

第6章 地区整備における費用・便益算定手法

6.1 費用便益の考え方

6.1.1 費用便益分析の目的

本研究は、都市部に多く存在する密集住宅市街地等において、防災性の向上を主目的として住民と協調しながら進められる老朽住宅の建替えや道路拡幅、公園・緑地の整備等の一連の事業の費用と効果を、事業の初期の計画段階において簡便に推定する方法を提供することを目的とするものである。

防災まちづくり事業は、最終的にその効果が防災性という当該地区の特性に帰着するため、便益を計測する方法として地価関数に基づくヘドニック法の適用が可能な分野である。しかし、ここではより簡便に、かつ事業に含まれる個々の防災対策の効果をより明示的に示せるようにするため、代替法を用いて便益を推定する方法を検討する。代替法とは、防災まちづくり事業の実施により、事業を実施しない場合と比較して災害時に発生する可能性のある損害額が減少する分を事業の便益とみなす方法である。

代替法においては、事業の有無それぞれの状況における被害を如何に求めるか、そして被害を如何に貨幣価値に換算する（被害額を求める）かが、ポイントとなる。現時点で得られている既往の地震被害からの知見や、分析の簡便さという制約から、分析手法が対象としうる被害の種類は限定される。本研究では、次の被害を対象とする。

- ・揺れによる建物の構造被害のうち、全壊及び半壊した建物の被害
- ・火災の発生と延焼による被害のうち、焼失（全焼）建物の被害
- ・焼失・全壊・半壊被害を受けた建物内の家財や営業用資産の被害
- ・事業所が焼失・全壊した場合の、営業停止による機会損失

また、これらの被害から被害額を算出するにあたっても様々な制限があるが、詳細については後述する。一方、地震により一般に発生する被害のうち、次のような被害は本研究では対象としていない。

- ・重軽傷、死亡などの人的被害
- ・建物の一部破壊や部分的焼失
- ・家財や事業用資産の一部破壊（全焼・全壊・半壊以外の建物で生じた資産の被害）
- ・商店や事業所の廃業
- ・道路、交通、水道、電気、ガス等インフラ施設の被害
- ・被災による転居・転職、仮設住宅での生活やインフラの停止による社会生活上の困難
- ・以上のような被害を受ける可能性のある地区住民の精神的不安感
- ・地域全体の経済活動の停滞による損失 等

さらに、被害に影響する要因である次のような事項も考慮していない。

- ・地盤の液状化の効果
- ・地震を起因とするがけ崩れによる被害
- ・津波による被害
- ・消防活動の効果
- ・その他、地域住民の連携や日常的な防災意識高揚などソフト対策の効果 等

以上のような被害推定上の制約があるため、本研究が対象とする防災まちづくり事業の事業内容や事業上の設定も限定されたものとなる。これについても、以下の項で検討する。

6.1.2 費用便益分析の概略手順

代替法を適用した防災まちづくりの費用便益分析の実施手順は、概ね以下の通りである。

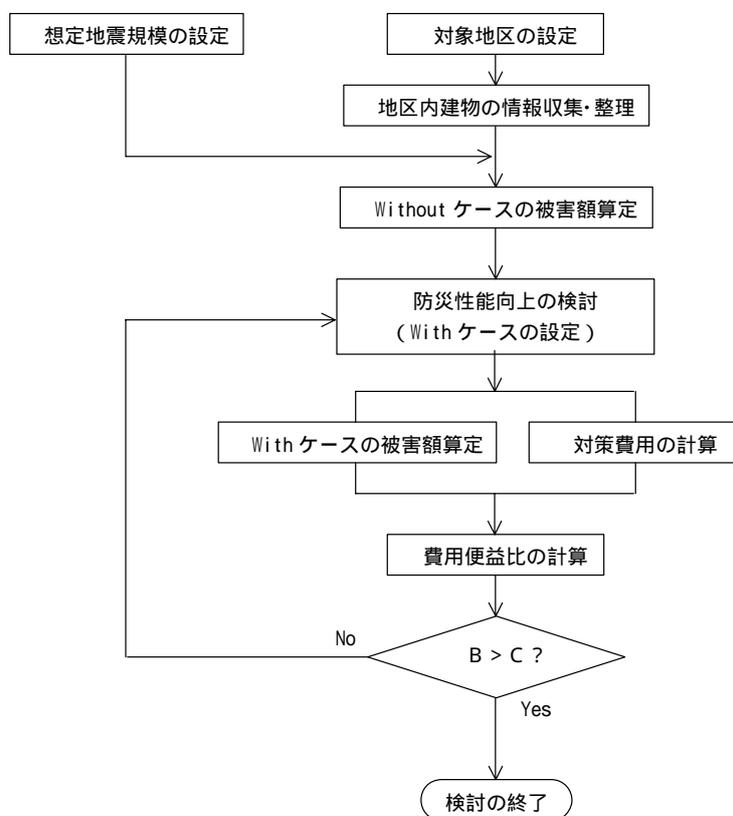


図 6.1.1 防災まちづくり費用便益分析の実施手順

図 6.1.1 に示すフローチャートの各手順の概要は、以下のとおりである。

想定地震規模の設定

- 想定する地震規模を、震度や地表最大速度などの指標で設定する。
- 上記地震の発生確率を設定する。

対象地区の選定

- 検討の対象となる地区の広がりや境界を設定する。

地区内建物の情報収集・整理

- 設定した地震による被害を想定するため、地区内の建物に関する各種情報を収集する。

Without ケースの被害額算定

- 防災まちづくり事業を実施しない状態で想定した地震が発生した場合の被害を求める。
- 被害を被害額に換算する。

防災性能向上の検討

- 防災まちづくり事業の具体的内容について検討し、計画を立案する。

With ケースの被害額算定

- 上記の事業を実施した状態で想定した地震が発生した場合の被害を求める。
- 被害を被害額に換算する。

対策費用（事業を実施するための費用）の計算

- の対策実施により、対策を実施しない場合と比較して増大する費用（事業費及び長期長期的に発生する維持管理費等）を求める。

費用便益比の計算

- Without ケースの被害額から With ケースの被害額を差し引くことにより、事業の効果を求める。
- 事業の効果に地震の発生確率を乗じたものを、各年に発生する便益の期待値とする。
- 便益、費用を、評価期間の各年にわたり整理して、それぞれ社会的割引率で現在価値化したうえで合計する。
- 便益の現在価値の合計を B、費用の現在価値の合計を C として、費用便益比（B/C）を求める。

6.1.3 費用便益分析の前提条件と検討内容

6.1.2 で記した防災まちづくり費用便益分析の各実施手順について、本研究における扱いは以下の通りである。

(1)地震の想定

(a)地震規模の設定

地震規模は、各自治体において既に想定されている場合も多く、また内閣府地震被害想定支援マニュアルにおいても設定方法が解説されている。

したがって、本研究においては、特に想定方法を規定せず、自治体で設定済みの地震や内閣府マニュアルにしたがって適宜設定した地震を用いるものとする。

また、対象地区における地震規模は、本研究において火災の発生率と建物の構造被害を求めるために使用する都合上、地表最大速度として与える。

(b)地震の発生確率

防災まちづくりの効果は、地震という不確実事象が発生したときのみ顕在化するため、評価期間内の各年の便益は、想定する地震が各年に発生する確率に基づく期待値として表現される。この確率は、想定する地震或いは地表最大速度の年超過確率で与え、評価期間中は一定の値をとるものとする。

効果の期待値を求めるにあたっては、つぎの仮定が暗黙になされている。

想定する地震は、対象地区で考えられる最大規模のものである

想定する地震より小さい規模の地震が発生した場合の被害は無視できる

想定する地震の、評価期間内の発生確率は、一様である

例外的ではあるが、これらの条件のうちウ）が成立しない状況が考えられる。例えば、地震調査研究推進本部地震調査委員会の報告¹によると、特定の時点から 10 年の間に宮城県沖地震が発生する確率の時間推移は図 6.1.2 のようになっている。

対象とする地震の再現期間（地震の周期）が短く、前回の地震発生からの経過時間が再現期間に近づいてくると、図 6.1.2 に示すように、地震の発生確率が短期間に急激に上昇するような状況が生まれる。

¹ 「宮城県沖地震の長期評価」地震調査研究推進本部地震調査委員会（平成 12 年 11 月 27 日）

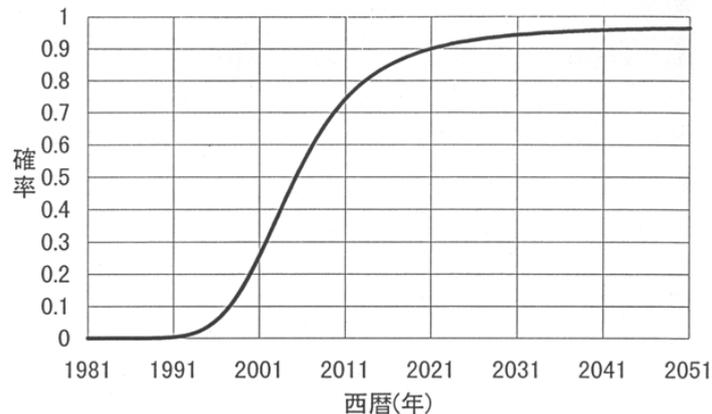


図 6.1.2 10 年後までに宮城県沖地震が発生する確率の時間推移

防災まちづくり事業は、事業実施に比較的長い時間を要し、また整備した施設が存続する期間（すなわち、事業評価の期間）も数十年に渡るため、上の宮城県沖地震の例のように、想定する地震が今後 10 年間のうちにほぼ間違いなく発生すると予測されるような状況において必要となる緊急的な防災対策とは、明らかに性格が異なっている。

本研究は、より一般的な状況における防災まちづくり事業を対象とするものであり、宮城県沖の例のような状況を想定していない。特に、時間のかかるまちづくりのハード面の効果のみを評価し、ソフト対策の効果を全く考慮に入れていない点で、緊急的な防災対策の評価には適さない。さらには、出火の発生確率など既往の地震被害に基づく基礎的な情報が、警戒態勢下において発生した地震の場合にどの程度関連性を持つのかという問題も指摘される。

これらの制約を把握した上で、ハード的な対策の実施の評価に本研究内容を緩用する場合には、少なくとも地震の発生確率の考え方と共に、以下で述べる評価期間や割引の考え方について、適切な修正を加える必要がある。

(2)対象地区の選定

対象地区の具体的な設定方法については、概ね 10～30ha 以内の地域であり、次のような火災の延焼を抑制する効果をもつ連続的な境界要素に囲まれる区域を選定する。

- 1)都市防火区画
- 2)一定以上の幅員をもつ道路
- 3)側道幅員を含め、幅 12m 以上の河川、鉄道
- 4)一定以上の幅を持つ連続的な空地

上の連続的な境界要素で囲まれる区域が 30ha を超えるような場合には、できるだけ上記 1)～4)に近い条件を持つ線的な要素で囲まれる区域を設定する。

(3)地区内建物の情報収集・整理

地震による被害を推定するにあたっては、地区内の建物の建築種別や建築面積、延床面積などの情報を用いることになる。これらの情報は、地震の揺れによる構造的な被害及び出火・延焼による被害量を求めるための物理的な情報と、被害量から被害額を算定するための経済的な情報に大別される。必要となる情報の項目や内容は、被害推定の方法によって異なるため、以下で述べることとする。

(4) Without ケースの被害額算定

推定する具体的な被害項目は次の 6.2.1 において検討するが、基本的な方針としては、揺れによる建物の構造破壊と、出火・延焼による建物の焼失、およびこれらに起因する家財・事業所資産の滅失や営業停止の機会損失を評価する被害の対象とする。

過年度の検討においては、防災まちづくり事業を実施しない場合(Without ケース)においても、対象地区内に発生する自然建替えとこれによる防災性能の変化（一般には、向上）を考慮する必要性について検討した。これを、次の図 6.1.3 に従って説明する。

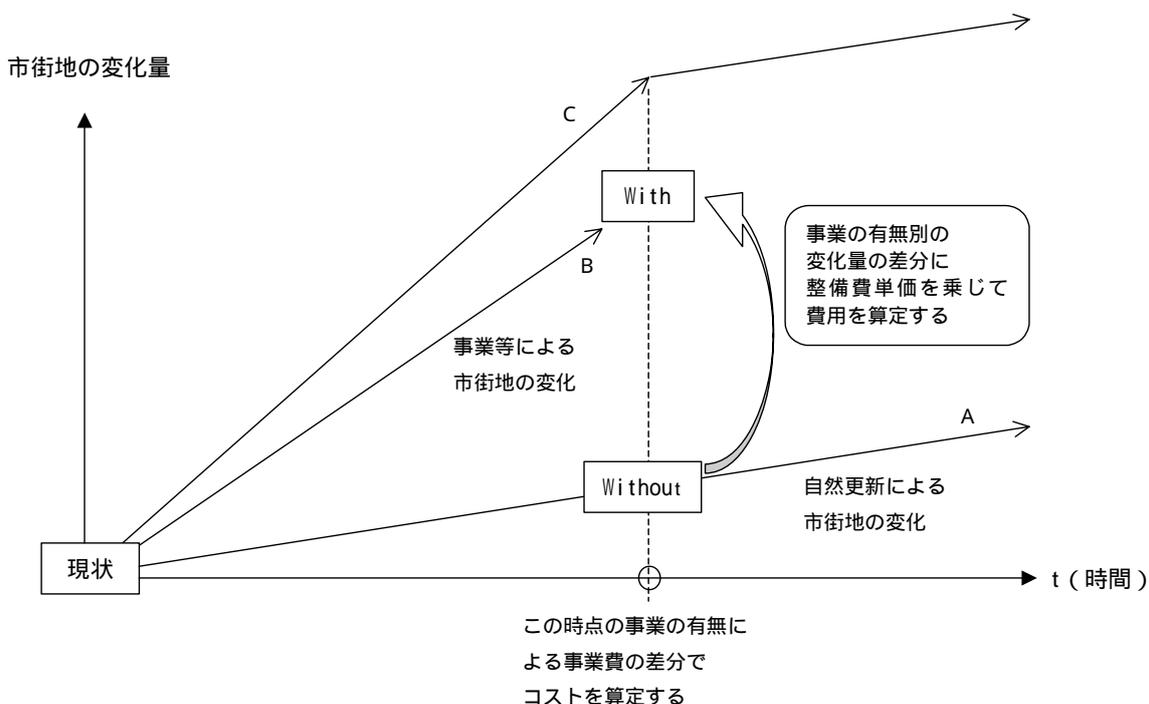


図 6.1.3 防災まちづくり事業の有無と市街地の変化²

- 防災まちづくり事業を実施しない場合、自然建替えのみが進行するため、市街地は線 A に従って変化する。
- 防災まちづくり事業を実施する場合、事業期間中に市街地が急激に変化する部分が発生するため、線 B のような変化となる。
- したがって、Without ケースにおいて、自然建替えのシナリオを作成し、一定の建物の更新が発生した状態を、With ケースとの比較対照とする。

自然建替えを想定することは合理的であり、被害推定の精度を上げるためにも望ましいものである。しかしながら、耐用年数を過ぎた住宅が継続的に使用される場合も多く存在するなどの現実もあり、実際に発生していない建替えを想定することは困難である。

一方、防災の観点からは、防災まちづくり事業が特に地震等の災害による被害の発生と拡大を防止する上で重要な点をターゲットとして実施されるのに対し、自然建替えは必ずしも防災を主眼とするものではなく、個々の区画や建物の所有者の都合により主導されるのが一般的であるため、個々の建

² 「防災投資における費用便益分析適用時の原単位の収集と算定手法に関する整理業務（平成 14 年 3 月）」より

物の構造的な強度の向上以上にどの程度地区としての防災性能の向上が期待されるかどうかは不明である。

また、防災まちづくり事業を実施する場合においても自然建替えは同様に発生する（図 6.1.3 中、線 c）ため、With / Without ケースの被害の差分をとって便益とする代替法では、両ケースで自然建替えが無いとする条件設定も可能と思われる。

以上より、本検討においては、自然建替えは考慮せず、現状を Without ケース、現状に防災事業を実施した後の状態を With ケースとすることとする。

(5)防災性能向上の検討

前ステップの Without ケースにおける被害等を参照しながら、防災まちづくり事業で実施する具体的な対策を検討する。

繰り返しになるが、本研究が対象とする被害は、地震の揺れによる建物の破壊と火災の延焼による焼失、およびそれに直接的に起因する経済的な被害に限られる。したがって、事業の実施とその効果を計る費用便益分析の観点からは、揺れによる建物の破壊と火災延焼に直接的に関係する以下のような対策のみが、本研究が対象とする事業内容に挙げられることになる。

- 老朽化した木造建物の不燃化建替え
- 上記の場合の、鉄筋コンクリート造 3 階建て以上の集合住宅建物への建替え
- 道路の拡幅（上記建替えにおける建物のセットバック）
- 一定以上の短辺長を持つ空地（公園、緑地等）の整備

以上のような対策を、地区の特性に配慮して設定するものとする。

防災まちづくり事業のなかで行われる建物の建替えにおいては、現状（事業前）よりも大きな住戸面積の整備が望まれることが多いと思われる。この場合には、防災上の効果以外に、住居の面積が拡大することによる生活上の快適性の向上が、事業の結果として発生する可能性がある。しかし、本研究においては、便益の要素として居住面積の拡大による生活快適性の向上を考慮しないため、より広い住戸を整備することに要する費用に対応する便益の評価がなされていないことになり、結果として、費用便益比が過小評価となる危険性がある。

類似のケースとして、建物の多層化が図られ、新たな住戸が設けられることも考えられる。この場合も、本研究においては、要する追加的費用に対応する便益の評価をすることができない。

現実には、上記のような追加的費用が支出された場合には、それに見合う収入の増加が期待される。すなわち、より広い住戸に見合う家賃の上昇や、追加された住戸に対する追加的家賃収入である。したがって、基本的には、より広い居住面積の整備に要する追加的費用は、家賃収入の増分により補償される（相殺する）と考えることができる。

上記の視点と、本研究が対象とする簡便な費用便益分析における分析のレベルにも配慮し、建替え後の住居の面積を建替え前と同一にするなどの単純化を行うことが妥当であると考えられる。このことについては、費用に関する検討において、再度精査する。

(6)With ケースの被害額算定

(5)で検討した事業を実施したもとして地区の建物データを修正した上で、被害および被害額を求める。推定方法は、(4)と同一である。

(7)事業実施費用の計算

事業実施に要する費用、及び事業により整備された構築物の各年の維持管理費を計算する。本研究においては、これらの費用を求めるための費用原単位を提供する必要がある。

一旦求めた費用については、以下のような整理が必要となる。

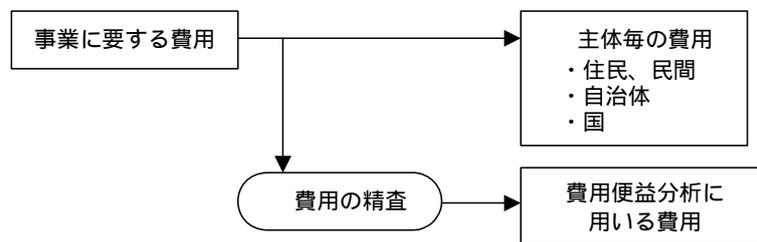


図 6.1.4 事業実施費用計算の手順

主体毎の費用

事業に要する費用は、それぞれの事業主体である住民、民間事業者、公共施設の管理者が負担することが基本であるが、これに対し、「密集住宅市街地整備促進事業」等の制度に基づき、国、都道府県などから補助が行われることがある。

これらの補助が適用され、費用の再配分が発生した場合の、各主体の費用について明確化する。

費用の精査

先の「(5)防災性能向上の検討」でも述べたが、計画された事業の総費用と、費用便益分析において費用として計上すべき費用は異なる場合がある。

例えば、事業の中に街並みの景観改善のための工事が含まれていたり、木造アパートから鉄筋コンクリート集合住宅への建替えて賃貸住宅の戸数が増えるような工事が含まれていたりする場合には、これらは本研究において評価する「便益」の算出に無関係なコストであって、これらを含めて費用を評価してしまうと、費用便益費が過小評価となる危険性がある。

ここに挙げた例のように、防災性能の向上に無関係な事業の部分とその費用を特定できる場合には、該当する費用を事業の総費用から除いたものを、「費用便益分析に用いる費用」とすることが、より合理的な評価につながるものと考えられる。

(8)費用便益比の計算

これまで述べてきた各ステップにおいて得られた情報を元に、費用便益比を計算する。

(a)便益

便益は、Without ケースの被害額から With ケースの被害額を差し引いたものに、想定地震の年発生確率を乗じ、被害額軽減の期待値として求める。

防災まちづくり事業は多年度にわたって実施されることが普通であり、発生する便益も、事業の進捗（具体的には、建替えや道路・公園整備の進捗）に従って時間的に変化する。しかしながら、事業の進捗の各段階における便益をそれぞれ評価することは現実的ではないため、施設整備が継続する期間内における便益の評価を単純化する必要がある。

例えば、総事業費に対する各時点の事業費の支出の進捗割合を事業完了時点の便益に乗じて対応する時点の便益とする。或いは、一連の事業の中で最も防災効果の大きい事業が終了した時点から便益が発生するものとする、等の方法により、計算の単純化を図ることが考えられる。

(b)費用

事業に要する費用は、支出の項目毎に、発生時点に従って、評価期間内の各年度に配置する。

ただし、上に述べたように、施設整備は長期間にわたる可能性があり、また、本研究における費用便益分析が適用される初期的な時点においては、事業に要する期間や支出の発生時点が不明な場合もある。このような場合には、他事例を参照するなどの方法により、一定期間内に施設の整備が終了するような想定を行う必要がある。

(c)評価期間

評価期間は、事業の着手時点（土地の取得や工事など、事業費の支出が開始する年度）から、整備された施設が耐用年数を迎えるまで、とするのが、費用便益分析における一般的な方法である。本研究においては、この耐用年数は、事業における主要な建築物と考えられる鉄筋コンクリート住宅の法定耐用年数を取り、47年間を標準とすることが妥当であると考えられる。

また、上の議論と同様、事業が複数の施設整備を含み長期間にわたる場合は、耐用年数をどの時点から計算すべきかがあいまいになる可能性があるが、最も重要な建物や構築物の供用が開始する時点から計算するなど、便益や費用の発生時点と整合を取りながら、一定の考え方の下に単純化を施してよいと思われる。

(d)割引率

各年の便益と費用については、割引率を乗じて基準年度（通常は、施設の共用開始年度）の現在価値に換算する。

割引率の設定については、様々な議論があっても必ずしも統一的な見解が得られているわけではないが、ここでは、他の公共事業の費用便益分析マニュアルでも共通に用いられている4%³を適用することが妥当であると考えられる。

6.2 費用・便益の要素の整理

6.2.1 被害に関する項目

(1)過年度の検討結果の考察

過年度までの検討において、被害として算入すべき項目が抽出されている（以下の各表内）。これについて、費用便益の視点から再度検討を加える

(a)建物被害の算定（民）⁴

被害項目		算定の対象
直接被害	物的被害	(1)建物被害（倒壊によるもの、焼失によるもの、倒壊・焼失によるもの） ・焼失、倒壊した建物の価値を求める。 【論点】 全焼失、一部焼失、全倒壊、一部倒壊及び焼失かつ倒壊の扱い

建物の被害については、これまで述べてきたとおり、火災の発生・延焼による焼失と揺れによる構造破壊を被害の対象とする。

出火或いは延焼したと見なされる建物については、全壊・半壊等の構造破壊に関わらず焼失（全焼失）し、建物の価値が全て失われる（全損する）ものとする。すなわち、「一部焼失」は考慮しない。

全壊した建物は全損、半壊した建物は半損するものとし、半損の場合は、全損の場合の一定割合（半損係数）の損失が発生するものとする。

³ 旧建設省、「社会資本整備に係る費用対効果分析に関する統一運用指針」による

⁴ 被害、費用項目に添書した「(民)」は民間の、「(官)」は政府・自治体の被害、費用を示す。

以上の被害の定義を整理すると、以下の表 6.2.1 のようになる。

表 6.2.1 建物の被害と損失の区分

	構造破壊	全壊	半壊	構造破壊なし
火災				
出火又は延焼（焼失）		全損	全損	全損
出火、延焼なし		全損	半損	損失なし

建物の被害により発生する経済的損失（被害額）については、考え方として、以下の2つの評価方法が挙げられている。

建物の時価（再築補償費或いは耐用年数に応じた減価償却後価格）

推定再建築費

被害により失われる資産額を求めるという観点からは、それぞれの建物の経年的な価値の低下を考慮し、被災時点の時価を被害額とすることが、厳密な取り扱いであると考えられる。一方、防災まちづくり事業の事業費も同様に、除却される建物は、将来的には耐用年数が来て建替えられるのであり、事業に要した費用は、除却することにより失われた価値、すなわち建替え前の当該建物の時価と見るべきであろう。便益と費用の評価方法は、バランスが取れていなければならない。

しかしながら、地区内の個々の建物の築後年数を求めることは容易ではなく、また、現実的には法定耐用年数を超えた建物が供用されつづけることも多いなど、時価による評価は、情報の収集や被害の評価において問題が多い。

したがって、本研究においては、建物被害による損失は、被害を受けた建物の再建築費を基準として評価するものとする。全損の建物については、当該建物の再建築費の100%を、半損については、当該建物の再建築費に半損係数を乗じたものを被害額とする。なお、半損の場合の被害とは、破損した建物部分の修繕にかかる費用に該当する。

(b)建物被害に伴う家財被害の算定（民）

		被害項目	算定の対象
直接被害	物的被害	(2)家財被害	・焼失、倒壊した住宅内の家財被害の価値を求める

それぞれの建物の被害に従い、建物に帰属する家財が全損または半損するものとする。

(c)建物被害に伴う営業用資産被害の算定（民）

		被害項目	算定の対象
直接被害	物的被害	(3)営業用資産の被害	・焼失、倒壊した事業所の営業用資産被害の価値を求める 事業所とは商店・事務所、工場である 営業用資産は有形固定資産、棚卸資産とする

家財と同様、それぞれの事業所用建物の被害の区分に従い、営業用資産が全損または半損するものとする。

(d)地域の商店・工場等における営業利益の損失被害の算定（民）

被害項目		算定の対象
間接被害	非物的被害	(4)地域の商店・工場等における営業利益損失の被害 ・事業所（商店・事務所、工場）の営業停止による利益の逸失を計測する。

事業所建物に被害が生じたことによる営業機会損失の費用として、被害額に計上することとする。
建物が全損したときに営業が停止するものとし、半損のときは何らかの方法で営業の継続が可能であるとして、被害に計上しない。

(e)瓦礫の撤去費用の算定（民）

被害項目		算定の対象
間接被害	復旧・復興費用	(5)瓦礫の撤去費用 ・建物被害に係る瓦礫の撤去費用を求める

被害額に計上することとする。

ただし、瓦礫撤去が必要となるのは、建物が全損の被害を受けたときであり、半損の場合は建物を修繕して継続使用が可能と考えているため、瓦礫撤去は発生しない。

(f)応急仮設住宅の整備費用の算定（官）

被害項目		算定の対象
間接被害	復旧・復興費用	(6)応急仮設住宅の整備費用 ・応急仮設住宅の整備に係る費用

応急仮設住宅は、各自治体の防災計画等により災害時に整備することが定められており、整備量は全壊、全焼住宅の内、3割の範囲内とされている例が多い。この応急仮設住宅の整備費用について、地震の被害という観点からは、次のように取り扱う。

災害のない状態においても、住民は家賃、あるいは所有する住宅の減価償却という形で、住居にかかる費用を常時負担している。仮設住宅の無償提供を受けた被災者は、仮設住宅に生活している期間、災害がない場合に負担していたであろう住居の費用負担に相当する額の所得移転を受けていると考えることができる。仮設住宅に住まずに、或いは住むことができずに、民間の賃貸住宅で仮住まいする被災者もいることを考えると、この所得移転は明確となる。行政と住民の間の所得移転は、両者を一体とした社会的評価においては、相殺する。

したがって、応急仮設住宅の整備費用（供用終了後の残存価値を減じたもの）あるいは供用期間における償却費用の全額を、地震により生じた被害額と見なすことは、被害額の過大評価となる。何らかの形で応急仮設住宅の費用を被害額に算入するためには、整備費用又は償却費用から災害のない状態の住居費用を差し引いた「追加的費用」を求め、これを算入するのが正しい方法である。

現実にこの「追加的費用」を算出することは容易ではないため、本研究では、応急仮設住宅整備を被害に算入しないことを基本的な方針とする。

ただし、対象地区における平常時の「住宅にかかる費用」を求めた上で、これを差し引くと同時に応急仮設住宅整備費を被害額に算入するのであれば、その計算は、より正しい方向に近づいているのであり、それを妨げる必要はない。

(g)仮設店舗・工場等の整備費用の算定（民）

被害項目		算定の対象
間接被害	復旧・復興費用	(7)仮設店舗・工場等の整備費用 ・仮設店舗・工場等の整備に係る費用

営業用の建物の仮設についても、住宅と同様に追加的費用の部分のみが被害として計上すべき費用であり、仮設費全体を計上することはできない。また、住宅とは異なる点として、事業用建物においては仮設と本設との区別が困難であることも指摘される。

本研究における仮設店舗・工場等の整備費用の扱いは、被害額として算入しないことを基本とし、平常時の費用を求めてこれを差し引いて追加的費用とすることができる場合にのみ、被害額に算入するものとする。

(h)災害復興公営住宅の建設費用の算定（官）

被害項目		算定の対象
間接被害	復旧・復興費用	(8)災害復興公営住宅の建設費用 ・災害復興公営住宅の建設にかかる費用 ・上記として、公営住宅等の前倒し建設に係る金利負担分を費用とする

災害と被災者の発生を契機に、自治体が公営住宅を建設し、被災者を優先的に入居させる例は現実に見られる。しかし、上の建物被害の項で説明したとおり、被災した建物は全て新規に建替えるということで既にその費用が被害額に計上されている。したがって、さらに災害復興公営住宅の建設費を被害として計上すると、被害の二重計上となる。

以上の理由から、現実には災害復興公営住宅を整備する計画の有る無しに関わらず、建設費を被害に入れることはできない。

行政あるいは計画者の立場から、この建設費を被害額に算入する必要がある場合は、計画上、公営住宅に入居する被災者の世帯分だけ、住宅用建物の被害額（再建築費）を減じる必要がある。

(2)被害額の計算と原単位

対象地区内の全損及び半損棟数等より、With、Without 両ケースにおける被害額を算出する。家財、事業所資産等の建物被害により直接受ける被害をはじめ、復旧に要する瓦礫撤去費や営業停止による損失等の間接的被害についても同様に求めるための計算方法と原単位を整理する。

また、6.2.1-(1)において仮設建物の整備費は被害に算入しないことを基本方針としたが、「追加的費用」として算入を行う場合、或いは費用便益分析の目的で使用する以外に、発生する費用の概算値等を得たい場合に利用できることに配慮し、参考として、これらの費用の原単位も整理している。

(a)直接的被害 {D}

建物被害（民）{Da}

全損建物の被害額については、前項での議論に従い、再建築費により評価する。半損の場合は、全

損の被害額原単位に半損係数を乗じて使用する。ここで、半損係数は 0.5 とする⁵。

再建築費は、被災前と同じ規模（延床面積）構造に応じたものとする。原単価は、構造別延床面積あたりの建築費単価となる。

< 必要な情報 >

建築費単価は、(財)建設物価調査会「建築統計年報」に地域別構造別建設単価が示されているため、これを利用する。

以上より、全損、半損した建物の被害額は、次の式により計算する。

$$\text{建物全損被害額 } Da = \sum_i F_i \cdot Ca_i$$

F_i : 構造種別 i の全損建物延床面積合計 [m^2]

Ca_i : 構造種別 i の建設費単価 [円 / m^2]

i : 木造、RC 造、S 造

$$\text{建物半損被害額 } Da' = k \cdot \sum_i F'_i \cdot Ca_i$$

F'_i : 構造種別 i の半損建物延床面積合計 [m^2]

k : 半損係数（再建築費に対する半損建物補修費の割合 = 0.5）

家財被害（民）{ D_p }

家財については、対象地区内の個々の建物に帰属する資産額を見出すことは困難であるため、地区の世帯の平均資産額が各戸に均等に帰属するものとして、被害を受けた建物内の総戸数に平均資産額を乗じて被害額とする。

< 必要な情報 >

データは、総務省の「全国消費実態調査」の「耐久消費財資産額（都道府県別）」と「世帯数（都道府県別）」を利用する。「耐久消費財」には、建物に付随する家電製品、家具、そして自動車等が含まれる。耐久消費財資産額 [都道府県別] を世帯数 [都道府県別] で除し、戸（= 世帯⁶）当たり平均資産額 { A_p } を算出する。

$$\text{家財全損被害額 } D_p = A_p \cdot H$$

A_p : 地区別戸当たり平均資産額 [円 / 戸]

H : 全損戸数 [戸]

半損の場合は半損係数（ k ）を乗じるが、これは、建物被害と同じ係数とする。

$$\text{家財半損被害額 } D_p' = k \cdot A_p \cdot H'$$

H' : 半損戸数 [戸]

⁵ 半壊は、国の「災害被害認定統一基準」により「損壊部分はその住家の延床面積の 20% 以上 70% 未満のものまたは住家の主要構造部の被害額がその住家の時価の 20% 以上 50% 未満のものとする」とされている。また、地震保険に関する法律施行令第 1 条 2 項で建物及び家財に対する保険金支払い額は、半壊（半損）の場合、全壊（全損）の場合に支払われる契約金額の 50% と定められている。これらから、簡便な半損被害想定では半壊の被害評価は全壊の 50%、すなわち半壊係数を 50% として問題ないと考えられる。なお、既往の研究「目黒公男、高橋健『既存不適格建物の耐震補強推進策に関する基礎研究』地域安全学会論文集、2001.11」では「被害建物の補修費は新築費の 1/3」との表現もある。

⁶ 戸数 = 世帯数と見なす。

企業・事業所資産被害（民）{De}

家財と同様、個々の事業所に帰属する資産額を見出すことは現実的ではないため、地方毎の事業所資産を就業者数で按分することにより、まず対象地区内の産業別企業・事業所資産額合計値 {Ae} を推定する。

全損及び半損事業所延床面積を地区内全事業所延床面積で割り、全損面積率及び半損面積率を求めたうえ、これを資産額合計値に乗じて被害額とする。

< 必要な情報 >

地方別産業別事業所資産額データは、総務省「個人企業経済調査」を用いることを基本とする。（地区により法人企業を選択すべき場合には、財務省「法人企業統計調査」を用いる。）

産業別町丁目別就業者数は、総務省「事業所・企業統計調査 町丁目編」より入手する。

$$\text{企業・事業所資産全損被害額 } De = \sum_j Ae_j \cdot Pe$$

Ae_j : 産業 j の地区内企業・事業所資産額 [円]

$$\left(= \frac{\text{産業}j\text{の地区内従業者数}}{\text{産業}j\text{の地方従業者数}} \times \text{産業}j\text{の地方事業所資産額} \right)$$

Pe : 全損面積率 $\left(= \frac{\text{全損事業所延床面積}}{\text{地区内全事業所延床面積}} \right)$

j : 産業分類

$$\text{企業・事業所資産半損被害額 } De' = k \cdot \sum_j Ae_j \cdot Pe'$$

Pe' : 半損面積率 $\left(= \frac{\text{半損事業所延床面積}}{\text{地区内全事業所延床面積}} \right)$

< 備考 >

地区内の個々の事業所建物について、その産業分類と被害の状態が同定できる場合は、上記全損面積率を産業分類ごとに求め、産業毎に被害額を算出することが可能である。

逆に、より簡便な方法としては、産業分類をせずに、全産業の資産額合計に全損面積率を乗じて、被害額を求める方法が考えられる。

(b)間接的被害 {I}

営業停止損失（民）{Ie}

企業・事業所資産被害（民）と同様の方法で、地区内の産業別営業利益の合計値を推定し、営業停止期間を乗じる。半損の場合は営業可能とし、営業停止損失は考慮しない。

< 必要な情報 >

「地方別産業大分類別営業利益」は、総務省の「個人企業統計調査」を利用する。また、「営業停止期間」は、兵庫県南部地震の例などを参考に設定する。

$$\text{営業停止損失 } I_e = \sum_j (B_j \cdot P_e) \cdot T_u$$

B_j : 産業 j の地区内企業・事業所営業利益 [円 / 年]

(= $\frac{\text{産業}j\text{の地区内従業者数}}{\text{産業}j\text{の地方従業者数}} \times \text{産業}j\text{の地方営業利益}$)

T_u : 営業停止期間⁷ [年]

瓦礫撤去費 (民) { I_r }

構造破壊・火災により全損した建物の瓦礫を撤去するための費用であるが、躯体や芯材が残ると考えられるため、単なる撤去費ではなく解体撤去費として費用を算出する必要がある。

なお、半損の場合は、建物は補修利用するため、瓦礫撤去は生じないものとする。

< 必要な情報 >

ここでは、阪神淡路大震災における実績をもとに、棟あたり費用で被害額を評価する。

$$\text{瓦礫撤去費 } I_r = C_r \cdot Q$$

C_r : 1 棟当たり解体撤去単価⁸ [円 / 棟]

Q : 全損棟数 (構造、用途問わず)

(c) 参考

以下の3項目は、基本的には被害として計上しない項目である。計上するにあたっては、前記のとおり、2重計上を避けるための処置が必要である。

応急仮設住宅の整備費 (官) { I_h }

全損住宅戸数、全損住宅に対する仮設戸数整備率⁹、整備単価¹⁰を乗じて、仮設住宅の整備費を算出する。

なお、借地費或いは用地の機会費用が発生するはずであるが、防災まちづくり事業の計画段階において、災害発生時の仮設住宅の用地確保とその地代の想定には困難が伴うと予想されるため、例えば公用地を使う等の仮定のもと、これらの費用を考慮しないとしてもよい。

応急仮設住宅の整備費を被害に算入する場合には、同等の面積の賃貸住宅の家賃相当額等を、仮設住宅入居者への所得移転と見なして、仮設整備費から減じる (住民側の収入として計上する)。

⁷ < 参考 > 営業停止期間：兵庫県「平成 13 年度生活復興調査」におけるアンケート結果より、
 営業停止した事業所総数 336 事業所
 営業停止日数： 5 日以内：72、1 週間程度：51、2 週間程度：45、3 週間程度：16、
 1 ヶ月程度：69、2～3 ヶ月：29、4～8 ヶ月：27、9 ヶ月以上：27
 平均営業停止日数： (停止日数 × 事業所数) ÷ 総事業所数 = 55.6 日 / 事業所

⁸ 阪神地域の建物の特性と対象地区の建物のそれが同等であると仮定し、兵庫県南部地震の実績解体撤去単価：327 万円 / 棟を利用する。

⁹ 応急仮設住宅は各自治体の防災計画等により、全壊、全焼住宅の内、3 割の範囲内の整備と定められているため、ここでも、その整備率に倣うのが望ましい。

¹⁰ < 参考 > 兵庫県南部地震時の応急仮設住宅の整備単価：352 万円 / 戸 (リース費 (or 建設費) と撤去費を含む。)

仮設店舗・工場の整備費（民）{Is}

仮設店舗又は工場の整備量（延床面積）に建築単価を乗じることにより整備費を算出することは可能であるが、いずれの数も設定に困難が予想される。建設物価に関する資料から、適当な規模のプレハブ建物をリースすることなどを想定することも考えられる。

参考までに、兵庫県南部地震の際は、商店に対して自治体から次のような補助が支給されている。

補助金： 1店舗当たり6坪、建設費は1坪当たり20万円（リースの場合は10万円）を限度とする。
補助率： 1/4以内

災害復興公営住宅の整備費（官）{Ir}

災害復興公営住宅は、鉄筋コンクリート造で建設されることが想定されるため、建物被害の原単位として用いた「構造種別の建設費単価」のうち「RC造」の単価に、整備される延床面積を乗じればよい。

地震の被害額に災害復興公営住宅の整備費を算入する場合は、整備される戸数分だけ、建物被害{Da}の額を減じる。

6.2.2 事業実施費用に関する項目

(1)過年度の検討結果の考察

前節と同様、過年度の検討結果について、費用便益の視点から再度検討を加える。

(a)建物の不燃化等建替費用の算定

整備項目		算定の対象と算定方法
建物の不燃化等建替	(1)建築物の除却（解体撤去）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建築物の不燃化等建替における、従前建築物の除却（解体撤去）費を算定する ・ 建築物の除却費 = 除却単価 × 平均除却延床面積 × 除却棟数
	(2)建築物の建設費	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設にかかる建築物の直接建設費を算定する ・ 直接建設費 = 建設費単価 × 平均延床面積 × 建設棟数
	(3)建築物の設計費	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設にかかる建築物の設計費を算定する ・ 設計費 = 建設費単価 × 平均延床面積 × 設計料率 × 建設棟数
	(4)建物維持管理費	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建物の維持管理費を算定する ・ 建物維持管理費 = 管理費単価 × 総延床面積 × 評価対象期間年数

上表中のいずれの項目も、事業実施のために必要な費用であるため、With ケースの費用として計上する。ただし、整備量の計算において、必ずしも「平均延床面積 × 建設棟数」とする必要は無く、整備（建替え）される棟毎に延床面積を算出しその合計を求める方法が、事業計画に沿ったより具体的な方法となる。

建替え計画は、木造アパートを3階建て以上の鉄筋コンクリート造集合住宅に建替えるなど、事業前の延床面積や戸数が事業により拡大される場合も多い。また、次の公共施設整備の項目に関連するケースであるが、場合によっては、建替え後の延床面積が減少することもある。このような場合、

費用については次の2通りの考え方をとるものとする。

< 事業費を算出する場合 >

事業に要する費用を見出すことを目的とする場合は、建替え計画どおりの延床面積に基づいて、費用を算出する。

< 費用便益分析における費用として建替え費用を算出する場合 >

事業により延床面積が拡大する場合は事業前の延床面積に基づき、延床面積が減少する場合は事業後の延床面積に基づき、費用を算出するとともに、便益の計算（With ケースの被害額の算定）もこの条件で行う。

後者の方法を採用する理由は、次のとおりである。事業により、建物の延床面積や戸数が大きくなる場合、増えた面積や戸数は、住宅の質の向上や新たな世帯への住宅の提供など、防災の効果には無関係な追加的な価値を生み出す。本研究における便益の評価は、防災面での効果のみを対象としているため、この追加的価値と、それを生み出すために要した費用の双方を、費用便益分析から除外することにより、分析に計上されている費用と便益を対応させる。すなわち、With(事業後)ケースでは、Without(事業前)ケースと同じ延床面積を想定する。

一方、建替え事業により建物の延床面積が減少する場合とは、公共施設用地取得のため住民が移転するケースと、道路拡幅のために区画の一部を供出し、建替え延床面積が減少してしまうケースが考えられる。前者の場合は、次の項目で述べるとおり、用地費や移転補償等の費用は計上され、また防災上の効果も便益として計上されている。したがって延床面積が減少した事業後の条件を With ケースで想定する。後者の場合は、区画面積の減少による損失は、接道条件の改善による資産価値の上昇により補償されるとの考え方が一般的であり、延床面積が減少した条件において、道路拡幅用地の機会費用と発生する追加的価値の双方が考慮されていることになる。したがって、前者のケースと同様、延床面積が減少した事業後の条件を With ケースで想定する。

(b)公共施設の整備費用の算定

整備項目		算定の対象と算定方法
公共施設の整備	(1)用地費	<ul style="list-style-type: none"> ・公共施設を整備するための用地費を算定する ・民間地権者による土地提供の場合でも、機会費用をコストに含めるという考え方から、用地費に算入する ・用地費 = 地価単価 × 取得面積 ・道路では、取得面積は拡幅幅員 × 整備延長とする
	(2)用地取得にかかる補償費	<ul style="list-style-type: none"> ・用地取得にかかる補償費を算定する ・建築物の平均築後年数より補償費単価を算定する ・補償費 = 補償費単価 × 件数
	(3)建築物の除却費 (解体撤去費)	<ul style="list-style-type: none"> ・建築物の不燃化等建替における除却費と同様
	(4)整備費	<ul style="list-style-type: none"> ・公共施設の整備費を算定する ・公共施設整備費 = 整備費単価 × 整備量 ・ブロック塀の撤去費単価を算定する
	(5)公共施設の維持管理費	<ul style="list-style-type: none"> ・公共施設の維持にかかる管理費を算定する

前頁の表の第2項目に挙げられている補償費であるが、各自治体の基準に基づいて算出する方法を基本とする。ただし、費用便益分析の適用時点で、補償対象となる具体の建物やその詳細が不明である場合には、同等の建物の新規建築費用でこれに代える方法も考えられる。

用地費については、事業費としての費用と費用便益上の費用を区別し、土地の用途により場合分けして算入/非算入を決定すべきであると考えられる。

防災まちづくりの費用便益分析における公共施設用の用地費の考え方を以下に整理する。

<延焼抑制のための緑地や消防水利の用地確保等の場合の用地費>

防災対策を主目的として土地が取得される場合は、当該土地の用途が防災目的に転換されることにより、それまでの土地利用により生じていた価値が喪失する。これが機会費用となる。機会費用は、一般的な例として宅地に利用されていた場合、宅地として当該土地を評価した場合の地価がこれに相当する。すなわち、当該土地の取引価格を費用として計上すればよい。仮に、土地が所有者から無償提供されたとしても、機会費用の代わりに通常取引に相当する価格を費用に計上しなければならない。

一方、防災面の機能（価値）は、防災まちづくり事業の便益の一部としてすでに考慮されているため、別途計上する必要はない。

この場合の例外として、建物をセットバックして道路拡幅が実施された場合があり、先に述べた理由により用地費を計上する必要はない。

<街区公園の整備等の場合の用地費>

防災上の効果も期待できるが、それよりも近隣住民の憩いの場の提供や生活環境の改善に寄与する効果がより顕著な施設整備の場合、本研究で便益として評価している防災効果以外の社会的価値が発生することになる。この社会的価値は、防災上の効果ではないため便益に加算するのは不適當であり、土地の機会費用（＝土地の取引価格）から減じる方法をとる。

街区公園のような小規模公園の整備については、該当する費用便益分析のマニュアル¹¹を用いて効果を評価することができる。当該公園整備事業単独で、同マニュアルに沿った投資基準を満たすことがわかっていれば、公園の便益は用地費を上回っているはずであり、そもそも当該用地取得の費用を防災まちづくりの費用として計上する必要はない。

ただし、同マニュアルが対象とするのは一定規模以上の公園（街区公園の場合、標準は0.25ha）であり、防災まちづくり事業に含まれる公園整備は、これを下回る規模であることも多いと考えられる。そのような場合には、地区住民を対象としたCVM調査で便益を推定するなどの方法を用いない限り、憩いの場の提供や生活環境の改善の効果を評価することは困難となる。

用地費を事業費として計上した場合は、事業の評価期間の最終年度において、残存価値（用地取得額の額面と同額）を控除する。

(2)事業費の計算と原単位

6.2.2-(1)で述べた費用項目の算定方法について以下に示す。

¹¹「小規模公園費用対効果分析マニュアル」建設省都市局公園緑地課監修、社団法人日本公園緑地協会発行。ただし、同マニュアルでは、便益の成分として「都市防災効果」が含まれているため、これを除いて便益を評価する必要がある。

(a)建物の耐震・耐火建築物等への建替え費用

既設建築物の除却費 { CD }

事業のため既存構造物を除却する場合の工事費であり、当該事業がなくても将来的には発生するものではあるが、数 10 年の単位で前倒しされると想定すれば、別途全額を計上することが適当であると考えられる。

除却費は、事業のため取り壊される建物の構造別に、延床面積に除却費単価を乗じて算出する。

< 必要な情報 >

除却費単価は、構造種別ごとに解体工事費、廃材運搬費、廃材処分費、発生材単価（売却利益）の合計で求めるが、これらの費用は地方により異なり、「建築コスト情報」（財団法人建設物価調査会）等の資料から適切な数値を得ることが望ましい。

$$\text{既存構造物の除却費 } CD = \sum_j (S_j \cdot Cd_j)$$

S_j : 構造種別 j の除却延床面積合計 [m^2]

Cd_j : 構造種別 j の除却費単価 [円 / m^2]

(= 解体工事費 + 廃材運搬費 + 廃材処分費 - 発生材単価)

< 備考 >

除却される構造物が、通常の家屋や事業所などの建築物でなく、建物の除却費単価の適用が不適当である場合は、当該構造物に適した値を別途求める必要がある。

建替え建物の建築費 { CB }

いずれの建築物も将来的には建替えられることになるため、事業のための建替えにより発生する費用は、既存構造物の残存価値の喪失と建替えの前倒しによる追加コスト（資金の機会費用）の合計であると見なすこともできるが、ここでは、被害額算出と同じ評価方法をとるものとし、新規建築費を計上する。

建築費は、建替える各棟の延床面積に構造種別建設費単価を乗じ、建替える棟全部について合計する。構造種別は、RC 造、S 造、木造の区分を基本とする。

< 必要な情報 >

構造種別建設費単価は、「建築コスト情報」（財団法人建設物価調査会）に挙げられている市町村別の「構造別総工事費」を、同「構造別総延床面積」で除することにより求めることができる。

$$\text{建替え建物の建築費 } CB = \sum_j (S_j \cdot Cb_j)$$

S_j : 構造種別 j の建替え延床面積合計 [m^2]

Cb_j : 構造種別 j の建築費単価 [円 / m^2]

(= $\frac{\text{市町村別構造別総工事費}}{\text{市町村別構造別総延床面積}}$)

< 備考 >

前述のとおり、延床面積には2通りあり、事業費算出を目的とする場合は、建替え計画どおりの面積を、費用便益分析における費用の算出を目的とする場合は、事業前の面積を用いるケースと、事業後の面積を用いるケースがある。

建物の設計費 { CA }

建物の設計費は、建築費の一定割合（報酬率）とするのが一般的である。報酬率は建築種別、建築規模により異なるが、マニュアルでは標準的な値で代表させても良いと考えられる。

< 必要な情報 >

国土交通省告示「基準設計報酬率」に報酬率が示されている。

$$\text{不燃化建物の設計費 } CA = \sum_i (CB_i \cdot Ra_i)$$

CB_i : 建替え建物 i の建築費 [円]

Ra_i : 建替え建物 i の建築種別、規模に合致した設計報酬率

< 備考 >

報酬率の標準値は、戸建て住宅の場合：4.5%、集合住宅の場合：3.5%程度となる。

建物の維持管理費 { MH }

建物の維持管理費は、既存建物においても発生していると考えられるが、特に集合住宅等への建替えにより管理費等の形で顕在化するため、事業による追加的費用と見なし、計上するものとする。延床面積に維持管理費単価を乗じることにより算出する。

< 必要な情報 >

維持管理費に関する統計データは不足しているため、ここでは、国土交通省監修「建築物のライフサイクルコスト」から、中規模事務所建築物の「保全コスト」と「修繕・改善コスト」を建設費に対する年平均維持管理費率に換算して利用する方法を、参考として挙げている。

$$\text{建物の維持管理費（年額） } MH = \sum_i (CB_i \cdot CMh)$$

CB_i : 維持管理費を考慮する建替え建物 i の建築費 [円]

CMh : 建築費あたりの年平均維持管理費率 [/ 年]

(= (保全費 + 修繕・改善費) ÷ 建設費 ÷ 使用年数)

< 備考 >

上記の年平均維持管理比率を計算すると、約 5% / 年となるため、この数字を適用しても良い。

(b)公共施設等の整備

用地費 {L}

これまで述べてきた考え方に従い、費用として計上される各用地費を求める。地価は、近隣の取引事例や路線価等、入手しやすいデータを利用すればよいものとする。

用地取得にかかる補償費

前述のとおり、各自治体の基準に基づいて算出する方法を基本とする。

建築物の除却費

公共施設を整備するために既存の建物を解体撤去する必要がある場合は、住宅の建替えの際と同様に除却費を求め、費用として計上する。

公共施設整備費 {W}

各公共事業整備量に整備単価を乗じ、算出する。

i)道路整備費 {Wr}

整備道路面積に道路整備工事費単価を乗じて算出する。整備費単価は各地区の類似事例による実績単価等を参考に設定する。

規模の異なる複数の道路について整備が行われる場合は、それぞれ別途単価を設定し、整備費を求めた上で合計する。

ii)公園整備費 {Wp}

公園整備費は、用地造成、植栽等の工事や施設整備費用を含む。道路と同様、地区の類似事例を参考に単価を設定し、整備面積に乗じて求める。

iii)建物 {Wa}

公共施設として建物が整備される場合には、建替えの場合の建築費算出と同様の方法で、費用を産出する。

施設維持管理費 {M}

以下の各施設の維持管理費についても、自治体の実績等に基づき設定し、各年度の費用として計上するものとする。

i)道路維持管理費 {Mr}

ii)公園維持管理費 {Mp}

iii)建物 {Ma}

6.2.3 被害・費用の推定方法と原単位設定のまとめ

(1)被害額・事業費用の算出のまとめ

以下に、被害の算出について再整理した。

表 6.2.2 費用便益に係る被害項目のまとめ

	被害項目	被害額推定の考え方・算定式
直接的被害	建物被害 (民)	被害額は、再建築費により評価する。全損した延床面積に、延床面積あたり建築費を乗じる。半損建物については、さらに半損係数を乗じる。 $\{(\text{全損延床面積} + \text{半損延床面積} \times \text{半損係数}) \times \text{構造別建設費単価}\}$
	家財被害 (民)	全損した戸数に地区の戸あたり資産額を乗じる。半損した戸については、さらに半損係数を乗じる。 $\text{戸当たり平均資産額} \times (\text{全損戸数} + \text{半損延床面積} \times \text{半損係数})$
	企業・事業所資産 (民)	地区内の産業別企業・事業所資産額に事業所の全損面積率を乗じる。半損した事業所については、さらに半損係数を乗じる。 $\{\text{地区内産業別事業所資産額} \times (\text{全損面積率} + \text{半損面積率} \times \text{半損係数})\}$
間接的被害	営業停止損失 (民)	地区内の産業別営業利益を合計し、事業所全損率と営業停止期間を乗じる。 $\text{事業所全損率} \times \text{地区内産業別営業利益} \times \text{営業停止期間} \div 365$
	瓦礫撤去 (民)	全損した建物全てを解体撤去するものとし、解体撤去単価を乗じる。 $\text{解体撤去費単価} \times \text{全損棟数}$

以下に、費用の算出について再整理した。

表 6.2.3 費用便益に係る事業費用項目のまとめ

	費用項目	費用推定の考え方・算定式
民間建物の建替え、公共施設整備費	既設建築物の除却費 (民)(官)	構造別に、除却する延床面積に除却費単価を乗じる。 $(\text{構造別除却延床面積} \times \text{構造別除却費})$
	建替え建物の建築費 (民)	構造別に、建替え建物の延床面積に建築費単価を乗じる。 建替え面積の設定は、ケースにより異なるため、注意が必要である。 $(\text{構造別建替え延床面積} \times \text{構造別建築費})$
	建替え建物の設計費 (民)	構造別・建築規模別に、設計報酬率を建築費に乗じる。 $(\text{構造別} \cdot \text{規模別建築費} \times \text{設計報酬率})$
	公共施設用地の用地費 (官)	実績や路線価等を元に、用地費を算出する。用地費の計上は、ケースにより異なる。 $(\text{用地面積} \times \text{地価})$
	用地取得に係る補償費 (官)	各自治体の基準に基づき、補償費を算出する。
維持管理費	公共施設整備費 (官)	建物の場合は、民間の算出方法に準じる。 道路、公園等については、各自治体の実績に基づき費用を算出する。
	建物の維持管理費 (民)	集合住宅等、維持管理費が顕在化する建物について、各年の平均費用を計上する。 $(\text{対象建物の建築費} \times \text{年平均維持管理費率})$
	公共施設の維持管理費 (官)	建物の場合は、民間の算出方法に準じる。 道路、公園等については、各自治体の実績に基づき費用を算出する。

(2)被害額・費用の原単位

前節で検討した被害額、事業費用について、その原単位の設定方法と必要な情報の入手先を整理すると、以下の表のとおりとなる。

表 6.2.4 費用原単位の計算方法と必要情報の入手先（建物施設整備関係）

項目	単位	原単位算出式	単価入手先
構造別建物除却費単価	円 / m ²	地域ごとに除却(処分)方法が異なるため、各種統計資料等 ^{*1} に基づき各単価を算出する 除却費単価 = 解体工事費 + 廃材運搬費 + 廃材処分費 - 発生材単価 発生材は市場性がないとして省略しても良い	*1「建築コスト情報」 (財)建設物価調査会 等
構造別建設費単価	円 / m ² (市町村区別)	市町村別平均建設費 = 構造別総工事費 ^{*2} ÷ 構造別総延床面積 ^{*2}	*2「建築統計年報」 (財)建設物価調査会
規模別建物設計報酬率	%	右記資料に詳しいが、標準値として、 戸建て住宅の場合:4.5% 集合住宅の場合:3.5% としてもよい	*3「公共用地の取得に伴う用対連基準」 国土交通省総合政策局国土環境・調整課 監修
建物維持管理費単価	円 / 年	維持管理費算出のための統計データは中規模事務所建築物(使用年数 60 年)しかないため、これを元に算出される<建設コストに対する維持管理費率>を参考値とする。 建物維持管理費単価 = 建設コスト × 維持管理費率 = 建設コスト × {(保全コスト ^{*4} + 修繕・改善コスト ^{*4}) ÷ 建設コスト ÷ 使用年数 ^{*4} } 建設コスト × 5% (円 / 年)	*4「建築物のライフサイクルコスト」 国土交通省 監修
解体撤去費単価	円 / 棟	兵庫県南部地震実績より 建物解体撤去処理費1926億円 ÷ 建物数(58950棟) = 327万円 / 棟 ^{*5}	*5目黒公男他「既存不適格建物の耐震補強推進策に関する基礎研究」地域安全学会論文集,2001.11
用地地価	円 / m ²	対象区域の実績、公示地価 ^{*6} 、路線価 ^{*7} などにより算出する	*6地価公示法に基づく公示地価 *7「財産評価基準書路線価図」 国税庁
道路整備工事費単価	円 / m ²	各自治体実績により道路整備工事費単価を算出する	-
公園整備費単価	円 / m ²	各自治体実績により整備費単価を算出する 緑地面積等は条例等による最小緑被率を満たすものとする	-
道路維持費単価	円 / m ²	各自治体実績による	-
公園維持費単価	円 / m ²	各自治体実績による	-

表 6.2.5 費用原単位の計算方法と必要情報の入手先（資産額ほか）

項目	単位	原単位算出式	単価入手先
戸当たり 平均資産額	円 / 戸 (都道府県別)	戸当たり平均資産額 = 世帯当たり耐久消費財資産額 = 耐久消費財資産額(都道府県別) ^{*8} ÷ 世帯数(都道府県別) ^{*8}	*8「平成11年全国消費実態調査」 総務省統計局統計調査部消費 統計課
地区内 事業所資産額	円 / 地区	産業別に事業所資産を算出し、足し合わせる 産業別従業員一人あたり資産平均 × 地区内従業員数 = 地方別産業大分類別棚卸高 ^{*9} ÷ 地方従業者数 ^{*9} × 地区従業者数 ^{*10}	*9「個人企業統計調査」 総務省(四半期毎更新) *10「事業所・企業統計調査」 総務省
地区内 産業別営業利益	円 / 地区	従業員一人あたり営業利益 × 地区内従業員数 = 地方別産業大分類別営業利益 ^{*9} ÷ 地方従業者数 ^{*9} × 地区従業者数 ^{*10}	
<参考> 応急仮設住宅 整備単価	円 / 戸	兵庫県南部地震実績による整備費 = (建設費 又は リース代)+撤去費 全建設・撤去費1700億円 ^{*11} ÷ 48300戸 ^{*11} = 352万円 / 戸	*11「神戸新聞1999年12月14日」

注記

地区内事業所資産額

当被害想定を行う地区は住宅の密集する市街地を主な被害想定対象として考えており、企業における被害についても個人企業についてのみ考えている。法人企業の被害が考えられる地域については、別途詳細調査の上、計算することが望ましい。

地区従業者数

設定する地区が町丁目未満のエリアの場合、按分して算出することが望ましい。按分の方法としては、町丁目内建物数に対する非住宅棟数で按分することが考えられる。

6.3 簡便な費用便益分析算定手法

6.3.1 マクロ指標を用いた便益算定手法

(1)CVF と市街地防災性能指標

(a)CVF の定義

本総プロでは、市街地防災性能を説明するマクロ指標として、CVF (Covering Volume Fraction) を用いた手法を提案している。

CVF は、地区内の建築物の周囲に、建築物の構造種別毎に与えられる延焼限界距離の半分のバッファを発生させたときの、地区面積に対するバッファ面積の和集合的合計値の比である。

この指標は、火災に対する消防力が期待されない状況において、隣接する建築物それぞれのバッファが一部でも接する又は重なる場合にはいずれか一方の建物の火災が他方に類焼すると見なすことにより、バッファ面積の合計値と地区内の延焼規模との間に関係を見出すものである。

ここでは、次式で定義されるセミグロス CVF を用いて、延焼による被害を推定する方法を検討する。

[セミグロス CVF]

$$[\text{地区内のバッファ面積}] \div \{[\text{地区面積}] - [\text{一定規模以上の空地面積}]\} \cdots \cdots (i)$$

ここで、

地区内のバッファ面積：

建物の壁面から下記の延焼限界距離の 1 / 2 の距離にある範囲を建物毎のバッファとし、複数のバッファが重なる部分の二重計算を避けて、地区内の全建物のバッファ面積を合計した面積。

延焼限界距離は、建築物の構造種別毎に以下のとおりとする。

- ・ 裸木造 : 12m
- ・ 防火造 : 6m
- ・ 準耐火造 : 3m
- ・ 耐火造 : 0m (建築平面内にバッファは発生しない)

一定規模以上の空地面積：

(ア) 大規模空地

次のいずれかに該当する不燃領域

- ・ 幅員 40m 以上の河川、軌道等およびこれに連なる用地からなる不燃領域。
- ・ 短辺 40m 以上で面積が 3,000 m²以上の公園、墓地、運動場およびその他の空地で当該部分にある建築物の建ぺい率が 2% 以下の不燃領域。

(イ) 公園

大規模空地より規模の小さい公立の公園

対象とする地区全体についてバッファ - 面積を計測することは、非常に労力を要する作業となるが、地区内の構造種別建築面積データが利用できる場合には、過年度の検討において得られている次の式を用いて、セミグロス CVF を推定することが可能である。

$$\begin{aligned} [\text{セミグロス CVF}] &= 3.293 \times [\text{セミグロス裸木造建ぺい率}] \\ &+ 2.136 \times [\text{セミグロス防火造建ぺい率}] \\ &+ 1.340 \times [\text{セミグロス準耐火造建ぺい率}] \cdots \cdots (ii) \end{aligned}$$

ここで、

セミグロス裸木造建ぺい率 $[\text{裸木造建築面積}] \div \{[\text{地区面積}] - [\text{一定規模以上の空地面積}]\}$

セミグロス防火造建ぺい率 $[\text{防火造建築面積}] \div \{[\text{地区面積}] - [\text{一定規模以上の空地面積}]\}$

セミグロス準耐火造建ぺい率 $[\text{準耐火造建築面積}] \div \{[\text{地区面積}] - [\text{一定規模以上の空地面積}]\}$

(b)CVF と市街地防災性能の関係

前述の過年度の検討においては、東京都のデジタルデータを用い、町丁目単位でセミグロス CVF と次の市街地防災性能指標を計算し、前者で後者を説明する関係式を統計的に求めている。

- ・平均焼失建築面積割合(対地区面積)
- ・セミグロス平均焼失建築面積割合
- ・平均焼失建築面積割合(対全建築面積)
- ・最大焼失建築面積割合(対全建築面積)

いずれの指標の関係式もデータとのフィットは同程度であるため、ここでは、目的となる焼失建築面積をより直接的に求めることができる「平均焼失建築面積割合」の関係式を用いることとする。

平均焼失建築面積割合は、「地区内で 1 点から出火したことを前提とした対象地区内の焼失建築面積」の全建築面積に対する割合であり、セミグロス CVF を用いて、次の式で推定する。

$$[\text{平均焼失建築面積割合(対全建築面積)}] = 1 - \exp\left(-\frac{0.01497}{(1 - \text{CVF})^{2.67}}\right) \dots\dots\dots \text{(iii)}$$

ただし、式中の CVF は、セミグロス CVF である。

また、建築面積は、「焼失建築面積」、「全建築面積」とも、可燃建物のみを対象としている。

(2)市街地防災性能指標から延焼被害を求める方法

セミグロス CVF、及び平均焼失建築面積割合を用いて、地震時の延焼被害を求める具体的方法を検討する。

(a)必要な情報

上に示したセミグロス CVF、及び平均焼失建築面積割合の推定式から、地区の物理的条件として、次のデータが必要となることがわかる。

- ・地区面積
- ・一定規模以上の空地面積
- ・裸木造建築面積
- ・防火造建築面積
- ・準耐火造建築面積
- ・全建築面積

さらに、出火確率の推定と被害額の算出には、次のデータも必要となる。

- ・裸木造、防火造、準耐火造、耐火造別棟数
- ・裸木造、防火造、準耐火造、耐火造別延床面積

(b)出火確率

(1)で述べたとおり、「平均焼失建築面積割合」は、「地区内で 1 点から出火したことを前提」としているため、地震発生時に地区内で 1 点(以上)の建物から出火する確率を求めておく必要がある。個々の建物が出火する確率は、前出の内閣府「地震被害想定支援マニュアル」から、木造建物、非木造建

物別に求めることができる¹²。建物毎の出火率を用い、地区内で1点以上の建物から出火する確率は、「全く出火がない」場合の余事象として以下の式で表される。

$$[\text{地区内出火確率 } (p_a)] = 1 - (1 - p_w)^m \cdot (1 - p_c)^n \quad \dots \dots \dots (iii)$$

ここで、

- p_w = 木造建物出火確率（内閣府マニュアルより）
- p_c = 非木造建物出火確率（内閣府マニュアルより）
- m = 地区内木造棟数
- n = 地区内非木造棟数

また、建物の構造種別については、便宜的につぎのように考える。

- 木造 裸木造、又は防火造
- 非木造 準耐火造、又は耐火造

防災まちづくり事業により建替えられる木造建物の数が、全棟数と比較し無視できない程度に大きい場合は、上記木造、非木造棟数（ m 及び n ）に、事業実施前後それぞれの値を与え、事業実施前後で異なる出火確率とすることも可能である¹³。

(c)延焼被害の期待値

「地区内出火確率」を「平均焼失建築面積割合」に乗じることにより、「平均焼失建築面積割合期待値」を得る。これに、さらに「全建築面積」を乗じれば、「平均焼失建築面積期待値」が得られる。

$$\begin{aligned} &[\text{焼失建築面積期待値}] \\ &= [\text{地区内出火確率}] \times [\text{平均焼失建築面積割合}] \times [\text{全建築面積}] \quad \dots \dots \dots (iv) \end{aligned}$$

一方、被害額の算定にあたっては、焼失量に焼失被害額の原単位を乗じることになるが、建築面積あたりの被害額原単位の設定は困難である。したがって、被害の単位を、建築面積から延床面積に変換する手順が必要となる。

地区の建築面積と延床面積の比を上記の「焼失建築面積期待値」に乗じればよいが、いずれかの値の入手が困難な場合は、次のように容積率と建ぺい率を用いて、近似的な変換が可能である。

$$\begin{aligned} [\text{焼失延床面積期待値}] &= [\text{焼失建築面積期待値}] \times \frac{[\text{地区延床面積}]}{[\text{地区建築面積}]} \\ &= [\text{焼失建築面積期待値}] \times \frac{[\text{容積率}]}{[\text{建ぺい率}]} \quad \dots \dots \dots (v) \end{aligned}$$

¹² 内閣府マニュアルでは、出火率は倒壊率の関数として与えられており、倒壊に関係する建物の構造種別のほか建築年次による出火率の評価が可能となっている。しかし、ここでは、地区内のすべての建物の個別情報を要せず被害推定ができることに主眼をおき、建築年次は考慮しなくても良いものとしている。

¹³ 実際に、事業前後で異なる棟数（ m 及び n ）を適用して地区内出火確率を計算し、有意な差が見られるようであれば、それらの確率を個別に用いるべきであろう。

なお、「平均焼失建築面積割合」の定義より、「地区延床面積」、「地区建築面積」とも耐火建築を除く可燃建物のみ合計とする必要がある。

参考までに、「焼失棟数期待値」、「焼失被害戸数期待値」を推定すると、以下のとおりとなる。

[焼失棟数期待値]

$$= [\text{地区内出火確率}] \times [\text{平均焼失建築面積割合}] \times [\text{地区可燃棟数}] \dots \dots (vi)$$

[焼失被害戸数期待値]

$$= [\text{地区内出火確率}] \times [\text{平均焼失建築面積割合}] \times [\text{地区可燃建物内戸数}] \dots \dots (vii)$$

(3) 建替えによる建物の構造破壊の減少

6.3.1-(2)の CVF 指標を用いた地震被害の推定方法では、被害が延焼によるものに限られているため、本研究で対象とする他の被害項目である、揺れによる建物の構造破壊の被害について検討する。

(a) 構造破壊による被害の推定の考え方

(老朽)木造家屋の建替えを行う場合には、建物の構造破壊を低減する効果が存在する。この効果については、以下の考え方に基づき評価する。

- 揺れによる建物の破壊に関して建替えが効果を発揮するのは、焼損しない場合に限られるものとする。(焼損した場合、この効果は顕在化しない。)
- 考慮する建替えは、以下のとおりとする。
 - 木造から木造への建替え …… < 建築年次更新の効果 >
 - 木造から鉄骨造 (S 造) または鉄筋コンクリート造 (RC 造) への建替え …… < [構造の変化及び建築年次更新の効果] >
 - 鉄骨造 (S 造) から鉄筋コンクリート造 (RC 造) への建替え …… < 構造の変化及び建築年次更新の効果 >
- 建替えの効果は、建替え対象となる建物のみについて、構造及び建築年次により定まる構造破壊の発生率を事業前後で比較することにより求められる。
- 全壊した建物の被害は「全損」、半壊した建物の被害は「半損」とする。

(b) 建築年次及び構造種別による構造被害の推定 ~ フラジリティカーブの適用

揺れによる建物の構造被害は、村尾・山崎¹⁴のフラジリティカーブにより、「全壊率」、「全半壊率」として評価することができる。

ここでは、フラジリティカーブが与える「全半壊率」から「全壊率」を引いたものを「半壊率」とみなし、全壊、半壊に分けて構造被害を推定することとする。

¹⁴ 村尾修、山崎文雄：震災復興都市づくり特別委員会調査データに構造・建築年を付加した兵庫県南部地震の建物被害関数、日本建築学会構造系論文集、第 555 号、185-192、2002 年 5 月

フラジリティカーブは、次式により定義される。

$$p(x) = ((\ln x - \lambda) / \zeta) \dots \dots \dots (viii)$$

ここで、 x : 最大地表速度 (PGV)
 $\phi(z)$: 標準正規分布の確率密度関数

$$\phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{z^2}{2}} \dots \dots \dots (ix)$$

λ, ζ : 構造別、建築年代別のパラメタ (表 6.3.1 参照)

表 6.3.1 村尾・山崎式のパラメタ (λ, ζ)

		全壊		全半壊	
		λ	ζ	λ	ζ
木造	-1950	4.76	0.430	4.47	0.469
	1951-70	4.84	0.413	4.61	0.419
	1971-81	5.15	0.504	4.90	0.449
	1982-94	5.45	0.534	5.18	0.521
	全年代	4.90	0.447	4.67	0.478
RC造	1951-70	5.52	0.666	5.19	0.707
	1971-81	5.79	0.708	5.42	0.726
	1982-94	6.25	0.792	5.97	0.904
	全年代	5.78	0.648	5.52	0.742
S造	1951-70	5.39	0.858	4.81	0.799
	1971-81	5.78	0.858	5.27	0.799
	1982-94	6.09	0.858	5.63	0.799
	全年代	5.44	0.541	5.26	0.683

- 建築年度が 1995 年以降の建物については、「1982-94」のパラメタを適用する。
- 建築年度の同定が不可能な場合は、「全年代」のパラメタを適用する。

(c)必要な情報

上の考え方、及びフラジリティカーブの変数から、次の情報を必要とすることがわかる。

- 建替え対象とする既存建物の構造と建築年次
- 建替え後の建築の構造
- 対象建物の延床面積

(d)構造被害の発生確率

建替え対象となる建物について、事業前後の構造及び建築年次の違いによる被害率の差を評価する。

先の(a)で述べたとおり、建替えによる構造被害の差は、焼損しない場合のみ顕在化する。すなわち、フラジリティカーブから求める全壊率、全損率は、「焼損しない場合」の条件付確率となっている (ただし、可燃建物の場合のみ)。

ここで、「焼損しない場合」の確率は、6.3.1-(2)で評価した「焼損する場合」(「焼失建築面積期待値」を「全建築面積」で除した値)の余事象として、以下の式で与えるものとする。

$$[\text{非焼損確率}] = 1 - [\text{地区内出火確率}] \times [\text{平均焼失建築面積割合}] \dots \dots \dots (x)$$

ただし、当該建物が可燃建物の場合。不燃建物の場合は、[非焼損確率]=1 とする。

なお、先と同様、この「非焼損確率」は、事業の実施前後で独立に評価することが可能である。
 以上より、建替え対象となる個々の建物の全損及び半損確率は、フラジリティカーブから求める「全壊(半壊)率」に「非焼損確率」を乗じて求める。

$$[\text{揺れによる全壊確率}] = [\text{非焼損確率}] \times [\text{全壊率}] \quad \dots\dots\dots(\text{x i})$$

$$[\text{揺れによる半壊確率}] = [\text{非焼損確率}] \times [\text{半壊率}] \quad \dots\dots\dots(\text{x i i})$$

(e)構造被害の期待値

延焼被害の場合と同様、被害の発生確率に、建替え前後の建物の延床面積を乗じて、被害の期待値を求める。

$$[\text{揺れによる全壊延床面積期待値}] = [\text{揺れによる全壊確率}] \times [\text{建替え建物延床面積}] \quad \dots\dots\dots(\text{x i i i})$$

$$[\text{揺れによる半壊延床面積期待値}] = [\text{揺れによる半壊確率}] \times [\text{建替え建物延床面積}] \quad \dots\dots\dots(\text{x i v})$$

建替え対象となる建物のうちの構造被害を受ける棟数、戸数の期待値は、以下のとおりとなる。

$$[\text{揺れによる全壊棟数期待値}] = \sum_k^K [\text{揺れによる全壊確率}]_k \quad \dots\dots\dots(\text{x v})$$

$$[\text{揺れによる全壊被害戸数期待値}] = \sum_k^K [\text{揺れによる全壊確率}]_k \cdot [\text{建物内戸数}]_k \quad \dots\dots\dots(\text{x v i})$$

ただし、

$$K = \text{建替え対象棟数}$$

とする。

半壊被害については、上の2式の「全壊」を「半壊」で置き換えたものとなる。

(4)建物以外の被害

建物の焼失、構造被害以外の被害項目は6.2節で検討したとおりであるが、そのうち、「企業・事業所資産」と「営業停止損失」の2項目については、本節で検討してきたマクロ指標を用いた被害推定方法において、被害の評価に加えることができない。これは、マクロ指標を用いた評価となるため地区内の事業所建物を同定していないこと、これにより事業所の建物の構造が不明であり、可燃/不燃の区別がつかないこと、同様に構造被害の評価もできないこと、が理由である。

したがって、評価対象となる被害項目は、以下の2点となる。

- ・家財被害
- ・瓦礫撤去費

(a)家財被害

全損、半損の被害を受けた建物に帰属する家財は、建物と同様、それぞれ全損、半損するものとして被害額を推定する。また、家財の資産額は「戸あたり」の情報であるため、建築面積あたりの被害期待値を戸あたりに変換した「全損及び半損被害戸数」が、被害額原単位を乗じるべき被害量となる。

$$\begin{aligned}
 [\text{全損被害戸数}] &= [\text{焼失被害戸数期待値}] + [\text{全壊被害戸数期待値}]^{15} && \dots \dots \dots (\text{xvii}) \\
 [\text{半損被害戸数}] &= [\text{半壊被害戸数期待値}]^{16} && \dots \dots \dots (\text{xviii})
 \end{aligned}$$

(b)瓦礫撤去費

前節で述べたとおり、瓦礫撤去が発生するのは、「全損」建物のみとしている。また、瓦礫撤去費の単位は「棟あたり」となっているため、建築面積あたりの被害の期待値を棟あたりに変換した「全損棟数」が、被害額原単位を乗じるべき被害量となる。

$$\begin{aligned}
 [\text{全損棟数期待値}] &= [\text{焼失棟数期待値}] + [\text{揺れによる全壊棟数期待値}] \\
 &= [\text{地区内出火確率}] \times [\text{平均焼失建築面積割合}] \times [\text{地区可燃棟数}] \\
 &\quad + \sum_k^K [\text{揺れによる全壊確率}]_k && \dots \dots \dots (\text{xix})
 \end{aligned}$$

(5)防災まちづくり事業の費用と便益

以上をまとめると、防災まちづくり事業の効果は、次のように表される。

(a)事業実施前（Without ケース）の被害額

焼失被害額

$ \begin{aligned} [\text{焼失被害額}] &= [\text{全損被害額原単位}] \times [\text{焼失建築面積期待値}] \times \frac{[\text{地区延床面積}]}{[\text{地区建築面積}]} \\ \text{ここで、} \\ [\text{焼失建築面積期待値}] &= [\text{地区内出火確率}] \times [\text{平均焼失建築面積割合}] \times [\text{全建築面積}] \\ [\text{地区内出火確率}] &= 1 - (1 - p_w)^m \cdot (1 - p_c)^n \\ [\text{平均焼失建築面積割合}] &= 1 - \exp\left(-\frac{0.01428}{(1 - CVF)^{2.71}}\right) \\ [\text{地区延床面積}], [\text{地区延床面積}] &: \text{可燃建築のみの合計値} \\ [\text{全建築面積}] &: \text{地区内全建築物の建築面積合計} \end{aligned} $
--

揺れによる全壊・半壊被害額（建替え対象となる建物のみの評価）

建替え対象となる K 棟の個々について、以下の被害額を求め、合計する。

$ \begin{aligned} [\text{全壊・半壊被害額}] &= [\text{全損被害額原単位}] \times [\text{建替え建物延床面積}] \\ &\quad \times \{[\text{揺れによる全壊確率}] + [\text{半損率}] \times [\text{揺れによる半壊確率}]\} \\ \text{ここで、} \\ [\text{揺れによる全壊（半壊）確率}] &= [\text{非焼損確率}] \times [\text{全壊（半壊）率}] \\ [\text{非焼損確率}] &= 1 - [\text{地区内出火確率}] \times [\text{平均焼失建築面積割合}] \\ [\text{全壊率}], [\text{半壊率}] &: \text{フラジリティカーブより（[半壊率] = [全半壊率] - [全壊率]）} \\ [\text{半損率}] &= [\text{半損被害額原単位}] \div [\text{全損被害額原単位}] = 0.5 \end{aligned} $

¹⁵ ここでいう「全壊棟数期待値」とは、建替え対象の建物のなかでの値であり、地区全体での値ではない。
¹⁶ 「半壊棟数期待値」についても、同様である。

家財被害額

$$\text{[家財被害額]} = \text{[地区内平均家財額]} \times \{\text{[全損建物の戸数]} + \text{[半損建物の戸数]} \times \text{[半損率]}\}$$

ここで、

$$\text{[全損建物の戸数]} = \text{[地区内出火確率]} \times \text{[平均焼失建築面積割合]} \times \text{[地区可燃建物内戸数]}$$

$$+ \sum_k^K \text{[揺れによる全壊確率]}_k \cdot \text{[建物内戸数]}_k$$

$$\text{[半損建物の戸数]} = \sum_k^K \text{[揺れによる半壊確率]}_k \cdot \text{[建物内戸数]}_k$$

瓦礫撤去費

$$\text{[瓦礫撤去費]} = \text{[瓦礫撤去費原単位]} \times \{\text{[焼失棟数期待値]} + \text{[全壊棟数期待値]}\}$$

ここで、

$$\text{[焼失棟数期待値]} = \text{[地区内出火確率]} \times \text{[平均焼失建築面積割合]} \times \text{[地区可燃棟数]}$$

$$\text{[全壊棟数期待値]} = \sum_k^K \text{[揺れによる全壊確率]}_k$$

(b)事業実施後（With ケース）の被害額

焼失被害額

Without ケースと同様、焼失被害額を求める。

ただし、次の指標は、事業内容に合わせ、再評価する。

木造棟数（ m ）、非木造棟数（ n ）の見直し [地区内出火確率] の見直し

セミグロス CVF の見直し [平均焼失建築面積割合] の見直し

[焼失建築面積期待値]の見直し

可燃建築面積の見直し [地区延床面積]、[地区延床面積]の見直し

揺れによる全壊・半壊被害額

Without ケースと同様、建替え対象建物の全壊・半壊被害額を求め、合計する。

ただし、次の指標は、事業内容に合わせ、再評価する。

[建替え建物延床面積]の見直し（事業後の面積¹⁷）

木造棟数（ m ）、非木造棟数（ n ）の見直し [地区内出火確率] の見直し

セミグロス CVF の見直し [平均焼失建築面積割合] の見直し

[非焼損確率]の見直し

構造種別、建築年次の見直し [全壊（半壊）率] の見直し

[揺れによる全壊（半壊）確率]の見直し

¹⁷ 事業後の建物の面積は、次頁で述べる方法に従う必要がある

家財被害額

Without ケースと同様、家財被害額を求める。

ただし、次の指標は、事業内容に合わせ、再評価する。

木造棟数 (m)、非木造棟数 (n) の見直し [地区内出火確率] の見直し

セミグロス CVF の見直し [平均焼失建築面積割合] の見直し

[地区内可燃建物内戸数]の見直し

構造種別、建築年次の見直し [全壊(半壊)率] の見直し

[揺れによる全壊(半壊)確率]の見直し

[全損(半損)建物の戸数]の見直し

瓦礫撤去費

Without ケースと同様、瓦礫撤去費を求める。

ただし、次の指標は、事業内容に合わせ、再評価する。

木造棟数 (m)、非木造棟数 (n) の見直し [地区内出火確率] の見直し

セミグロス CVF の見直し [平均焼失建築面積割合] の見直し

[地区内可燃棟数]の見直し [焼失棟数期待値]の見直し

構造種別、建築年次の見直し [全壊率] の見直し

[揺れによる全壊確率]の見直し [全壊棟数期待値]の見直し

(c)事業の便益

防災まちづくり事業の効果は、前項目(a)の事業前(Without ケース)の被害額合計から(b)の事業後(With ケース)の被害額合計を差し引くことによって求められる。

対象となる事業は、延焼被害を規定する CVF に影響するものとして、

木造から耐火造への建替え等、既存建物の耐火性能向上(構造種別建築面積合計における、より上位種別への面積の移転)

「一定規模以上の空地面積」拡大策としての延焼抑制空間(公園等)の整備

建物の構造破壊被害を低減するものとしては、上記2点以外にも、建物の建築年次を考慮する場合には、老朽木造建物の新築木造建替えも含まれる。当然ながら、この場合の効果は限定的である。

以上のような事業を想定し事業実施前後の被害額を計算するが、建物面積が変化する事業計画となっている場合は、6.2 節で述べたとおり、便益の計算上以下のルールを適用して面積を設定する。

事業により延床面積が拡大する場合は事業前の延床面積を、延床面積が減少する場合は事業後の延床面積を、With ケースで用いる

With / Without の差から求まる効果を各年に発生する便益とするために、想定する地震の年発生確率を乗じる。

(d)事業の費用

本項で議論してきたマクロ指標を用いた便益算定方法においては、6.2 節で述べた費用項目は概ね評

価可能であると考えられる。一部、公共施設の用地取得にかかる補償費については、算出のために必要な条件が整わないことも考えられる。そのような場合には、移転する建物の新規建築費のみを計上するなど、想定可能な範囲での費用の計上を行う。

便益と同様、当該建物の延床面積の拡大が計画されている場合には、その費用に関して、「事業費としての費用」と、「費用便益分析における費用」の2通りの考え方があることを6.2節において示した。当然ながら、費用便益分析に用いるのは後者の費用である。再掲すると以下のとおりとなる。

< 事業費を算出する場合 >

事業に要する費用を見出すことを目的とする場合は、建替え計画どおりの延床面積に基づいて、費用を算出する。

< 費用便益分析における費用として建替え費用を算出する場合 >

事業により延床面積が拡大する場合は事業前の延床面積に基づき、延床面積が減少する場合は事業後の延床面積に基づき、費用を算出する。

すべての費用に関しては、その発生時点を整理し、年度ごとに事業工程表上に配置する。

6.3.2 延焼シミュレーションに基づく便益算定手法

(1)延焼シミュレータの概要

延焼シミュレータは、出火した建物からの輻射により隣接する建物が発火するという物理的プロセスを追跡することにより対象とする地区内の延焼過程を再現するシミュレーションモデルである。

そのアウトプットを延焼被害の算定に利用するという観点から、特徴を整理すると以下のようになる。

- 出火点の設定は任意である。
出火点自体は、シミュレーションの初期条件として外生的に与えられるものであり、地震の規模や建物の構造・用途等とは無関係に設定することができる。
- 延焼は決定論的過程により進行する。
確率過程ではないため、個々のシミュレーションの設定ごとに、延焼パターンが一義的に求められる。
- 個々の建物について、構造、面積以外にもかなり詳細な情報を必要とする。
延焼の被害から被害額を計算する際に、必要なデータは既に揃っているという前提で被害額算定方法の検討が可能である。
- 消火活動は考慮されておらず、延焼遮断帯に隔てられていない限り、時間を追うごとに延焼は拡大する。
何らかの方法で延焼範囲を限定するか、あるいは個々の建物の着火を時系列的に評価するなどの操作が必要である。

以上の特徴を踏まえて、被害額算定方法を検討する。

(2)延焼シミュレーション結果を用いた被害額算定

(a)被害額算定の基本的考え方

延焼シミュレーションにおいては、個々のシミュレーション（「出火ケース」と呼ぶ）でユニークな出火点を設定し、出火或いは着火した建物は焼失に至るものとしてケースごとに焼失建物を求める。

着火（焼失）していない建物については、揺れによる構造破壊（全壊、半壊）の確率を評価する。以上により、各ケースにおいて、地区内の全建物それぞれの被害状況が、焼失、半損、被害なしの3区分に分けて集計する。

上記の被害に対し、被害額原単位を乗じることにより、ケース毎の被害額が求まる。

ケースの被害額にケースの発生確率を乗じ、全ケースについて合計することにより、総被害額期待値とする。

(b)対象となる防災まちづくりのメニュー

上記のとおり、対象区域における被害の大小は、個々の建物の全壊・半壊または火災の延焼による焼失で決まるため、前 6.3.1 項の簡便な手法の場合と同様、防災性を高めるまちづくりの対策メニューは、具体的には、次の3手法に集約される。

- 耐震・耐火建築建替え促進
- 道路拡幅延長（これに伴う建替えを含む）
- 延焼を遅延させる空間（公園等）の整備

(c)With、Without の両ケースにおける被害額算定プロセス

シミュレータによる延焼計算

- 各建物の焼失確率を、ユニークな出火点を持つ出火ケース¹⁸を複数実施することにより評価する。
- 各出火ケースでは、各棟の出火と延焼による着火を判断する。
- 出火・着火した建物は焼失に至り、全損するものとする。
- 地区内各棟の焼失確率は、当該棟が焼失すると判定された出火ケースの発生確率（出火点毎の出火確率）の和で与える。

フラジリティカーブによる全壊確率、半壊確率の評価

- 各棟の構造種別、建築年次に基づき、「全壊率」、「半壊率」を評価する。
- 各棟の非焼失確率（焼失確率の余事象）と「全壊率」、「半壊率」の積により、「全壊確率」、「半壊確率」をそれぞれ評価する。

建物被害の評価

- 各棟の被害は、「焼失確率」、「全壊確率」、「半壊確率」の3段階で評価する。
- 焼失と全壊の場合の被害は全損、半壊の場合は半損とする。

被害額の評価

- 求めた被害の発生確率に、被害項目別の被害額原単位を乗じて被害額期待値を求める。

¹⁸ ここでいう「ケース」とは、With、Without ケースのそれぞれを構成する複数のシミュレーションの個々を指している。

- 被害項目は以下のとおりである。
 - 1) 建物被害
 - 2) 家財被害
 - 3) 企業・事業所資産被害
 - 4) 間接被害（営業停止損失、瓦礫撤去）

(d)各ステップにおける具体的計算の説明

シミュレータによる延焼計算

i)シミュレーション時間

各出火ケースにおけるシミュレーションの時間は3時間とする。

ii)出火点の設定

- 出火点は、1出火ケースにつき1点（1棟）設定する。
- 地区内の全棟を出火点とするシミュレーションを行うことが望ましいが、計算の負荷が過大となることが予想される。出火ケース数を地区内棟数よりも小さくとる場合には、格子状に配置するなど、なるべく地区に対して均等になるように設定する。
- このとき、格子のサイズ（出火点間隔）は、シミュレーション時間内に延焼が進行する距離（延焼距離＝延焼速度とシミュレーション時間の積）より十分小さい値とする必要がある。
- 設定する出火点は、対策実施前後で共通とする。

iii)各出火ケースの生起確率

- 各出火ケースに1点、出火点を設定するため、出火点となる棟の出火確率を当該ケースの生起確率とする。
- 出火点とする建物の構造や用途により、個別の出火確率を与えることは可能である。出火確率については、前出の内閣府マニュアルを参考とする。
- 但し、出火ケースは数が限られるため、地区内に発生するすべての可能性を網羅するわけではない。したがって、確率に調整が必要である。この調整は、地区内に1件以上の出火が発生する確率と全出火ケースの発生確率の和の比で定義する以下の補正係数を、各出火ケースの生起確率に乗じることにより行う。

$$\text{補正係数} = \frac{\text{[対象地区内で1棟以上の出火が発生する確率]}}{\text{[全出火ケースの生起確率合計値]}} = \frac{1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i)}{\sum_{k=1}^N p_k} \dots \dots \dots (xx)$$

ここで、 n ：地区内全棟数
 N ：出火ケース数

$\prod_{i=1}^n (1 - p_i)$ ：地区内のすべての棟についての積

$\sum_{k=1}^N p_k$ ：出火点としたすべての棟についての和

iv)各棟の焼失確率

各棟の焼失確率は、当該棟が焼失すると判定された出火ケースの生起確率(上記補正を加えたもの)を合計することにより求められる。

フラジリティカーブによる全壊確率、半壊確率の評価

i)全壊(全損)

- 対象地区の全棟について、フラジリティカーブを適用し、構造種別、建築年次に応じた全壊率を求める。
- 構造被害は、焼失が起らなかった場合に顕在化すると考えるため、全壊確率は、非焼失確率と先に求めた全壊率の積により評価する。

$$[各棟の全壊確率] = [各棟の非焼失確率] \times [各棟の全壊率] \cdots \cdots (xxi)$$

ii)半壊(半損)

- 半壊率は、フラジリティカーブから求まる全半壊率と全壊率の差で定義する。
- 各棟の半壊確率の評価は、全壊確率と同様、非焼失確率と半壊率の積で与える。

$$[各棟の半壊確率] = [各棟の非焼失確率] \times [各棟の半壊率] \cdots \cdots (xxii)$$

建物被害の評価

- 各棟の被害は、「焼失確率」、「全壊確率」、「半壊確率」の3段階で評価する。
- 地区内建物を住宅用と事業用に区別し、区分毎に以下の被害を求める。

$$[焼失棟数期待値] = [各棟の焼失確率]の合計$$

$$[焼失延床面積期待値] = [各棟の焼失確率] \times [延床面積]の合計$$

$$[焼失戸数期待値] = [各棟の焼失確率] \times [棟内戸数]の合計(住宅用のみ)$$

- 全壊、半壊についても上と同様の期待値を求める。

被害額の評価

上記の被害期待値に被害項目毎の被害額原単位を乗じて、被害額を算出する。

(e)防災まちづくり事業の費用と便益

前述の(c)、(d)の手順に基づき、具体的事業効果の計算方法を整理する。

事業実施前(Without ケース)の被害額

i)焼失被害額

<p>[焼失被害額] = [全損被害額原単位] × [焼失延床面積期待値]</p> <p>ここで、</p> <p>[焼失延床面積期待値] = [住宅建物焼失延床面積期待値] + [事業用建物焼失延床面積期待値]</p> <p>[住宅建物焼失延床面積期待値] = $\sum_i [焼失確率]_i \cdot [延床面積]_i$ 全住宅建物について合計</p> <p>[事業用建物焼失延床面積期待値] = $\sum_j [焼失確率]_j \cdot [延床面積]_j$ 全事業用建物について合計</p>

ii) 揺れによる全壊・半壊被害額

$$[全壊・半壊被害額] = [全損被害額原単位] \times \{ [全壊延床面積期待値] + [半壊延床面積期待値] \times [半損率] \}$$

ここで、

$$[全壊(半壊)延床面積期待値] \quad \text{焼失の場合と同様。[焼失確率]を[全壊(半壊)確率]に読替え}$$

$$[全壊(半壊)確率] = [全壊(半壊)率] \times [非焼失確率]$$

$$[半損率] = [半損被害額原単位] \div [全損被害額原単位] = 0.5$$

iii) 家財被害額

$$[家財被害額] = [地区内平均家財額] \times \{ [全損戸数期待値] + [半損戸数期待値] \times [半損率] \}$$

ここで、

$$[全損戸数期待値] = \sum_c [焼失確率]_c \cdot [建物内戸数]_c \quad | \quad \text{全住宅建物について合計}$$

$$+ \sum_c [全壊確率]_c \cdot [建物内戸数]_c \quad | \quad \text{全住宅建物について合計}$$

$$[半損戸数期待値] = \sum_c [各棟半壊確率]_c \cdot [建物内戸数]_c \quad | \quad \text{全住宅建物について合計}$$

iv) 事業所資産被害額

$$[事業所資産被害額] = [地区内全事業所資産] \times \{ [事業所全損率] + [事業所半損率] \times [半損率] \}$$

ここで、

$$[事業所全損率] = \frac{[全損事業所延床面積期待値]}{[全事業所延床面積]}$$

$$[事業所半損率] = \frac{[半損事業所延床面積期待値]}{[全事業所延床面積]}$$

v) 瓦礫撤去費

$$[瓦礫撤去費] = [瓦礫撤去費原単位] \times \{ [焼失棟数期待値] + [全壊棟数期待値] \}$$

ここで、

$$[焼失棟数期待値] = [焼失住宅棟数期待値] + [焼失事業所棟数期待値]$$

$$[全壊棟数期待値] = [全壊住宅棟数期待値] + [全壊事業所棟数期待値]$$

vi) 事業所の営業停止損失

$$[事業所営業停止損失] = [地区内全事業所営業利益] \times [事業所全損率] \times [営業停止期間]$$

ここで、

$$[地区内全事業所営業利益] = [産業別営業利益]の合計値$$

$$[営業停止期間] = [営業停止日数 (= 56 日)] \div 365 日$$

事業実施後 (With ケース) の被害額

i) 焼失被害額

Without ケースと同様、焼失被害額を求める。
 ただし、次の指標は、事業内容に合わせ、再評価する。
 各棟の[焼失確率]の見直し [住宅 (事業用) 建物焼失延床面積期待値]の見直し

ii) 揺れによる全壊・半壊被害額

Without ケースと同様、全壊・半壊被害額を求める。

ただし、次の指標は、事業内容に合わせ、再評価する。

各棟の[焼失確率]の見直し 各棟の[非焼失確率]の見直し

各棟の[全壊（半壊）確率]の見直し

各棟の[延床面積]の見直し¹⁹

[住宅（事業用）建物全壊（半壊）延床面積期待値]の見直し

[全壊（半壊）延床面積期待値]の見直し

iii) 家財被害額

Without ケースと同様、家財被害額を求める。

ただし、次の指標は、事業内容に合わせ、再評価する。

住宅各棟の[焼失確率]の見直し 各棟の[非焼失確率]の見直し

住宅各棟の[全壊（半壊）確率]の見直し

[建物内戸数]の見直し²⁰

[全損（半損）戸数期待値] の見直し

iv) 事業所資産被害額

Without ケースと同様、家財被害額を求める。

ただし、次の指標は、事業内容に合わせ、再評価する。

事業所各棟の[焼失確率]の見直し 各棟の[非焼失確率]の見直し

事業所各棟の[全壊（半壊）確率]の見直し

[全損（半損）事業所延床面積期待値] の見直し

[事業所全損（半損）率] の見直し

v) 瓦礫撤去費

Without ケースと同様、瓦礫撤去費を求める。

ただし、次の指標は、事業内容に合わせ、再評価する。

各棟の[焼失確率]の見直し 各棟の[非焼失確率]の見直し

各棟の[全壊（半壊）確率]の見直し

[焼失（全壊）住宅（事業所）棟数期待値]の見直し

[焼失（全壊）棟数期待値]の見直し

vi) 事業所の営業停止損失

Without ケースと同様、事業所営業停止損失を求める。

ただし、次の指標は、事業内容に合わせ、再評価する。

事業所各棟の[焼失確率]の見直し 各棟の[非焼失確率]の見直し

事業所各棟の[全壊確率]の見直し

[全損事業所延床面積期待値] の見直し

[事業所全損率] の見直し

¹⁹ 事業後の建物の面積は、マクロ指標による評価方法と同じ考え方により設定する

²⁰ 上記の面積の設定方法と同様とする

事業の便益

防災まちづくり事業の効果の求め方は、マクロ指標による方法と同様である。また、建替え対象建物の事業前後の延床面積の設定についても、同様とする。ただし、評価項目として、事業所資産の被害、営業停止による機会損失が加わる。

事業の費用

費用についても、マクロ指標による方法と同様である。

6.4 CVM手法の適用に関する検討

本節では、防災まちづくり事業に対するCVM手法の適用の問題について、過年度における調査結果等を参照しながら検討を行う。

6.4.1 防災まちづくり事業の評価手法としてのCVM手法の意義

議論を始める前に、防災まちづくり事業と関連する主体、およびCVM手法の特徴について再度整理しておく。防災まちづくり事業は、老朽建物の除却、耐震・不燃化建て替え、共同住宅化、道路拡幅、公園整備などの施策を実施することにより、個々の建物の耐震性や耐火性を高めると共に火災の延焼を抑制し、災害、特に地震災害の際の被害の発生を低減することを目的としている。

関連する主体としては、道路や公園等の公共施設の整備と個人の建て替え費用の支援など事業費の一部負担を行う行政と地域住民が含まれ、後者は建て替え家屋の所有者としての住民（不在地主を含む）、それらの家屋の一部を賃貸する住民、および自分の住居には変更が加わらないが近隣の住宅の建て替えや防災施設の整備により被災危険度の面で影響を受ける住民に分けられる。

CVM手法とは、仮想市場法とも呼ばれるとおり、現実には市場で取引の行われない環境質の変化について、仮に市場取引がなされるものとして、アンケートを通じてその環境質の変化に値付け（支払い意志額の表明）を行うことにより、当該環境質変化の経済価値を求める方法である。

以上を踏まえ、防災まちづくり事業に対してCVM手法を適用する際に存在すると思われる問題について検討する。

(1)CVMによる不確実事象の評価

CVM手法は、アンケートにより支払い意志額を調査し、それを環境質の変化の経済価値と見なすため、被験者において環境質の変化が十分理解された上で評価され、回答されているかどうかはその結果の信頼性に重大な影響を及ぼす。

防災まちづくり事業による環境質の変化は不確実な事象である。第一に地震の発生がそうであり、さらにはその地震による建物の破損・倒壊や火災の発生・延焼等も不確実な事象である。かつ、その不確実性による生活への影響は、極端に大きい。したがって、前節までの代替法による被害額および被害の軽減額の推定においては、期待値という概念を用いるのであるが、果たして、仮想市場の消費者である被験者は、このような不確実な事象の結果としての「被害額の期待値」というものを理解したうえで評価している（アンケートに回答している）と考えて良いだろうか。地域や地区の防災性能は、一般に地価や家賃に反映されると理解されており、これを統計的に取り出すこと（ヘドニック法による評価）は可能である。そこでの消費者の評価が「被害額の期待値」に基づいたものであるかどうかは別としても、少なくとも不確実事象についても市場的な評価が行われているのは事実である。

そのほか、損害保険の加入等についても、同様のことが言える²¹。

しかし、土地や建物といった不動産の購入や、賃貸住宅の選択は、様々な情報を勘案した上で行われるのが普通であり、特に、一般市民にとって人生における最大の買い物ともなる前者においては、慎重の上にも慎重を期す検討が行われるであろう。それは「被害額の期待値」に基づいているわけではない。他所における災害の報道や、町並みの印象や、行政から発信されるハザードマップ・被害想定などの様々な情報を観念的に集約したうえでの評価であろう。また、不確実事象に特有のリスクプレミアムも加わっているはずである。他方、特に防災性が高い地域においては、その評価を最大限に引き出すための営業戦略が売り主や仲介者の側でも採られる。ヘドニック法が計測の対象とする不動産市場における評価は、このようなプロセスを経て、多くの経済主体の関与の結果として形成されるものである。

一方、CVM 調査は、アンケート調査という性質上、高々数ページの資料と数分～10分程度の時間で同様の検討を行うことを被験者に求める。アンケートにおける被験者への要求が過大であれば、回答を拒否する被験者や真剣でない回答をする被験者の割合が増加することは容易に想像される。さらに、防災まちづくり事業によって地区の防災性能は向上するであろうが、被災の可能性をゼロにするものではない。すなわち、事業の効果とは、厳密には被災確率の低減である。この環境変化をシナリオで表現し被験者に理解してもらうということも、更に CVM 適用の難しさにつながっている。

CVM という調査手法が、上のような問題をクリアすることが可能であるかどうかについては、検証が必要であると考えられる。

(2)負担と受益の不一致

先に整理したとおり、防災まちづくりに関連する住民は、主な費用の負担者となる建て替えられる家屋の所有者又は居住者と、費用負担はしないが建て替えによる地区の防災性能の向上の便益を受ける住民に分けられる。すなわち、個人の住宅の建て替えという私的財は外部性を持っており、事業の効果は建替え家屋の所有者又は居住者以外の周辺住民にも発生する。

個人資産である家屋の建て替えや引っ越しを余儀なくされる住民の側からすれば、「地区のために、なぜ個人が負担するのか」という理屈が成り立ち、一方、周辺の住民からすれば、「問題のある家が建て変われば良いのであり、自分がその費用を負担する理由はない」との見方もあり得る。自分の権利としてどの位置を基準に主張するのか、という財産権の問題である。

このような状況は、環境質（地区の防災性能）の変化に対する支払い意志額を問う CVM のシナリオに対する抵抗が生まれる背景になりやすいと考えられる。

過年度の CVM 調査においては、「支払い手段」として「税金」を用いた場合に「家賃」の場合より抵抗回答が多くなるという結論が得られた。ここで、抵抗回答とは、「支払いたくない」という意思を表明した、いわゆる”protest No”の回答を指している。ただし、抵抗回答率が高いとされた「税金」のケースで最大 30%程度、「家賃」を使ったケースでは最大 10%程度と、一見、抵抗回答の率が高いようには見受けられない。しかしながら、抵抗回答のなかには、”protest Zero”、すなわち明示的な抵抗の意志は表明しないものの、抵抗感を抱いた結果 0 円（または低額）の回答をする被験者があることが一般に知られている。

²¹ 但し、損害保険については、保険料が一定の合理性をもって決定されているという知識に基づいて判断がなされているため保険加入者本人は不確実性の評価をしていない、と見ることもできる。

調査票の回収がより確実である訪問配布・回収方法を使った第3回の調査における支払い意志額が、郵送法を使った他の調査の結果と比べてかなり低い値となっているのは、この“protest Zero”のタイプの抵抗回答がより多く回収されたからではないかとも推察される。

いずれにせよ、防災まちづくり事業の具体的方策が詳細化するほど、上記のような、地区内に住む住民間の負担と受益が一致しないことが明確になる。このとき、被験者が、事業における自分の立場から回答すると、上記の「自分の権利」の意識が評価の中に入り込み、バイアスを生む結果につながる可能性が指摘される。

例えば、現時点で地区内に住んでいない人が、引っ越し先の選択肢として事業実施前後の同じ地区の2つの状態を比較するのであれば、この人にとって受益と負担は一致する。すなわち、事業の当事者として評価をするのではなく、単に防災性能の異なる2つの生活環境を比較し選択するという形式のシナリオにすべきであると考えられる。

(3)住民の持つ選択肢

市場における経済価値の評価は、評価する人、すなわち消費者が、当該市場財を買う／買わない／他のものを買う、といった選択肢を持ちうる状態にあることを前提としている。先ほどから、CVM手法をヘドニック法との類似性によって論じているが、仮想市場であっても、やはり評価者（被験者）が選択肢を持つことは同様である。果たして、防災まちづくり事業の評価において、評価者（すなわち住人）はどのような選択肢を持っているのであろうか。

一般に防災まちづくり事業が必要とされる密集市街地は、老朽化した木造住宅、それも賃貸の住宅が集積しているところが多い。典型的なイメージとしては、長期間そこに暮らしてきた高齢者や年金生活者の割合が高い。このイメージが正しいものであるとして、さらに住民の特性についてイメージを抽出すると、次のようになる。

- ・所得が低く、引っ越しする経済的余裕はない。家賃が上がると生活に困窮する。
- ・長年の暮らしで町並みに思い入れを持っており、異なる生活様式が想像できない。
- ・現状の隣人と離れると、身寄りが全くなくなる。

仮に以上のような住民が少なからずいるとするならば、防災性能の高い生活環境への変化の見返りとして家賃や納税額の上昇を取るというCVMのシナリオを受け入れることに困難を感じる被験者は多いであろう。このような、選択肢を持ち得ない人に市場価値（あるいは仮想市場における価値）の評価を求めることは困難である。

そもそも、ある地区の防災性能の経済価値を評価するにあたって、評価者は地区の住民でなければならぬのであろうか。例えば、引っ越し先を探す地区外の人にとっては、当該地区の住宅を選択肢の一つに入れて、他の地区の住宅と比較評価をすることは可能である。複数の住宅の横断的比較であるため、同じ場所の事業前後の縦断的（時系列的）比較とは若干意味合いが異なるものの、地価や家賃はこのような選択肢間の横断比較により評価されている。

前述の指摘と近い議論となるが、防災まちづくりは、地区内の住民にとって自らの将来の生活を左右する非常に重要な問題であり、行政と住民の間、住民同士の間における信頼関係と役割分担、それらに基づく合意形成が必要となる事業である。しかしながら、当該地区の防災性能を評価するにあたり、地区への親近感や思い入れ、歴史への認識等を持っている必要は必ずしもない。当然ながら、長年当該地区で生活した人と、地区外部に住む人の評価は異なるであろうが、現在の住民の評価は、当該地区に対する思い入れがある分だけ防災性能以外の評価が混入している可能性もある。

いずれにせよ、長期的には世代は入れ替わり、また住民の転入・転出は繰り返されるため、評価者が現在の住民でなければならない理由はないのではないかと考えられる。

先に述べたように、CVM においては、環境質の変化（或いは差）が評価対象となるシナリオが提示されている限り、被験者に現実の事業に即した説明をする必要は無い。仮想市場による評価をより現実の市場の評価に近づけることを目標にするのであれば、縦断的（時系列的）比較を横断的比較に見せるようなシナリオを作成し、地区内の住民に仮想的な選択肢として提示する方法は合理的であると考えられる。

(4)CVM 手法適用の課題と可能性

机上検討ではあるが、防災まちづくり事業に対する CVM 手法の適用に関してこれまで行った議論を箇条書きでまとめる。

住宅の取得や改築或いは資産の滅失といった重大な問題の評価に仮想市場法は適するか

- 土地や建物といった不動産の購入や、賃貸住宅の選択は、一般市民の選択行動の中でも、特に慎重に様々な情報を勘案した上で行われる。
- 市場価値は、多くの独立した主体が個々に行った評価行動の集約的な結果として形成されている。
- このような価値の評価を、アンケートにおいて現実感を持って再現することは容易ではない。
- 防災まちづくり事業に対して CVM の適用が可能かどうかは、慎重に検討する必要がある。

被災確率の低減をシナリオとして正確に表現できるか

- 防災まちづくり事業の効果は、被災確率の低減である。
- これをシナリオで表現し、被験者に正確に理解してもらうことは可能か。
- この点についても、検証が必要である。

負担と受益をマッチングさせるシナリオが必要である

- 防災まちづくり事業により影響を受ける住民にも、費用負担をする人と、単に受益者になる人が存在する。
- 異なる立場の住民の評価の基準点（現状での権利）を共通化することは困難であり、立場の違いは、抵抗回答を生じさせる可能性を持っている。
- 事業の当事者ではない第 3 者的な立場で評価できるシナリオが有効ではないか。

選択肢を持った状態で評価を行う必要がある

- 市場価値の評価においては、評価者が複数の選択肢を持っていることが前提である。
- 事業の対象となる地区の住民は、現実には選択肢を持っていない可能性がある。
- 現実の事業に即するのではなく、仮想的に選択肢を与えるようなシナリオがむしろ有効ではないか。

地区外の人でも評価者になりうるのではないかと考えられる。

- 防災性能だけを評価するのであれば、地区への親近感や思い入れは必要ない。
- 長期的には、当該地区の住民も入れ替わる。
- 高いシナリオ理解度と真剣な回答が期待されるのであれば、評価者を当該地区の住人に限る必要はないのではないかと考えられる。

6.4.2 CVM 手法適用の際の空間スケールと時期

(1)空間スケール

(a)防災まちづくり事業の規模

本研究で取り上げている防災まちづくり事業の内容は、建物の建替えや緑地の整備などの点的な事業と、道路の拡幅による線的な事業に分けられる。いずれの場合にも、その周辺に事業の効果が分布し、事業箇所からの距離が離れるに従い効果は低減していく。しかし、場合によってはその効果が広い範囲に及ぶ可能性も十分ある。事業の効果がどれだけの範囲に影響を及ぼすかを知るという点は、まさに本研究の目的であるが、マクロ指標を用いた便益算定法以外の手法（延焼シミュレーションによる方法）においては、この要望に応えることは可能である。

マニュアルや CVM 手法の適用対象とする防災まちづくり事業は、事業の影響範囲がオーバーラップしない限り、同じ地区にあっても個別の事業と見なすことができる。多数の個別施策を無理に同時に評価しようとして、初期投資の実施期間が長期に及ぶ想定となることは避けるべきである。

一方、事業の規模が小さすぎて、影響範囲が極端に狭い、あるいは影響を受ける個々の世帯や民間事業者における便益が非常に小さいという状況は、CVM 調査の信頼性に影響を及ぼすだけでなく、防災まちづくり事業自体に対する誤解を生じる危険性もあるため、適当であるとは言い難い。

以上の理由により、評価の対象とする事業規模については、一定の下限があると考えらるべきである。

(b)事業の効果の広がり

CVM による経済価値の評価においては、アンケート調査から得られる個々の被験者の支払意思額（WTP）から、確率分布関数を適用するなどして支払意思額分布を求め、その中央値や平均値といった指標に、環境変化により影響を受ける範囲内の世帯数（調査単位による）を乗じて便益額を計算する。CVM が適用されることの多い景観や環境整備の事業においては、その影響がどれだけの範囲に及ぶかの判断が難しいため、空間スケール（或いは世帯数）の設定がしばしば議論の的となる。

一方、ここで対象とする防災まちづくり事業においては、事業による災害時の物理的・精神的被害の発生の可能性を低減することが事業の効果であるため、基本的には、

- ・ 建替えにより耐震性の増した建物の世帯
- ・ 延焼の抑制効果が及ぶ範囲の建物の世帯

により、上記計算の「世帯数」を定義することができる。

「延焼の抑制効果が及ぶ範囲」については、6.3 節で検討した方法により、技術的に求めることができる。より簡便には、延焼抑制効果をもつ事業地点を中心に、延焼距離を半径とする円を描き、その中の家屋を対象とすることも可能であろう。

一方、CVM 手法が計測の対象とする「非市場価値」には、次のような成分があるとされ、直接的な影響を受けない人にも便益が発生する可能性が示されている。

< 利用価値 > 直接利用価値，間接利用価値，オプション価値

< 非利用価値 > 遺贈価値，代拉価値，存在価値

（林山²²による）

上記のうち「代拉価値」とは、「本人以外の個人の効用の増大に対して本人が感じる価値」であり、

²² 林山泰久[1998]，非市場財の存在価値，土木計画学研究・講演集，No.21(2)，招待論文

例をあげると、「親戚や友人の住む地区の安全性が高くなり、別の地区に住む本人も、より安心して暮らせるようになった」といったものである。

この考え方自体は非合理的ではないにせよ、そもそも「代拉価値」の評価が必要であるため、現実的には上記の「技術的に求まる影響範囲」をもって空間スケールを決定することが合理的であると考えられる。

(2)CVM 手法の適用時期

先の(1)でも議論したが、環境質の変化を被験者に説明するにあたって、現実の事業に忠実に即した説明を行う必要は無い。したがって、実際に行われることになる事業内容が確定していなくても、事業の効果が明らかとなっており(本来は事業内容に依存するのであるが、例えば目標として)それを住民や被験者に過不足無く説明する方法が見出されていれば、CVM 調査を行うことは技術的に可能である。

過年度の報告書で指摘したとおり、防災まちづくりの取組みの「初動期」では、地区住民の災害危険性の認識を高めることに注力される。この努力の中で、より簡潔かつ理解しやすい方法で、災害危険度を住民に説明する方法が見出されるのであれば、それは、まさに CVM 調査に必要なツール(=シナリオ)の原型になる。

また、ワークショップが行われているという事実が、ワークショップに参加していない人たちの防災あるいは災害危険度に対する関心をすこしでも高めるような作用を発揮すれば、CVM 調査を実施する環境としてより望ましい状態に近づくと考えられる。

以上のことから、CVM 調査の実施時期は、ワークショップが地区の住民に対して防災に関する情報を発信し始め、その反応が見られるようになってから以降が、適当であると考えられる。ただし、建替えなどの事業内容が確定し、それが地区住民の認知することになった時点では、シナリオの仮定性が成立しなくなるため、調査には不適となるものと考えられる。

一方、CVM 調査とその結果を、まちづくりの取組みの中でどのように位置付けるか、という問題が存在する。CVM は、経済的価値の評価手法であり、環境質の変化を金銭価値に換算することを目的として実施するものである。また、調査を行えば、その結果を公表することも必要になる。さらに、繰り返し何度も実施することに適した手法ではないため、まちづくり事業形成の試行錯誤の中で、複数の事業案について適用を試みることは困難である。

特に懸念されるのは、費用負担を求める CVM シナリオに対する誤解である。上で述べたように、防災まちづくりにおける CVM 調査は、個人の財産に関与するアンケート調査であるため抵抗回答が発生しやすい構造をもっている。抵抗回答は、調査に対する誤解から発生するのであり、調査を繰り返すことは、事業に対する誤解を持った住民を増やし、ひいては、防災まちづくり活動やワークショップの取組み内容に対する誤った批判などが生じる危険性も存在する。

以上のことから、CVM 調査は慎重に計画し、実行すべきものであり、基本的には、事業の便益の参考値を求める目的で1度限り実施することが望ましいと考えられる。