通信の活用で、遠隔地からリアルタイムに傷病者の容態把握が可能となる。(5) ・様々なセンサー情報を共有し、遠隔地の状況や傷病者の発生がリアルタイムで分かる。(5) ・様々なセンサー情報を共有し、災害の被害を把握するとともに AI で今後の被害をさらに正確に予測、またその情報を関係機関にリアルタイムで共有する。(10) ・医学的な処置を伴わない、血圧測定などの検査をロボットが実施する。(10) ・ロボットが自動的に負傷者を発見し、救急病院へ搬送する。(20)
③ 技術導入への課題
・パワードスーツは現状では需要が少なく、オーダーメイドになるため、導入コストが高い。 ・通信機能に接続する各種資機材は、通信インフラの規格変更に左右されにくい方法で導入しておく必要がある。 ・判断支援の情報を提示する AI や RPA の導入には大量の判断材料となるデータが必要だが、現時点ではその蓄積が少ない。 ・AI が大量の情報から重要度を判定する指標が無い。 ・AI が提示する重要情報の理由を説明できるロジックが整っていないと、緊急時に人が理解できず活用されない。 ・5G/6G を用いた状況把握システム等を誰が導入し、費用負担を行うかが確定していない。 ・個人情報保護の共有に関する法的な課題がある。 ・最新技術の導入のためには、消防が必要なスペック、ニーズ等を確定して示す必要がある。

(7) 搬送・運搬

① 関係する主なシーズ
パワードスーツ、ロボット、ドローン、空飛ぶクルマ、自動運転、センサー、通信、予測
② 技術の動向とニーズ実現の可能性
・重量物の搬送等を行う際にパワードスーツを活用する。(5) ・高層階に設置されたストレッチャーロボットにより傷病者を搬送する。(5) ・物資の搬送をロボットやドローンが実施する。(5) ・空飛ぶクルマによって、医師を傷病者の元へ迅速に派遣する。(10) ・空飛ぶクルマによって、傷病者を病院へ迅速に搬送する。(20)
③ 技術導入への課題
・先端技術を扱える人材を採用、育成する必要がある。 ・空飛ぶクルマの導入に関して、ペイロード（総重量）の制限に関する課題や離発着場が現在は無いといった課題があり、具体的な運用方法が定まっていない。 ・最新技術の導入のためには、消防が必要なスペック、ニーズ等を確定して示す必要がある。 ・パワードスーツや高機能のドローンについては高価である。

(8) 身体支援

① 関係する主なシーズ
パワードスーツ、ロボット
② 技術の動向とニーズ実現の可能性
・住民がロボットやパワードスーツを活用し、災害時の活動負担が軽減する。(5)
③ 技術導入への課題
・住民が使用するロボットやパワードスーツについて、運用や購入方法が定まっていない。

(9) 消火

① 関係する主なシーズ
ロボット、通信、センサー、マテリアル
② 技術の動向とニーズ実現の可能性
・現場で不活性ガスを発生させる消防車により、水を使用しないで消火が可能となる。 ・高温になると自動で不活性ガスを発生させる壁紙が、自動で消火する。 ・スプリンクラーとホースロボットの連携による自動消火を実施。(5) ・火災が起きた際にドローンを用いて、必要な個所へ消火剤の噴射を実施する。(10)
③ 技術導入への課題
・ホースロボット等の導入については実証実験が必要。 ・消防防災の市場が狭く、明確なニーズが示されないと開発研究が進みにくい。 ・防災用の設備は導入コストが高く、法律や条例で定めないと普及しづらい。 ・高機能のドローンについては高価である。 ・投下する消火剤についての選定や実証実験する必要がある。

5 消防・防災対策への応用

ヒアリング結果から想起される、シーズを消防・防災対策に応用した際の活用イメージを挙げる。

① 判断支援

- ・ 5G 通信を活用し、消防隊員が付けるウェアラブルカメラ等からリアルタイムで画像を収集し、それを本部と共有することで、遠隔からの指揮支援が可能となる。
- ・ 蓄積されてきた過去の災害対応のノウハウや、マンションの基礎データなどが一元管理され、類似災害事例やマニュアルが早期に呼び出せる。
- ・ デジタル映像に変換された対応要領等が、現場隊員のメガネ型端末に AR で映し出され、ベテランの隊員が現場にいらなくても、適正な判断が可能となる。どのような状況が二次被害に発生しやすいかも事前に知らせる仕組みも出来る。
- ・ 都市にある様々なセンサー情報を収集し、災害の被害を早期に把握する。
- ・ 収集した精度の高い情報を、リアルタイムでコンピューター内に再現し、シミュレーションをした結果を、現場へと迅速にフィードバックする。
- ・ SNS や自動車の走行データから通行可能道路や通行止め箇所を把握し、緊急車両の端末等に到着の早い出場順路を提示できる。
- ・ 貼付型の心電測定シートにより、体温、脈拍、呼吸が測定でき、AI を活用して自動で傷病者観察を実施するとともに、傷病者の状況が迅速に把握できる。
- ・ 災害時に住民からの問い合わせをテキストベースで分析して、避難行動等、適切な行動を自動で回答する。
- ・ 6G 通信の機能を活用して cm 単位で避難者の持つ通信端末の位置を特定し、行動ナビゲーションを実施する。
- ・ 次々と入力される被害状況を自動で一元的に集約、管理、更新するシステムで、災害時に煩雑な情報収集、集計、比較などの作業を省力化できる。

② 情報収集

- ・ 災害時にはセンサー、IoT から集まった情報が消防にも届き、高層階や遠隔地の被害状況の把握が可能となる。
- ・ 建物内部のセンサーや望遠レンズ、ドローン画像等を併用して、消防隊が人手をかけずに火災等の被害を発見し、場所や状況を把握できる。
- ・ 震災時に民間のドローンや防犯カメラ等の情報が、現場にいる消防隊に届き、俯瞰的な情報から最適な活動を選択できる。
- ・ カメラ等で収集した画像を AI で分析することで、安全でない行動（危険な方向に避難している等）をとっている者を自動監視し、即時に情報を発信することで被害を抑制できる。
- ・ 災害時にも最低限の通信ができる技術を活用し、途絶のない情報共有を継続する。

③ 教育・訓練
・精緻なシミュレーション結果を xR 等を活用して表現し、リアルな被災体験をすることで、地震を我事として考えるきっかけや防災の重要性を知る機会を得られる。 ・消防隊が出場した災害対応時の映像等を収集し、それを xR 等を活用した仮想空間において体験することで、実災害と同様の経験、知識が得られる。 ・他機関との訓練や情報共有等を、5G 通信を介して行うことで、遠隔地であってもタイムラグなく実施でき、シームレスな関係の構築に繋がる。
④ 設備・器具、消火
・空気から不活性ガスを発生させる技術により、断水でも消火の継続が可能となる。 ・高温になると不活性ガスが発生する壁紙等により、初期消火の自動化が図れる。 ・火災発生時に建物に設置されたホースロボット等が自動消火を実施する。
⑤ 自動化
・音声による問い合わせをテキストベースに変換、AI が理解し、傷病者の容態情報に基づくトリアージの結果や応急処置の方法を提示する。 ・医療機器等のセンサーで異常を検知し、具体的な状況等を発信できる技術の活用により、周囲の人たちが要救助者の状態や位置を把握できる。 ・IoT 機器等の普及により、異常を検知した各種センサー情報が 5G 通信を介して迅速に通知、共有され、災害の情報が自動で集まる。集まった情報をもとに今後の被害の状況を自動的にシミュレーションし、予測することが可能となる。 ・5G 通信や測位技術の活用により、救急隊が判断した情報とリアルタイムの医療機関の受け入れ情報がマッチングされ、自動で傷病者の搬送先が調整できる。 ・画像認識や自動音声認識技術、AI、RPA 等の活用により、災害時に煩雑な情報収集、集計、比較などの作業を省力化できる。
⑥ 救助・救急
・消防隊がロボットやパワードスーツを用いて、効率的な救助活動を実施する。 ・要救助者が携帯するスマートフォンやウェアラブル端末のセンサー、電波等から要救助者のいる位置を推定し、消防隊に情報提供できる。 ・ロボットによって自動で傷病者観察（バイタルサインの測定）を実施する。
⑦ 搬送・運搬、身体支援
・ストレッチャーロボットにより高層階から負傷者等を搬送する。 ・ドローンや空飛ぶクルマで、必要な資機材等を消防隊の下へ自動で搬送できる。 ・消防隊がロボットやパワードスーツを用いて、より高度、かつ効果的な現場活動を実施する。

6 考察

前5で例示したように、新技術の導入によって震災対策の高度化、効率化を図り、災害時の煩雑な情報処理も自動化、省力化できる可能性がある。

しかし、その実現には、乗り越えなければならない課題があることを把握した。こうした課題の解決に向けて、消防機関に求められる対応を考察する。

(1) データ蓄積の課題

今後、判断支援や自動化等に AI を活用する場面が増加すると考えられるが、現時点では判断材料や検討の素材とするための適切なデータの蓄積が不十分である。特に、消防活動に関するデータは消防機関でしか収集することが難しい。

消防機関は、大量の災害関連データ等を管理するハードウェアを準備し、日常業務からデータを蓄積するための仕組み作りと職員の意識が必要と考える。また、他機関の汎用性あるデータを広く収集して震災対策に活用するなど、応用的な分析を実施できる体制づくりが必要である。

(2) AI と人の役割分担に関する課題

AI には情報の自動収集や重複情報の統合など、大量の情報を高速、高精度で処理できるメリットがある。しかし、災害の状況は多様であり、教師データを完全に整備しきれないため、AI に全ての判断を委ねるには懸念がある。

AI 活用のメリットを生かしつつ、災害の不確実性を踏まえた活用を行うなど、人と AI の役割分担を明確にしておく必要がある。

(3) AI が提示する情報のロジックに関する課題

AI が重要と判断した情報を、提示された者が、その理由やロジックまで理解できなければ、実際に判断、行動に活用することはできない。

平常時から AI が提示する情報を活用し、その理由やロジックを含めて、情報の正しさを人の目で再確認する体制をとり、点検を行うことで精度を上げていく必要がある。

(4) 通信と電力に関する課題

新技術のインフラとして、通信と電力への依存は大きく、それらが途絶した時の影響が大きい。

震災時の消防活動を高度化していく上で、今後さらに重要度が増していくであろう通信については、多数キャリアの活用によって災害時の途絶へのリスクヘッジを図るなど、ダメージを抑える仕組みを整備していく必要がある。

また、通信の一部が制限される場合において、必要最低限の機能を維持させるため、どの機能を優先するかを事前に検討しておく必要がある。

電力については、停電することを前提に、今後も自前で発電・蓄電する設備を維持し、さらに増強していくことも必要と言える。

(5) 技術者等への発信と実証実験

消防機関のニーズは、シーズによって概ね解決可能だが、実際に消防機関がすぐに導入できる状態ではない。これは、技術者等が正確に消防機関のニーズを把握できておらず、ニーズを的確に満たす技術の開発が行えていないことが一因である。

消防機関は、劣悪な環境下での活用を前提とする等、震災時に使いたい技術の詳細を、正しく技術者等に伝えなければならない。また連携して実証実験を繰り返し、改良を重ねて消防の求める技術の発展を促す必要がある。

(6) 消防の持つ情報の活用の課題

消防が蓄積するデータは、新技術を災害時に活用できるものにしていく上で重要な情報と言える。消防機関は、災害現場でしか蓄積できないデータを収集し、そのデータのオープン化を図っていくことが求められる。

(7) 個人情報活用への課題

センサー等の情報から、個人の状態把握や行動のトレースといった情報取得が日常的になる可能性がある。こうした情報を様々な形で震災対策に応用していくことが考えられるが、その積極的な活用には個人情報の問題や目的外利用といった課題がある。

消防機関はこうした個人情報について、プライバシーに配慮しながらも災害時に有効に活用できるよう、他機関との連携や組織内の体制を確保する必要がある。

(8) 法・制度面での課題

災害対応に有効な技術が開発されたとしても、法や制度で定められた要件を満たしていなければ活用することは出来ない。

新技術の災害時の活用については、実績を重ねて可能性を広げていく試みと合わせて、法や制度との適合を図っていくことが必要である。

(9) 人材育成の課題

新技術を導入しても、すぐに活用できる類の技術は非常に少なく、その技術を理解し、使いこなせる人材が必要である。

業務の省力化、高度化を実現する為に、新技術の活用を検討し、それを消防機関の業務に適用していくことができ、技術の活用を通じて応用や改善を図っていく能力を持つ人材の育成が求められる。

(10) 市場とコストの課題

消防や震災対策に特化した技術は、市場が小さく企業等が積極的な投資をしづらい為、技術開発や社会実装が行いにくい。

消防機関は、震災対策という極端に小さい需要を、分野を広げて平常時の業務にも活かせるようにする、さらには、民間利用される技術をカスタマイズして震災対策に応用するなど、新技術の導入コストを下げる取り組みも必要と考える。

(11) 平時利用と民間連携

震災時に活用する技術は、平常時の業務や災害において活用可能な形で、震災時に技術をシームレスに活用すること、平常時利用を通じて改良を重ねていくことが必要である。

また、コストを抑えたスムーズな技術導入を図るため、日頃から社会実装の状況等をリサーチし、新技術の活用について民間企業と連携した検討ができる体制が必要と言える。

7 本節のまとめ

前提として、今後 20 年の間に想定したニーズは、シーズによって概ね実現されることを把握した。

しかし、消防・防災対策に技術を実装するには、乗り越えなければならない課題がある。その課題解決には、消防が新しい技術を実装し、技術発展にも積極的に関与すること、情報を蓄積する受け皿や仕組み作りなど、新技術の導入に向けた下地づくりを行うことが求められる。こうした課題解決を通じて積極的に新たな対策を導入することで、震災被害の軽減を図っていくことが重要である。