

## 第 3 章

# 密集市街地の街区性能水準の評価方法の検討

---

## 第3章 密集市街地の街区性能水準の評価方法の検討

### 1. はじめに

本研究の目的は、まちづくり誘導手法の導入を検討する際に、行政担当者やまちづくりコンサルタントが、複数の協調的建て替えルールを検討する際の参考情報となると想定される建て替え後の街区性能水準（防火、避難、日影、採光、換気及び通風に関する性能水準）について、それぞれの比較検討を簡便に行うための支援技術を開発することにある。

開発する支援技術の主たるものは、協調的建て替えルールを検討する際の補助ツールとして、任意の3次元の市街地空間における街区性能水準をパソコンで計算する行政担当者やまちづくりコンサルタント向けの「密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラム」であるが、それに加えて当該プログラムを用いた街区性能水準の評価方法の考え方について整理しておく必要がある。

そこで、本章では、「密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラム」を用いた街区性能水準の評価方法について検討し、基本的な考え方や評価の参考例について整理する。

### 2. 街区性能水準評価の基本的な考え方

#### 2.1 「絶対評価」と「相対評価」

街区性能水準の評価方法については、一般的に「絶対評価」と「相対評価」の二通りが考えられる。絶対評価は、評価対象とする街区性能水準の項目について定量的な目標水準を設定し、協調的建て替えルールに基づく建て替えが完了した後の街区性能水準が、目標水準を満たすかどうかを予測し確認する方法である。一方、相対評価は、協調的建て替えルールに基づく建て替えが完了した後の街区性能水準について、現状の市街地や仮想市街地（建築基準法集団規定に従って一般的な建て替えが行われた場合や、別の建て替えルールに基づき建て替えが行われた場合等の市街地）等の比較対照市街地を設定し、そこでの街区性能水準と比較を行う方法である。

絶対評価については、日影規制では一定の測定面の日影時間で建物形態を制限しているが、日影状況以外の街区性能水準の項目や確保すべき街区性能水準については、学術的に確立された評価指標がなく定量的評価が難しいため、(日影規制のように地域性を踏まえたバリエーションを用意しつつも) 全国一律で絶対基準を設定するには、まだ学術的な知見の蓄積、実践的な定着性、社会的コンセンサスが必要である。そこで本研究では、相対評価（建て替えモデルによる比較評価）の方法について主に検討することとする。

#### 2.2 建て替えモデルによる比較評価（相対評価）

協調的建て替えルールの検討に当たっては、協調的建て替えルールを検討する密集市街地において建築基準法の集団規定に従って一般的な建て替えが行われた仮想市街地を想定し、その仮想市街地で得られる街区性能水準の構成要素と水準レベルを仮定的に設定し、それを比較対象として、協調的建て替えルールで建て替えが行われた市街地の街区性能水準とを比較評価する方法が考えられる。

具体的には、まず、協調的建て替えルールを検討する地区全体で集団規定に従って一般的な建て替え（「基本建て替えモデル」と呼ぶ。）が行われた仮想市街地をモデル化（「基本建て替えの市街地モデル」と呼ぶ。）し、そのモデルにより得られる街区性能水準をシミュレーションによって推測する。そして同様に、協調的建て替えルールに基づく建て替え（「協調的建て替えモデル」と呼ぶ。）が行われた市街地についてもモデル化（「協調的建て替えの市街地モデル」と呼ぶ。）してシミュレーションを行い、それぞれの計算結果を基に街区性能水準の比較評価を行うことが考えられる。

## 2. 3 基本建て替えの市街地モデルの考え方

集団規定に従った一般的な建て替えと言っても、たとえ同一の敷地であっても建築基準法の集団規定に従った建築物の配置・形態には様々なバリエーションが考えられる。敷地の規模、形状等によりその種類はさらに広がる。また、地域によって建築物の配置・形態の傾向が異なることも考えられる。そのため、地区全体が建て替えられた将来市街地を一意にモデル化することは困難である。一方、密集市街地においては小規模な宅地が多いため、自ずと建ぺい率や容積率が最大化する配置・形態に揃いやすい傾向も見られる。国土技術政策総合研究所が平成 22 年度に実施した重点密集市街地でのサンプル調査（東京 2 地区、大阪 1 地区）では、建築年数 10 年以内の建築物で容積充足率が 90%以上となる割合は、敷地面積 50 m<sup>2</sup>未満で 87.6%、50 m<sup>2</sup>以上 60 m<sup>2</sup>未満で 75.2%、60 m<sup>2</sup>以上 70 m<sup>2</sup>未満で 61.3%、70 m<sup>2</sup>以上 80 m<sup>2</sup>未満で 40.1%に上った。

そこで、ここでは密集市街地における建て替えの傾向に従い、基本建て替えの市街地モデルとして、「密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラム」上で建物を自動生成することを想定した「一般型」と、必要に応じて任意に選択・設定する 3 種類の「バリエーション」を提案する。

### <基本モデルの種類>

- ①一般型：敷地ごとに建ぺい率・容積率が最大になるように建築物を配置するモデル
- ②バリエーション 1：道路境界いっぱいには建築物を配置するモデル
- ③バリエーション 2：地区の実情に応じて建築物の位置、構造、階数などを設定するモデル
- ④バリエーション 3：斜線制限いっぱいには建築物を配置する鳥籠モデル

これらのモデルは、道路や敷地条件等の即地的な要素をある程度単純化し、密集市街地における建て替えの傾向を踏まえた幾つかの仮定に基づく仮想モデルであり、比較評価のための参考に留まることに留意する必要がある。また、実際の街区性能水準評価シミュレーションの実施に当たり、どのようなモデルを比較対象とするかは、ここに示した以外の考え方（例えば、現況をそのまま基本建て替えの市街地モデルとして比較を行うなど）も含めて、地域の実情や評価項目、評価主旨等に応じて、適宜、判断する必要がある。

なお、「密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラム」では、建築物の位置や高さ、構造などを含めて、敷地ごとに任意の条件設定が可能である。

### ①一般型：敷地ごとに建ぺい率・容積率が最大になるように建築物を配置するモデル

密集市街地に多く見られる小規模な宅地での建て替えを想定し、下記のルールと次ページのアルゴリズムに従って「密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラム」上で自動生成することを前提としたモデルである。

このモデルでは、建ぺい率、容積率の制限内で建築面積や延べ床面積が最大となるように建築物の配置を工夫している。現実には、個々の様々な工夫により更に高密な建て替えもあり得るが、極端な建て詰まりや燃え草・発熱量により基本建て替えの市街地モデルの火災安全性能水準を低く見積もってしまわないよう配慮している。

このモデルでは建築物の高層化により防火性能水準が向上しやすく、隣棟間隔もある程度確保されるため、このモデルを比較対象とした場合は、より安全で快適な環境を基準に評価を行うことになり、協調的建て替えルールの検討に当たって現実に期待し得る以上に高いレベルの街区性能水準を要求することになる可能性がある。

《基本建て替えの市街地モデル（一般型）の作成ルール》の例

- 1) 4 m 未満の道路、通路は全て 4 m に拡幅する。
- 2) 現状の一敷地に 1 棟の建築を想定する。（共同化や敷地分割は考えない。）
- 3) 無接道敷地は最寄りの道路まで 2m 幅で敷地を延長し、旗竿敷地として建て替える。

- 4) (道路側の敷地はその分小さくなるが、その小さな敷地内で建て替える。)
- 5) 敷地が極めて狭小になってしまう場合でも、その敷地に応じた建て替えを行う。
- 6) 敷地ごとに建ぺい率を規制の範囲で最大化し、斜線制限等に応じて、床面積が最大となる配置パターンと階数を自動選択する。
- 7) 建築物の構造については、準防火地域等の当該地域地区の指定状況に基づき、建築物の階数、延べ面積で求められる防火性能を有することとする。
- 8) 日影規制の対象となる建築物への建て替えが生じる場合は、全域の更新建築物データの自動生成後に日影シミュレーションを実施し、地区の日影規制に適合しない場合には、当該建築物のみを手動で日影規制に適合するように修正する。

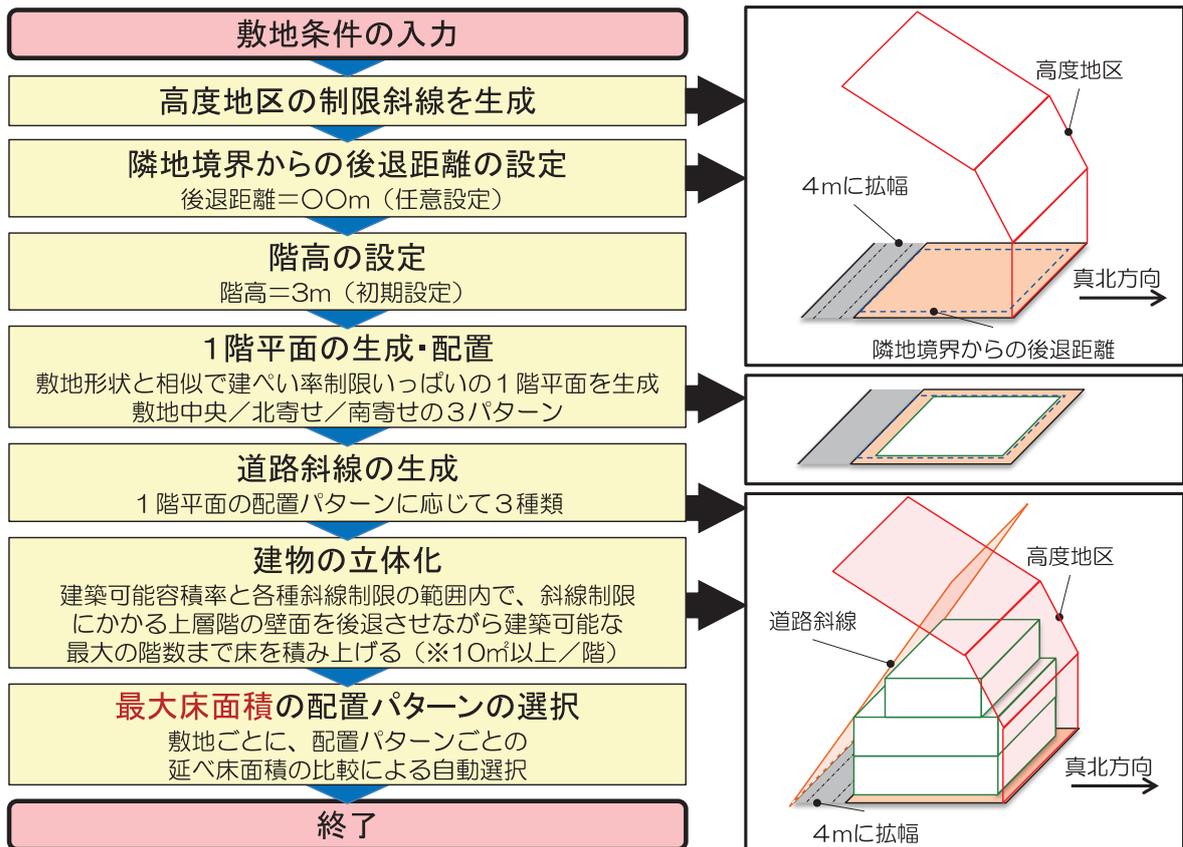


図 3-1 基本建て替えの市街地モデル（一般型）の自動生成アルゴリズム

②バリエーション1：道路境界いっぱいには建築物を配置するモデル

「基本建て替えの市街地モデル（一般型）」では、床面積を最大化するために、建築物は道路斜線を避けて道路境界から後退して配置されるケースが多くなる。そのため、道路幅員よりも道路

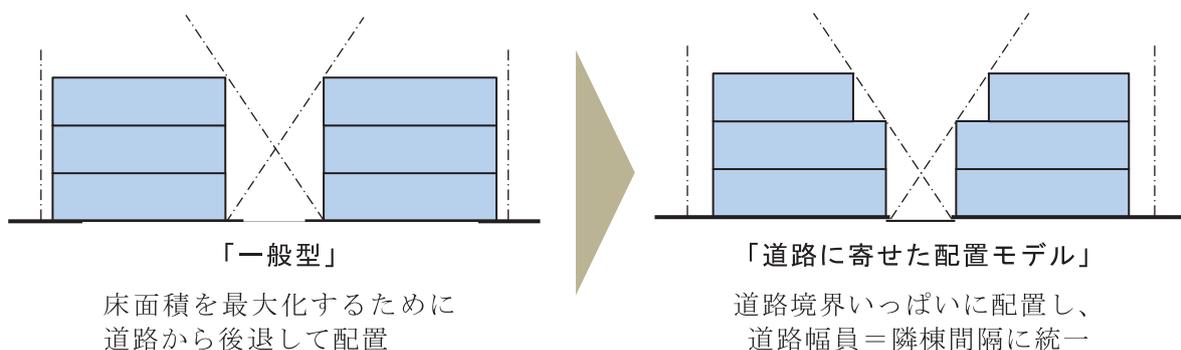


図 3-2 バリエーション1の例

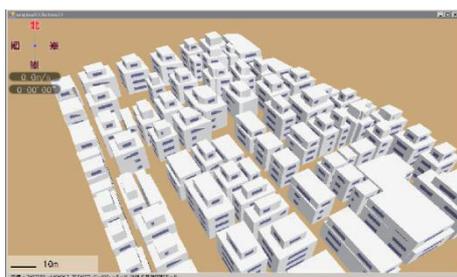
を挟む隣棟間隔が大きくなり、(隣棟間隔が大きいほど街区性能水準が高くなると仮定した場合、) 当該区域に適用される集団規定の一般規定への適合範囲内で取り得る最低水準よりも高いレベルの街区性能水準を、協調的建て替えルールを検討に当たり要求することになる可能性がある。

そこで、基本建て替えの市街地モデルの道路空間における街区性能水準について、「基本建て替えの市街地モデル(一般型)」による街区性能水準では高すぎ、当該区域に適用される集団規定の一般規定への適合範囲内で取り得る最低水準としたい場合には、基本建て替えの市街地モデルにおいても道路境界いっぱいには建築物を配置して、道路幅員＝隣棟間隔に統一したモデルを設定することが考えられる。

### ③バリエーション2：地区の実情に応じて建築物の位置、構造、階数などを設定するモデル

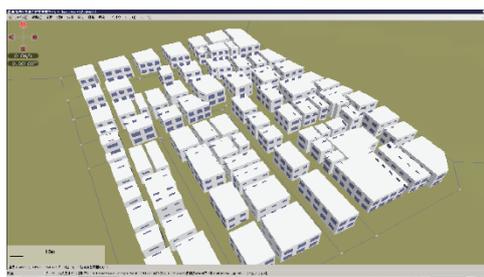
実際の建て替えの動向は地域によっても異なり、必ずしも建ぺい率・容積率の最大化を目指すのではなく、建築コストを抑えるために2階建て防火構造への建て替えが主流の地区も存在するものと考えられる。そのような地区では、特に火災安全性能水準に関しては、「基本建て替えの市街地モデル(一般型)」は実際に想定される将来市街地より高い水準となり、比較対象のモデルとして不適切になる場合も想定される。

「密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラム」の建物の自動生成ツールでは、建築物の位置や高さ、構造などを含めて、敷地ごとに任意の条件設定が可能のため、地区の実際の建て替え動向などの実情に応じた条件設定を行うことも考えられる。



「基本建て替えの市街地モデル(一般型)」

- 床面積の最大化を目指す4階建て耐火構造になる敷地もあるため、火災安全性能水準が高いモデルとなる。



「2階建て防火構造モデル」

- 実際は2階建て防火構造が多いため、実態に合わせた基本モデルを設定。火災安全性能水準は低めのモデルとなる。

図3-3 バリエーション2の例

### ④バリエーション3：斜線制限いっぱいには建築物を配置する鳥籠モデル

「基本建て替えの市街地モデル(一般型)」は、現実よりも安全で快適な環境をモデル化しているため、防火や避難といった人命に関わる火災安全性能水準の評価を行う際には適しているが、日影や採光などの快適性に関わる住環境性能水準を評価する際には、現実に期待し得る街区性能水準より高い水準となり、それを比較対象のモデルとした場合、建て替えの推進につながらない場合も想定される。

そこで、住環境性能水準については、現実には建築物の配置、中庭の設置等によって斜線制限いっぱいには建築できる可能性もあることに着目し、別途、斜線制限のみで作られる「鳥籠モデル」を仮想的に設定して、「基本建て替えの市街地モデル(一般型)」と併用して評価を行うことも考えられる。

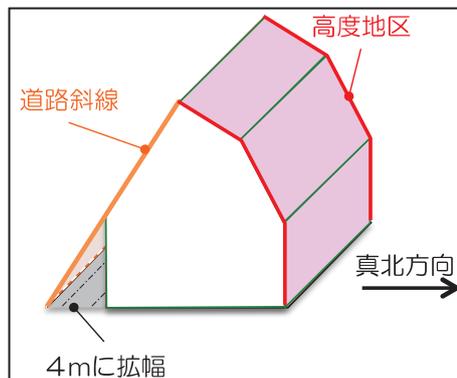


図3-4 バリエーション3(鳥籠モデル)の例

ただし、「密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラム」の建物の自動生成ツールでは、建物の壁面は斜線制限の範囲内で垂直に生成され斜めには生成されないため、「鳥籠モデル」は作成できない。

実際の街区性能水準評価シミュレーションの実施に当たりどのようなモデルを比較対象とするかは、ここに示した以外の考え方も含めて、地域の実情や評価項目、評価主旨等に応じて、適宜、判断する必要がある。そもそも密集市街地では一般住宅地に比べて建て詰まっているため、建て替えによる街区性能水準の大幅な改善が期待できない場合も想定され、協調的建て替えの市街地モデルの比較対象を基本建て替えの市街地モデルに置いた場合、それと同等以上の街区性能水準を確保することができず、却って建て替えを阻害してしまうという本末転倒な結果を招きかねない。従って、例えば現況市街地をそのまま比較対象とすることも含めて、基本建て替えの市街地モデルの設定については、地域の実情に応じて柔軟に判断することが重要であると考えられる。

## 2. 4 協調的建て替えの市街地モデルの考え方

### 2. 4. 1 協調的建て替えの市街地モデルの作成方法

評価対象となる協調的建て替えの市街地モデルについても、基本建て替えの市街地モデルと同様に、協調的建て替えルールを適用する区域のみならず地区全体の建築物を建て替えた場合を想定する。具体的には、比較対象として作成した基本建て替えの市街地モデルを基に、協調的建て替えルールを適用する区域のみを協調的建て替えルールに従った建て替えモデルに置き換えて作成する。協調的建て替えルールを適用する区域外も基本建て替えの市街地モデルを設定するのは、いずれは集団規定に従った一般的な建て替えが行われるであろうという仮定を置くのが妥当であると考えたためである。

なお、地区全域に協調的建て替えルールを適用する場合には、地区全域を協調的建て替えルールに従った建て替えモデルに置き換える。

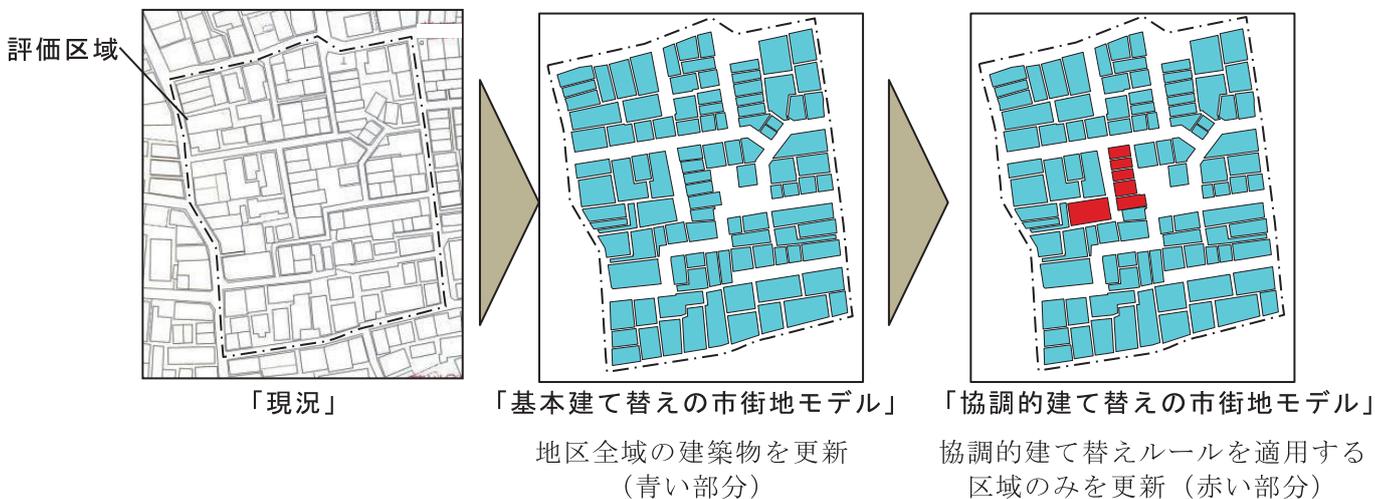


図 3-5 協調的建て替えの市街地モデル作成の考え方

### 2. 4. 2 評価結果を踏まえた建て替えルールの修正

協調的建て替えの市街地モデルで得られる街区性能水準が、基本建て替えの市街地モデルで得られる街区性能水準と同等以上にならなかった場合、不具合の原因・箇所を特定し、建て替えルールの修正と確認のためのシミュレーションを重ね、基本建て替えの市街地モデルと同等以上の街区性能水準が得られるパターンを見つけ出していく。そのような、協調的建て替えの市街地モデルの作成・修正作業を通じた協調的建て替えルールの策定プロセスを想定する。

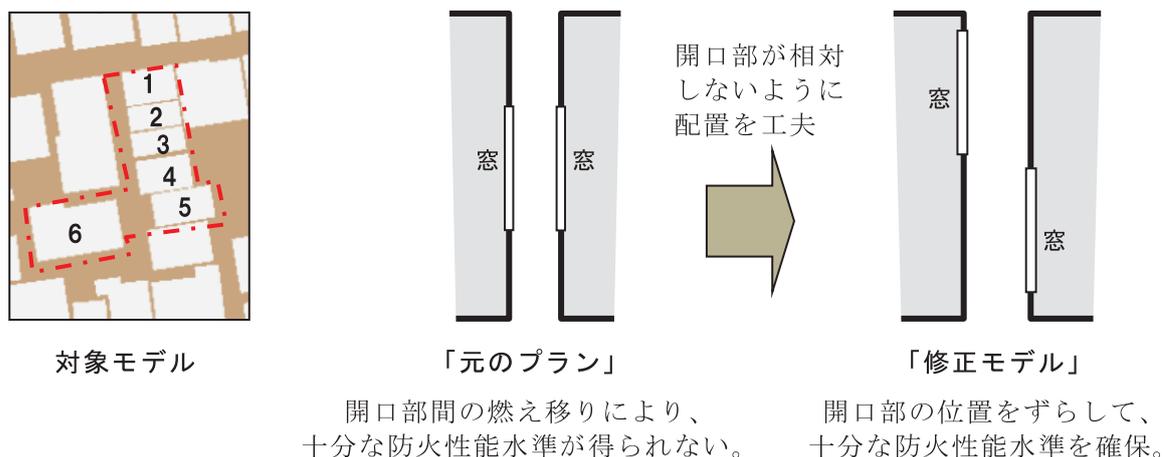


図 3-6 協調的建て替えの市街地モデルの微修正の例

## 2. 5. 対象とする街区性能水準の項目の検討

国土技術政策総合研究所では、先行研究として、事項立て研究「都市型社会に対応した良好な市街地環境の確保のための調査研究」（平成 16～18 年度）において、建物形態規制により得られる市街地環境性能の定量化を試みる基礎的研究を実施した。この研究では、人の日常生活及び諸活動に関する市街地の環境要素として、光、風（空気）、視覚、防災、音、交通、その他心理の 7 つを挙げ、これらをさらに性能項目に分解した上で、定量的な評価手法が未確立な、採光、換気、通風、防火、避難、圧迫感の各性能項目について、環境工学、環境心理学、防火工学の各分野の専門家とも連携し、科学的・定量的な評価方法（評価指標、計算方法）の検討を行った。

この研究の成果は、国土技術政策総合研究所資料 No.443「市街地における建物形態の性能基準に関する基礎的研究 ～建築基準法集団規定に関連して～」(2008)として取りまとめ、国土技術政策総合研究所のホームページ (<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0443.htm>)において公表した他、後述のとおり、対外的にも学会等において数多くの関連研究発表を行い、各専門分野の学識経験者とも議論を重ね、評価手法について一定の評価を受けてきている。

本研究においては、上記先行研究の実施以来国土技術政策総合研究所において蓄積してきた市街地環境性能の定量的評価技術を有効活用し、発展させることが効果的であると考えられる。また、第 2 章の密集市街地での街区性能水準に関する住民アンケート調査において、隣棟間隔の狭さで気になる項目として「火事の危険」が最も多く挙げられ、次に「日当たり」「風通し」が多い傾向にあったことから、まちづくり誘導手法に基づく協調的建て替えルールの検討時に、住民合意形成を円滑に行うためには、これら住民が重視する項目を優先的に評価対象とすることが重要であると考えられる。

以上の理由から、国土技術政策総合研究所において科学的・定量的な評価方法の研究蓄積がある採光、換気、通風、防火、避難の街区性能水準の項目に、日影（日当たり）を加えた、下記の 6 項目を、本研究において対象とする街区性能水準の項目とした。

**【本研究において評価方法を検討する街区性能水準の項目】**  
 防火、避難、日影、採光、換気、通風

ただし、協調的建て替えルールの検討の際、日影規制適用区域及び建築物における日影状況以外の街区性能水準の項目については、街区性能水準の科学的・定量的な比較評価は法的に必須ではなく、あくまで任意の参考情報としての評価とすべきである。また、評価対象とする街区性能水準の項目についても、地域の実情を考慮して取捨選択をすることが考えられる。防災性の向上が喫緊の課題である密集市街地においては、非常時の住民の生命や財産の保全に関わる防火性能

や避難性能は、日常生活の快適性に関わる日影状況、採光性能、換気性能、及び通風性能よりも重きを置くことが考えられる。

なお、建物単体や居室の環境性能に関する建築規制として、建物単体の防火・避難規定、開口部を通じた昼光による居室採光に関する採光規定、居室の換気に関する開口部規定や機械換気規定があるが、本研究ではこれらとは別に、屋外の相隣環境や街区性能水準（それが建物単体や居室の環境性能の保障につながる場合も含む）を評価対象とする。

事項立て研究「都市型社会に対応した良好な市街地環境の確保のための調査研究」（平成 16～18 年度）の研究成果に関する、学会等での研究発表リストを以下に示す。

#### 【防火・避難性能水準関連】

- 1) 岩見達也・萩原一郎・石井儀光・勝又済（2006）「道路空間構成と市街地の火災安全性に関する基礎的検討」『日本建築学会 2006 年度大会(関東)学術講演梗概集』,F-1,pp.589-590,(社)日本建築学会
- 2) 岩見達也・萩原一郎・石井儀光・勝又済（2008）「市街地における道路空間構成と火災安全性の関係に関する基礎的研究」『東濃地震科学研究所報告』,Seq.No.22,pp.225-235,(財)地震予知総合研究振興会

#### 【採光性能水準関連】

- 1) 篠崎道彦・豊原寛明・桑田仁・斉藤圭・勝又済・石井儀光・三木保弘（2005）「建築基準法集団規定の性能水準に関する研究（その 1） 研究フレームの設定と周辺建築物居室採光の性能基準および指標の検討」『日本建築学会 2005 年度大会(近畿)学術講演梗概集』,F-1,pp.879-880,(社)日本建築学会
- 2) 桑田仁・篠崎道彦・斉藤圭・豊原寛明・勝又済・石井儀光・三木保弘（2005）「建築基準法集団規定の性能水準に関する研究（その 2） 周辺市街地形態の想定と集団規定における居室採光性能水準の提案」『日本建築学会 2005 年度大会(近畿)学術講演梗概集』,F-1,pp.881-882,(社)日本建築学会
- 3) 斉藤圭・篠崎道彦・桑田仁・豊原寛明・勝又済・石井儀光・三木保弘（2005）「建築基準法集団規定の性能水準に関する研究（その 3） 建替え更新時における最大容積建築物の算出方法と形態・配置パターンの検討」『日本建築学会 2005 年度大会(近畿)学術講演梗概集』,F-1,pp.883-884,(社)日本建築学会
- 4) 勝又済・石井儀光・三木保弘（2007）「市街地の採光環境の性能基準に関する基礎的研究（その 1） 建物形態・隣棟隔と壁面照度の関係の定量的分析」『日本建築学会 2007 年度大会(九州)学術講演梗概集』,F-1,pp.1109-1110,(社)日本建築学会
- 5) 三木保弘・勝又済・石井儀光（2007）「市街地の採光環境の性能基準に関する基礎的研究（その 2） 壁面照度と室内光環境の関係」『日本建築学会 2007 年度大会(九州)学術講演梗概集』,F-1,pp.1111-1112,(社)日本建築学会
- 6) 石井儀光・勝又済・三木保弘（2007）「市街地の採光環境の性能基準に関する基礎的研究（その 3） 壁面照度と天空率の関係」『日本建築学会 2007 年度大会(九州)学術講演梗概集』,F-1,pp.1113-1114,(社)日本建築学会
- 7) 勝又済・三木保弘・石井儀光（2008）「建物形態・隣棟間隔と壁面照度の関係の定量的分析市街地の採光環境の性能基準に関する基礎的研究（その 1）」『日本建築学会計画系論文集』,Vol.73 No.628,pp.1275-1280,(社)日本建築学会

### 【換気・通風性能水準関連】

- 1) 加藤信介・石田義洋・黄弘・豊原寛明・澤地孝男・勝又済・石井儀光（2005）「市街地の風環境の研究(その1) Void の概念と2棟間モデルによる道路上の風速の検討」『日本建築学会2005年度大会(近畿)学術講演梗概集』,D-2,pp.823-824,(社)日本建築学会
- 2) 石田義洋・加藤信介・黄弘・豊原寛明・澤地孝男・勝又済・石井儀光（2005）「市街地の風環境の研究(その2) 密集市街地モデルによる Void 内の風速の検討」『日本建築学会2005年度大会(近畿)学術講演梗概集』,D-2,pp.825-826,(社)日本建築学会
- 3) 澤地孝男・加藤信介・豊原寛明・勝又済・石井儀光・石田義洋・黄弘（2006）「市街地の風環境の研究(その3) 密集市街地における通風・換気性能の検討のためのモデル設定」『日本建築学会2006年度大会(関東)学術講演梗概集』,D-2,pp.785-786,(社)日本建築学会
- 4) 石田義洋・加藤信介・黄弘・豊原寛明・澤地孝男・勝又済・石井儀光（2006）「市街地の風環境の研究(その4) 密集市街地モデル内のボイドの通風・換気性能の予備検討」『日本建築学会2006年度大会(関東)学術講演梗概集』,D-2,pp.787-788,(社)日本建築学会
- 5) Mahmoud BADY, Shinsuke KATO, Takeo TAKAHASHI, Hong HUANG, Wataru KATSUMATA, Takao SAWACHI, Norimitsu ISHII, Hiroaki TOYOHARA, Yoshihiro ISHIDA, Zhen BU（2006）「Study on Wind Environment in Urban Blocks by CFD (Part 5) : Wind Tunnel Experiments on Urban Ventilation in 3-D Densely Built-up Area」『平成18年度空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集』,H-69,pp.2281-2284,(社)空気調和・衛生工学会
- 6) 石田義洋・加藤信介・ト震・黄弘・澤地孝男・勝又済・石井儀光（2007）「市街地の風環境の研究(その5) Void 空間の換気性能に関する超過確率の定義と計算法」『日本建築学会2007年度大会(九州)学術講演梗概集』,D-2,pp.675-676,(社)日本建築学会
- 7) ト震・加藤信介・石田義洋・黄弘・澤地孝男・勝又済・石井儀光（2007）「市街地の風環境の研究(その6) 東京地区の風環境における Void 空間の超過確率の解析」『日本建築学会2007年度大会(九州)学術講演梗概集』,D-2,pp.677-678,(社)日本建築学会
- 8) 澤地孝男・加藤信介・石田義洋・ト震・黄弘・勝又済・石井儀光（2007）「市街地の風環境の研究(その7) 大阪、仙台地区の風環境における Void 空間の超過確率の解析」『日本建築学会2007年度大会(九州)学術講演梗概集』,D-2,pp.679-680,(社)日本建築学会

### 【視環境関連】

- 1) 宗方淳・吉澤望・小島隆矢・豊原寛明・石井儀光・勝又済・平手小太郎（2008）「地域性を考慮した都市街路空間の圧迫感と開放感の要因に関する研究」『日本建築学会環境系論文集』,Vol.73 No.627,pp.687-692,(社)日本建築学会

### 3. 街区性能水準の評価方法

#### 3. 1 防火性能水準

##### 3. 1. 1 評価指標

防火性能水準の評価では、建物から建物への延焼の起こりにくさを評価する。都市計画法において、市街地における火災の危険を防除するため防火地域又は準防火地域を定めることとし、建築基準法において防火地域又は準防火地域における建築物の規模（面積・階数）に応じた防耐火の構造について規定している。

防火性能水準の評価に当たっては、密集市街地の特性を考慮して、通常の消防活動が期待できる状況を想定した「平常時」と十分な消防活動が期待できない状況を想定した「地震時」に区別してそれぞれの状況に対応した評価を行うことが考えられる。

平常時に関しては、比較的早期に消防活動が行われることが想定される。協調的建て替えルールの検討の際には、一棟から出火した火災が隣棟へ延焼するまでの時間を評価指標とすることが考えられる。

地震時に関しては、複数の火災が同時に発生する可能性があり、すべての火災に対して十分な消防活動が行われるとは限らないことから、放任火災となって延焼拡大する状況が想定される。協調的建て替えルールの検討の際には、適用区域の周囲を含めた広域の市街地を対象として、その内部で発生した火災（放任火災）の一定時間後までの焼失状況を評価指標とすることが考えられる。

##### 3. 1. 2 評価方法

以下では、上記に示した評価指標を用いて街区の防火性能水準を評価する場合の評価方法の例を平常時と地震時に分けて示す。

###### 3. 1. 2. 1 平常時の防火性能水準

協調的建て替えルールの適用により影響を受けると考えられる全ての敷地に建つ建築物を評価対象として、各建築物から出火した際に周囲へ延焼する時間を求め、協調的建て替えルールを適用した場合の市街地モデルと基本建て替えの市街地モデルを比較評価する方法が考えられる。

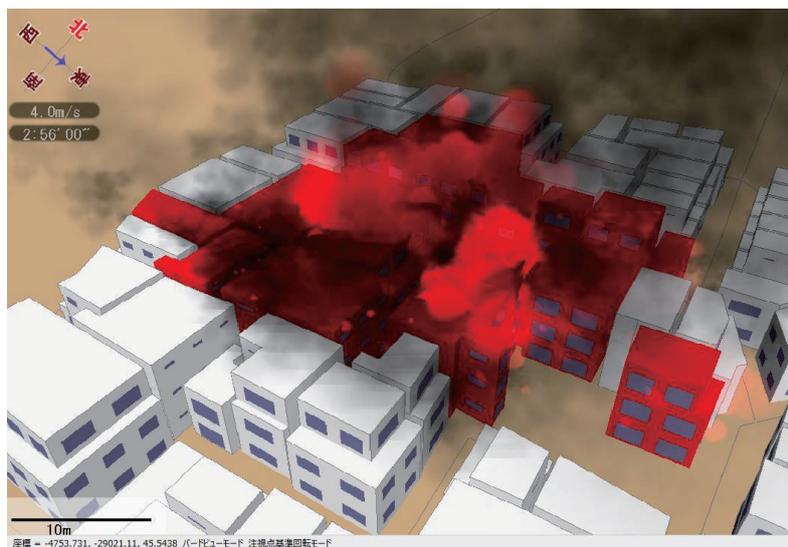


図 3-7 シミュレーションによる延焼性状の計算例

#### (1) 評価対象の設定の例

隣棟への延焼時間に関しては、協調的建て替えルールの適用区域内の建物から発生した火災による加害防止性に関する評価だけでなく、周囲の建物から発生した火災による適用区域内の建物の被害防止性に関する評価も行うことが考えられる。

評価対象としては、出火点として設定する建物とその隣接建物であるから、協調的建て替えルール適用区域内及びその区域に隣接する建物（適用区域の一皮外側の区域）を設定することが考えられる。

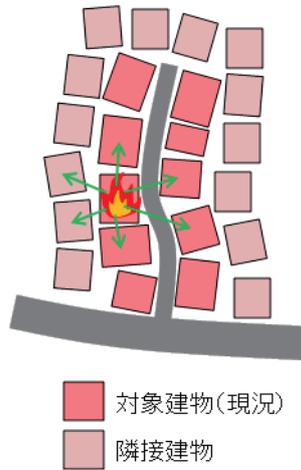


図 3-8 平常時の評価対象区域  
(協調的建て替えルール適用区域と一皮外側 1 棟分の区域)

(2) 具体的な評価指標の例

- ・ 区域内又は区域に隣接する周辺区域から出火した火災の隣棟着火時間

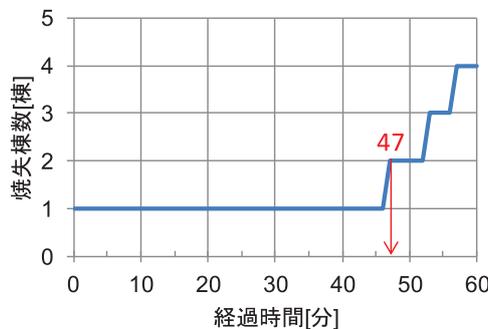


図 3-9 1つの条件下での延焼シミュレーション結果と隣棟着火時間の計算例

図 3-9 では、出火点として設定する建物について、経過時間 0 分においては焼失棟数 1 棟として数えている。このため、焼失棟数がはじめて 2 以上となった時点が隣棟着火時間となる。

(3) 基本建て替えの市街地モデルとの比較評価方法の例

市街地火災を対象とした延焼シミュレーションを用いて、評価対象に対して 1 棟の出火点を設定し、風向・風速を設定すれば、当該条件における延焼性状（周囲の建物への着火時間）を計算することができる。その結果から、周囲の建築物への着火時間の中で最も早い時間が得られる。シミュレーションによる計算条件設定の例を（4）に示す。様々な出火点、様々な風向・風速を組み合わせた各条件でシミュレーションを行うことで、隣棟着火時間の分布が得られる。基本建て替えの市街地モデルとの比較評価を行う際には、市街地モデルごとにこの分布を求めて下記に例示する評価方法により隣棟着火時間を比較する方法が考えられる。

【評価方法の例1】最短隣棟着火時間

計算した全ての条件の中で最短の隣棟着火時間を抽出して比較する。

【評価方法の例2】隣棟着火時間の95パーセンタイル値

計算した全ての条件について、隣棟着火時間の長い条件から順に当該条件の生起確率を累積し、累積生起確率が95パーセントとなる隣棟着火時間を求めて比較する。

【評価方法の例3】隣棟着火時間の中央値

計算した全ての条件について、隣棟着火時間の長い条件から順に当該条件の生起確率を累積し、累積生起確率が50パーセントとなる隣棟着火時間を求めて比較する。

なお、95パーセンタイル値や中央値を算定する際の生起確率としては、風向・風速の組み合わせの生起確率を評価対象区域内の建築物数で除した値とすることが考えられる。これは、評価対象区域内で1点出火が発生するという条件付で、各建物の出火確率が「1/建築物数」に等しいと見なした場合の風向・風速組み合わせの生起確率である。

風向・風速組み合わせの生起確率は、過去の気象データあるいは風速の出現頻度にワイブル分布を仮定した下式から求めることが可能である。表3-1に全国21都市について整備したワイブルパラメータ（通年、全風速域対象）を示す。

条件番号	出火点	風向風速	生起確率	隣棟着火時間
1	A	E 8	0.0004	46
2	A	W 8	0.0002	55
3	A	S 8	0.0001	52
4	A	N 8	0.0001	48
5	B	E 8	0.0004	58
6	B	W 8	0.0002	>60
7	B	S 8	0.0001	>60
8	B	N 8	0.0001	52
9	C	E 8	0.0004	45
10	C	W 8	0.0002	>60
11	C	S 8	0.0001	50
12	C	N 8	0.0001	51
13	D	E 8	0.0004	57
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

様々な条件(出火点・風向風速)下の結果から隣棟着火時間の大きな方から順番に並べ、累積生起確率を計算

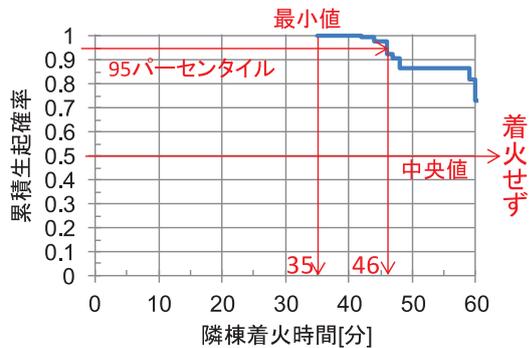


図 3-10 評価時間 60 分における隣棟着火時間の累積生起確率

$$P_c^{a_n} = A_c^{a_n} \times \exp \left\{ - \left( U / C_c^{a_n} \right)^{K_c^{a_n}} \right\}$$

$P_c^{a_n}$  : 風向 $a_n$ において風速 $U$ を超える確率,  $A_c$  : 風配,  $a_n$  : 風向  
 $C_c^{a_n}$  : ワイブルパラメータ,  $K_c^{a_n}$  : ワイブルパラメータ,

(4) シミュレーションによる計算条件設定の例

i) 計算領域 :

計算領域は評価対象区域と同一の区域とする。

ii) 出火点 :

評価対象区域の全棟を対象に、1棟ずつ順に出火点に設定し、建築物棟数分（×風向・風速の組み合わせ分）のシミュレーションを行うことが考えられる。

iii) 風向・風速 :

風向は 16 方位を基本とし、風速は対象地域の風況に応じて年間の最大風速までを数段階にレベル分けし、0m/s から任意の間隔（例えば最大風速 15m/s の場合には、0m/s、5m/s、10m/s、15m/s 等）で設定風速を決定する。

以上で求めた風向数×風速レベル数の各組み合わせで計算を行うことが考えられる。ただし、計算量が相当多くなる場合があり、計算量を削減するため、以下のように簡略化することも考えられる。

#### 【簡略化1】

風向に関して、16方位ではなく、8方位あるいは4方位とすることが考えられる。

#### 【簡略化2】

風向数×風速レベル数の全ての組み合わせを計算するのではなく、安全側の条件（地域の平均的な状況よりも悪い条件）を選択することが考えられる。その場合、地域の風況に配慮して、次のように設定することが考えられる。

風速：地域の平均風速の2倍程度又は最大風速などを任意に設定する。

例として、東京都の場合は8m/s程度に設定することが考えられる。

風向：設定した風速を超える風速を観測する頻度が多い順に、16方位のうちから4種類程度抽出する。

なお、簡略化を行った場合であっても（3）で示した評価方法において95パーセンタイル値や中央値を算定する際に用いる各条件の生起確率は、計算対象として抽出した全条件の生起確率の合計が100%となるように補正した条件付の生起確率を用いる。

#### iv) 評価時間[min]：

出火建物の火災継続時間だけの評価時間をとれば隣棟への延焼時間の評価が可能である。出火建物の規模・構造により火災継続時間は異なるが、戸建て住宅程度であれば60分程度が目安となると考えられる。その他、平常時には消防活動が期待できることから、消防が放水を開始できる程度の時間（例えば20分程度）を目安とすることも考えられる。

表 3-1 全国 21 都市のワイブルパラメータ（通年、全風速域対象）

																	観測高さ	59.5
																	観測高さ	52
																	観測高さ	18.6
																	観測高さ	48.4
																	観測高さ	16.8
																	観測高さ	17.9
																	観測高さ	16.3
																	観測高さ	74.5
																	観測高さ	19.5
																	観測高さ	47.9
																	観測高さ	16.1
																	観測高さ	95.4
																	観測高さ	25.9
																	観測高さ	22.9
																	観測高さ	38.8
																	観測高さ	11.2
																	観測高さ	24.4
																	観測高さ	18.6
																	観測高さ	44.8
																	観測高さ	15.3
																	観測高さ	47.7
<b>札幌</b>																	観測高さ	59.5
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	1.82	1.67	1.79	2.36	3.16	3.88	4.79	3.32	2.61	2.59	2.81	3.18	4.00	5.54	4.97	2.87	100.0	
K	1.84	1.86	1.86	1.85	1.72	1.89	1.83	1.12	1.27	1.23	1.45	1.64	1.66	1.89	1.94	1.70	100.0	
<b>仙台</b>																	観測高さ	52
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	2.46	1.93	1.69	1.56	2.27	3.52	3.48	3.01	2.55	2.45	3.14	4.57	5.30	3.92	3.50	3.62	100.0	
K	1.59	1.63	1.30	1.26	1.72	2.06	1.86	1.87	1.75	1.75	1.47	1.58	1.61	1.67	2.06	1.75	100.0	
<b>新潟</b>																	観測高さ	18.6
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	3.97	3.39	2.20	2.12	2.21	3.63	2.80	2.59	2.98	4.17	5.98	6.54	6.40	5.65	4.97	4.10	100.0	
K	2.69	2.40	2.20	2.52	1.72	1.77	2.31	3.07	3.13	2.24	2.11	2.21	2.25	2.34	2.58	2.60	100.0	
<b>金沢</b>																	観測高さ	48.4
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	4.21	4.05	4.50	3.36	2.22	2.12	2.57	2.78	5.81	5.67	5.81	6.15	5.16	5.42	4.62	4.71	100.0	
K	1.94	2.37	2.24	1.93	2.31	2.21	2.18	2.07	1.97	2.00	1.97	1.80	1.80	2.02	2.19	2.07	100.0	
<b>熊谷</b>																	観測高さ	16.8
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	1.47	1.80	2.35	2.42	2.73	2.99	3.01	2.22	1.64	1.42	1.56	2.10	3.11	3.33	2.94	1.56	100.0	
K	1.84	1.87	2.06	2.22	2.29	2.48	2.39	2.04	1.97	2.16	1.92	1.62	1.70	1.55	1.19	1.44	100.0	
<b>名古屋</b>																	観測高さ	17.9
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	1.96	1.71	1.67	1.36	1.93	3.03	3.80	3.46	2.73	2.56	2.55	3.15	4.76	4.36	3.26	2.55	100.0	
K	2.22	2.11	2.18	1.61	1.72	1.99	2.15	2.26	2.15	2.13	1.98	1.60	2.07	1.95	2.11	2.30	100.0	
<b>静岡</b>																	観測高さ	16.3
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	1.87	2.85	3.46	2.47	2.30	2.16	2.40	2.73	2.31	3.72	3.57	2.63	1.58	1.20	1.37	1.35	100.0	
K	1.85	2.22	2.27	1.69	1.98	2.54	2.59	2.73	1.97	2.04	1.94	1.10	1.38	1.57	1.88	1.78	100.0	
<b>東京</b>																	観測高さ	74.5
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	3.44	3.61	3.76	3.41	3.09	2.57	2.45	3.56	3.88	4.44	2.41	1.95	2.47	3.89	4.07	3.70	100.0	
K	2.50	2.44	2.49	2.40	2.28	2.58	2.84	2.82	2.42	2.28	2.04	1.66	1.45	1.68	2.39	2.42	100.0	
<b>横浜</b>																	観測高さ	19.5
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	3.07	2.24	2.89	3.33	2.72	2.68	3.48	3.92	4.86	5.28	4.43	2.82	2.68	2.72	3.68	4.30	100.0	
K	2.58	2.84	2.43	2.84	3.10	2.56	1.95	2.38	2.11	2.28	1.79	1.87	1.71	1.50	2.19	2.56	100.0	
<b>千葉</b>																	観測高さ	47.9
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	3.24	3.88	4.02	3.43	3.77	4.39	4.46	5.17	6.90	7.57	5.24	3.47	4.18	5.93	4.63	2.80	100.0	
K	2.50	2.44	2.42	2.47	2.25	1.99	1.96	2.30	1.74	2.21	2.14	2.43	1.38	1.78	2.07	2.33	100.0	
<b>京都</b>																	観測高さ	16.1
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	1.46	1.57	2.27	2.52	1.98	1.72	1.80	2.19	2.27	1.81	1.83	1.78	1.71	1.57	2.19	1.88	100.0	
K	2.00	1.66	1.94	1.78	1.34	1.44	1.80	1.84	1.81	1.89	1.96	1.78	1.82	1.58	1.73	1.47	100.0	
<b>広島</b>																	観測高さ	95.4
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	4.73	2.97	2.18	2.13	2.18	2.18	2.87	4.34	4.15	3.92	2.90	3.46	3.02	2.58	3.35	4.51	100.0	
K	2.49	1.52	1.30	1.17	1.36	1.38	1.63	2.28	2.53	2.73	1.86	1.32	1.05	1.08	1.27	2.30	100.0	
<b>神戸</b>																	観測高さ	25.9
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	2.41	2.63	4.83	3.46	2.38	2.51	2.44	2.68	3.51	3.78	4.46	4.47	3.60	2.80	3.36	3.39	100.0	
K	2.36	1.93	2.18	1.87	2.23	2.83	2.77	2.32	2.18	2.29	2.16	1.89	1.89	1.73	1.62	2.22	100.0	
<b>大阪</b>																	観測高さ	22.9
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	2.17	2.66	2.00	1.61	1.28	1.58	1.83	1.89	2.87	3.88	4.01	3.93	2.97	2.50	2.06	2.00	100.0	
K	2.33	1.91	1.25	1.10	1.22	1.56	1.95	1.65	1.62	2.46	2.62	2.37	2.06	1.95	1.93	2.12	100.0	
<b>和歌山</b>																	観測高さ	38.8
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	4.19	3.05	3.41	2.60	2.09	2.49	4.58	6.42	6.12	5.00	4.46	5.05	6.77	5.15	4.17	4.48	100.0	
K	1.90	2.43	3.03	2.65	2.35	1.31	1.62	2.30	2.01	1.99	2.83	1.58	1.93	2.35	2.24	2.14	100.0	
<b>奈良</b>																	観測高さ	11.2
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	1.41	1.51	1.03	0.68	0.76	0.76	1.39	2.00	1.54	1.75	1.87	1.79	1.61	1.28	1.45	1.24	100.0	
K	1.71	1.26	0.99	1.08	1.24	1.23	1.39	1.81	1.83	2.00	2.01	1.79	1.70	1.57	1.68	2.05	100.0	
<b>福岡</b>																	観測高さ	24.4
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	4.69	2.06	1.23	1.54	3.17	14.7	8.67	4.1	4.79	3.75	2.29	4.56	6.09	4.71	15.23	18.43	100.0	
K	1.73	1.59	1.45	1.54	1.67	1.8	1.4	1.12	1.25	1.74	1.54	1.95	2.02	1.73	2.17	2.02	100.0	
<b>長崎</b>																	観測高さ	18.6
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	2.26	1.33	0.87	0.94	1.20	1.40	1.53	1.69	3.16	3.88	3.28	3.25	4.43	3.29	2.63	3.17	100.0	
K	1.93	1.51	1.91	2.01	1.86	1.62	1.36	1.41	1.48	2.30	2.16	1.77	1.62	2.18	2.16	1.90	100.0	
<b>鹿児島</b>																	観測高さ	44.8
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	3.70	3.98	2.72	3.42	2.87	3.76	3.69	3.16	2.92	3.63	4.36	4.39	4.68	3.98	3.67	3.11	100.0	
K	2.23	1.90	1.38	1.45	1.59	1.59	1.85	1.97	1.54	1.59	1.78	2.04	2.10	2.14	2.65	2.53	100.0	
<b>高知</b>																	観測高さ	15.3
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	2.16	1.71	1.71	1.74	2.22	2.53	2.36	2.26	1.97	1.72	1.97	1.99	1.73	1.36	1.38	1.70	100.0	
K	1.46	1.43	1.67	1.74	1.50	2.69	3.06	2.40	1.88	1.81	1.62	2.42	2.40	1.47	1.17	1.22	100.0	
<b>那覇</b>																	観測高さ	47.7
風配A	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
C	5.69	4.43	5.73	5.72	5.39	5.51	5.54	6.03	6.81	6.19	5.20	4.56	5.47	5.46	7.32	7.41	100.0	
K	2.66	2.63	2.07	2.35	2.19	2.09	2.07	2.35	2.79	2.57	2.15	1.95	1.99	2.25	2.36	2.68	100.0	

### 3. 1. 2. 2 地震時の防火性能水準

地震時は消防力を期待しにくく放任火災になりやすいため、地区全体に広がるような延焼火災を想定し、地区内で発生した火災の延焼拡大の状況について、協調的建て替えルールを適用した場合の市街地モデルと基本建て替えの市街地モデルを比較評価する方法が考えられる。

#### (1) 評価対象の設定の例

地区全体に広がる延焼火災を想定する場合、協調的建て替えルールの適用地区からいくらか離れた地点であっても、地区内で発生した火災の延焼が及ぶ可能性があり、逆に離れた地点で発生した火災が地区内に及ぶ可能性もある。そのため、最も確実な評価対象の設定方法は、延焼が必ず食い止められることが想定できる延焼遮断帯や空地等で囲まれた区域全体を評価対象に設定することが考えられる。ただし、地区によっては、延焼遮断帯等が存在せず、あるいはあったとしても囲まれた区域が極めて広大となる場合もありえる。限られた区域の協調的建て替えルールの違いを評価するために、広大な領域を対象として評価（シミュレーションのデータ作成及び計算・分析）を行うことは効率的では無く、以下に例示するように、何らかの方法により評価領域を限定する方法が考えられる。

協調的建て替えルールの適用地区の代表長さ（適用区域境界上の任意2点間距離の最大値）を求め、適用地区の周囲にその代表長さ分だけ外側の領域までを評価対象とする方法が考えられる。なお、代表長さ分より近い位置に延焼遮断帯等が存在する場合は、延焼遮断帯より外側は評価対象から外すことが可能である。

代表長さ分外側の領域までを評価対象とすることで、評価対象の端から出火した場合の延焼性状により、さらに外側から火災が迫る場合の延焼性状を概ね代表することが可能である。

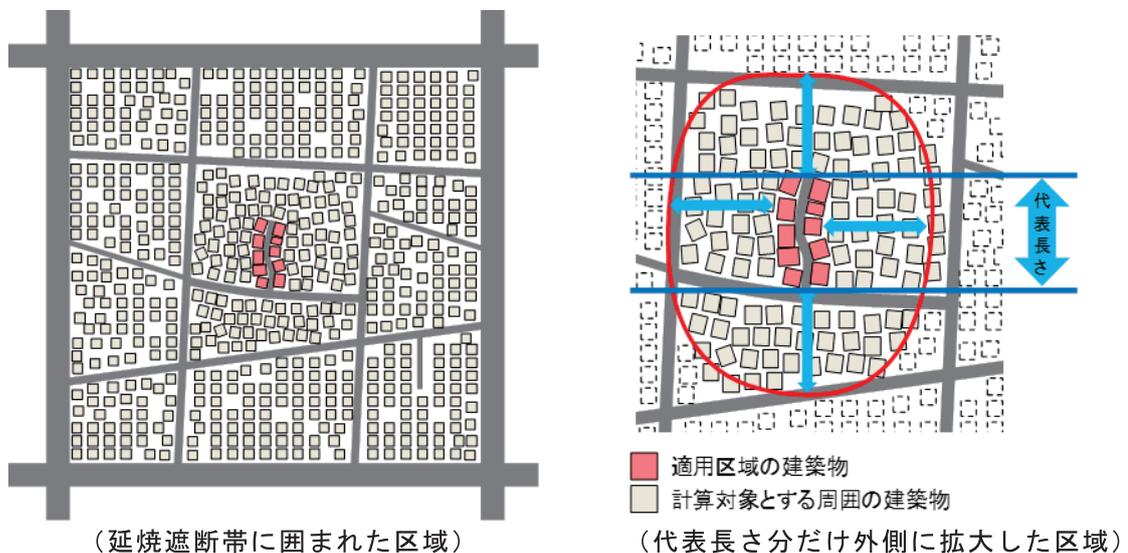


図 3-11 地震時の評価対象区域

#### (2) 具体的な評価指標の例

・評価対象区域の延焼の広がり及び早さを表す『換算焼失棟数』

ここで『換算焼失棟数』は、経過時間（分）ごとの焼失棟数のグラフを時間軸で積分し、評価時間（分）で除して平均化した指数であり、以下の特徴が挙げられる。

ある一定時間経過後の焼失棟数を評価指標とした場合では出火直後に燃え広がった場合と一定時間経過直前に燃え広がった場合で、最終的な焼失棟数が同じであれば同一の指標値となる。一方、換算焼失棟数では、焼失が早ければ早いほど指標値が大きくなり、焼失棟数の増加が早いことによる市街地の危険性を評価することが可能である。また、評価時間を長く設定した場合には、個別建築物の防火性能の多少の違い（延焼阻止はできないがゆっくり燃える等）では結局燃えるところまで燃えてしまい、焼失棟数に違いが現れない傾向がある。そのため評価時間の決定を慎重に行う必要がある。換算焼失棟数であれば最終的な焼失棟数だけでなく、その途中の増加傾向を評価するため、評価時間に関わらず評価が可能である。

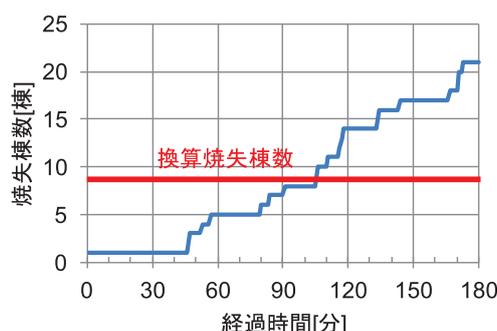


図 3-12 1つの条件下での延焼シミュレーション結果と換算焼失棟数の計算例

図 3-12 では、時間経過とともに焼失棟数が増加する傾向が青線で示されている。「焼失棟数のグラフを時間軸で積分する」ことは、この青線の下側の面積を求めることと等しい。これを計算時間（ここでは 180 分）で除することで赤線で示した換算焼失棟数が得られる。このとき、赤線の下側の面積と青線の下側の面積は等しくなる。

### （3）基本建て替えの市街地モデルとの比較評価方法の例

市街地火災を対象とした延焼シミュレーションを用いて、評価対象に対して 1 棟の出火点を設定し、風向・風速を設定すれば、当該条件における延焼性状（周囲の建物への着火時間）を計算することができる。その結果から、経過時間ごとの焼失棟数（及び焼失床面積）が得られ、（2）で示した換算焼失棟数が得られる。シミュレーションによる計算条件設定の例を（4）に示す。様々な出火点、様々な風向・風速を組み合わせた各条件でシミュレーションを行うことで、換算焼失棟数の分布が得られる。基本建て替えの市街地モデルとの比較評価を行う際には、市街地モデルごとにこの分布を求めて下記に例示する評価方法により換算焼失棟数を比較する方法が考えられる。

#### 【評価方法の例 1】最大換算焼失棟数

計算した全ての条件の中で最大の換算焼失棟数を抽出して指標とする。

#### 【評価方法の例 2】換算焼失棟数の期待値

計算した全ての条件について、（各条件の生起確率）×（各条件の換算焼失棟数）の和を計算して指標とする。

#### 【評価方法の例 3】換算焼失棟数の 95 パーセンタイル値

計算した全ての条件について、換算焼失棟数の少ない条件から順に当該条件の生起確率を累積し、累積生起確率が 95 パーセントとなる換算焼失棟数を求めて指標とする。

#### 【評価方法の例 4】換算焼失棟数の中央値

計算した全ての条件について、換算焼失棟数の少ない条件から順に当該条件の生起確率を累積し、累積生起確率が 50 パーセントとなる換算焼失棟数を求めて指標とする。

なお、95パーセンタイル値や中央値、期待値を算定する際の生起確率の考え方は平常時の防火性能水準と同じである。

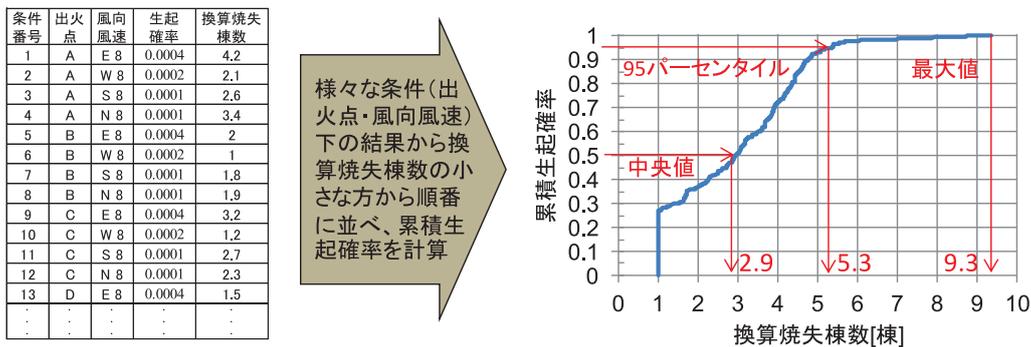


図 3-13 評価時間 180 分における換算焼失棟数の累積生起確率

#### (4) シミュレーションによる計算条件設定の例

- i) 計算領域：平常時の防火性能水準と同じ。
- ii) 出火点：平常時の防火性能水準と同じ。
- iii) 風向・風速：平常時の防火性能水準と同じ。
- iv) 評価時間[ $\text{min}$ ]：

評価時間は市街地の延焼速度と評価対象領域の大きさに応じて決定することが考えられる。評価対象領域の端から出火した際に、協調的建て替えルールの適用地区に延焼が及ぶ程度の時間が目安になると考えられる。評価対象領域の端から出火して協調的建て替えルールの適用地区に延焼が及ばないような短い評価時間であれば、その計算による協調的建て替えルールの適用の有無によらず結果に違いが出てこないためである。評価時間の目安を求める方法としては、事前に協調的建て替えルールの適用地区の中心付近の建築物を出火建物として設定して、風下側の延焼が評価対象領域の端にまで到達する時間を計測して設定する方法などが考えられる。また、評価対象領域の端から端までの長さは協調的建て替えルールの適用地区の代表長さのおよそ3倍になることから、簡便法として、延焼速度は防火構造主体の市街地で  $50\text{m/h} \sim 100\text{m/h}$  程度（極めて強風の条件を除く）であることを考慮して、評価対象領域の端から中心まで延焼が進む時間を次式により簡易に求める方法なども考えられる。

$$(\text{協調的建て替えルールの適用地区の代表長さ}[\text{m}]) \times 1.5 \div (\text{延焼速度}[\text{m/h}]) \times 60[\text{min/h}]$$

### 3. 2 避難性能水準

#### 3. 2. 1 評価指標

避難性能水準の評価では、周辺で火災が発生した場合を想定して建物から出発する避難者の安全性を評価する。

避難性能水準の評価に当たっては、防火性能水準の評価と同様に、密集市街地の特性を考慮して、通常の消防活動が期待できる状況を想定した「平常時」と十分な消防活動が期待できない状況を想定した「地震時」に区別してそれぞれの状況に対応した評価を行うことが考えられる。

平常時に関しては、比較的早期に消防活動が行われることが想定される。協調的建て替えルールの検討の際には、一棟から出火した火災が隣棟へ延焼する程度までの比較的短時間の間での避難安全性を評価指標とすることが考えられる。

地震時に関しては、複数の火災が同時に発生する可能性があり、すべての火災に対して十分な

消防活動が行われるとは限らないことから、放任火災となって延焼拡大する状況が想定される。協調的建て替えルールの検討の際には、適用区域の周囲を含めた広域の市街地を対象として、その内部で発生した火災（放任火災）からの避難安全性を評価指標とすることが考えられる。

### 3. 2. 2 評価方法

以下では、上記に示した評価指標を用いて街区の避難性能水準を評価する場合の評価方法の例を平常時と地震時に分けて示す。

#### 3. 2. 2. 1 平常時の避難性能水準

平常時の避難性能水準の評価は行き止まり道路に限って評価対象とすることが考えられる。その理由は、行き止まり道路以外で2方向避難が可能な場合は火災が近くに迫って来てからでも十分に避難可能であると考えられるが、行き止まり道路では、一方のみに避難経路が限られ、その避難経路上で火災が発生した場合に避難安全上の危険が存在するためである。行き止まり道路沿道の建築物から当該行き止まり道路を通して避難する際の安全性について、協調的建て替えルールを適用した場合の市街地モデルと基本建て替えの市街地モデルを比較評価する方法が考えられる。

##### (1) 評価対象の設定の例

平常時の防火性能水準の評価と同様、平常時には比較的早期に消防活動が行われることを想定し、隣棟への延焼が発生する程度の領域を対象にすることが考えられる。

行き止まり道路沿道の建物からの避難安全性を評価する場合、対象とする行き止まり道路沿道の区域及其の区域に隣接する建物（適用区域の外皮外側の区域）を設定することが考えられる。



図 3-14 平常時の評価対象区域  
(協調的建て替えルール適用区域と外皮外側1棟分の区域)

##### (2) 具体的な評価指標の例

- ・行き止まり道路沿道及びその外皮外周の建築物の1棟から出火した場合の、行き止まり道路沿道建築物からの避難における『避難猶予時間』（行き止まり道路のみ評価）

ここで『避難猶予時間』は、出火建築物以外から出発した避難者が避難中の受熱により安全な避難ができない状態に陥らない最大の避難開始時間である。

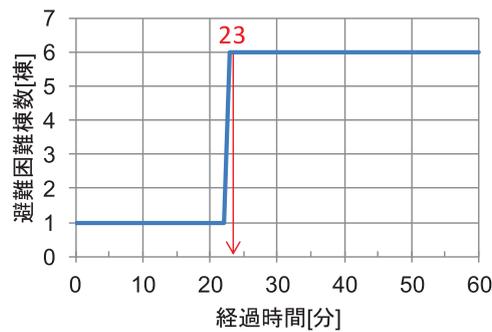


図 3-15 1つの条件下での避難困難棟数の計算例

図 3-15 においては、出火点として設定する建築物からの避難者は経過時間 0 分において避難困難な状態に陥るとみなして避難困難棟数として数えている。避難困難棟数がはじめて 2 以上となる時間の直前の時点が避難猶予時間となる（行き止まり道路沿道建築物のみに避難者を配置して、行き止まり道路沿道建築物以外を出火点として設定する場合は経過時間 0 分においては避難困難棟数が 0 であり、避難困難棟数が 1 以上となる時間の直前の時点が避難猶予時間となる。）。

### （3）基本建て替えの市街地モデルとの比較評価方法の例

市街地火災からの避難を対象としたシミュレーションを用いることにより区域内で発生した火災の延焼拡大状況及び避難状況（区域内の任意の建築物から任意の時刻に避難を開始した避難者の位置と火災による受熱状況）を計算することが可能である。行き止まり道路沿道の各建物に避難者を配置した上で、評価対象に対して 1 棟の出火点を設定し、風向・風速を設定してシミュレーションを実行すれば、当該条件における延焼性状（周囲の建物への着火時間）と避難者が安全に避難を完了できるかどうかを計算することができる。避難開始時間を出火直後から徐々に遅らせていき、最初に安全な避難ができない状態に陥る避難者が生じる最短の避難開始時間の直前の時間を確認することで、避難猶予時間が得られる。シミュレーションによる計算条件設定の例を（4）に示す。様々な出火点、様々な風向・風速を組み合わせた各条件でシミュレーションを行うことで、避難猶予時間の分布が得られる。基本建て替えの市街地モデルとの比較評価を行う際には、市街地モデルごとにこの分布を求めて下記に例示する評価方法により避難猶予時間を比較する方法が考えられる。

#### 【評価方法の例 1】最短避難猶予時間

計算した全ての条件の中で最短の避難猶予時間を抽出して指標とする。

#### 【評価方法の例 2】避難猶予時間の 95 パーセンタイル値

計算した全ての条件について、避難猶予時間の長い条件から順に当該条件の生起確率を累積し、累積生起確率が 95 パーセントとなる避難猶予時間を求めて指標とする。

#### 【評価方法の例 3】避難猶予時間の中央値

計算した全ての条件について、避難猶予時間の長い条件から順に当該条件の生起確率を累積し、累積生起確率が 50 パーセントとなる避難猶予時間を求めて指標とする。

なお、95 パーセンタイル値や中央値、期待値を算定する際の生起確率の考え方は平常時の防火性能水準と同じである。

条件番号	出火点	風向風速	生起確率	避難猶予時間
1	A	E 8	0.0004	25
2	A	W 8	0.0002	23
3	A	S 8	0.0001	30
4	A	N 8	0.0001	27
5	B	E 8	0.0004	36
6	B	W 8	0.0002	54
7	B	S 8	0.0001	48
8	B	N 8	0.0001	23
9	C	E 8	0.0004	18
10	C	W 8	0.0002	45
11	C	S 8	0.0001	29
12	C	N 8	0.0001	33
13	D	E 8	0.0004	38
...	...	...	...	...

様々な条件(出火点・風向風速)下の結果から避難猶予時間の大きな方から順番に並べ、累積生起確率を計算

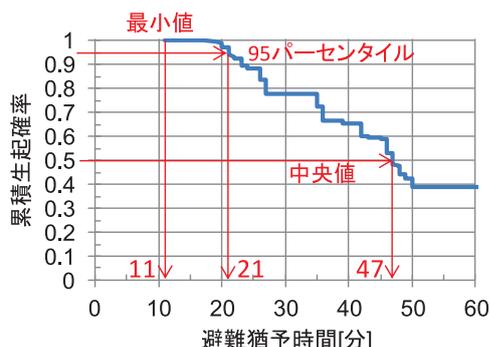


図 3-16 評価時間 60 分における避難猶予時間の累積生起確率

#### (4) シミュレーションによる計算条件設定の例

- i) 計算領域：平常時の防火性能水準と同じ。
- ii) 出火点：平常時の防火性能水準と同じ。
- iii) 風向・風速：平常時の防火性能水準と同じ。
- iv) 計算時間[**min**]：平常時の防火性能水準と同じ。

上記の項目は、火災シミュレーションに関する項目であり、平常時の防火性能水準に関するシミュレーションによる計算条件の設定の例と同じ考え方とすることが考えられる。加えて下記の避難シミュレーションに関する項目について設定の例を示す。

#### v) 避難者の配置：

行き止まり道路沿道の建築物からの避難安全性を評価するため、避難者は避難の際に行き止まり道路を通らざるを得ない沿道の全ての建築物に配置することが考えられる。

各避難者の避難開始時間は、行き止まり道路沿道の各建築物からの避難者が計算開始後何分後まで安全に避難可能か(何分後までに避難を開始しなければ避難失敗となるか)を計算するため、避難開始時間が異なるシミュレーションを多数回繰り返す方法により計算可能であるが、各建築物に対し、計算開始後一定時間間隔で一人ずつ避難を開始する複数の避難者を同時に配置することにより、1回のシミュレーションで避難猶予時間を求めることも可能である。ただし、実際には起こり得ないような多数の避難者が評価対象区域に存在することとなるため、混雑による歩行速度の低下や移動困難な状況がシミュレーション上で発生しないように配慮が必要である。なお、避難開始時間の間隔は細かく設定すれば避難猶予時間も細かく計算できるが、計算の負荷も高くなることから、1分程度の間隔で設定することが考えられる。

#### vi) 避難到達点の設定：

避難到達点の基本的な考え方(避難成功の条件)として、各建築物から前面の道路又は通路を通して、安全に(危険な受熱を受けること無く)評価対象領域の外周部に到達できれば避難成功とすることが考えられる。

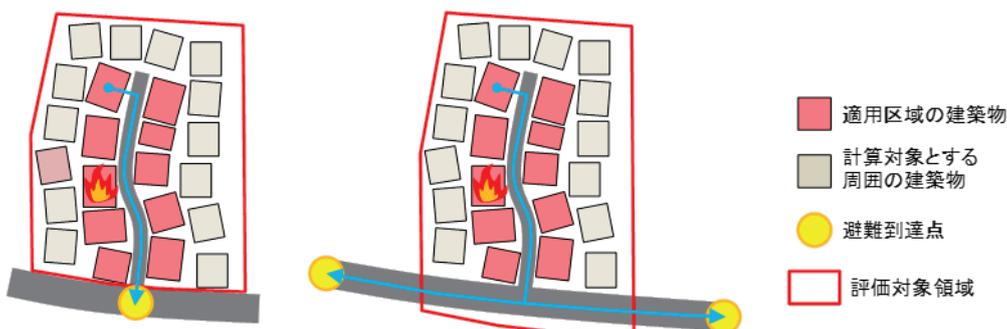


図 3-17 避難到達点の例

### 3. 2. 2. 2 地震時の避難性能水準

地震時は消防力を期待しにくく放任火災になりやすいため、地区全体に広がるような延焼火災が発生した場合における地区内の各建築物から地区外までの避難安全性について、協調的建て替えルールを適用した場合の市街地モデルと基本建て替えの市街地モデルを比較評価する方法が考えられる。

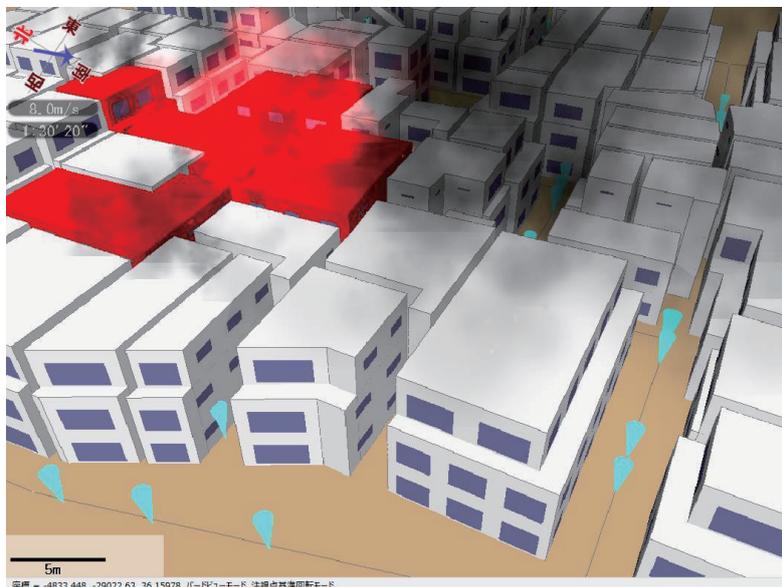


図 3-18 避難シミュレーションによる計算例

#### (1) 評価対象の設定の例

評価対象の設定は地震時の防火性能水準に関する評価対象の設定の例と同じ考え方とすることが考えられる。

#### (2) 具体的な評価指標の例

- ・ 地区内で発生した放任火災時の地区内各建築物からの避難における『換算避難困難棟数』

ここで『換算避難困難棟数』は、経過時間（分）ごとの避難困難棟数のグラフを時間軸で積分し、計算時間（分）で除して平均化した指数である。経過時間（分）ごとの避難困難棟数は、出火から当該経過時間後に各建物から一人ずつ避難者が出発した場合に、避難中の受熱により安全な避難ができない状態に陥る避難者の数である。地震時の防火性能水準の評価指標の例として挙げた換算焼失棟数と同様に、評価時間経過後の最終的な避難困難棟数ではなく、その途中の増加傾向を評価するため、避難困難棟数の増加が早いことによる市街地の危険性を評価することが可能、評価時間に関わらず評価が可能であるという特徴がある。

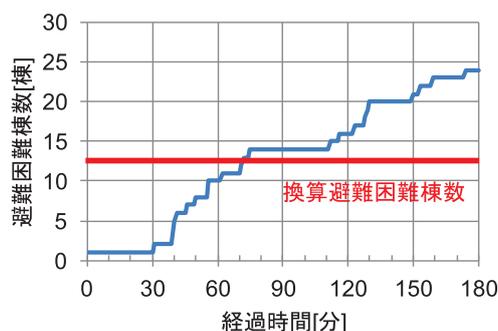


図 3-19 換算避難困難棟数の算出

### (3) 基本建て替えの市街地モデルとの比較評価方法の例

市街地火災からの避難を対象としたシミュレーションを用いることにより区域内で発生した火災の延焼拡大状況及び避難状況（区域内の任意の建築物から任意の時刻に避難を開始した避難者の位置と火災による受熱状況）を計算することが可能である。評価対象区域内の各建物に避難者を配置した上で、評価対象に対して1棟の出火点を設定し、風向・風速を設定してシミュレーションを実行すれば、当該条件における延焼性状（周囲の建物への着火時間）と避難者が安全に避難を完了できるかどうかを計算することができる。避難開始時間を出火直後から徐々に遅らせていくことで、経過時間（避難開始の遅れ時間）ごとの避難困難棟数が得られ、(2)で示した換算避難困難棟数が得られる。シミュレーションによる計算条件設定の例を(4)に示す。様々な出火点、様々な風向・風速を組み合わせた各条件でシミュレーションを行うことで、換算避難困難棟数の分布が得られる。基本建て替えの市街地モデルとの比較評価を行う際には、市街地モデルごとにこの分布を求めて下記に例示する評価方法により換算避難困難棟数を比較する方法が考えられる。

#### 【評価方法の例1】最大換算避難困難棟数

計算した全ての条件の中で最大の換算避難困難棟数を抽出して指標とする。

#### 【評価方法の例2】換算避難困難棟数の期待値

計算した全ての条件について、(各条件の生起確率) × (各条件の換算避難困難棟数) の和を計算して指標とする。

#### 【評価方法の例3】換算避難困難棟数の95パーセンタイル値

計算した全ての条件について、換算避難困難棟数の少ない条件から順に当該条件の生起確率を累積し、累積生起確率が95パーセントとなる換算避難困難棟数を求めて指標とする。

#### 【評価方法の例4】換算避難困難棟数の中央値

計算した全ての条件について、換算避難困難棟数の少ない条件から順に当該条件の生起確率を累積し、累積生起確率が50パーセントとなる換算避難困難棟数を求めて指標とする。

なお、95パーセンタイル値や中央値、期待値を算定する際の生起確率の考え方は平常時の防火性能水準と同じである。

条件番号	出火点	風向風速	生起確率	換算避難困難棟数
1	A	E 8	0.0004	6.1
2	A	W 8	0.0002	3.8
3	A	S 8	0.0001	4.5
4	A	N 8	0.0001	4.5
5	B	E 8	0.0004	3.2
6	B	W 8	0.0002	1.7
7	B	S 8	0.0001	2.3
8	B	N 8	0.0001	3.5
9	C	E 8	0.0004	5.9
10	C	W 8	0.0002	3
11	C	S 8	0.0001	4.1
12	C	N 8	0.0001	4.3
13	D	E 8	0.0004	2.8
...	...	...	...	...

様々な条件(出火点・風向風速)下の結果から換算避難困難棟数の小さな方から順番に並べ、累積生起確率を計算

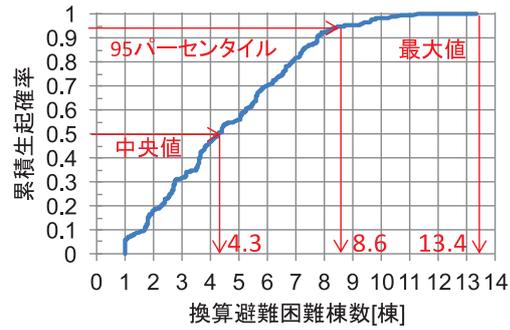


図 3-20 評価時間 180 分における換算避難困難棟数の累積生起確率

(4) シミュレーションによる計算条件設定の例

- i) 計算領域：地震時の防火性能水準と同じ。
- ii) 出火点：地震時の防火性能水準と同じ。
- iii) 風向・風速：地震時の防火性能水準と同じ。
- iv) 計算時間[*min*]：地震時の防火性能水準と同じ。

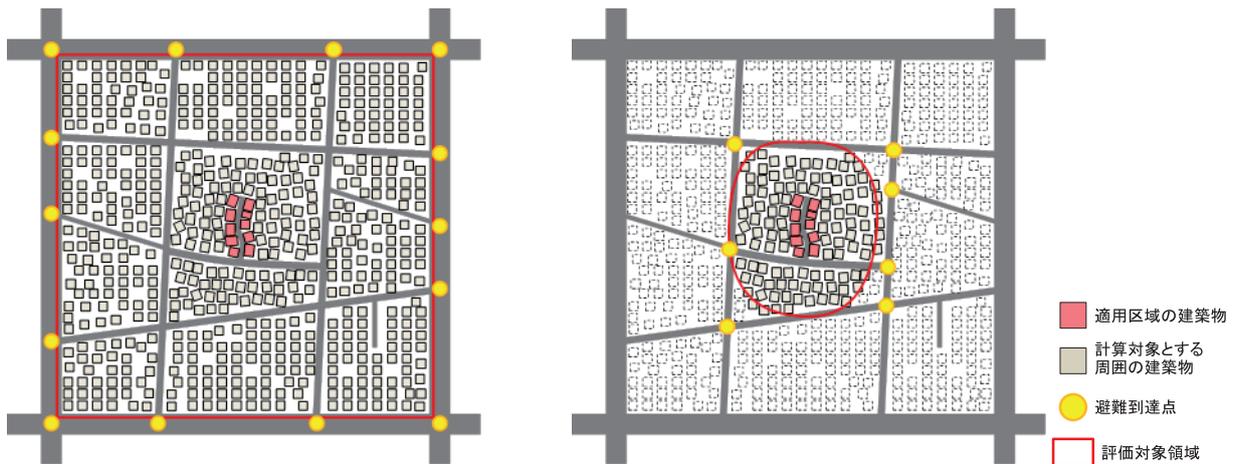
上記の項目は、火災シミュレーションに関する項目であり、地震時の防火性能水準に関するシミュレーションによる計算条件の設定の例と同じ考え方とすることが考えられる。加えて下記の避難シミュレーションに関する項目について設定の例を示す。

v) 避難者の配置：

評価対象領域内の各建築物からの避難者が計算開始後何分後まで安全に避難可能か（何分後までに避難を開始しなければ避難失敗となるか）を計算するため、評価対象領域内の各建築物に対し、計算開始後 1 分間隔で一人ずつ避難を開始するような配置とすることが考えられる。

vi) 避難到達点の設定：

避難到達点の基本的な考え方（避難成功の条件）として、各建築物から前面の道路又は通路を通過して、安全に（危険な受熱を受けること無く）評価対象領域の外周部に到達できれば避難成功とすることが考えられる。



(評価対象区域を延焼遮断帯に囲まれた区域とした場合)

(評価対象領域を適用区域の代表長さ分だけ外側に拡大した区域とした場合)

図 3-21 避難到達点の例

### 3. 3 日影状況

#### 3. 3. 1 評価指標

建築基準法第 56 条の 2 で定められた日影規制（日影による中高層の建築物の高さの制限）では、地方公共団体の条例で指定する区域において、冬至日の真太陽時による午前 8 時から午後 4 時まで（北海道では午前 9 時から午後 3 時まで）の間に、対象建築物が敷地境界線からの水平距離が 5 m を超える範囲において落とし得る日影時間の上限値を規制している（表 3-2、図 3-22 参照）。従って、協動的建て替えルールの検討の際に日影状況を比較評価の対象とする場合も、日影規制で用いられている日影時間を評価指標として採用することが考えられる。

表 3-2 用途地域における日影規制の概要

		第一種低層住居専用地域	第二種低層住居専用地域	第一種中高層住居専用地域	第二種中高層住居専用地域	第一種住居地域	第二種住居地域	準住居地	近商地	隣業地	準工業地	工業地	都市計画区域内で用途地域の指定のない区域		
対象建築物		軒高7m超又は3階以上		10m超								軒高7m超又は3階以上、10m超			
測定面の平均地盤面からの高さ*		1.5m		★								4m, 6.5m		★ 1.5m, 4m	
日影時間の規制値 ☆	敷地境界線からの水平距離が5m超10m以内の範囲	★			3時間, 4時間, 5時間			★			4時間, 5時間			★ 3時間, 4時間, 5時間	
	敷地境界線からの水平距離が10mを超える範囲	★			2時間, 2.5時間, 3時間			★			2.5時間, 3時間			★ 2時間, 2.5時間, 3時間	

\* ) 「平均地盤面からの高さ」とは、当該建築物が周囲の地面と接する位置の平均の高さにおける水平面からの高さをいう。

★ ) 条例で定める。

☆ ) 北海道においては、敷地境界線からの水平距離が5m超10m以内の範囲では1時間、10mを超える範囲では0.5時間が減じられる。

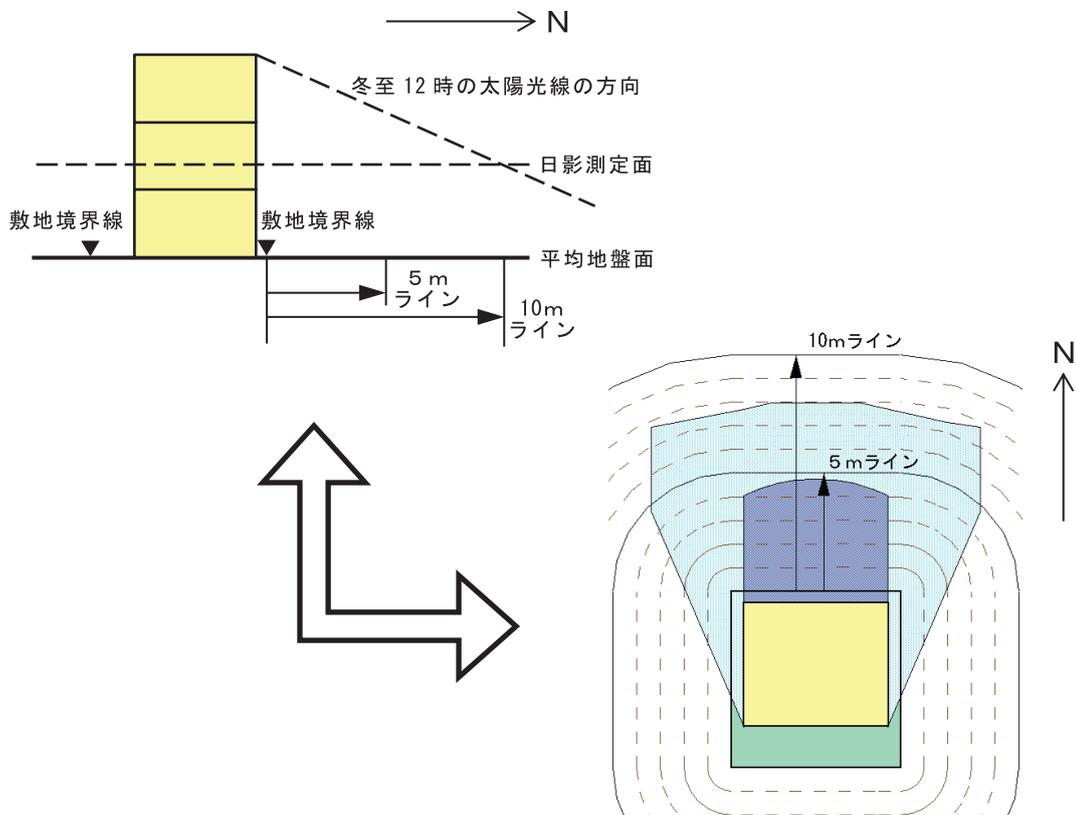


図 3-22 日影規制における日影時間の測定面と敷地境界線からの水平距離

### 3. 3. 2 評価方法

表 3-2 に示すように、日影規制が適用されるのは、低層住居専用地域内で軒高 7 m を超える建築物や 3 階建て以上の建築物を建てる場合、低層住居専用地域以外で高さ 10m を超える建築物を建てる場合である。連担建築物設計制度や街並み誘導型地区計画で条例による適用除外を行う場合以外は、協調的建て替えルールの適用区域内であっても通常の日影規制が適用されるため、地方公共団体の条例に基づいて日影規制の対象となる個々の建築物が隣地へ落とす日影の時間を算出し、条例への適合の有無を確認する必要がある。

連担建築物設計制度の場合、区域内では日影規制は個々の敷地ごとには適用されなくなるが、「居住の用に供する部分」については日影規制の内容と同程度に日影を生じさせることのないよう、運用指針（平成 11 年 4 月 28 日住指発第 201 号、住街発第 48 号）において技術基準が示されている。具体的には、次のように、実際の建築計画について、地域の特性に応じて通常の日影規制を緩和又は強化しながら審査を行う考え方が示されている。

- ① 「居住の用に供する部分」の実際の高さに合わせた測定面の高さの設定
- ② 隣地境界線から「居住の用に供する部分」までの実際の水平距離に応じた測定面の設定
- ③ 実際の「居住の用に供する部分」の開口部の位置に応じた制限箇所の設定 など

また、連担建築物設計制度の場合、区域内の複数敷地を一体として扱うため、区域内の建築物が区域周辺の測定点に落とす日影については、複合日影により計算することとなる。

現実には、多くの密集市街地では上記のような日影規制の対象となる建築物は少ないと考えられる。しかし、協調的建て替えルールの適用により区域内で高容積化を伴った建て替えが進むことで従後の日影状況が悪化するケースも考えられる。こうした懸念から協調的建て替えルールに係る住民合意がまとまらないような場合は、通常の日影規制の対象建築物については規制への適合を必須とした上で、日影規制の対象とならない場合であっても、シミュレーションにより日影状況の比較評価結果を住民に示しつつ合意形成を図り、協調的建て替えルールの内容を収斂させるという方法も考えられる。

ただし、日影規制の対象とならないものについて、日影規制で求められるのと同等の水準を求めるようなことは過度な要求となる。日影規制における敷地境界線からの距離 5 m の日影測定線は、隣接住宅の南庭に 5 m の奥行きがあることを前提とし、10m の日影測定線は隣接住宅の敷地の幅を想定してそれぞれ設けられた値であり（※注 3-1）、狭小敷地に建物が建ぺい率一杯に建て詰まっている密集市街地とは前提が異なる。

従って、例えば以下のように、協調的建て替えルールの適用区域内・外それぞれの平均的な日影状況や、個々の敷地において設定した日影測定点のうち最も日影時間の短い測定点での日影状況について、基本建て替えの市街地モデルと比較評価する方法が考えられる。

#### （1）具体的な評価指標の例

- 冬至日における午前 8 時から午後 4 時までの
- ① 区域内の個々の建築物に落ちる日影時間
  - ② 区域内の建築物群が区域周辺の市街地に落とす日影時間

#### （2）評価対象の設定の例

- ・ 協調的建て替えルールの適用区域内と区域外に分けて測定点を設定する。
- ・ 区域内の測定点は、区域内の建築物全棟を対象に、(便宜上) 全壁面の各階中央部に設定する。
- ・ 区域外の測定点は、(便宜上) 区域境界から 5 m 又は 10m のラインに重なる敷地を対象に、各敷地を横断するラインの midpoint における、当該地域における日影規制の測定面の高さにそれぞれ設定し、その測定点の日影時間を算出する。
- ・ 区域内の建築物に落ちる日影の測定においては、区域内の建築物全棟及び隣接建築物（区域に隣接する建築物）による複合日影をシミュレーションにより計測する。

- ・区域内の建築物群が区域周辺の市街地に落とす日影の測定においては、区域外の建築物データを削除して区域内の建築物データのみを用いたシミュレーションにより計測する。

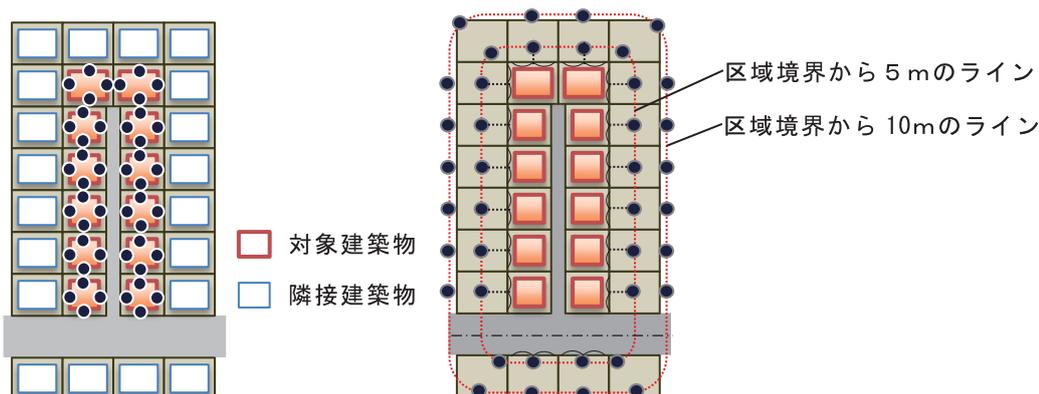


図 3-23 区域内の日影測定点（左）と区域外の日影測定点（右）

### （3）基本建て替えの市街地モデルとの比較評価方法の例

- ・「区域外」→「区域内」の2段階で、下記の比較評価方法を組み合わせて評価を行うことが考えられる。

#### ①《区域外》の日影状況の比較評価方法の例

【評価方法の例1】中央値による比較（区域周辺の平均的な性能水準の評価）

地域に指定されている日影規制の測定面における、全隣接敷地の日影測定点での「日影時間」の中央値を比較する。

【評価方法の例2】測定点ごとの比較（個々の敷地における性能水準の評価）

個々の敷地ごとに最も「日影時間」が短い日影測定点を抽出し、その測定点での値を個別の敷地ごとに比較する。

#### ②《区域内》の日影状況の比較評価方法の例

【評価方法の例3】中央値による比較（区域内の平均的な性能水準の評価）

建築物ごとに最も「日影時間」が短い日影測定点を抽出し、全建築物の中央値を比較する。

【評価方法の例4】測定点ごとの確認（個々の建築物における絶対値による性能水準の評価）

建築物ごとに最も「日影時間」が短い日影測定点を抽出して個別に値を確認し、全ての測定点の日照時間（8時間－日影時間）が、現行の日影規制を定める際に目標とした日照時間（＝8時間－日影規制における5mラインの規制値－1時間）<sup>（※注3-2）</sup>の考え方を満たしているか否かを判断の目安とする。

※注 3-1, ※注 3-2 （社）全国市街地再開発協会(1973)『住宅地の日照実態と日照に関する基準調査報告書』を参照。

### 3. 4 採光性能水準

#### 3. 4. 1 評価指標

開口部を通じた自然採光（昼光）により、居室内の活動に必要な照度を確保するため、建築基準法第 28 条の採光規定では、居室床面積の 1 / 7 の大きさを標準とした開口部（窓）を設置することとしているが、実際に居室の外側の壁面で一定の照度が得られなければ、居室採光にとって有効な窓として機能しない。そのため、建築基準法施行令第 20 条では、当該窓面の軒からの距離と隣地境界線からの距離から算出される採光補正係数により、有効な窓面積の大きさを算定することとしている。（連担建築物設計制度の場合、区域内では、隣地境界線からの距離に代えて相対する建築物からの距離によって算定される。）

協調的建て替えルールの検討の際に採光性能水準を比較評価する場合は、居室内で十分な明るさを開口部を通じた自然採光により得ることを念頭に、直接的に建物の外壁面照度（鉛直面照度）を評価指標として採用することが考えられる。その際、照度分布の安定した曇天時の日中を想定した全天空照度 15,000Lx を設定することが考えられる。

表 3-3 設計用全天空照度

条件	全天空照度 (Lx)
特に明るい日（薄曇、雲の多い晴天）	50,000
明るい日	30,000
普通の日	15,000
暗い日	5,000
非常に暗い日（雷雲、降雪中）	2,000
快晴の晴天	10,000

#### 3. 4. 2 評価方法

採光に有効な窓面積を算定するための採光補正係数は、隣接敷地に自建物と同じ高さの建物が隣地境界線ぎりぎりに立つことを仮定しているため、密集市街地において自建物よりも高い建物が隣接敷地に建つ場合、規定を守っていても十分な室内採光が得られないケースが生じる可能性がある。こうした懸念から協調的建て替えルールに係る住民合意がまとまらないような場合は、通常の採光規定への適合を必須とした上で、シミュレーションにより採光性能水準（外壁面照度）の比較評価結果を住民に示しつつ合意形成を図り、協調的建て替えルールの内容を収斂させるという方法も考えられる。

ただし、採光規定で求められる以上の採光性能水準を求めるようなことは過度な要求となる。従って、例えば以下のように、協調的建て替えルールの適用区域内・外それぞれの平均的な採光性能水準の状況や、個々の敷地において設定した採光測定点のうち最も照度の高い測定点での採光性能水準について、基本建て替えの市街地モデルと比較評価する方法が考えられる。

##### （1）具体的な評価指標の例

曇天時（全天空照度 15,000Lx）における

- ① 区域内の各建築物の外壁面（もしくは敷地の仮想的な壁面）の照度
- ② 区域に隣接する建築物・敷地の区域に面する側の外壁面（もしくは仮想的な壁面）の照度

##### （2）評価対象の設定の例

- ・ 協調的建て替えルールの適用区域内と区域外に分けて測定点を設定する。
- ・ 区域内の測定点は、区域内の建築物全棟を対象に、（便宜上）全壁面の各階中央部に設定する。
- ・ 区域外の測定点は、将来の建て替え時を想定した評価を行うために区域外の建築物データは削除して、隣地境界から 0.5m 後退したライン上に高さ 3 階建て（建物高さ 9 m）相当の建て替え後の建築物を想定した仮想的な壁面を設定し、各敷地の間口長さ中点における各階部

分の開口部高さ（1.5m、4.5m、7.5m）に設定する。

- ・なお、仮想的な壁面の位置については、当該地域の集団規定や適用しようとする協調的建て替えルールで壁面位置の後退距離を定める場合にはそのルールに従うなど、地域の実情に応じて設定する。

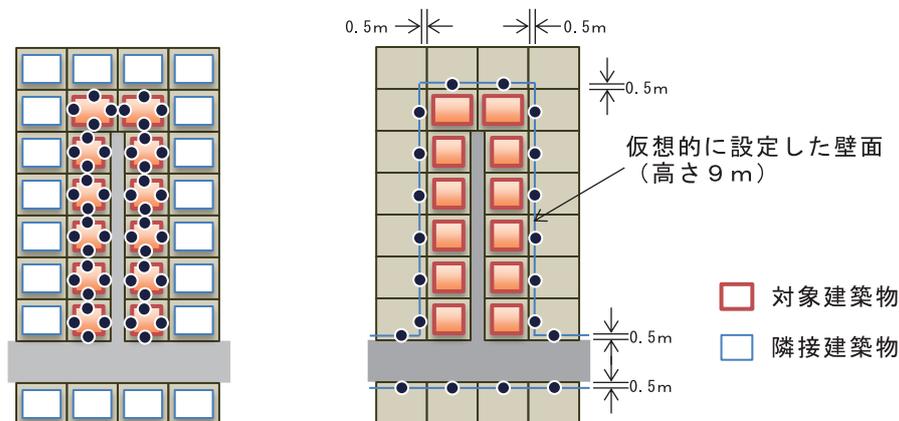


図 3-24 区域内の採光測定点（左）と区域外の採光測定点（右）

### （3）基本建て替えの市街地モデルとの比較評価方法の例

- ・「区域外」→「区域内」の2段階で、下記の比較評価方法を組み合わせて評価を行うことが考えられる。
- ・評価にあたっては JIS による照度基準の考え方<sup>（※注 3-3）</sup>に基づき、計算結果の値の 2/3～1.5 倍までを同一レベルの照度として扱うことも考えられる。

#### ①《区域外》の採光性能水準の比較評価方法の例

【評価方法の例 1】中央値による比較（区域周辺の平均的な性能水準の評価）

個々の敷地ごとに最も「仮想的な壁面の照度」が高い測定点を抽出し、その中央値を比較する。

【評価方法の例 2】測定点ごとの比較（個々の敷地における性能水準の評価）

個々の敷地ごとに最も「仮想的な壁面の照度」が高い測定点を抽出し、その測定点での値を個別の敷地ごとに比較する。

#### ②《区域内》の採光性能水準の比較評価方法の例

【評価方法の例 3】中央値による比較（区域内の平均的な性能水準の評価）

建築物ごとに最も「外壁面照度」が高い測定点を抽出し、全建築物の中央値を比較する。

【評価方法の例 4】測定点ごとの確認（個々の建築物における絶対値による性能水準の評価）

建築物ごとに最も「外壁面照度」が高い測定点を抽出して個別に値を確認し、全ての測定点の外壁面照度が、2000 年の採光規定改正時の検討<sup>（※注 3-4）</sup>を参考とした推奨水準（外壁面照度水準 3,000Lx）、もしくは許容水準（同 1,500Lx）を満たしているか否かを判断の目安とする。

室内照度水準	【推奨水準（短時間の読書）】	150Lx
	【許容水準（接客・休憩等）】	75Lx
壁面照度水準	【推奨水準（短時間の読書）】	3,000Lx
	【許容水準（接客・休憩等）】	1,500Lx

※注 3-3 JIS による照度基準の考え方

- JIS では、Z9110:2010 照度基準総則において「照度の違いを感覚的に認識できる最小の差異を、ほぼ 1.5 倍間隔」として、作業領域又は活動領域に対する推奨照度を推奨範囲の中央値で規定している。
- 従って、推奨範囲は推奨照度の概ね 2/3～1.5 倍の範囲となっている。
- また、設計照度については、「視覚条件が通常と異なる場合には、推奨照度の値から、照度段階で少なくとも 1 段階上下させて設定できる」として、幅を持たせている。

推奨照度 (lx)	照度範囲 (lx)
3	2~5
5	3~7
10	7~15
15	10~20
20	15~30
30	20~50
50	30~75
75	50~100
100	75~150
150	100~200
200	150~300
300	200~500
500	300~750
750	500~1000
1000	750~1500
1500	1000~2000
2000	1500~3000
3000	2000~5000

表 3-4 推奨照度別設計照度範囲  
(JIS Z 9110:2011 照明基準総則(追補 1)より)

※注 3-4 2000 年の採光規定改正時の検討を参考とした外壁面照度水準の考え方

- 図 3-25 のような居室・窓面を標準的とみなし設定する。居室は、住宅の居室を想定し、間口 3.6m×奥行 3.6m×天井高さ 2.4mとし、窓面は縦 1.0m×横 1.8m (居室床面積の約 1/7 の大きさで壁面中央に設置する。また、窓面に入射した全ての光束が室内側へ拡散放射されるものとし、室内反射は考慮しないこととする。
- 窓面照度 (=外壁面照度) を  $I_w$  とし、室内の平均的な明るさの基準として、図 3-25 の 0.9m 間隔の格子上的 9 点における床上 0.4m の水平面照度の平均値を  $I_f$  とすれば、窓面立体角投射率の幾何学的計算により (1) 式のような関係式が得られる。

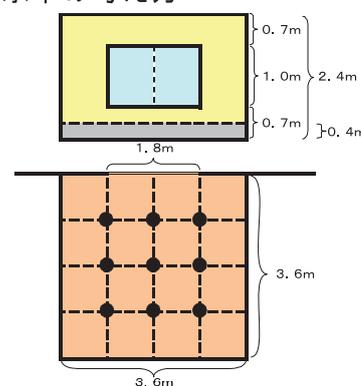


図 3-25 居室・窓面の設定  
(上：窓側の壁面、下：平面)

$$I_f = I_w \times 0.0522 \quad (1)$$

- 一方、財団法人日本住宅総合センター(1998)の検討では、JIS 照度基準 (Z9110-1979) における「住宅・共同住宅」の「家事」の照度基準を参考に、自然採光による居室の明るさの基準を「推奨水準：150 Lx、許容水準：75 Lx」と設定している。また日本建築学会(1985)では、表 3-5 に示すように、基準昼光率とそれに対応する全天空照度 15,000 Lx の場合の室内照度の値として、「短時間の普通の視作業又は軽度の視作業 (短時間の読書)」に対応した照度を 150 Lx、「ごく短時間の軽度の視作業 (接客、休憩、荷造り)」に対応した照度を 75 Lx と設定している。
- そこで、これらの値を、開口部を通じた自然採光のみで確保が必要な居室の照度基準と仮設定すれば、それを保障する窓面照度すなわち建物外壁照度の値は、(1) 式により、
  - ・推奨水準 (短時間の普通の視作業又は軽度の視作業) :  $150 \text{ Lx} \div 0.0522 = 2,874 \text{ Lx}$
  - ・許容水準 (ごく短時間の軽度の視作業) :  $75 \text{ Lx} \div 0.0522 = 1,437 \text{ Lx}$
 と求められる。
- これにより、外壁面照度の水準値 (性能基準) を、推奨水準としての「照度水準 A」3,000 Lx、許容水準としての「照度水準 B」1,500 Lx の 2 段階に設定することが考えられる。

表 3-5 基準昼光率表 (日本建築学会(1985)からの一部抜粋)

基準昼光率 [%]	視作業・行動のタイプ (例)	室空間の種別例	全天空照度が 15,000Lx の場合の値 [Lx]
1	短時間の普通の視作業又は軽度の視作業 (短時間の読書)	住宅の居間	150
0.5	ごく短時間の軽度の視作業 (接客、休憩、荷造り)	住宅の応接室	75

参考文献

- ・財団法人日本住宅総合センター (1998) 『住宅における採光のあり方に関する調査報告書』
- ・日本建築学会 (1985) 『日本建築学会設計計画パンフレット 30 昼光照明の計画』
- ・勝又済・三木保弘・石井儀光 (2008) 「建物形態・隣棟間隔と壁面照度の関係の定量的分析 市街地の採光環境の性能基準に関する基礎的研究 (その 1)」 『日本建築学会計画系論文集』, Vol. 73 No. 628, pp. 1275-1280

### 3. 5 換気性能水準

#### 3. 5. 1 評価指標

建物の内外の空気を清浄に保つために、種々の目的に応じて、汚染物質濃度の上限やその排出に要する換気量等の規制値が示されている。屋外については、光化学スモッグを引き起こす大気汚染原因物質とされる二酸化窒素 NO<sub>2</sub>等の濃度が環境基準として定められている。また、屋内については、建築基準法や建築物衛生法に汚染物質濃度や換気回数の規定がある。

しかし、密集市街地において達成すべき換気性能の水準は明確に示されているわけではない。必要とされる換気性能水準は、狭い道路空間における車から発生する汚染物質の濃度の抑制や、室内空気質を担保するための屋外空間の清浄度の確保といった、それぞれの目的に応じた水準の設定が考えられる。その中の一つとして、居室内でガス漏れが生じたときに窓開けによる急速換気を行うことを想定し、年間を通じて建物周囲の道路空間・隣棟空間で必要とされる換気量に基づく評価指標が考えられる。

居室内でのガス漏れを想定し、建物周囲の道路空間・隣棟空間で必要とされる換気量については、以下のように考えることができる。

- ①ガス漏れの際には引火しないように自然換気により迅速に居室内に充満したガスを排出する必要がある。10分で居室内の空気の60%を排出し、20分で90%を排出することを想定した場合、1時間あたり6回以上の換気が居室に必要となる(図3-26)。

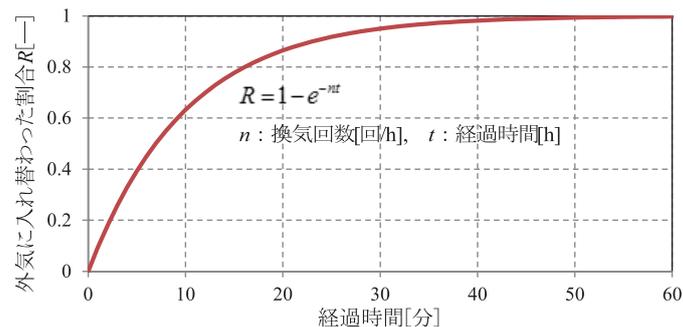


図 3-26 換気回数 6 回/h における外気導入量の推移

- ②居室内の換気回数を自然換気で確保するためには、隣接する屋外空間では、一般にその10倍の換気回数が必要とされている。
- ③居室面積を  $S$ 、天井高を  $3\text{m}$  とすると、居室内に必要な6回分の総換気量は  $S \times 3 \times 6\text{m}^3/\text{h}$  となり、屋外に必要となる換気量はその10倍の  $180 \cdot S\text{m}^3/\text{h}$  と計算できる。
- ④この  $180 \cdot S\text{m}^3/\text{h}$  の換気量が屋外のどのような空間で処理されると想定するかは厳密には難しい問題となる。ここでは、隣棟間の狭小な空間についても評価可能とすることを想定して、住宅の窓の直近、壁面に付着した小空間(検査空間)を対象として評価することを考えた。検査空間は隣棟間の評価を考慮して高さ  $3\text{m} \times$  幅  $3\text{m} \times$  奥行  $0.5\text{m}$  の  $4.5\text{m}^3$  の空間とすることを考えた。
- ⑤  $4.5\text{m}^3$  の検査空間において  $180 \cdot S\text{m}^3/\text{h}$  の換気量を確保することから、検査空間で必要となる換気回数は  $40 \cdot S$  回/h となる。居室面積を  $10\text{m}^2$  (6 畳間相当) と想定すると、検査空間に必要となる換気回数は 400 回/h と考えることができる。

以上の必要とされる換気量は居室内でのガス漏れを想定していることから風況(風の強弱や風向)によらず確保されることが望まれるが、外部風が強弱を伴い、風向に変化が伴うことを考えると、検査空間において常に換気回数 400 回/h 以上の換気量の確保を目指すことは実際的ではない。

換気性能水準を評価する指標としては、風況を確率的に反映した、検査空間において換気回数 400 回/h 以上が確保できる頻度(超過確率)を用いることが考えられる。

### 3. 5. 2 評価方法

換気性能水準の評価を行うには、数値流体力学(CFD)による数値シミュレーションを用いる方法が考えられる。評価対象区域を含む地域の地盤・建物形状の 3 次元データを用いて、風向毎に数値流体計算(CFD)を行って気流場を求めた後に、各検査空間で発生させたトレーサーガスの濃度場の計算を行って換気回数を算定し、その地域の風況を反映させて、ある換気回数以上となる頻度を求めることができる。

#### (1) 評価対象の設定の例

- ・ 協調的建て替えルールを適用する区域とその周辺の隣接する建物を含む領域を、評価対象領域とする。
- ・ 評価対象領域を取り囲み、32m 程度以上外延した領域を中領域(精細な格子間隔で計算を行う領域)とする。中領域内では、協調的建て替えの市街地モデルおよび基本建て替えの市街地モデルの 3 次元データを作成する(図 3-27)。
- ・ 中領域を取り囲み、評価対象領域を 80m 程度以上外延した領域として、大領域(中領域より格段に粗い格子間隔で計算を行う領域)を設定する。大領域内では地形の 3D データを作成する(市街地モデルの 3D データの作成は必須ではない)(図 3-27)。実際に計算を行う範囲は、大領域を囲む直方体の空間となる。

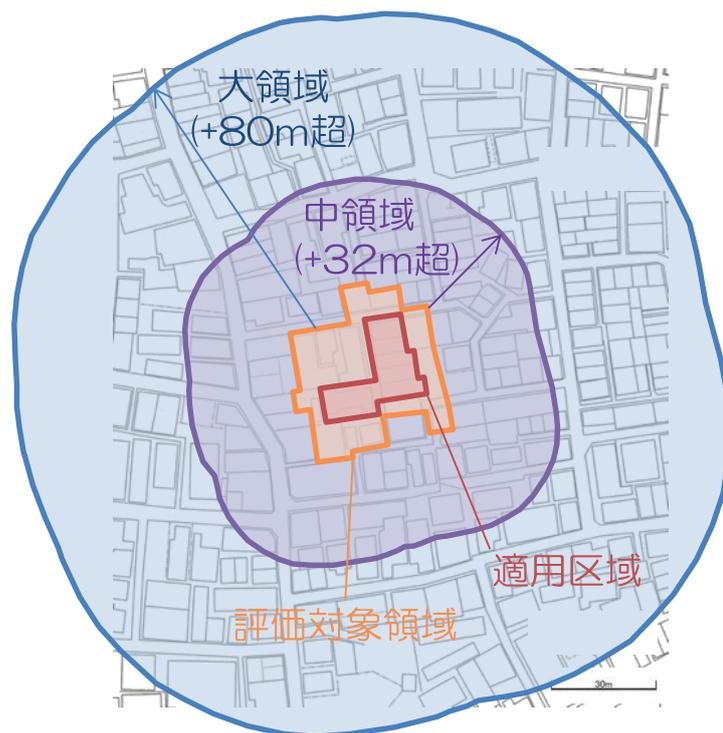


図 3-27 評価対象領域を取り囲む中領域、大領域

- ・ 換気性能水準を評価する検査空間(高さ 3m×幅 3m×奥行 0.5m, 図 3-28 左)を、評価対象領域内の建物の 1 階レベルに、道路・通路に面した外壁面や隣棟間の外壁面に接して設置する。検査空間は、居室位置が不定であることから、各壁面中央に設置することを原則とし、壁面の長さが 6m 以上の時は、分割後の長さが 3m 以上になるように壁面を等分割し、分割した壁面それぞれに設置することが考えられる(図 3-28 右)。

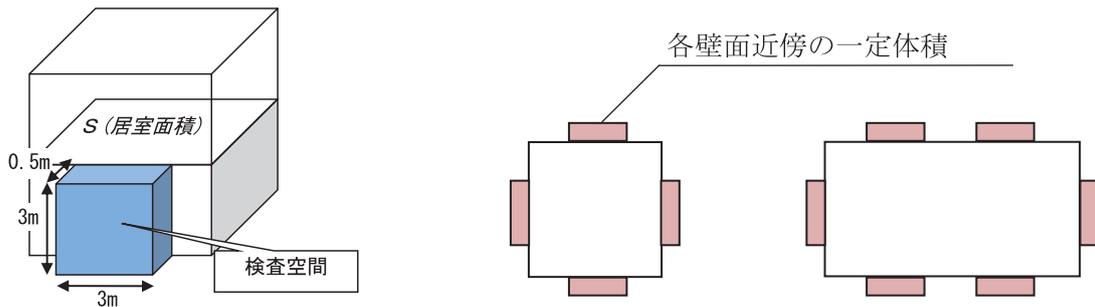


図 3-28 検査空間

(2) 具体的な評価指標の例

・評価対象領域の建物に付設する検査空間において、通年で換気回数が 400 回/h 以上となる頻度

- ・評価対象領域の建物に付設する検査空間における換気回数を算出し、その地域の風況に応じたワイブルパラメータを適用して、換気回数が 400 回/h 以上となる頻度を求める。
- ・検査空間における換気回数は式(1)で算出される。

$$N = \frac{1}{V_p} \frac{q_p}{\rho_p} \times 3600 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$N$ : 換気回数[回/h],  $\rho_p$ : 検査空間内汚染質平均濃度[ $\text{kg}/\text{m}^3$ ],  $V_p$ : 検査空間容積(=4.5)[ $\text{m}^3$ ]

$q_p$ : 検査空間内で発生させた汚染質の発生量[ $\text{kg}/\text{s}$ ]

( $1\text{m}^3$ あたり単位濃度発生( $1.0\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{s})$ ))とする。

- ・検査空間において換気回数 400 回/h 以上となる頻度(超過確率)は式(2)で算出される。

$$P = \sum_{n=0}^{15} A_c^{a_n} \times \exp \left\{ - \left[ \frac{N_s \times v_r}{N_n^{v_r} \times C_c^{a_n}} \left[ \frac{h_c}{h_r} \right] \right]^{K_c^{a_n}} \right\} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$P$ : 超過確率,  $A_c$ : 風配,  $a_n$ : 風向,  $N_s$ : 指定の換気回数[回/h]

$N_n^{v_r}$ : 各風向の基準風速あたりの換気回数(CFD計算結果)[回/h]

$v_r$ : 高さ $h_r$ における上空風速[m/s],  $C_c^{a_n}$ : ワイブルパラメータ

$K_c^{a_n}$ : ワイブルパラメータ,  $h_r$ : CFDにおける基準風速高さ[m]

$h_c$ : ワイブルパラメータに対応する風速計設置高さ[m]

- ・ワイブルパラメータは、气象台や AMeDAS(地域気象観測システム)等で観測されたデータを用いて、式(3)のように外部風速の出現頻度がワイブル分布に従うとしたときのパラメータとして同定することができる。算出の際には、風向風速計が風の障害となる建物等の近隣に設置されていないことを確認し、比較的新しい 3~10 年程度のデータを使用する\*)。

$$P_c^{a_n} = A_c^{a_n} \times \exp \left\{ - \left( \frac{U}{C_c^{a_n}} \right)^{K_c^{a_n}} \right\} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$P_c^{a_n}$ : 風向 $a_n$ において風速 $U$ を超える確率,  $A_c$ : 風配,  $a_n$ : 風向

$C_c^{a_n}$ : ワイブルパラメータ,  $K_c^{a_n}$ : ワイブルパラメータ,

- ・ワイブルパラメータについては既存のものも使用することができる。ただし、既存のワイブルパラメータは主に強風域での使用を前提とし、高風速域における再現性を重視していることから、換気性能水準の評価にあたって重要となる低風速域の再現性が劣る可能性が残る。そのため、通年のデータを用い風速 3m/s 以下の再現性を重視したワイブルパラメータを整備

した。表 3-6 に換気性能水準評価に向けて 21 都市について算定したワイブルパラメータを示す。

上記\*)の参考文献

\*) 風工学研究所編著：ビル風の基礎知識，鹿島出版会，2005

### (3) 基本建て替えの市街地モデルとの比較評価方法の例

- ・ 協調的建て替えの市街地モデルおよび基本建て替えの市街地モデルの両方で、評価対象領域の建物に付設する検査空間における換気回数が 400 回/h 以上となる頻度を求め、以下の比較評価方法により評価を行うことが考えられる。
- ・ 協調的建て替えの市街地モデルと基本建て替えの市街地モデルの双方で検査空間が一対一に対応しない場合があること(隣戸間が極小となる協調的建て替えルールを適用する場合や、平面形状が著しく異なる場合等)から、付随する検査空間を建物毎に集約して評価に用いることが考えられる。この場合に、建物内の任意位置に居室が配置されることを想定して、付随する検査空間の中で最大となる頻度をもってその建物における評価指標とすることが考えられる。
- ・ CFD の計算精度等を念頭に置いて、換気回数が 400 回/h 以上となる頻度を「1 週間のうち何日程度か」といったランク分けに対応した評価とすることも考えられる。例えば、「5～6 日/週」程度等とし、そのランクによる比較評価を行う方法が考えられる。

表 3-6 全国 21 都市のワイブルパラメータ(通年、低風速域の再現性を重視)

3m/s以下

札幌	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	59.6
風向A	1.9	1.6	1.7	2.8	6.6	16.7	14.9	6.0	2.9	2.2	2.4	4.2	5.8	12.5	12.5	4.7	合計	99.4
C	1.81	1.67	1.78	2.31	3.92	3.50	3.51	2.54	2.37	2.34	2.62	3.00	3.82	5.77	4.95	2.81		
K	2.15	2.05	2.08	2.00	2.10	2.15	2.07	1.96	1.70	1.67	1.76	1.88	1.77	1.76	1.94	1.80		

仙台	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	62
風向A	3.9	2.6	1.7	2.4	5.5	10.8	8.7	6.5	3.5	3.0	2.9	6.8	9.4	9.3	13.2	9.0	合計	98.9
C	2.34	1.90	1.67	1.58	2.24	3.68	3.41	2.87	2.46	2.41	2.84	4.19	4.70	3.57	3.30	3.54		
K	1.89	1.88	1.70	1.72	1.87	1.92	1.95	2.10	1.96	1.89	1.83	1.73	1.79	1.97	2.35	1.82		

新潟	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	18.6
風向A	9.0	4.8	1.3	1.8	2.1	7.1	10.0	11.7	10.3	5.3	6.3	7.6	6.3	6.2	4.9	4.7	合計	99.6
C	4.00	3.39	2.17	2.11	2.06	3.09	2.67	2.54	2.91	3.86	5.74	7.56	7.77	6.56	6.04	4.16		
K	2.69	2.41	2.40	2.62	2.45	2.31	2.67	3.25	3.31	2.58	2.18	1.91	1.88	2.01	2.09	2.56		

金沢	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	48.4
風向A	3.8	7.0	14.9	12.3	5.2	4.4	5.1	3.6	8.5	9.1	6.5	5.1	2.9	3.5	3.6	4.4	合計	99.9
C	3.87	4.01	4.30	2.99	2.18	2.07	2.54	2.71	5.49	5.57	5.25	5.33	4.38	5.29	4.56	4.33		
K	2.21	2.43	2.37	2.45	2.59	2.53	2.33	2.24	2.04	2.03	2.21	2.17	2.27	2.21	2.36	2.33		

熊谷	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	16.8
風向A	2.5	3.6	5.8	8.7	7.3	6.6	5.9	2.9	4.7	2.3	2.7	6.4	14.5	16.5	8.2	3.4	合計	98.8
C	1.49	1.78	2.27	2.34	2.68	2.99	2.99	2.18	1.64	1.43	1.57	1.98	2.73	2.78	2.32	1.57		
K	2.39	2.33	2.41	2.53	2.43	2.49	2.43	2.24	2.32	2.46	2.30	2.36	2.32	2.23	2.08	2.11		

名古屋	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	17.9
風向A	4.9	3.2	2.6	1.7	2.5	6.5	8.4	4.6	2.6	1.9	1.6	2.2	9.5	15.5	19.3	12.6	合計	99.6
C	1.92	1.71	1.67	1.42	1.90	2.87	3.65	3.57	2.72	2.56	2.50	2.92	4.83	3.82	2.92	2.43		
K	2.66	2.56	2.47	2.32	2.17	2.29	2.32	2.14	2.21	2.15	2.11	1.89	2.01	2.36	2.78	2.70		

静岡	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	16.3
風向A	7.6	11.2	7.6	2.5	2.1	2.4	3.8	8.8	4.6	7.2	5.4	4.9	8.5	8.6	7.8	6.6	合計	99.3
C	1.85	2.93	3.92	2.43	2.31	2.18	2.42	2.79	2.25	4.07	4.06	2.19	1.56	1.30	1.41	1.39		
K	2.17	2.08	1.83	1.81	1.94	2.19	2.35	2.53	2.22	1.77	1.58	1.77	2.52	2.66	2.43	2.21		

東京	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	74.6
風向A	7.3	6.7	7.3	4.8	3.9	2.9	2.3	5.5	5.2	11.4	2.5	1.7	1.8	4.5	19.4	12.8	合計	100.0
C	3.32	3.42	3.55	3.30	2.95	2.50	2.41	3.53	3.60	3.72	2.28	1.86	2.17	3.27	3.59	3.49		
K	2.71	2.71	2.76	2.56	2.58	2.89	3.04	2.86	2.83	3.05	2.61	2.60	2.36	2.24	3.03	2.77		

横浜	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	19.6
風向A	9.9	3.9	4.5	8.3	5.1	3.2	3.4	5.5	6.7	9.6	4.0	1.6	0.9	0.8	4.1	28.4	合計	99.9
C	2.84	2.21	2.78	3.30	2.70	2.63	3.21	3.88	4.35	5.01	3.55	2.54	2.38	2.41	3.33	3.71		
K	3.18	3.13	2.76	2.92	3.19	2.72	2.30	2.45	2.41	2.46	2.51	2.48	2.50	2.20	2.71	3.37		

千葉	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	47.9
風向A	12.6	9.8	7.1	5.0	5.6	4.5	3.3	4.0	2.8	7.9	6.7	4.0	1.7	5.2	11.5	8.1	合計	99.8
C	3.02	3.82	4.01	3.39	3.68	4.17	4.60	5.83	6.49	8.65	4.63	3.31	3.34	5.00	4.06	2.67		
K	2.95	2.53	2.44	2.57	2.38	2.13	1.93	2.02	1.75	1.94	2.58	2.78	1.94	2.13	2.60	2.71		

京都	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	16.1
風向A	10.6	7.4	5.6	4.1	2.3	2.4	3.4	5.6	6.2	4.7	4.7	5.2	7.7	6.2	9.2	12.7	合計	97.9
C	1.48	1.59	2.29	2.57	1.94	1.71	1.79	2.17	2.24	1.80	1.82	1.77	1.70	1.60	2.18	1.82		
K	2.52	2.12	1.80	1.64	1.61	1.79	1.97	1.95	1.95	2.04	2.13	2.05	2.27	2.03	1.86	2.13		

広島	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	95.4
風向A	27.3	3.1	1.1	0.8	0.8	1.2	5.6	9.4	10.1	3.0	2.9	2.1	1.9	3.9	26.1	1.9	合計	99.9
C	4.91	2.66	2.05	1.97	2.01	2.04	2.65	4.47	4.01	3.92	2.65	2.71	2.27	2.10	2.64	4.35		
K	2.36	2.00	1.94	1.86	2.14	2.07	2.08	2.28	2.75	2.76	2.37	2.13	2.01	2.00	2.00	2.42		

神戸	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	25.9
風向A	5.1	4.3	8.9	2.5	1.6	2.3	2.7	2.4	4.0	5.3	8.7	11.1	9.8	6.9	10.0	13.9	合計	99.8
C	2.25	2.36	4.26	3.19	2.31	2.51	2.41	2.62	3.59	3.86	4.52	4.05	3.21	2.53	2.75	3.03		
K	3.08	2.76	2.62	2.16	2.47	2.81	2.88	2.52	2.14	2.23	2.16	2.19	2.33	2.32	2.47	2.84		

大阪	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	22.9
風向A	12.5	13.4	4.4	2.0	1.4	1.8	1.3	1.9	6.2	9.6	11.3	5.7	6.2	8.2	11.7	99.4	合計	99.4
C	2.14	2.53	1.85	1.60	1.38	1.58	1.78	1.82	2.55	4.00	4.23	3.75	2.80	2.42	2.00	1.97		
K	2.56	2.24	2.09	2.03	2.23	2.49	2.58	2.34	2.19	2.35	2.45	2.60	2.41	2.27	2.52	2.52		

和歌山	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	98.8
風向A	8.5	10.3	18.9	6.2	1.9	1.0	1.6	5.2	4.1	3.1	7.2	2.9	4.1	7.3	7.5	10.0	合計	99.9
C	3.68	2.87	3.37	2.52	2.05	2.21	4.35	6.85	6.74	5.08	4.91	4.06	6.52	5.42	4.10	4.24		
K	2.27	2.83	3.10	2.95	2.88	2.05	1.73	2.01	1.86	1.90	2.53	2.12	1.85	2.20	2.34	2.29		

奈良	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	11.2
風向A	13.5	11.9	4.2	2.2	1.9	2.2	4.2	8.4	5.3	4.7	4.0	3.4	3.5	5.1	11.2	13.1	合計	98.6
C	1.47	1.56	1.23	0.93	0.96	0.96	1.45	1.96	1.56	1.75	1.86	1.78	1.62	1.34	1.49	1.29		
K	2.42	2.13	1.91	2.12	2.18	2.18	2.00	2.12	2.26	2.15	2.14	2.02	2.10	2.13	2.21	2.65		

福岡	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	観測高さ	24.4
風向A	4.5	2.2	1.4	1.8	3.6	14.9	9.9	5.2	3.6	4.4	2.5	4.2	5.4	4.4	13.3	18		

### 3.6 通風性能水準

#### 3.6.1 評価指標

密集市街地における通風性能水準として達成すべき水準レベルは明示的に規定されておらず、換気性能水準と同様に目的に応じた水準の設定が考えられる。通風性能水準の評価においては、居室内に心地よい風を取り込むことを目的として、夏期に道路空間・隣棟空間で確保できる風速に基づく評価指標が考えられる。

- ①一般に、風速 1m/s 未満の気流は人に感知されにくい。また、気象観測においても、かつては風速 1m/s 刻みで計測を行っている観測点が多くあり(アメダス観測点等)、その場合には、1m/s を下回る風速は「静穏」として記録され、1m/s を下回る風速については詳細を確認できないことが多かった。
- ②人が室内で知覚できる風速は 0.3m/s 程度からとされている。この運動エネルギーは  $0.045\text{m}^2/\text{s}^2$  であり、これを得るために屋外空間で 10 倍の運動エネルギーを要すると想定すると  $0.45\text{m}^2/\text{s}^2$  となる。この運動エネルギーは風速では 0.95m/s に相当する。
- ③室内空間で気流感を得られる風が生じるためには、外部に 1.0m/s 以上の風が吹く必要があると考えることができる。

以上の風速を確保する外部空間としては、評価の簡略化を図るために、換気性能水準の評価における検査空間(高さ 3m×幅 3m×奥行 0.5m、容積 4.5m<sup>3</sup>、図 3-28 左)を使用することが考えられる。

検査空間のそれぞれにおいて常に 1.0m/s の風速を得ることは外部風の強弱を考慮すると困難であることから、換気性能水準の場合と同様に、確率的に風況を取り入れた指標として、検査空間において平均風速が 1.0m/s 以上となる頻度(超過確率)を用いることが考えられる。

#### 3.6.2 評価方法

通風性能水準の評価を行うには、換気性能水準評価と同様に、数値流体力学(CFD)による数値シミュレーションを用いる方法が考えられる。評価対象区域を含む地域の地盤・建物形状の 3 次元データを用いて風向毎に数値流体計算(CFD)を行って気流場を求めて、各検査空間における風向毎の平均風速を算定し、その地域の風況を反映させて、ある平均風速以上となる頻度を求めることができる。

##### (1) 評価対象の設定の例

評価対象の設定については、同様に CFD 計算により評価を行う換気性能水準の評価の際と同じとすることで計算の簡略化を図ることができる。

##### (2) 具体的な評価指標の例

・評価対象領域の建物に付設する検査空間において、夏期の平均風速が 1.0m/s 以上となる頻度

- ・評価対象領域の建物に付設する検査空間における平均風速を算出し、その地域の風況に応じたワイブルパラメータを適用して、平均風速が 1.0m/s 以上となる頻度を求める。
- ・検査空間における平均風速は式(4)及び(5)で算出される。

$$U_{eq} = \sqrt{2 \times KE} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$KE = \frac{1}{V_p} \iiint_{\text{検査空間}} \left\{ \frac{1}{2} (U^2 + V^2 + W^2) + k \right\} dV \quad \dots\dots\dots(5)$$

$U_{eq}$ : 平均風速 [m/s],  $KE$ : 平均運動エネルギー [m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>]

$U, V, W$ : 平均風速の  $x, y, z$  成分 [m/s],  $k$ : 乱流エネルギー [m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>]

$V_p$ : 検査空間の体積 [m<sup>3</sup>]

- 検査空間において平均風速が 1.0m/s 以上となる頻度(超過確率)は式(6)で算出される。

$$P = \sum_{n=0}^{15} A_c^{a_n} \times \exp \left\{ - \left[ \frac{U_s \times v_T}{U_n^{v_T} \times C_c^{a_n}} \left[ \frac{h_c}{h_T} \right] \right]^{K_c^{a_n}} \right\} \quad \dots\dots\dots(6)$$

$P$ : 超過確率,  $A_c$ : 風配,  $a_n$ : 風向,  $U_s$ : 指定の平均風速 [m/s]

$U_n^{v_T}$ : 各風向の基準風速あたりの平均風速(CFD計算結果) [m/s]

$v_T$ : 高さ  $h_T$  における上空風速 [m/s],  $C_c^{a_n}$ : ワイブルパラメータ

$K_c^{a_n}$ : ワイブルパラメータ,  $h_T$ : CFDにおける基準風速高さ [m]

$h_c$ : ワイブルパラメータに対応する風速計設置高さ [m]

- ワイブルパラメータは、気象台や AMeDAS(地域気象観測システム)等で観測されたデータを用いて、式(7)のように外部風速の出現頻度がワイブル分布に従うとしたときのパラメータとして同定することができる。算出の際には、風向風速計が風の障害となる建物等の近隣に設置されていないことを確認し、比較的新しい 3~10 年程度のデータを使用する\*)。

$$P_c^{a_n} = A_c^{a_n} \times \exp \left\{ - \left( U / C_c^{a_n} \right)^{K_c^{a_n}} \right\} \quad \dots\dots\dots(7)$$

$P_c^{a_n}$ : 風向  $a_n$  において風速  $U$  を超える確率,  $A_c$ : 風配,  $a_n$ : 風向

$C_c^{a_n}$ : ワイブルパラメータ,  $K_c^{a_n}$ : ワイブルパラメータ,

- ワイブルパラメータについては既存のものも使用することが可能であるが、既存のワイブルパラメータは主に強風域での使用を前提とし、高風速域における再現性を重視していることから、通風性能水準の評価にあたって重要となる低風速域において十分に再現できない可能性が残る。また、通風性能水準の評価にあたっては、通年を対象とする換気性能水準と異なり、夏期を中心とした期間の風速を再現できることが重要となる。そのため、夏期のデータを用いて風速 3m/s 以下の再現性を重視したワイブルパラメータを整備した。表 3-7 に通風性能水準評価に向けて 21 都市について算定したワイブルパラメータを示す。

上記\*)の参考文献

\*) 風工学研究所編著：ビル風の基礎知識，鹿島出版会，2005

表 3-7 全国 21 都市のワイブルパラメータ (夏期、低風速域の再現性を重視)

3m/e以下

																	観測高さ	59.6
																	札幌	
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	2.2	1.8	2.0	4.0	10.7	24.4	14.6	3.6	1.4	0.9	0.8	1.0	1.7	8.3	15.7	6.4	99.4	
C	1.85	1.61	1.74	2.41	3.60	4.24	5.21	2.73	2.04	1.87	1.70	1.45	1.71	4.41	4.48	2.65	99.3	
K	2.24	1.99	2.06	2.92	2.09	2.30	1.80	2.15	1.58	1.33	1.71	1.95	1.92	1.76	2.09	1.99	99.3	
																	仙台	62
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	4.2	3.2	2.1	3.8	9.9	20.6	15.2	8.6	3.1	2.0	1.5	2.6	3.0	3.3	7.3	7.8	98.2	
C	2.10	1.76	1.60	1.57	2.19	3.64	3.37	2.69	2.01	1.86	2.58	3.39	2.92	2.37	2.52	2.92	99.3	
K	1.90	1.96	1.76	1.63	1.98	2.01	2.00	2.17	1.89	1.87	1.52	1.40	1.54	1.84	2.24	1.72	99.3	
																	新潟	18.6
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	14.1	7.1	1.4	1.8	2.2	9.1	10.1	9.9	8.0	7.3	7.8	4.6	2.6	3.0	3.7	6.7	99.3	
C	3.72	3.21	1.85	1.89	2.30	3.48	2.66	2.33	2.79	4.33	5.28	4.32	3.45	3.41	3.96	3.86	99.3	
K	2.82	2.36	2.31	2.32	2.32	2.19	2.51	3.06	2.97	2.46	2.12	1.91	1.90	2.05	2.28	2.37	99.3	
																	金沢	48.4
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	4.4	5.5	14.8	13.3	3.7	2.9	3.8	2.7	5.8	11.3	8.3	5.9	2.9	3.6	4.7	6.3	99.9	
C	3.44	2.98	3.80	2.88	1.89	1.66	1.84	2.01	4.01	4.74	4.46	4.25	3.27	4.38	4.01	3.78	99.3	
K	2.17	2.50	2.33	2.36	2.38	2.33	2.43	2.14	1.98	2.10	2.51	2.36	2.50	2.21	2.47	2.43	99.3	
																	熊谷	16.8
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	3.0	5.2	9.8	14.6	11.7	10.3	9.4	4.5	2.3	2.5	2.2	3.9	5.5	6.2	4.3	3.3	99.6	
C	1.52	1.86	2.34	2.45	2.77	3.12	3.04	2.33	1.70	1.45	1.52	1.62	1.92	1.79	1.54	1.50	99.3	
K	2.39	2.29	2.53	2.72	2.82	2.66	2.52	2.40	2.29	2.46	2.21	2.32	2.08	2.20	2.25	2.18	99.3	
																	名古屋	17.9
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	3.8	3.4	2.7	2.3	3.7	13.1	18.1	8.9	4.1	3.0	1.9	2.3	6.9	8.3	10.2	7.0	99.4	
C	1.76	1.63	1.46	1.37	1.80	2.85	3.78	3.72	2.98	2.77	2.52	2.77	4.37	3.34	2.56	2.21	99.3	
K	2.57	2.54	2.51	2.25	2.27	2.50	2.45	2.26	2.21	2.10	2.24	1.91	2.02	2.27	2.71	2.62	99.3	
																	静岡	16.3
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	6.8	10.8	7.3	2.8	3.0	3.3	5.8	14.9	7.3	7.9	2.6	1.9	4.8	7.0	7.2	5.8	99.2	
C	1.69	2.72	3.36	2.33	2.26	2.13	2.47	2.77	2.20	3.49	2.65	1.45	1.37	1.21	1.27	1.27	99.3	
K	2.15	2.26	1.98	2.00	2.22	2.46	2.50	2.56	2.42	1.93	1.73	2.08	2.57	2.73	2.63	2.30	99.3	
																	東京	74.5
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	5.6	7.7	8.8	6.4	5.9	1.9	4.1	9.8	8.7	18.3	3.2	1.6	1.3	1.8	5.3	6.6	99.9	
C	3.26	3.56	3.55	3.34	2.92	2.54	2.45	3.53	3.48	3.62	2.33	1.74	1.69	2.30	2.90	3.05	99.3	
K	2.69	2.68	2.69	2.37	2.53	3.02	3.11	2.99	3.06	3.10	2.48	2.69	2.69	2.14	2.57	2.50	99.3	
																	横浜	19.5
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	6.7	9.5	4.7	10.9	6.0	4.2	6.1	10.3	13.2	16.7	4.4	1.1	0.5	0.4	1.7	10.4	99.8	
C	2.44	1.96	2.65	3.28	2.85	2.67	3.47	3.88	4.46	4.31	2.75	2.25	2.21	2.07	2.93	3.12	99.3	
K	3.04	3.25	2.67	2.89	3.04	2.74	2.29	2.62	2.39	2.72	2.87	2.50	2.25	2.03	2.39	2.87	99.3	
																	千葉	47.9
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	7.3	9.8	8.0	6.8	8.6	7.0	5.0	7.1	4.5	13.3	11.2	5.0	0.8	1.0	2.2	2.2	99.6	
C	3.04	3.81	3.76	3.26	3.52	4.54	4.63	5.91	5.69	8.38	4.73	3.40	2.43	3.22	3.46	2.42	99.3	
K	2.74	2.73	2.67	3.02	2.83	2.17	2.11	2.13	2.18	2.06	2.87	3.02	2.27	1.89	2.08	2.40	99.3	
																	京都	16.1
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	10.8	7.7	7.0	6.0	3.0	2.8	4.0	6.4	7.9	5.5	4.3	3.8	6.3	4.7	6.5	12.2	98.9	
C	1.62	1.86	2.68	3.24	2.50	2.05	2.02	2.36	2.52	2.05	1.85	1.65	1.59	1.49	1.99	1.77	99.3	
K	2.87	2.41	2.10	1.85	1.76	2.02	2.22	2.24	2.21	2.32	2.34	2.23	2.65	2.22	1.95	2.41	99.3	
																	広島	95.4
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	17.0	2.5	1.1	1.0	0.8	1.1	1.8	11.2	17.4	16.4	3.5	2.1	1.5	1.3	2.7	18.6	99.9	
C	4.51	2.61	2.47	2.57	2.03	2.23	3.10	4.67	3.94	3.81	2.28	1.86	1.41	1.29	1.80	3.45	99.3	
K	2.18	1.87	1.76	1.89	2.23	2.09	2.30	2.59	3.13	3.04	2.52	2.44	2.62	2.62	2.24	2.41	99.3	
																	神戸	25.9
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	3.2	3.2	8.6	2.7	1.8	3.7	3.4	3.6	7.0	10.0	13.6	9.2	7.6	5.1	7.4	9.9	99.8	
C	2.19	2.51	5.34	3.63	2.40	2.55	2.59	2.80	4.07	4.34	4.34	3.05	2.31	1.85	2.26	2.77	99.3	
K	3.05	2.48	2.22	2.13	2.83	3.03	2.84	2.91	2.44	2.54	2.53	2.51	2.58	2.49	2.52	2.67	99.3	
																	大阪	22.9
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	10.2	13.3	4.7	2.1	1.2	1.6	1.6	1.4	2.6	9.7	14.2	14.9	5.3	3.3	4.8	8.2	99.2	
C	2.07	2.66	2.26	1.89	1.58	1.80	1.94	2.14	2.91	4.05	3.96	3.27	2.28	1.81	1.80	1.93	99.3	
K	2.52	2.24	1.92	1.70	2.09	2.33	2.47	2.03	2.27	2.41	2.56	2.88	2.47	2.23	2.52	2.47	99.3	
																	和歌山	98.8
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	5.8	7.3	11.9	6.6	3.0	1.7	2.5	11.0	9.2	7.1	14.6	3.1	1.4	3.2	4.9	6.6	99.8	
C	3.06	2.44	2.88	2.23	1.89	2.11	3.85	6.08	6.38	5.70	5.39	3.41	2.85	3.38	3.42	3.62	99.3	
K	2.07	2.82	2.86	3.05	2.83	2.06	1.79	2.21	1.98	1.84	2.39	2.20	1.80	2.19	2.15	2.04	99.3	
																	奈良	11.2
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	16.9	14.5	4.9	2.4	2.1	2.3	3.7	7.7	4.5	4.3	3.7	2.8	2.6	3.8	8.9	13.8	98.8	
C	1.41	1.66	1.45	1.05	1.07	1.00	1.54	2.12	1.61	1.64	1.64	1.48	1.29	0.99	1.09	1.16	99.3	
K	2.49	1.93	1.67	2.09	2.13	2.10	1.96	2.17	2.46	2.54	2.55	2.40	2.37	2.73	2.57	2.87	99.3	
																	福岡	24.4
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	3.5	1.6	1.5	2.0	3.5	13.3	10.7	6.7	6.9	3.9	2.0	2.4	3.0	4.2	15.2	19.1	99.5	
C	2.36	2.29	2.61	1.92	1.94	2.36	2.11	2.81	3.03	1.61	1.80	2.25	2.41	2.35	3.74	4.33	99.3	
K	1.67	1.33	1.45	1.74	1.95	2.37	2.32	1.73	1.75	2.30	1.89	1.81	1.97	1.97	2.14	1.91	99.3	
																	長崎	18.6
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計	
風程A	8.2	4.2	2.9	3.5	4.2	3.9	3.3	4.4										

### (3) 基本建て替えの市街地モデルとの比較評価方法の例

- ・ 協動的建て替えの市街地モデルおよび基本建て替えの市街地モデルの両方で、評価対象領域の建物に付設する検査空間における平均風速が 1.0m/s 以上となる頻度を求め、以下の比較評価方法により評価を行うことが考えられる。
- ・ 協動的建て替えの市街地モデルと基本建て替えの市街地モデルの双方で検査空間が一対一に対応しない場合があること(隣戸間が極小となる協動的建て替えルールを適用する場合や、平面形状が著しく異なる場合等)から、付随する検査空間を建物毎に集約して評価に用いることが考えられる。この場合に、建物内の任意位置に居室が配置されることを想定して、付随する検査空間の中で最大となる頻度をもってその建物における評価指標とすることが考えられる。
- ・ CFD の計算精度等を念頭に置いて、平均風速が 1.0m/s 以上となる頻度を「1 週間のうち何日程度か」といったランク分けに対応した評価とすることも考えられる。例えば、「1～2 日/週」程度等とし、そのランクによる比較評価を行う方法が考えられる。