ISSN 1346-7328
国総研資料第 928 号
平 成 ２ ９ 年 １ 月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.928 January 2017

密集市街地における
協調的建て替えルールの策定支援技術の開発

金子 弘・勝又 済・岩見 達也・西澤 繁毅

Development of the Supporting System on Making Harmonious Rules for Rebuilding in Densely Built-up Areas

Hiroshi KANEKO, Wataru KATSUMATA, Tatsuya IWAMI, Shigeki NISHIZAWA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure,Transport and Tourism, Japan

国土技術政策総合研究所資料
第 928 号　　2017 年 1 月

密集市街地における協調的建て替えルールの策定支援技術の開発

金子　弘	*
勝又　済	**
岩見 達也	***
西澤 繁毅	****

概要

密集市街地の整備促進のためには、街並み誘導型地区計画、建ぺい率特例許可、連担建築物設計制度等の各種のまちづくり誘導手法を活用した「協調的建て替えルール」に従って、区域内の各敷地において個別に建て替えを誘導・促進することも有効である。

本資料は、これら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について、市街地の即地的な要素をある程度単純化したモデルのもとで、簡易に予測・評価し、比較することを支援する手法の提案を目的に実施した研究成果を取りまとめたものである。

ｷｰﾜｰﾄﾞ　：　密集市街地、協調的建て替えルール、街区性能水準、防火・避難、日影・採光、換気・通風

---

*	公益財団法人日本住宅・木材技術センター専務理事 （元・国土交通省国土技術政策総合研究所都市研究部長）
**	国土交通省国土技術政策総合研究所都市研究部都市開発研究室長
***	国立研究開発法人建築研究所住宅・都市研究グループ主任研究員 （元・国土交通省国土技術政策総合研究所総合技術政策研究センター建設経済研究室主任研究官）
****	国立研究開発法人建築研究所環境グループ主任研究員 （元・国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部環境・設備基準研究室主任研究官）

Technical Note of NILIM
No.928 January 2017

Development of the Supporting Technology on Making Harmonious Rules for Rebuilding in Densely Built-up Areas

Hiroshi KANEKO	*
Wataru KATSUMATA	**
Tatsuya IWAMI	***
Shigeki NISHIZAWA	****

Synopsis

In order to accelerate improvement in densely built-up areas, it is also effective to induce and accelerate rebuilding on each lot in the area under "the harmonious rules for rebuilding," using exceptional methods for harmonious rebuilding, such as "the street scenery-improving district planning," "the special permission to add to allowable building coverage ratio" and "the combination building design system."

This Technical Note is the fruits of research implemented for the purpose of proposing the supporting methods to easily estimate, evaluate and compare the block performance levels after the rebuildings on the partly simplified model about the local components of a built-up area, which is supposed to be some reference information in making local harmonious rebuilding rules.

Key Words : Densely Built-up Area, Harmonious Rules for Rebuilding, Block Performance Level, Fire Prevention / Evacuation, Shadow / Daylight, Ventilation / Airflow

---

*	Executive Managing Director, The Foundation of Japan Housing and Wood Technology Center (Former Director, Urban Planning Department, NILIM)
**	Head, Urban Development Division, Urban Planning Department, NILIM
***	Senior Research Engineer, Department of Housing and Urban Planning, Building Research Institute, National Research and Development Agency, Japan (Former Senior Researcher, Construction Economics Division, Research Center for Land and Construction Management, NILIM)
****	Senior Research Engineer, Department of Environmental Engineering, Building Research Institute, National Research and Development Agency, Japan (Former Senior Researcher, Environmental and Equipment Standards Division, Building Department, NILIM)

はしがき

本研究資料は、国土交通省国土技術政策総合研究所で実施した行政部費事項立て研究「密集市街地における協調的建て替えルールの策定支援技術の開発」（平成 22～25 年度）の研究成果を取りまとめたものである。

住生活基本計画（全国計画）において「地震時等に著しく危険な密集市街地」を平成 32 年までにおおむね解消することが目標とされるなど、密集市街地の整備促進による防災性の向上は喫緊の課題である。密集市街地の改善に向けては、街並み誘導型地区計画、建ぺい率特例許可、連担建築物設計制度等の各種のまちづくり誘導手法を用いた「協調的建て替えルール」に従って、個別に建て替えを誘導・促進することも一つの有効な整備手法であると考えられる。まちづくり誘導手法の導入検討の際には、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）の比較検討を簡便に行えることが重要と考えられるが、街区性能水準を予測・評価し、比較する科学的・定量的な手法は未だ確立されていない。そこで本研究では、一般的な個別建て替えにより想定される市街地の街区性能水準と、各種の協調的建て替えルールに従った建て替えにより想定される市街地の街区性能水準について、市街地の即地的な要素をある程度単純化したモデルの下で簡易に比較することによる、協調的建て替えルールの策定支援手法の検討に取り組んだ。

本研究資料の構成は次の通りである。第１章「研究の背景・目的」では、密集市街地における協調的建て替えルール導入の有効性について整理を行った。第２章「密集市街地の現状の把握」では、密集市街地のサンプル地区において現状の街区性能水準の実測調査と住民アンケート調査を実施した。第３章「密集市街地の街区性能水準の評価方法の検討」では、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を行った。第４章「密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラムの開発」では、市街地の即地的な要素をある程度単純化した市街地モデルの下で街区性能水準を計算する「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」の開発経緯・概要について整理を行った。第５章「典型密集市街地におけるケーススタディ」では、典型的な密集市街地を対象に、第３章で検討した評価方法に従い、協調的建て替えルールに従った建て替えにより想定される市街地の街区性能水準を計算するケーススタディを仮想的に行った。また、巻末資料として「密集市街地における協調的建て替えルール策定支援のための街区性能水準の予測・評価のレファレンス（試行版）」を添付した。

本研究資料が、密集市街地においてまちづくりを進める際の一つの参考となれば幸いである。

国土交通省国土技術政策総合研究所

密集市街地における
協調的建て替えルールの策定支援技術の開発

目　次

第１章　研究の背景・目的

１．　密集市街地の拡がりと住生活基本計画(全国計画)における整備目標 ····· 1-1

２．　密集市街地において建て替えが進みにくい要因 ····· 1-3

３．　密集市街地における協調的建て替えルールの導入事例 ····· 1-6

４．　本研究の目的 ····· 1-8

第２章　密集市街地の現状の把握

１．　はじめに ····· 2-1

２．　調査の方法 ····· 2-1

２．１　調査内容 ····· 2-1

２．２　調査対象とした類型密集市街地 ····· 2-1

２．３　調査の方法 ····· 2-3

３．　街区性能水準に関する現場実測調査の結果 ····· 2-15

３．１　居室の主開口部の日照時間の実測調査の結果 ····· 2-15

３．２　壁面照度及び道路面照度の実測調査の結果 ····· 2-16

３．３　風速の実測調査の結果 ····· 2-17

４．　街区性能水準等に関する住民アンケート調査の結果 ····· 2-23

４．１　集計の方法 ····· 2-23

４．２　基本属性 ····· 2-23

４．３　街区性能及び満足度 ····· 2-25

４．４　アンケート調査結果と実測調査結果の関連づけ ····· 2-32

５．　調査結果のまとめ ····· 2-36

アンケート調査票（冬季版） ····· 2-38

アンケート調査票（夏季版） ····· 2-45

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 ····· 3-1

２．　街区性能水準評価の基本的な考え方 ····· 3-1

２．１　「絶対評価」と「相対評価」 ･････････････････････････････････ 3-1
２．２　建て替えモデルによる比較評価（相対評価） ･････････････････････ 3-1
２．３　基本建て替えの市街地モデルの考え方 ･････････････････････････ 3-2
２．４　協調的建て替えの市街地モデルの考え方 ･････････････････････････ 3-5
２．５　対象とする街区性能水準の項目の検討 ･････････････････････････ 3-6
３．　街区性能水準の評価方法 ･･･ 3-9
３．１　防火性能水準 ･･･ 3-9
３．２　避難性能水準 ･･･ 3-16
３．３　日影状況 ･･･ 3-23
３．４　採光性能水準 ･･･ 3-26
３．５　換気性能水準 ･･･ 3-29
３．６　通風性能水準 ･･･ 3-34

第４章　密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラムの開発

１．　開発の経緯 ･･･ 4-1
１．１　密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラムに必要な機能 ･･･ 4-1
１．２　市街地火災総合対策支援ツールの概要 ･････････････････････････ 4-1
１．３　本研究での機能拡張の方針 ･････････････････････････････････ 4-2
２．　密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラムの概要 ･････ 4-3
３．　市街地データ管理機能の開発 ･････････････････････････････････････ 4-4
３．１　市街地データのインポート・エクスポート・作成・編集機能 ･･････ 4-4
３．２　自動生成機能 ･･･ 4-5
４．　街区性能水準の評価機能の開発 ･･････････････････････････････････ 4-8
４．１　防火性能水準評価機能 ･････････････････････････････････････ 4-9
４．２　避難性能水準評価機能 ･････････････････････････････････････ 4-27
４．３　日影状況評価機能 ･･･ 4-31
４．４　採光性能水準評価機能 ･････････････････････････････････････ 4-34
４．５　換気・通風性能水準評価機能 ･･････････････････････････････ 4-37
４．６　街区構造基礎集計機能 ･････････････････････････････････････ 4-59
５．　シミュレーション結果の検索・表示・比較等の計算結果管理機能の開発 ･･ 4-61
６．　その他の機能の開発 ･･･ 4-61
６．１　計測機能 ･･･ 4-61
６．２　UNDO/REDO 機能 ･･ 4-61

第５章　典型密集市街地におけるケーススタディ

１．　はじめに ····· 5-1
２．　ケーススタディ地区の概要 ····· 5-1
３．　基本建て替えの市街地モデル及び協調的建て替えの市街地モデルの設定 ··· 5-3
３．１　基本建て替えの市街地モデルの設定 ····· 5-3
３．２　協調的建て替えの市街地モデルの設定 ····· 5-3
４．　街区性能水準の比較評価のシミュレーション ····· 5-5
４．１　延べ面積の計算例 ····· 5-5
４．２　防火性能水準の計算例 ····· 5-7
４．３　避難性能水準の計算例 ····· 5-12
４．４　日影状況の計算例 ····· 5-16
４．５　採光性能水準の計算例 ····· 5-20
４．６　換気性能水準の計算例 ····· 5-23
４．７　通風性能水準の計算例 ····· 5-24

巻末資料　「密集市街地における協調的建て替えルール策定支援のための街区性能水準の予測・評価のレファレンス（試行版）」

第１章

研究の背景・目的

第１章　研究の背景・目的

１．密集市街地の拡がりと住生活基本計画(全国計画)における整備目標

密集市街地においては、防災面や住環境の面で多くの課題を抱えている地区が多く、特に都市の安全確保が喫緊の課題となっている。

平成 23 年 3 月 15 日に閣議決定された住生活基本計画（全国計画）（表 1-1 参照）(※注 1-1) においては、安全・安心で豊かな住生活を支える生活環境の構築を目標の１つに掲げ、住生活の安全を確保する住宅及び居住環境の整備を図るため、基礎的な安全性確保の指標の１つとして、「地震時等に著しく危険な密集市街地の面積」(延焼危険性又は避難困難性が高く、地震時等において最低限の安全性を確保することが困難である、著しく危険な密集市街地）約 6,000ha を平成 32 年度までに概ね解消するとの目標が定められた。また、密集市街地の整備促進に向けた「基本的な施策」として、住宅の耐震改修、老朽建築物の建て替え・除却や、避難経路、消防環境等の地域特性を踏まえた対策等が位置付けられた。

図 1-1　防災上危険な密集市街地

平成 24 年 10 月 12 日には、国土交通省の詳細な調査結果により、「地震時等に著しく危険な密集市街地」は全国に 197 地区（5,745ha）存在することが公表された（表 1-2、図 1-2 参照)。「地震時等に著しく危険な密集市街地」については、最低限の安全性確保のための当面の目標として、地震時等において同時多発火災が発生したとしても際限なく延焼せず避難が困難とならないこととし、地震時等における市街地大火の危険性を判断する基準として、従来から用いている「延焼危険性」の指標に加え、地震時等における避難の困難さを判断する基準と

表 1-1　住生活基本計画（全国計画）抜粋

住生活基本計画(全国計画)(平成 23～32 年度）（平成 23 年3月 15 日閣議決定） ※抜粋

■目標

［住生活の安全を確保する住宅及び居住環境の整備］
大規模な地震時等において危険な住宅及び住宅市街地の安全性の確保等により、安全・安心な住宅及び居住環境の整備を図る。

■指標

［基礎的な安全性の確保］
・新耐震基準(昭和 56 年基準)が求める耐震性を有する住宅ストックの比率
【79%(平 20)→95%(平 32)】
・地震時等に著しく危険な密集市街地の面積
【約 6,000ha(平 22)→おおむね解消(平 32)】

■基本的な施策

○ 住宅の耐震化を徹底するため、地方公共団体と連携した支援制度の整備、技術者の派遣・育成、相談体制の整備等により耐震診断、耐震改修、建替え等を促進する。また、犯罪の危険性に備え、住宅の防犯性向上のための情報提供等を行う。

○ 延焼・倒壊の危険性の高い老朽建築物の建替え・除却や、避難経路、消防環境等の地域特性を踏まえた対策、道路幅員等に関する建築基準法上の緩和措置の活用等により密集市街地の整備を促進する。また、宅地耐震化対策、浸水対策、土砂災害対策、津波・高潮対策等を推進する。

して「避難困難性」の指標を併せ考慮するとともに、各地方公共団体が個々の地域の特性を踏まえて位置づけの要否を判断して指定が行われている。

※注 1-1　平成 28 年 3 月 18 日に閣議決定された新たな住生活基本計画（全国計画）（平成 28～37 年度）では、「地震時等に著しく危険な密集市街地」の面積約 4,450ha（平成 27 速報）を平成 32 年までにおおむね解消することとされている。

表 1-2　「地震時等に著しく危険な密集市街地」の指定状況（平成 24 年国土交通省公表）

都道府県	地区数	面積	市町村	地区数	面積
埼玉県	2地区	54ha	川口市	2地区	54ha
千葉県	1地区	9ha	浦安市	1地区	9ha
東京都	113地区	1,683ha	文京区	1地区	13ha
			台東区	3地区	29ha
			墨田区	19地区	389ha
			品川区	23地区	257ha
			目黒区	3地区	47ha
			大田区	4地区	61ha
			世田谷区	6地区	104ha
			渋谷区	3地区	45ha
			中野区	9地区	152ha
			豊島区	5地区	84ha
			北区	21地区	270ha
			荒川区	8地区	126ha
			足立区	8地区	107ha
神奈川県	25地区	690ha	横浜市	23地区	660ha
			川崎市	2地区	30ha
愛知県	3地区	104ha	名古屋市	2地区	87ha
			安城市	1地区	17ha
滋賀県	2地区	10ha	大津市	2地区	10ha
京都府	13地区	362ha	京都市	11地区	357ha
			向日市	2地区	5ha

都道府県	地区数	面積	市町村	地区数	面積
大阪府	11地区	2,248ha	大阪市	1地区	1,333ha
			堺市	1地区	54ha
			豊中市	2地区	246ha
			守口市	2地区	213ha
			門真市	1地区	137ha
			寝屋川市	3地区	216ha
			東大阪市	1地区	49ha
兵庫県	4地区	225ha	神戸市	4地区	225ha
和歌山県	2地区	13ha	橋本市	1地区	5ha
			かつらぎ町	1地区	8ha
徳島県	8地区	30ha	鳴門市	2地区	3ha
			美波町	4地区	24ha
			牟岐町	2地区	2ha
香川県	1地区	3ha	丸亀市	1地区	3ha
愛媛県	1地区	4ha	宇和島市	1地区	4ha
高知県	4地区	22ha	高知市	4地区	22ha
長崎県	4地区	262ha	長崎市	4地区	262ha
大分県	2地区	26ha	大分市	2地区	26ha
沖縄県	1地区	2ha	嘉手納町	1地区	2ha
	197地区	5,745ha		197地区	5,745ha

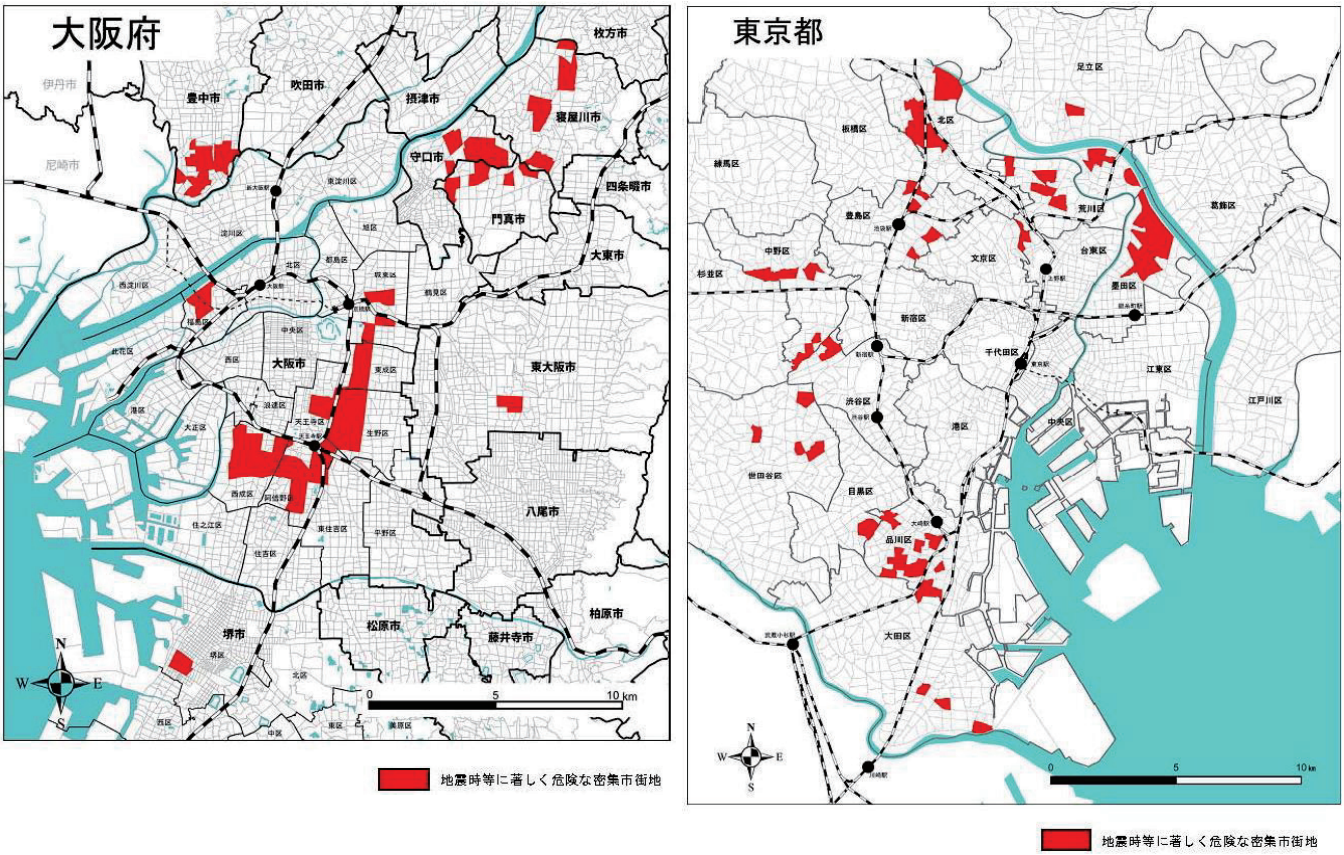


図 1-2　「地震時等に著しく危険な密集市街地」の分布（平成 24 年国土交通省公表。左：大阪、右：東京）

２．密集市街地において建て替えが進みにくい要因

密集市街地においては、一般に、①地権者の高齢化による建て替え意欲・資力の低下、②借地持家や借家（アパート）の複雑な権利関係、③接道不良・狭小敷地等の条件から建替えに際して建築基準法集団規定の接道要件、道路斜線制限、建ぺい率制限等に適合させることが困難であること、の大きく３点が、建築物の建て替えが進みにくい要因であると指摘されている（図 1-3）。国土技術政策総合研究所が平成 20 年度に実施した全国の「密集市街地を抱える市区町村」を対象としたアンケート調査においても、地権者の高齢化や資金不足、接道不良・敷地狭小が、密集市街地において建て替えが進みにくい要因の大きなものとして挙げられている（図 1-4）。

実際、国土技術政策総合研究所が平成 21 年度に実施した全国の重点密集市街地（※注 1-2）を対象とした実態調査では、幅員４ｍ未満の細街路率や 100 ㎡未満敷地率の高い地区においては、建物更新率が低い傾向が現れている（図 1-5、図 1-6）。

※注 1-2　重点密集市街地：都市再生プロジェクト（第三次決定）（平成 13 年 12 月４日　都市再生本部決定）において定められた、地震時に大きな被害が想定される危険な密集市街地（東京、大阪各々約 6,000ha、全国で約 25,000ha）のうち、特に大火の可能性の高い危険な市街地（東京、大阪各々約 2,000ha、全国で約 8,000ha）。前述の住生活基本計画（全国計画）（平成 23 年３月 15 日閣議決定）において、「地震時等に著しく危険な密集市街地の面積」に見直しが行われた。

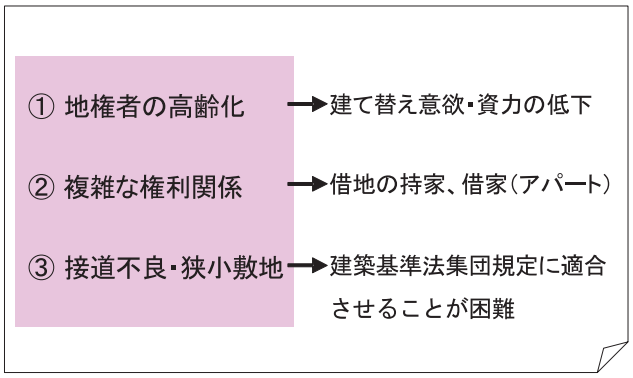
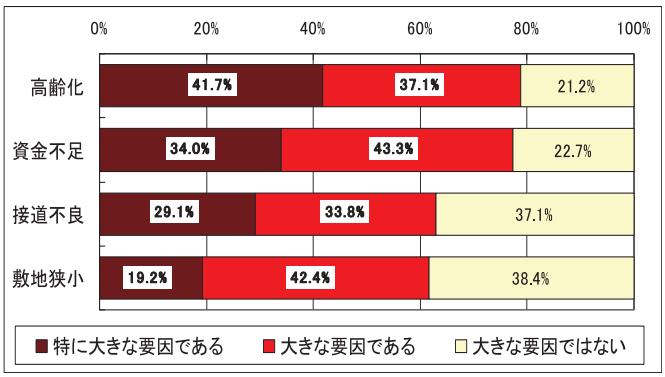


図 1-3　密集市街地において建て替えが進みにくい要因



※全国172の「密集市街地を抱える市区町村」を対象としたアンケート

図 1-4　建て替えが進みにくい要因に関するアンケート結果

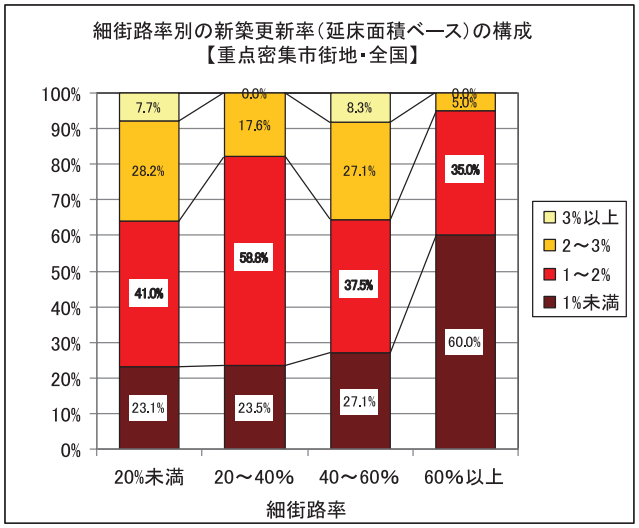


図 1-5　重点密集市街地における細街路率と更新率の関係

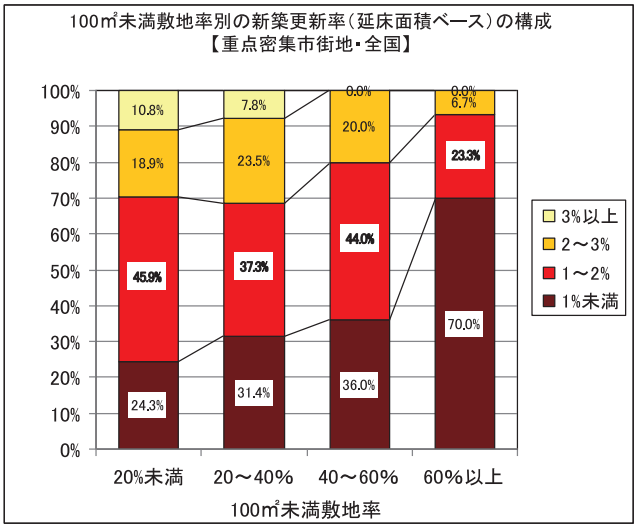


図 1-6　重点密集市街地における 100 ㎡未満敷地率と更新率の関係

密集市街地の整備改善を進めるため、街路事業、公園事業等により災害時の延焼遮断帯や避難路となる主要生活道路、主要生活道路沿道の不燃化建て替え、一時避難場所となる公園の整備といった、「ガワ」の整備とともに、住宅市街地総合整備事業等により狭隘道路と狭小敷地で構成される街区内部「アン」についても、老朽建築物の除却・建替え、道路、公園等の地区内の公共施設の整備が進められている。

一方、密集市街地の「アン」においては、「接道不良」や「狭小敷地」の問題を抱えていることが多く、老朽建築物の建て替えにおいて、建築基準法集団規定の接道要件、道路斜線制限、建ぺい率制限等に適合させることが困難となり、建て替えが進みにくいケースも見受けられる。

図 1-7　「ガワ」と「アン」

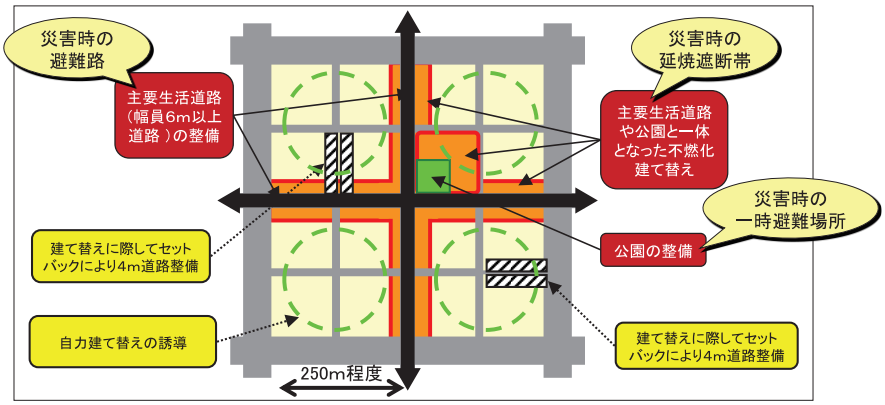


図 1-8　一般的な密集市街地整備の進め方

建築基準法の集団規定に適合させることが困難となるケースについては、主に以下の点が考えられる。

- 接道要件に適合させることが困難なケース
- 道路斜線制限に適合させることが困難なケース
- 建ぺい率制限に適合させることが困難なケース
- 前面道路幅員容積率制限に適合させることが困難なケース

接道要件に適合させることが困難なケースについては、①二項道路に接するものの道路中心線から２ｍのセットバックが困難なケース、②接道幅が２ｍ未満のケース、③建築基準法上の道路に接道していないケース、が挙げられる（図 1-9）。

道路斜線制限に適合させることが困難なケースについては、床面積が狭いので建て替えに際し例えば総３階建て化することにより床面積を拡大したいが、接道幅員が狭いため道路斜線制限に抵触し十分な建築ボリュームが確保できないというケースが挙げられる（図 1-10）。

建ぺい率制限に適合させることが困難なケースについては、狭小敷地において建て替えにより１階部分の建築面積を拡大したいケース、特に建ぺい率の既存不適格建築物について建ぺい率制限に適合した建て替えを行うと従前よりも建築面積が小さくなってしまうケースが挙げられる。

前面道路幅員容積率制限に適合させることが困難なケースについては、地域に 200％や 300％の容積率が指定されていても、前面道路幅員が狭く、例えば住居系用途地域で前面道路幅員が４ｍの場合、４×0.4＝160％の容積率までしか利用できず、総３階建てへの建て替えや事業性のある建物が建築できないケースが挙げられる。

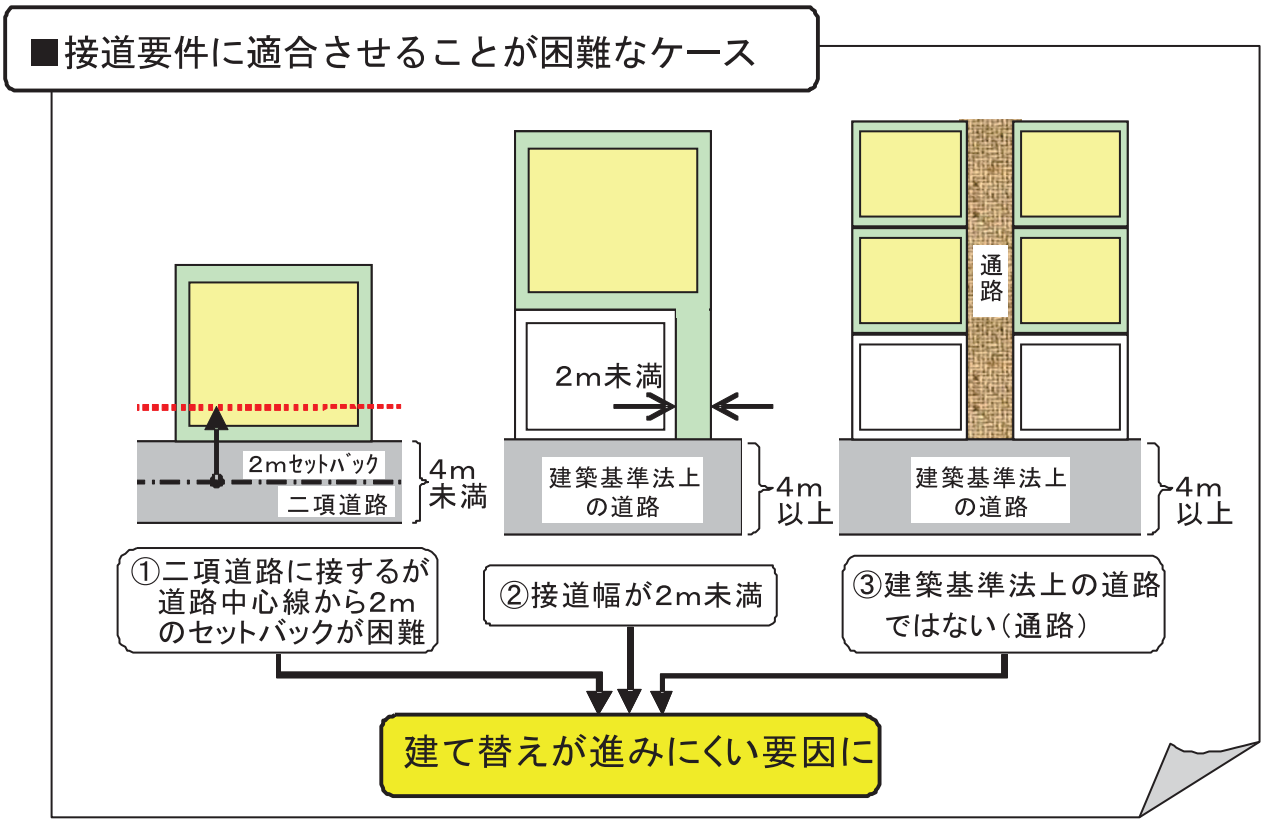


図 1-9　建て替え時に接道要件に適合させることが困難なケース

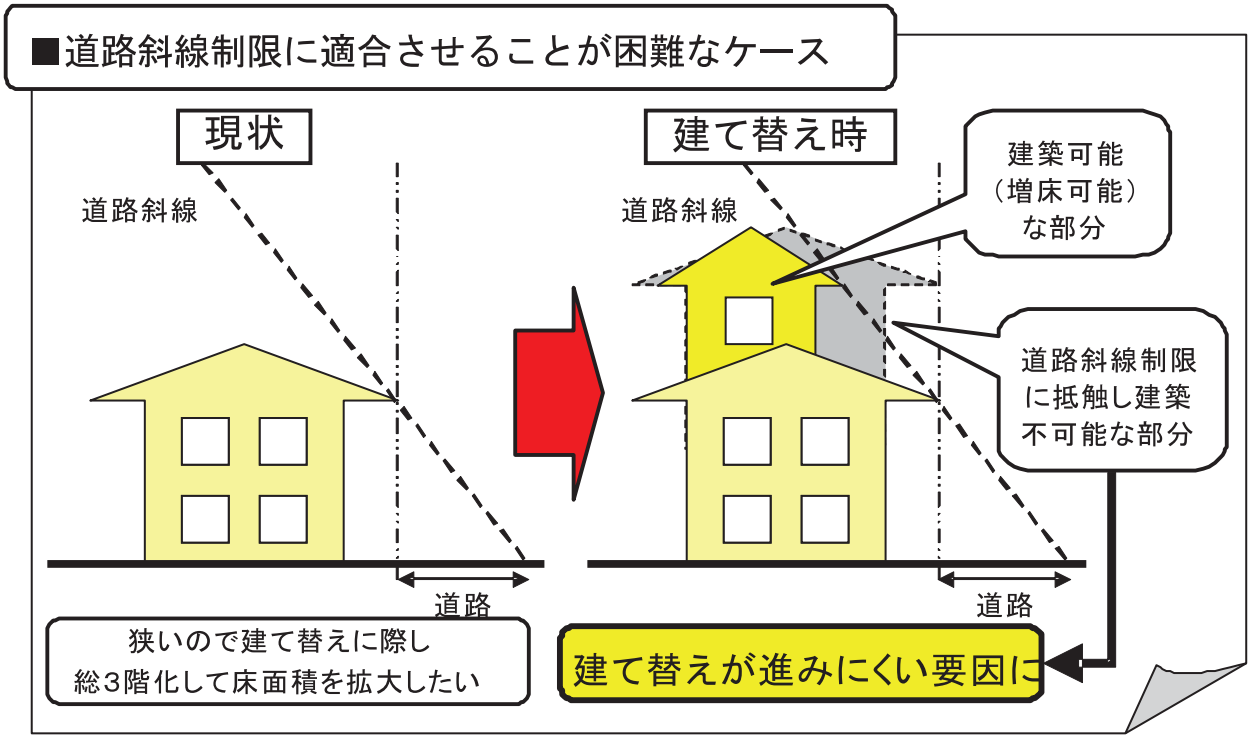


図 1-10　建て替え時に道路斜線制限に適合させることが困難なケース

３．密集市街地における協調的建て替えルールの導入事例

狭隘道路と狭小敷地で構成される密集市街地の街区内部（アン）では、建築基準法の集団規定に適合させることが困難となり建て替えが進みにくいケースが見受けられるが、建築基準法には、そのような場合でも建て替えを可能にする各種の「まちづくり誘導手法」が用意されている。これらの手法は、区域内の住民の合意等により、地域で定められている一般規制について、緩和・強化を行う区域独自の建築ルールを定め、個別の建て替えの促進と居住水準や住環境の改善を目指すものである。一部の地方公共団体においては、密集市街地の火災安全性能や住環境性能の改善を図るため、図 1-11 に示すような、街並み誘導型地区計画、建ぺい率特例許可、法第４２条第３項による道路指定、連担建築物設計制度、法第４３条ただし書による許可等の各種のまちづくり誘導手法を活用して建築物の建て替え誘導、促進の取り組みが進められている。これらの手法を用いた「協調的建て替えルール」に従って、区域内の各敷地において個別に建て替えを誘導・促進することも、密集市街地の改善に向けて有効である。

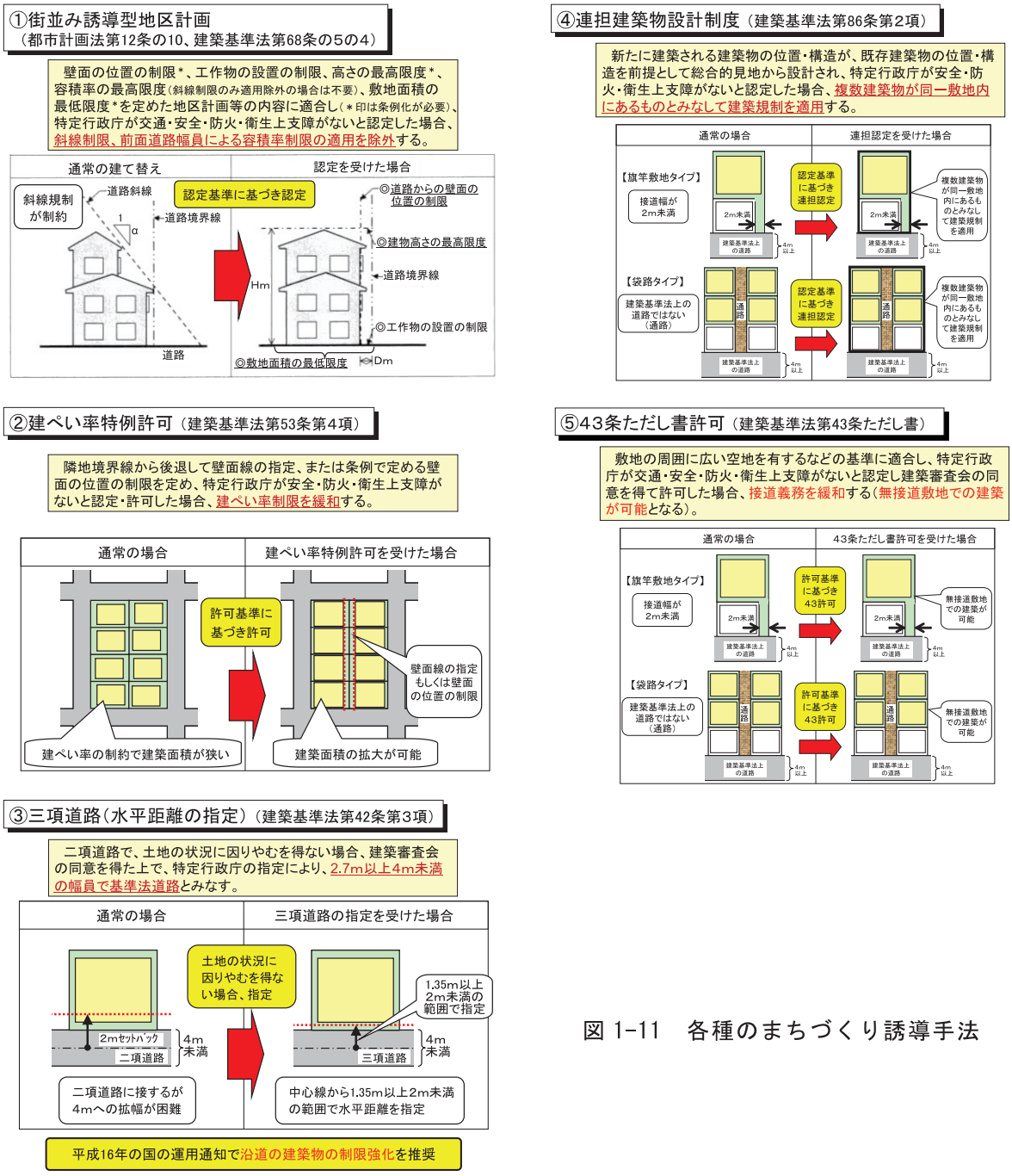


図 1-11　各種のまちづくり誘導手法

東京都品川区戸越一丁目地区では、４ｍ未満の細街路に面する狭小敷地が数多く存在し、二項道路拡幅、道路斜線制限、前面道路幅員に基づく容積率制限等により従前床面積の確保が難しいことから建て替えが停滞していたが、平成 14 年 6 月に街並み誘導型地区計画を計画決定し、地区計画の認定により道路斜線制限や前面道路幅員容積率制限等を適用除外とした建て替えを行っている（図 1-12）。

図 1-12　街並み誘導型地区計画の認定を受けた建て替え事例（東京都品川区戸越一丁目地区）

大阪市では、長屋などの狭小な老朽木造住宅の密集市街地が多く存在し、建ぺい率を守って建て替えようとすると床面積が小さくなるため建て替えが進まない状況が防災上・住環境上の課題となっていたが、大阪市による要望もあり平成 12 年の建築基準法改正で建ぺい率許可制度が創設されたのを受け、平成 14 年 5 月に建ぺい率許可制度に関する基準を定め、狭小敷地において建ぺい率を緩和した建て替えを行っている（図 1-13）。

図 1-13　建ぺい率特例許可を適用した建て替え事例（大阪市）

東京都中央区月島地区では、二項道路の狭い路地沿いに狭小長屋が建ち並び、建て替えが困難、違法増築が増加する状況に対して、３階建てへの合法的な建て替えが可能となるよう、平成 9 年に街並み誘導型地区計画を適用し道路斜線制限等を緩和するとともに、平成 15 年に建築基準法第 43 条の２（三項道路沿道建築物への制限付加条例）が創設され平成 16 年に国の技術的助言が出されたのを機に、二項道路を幅員 2.7ｍの三項道路に指定（さらに街並み誘導型地区計画により三項道路の境界線から 0.3ｍの壁面の位置の制限を行い、合計 3.3ｍの空間を確保）することにより、路地空間を維持しながら建築規模を増大させ耐火性能を向上させた建て替えを行っている（図 1-14）。

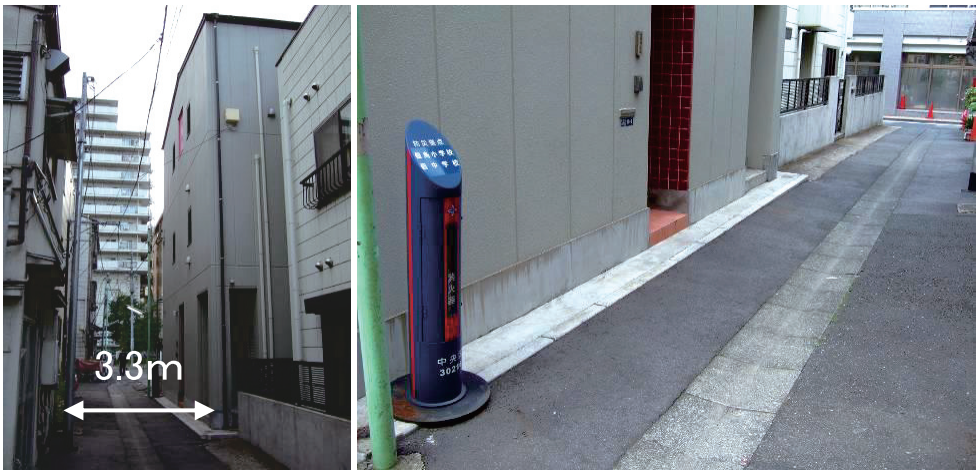


図 1-14　三項道路と街並み誘導型地区計画を適用した建て替え事例（東京都中央区月島地区）

京都市の都心部には二項道路に認定されていない袋路が多数存在（3000 本、都心区の住宅の約 14%）するが、４３条ただし書許可による①現況幅員 1.8m以上、②通路中心からの２m後退、③２階建て以下、の基準では建て替え困難なため、都心居住推進を目的として、連担建築物設計制度の活用により袋路内での３階建てへの協調建て替えを可能にしている（図 1-15）。

図 1-15　連担建築物設計制度を適用した建て替え事例（京都市）

密集市街地の防災性能や住環境性能の改善に向けて取組みが進められる中で、狭隘道路と狭小敷地で構成されることから建て替えが進みにくい密集市街地の街区内部（アン）では、これらの協調的建て替えルールの導入による建て替え促進が期待される。

４．本研究の目的

まちづくり誘導手法の導入検討の際には、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えることが重要と考えられる。

しかしながら、このようなまちづくり誘導手法を用いて建て替えが行われた場合に、どのような市街地となるか想定することや、建て替え後の想定市街地について、街区性能水準を予測・評価し、比較する科学的・定量的な手法は未だ確立されていない。

そこで本研究では、行政担当者やまちづくりコンサルタントによるまちづくり誘導手法を用い

た協調的建て替えルールの策定を支援するため、一般的な個別建て替えにより想定される市街地の街区性能水準と各種の協調的建て替えルールに従った建て替えにより想定される市街地の街区性能水準について、市街地の即地的な要素をある程度単純化したモデルのもとで簡易に比較することを支援する手法の策定を目的としている。

本研究の主な構成は以下の通りである。

(1)　密集市街地における街区性能水準の実測と住民ニーズの把握

(2)　密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価手法の検討

(3)　密集市街地における協調的建て替えルール策定支援のための街区性能水準の予測・評価のレファレンス（試行版）の検討

第２章

密集市街地の現状の把握

第２章　密集市街地の現状の把握

１．はじめに

密集市街地で実現されている街区性能水準の現状と、現状に対する住民ニーズ等を把握するため、類型密集市街地（接道不良型、狭小敷地型、斜面地型、旧漁村型）を対象に、現場において現状の街区性能水準（実測が可能な、日照、採光、通風）を実測するとともに、街区性能水準等に関する住民アンケート調査を実施した。

なお､本章で示す調査結果は､調査対象としてサンプル的に抽出した地区における実態であり、必ずしも他地区においても同様の傾向を示すとは限らないことに留意が必要である。

２．調査の方法

２．１　調査内容

調査は以下の３点で構成される。

①日照時間、壁面照度、風速に関する実測調査

調査員の外観目視による各建物における日照時間の実測、照度計による各建物の壁面照度の実測、及び風速計の設置による風向・風速分布の実測を行った。

②街区性能水準等に関する住民アンケート調査

地区住民に対し、街区性能水準に関する満足度やニーズ、建築ルールに関するアンケート調査を行った。

③地区の３次元データの作成（地形、道路、敷地、建物、垣・柵・植栽、反射率等）

街区性能水準をシミュレーションソフトにより計算する際に必要となる建物・道路等に関する３次元データを、現地調査及び行政資料等を用いて作成した。

なお、季節による気象条件の違いを考慮し、①の実測調査と②の住民アンケート調査は、１箇所の対象地区について夏季（平成 23 年 8～9 月）と冬季（平成 23 年 1～2 月、p.2-2 の「一般住宅地」のみ平成 24 年 2 月）の２回実施した。

２．２　調査対象とした類型密集市街地

道路、敷地、建物、地形等の市街地構成要素の異なる、「接道不良型」「狭小敷地型」「斜面地型」「旧漁村型」の類型密集市街地の中から１地区ずつ選定し､合計４地区において調査を実施した。また、比較対象として「一般住宅地」を１地区選定し、同様の調査を実施した。

各類型密集市街地の特徴と、対象とした密集市街地の状況を以下に示す。

①接道不良型（1.0ha）

東京を中心に大都市で一般的に見られ、主に建築基準法制定以前に形成された、４ｍ未満の狭隘道路と接道不良の狭小戸建住宅・木造賃貸住宅で構成される密集住宅地である。

接道要件を満たせず建て替えが進みにくい敷地の主なタイプとしては、①二項道路沿道の敷地が狭いため道路中心線から２ｍのセットバックが困難な敷地、②接道幅が２ｍ未満の敷地、③建築基準法上の道路ではない「通路」にしか接していない敷地、が挙げられる。

図 2-1　対象とした接道不良型密集市街地の状況

また、道路幅員が狭いため、道路斜線制限（住居系用途地域では勾配 1.25）や前面道路幅員容積率制限（住居系用途地域では道路幅員×0.4）に適合した建て替えが進みにくい場合や、狭小敷地では建て替える場合に十分な床面積を確保できない場合がある。

②狭小敷地型（1.8ha）

道路幅員は４ｍ弱はあり、行き止まりは少なく街区が形成される等、一定の道路基盤は整っているが、敷地が極めて狭小な（30～50㎡程度の）戸建住宅等で構成される密集住宅地で、大阪等関西圏を中心に多く見られる。

戸建住宅は間口が狭く隣棟間隔がなく、外観は長屋住宅に近い。建ぺい率の違反もしくは既存不適格が多く、適法に建て替えようとすると従前よりも建築面積が狭くなってしまう場合が多い。

図 2-2　対象とした狭小敷地型密集市街地の状況

③斜面地型（1.8ha）

平坦地の少ない都市において市街地縁辺部の斜面地を上るようにスプロール的に開発・形成された住宅地である。

道路基盤が未整備という点では、接道不良型密集住宅地に含まれるが、移動には急傾斜の階段を上り下りしなくてはならず、通勤・通学、買い物、宅配、福祉サービス等の日常生活が不便なばかりでなく、避難・消防・救急等緊急時の活動に大きな支障がある。

図 2-3　対象とした斜面地型密集市街地の状況

地形上通風･採光面には優れているものの、狭隘道路におけるセットバックが非常に難しい他、北側斜面の場合は北側敷地への日影の影響が大きくなる傾向にある。なお、本調査の対象地区は北東方向に下る斜面である。

④旧漁村型（1.2ha）

旧漁村に多く見られる、集団規定とは無関係に形成された集落で、入り組んだ狭い路地（通路）に面して住宅が建て詰まった基盤未整備型の密集住宅地である。

都市計画区域に編入され集団規定が適用された漁村集落では、住宅の多くが接道規定を満たせないこと等により建て替えを行うことが困難となる場合が多い。

本調査対象地区の南側は海（漁港）である。

図 2-4　対象とした旧漁村型密集市街地の状況

⑤＜参考＞一般住宅地（2.3ha）

本調査の対象地区は、昭和初期に耕地整理事業により開発された低層戸建住宅地である。平坦で街区や敷地の形状が整っており、平均道路幅員 5.8m、平均敷地規模 190 ㎡と、東京都内では良好住宅地の部類に属するが、開発許可による低層戸建住宅地と見なせば全国的には一般的な住宅地であり、比較対象として選定した。

図 2-5　対象とした一般住宅地の状況

２．３　調査の方法

２．３．１　日照時間、壁面照度、風速に関する実測調査の方法

２．３．１．１　日照時間の実測調査の方法

晴天時、午前８時台から午後４時台まで１時間おきに建物外壁の日影状況を調査票にスケッチするとともに写真撮影し、p. 2-4 に示すように、開口部に引いた水平中心線に一部でも日が当たっていれば日照が確保されていると判定し、各階主開口部における日照時間を算出した。９時間帯分のサンプルを取得しているが、日影規制の対象時間は午前８時～午後４時の８時間となることから、日照時間の集計・分析を行うに当たっては、以下のとおり補正した日照時間を用いた。

補正日照時間：（午前９時台～午後３時台の日照時間）＋｛（午前８時台＋午後４時台）÷２｝

なお、日照時間の実測調査は、居住者から了承が得られた建物・壁面のみを対象に実施した。

図 2-6　開口部における日照時間調査に関する現地調査票及び撮影写真の例

表 2-1　調査対象地区における日照時間の実測箇所数（括弧内は実測棟数）

調査対象地区	冬季	夏季
接道不良型	18 箇所（ 8 棟）	55 箇所（20 棟）
狭小敷地型	24 箇所（ 9 棟）	54 箇所（21 棟）
斜面地型	24 箇所（ 8 棟）	63 箇所（23 棟）
旧漁村型	15 箇所（ 7 棟）	81 箇所（26 棟）
＜参考＞一般住宅地	24 箇所（12 棟）	23 箇所（11 棟）

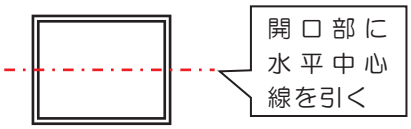
＜日照判定の考え方＞

①対象とする開口部

・居間がある主開口部または居室がある主開口部とする。

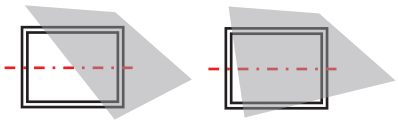
②判定する開口部の位置

・開口部の水平中心線を引いた位置で日照が確保されていることを確認する。

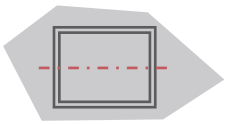


Case1：中心線上に影がない（判定○）

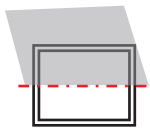
Case3：中心線上の一部でも日照が確保（判定○）



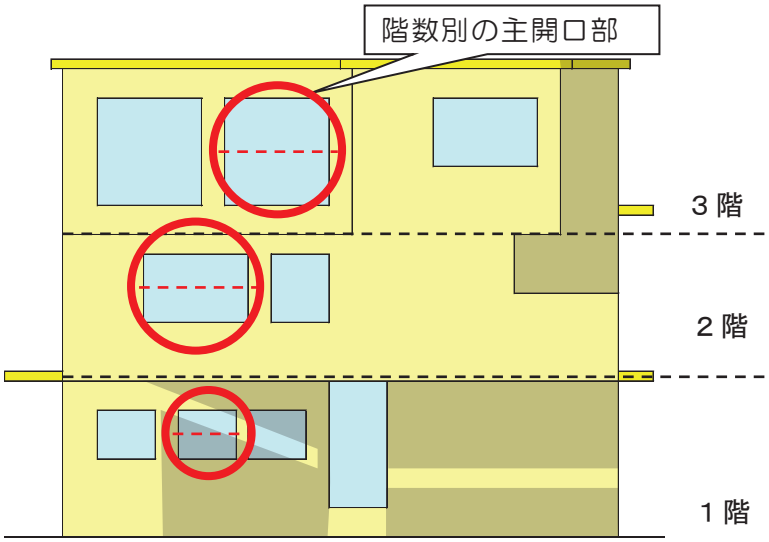
Case2：中心線上のすべてが影（判定×）



Case4：中心線とほぼ同じ位置に影がある場合（判定○）



＜日照判定の例＞



● １階部分（判定…○）

開口部の７割程度は影になっているが、中心線上の一部で日照が確保されているため、判定○とする。

● ２階部分（判定…○）

開口部に影がない

● ３階部分（判定…○）

開口部に影がない

２．３．１．２　壁面照度の実測調査の方法

晴天時は時間帯によって照度が変動するため、光の分布が安定している曇天時を選び、①全天空照度、及び②建物外壁・開口部・道路面等の照度を、照度計を用いて計測した。調査は 10:00～14:00 を基本として実施した。照度計は、KONIKAMINOLTA 社 T-10P を用いた。

①全天空照度

周囲に遮蔽物の無い公共建築物の屋上において全天空照度を実測した。実測地点は１地区当たり１地点とした。建物外壁・開口部・道路面等における照度の実測値との同期を図るため、1 分間隔で測定を行った。なお、1 分間隔の測定において間隔を空けずに 2 回記録した。

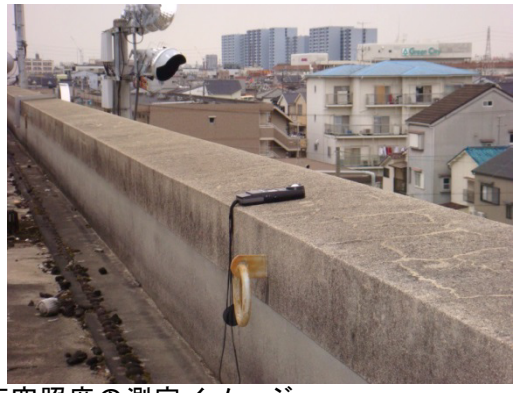


図 2-7　屋上における全天空照度の測定イメージ

②建物外壁・開口部・道路面等の照度

各実測地点において、建物外壁・開口部・道路面における照度を実測した。外壁及び開口部は建物１階部分の地上高さ 1.5mの位置の鉛直面（横向き）照度、道路面では地上高さ 1.2mの位置の水平面（上向き）照度を、それぞれ測定間隔を空けずに 2 回測定した。

なお、壁面照度の実測調査は、居住者から了承が得られた建物・壁面のみを対象に実施した。プライバシー保護の観点から、実測対象とした建物・壁面の掲載は控えることとする。

図 2-8　照度の測定イメージ
（左から、建物外壁、開口部、道路面）

表 2-2　調査対象地区における壁面照度の実測箇所数（括弧内は実測棟数）

調査対象地区	冬季	夏季
接道不良型	13 箇所（ 8 棟）	52 箇所（30 棟）
狭小敷地型	25 箇所（10 棟）	52 箇所（29 棟）
斜面地型	23 箇所（ 9 棟）	40 箇所（19 棟）
旧漁村型	15 箇所（ 7 棟）	83 箇所（40 棟）
＜参考＞一般住宅地	33 箇所（12 棟）	39 箇所（13 棟）

建物外壁・開口部・道路面における照度の集計・分析に当たっては、曇天時であっても測定時刻によって全天空照度の測定値が変動するため、以下のとおり、測定時刻と同一時刻の全天空照度の実測値を用い、15,000Lx の全天空照度を基準値として補正した照度を用いることとした。

補正照度：（開口部等における照度）×（15,000Lx÷同一時刻による全天空照度の実測値）

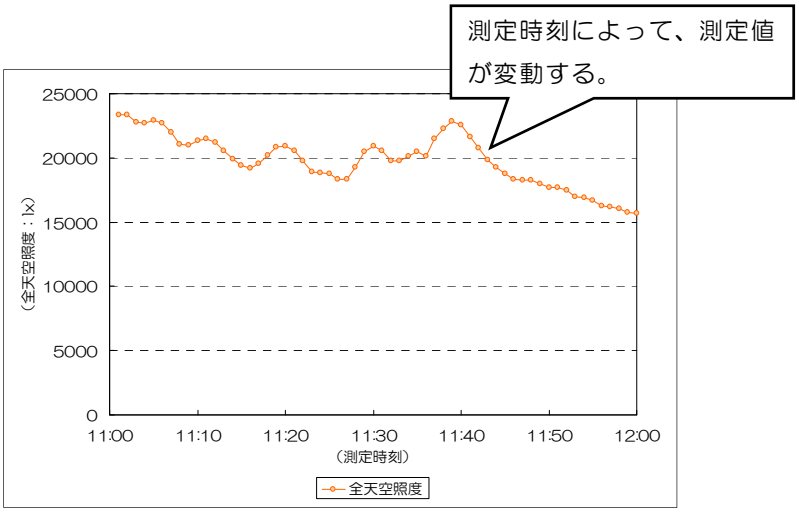


図 2-9　【参考】全天空照度実測調査結果（平成 23 年 9 月 1 日、旧漁村型地区）

以降、分析に用いる建物外壁・開口部・道路面における照度の実測値は、２回測定した実測値を上記の補正方法によりそれぞれ補正し、平均した値を用いる。

（冬季及び夏季の補正後の実測データについて）

類型密集市街地４地区における夏季調査及び一般住宅地における夏季・冬季調査では、建物外壁・開口部・道路面における照度の実測値は、前述のとおり、測定時刻と同時刻の全天空照度の実測値を用い、15,000Lx の全天空照度を基準値として補正を行っている。そのため、補正の基準となる全天空照度は曇天時に１分間隔でデータを取得している。

しかし、類型密集市街地４地区における冬季調査では、全天空照度は、建物外壁・開口部・道路面における照度の実測時間帯に１回だけしか実測しなかったため､同一時刻での補正ができず、その１回だけ実測した全天空照度を用いて補正を行うこととなった。

従って、夏季と冬季の調査結果を比較する際には、注意が必要である。

２．３．１．３　風速の実測調査の方法

風速計（DAVIS 社 Vantage Pro2）を使用し、①上空風及び②建物の開口部近傍における風速分布を測定した。測定期間は１週間とし、機材を常設して連続測定を実施した。データは５分間隔としてデータロガーに蓄積した。

①上空風の風速分布

小学校等、周囲に遮蔽物の無い公共建築物の屋上において風速分布を実測した。上空風の実測地点は１地区当たり１地点とした。

図 2-10　屋上における上空風の風速分布の測定イメージ

②開口部近傍の風速分布

開口部近傍における地上高さ 1.5mの位置（地表面から風速計のウィンドカップまでの距離）の風速・風向分布を実測した。２階以上の開口部について計測する場合は、ベランダ等の柵等に設置した。

なお、風速の実測調査は、居住者から了承が得られた建物のみを対象に実施した。その結果、冬季調査では狭小敷地型において２階開口部で風速計を設置することができなかった。プライバシー保護の観点から、実測対象とした建物や風速計の設置位置の掲載は控えることとする。

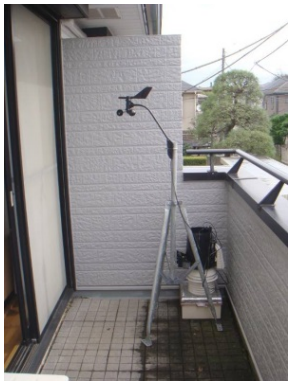


図 2-11　開口部近傍の風速分布の測定イメージ

表 2-3　調査対象地区における開口部近傍の風速分布の実測箇所数（データ欠損箇所除く）

調査対象地区	冬季	夏季
接道不良型	12 箇所(地上 8 箇所, 2 階 4 箇所)	21 箇所(地上 13 箇所, 2 階 8 箇所)
狭小敷地型	11 箇所(地上 11 箇所, 2 階 0 箇所)	24 箇所(地上 17 箇所, 2 階 7 箇所)
斜面地型	10 箇所(地上 9 箇所, 2 階 1 箇所)	23 箇所(地上 22 箇所, 2 階 1 箇所)
旧漁村型	12 箇所(地上 7 箇所, 2 階 5 箇所)	24 箇所(地上 15 箇所, 2 階 9 箇所)
＜参考＞一般住宅地	17 箇所(地上 11 箇所, 2 階 6 箇所)	18 箇所(地上 10 箇所, 2 階 8 箇所)

実測調査において取得可能な風速データは、平均風速データと最大風速データの２種類のデータとして、それぞれ５分間隔でロガーへ蓄積される。平均風速データは５分間の風速の平均値、最大風速データは５分間の風速データの最大値である。

平均風速データは、下表に示すとおり、「ロガーに蓄積される際の風速表示」で整理することとし、集計に使用する平均風速データは、ロガーに蓄積される風速表示の場合に平均風速データが取り得る範囲の「中央値」とする。

表 2-4　平均風速データの取り扱いについて

ロガーに蓄積される際の風速表示	左の風速表示の場合に平均風速データが取り得る範囲	平均風速データが取り得る範囲の中央値
0.0 m/s（風向なし）	無風	0.00 m/s
0.0 m/s（風向あり）	0.0m/s≦ 平均風速＜0.4 m/s	0.20 m/s
0.4 m/s	0.4m/s≦ 平均風速＜0.9 m/s	0.65 m/s
0.9 m/s	0.9m/s≦ 平均風速＜1.3 m/s	1.10 m/s
1.3 m/s	1.3m/s≦ 平均風速＜1.8 m/s	1.55 m/s
1.8 m/s	1.8m/s≦ 平均風速＜2.2 m/s	2.00 m/s
2.2 m/s	2.2m/s≦ 平均風速＜2.7 m/s	2.45 m/s
2.7 m/s	2.7m/s≦ 平均風速＜3.1 m/s	2.90 m/s
3.1 m/s	3.1m/s≦ 平均風速＜3.6 m/s	3.35 m/s
3.6 m/s	3.6m/s≦ 平均風速＜4.0 m/s	3.80 m/s
4.0 m/s	4.0m/s≦ 平均風速＜4.5 m/s	4.25 m/s
4.5 m/s	4.5m/s≦ 平均風速＜4.9 m/s	4.70 m/s
4.9 m/s	4.9m/s≦ 平均風速＜5.4 m/s	5.15 m/s
5.4 m/s	5.4m/s≦ 平均風速＜5.8 m/s	5.60 m/s

２．３．２　街区性能水準等に関する住民アンケート調査の方法

冬季・夏季の日当たりと風通し等の街区性能水準や、防災面等に関する類型密集市街地の居住者意識について把握するため、住民アンケート調査を行った。

質問項目として、居住世帯や住宅の属性のほか、住宅の明るさ、日当たり、風通しといった街区性能の現状水準に関する満足度や不満の解消対策（照明や空調の設備利用等）、防災面に関する不安や問題意識、賛成できる建築ルール、自由意見を設定した。回答は、世帯のうち「在宅時間が最も長い方」に依頼した。

表 2-5　設問内容一覧

調査項目	設問内容	
基本属性	年齢層、家族構成、敷地規模、延べ床面積、入居年次、建築年次、自宅の所有形態、居間のある階数・方位	
街区性能及び満足度	日当たり	現状水準の満足度・不満点、不満点を解消するための対策
	明るさ	現状水準の満足度・不満点、照明の利用頻度 不満点を解消するための対策
	風通し	現状水準の満足度・不満点*、不満点を解消するための対策*、風の強さ
	隣の建物との距離	現状水準の満足度、気になる点
	防災	安全性の認識、不安を感じる内容、自宅の防災対策の現状・予定、道路拡幅の必要性認識
	地区環境の改善ニーズ	改善したいと思う環境項目、賛成できる建築ルール
自由意見	－	

（＊：夏季調査のみの調査項目）

アンケート調査票の配布及び回収は､区域内の全戸訪問による直接配布･回収方式を基本とし、回収率の向上を図るため、調査期間終了後の郵送回収を併用して実施した。

居住者の留守等により調査期間中に居住者と面談できない場合は、不在連絡票とともにポスティングを実施するとともに、調査期間終了後も回収が可能となるよう、調査期間終了日に郵送回収用封筒を封入したアンケート調査票を配布した。また、並行して実施する開口部等における照度測定、日影調査の調査箇所数を増加させるため、アンケート調査票の配布時に実測調査の概要を説明し、協力が得られた場合は、後日、実測調査を実施した。

アンケート調査票の配布数と回収率は以下の通りである。

表 2-6　アンケート調査票の配布数（*）及び回収率（**）

調査対象地区	冬季			夏季		
	配布数	回収数	回収率	配布数	回収数	回収率
接道不良型	136 票	52 票	38.2%	124 票	69 票	55.6%
狭小敷地型	177 票	87 票	49.2%	165 票	112 票	67.9%
斜面地型	117 票	49 票	41.9%	122 票	76 票	62.3%
旧漁村型	106 票	42 票	39.6%	84 票	59 票	70.2%
＜参考＞一般住宅地	65 票	52 票	80.0%	86 票	68 票	79.1%

（＊）各戸訪問時に受け取り拒否のあった調査票は配布数から除いている。

（＊＊）回収率＝回収数／配布数で算定

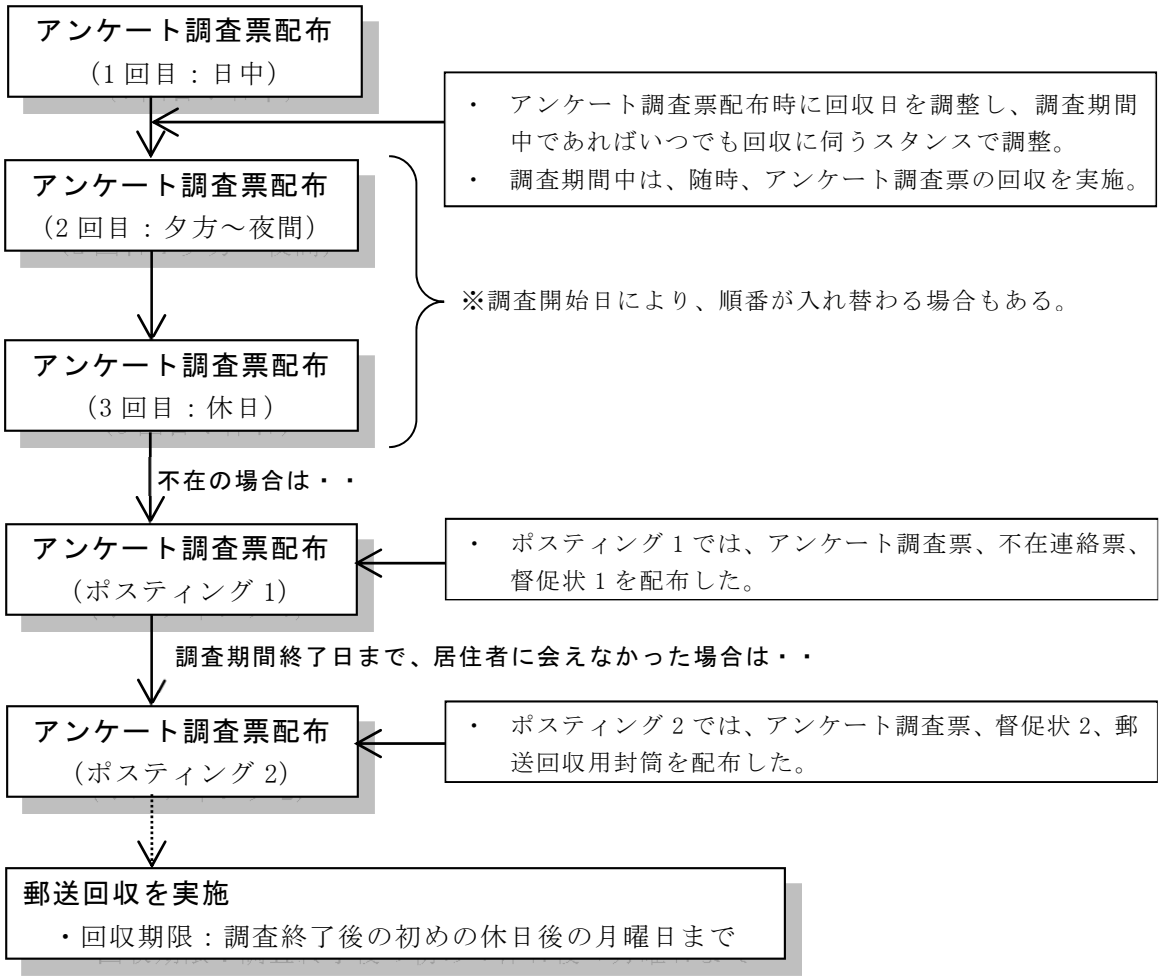


図 2-12　アンケート調査の具体的な進め方

２．３．３　地区の３次元データの作成の方法

類型密集市街地及び一般住宅地における街区性能水準をシミュレーションソフトを用いて計算する際に必要となる建物・道路等に関する３次元データを、現地調査で取得したデータ及び行政資料等を用いて机上調査により作成し、GIS ソフト及び街区性能水準の簡易予測・評価プログラムで読み取れる形式にそれぞれデータ化した。調査項目は下記の通りである。

表 2-7　調査項目一覧

調査項目	調査方法
①地形(高低差を含む)	国土地理院地図データ
②道路(幅員、行き止まり道路かどうかの別)	現地調査、行政資料
③敷地境界	現地調査、行政資料
④建物(形状、高さ、階数別セットバックの状況)	現地調査、行政資料
⑤建物の外壁・開口部(防火(網入等)ガラスの有無)・軒・庇の形状及び構造	現地調査、行政資料
⑥開口率(壁面の面積に占める開口部の面積の割合)	現地調査
⑦外壁・開口部・道路面等の光の反射率	現地調査
⑧用途	現地調査
⑨木造か非木造かの別	現地調査、行政資料
⑩垣・柵・塀・植栽の状況	現地調査
⑪隣棟間隔	現地調査

①地形（高低差を含む）

国土地理院数値地図 5mメッシュ（標高）※データを用いてデータ化した。

※数値地図 5m メッシュ（標高）は、航空レーザースキャナ計測により取得した標高データから、家屋・高架・橋梁等の人工構造物及び樹木等の植生をフィルタリング処理等により除去し、5m 間隔に内挿補間し求めた数値標高モデル（DEM:Digital Elevation Model）データ。

②道路（幅員、行き止まり道路かどうかの別）

道路幅員はロードメジャーを用いて、調査対象エリア内の各建物が接道する道路幅員を現地で計測した。道路の行き止まりの道路かどうかの別は GIS データ（行政資料）の図面をベースとし、現地で行き止まりかどうか確認した。

図 2-13　道路幅員の測定状況

③敷地境界

敷地境界線は GIS データ（行政資料）を基に現地で敷地境界の状況を調査した。敷地境界の状況は、ブロック塀、柵等、隣接建物との境界を現地で確認した。中には隣接建物との間にブロック塀等の物理的な境界が無い所もあったが、その場合は、隣接建物との中心線を敷地境界線として整理した。

図 2-14　物理的な敷地境界のあるケース（左）とないケース（右）

④建物（形状、高さ、階数別セットバックの状況）

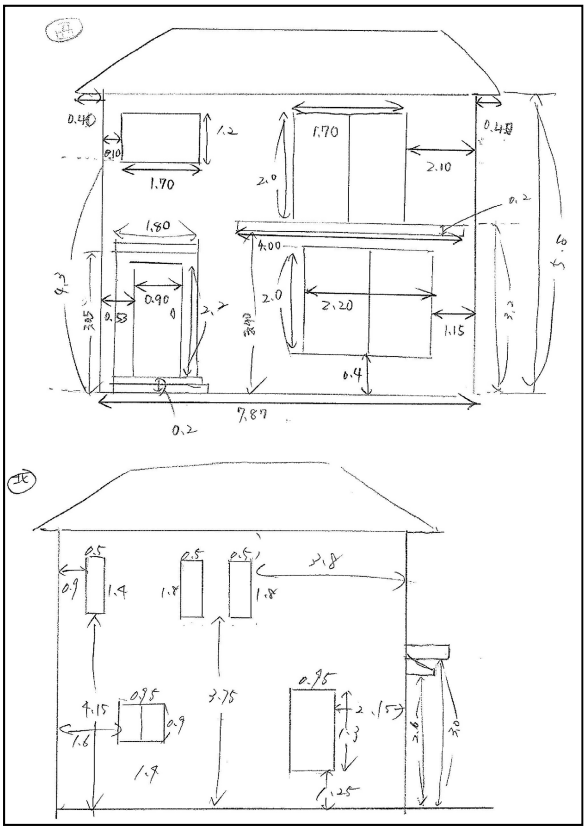
建物の形状及び階数別セットバックの状況は、GIS データ（行政資料）を基に現地でスケッチにより平面図及び立面図を作成し、GIS データの建物形状を補正した。スケッチは、施設の規模にもよるが 1 棟あたり 30 分～1 時間程度で完成した。建物の高さは、レーザー距離計による計測を基本とし、斜面地においてレーザー距離計を用いることができない場合は、アルミスタッフ（5

m）を用いて計測した。なお、アンケート票配布時に調査協力を依頼し、居住者の協力が得られなかった建物については調査を実施していない。

図 2-15　建物のスケッチ状況

図 2-16　レーザー距離計による測定状況

図 2-17　アルミスタッフによる測定状況



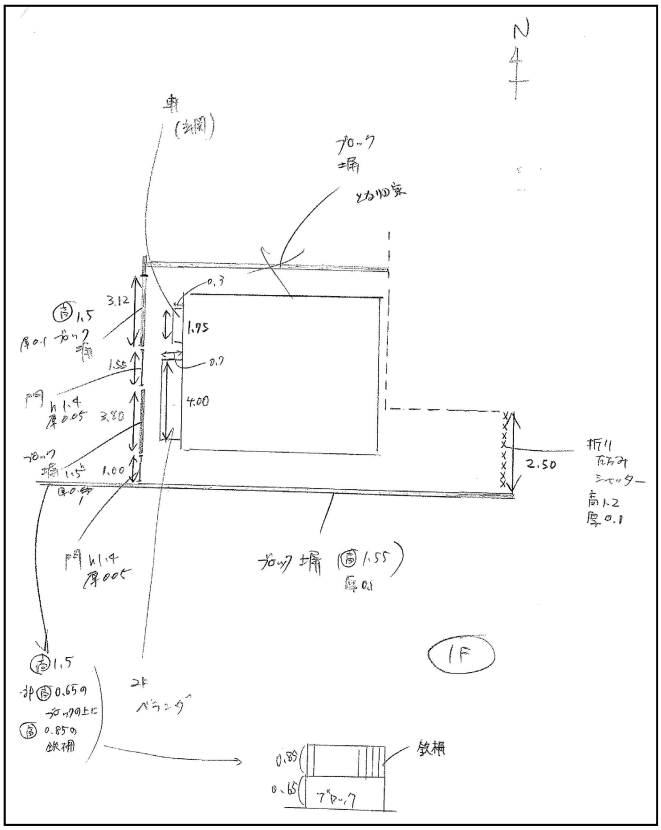


図 2-18　現地調査票の例（左：立面図、右：平面図）

⑤建物の外壁・開口部(防火(網入等)ガラスの有無)・軒・庇の形状及び構造

建物の外壁及び軒、庇はGISデータを基に現地で形状及び構造を調査した。窓に付属する庇は調査対象外とした。建物構造については、土地利用現況調査（行政資料）を用いて、耐火構造、準耐火構造、木造、裸木造建築物の別を調査した。開口部の防火ガラスの有無は、開口部に網入りガラスが入った窓とした。

表 2-8　外壁等の材質分類一覧

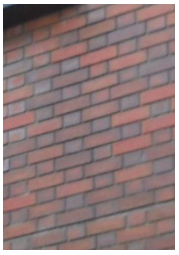
項目	材質の種類
外壁	サイディング、木材、タイル張り、トタン、モルタル、 コンクリート（打ちっ放し（むき出し）、レンガ（タイル以外のレンガ）、 コンクリートブロック、土塗り壁
開口部	ガラス窓、網入り窓、鋼製シャッター、玄関ドア（鋼製）、 玄関ドア（木製）
屋根	トタン屋根、瓦屋根、鉄屋根

●サイディング（外壁）

●トタン（外壁）

●モルタル（外壁）

●レンガ（外壁）

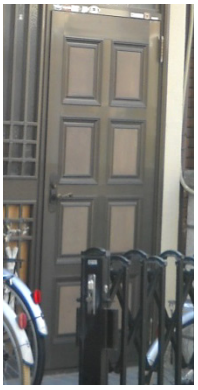


●ガラス窓

●網入り窓

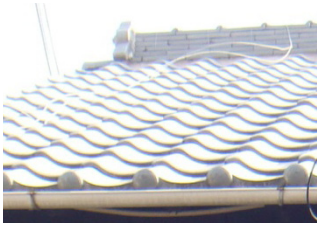
●玄関ドア（木製）

●玄関ドア（鋼製）



●トタン屋根

●瓦屋根



●鉄屋根

図 2-19　外壁等の材質分類

⑥開口率（壁面の面積に占める開口部の面積の割合）

開口率は、現地調査結果データを用いて、以下の計算式により算出した。

開口率（%）　＝　（開口部の面積／壁面の面積）×１００

なお、アンケート票配布時に調査協力を依頼し、協力が得られなかった建物については調査を実施していない。

⑦外壁・開口部・道路面等の光の反射率

輝度計（KONIKA MINOLTA 社　型番：LS-110）及び標準反射板を用いて外壁、開口部、道路面の反射率の測定を行った。測定高さは統一を図り、概ね 1.6～1.7m の高さで測定した。測定は、対象物を 3 回実測後に標準反射板を測定対象付近に設置し、再度、実測した。

なお、アンケート票配布時に調査協力を依頼し、協力が得られなかった建物については調査を実施していない。

$$\rho_{(\text{反射率})} = \rho_{0\,(\text{標準反射板の反射率※})} \cdot L_{(\text{ある点の輝度})} / L_{0\,(\text{測定点近傍に標準反射板を置いた反射板の輝度})}$$

※標準反射板の反射率：18%

図 2-20　輝度計
（KONIKA MINOLTA 社　型番：LS-110）

図 2-21　標準反射板 18%（グレー）

図 2-22　反射率測定状況（左：外壁面、右：道路面）

⑧用途

用途は以下の用途分類表に示す分類とした。

表 2-9　用途分類表

用途分類	内容
戸建住宅	住宅を主とするする塾、教室、医院等の併用建築物等
集合住宅	アパート・マンション、長屋、独身寮、寄宿舎等
専用商業施設	小売店舗、卸売店舗、飲食店、公衆浴場等
事務所建築物	事務所、営業店舗（銀行）等
住商併用施設	住居併用店舗・事務所（物販、飲食、美容理容等の店舗、問屋、税理、会計、司法、不動産などの事務所）
専用工場	専用作業所等
住居併用工場	作業所併用住居等

⑨木造か非木造かの別

建物の外観目視では、判別することが難しいため、土地利用現況調査データ（行政資料）等を用いて「耐火造、準耐火造、防火造、裸木造」を整理した。

⑩垣・柵・塀・植栽の状況

柵・塀・植栽の状況は、目視により調査した。道路上等でロードメジャー等を用いて、幅、奥行き、高さを計測し、位置を調査票に記録した。高木（高さ 2m 以上）の場合は、高さ及び樹幹を測定した。

●ブロック塀＋柵

●ブロック塀

●植栽

●柵

図 2-23　垣・柵・塀・植栽

⑪隣棟間隔

建物居住者から敷地内への立ち入りを許可された場合、メジャーを用いて、幅を測定した。

２．３．４　現地調査のスケジュール

現地調査（実測調査及び住民アンケート調査）の実施に当たっては、まず地方公共団体に調査の主旨説明と協力依頼を行い、地元住民の調査協力の可能性を考慮しつつ調査対象候補地区を選定した。続いて調査対象候補地区の地元自治会を訪問し、調査の主旨説明と協力依頼を行い、了解を得た上で、対象地区を決定した。対象地区の住民に対しては、現地調査実施に関する挨拶文のポスティング、掲示、説明会の開催等によって、調査実施の周知と協力依頼を行った。風速の実測調査については、対象地区内の住宅の敷地内やベランダと対象地区周辺の公共建築物の屋上に、一定期間風速計を設置することが必要なため、地権者や施設管理者に個別に協力依頼を行い、実測調査の実施期間前に風速計を設置し計測した。

対象地区における現地調査に係る実施期間を以下に示す。

表 2-10　現地調査の実施期間

調査対象地区	冬季調査	夏季調査
接道不良型	平成 23 年 1 月 24～2 月 4 日	平成 23 年 8 月 18～25 日、9 月 16 日
狭小敷地型	平成 23 年 2 月 12～19 日	平成 23 年 9 月 5～12 日
斜面地型	平成 23 年 2 月 21～28 日	平成 23 年 9 月 14～21 日
旧漁村型	平成 23 年 2 月 3～10 日	平成 23 年 8 月 27 日～9 月 3 日
＜参考＞一般住宅地	平成 24 年 2 月 22～29 日	平成 23 年 9 月 23～29 日

３．街区性能水準に関する現場実測調査の結果

３．１　居室の主開口部の日照時間の実測調査の結果

３．１．１　集計の方法

調査対象地区毎に、地区内の全調査地点で得られた晴天時における居室の主開口部の日照時間データを合わせて集計し、各階別に平均値、中央値、最大値、最小値を算出した。

３．１．２　晴天時における各階主開口部の日照時間

図 2-24 に冬季の、図 2-25 に夏季の日照時間を示す。

密集市街地の１階における日照時間は、接道不良型と斜面地型が長く、冬季・夏季とも平均値で３時間程度となっている。一方、狭小敷地型と旧漁村型は冬季・夏季とも２時間程度と短く、日照時間が０時間の主開口部がそれぞれ１／３強存在する。一般住宅地の１階における日照時間は密集市街地より長く、冬季・夏季とも平均値及び中央値で４時間程度に達している。

２階では密集市街地の日照時間は１階に比べやや長くなり、接道不良型と斜面地型では、冬季・夏季とも平均値で一般住宅地とほぼ同等の４時間程度となる。狭小敷地型と旧漁村型の１階と２階の差は、接道不良型と斜面地型ほど大きくなく、建て詰まりの影響が窺われる。一般住宅地においては１階と２階の差は認められない。

３階では、狭小敷地型以外の密集市街地と一般住宅地で、２階よりもさらに日照時間が長くなる。狭小敷地型では２階と３階の差は認められないが、３階建て住宅が多いためと考えられる。

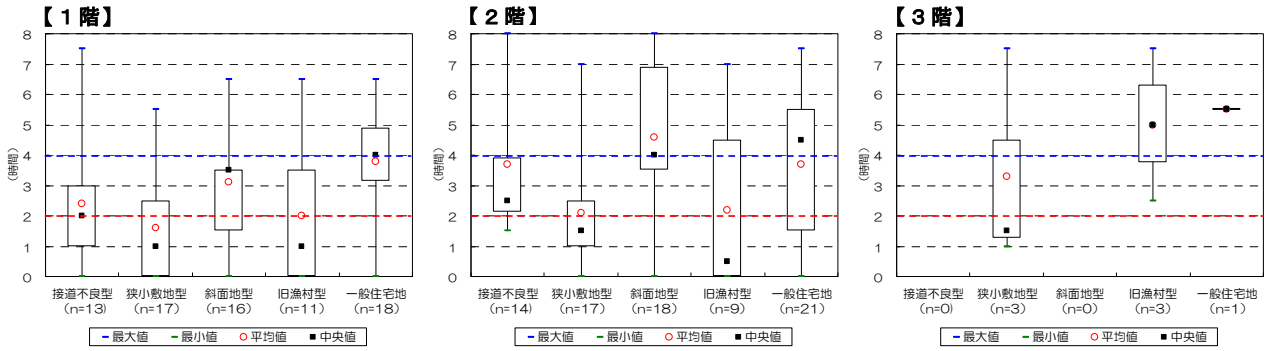


図 2-24　晴天時における各階の日照時間（冬季）

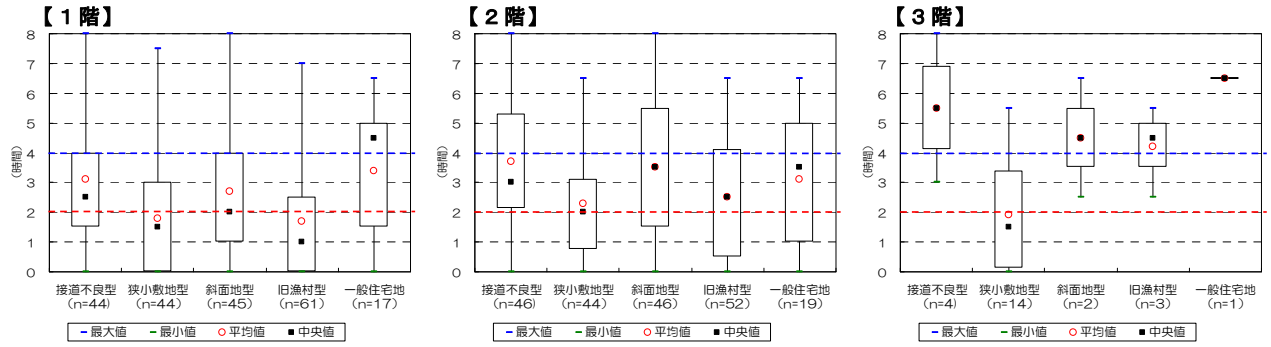


図 2-25　晴天時における各階の日照時間（夏季）

表 2-11 に示すとおり、密集市街地では、居室の主開口部の日照時間が０時間となるものも多い。特に、狭小敷地型と旧漁村型では、１階部分の居室の主開口部の約１／３が、冬季・夏季とも日照時間が０時間となっている。旧漁村型では、２階部分でも、冬季で 33.3%、夏季で 19.2%が日照時間が０時間である。狭小敷地型で３階部分の日照時間が０時間となるものが、冬季の 0%に対し夏季に 28.6%と増えているのは、主にサンプルの相違によるものである。

なお、日照時間が０時間の主開口部は、一般住宅地においても、冬季・夏季、１階・２階ともに１割強存在する。

表 2-11　日照時間が０時間の主開口部の割合

調査対象地区	冬季調査			夏季調査		
	１階	２階	３階	１階	２階	３階
接道不良型	15.4%	0.0%	－	13.6%	4.3%	0.0%
狭小敷地型	35.3%	11.8%	0.0%	34.1%	25.0%	28.6%
斜面地型	6.3%	11.1%	－	13.3%	8.7%	0.0%
旧漁村型	36.4%	33.3%	0.0%	36.1%	19.2%	0.0%
＜参考＞一般住宅地	11.1%	14.3%	0.0%	11.8%	15.8%	0.0%

３．２　壁面照度及び道路面照度の実測調査の結果

３．２．１　集計の方法

調査対象地区毎に、地区内の全調査地点で得られた曇天時の１階外壁・開口部の鉛直面（横・外向き）照度データ及び道路面の水平面（上向き）照度データを合わせて集計し、各階別に平均値、中央値、最大値、最小値を算出した。なお、前述の通り、各調査地点での照度値は、測定時刻と同時刻の全天空照度の実測値を用い、15,000Lx の全天空照度を基準値として補正を行った。

３．２．２　曇天時における１階外壁・開口部の鉛直面照度

図 2-26 に冬季の、図 2-27 に夏季の１階外壁・開口部の鉛直面照度を示す。測定箇所により、１階外壁、１階開口部、１階開口部（居間）の３つに分けて集計したが、同じ建物面で測定していることから概ね類似した似た傾向にある。

冬季は、１階外壁・開口部における鉛直面照度の平均値・中央値は、斜面地型と旧漁村型で特に低く 1,000Lx 未満となっている。接道不良型と狭小敷地型では、概ね 1,500Lx を超えている。

夏季は、１階外壁・開口部における鉛直面照度の平均値・中央値は、どの密集市街地も概ね 1,500Lx を超えている。特に斜面地型が高い傾向にあり、概ね 3,000Lx に達している。斜面地型は他の密集市街地に比べて敷地規模が比較的広く隣棟間隔が広いこと、また地形の高低差により開放性が高いことが要因と考えられる。一般住宅地は、夏季では斜面地型より照度分布が低く、他の密集市街地と同程度の傾向にある。一般住宅地の調査地点の中には隣棟間隔が狭いところや植栽が生い茂っているところがあるため、照度が低くなっていることが考えられる。

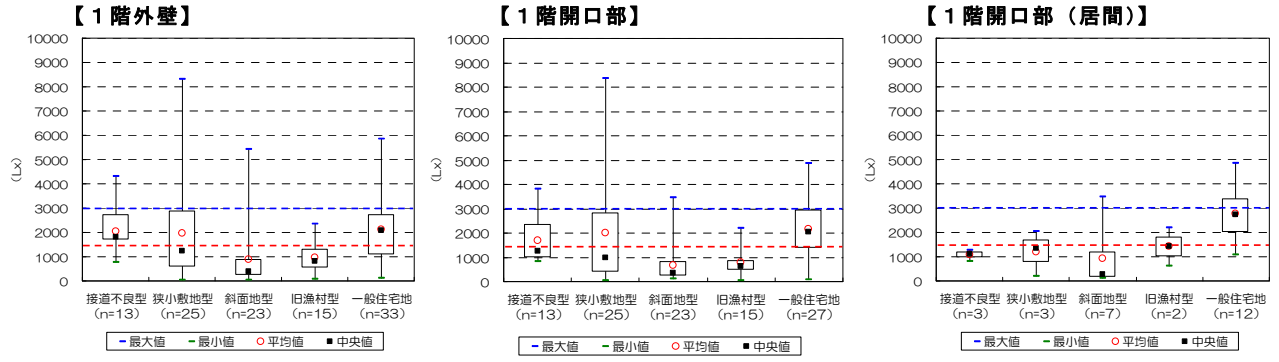


図 2-26　曇天時における１階外壁・開口部の鉛直面照度（冬季）

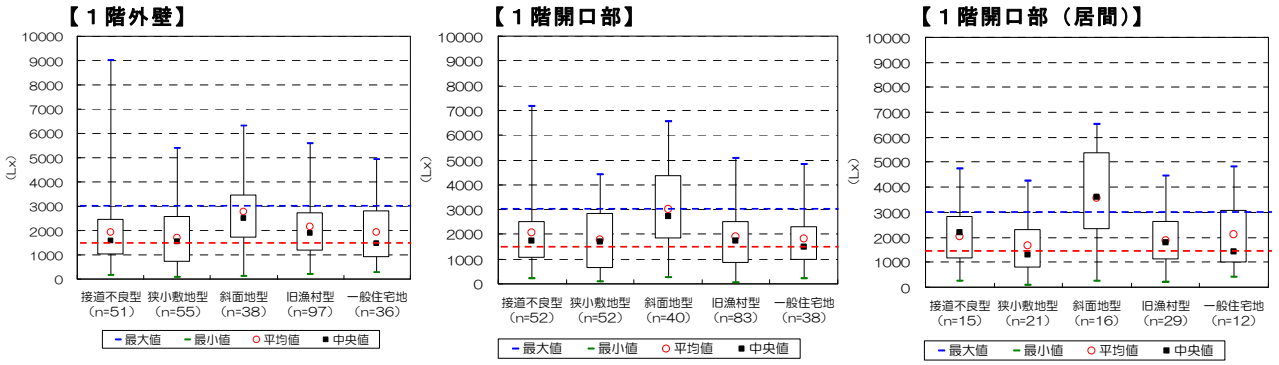


図 2-27　曇天時における１階外壁・開口部の鉛直面照度（夏季）

３．２．３　曇天時における道路面の水平面照度

図 2-28 に道路の水平面照度を示す。

密集市街地では、他の地区と比べ一応の道路基盤が整っている狭小敷地型と、敷地規模が広く道路から後退して立つ建物が多い斜面地型で、道路面の照度分布が高い傾向にある。

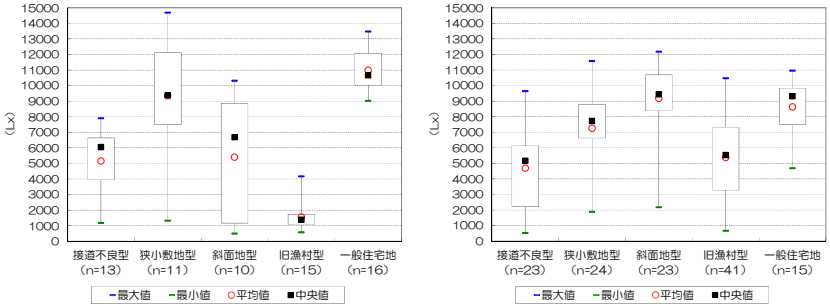


図 2-28　曇天時における道路面の水平面照度（左：冬季、右：夏季）

３．３　風速の実測調査の結果

３．３．１　集計の方法

調査対象地区毎に、地区内の全調査地点で得られた風速データ（１週間分の５分毎の平均風速データ）を合わせ、高さ別（地上レベル、２階レベル、上空風）に風向及び風速別の発生頻度を集計した。

集計に用いた平均風速データは、高さ別の平均風速データを、表 2-4 中の「平均風速データが取り得る範囲の中央値」に補正した値を採用した。

なお、上空風については、調査対象地区毎に公共施設の階数及び公共施設の屋上床面からウィンドカップまでの高さが異なるため、べき指数分布を用いて、次式により上空風の測定高さをすべて 10mに揃え、平均風速の高さ補正を行った。

＜べき指数分布による上空風の平均風速の高さ補正＞

補正後の平均風速 ＝ 実測した平均風速 × ｛（10m÷地区ごとの測定高さ）｝$^{\alpha}$

階高＝3m

α＝0.2（地表面粗度区分Ⅲ：樹木・低層建築物が多数存在する地域）

３．３．２　風向別の発生頻度

図 2-29～33 に冬季の、図 2-34～38 に夏季の風向別発生頻度を示す。上空風の風向分布は、どの地区でも冬季と夏季で大きく異なり、冬季では北の風の発生頻度が高い。南側に海が拡がる旧漁村型では、夏季に東南東の風の頻度が高い。地上及び建物２階部分の風向分布は、上空風の風向分布との相似性は高くなく、風の流れが建物の建て詰まりによる影響を受けていることが分かる。

３．３．３　風速別の発生頻度

図 2-39～43 に冬季の、図 2-44～48 に夏季の風速別発生頻度を示す。上空風については、旧漁村型を除き冬季の方が夏季よりも風速が大きい。一方、地上及び建物２階部分については、上空風の風速分布の季節差の傾向は必ずしも反映されておらず、風の流れが建物の建て詰まりによる影響を受けていることが分かる。いずれの地区・季節でも、２階部分の風速は地上よりも大きい。

図 2-49 に冬季の、図 2-50 に夏季の風速別発生頻度を帯グラフにしたものを示す。夏季において地上で身体に感じる風速 0.9m/s 以上の風が吹く頻度は、斜面地型と旧漁村型では約 20%と高いが、接道不良型と狭小敷地型では 10%弱である。一般住宅地では、塀や樹木等の影響で更に低い。

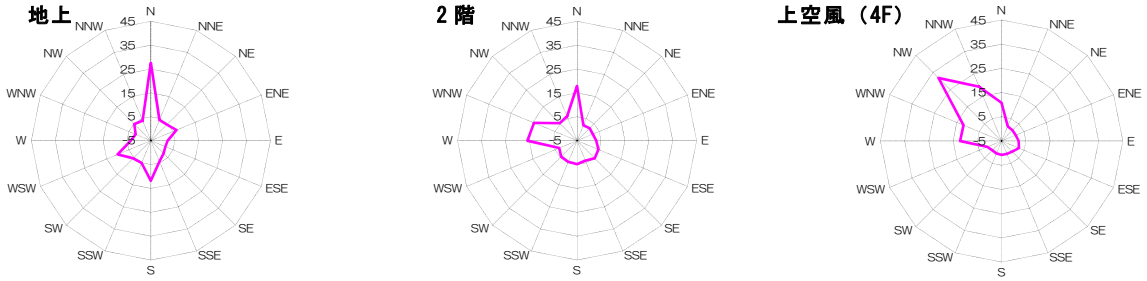


図 2-29　風向別の発生頻度（接道不良型、冬季）

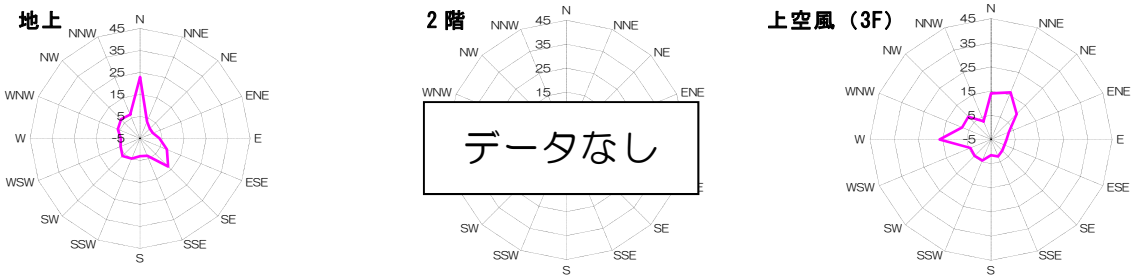


図 2-30　風向別の発生頻度（狭小敷地型、冬季）

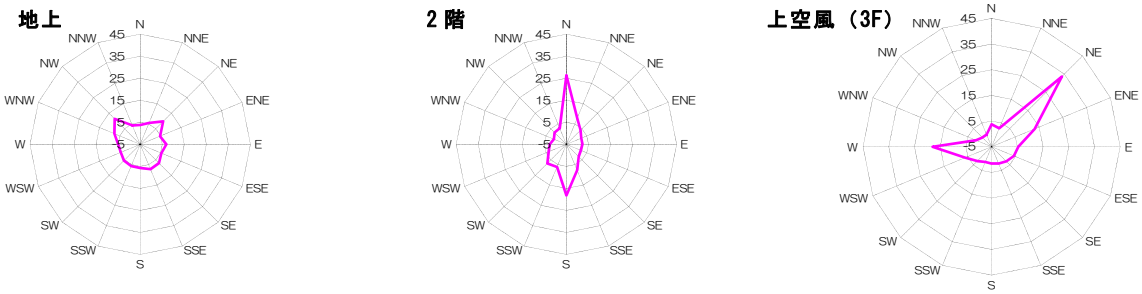


図 2-31　風向別の発生頻度（斜面地型、冬季）

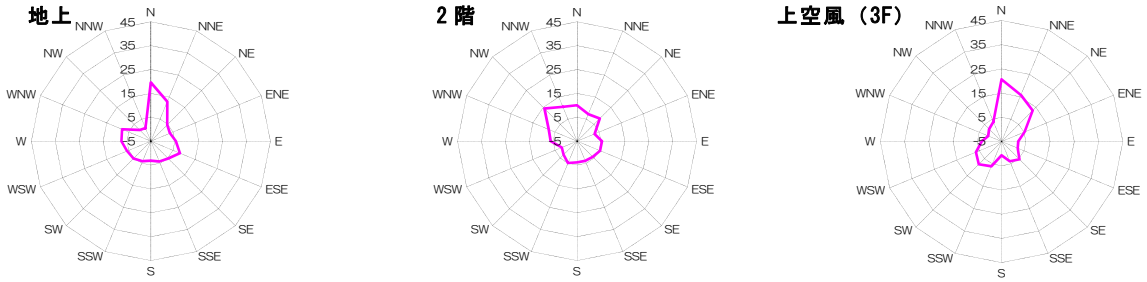


図 2-32　風向別の発生頻度（旧漁村型、冬季）

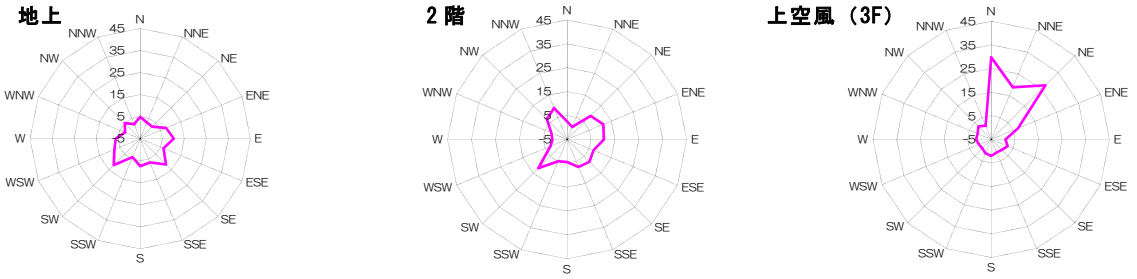


図 2-33　風向別の発生頻度（一般住宅地、冬季）

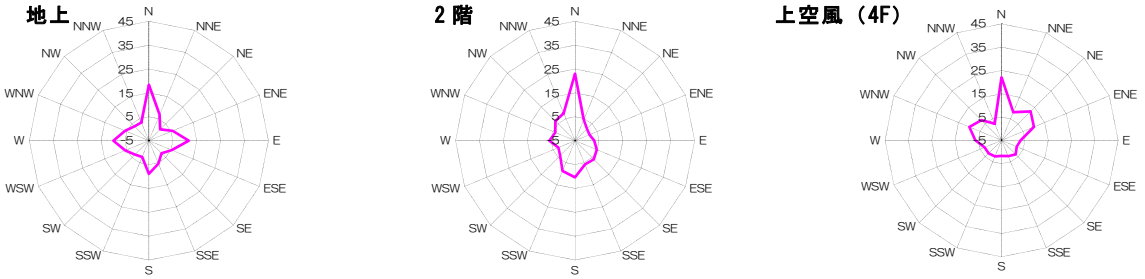


図 2-34　風向別の発生頻度（接道不良型、夏季）

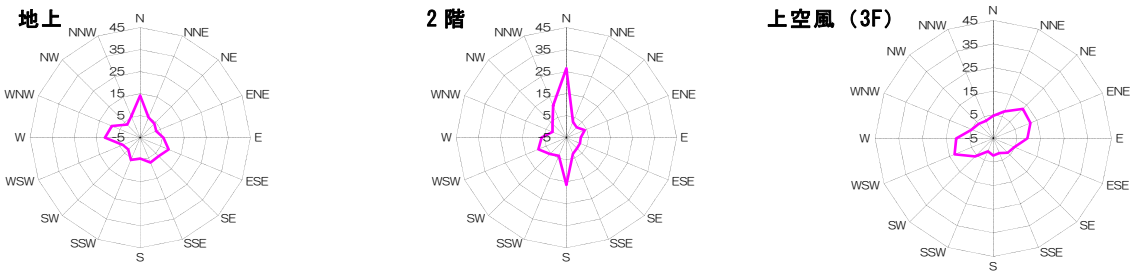


図 2-35　風向別の発生頻度（狭小敷地型、夏季）

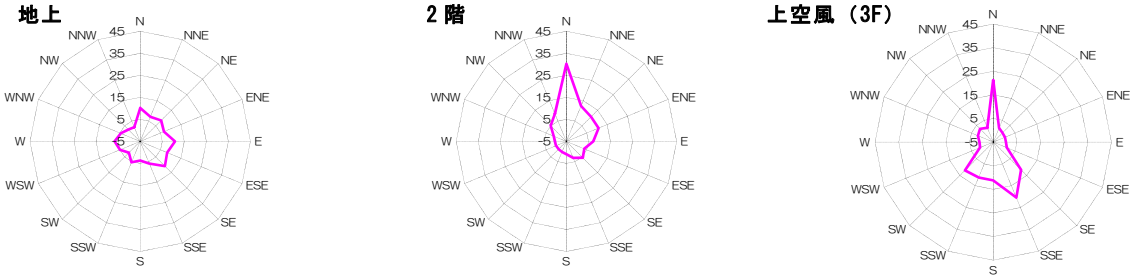


図 2-36　風向別の発生頻度（斜面地型、夏季）

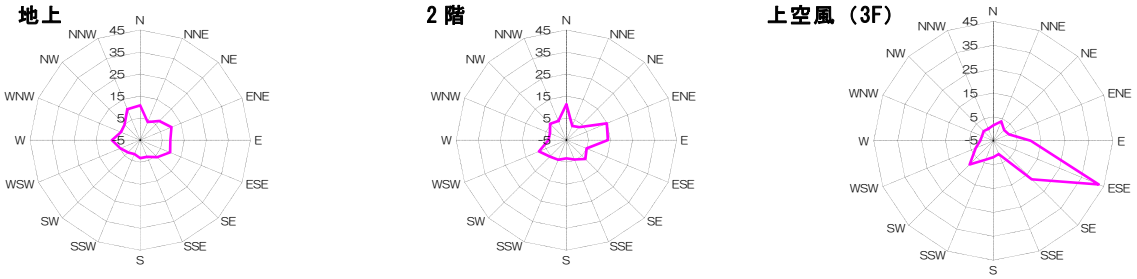


図 2-37　風向別の発生頻度（旧漁村型、夏季）

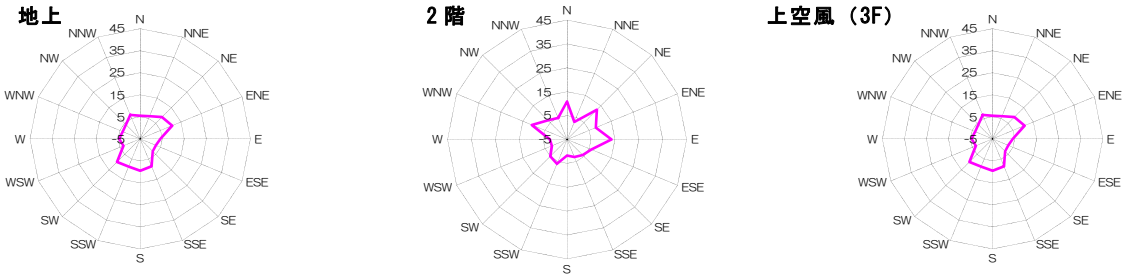


図 2-38　風向別の発生頻度（一般住宅地、夏季）

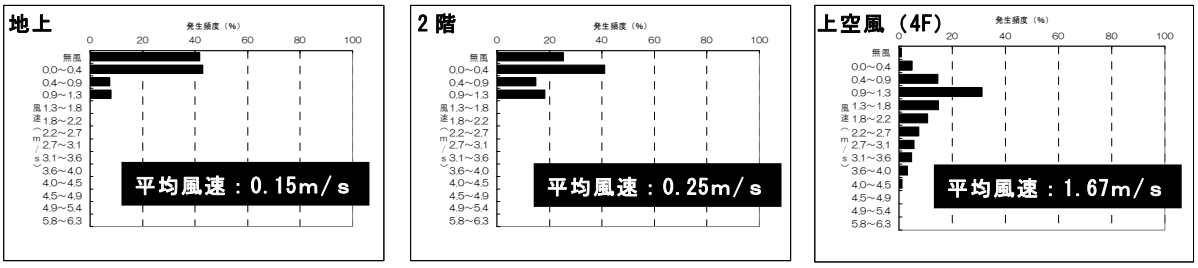


図 2-39　風速別の発生頻度（接道不良型、冬季）

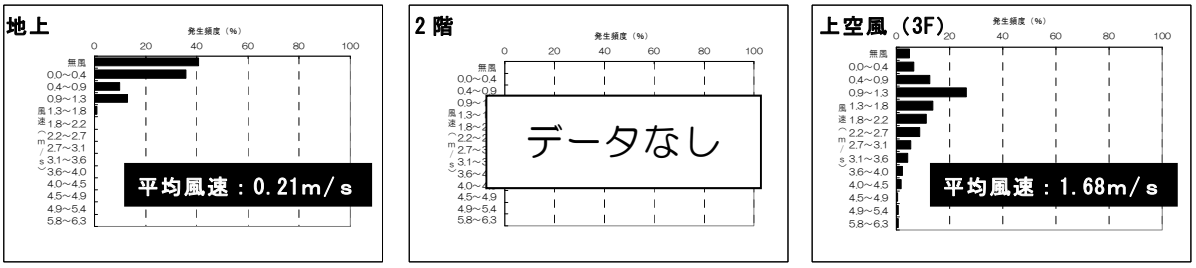


図 2-40　風速別の発生頻度（狭小敷地型、冬季）

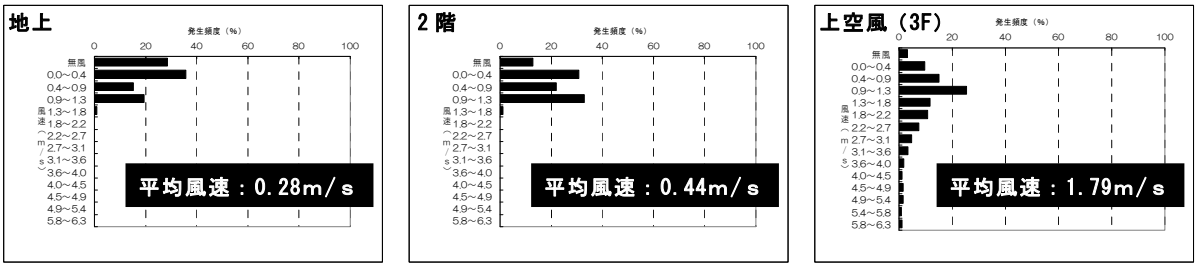


図 2-41　風速別の発生頻度（斜面地型、冬季）

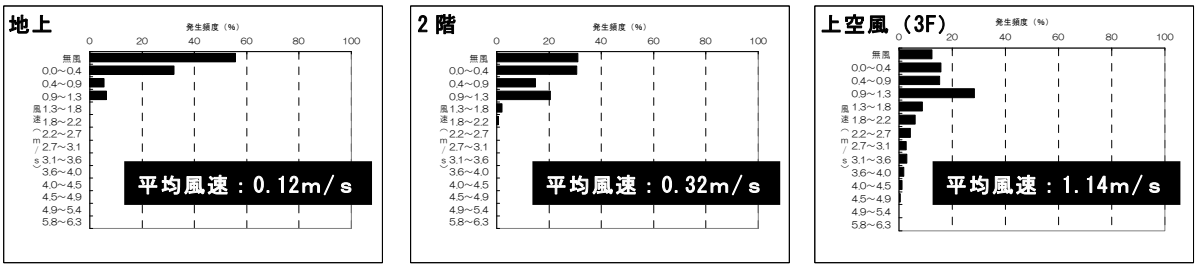


図 2-42　風速別の発生頻度（旧漁村型、冬季）

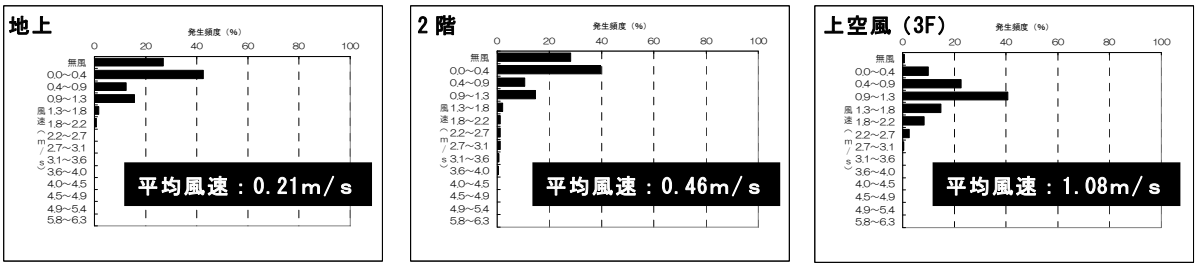


図 2-43　風速別の発生頻度（一般住宅地、冬季）

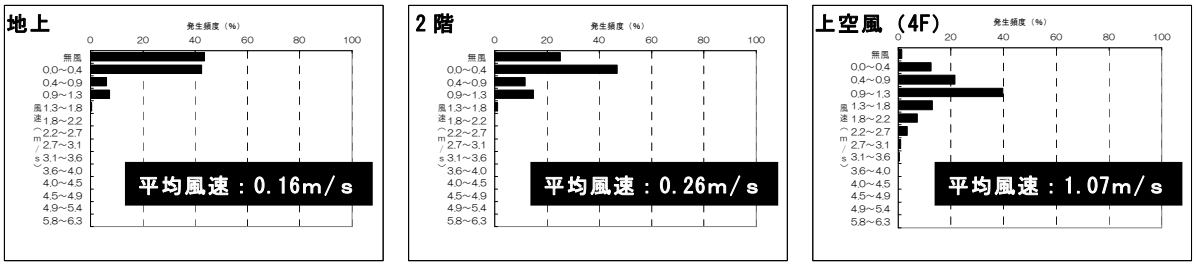


図 2-44　風速別の発生頻度（接道不良型、夏季）

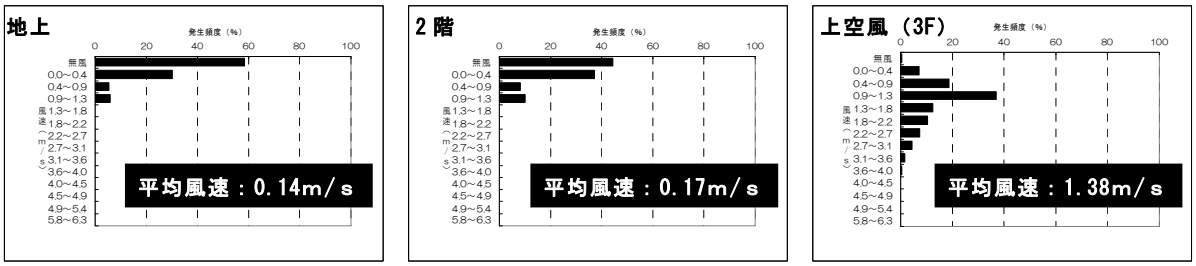


図 2-45　風速別の発生頻度（狭小敷地型、夏季）

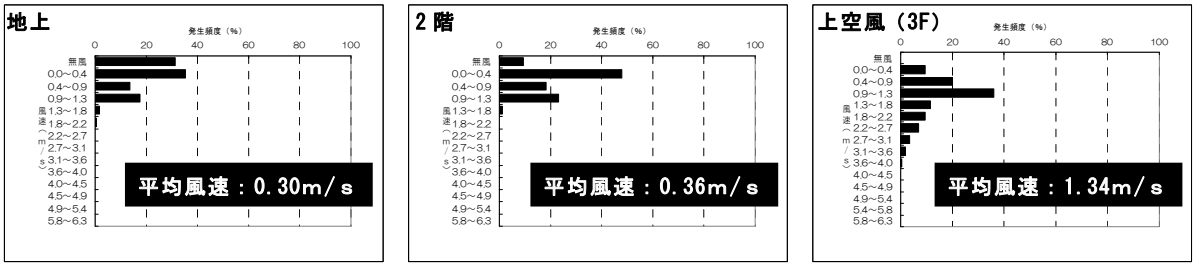


図 2-46　風速別の発生頻度（斜面地型、夏季）

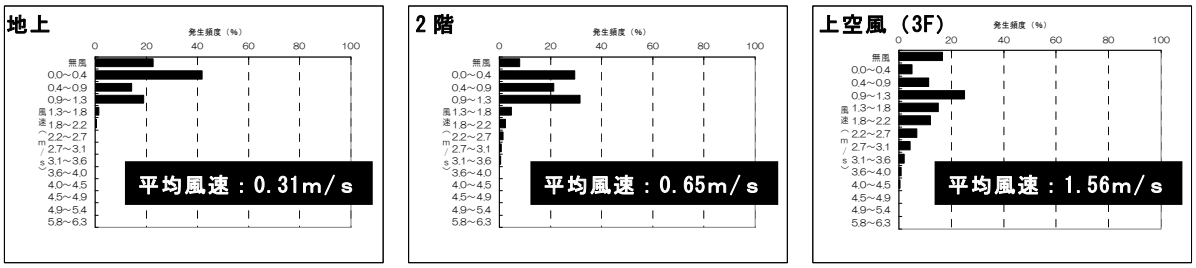


図 2-47　風速別の発生頻度（旧漁村型、夏季）

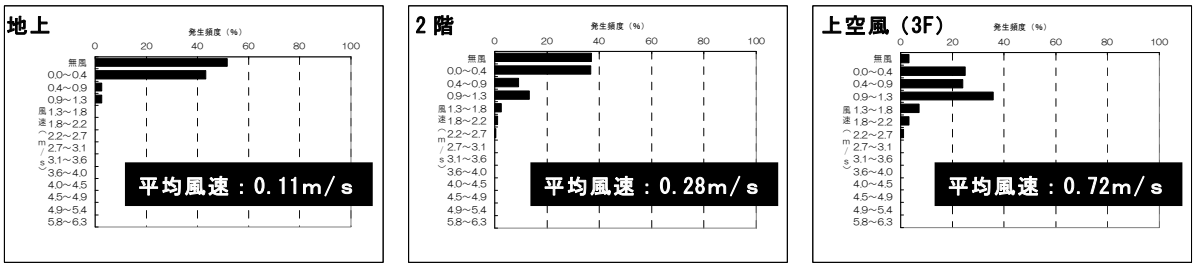


図 2-48　風速別の発生頻度（一般住宅地、夏季）

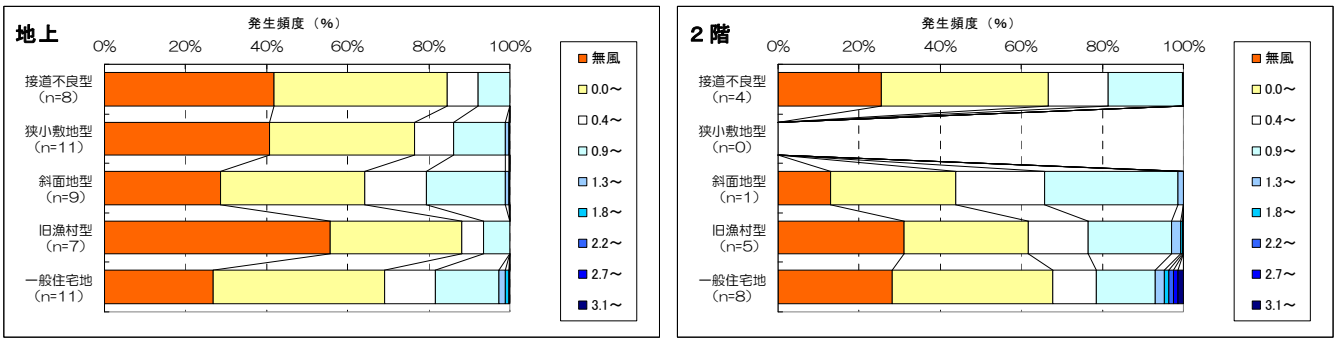


図 2-49　平均風速の発生頻度（冬季）

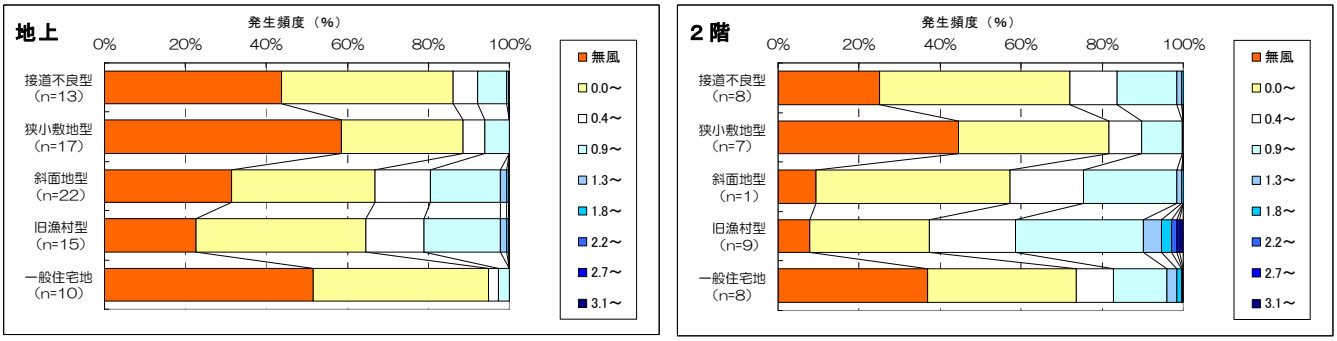


図 2-50　平均風速の発生頻度（夏季）

３．３．４　上空風との風速比

調査対象地区ごとに上空風と調査対象エリア内の各地点における平均風速の関係を把握するために、高さ別の平均風速を求め（図 2-51）、風速比（高さ別の平均風速÷上空風における平均風速）を求めてグラフ化したものを図 2-52 に示す。

地上レベルにおける風速比は、冬季・夏季ともに斜面地型が高い傾向にある。斜面地型は地形に高低差があり、建物等による遮蔽が少ないことから、風速比が高いと考えられる。旧漁村型では夏季の風速比が斜面地型と同程度に高い。

狭小敷地型は、上空風の平均風速は斜面地型とほぼ同程度であるが、調査対象エリア内には３階建住宅が多く立地しているため、建物が風を遮蔽し、地上及び２階レベルでは風速比が低くなっていると考えられる。

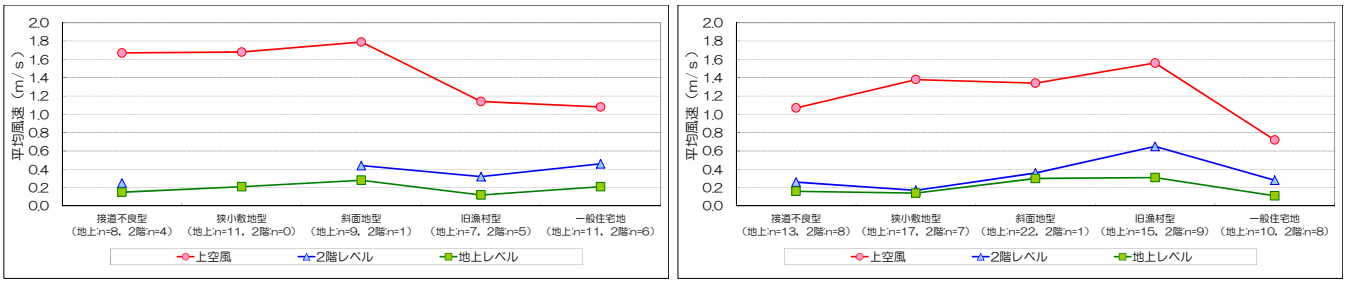


図 2-51　高さ別の平均風速（左：冬季、右：夏季）

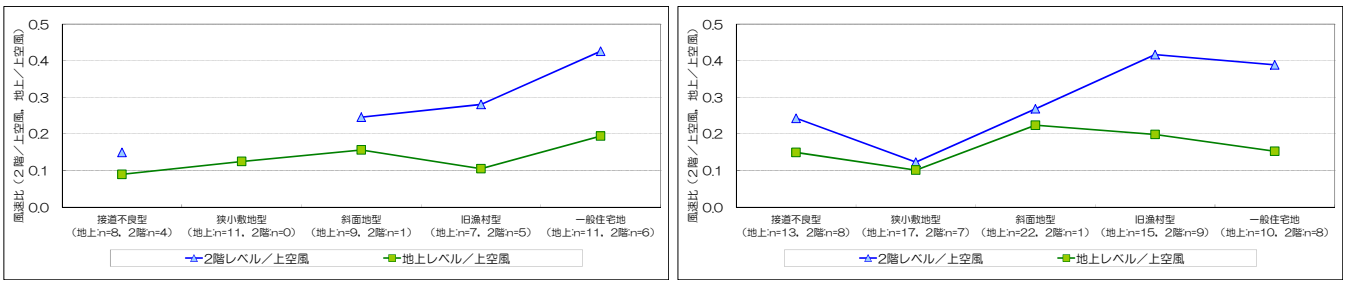


図 2-52　高さ別の風速比（左：冬季、右：夏季）

夏季における地上レベルと２階レベルの風速比の差をみると、狭小敷地型と斜面地型では風速比の差がほとんど無いが、旧漁村型では風速比に大きな差が見られる。旧漁村型では、地上レベルにおいては入り組んだ狭い道路や建物等が風を遮蔽していることが影響し、２階レベルに比べ風速比が低い傾向にあると考えられる。

一般住宅地における風速比は、地上レベルと２階レベルに大きな差があることが分かる。一般住宅地は密集市街地より道路幅員や敷地内空地が広いものの、地上レベルでは敷地の周囲に高さ1.5m程度の塀が設置されているため、風が遮断されてしまうことが影響していると推測される。

４．街区性能水準等に関する住民アンケート調査の結果

４．１　集計の方法

設問項目毎に回答結果を集計し、調査対象地区における街区性能水準に対する住民意識の傾向を比較する。また、日当たり（日照）、明るさ（採光）、風通しに関する満足度については、実測調査結果とひも付けた傾向についても分析を行う。

住民アンケートの設問項目については､基本的に冬季と夏季とで同じ内容を設定しているため、全体的に両季でほぼ同様の結果が得られているが、両季とも結果を掲載する。なお、設問項目によっては両季で差が見られるものもあるが、密集市街地４地区の冬季は東日本大震災前、密集市街地４地区の夏季及び一般住宅地の夏季・冬季は東日本大震災後に調査を行っていることに留意する必要がある。

４．２　基本属性

回答者の年齢層（図 2-53）は、密集市街地では 60 歳代以上が多く、どの地区も６割を超えている。特に旧漁村型では 60 歳代以上が８割弱に達し、70 歳代以上が約７割である。

家族構成（図 2-54）は、密集市街地では「世帯主のみ」「世帯主夫婦のみ」が多く、特に接道不良型と旧漁村型では５～６割に達している。

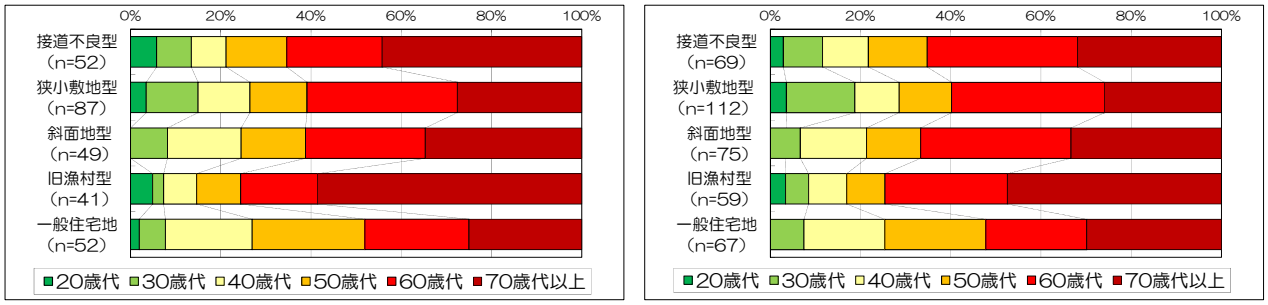


図 2-53　回答者の年齢層（左：冬季、右：夏季）

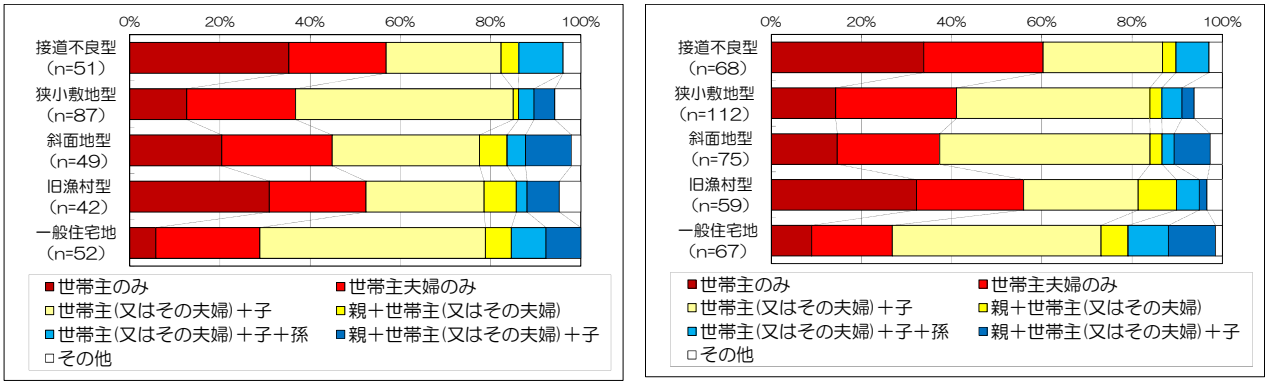


図 2-54　家族構成（左：冬季、右：夏季）

敷地規模（図 2-55）は、狭小敷地型と旧漁村型で特に狭く、80 ㎡未満が６割を占めている。特に、旧漁村型では 40 ㎡未満が約３割を占めている。斜面地型は一般住宅地並みに敷地規模が大きく、150 ㎡以上が４割強、100 ㎡以上が６割以上に達する。

延べ床面積（図 2-56）は、接道不良型と旧漁村型で特に狭く、80 ㎡未満が 6 割強を占める。3 階建て住宅の多い狭小敷地型と、敷地規模の大きい斜面地型では、延べ床面積は比較的広く、80 ㎡以上が 5 ～ 6 割を占める。

入居年次（図 2-57）については、密集市街地では、30 年以上前に入居した世帯が約半数を占め、長期居住世帯が多い。

建築年次（図 2-58）については、接道不良型と旧漁村型で、旧耐震建築物に相当する 1979 年以前の築 30 年を超える建物が 5 割以上を占めている。特に旧漁村型では 1959 年以前の築 50 年を超える建物が 2 割強を占めている。接道条件の良い狭小敷地型、敷地規模の大きい斜面地型では、建築年次の若い建物が多く、比較的建物更新が進んでいることが窺われる。

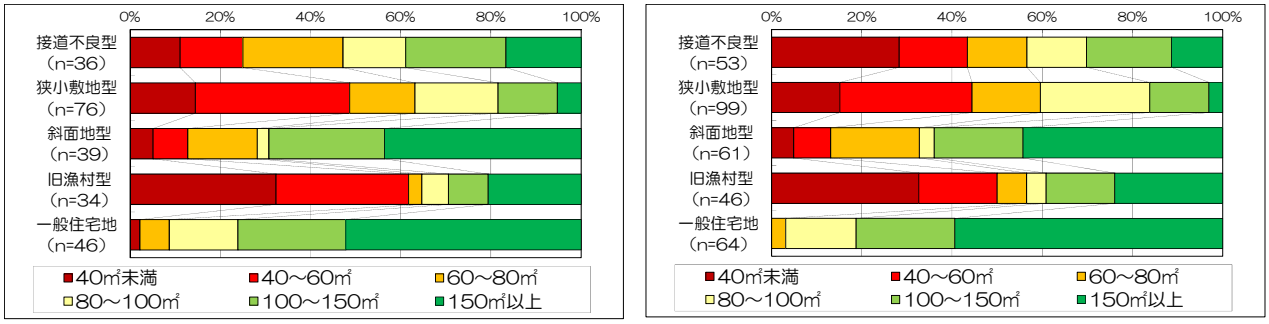


図 2-55　敷地規模（左：冬季、右：夏季）

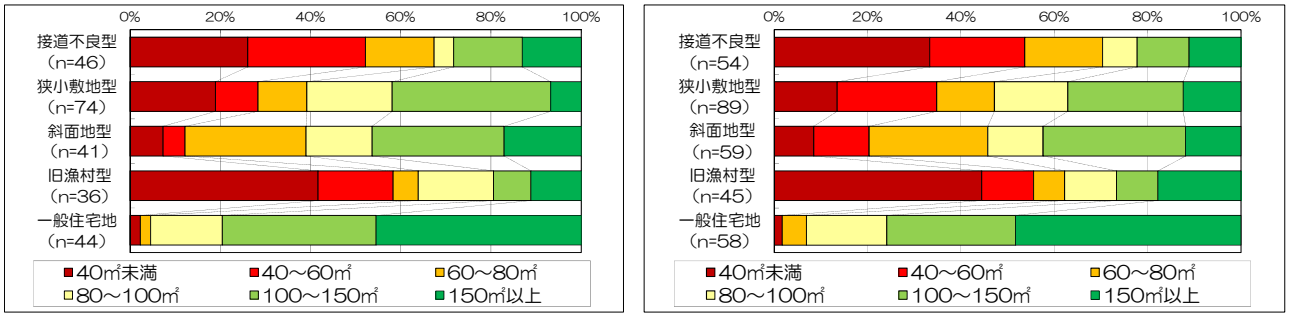


図 2-56　延べ床面積（左：冬季、右：夏季）

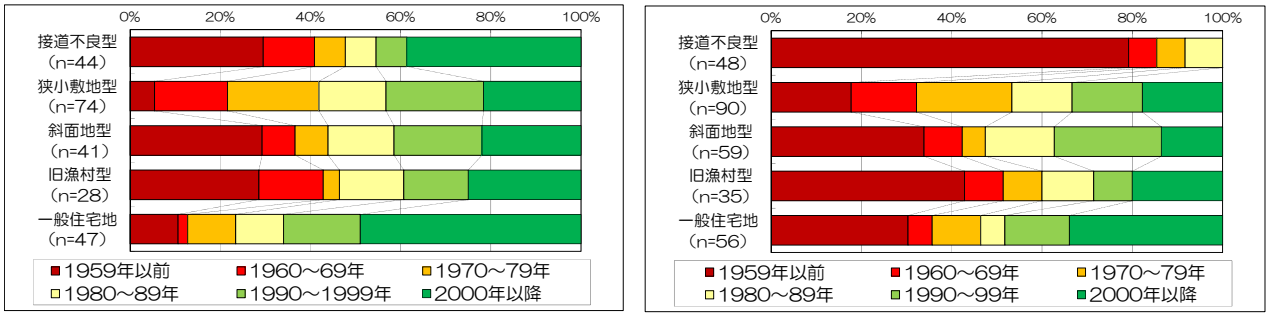


図 2-57　入居年次（左：冬季、右：夏季）

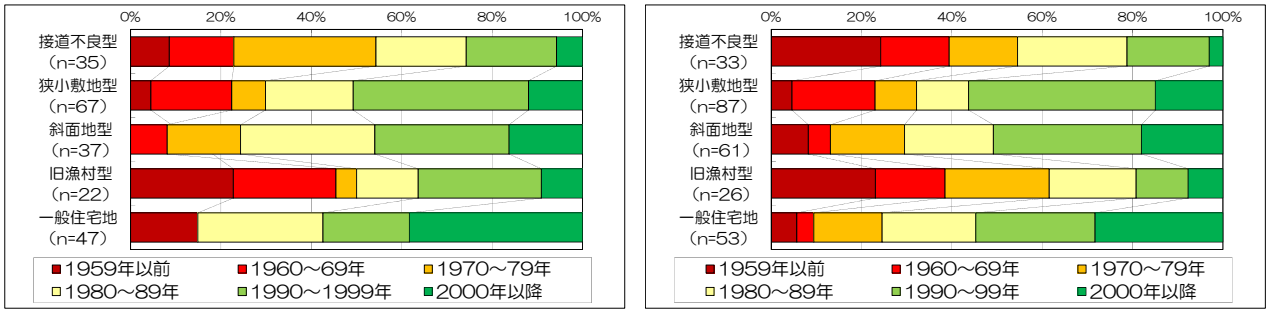


図 2-58　建築年次（左：冬季、右：夏季）

自宅の所有形態（図 2-59）は、「借地・借家」が、接道不良型、狭小敷地型、斜面地型では１割強、旧漁村型では３割強存在する。接道不良型では、「借地・持家」が１割強存在することが特徴的である。

居間のある階数（図 2-60）は、どの地区も１階が最も多いものの、狭小敷地型で５割弱、その他の地区で２～３割が２階である。

居間の方位（図 2-61）は、東又は南が大半を占めるが、密集市街地では１割程度が北である。

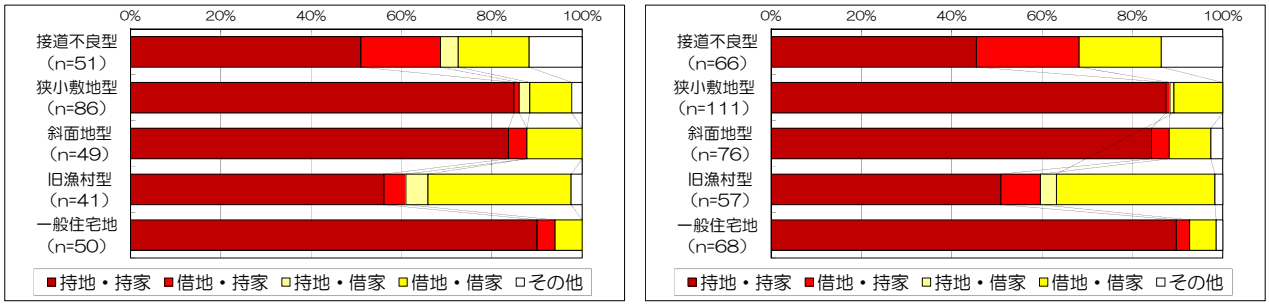


図 2-59　自宅の所有形態（左：冬季、右：夏季）

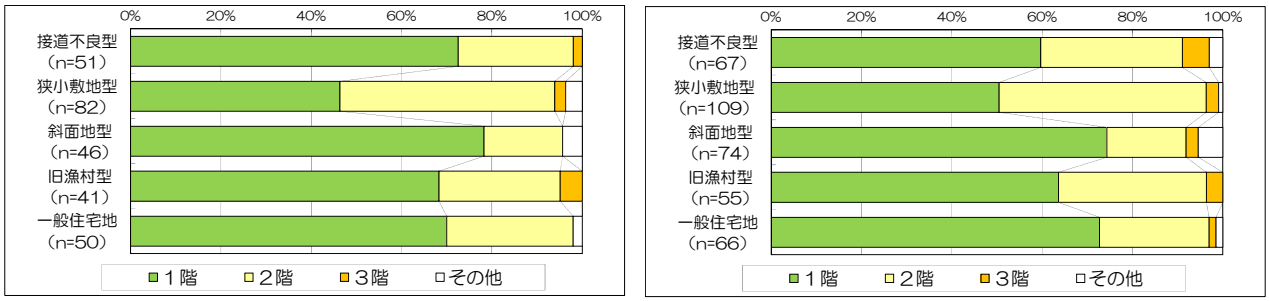


図 2-60　居間のある階数（左：冬季、右：夏季）

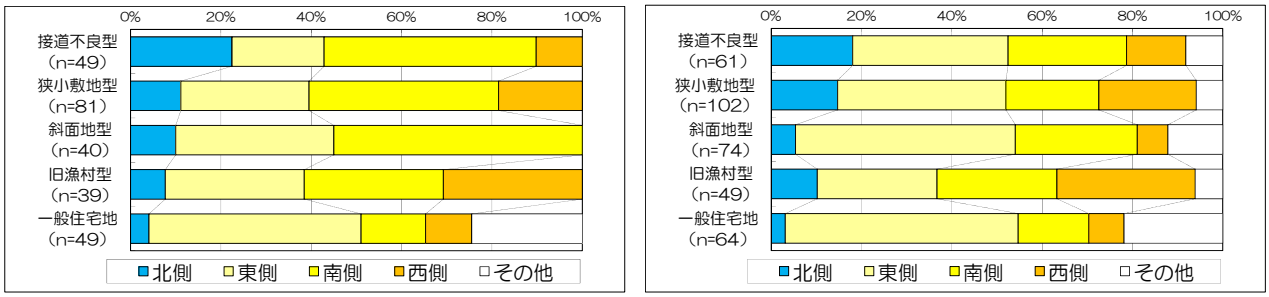


図 2-61　居間の方位（左：冬季、右：夏季）

４．３　街区性能及び満足度

４．３．１　住まいの日当たり

調査を実施した季節における、住まいの日当たりの満足度を尋ねた結果が図 2-62 である。総じて、冬季の方が日当たりに対する不満は大きい。密集市街地では、冬季、「不満」＋「やや不満」が約３割を占める。斜面地型では、冬季、「満足」＋「ほぼ満足」が５割を超える。一般住宅地では非常に満足度が高く、冬季で約７割に達する。

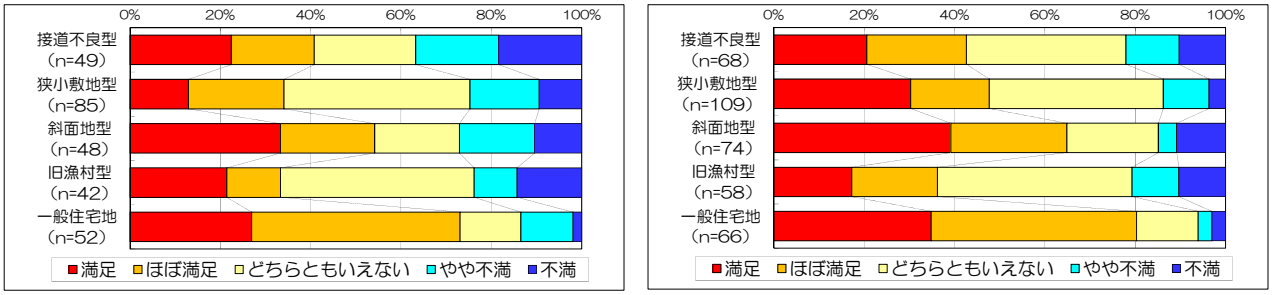


図 2-62　調査を実施した季節の日当たりの満足度（左：冬季、右：夏季）

冬季の日当たりの不満点（図 2-63）については、特段の不満点がないという回答が最も多く、５～６割程度に達しているが、「洗濯物が十分乾かない」「布団が干せない」「縁側等で日なたぼっこができない」が、それぞれ１～２割を占めている。

冬季の日当たりの不満点に対応するための使用機器（図 2-64）としては、どの地区も暖房機器が最も多く半数以上に達している。布団乾燥機は、旧漁村型で４割強、狭小敷地型で３割に達している。

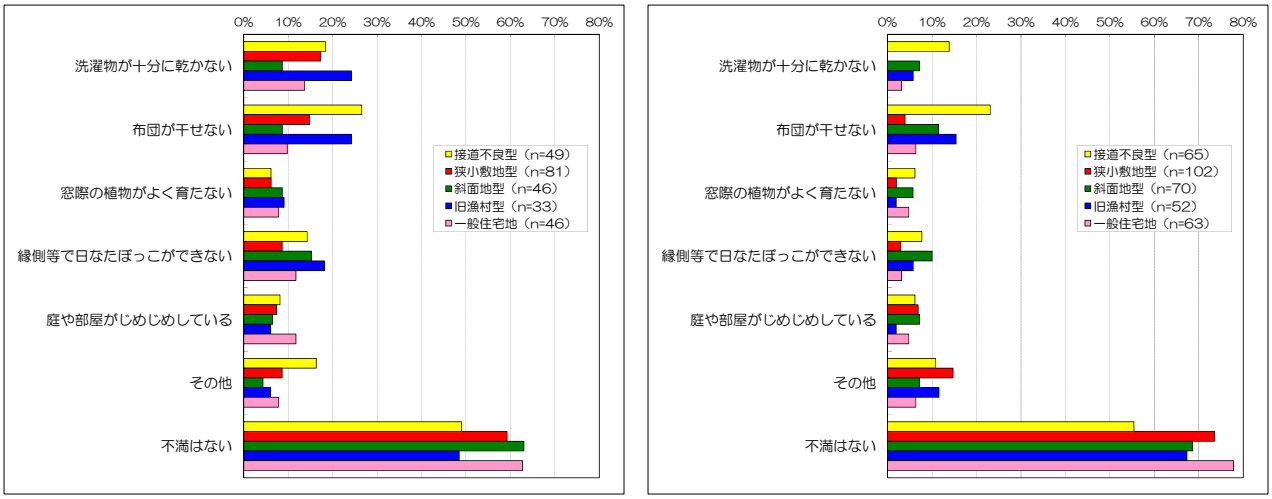


図 2-63　調査を実施した季節の日当たりの不満点（複数回答、左：冬季、右：夏季）

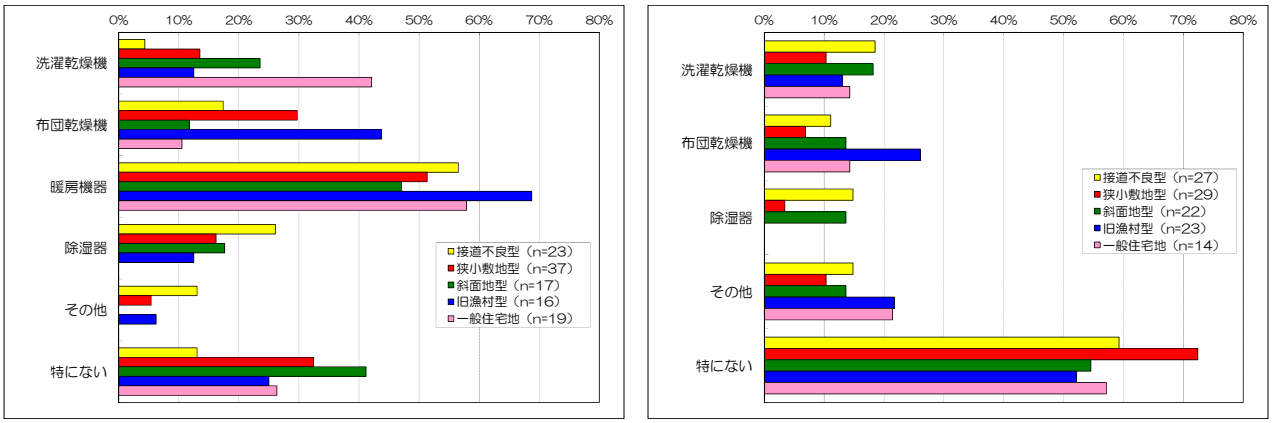


図 2-64　調査を実施した季節の日当たりの不満点に対応するための使用機器（複数回答、左：冬季、右：夏季）

４．３．２　居間の室内の明るさ

調査を実施した季節の日中(10:00～14:00 頃)における、居間の平均的な室内の明るさ(図 2-65)については、斜面地型と一般住宅地では「細かい作業・裁縫等に支障がない明るさ」が約４割と最も多いが、その他の類型では、「照明をつけることが必要な明るさ」が約４割と最も多い。

日中における居間の室内の明るさの満足度(図 2-66)については、斜面地型と一般住宅地で「満足」＋「ほぼ満足」が７～８割を占める。その他の類型では「不満」＋「やや不満」が約３割を占める。

日中における居間での照明の利用頻度（図 2-67）については、居間の室内の明るさの満足度が高い斜面地型と一般住宅地では、「基本的につけない」＋「時間帯や天候によってつける」が約８割に達し、利用頻度が少ない。その他の類型では、「在室時は常につける」＋「在室時はよくつける」が約４割以上を占め、特に接道不良型と狭小敷地型では冬季に５割を超え、利用頻度が多い。いずれの地区においても、夏季は「基本的につけない」の割合が冬季よりも高くなる。

日中に居間で照明を利用する理由（図 2-68）については、「隣の建物との間隔が狭いため」が最も多い。次いで、「いつもカーテン等を閉めているため」が多く、プライバシー保護のため開口部を遮蔽することに伴い、室内照度の低下が発生している状況が窺われる。

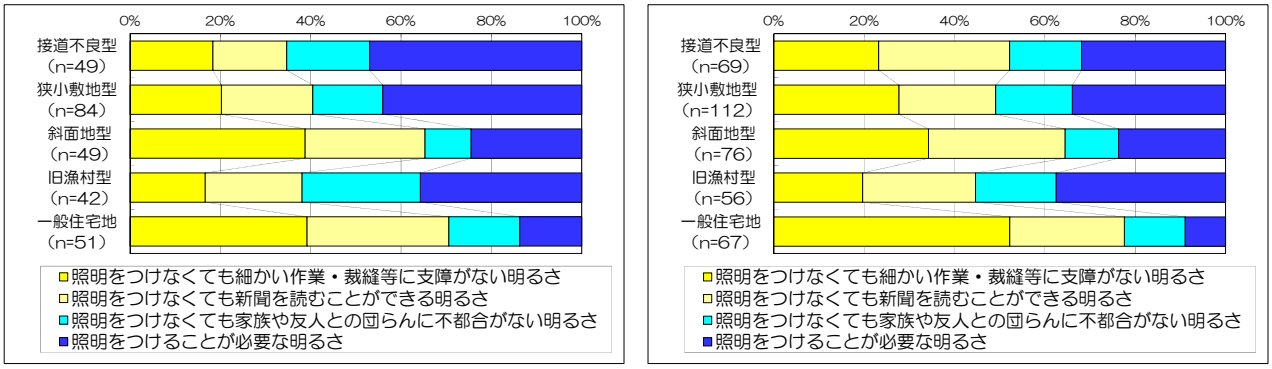


図 2-65　調査を実施した季節の日中における居間の室内の明るさ（左：冬季、右：夏季）

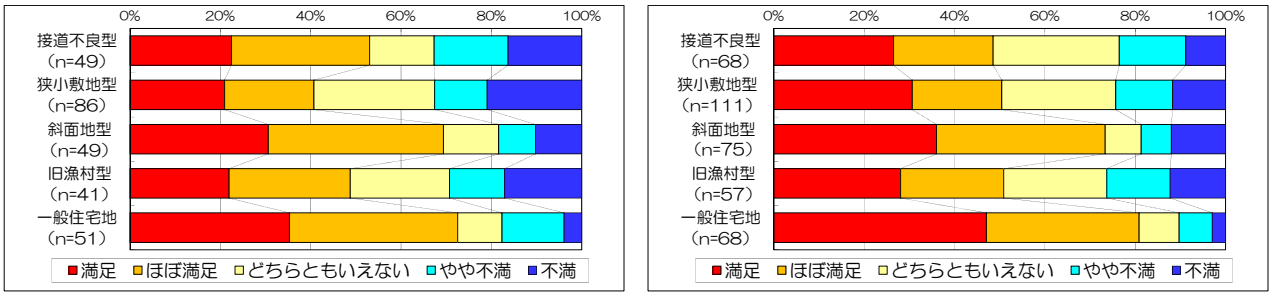


図 2-66　調査を実施した季節の日中における居間の室内の明るさの満足度（左：冬季、右：夏季）

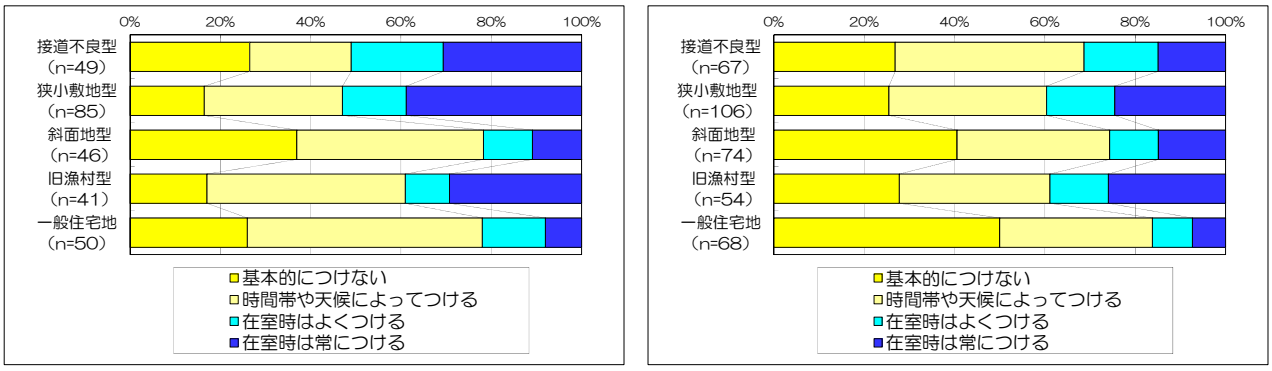


図 2-67　調査を実施した季節の日中における居間での照明の利用頻度（左：冬季、右：夏季）

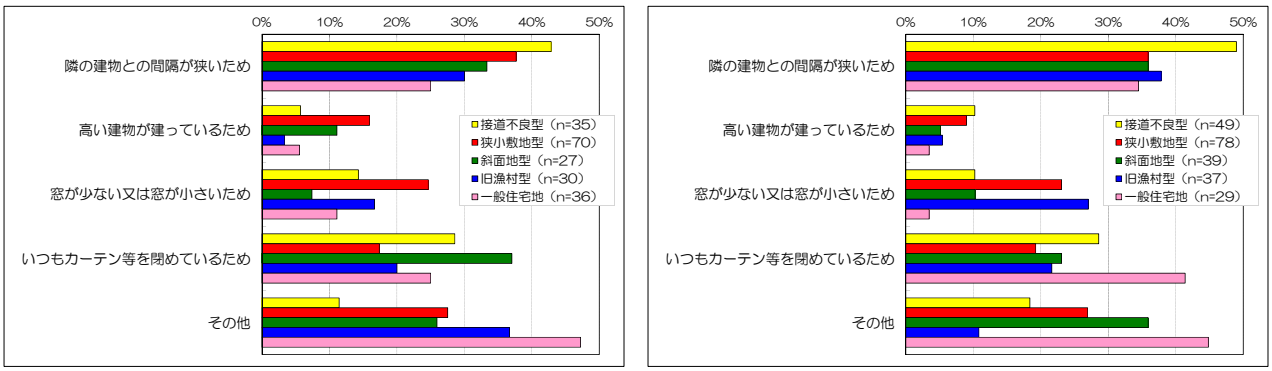


図 2-68　調査を実施した季節の日中に居間で照明を利用する理由（左：冬季、右：夏季）

４．３．３　住まいの風通し

夏季の日中（10:00～14:00 頃）及び夜間（日没～就寝）に、居間で在室時に窓を開けて過ごす頻度（図 2-69）については、いずれの地区でも日中は「ほぼ毎日」が６～７割を占める。夜間は「まったく開けない」の割合が増え、密集市街地で２～３割、一般住宅地で４割弱に達する。一般住宅地では、密集住宅地に比べ、窓を開けて過ごさない傾向にある。

夏季の日中及び夜間に、居間で窓を開けて身体に感じる風が吹く頻度（図 2-70）については、斜面地型と一般住宅地では、日中・夜間とも「ほぼ毎日」が約７割と、風通しが良い。その他の類型では「ほぼ毎日」は約４割である。夜間は日中よりも若干頻度が少なくなる傾向にある。

夏季の日中及び夜間に、居間で窓を開けた時の風通しの満足度（図 2-71）については、斜面地型と一般住宅地では「満足」＋「ほぼ満足」が６割弱に達する。接道不良型、旧漁村型では「不満」＋「やや不満」が約４割を占める。

密集市街地において、夏季、居間で窓を開けて身体に感じる風が吹く頻度と、風通しの満足度の関係（図 2-72）を見ると、身体に感じる風が一週間に一度以上の頻度で吹く場合、「満足」＋「ほぼ満足」＋「どちらでもない」（＝不満ではない）の割合が日中・夜間とも５割を超える。夜間は、日中に比べて、風の頻度に対する満足度は高い傾向にある。

夏季、居間の風通しの不満点に対応するための使用機器（図 2-73）としては、エアコンと扇風機が多く利用されている。風通しの良い斜面地型では、エアコンよりも扇風機の割合が若干高い。

調査を実施した季節における、住まいの玄関前、道路上の風の強さ（図 2-74）については、いずれの地区も夏季は「それほど強く感じない」が約９割に達するが、冬季は「非常に強く感じる」＋「強く感じる」が斜面地型で約３割、それ以外の地区で約２割に達する。

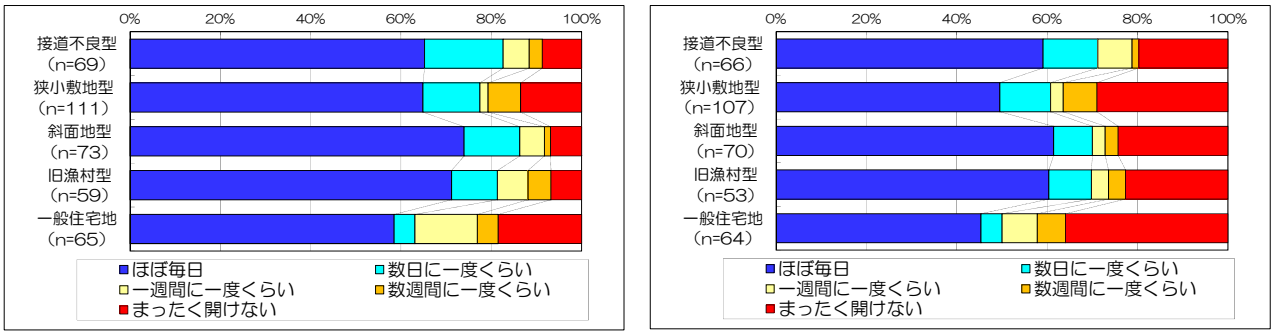


図 2-69　夏季、居間で在室時に窓を開けて過ごす頻度（左：日中、右：夜間）

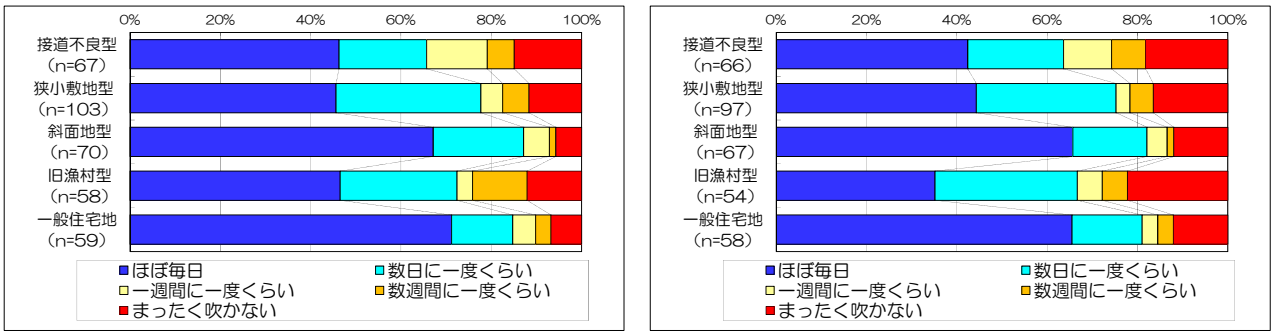


図 2-70　夏季、居間で窓を開けて身体に感じる風が吹く頻度（左：日中、右：夜間）

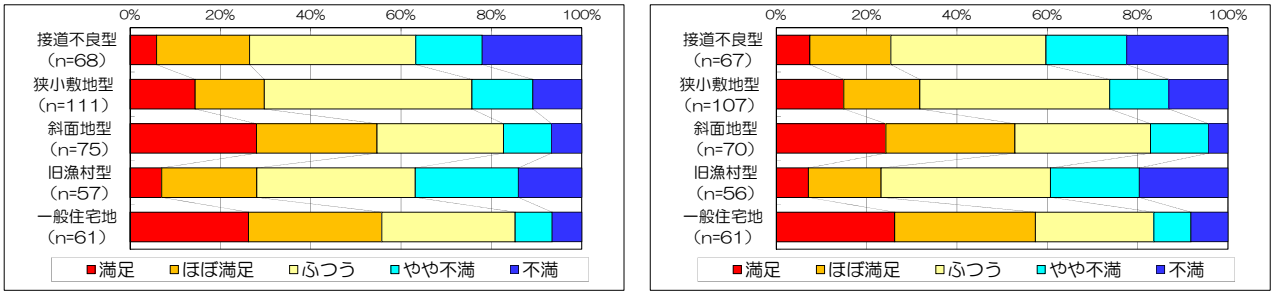


図 2-71　夏季、居間で窓を開けた時の風通しの満足度（左：日中、右：夜間）

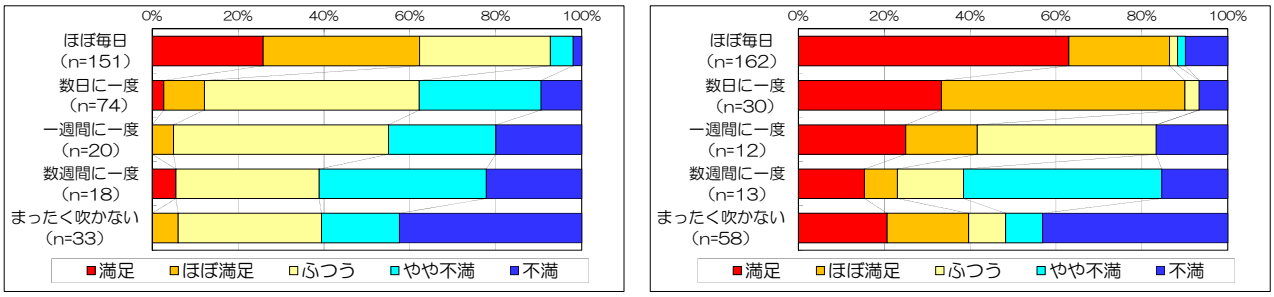


図 2-72　夏季、居間で窓を開けて身体に感じる風が吹く頻度と、風通しの満足度の関係
（密集市街地の合計、左：日中、右：夜間）

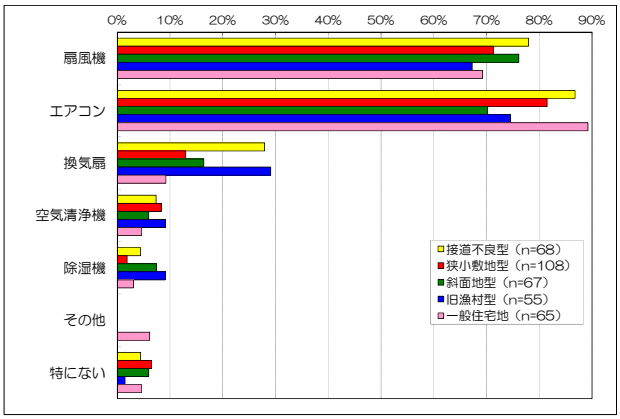


図 2-73　夏季、居間の風通しの不満点に対応するための使用機器（複数回答）

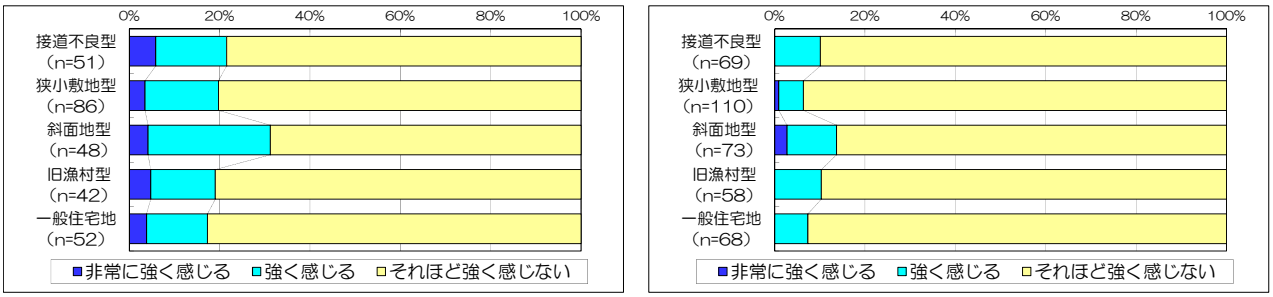


図 2-74　調査を実施した季節における、住まいの玄関前、道路上の風の強さ（左：冬季、右：夏季）

４．３．４　隣の建物との距離

隣の建物との距離の満足度（図 2-75）については、密集市街地では、「不満」＋「やや不満」は４～５割程度に達している。「満足」＋「ほぼ満足」の割合は、敷地規模の大きい斜面地型の冬季で約４割、夏季で約３割、旧漁村型の冬季で約２割に達している他は、密集市街地では１割程度以下である。

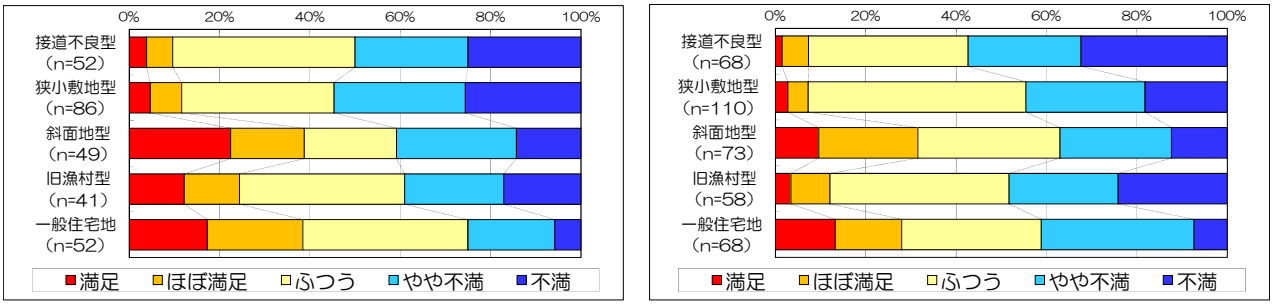


図 2-75　隣の建物との距離の満足度（左：冬季、右：夏季）

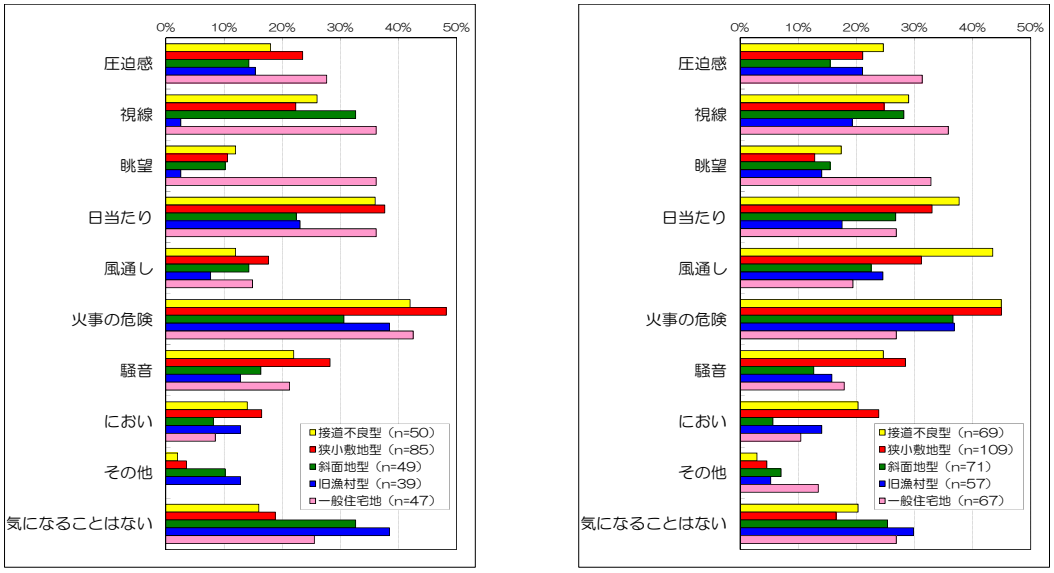


図 2-76　日常生活で隣の建物との距離が近いことについて気になる点（複数回答、左：冬季、右：夏季）

日常生活で隣の建物との距離が近いことについて気になる点（図 2-76）は、密集市街地では「火事の危険」が最も高く、４割程度に達している。「日当たり」「視線」も３割程度挙げられている。「風通し」は冬季よりも夏季で高く、２割以上を占め、接道不良型では「火事の危険」と同程度の４割に達している。いずれの項目も接道不良型の回答が高い傾向にある。一般住宅地では「圧迫感」「視線」「眺望」の視覚的・心理的項目の回答が、密集市街地に比べ高い傾向にある。

４．３．５　防災

大震災時の自宅の倒壊・延焼等の安全性への不安（図 2-77）については、密集市街地では「不安」が４割程度、「不安」＋「少し不安」が約７割以上に達している。特に、接道不良型では「不安」＋「少し不安」が約８割に達する。一般住宅地では「不安」は１割強に留まる。

震災時に不安に感じる災害（図 2-78）については、「周辺建物の火災の自宅への延焼」「自宅の倒壊」「自宅の火災」が、どの地区もほぼ５割以上と高い。道路基盤の脆弱な接道不良型では「道が狭いことによる緊急車両（救急車、消防車）の通行困難」が約７割、「道が狭いことによる避難困難」が約６割に達し、強い不安を抱いている。

自宅の防災対策（耐震改修、防火改修、建て替え等）の現状・予定（図 2-79）については、密集市街地における 1979 年以前の旧耐震建築物では「必要と思うが実施するつもりはない」が最も多く、資金面等の制約による対策の困難さが推察される。

自宅周辺の避難経路や緊急車両の通行確保のための道路拡幅への考え方（図 2-80）については、道路基盤の脆弱な接道不良型と斜面地型で「実施すべきであり、多少の敷地提供ならば協力してもよい」の積極的意向が３～４割に達し、狭隘道路拡幅や壁面後退による道路空間確保の可能性が期待される。一方、狭小敷地型では「実施すべきだが、敷地の提供はしたくない」が約４割に達しており、狭小敷地での物理的理由からの道路拡幅の困難さが推察される。

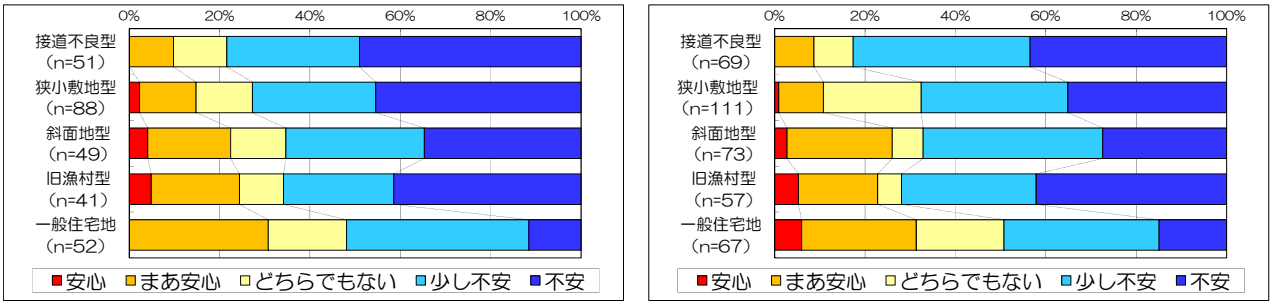


図 2-77　大震災時の自宅の倒壊・延焼等の安全性への不安（左：冬季、右：夏季）

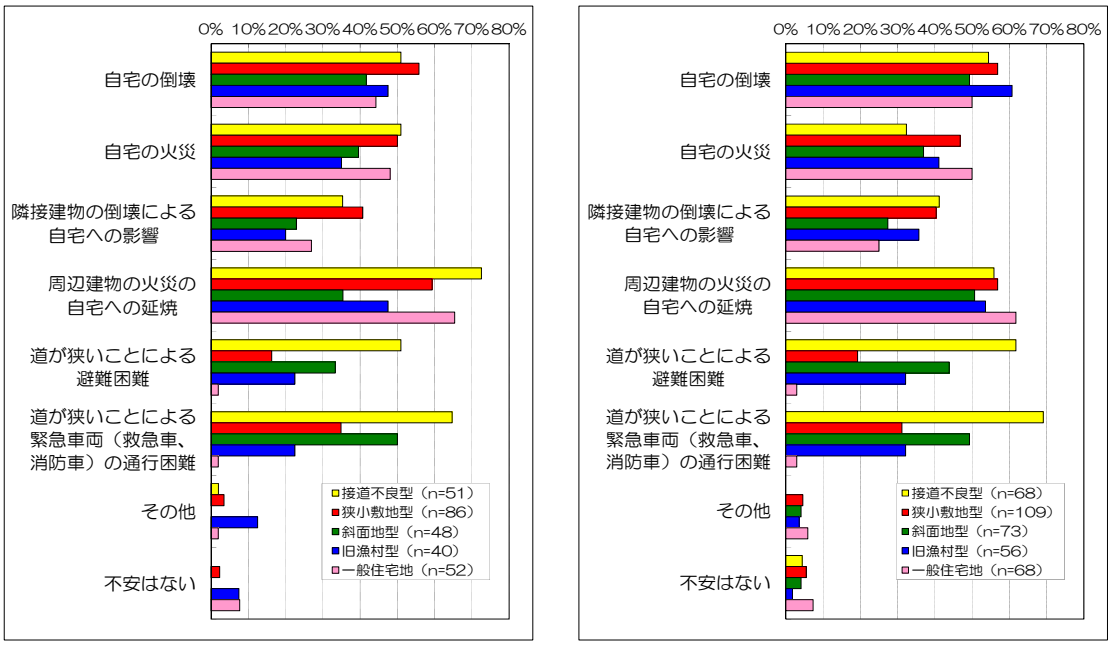


図 2-78　震災時に不安に感じる災害（複数回答、左：冬季、右：夏季）

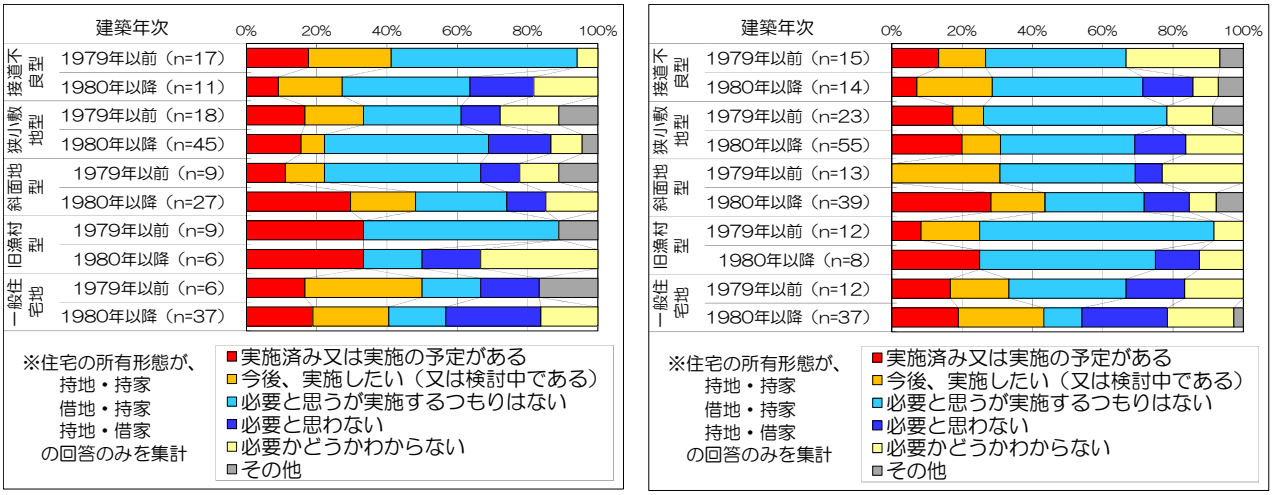


図 2-79　自宅の防災対策（耐震改修、防火改修、建て替え等）の現状・予定（左：冬季、右：夏季）

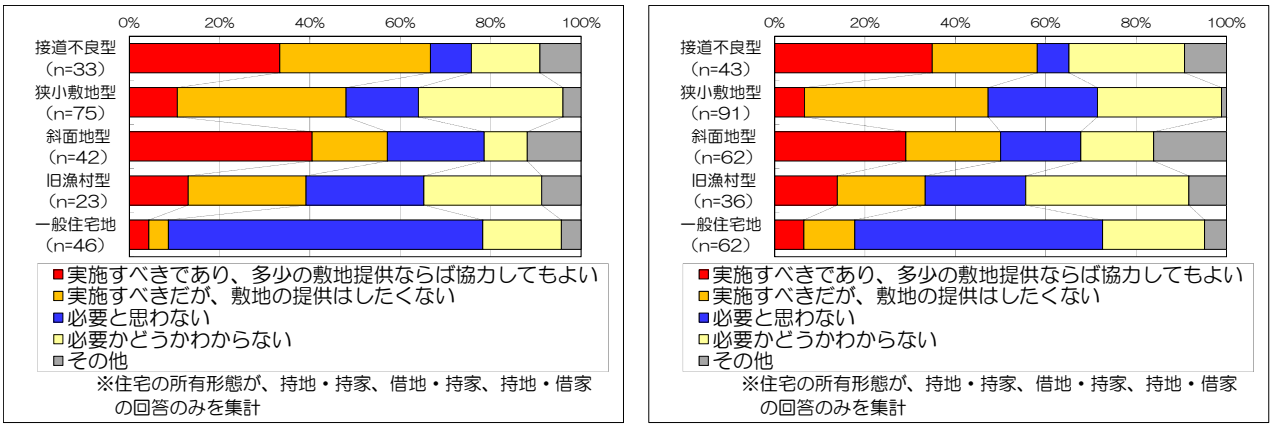


図 2-80　自宅周辺の避難経路や緊急車両の通行確保のための道路拡幅への考え方（左：冬季、右：夏季）

４．３．６　地区環境の改善ニーズ

最も改善したい地区環境の項目（図 2-81）については、密集市街地では、旧漁村型を除き「火災の安全性」が最も多く、概ね４割程度を占めている。一般住宅地は「特に改善したいことはない」が最も多いが、「眺望や隣の建物の圧迫感」の割合が高く、「火災の安全性」と同程度の約２割挙げられている。

地区環境改善のため賛成できる建て替え時の建築ルール（図 2-82～83）については、密集市街地では「建物構造を火災に強いものに制限」や「隣地境界線から建物壁面を１ｍ後退」等が高い傾向にあり、地区計画等規制誘導手法による協調的建て替えルールの適用可能性が期待される。一般住宅地では「建物構造を火災に強いものに制限」が約７割、「隣地境界線から建物壁面を１ｍ後退」が６割強、「建物を２階建てに制限」が約６割と特に高く、地区環境の保全・改善意識の高さが窺われる。

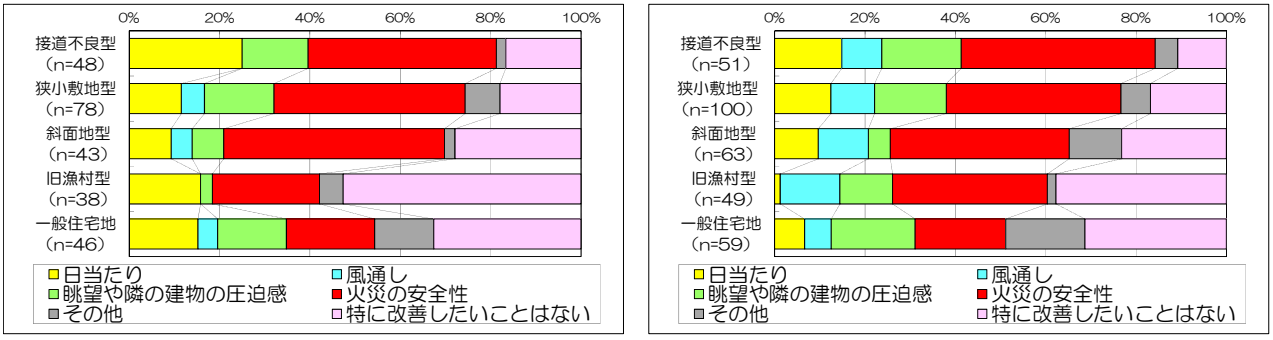


図 2-81　最も改善したい地区環境の項目（左：冬季、右：夏季）

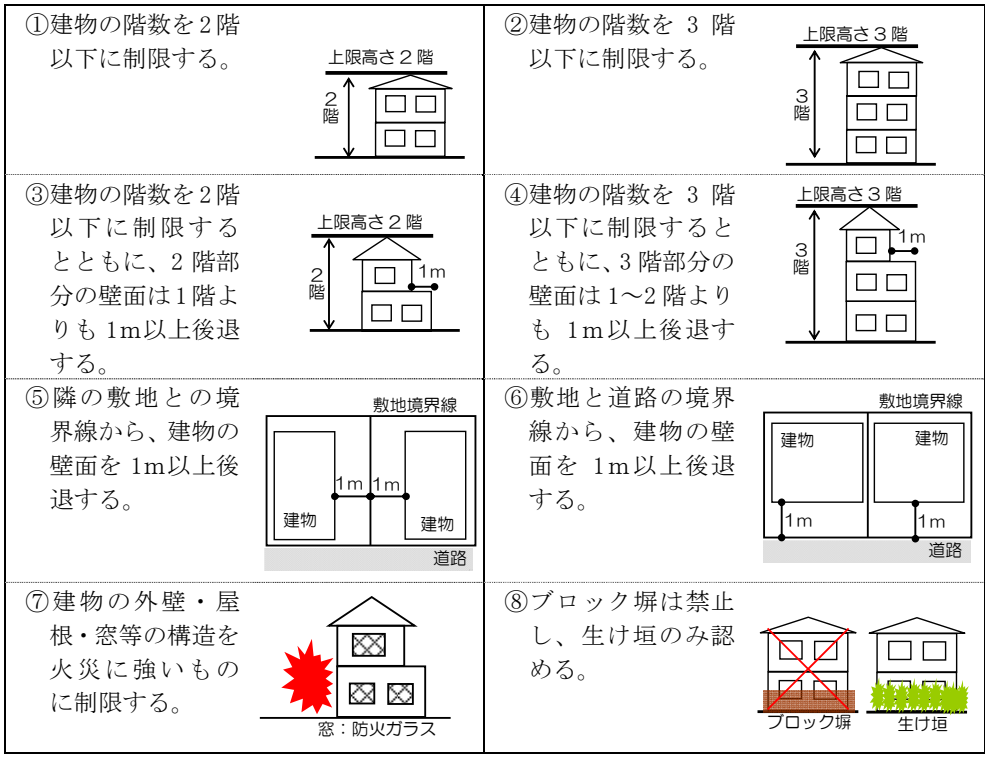


図 2-82　アンケート票に示した地区環境改善のための建て替え時の建築ルールのイメージ図

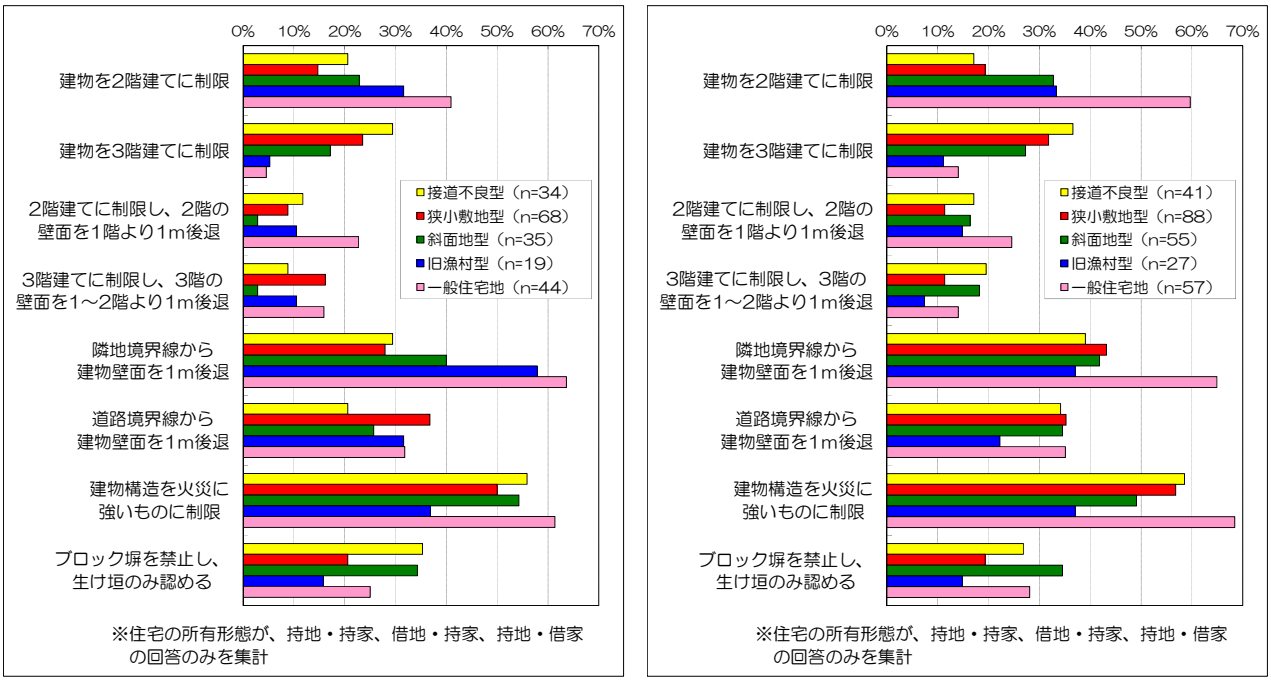


図 2-83　地区環境改善のため賛成できる建て替え時の建築ルール（複数回答、左：冬季、右：夏季）

４．４　アンケート調査結果と実測調査結果の関連づけ

４．４．１　住まいの日当たりに関する住民意識と、居室の主開口部の日照時間の関係（密集市街地）

住まいの日当たりに関する満足度の累積割合と、居間の主開口部の日照時間の関係（図 2-84）については、冬季・夏季ともに、「満足」＋「ほぼ満足」＋「どちらでもない」（＝不満ではない）の累積割合が 50%を超えるのは、日照時間が約３時間である。「満足」＋「ほぼ満足」の累積割合が 50%を超えるのは、日照時間が約７時間である。

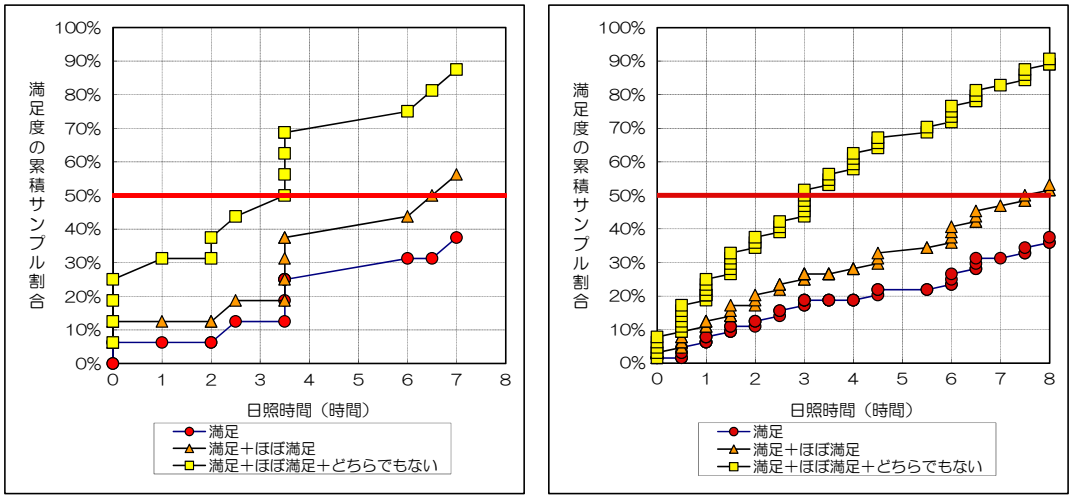


図 2-84　住まいの日当たりの満足度の累積割合と、居室の主開口部の日照時間の関係
（密集市街地合計、左：冬季、右：夏季）

４．４．２　居間の室内の明るさに関する住民意識と、居間の主開口部の鉛直面照度の関係（密集市街地）

居間の室内の明るさに関する満足度の累積割合と、居間の主開口部の鉛直面照度の関係（図 2-85）については、冬季では、「満足」＋「ほぼ満足」の累積割合が 50%を超えるのは、居間の主開口部の鉛直面照度が 2,500～3,000Lx である。これに「どちらでもない」を加えると（＝不満ではない）、累積割合が 50%を超えるのは約 1,500Lx である。夏季では、「満足」＋「ほぼ満足」の累積割合が 50%を超えるのは約 5,000Lx、「どちらでもない」を加えると（＝不満ではない）約 3,000Lx である。

居間の室内の明るさの性能に関する累積割合と、居間の主開口部の鉛直面照度との関係（図 2-86）については、「照明をつけなくても家族や友人との団らんに不都合がない明るさ」の累積割合が 50%を超えるのは、冬季では居間の主開口部の鉛直面照度が約 2,000Lx、夏季では約 4,000Lx である。

居間の照明の利用頻度に関する累積割合と、居間の主開口部の鉛直面照度の関係（図 2-87）については、「基本的につけない」＋「時間帯や天候によってつける」の累積割合が 50%を超えるのは、冬季では居間の主開口部の鉛直面照度が約 2,000Lx、夏季では約 5,000Lx である。

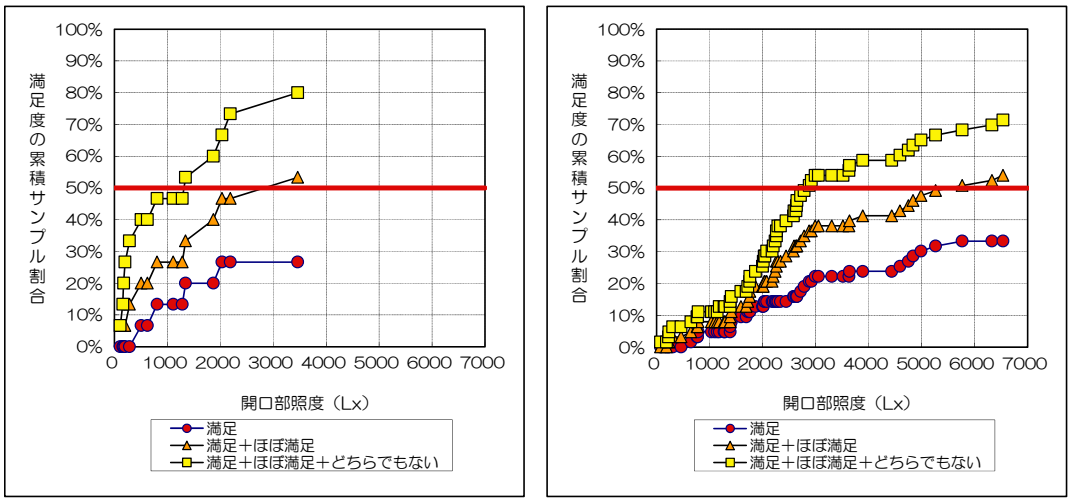


図 2-85　居間の室内の明るさに関する満足度の累積割合と、居間の主開口部の鉛直面照度の関係
（密集市街地合計、左：冬季、右：夏季）

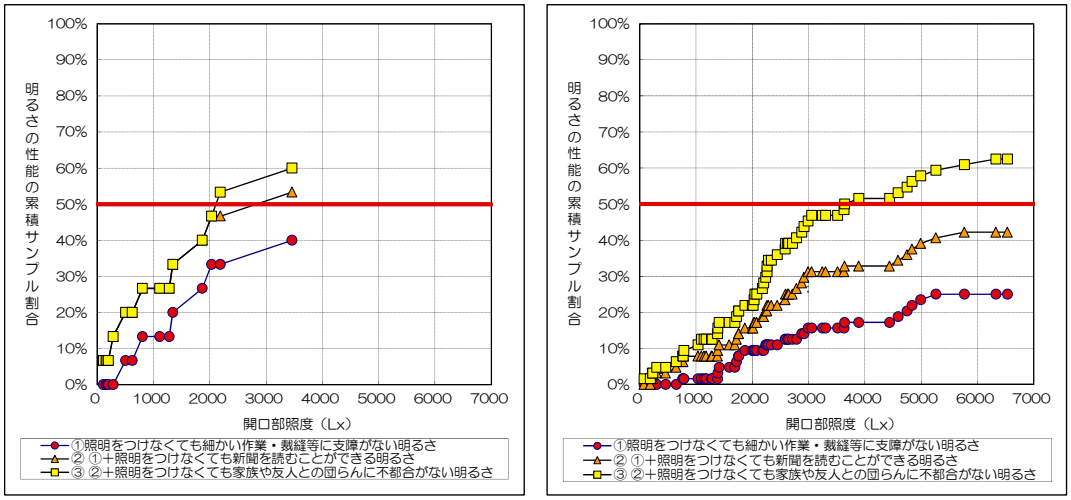


図 2-86　居間の室内の明るさの性能に関する累積割合と、居間の主開口部の鉛直面照度の関係
（密集市街地合計、左：冬季、右：夏季）

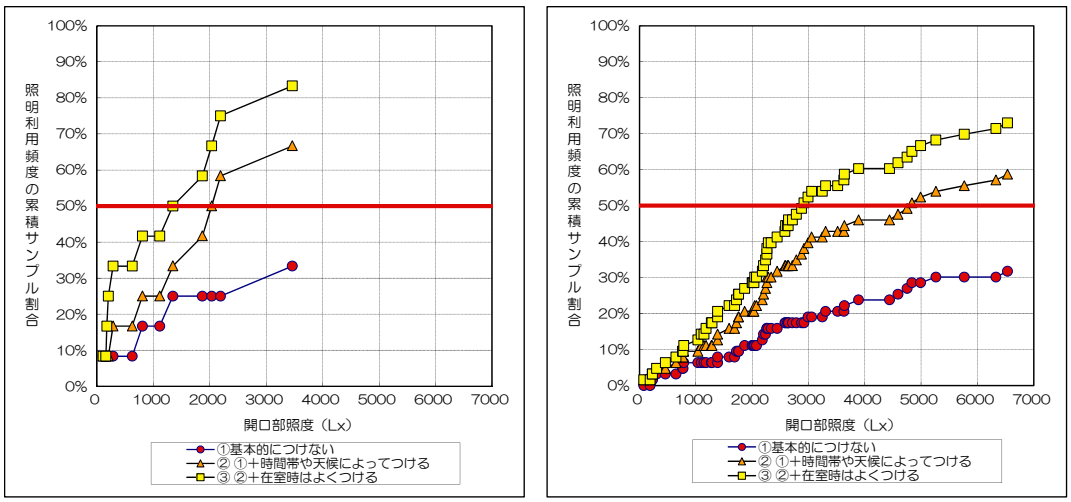


図 2-87　居間の照明の利用頻度に関する累積割合と、居間の主開口部の鉛直面照度の関係
（密集市街地合計、左：冬季、右：夏季）

４．４．３　夏季の日中及び夜間における居間の風通しの満足度と、居間の主開口部付近の風速の関係（密集市街地）

夏季の日中（10:00～14:00 頃）及び夜間（日没～就寝）に居間で窓を開けた時の風通しの満足度の累積割合と、居間の主開口部付近の平均風速の関係（図 2-88)）については、「満足」＋「ほぼ満足」の累積割合は日中・夜間とも全サンプルで 40%に満たず、「どちらでもない」を加えると(＝不満ではない)、累積割合が 50%を超えるのは、日中で平均風速が約 0.4m/s、夜間で約 0.3m/s である。

夏季の日中及び夜間に居間で窓を開けた時の風通しの満足度の累積割合と、居間の主開口部付近の風速 0.4m/s 以上の風の発生割合の関係（図 2-89）については、「満足」＋「ほぼ満足」＋「どちらでもない」（＝不満ではない）の累積割合が 50%を超えるのは、風速 0.4m/s 以上の風の発生割合が日中で約 40%、夜間で約 20%である。

同様に、夏季の日中及び夜間に居間で窓を開けた時の風通しの満足度の累積割合と、居間の主開口部付近の風速 0.9m/s 以上の風の発生割合の関係（図 2-90）については、「満足」＋「ほぼ満足」＋「どちらでもない」（＝不満ではない）の累積割合が 50%を超えるのは、風速 0.9m/s 以上の風の発生割合が日中で約 10%、夜間で約 5%である。

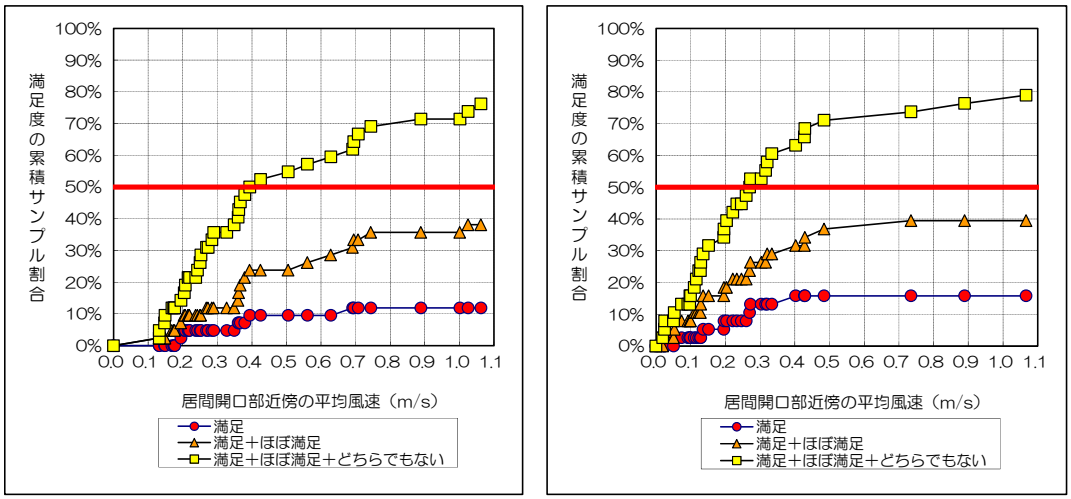


図 2-88　夏季の日中及び夜間に居間で窓を開けた時の風通しの満足度の累積割合と、居間の主開口部付近の平均風速の関係（密集市街地合計、左：日中、右：夜間）

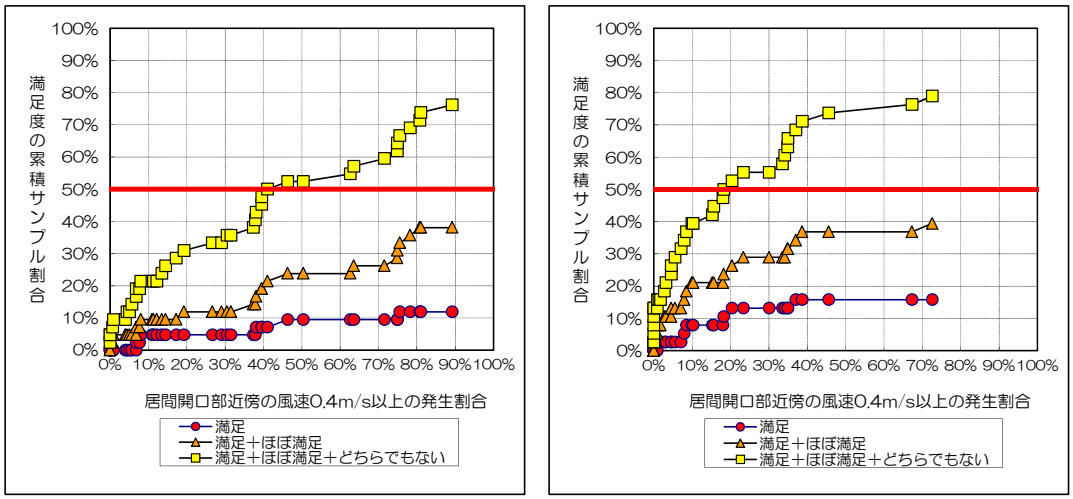


図 2-89　夏季の日中及び夜間に居間で窓を開けた時の風通しの満足度の累積割合と、居間の主開口部付近の風速 0.4m/s 以上の風の発生割合の関係（密集市街地合計、左：日中、右：夜間）

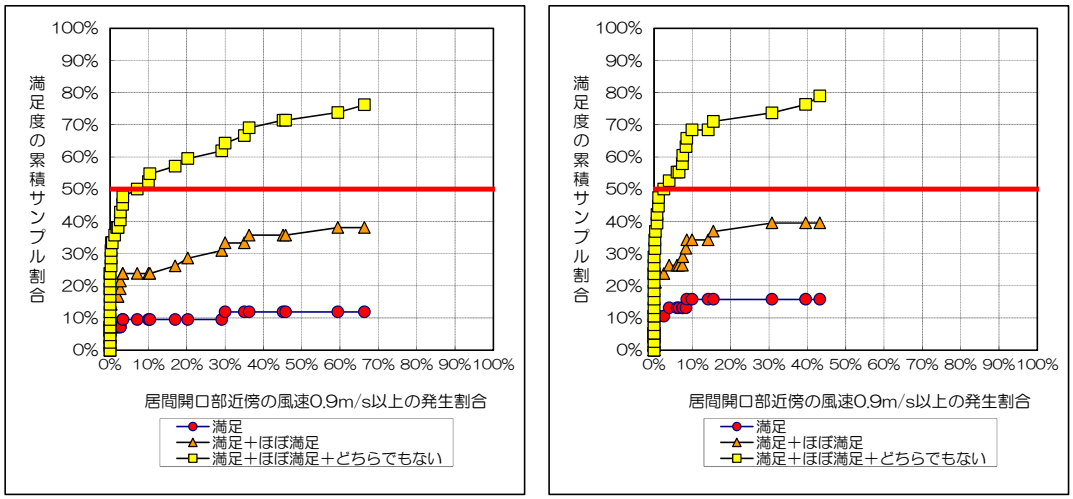


図 2-90　夏季の日中及び夜間に居間で窓を開けた時の風通しの満足度の累積割合と、居間の主開口部付近の風速 0.9m/s 以上の風の発生割合の関係（密集市街地合計、左：日中、右：夜間）

５．調査結果のまとめ

本章では、密集市街地で実現されている街区性能水準の現状と、現状に対する住民ニーズ等を把握するため、道路、敷地、建物、地形等の市街地構成要素の異なる類型密集市街地４地区（接道不良型、狭小敷地型、斜面地型、旧漁村型）を対象に、現状の街区性能水準（実測が可能な、日照、採光、通風）の実測調査を行うとともに、街区性能水準等に関する住民アンケート調査を実施した。以下、本調査で得られた主な結果を整理する。

なお、以下に整理する調査結果は、調査対象としてサンプル的に抽出した地区における実態であり、必ずしも他地区においても同様の傾向を示すとは限らないことに留意が必要である。

【居住世帯の状況】

- アンケート回答者の年齢は、どの地区も 60 歳代以上が６割を超えている。特に旧漁村型では 60 歳代以上が８割弱に達し、70 歳代以上が約７割である。家族構成は、「世帯主のみ」「世帯主夫婦のみ」が多い。
- 長期居住世帯が多く、30 年以上前に入居した世帯が約半数を占める。

【敷地・建物の状況】

- 敷地規模は、狭小敷地型と旧漁村型で特に狭く、80 ㎡未満が６割を占めている。斜面地型は敷地規模が大きく、100 ㎡以上が６割以上に達する。
- 接道不良型と旧漁村型で、旧耐震建築物が５割以上を占めている。特に旧漁村型では築 50 年を超える建物が２割強を占めている。接道条件の良い狭小敷地型、敷地規模の大きい斜面地型では、比較的建物更新が進んでいることが窺われる。

【街区性能水準全般】

- 密集市街地では、比較対象とした一般住宅地よりも全般的に街区性能水準が低い傾向にある。
- 密集市街地の中でも、市街地の類型により街区性能水準が異なる。

【日照に関する実測結果と住民満足度】

- 冬季・晴天時の１階居室の主開口部の日照時間は、平均値で２～３時間程度であるが、日照時間が０時間となるものも多く、特に狭小敷地型と旧漁村型では約１／３に達する。
- 冬季の日当たりについて、「不満」＋「やや不満」が約３割を占める。斜面地型では、冬季、「満足」＋「ほぼ満足」が５割を超える。
- 冬季・夏季の日当たりについて「満足」＋「ほぼ満足」＋「どちらでもない」（＝不満ではない）の累積割合が 50%を超える日照時間は、約３時間である。

【採光に関する実測結果と住民満足度】

- 曇天時の１階外壁・開口部における鉛直面照度の平均値は、概ね 1,500Lx を超えている。特に斜面地型が高い傾向にあり、概ね 3,000Lx に達している。
- 斜面地型を除く地区で、日中でも居間で照明をつける必要があるとする回答が約４割に達する。理由としては、隣棟間隔が狭いことが最も多い。
- 冬季の居間の明るさについて、「満足」＋「ほぼ満足」＋「どちらでもない」（＝不満ではない）の累積割合が 50%を超えるのは、居間の主開口部の鉛直面照度が約 1,500Lx である。

【通風に関する実測結果と住民満足度】

- 夏季において地上で身体に感じる風速 0.9m/s 以上の風が吹く頻度は、斜面地型と旧漁村型では約 20%と高いが、接道不良型と狭小敷地型では 10%弱である。
- 上空風との風速比は、地上よりも２階部分の方が高い。類型別では、斜面地型が高い。

- 夏季の日中及び夜間に、居間で窓を開けて身体に感じる風が吹く頻度は、斜面地型では「ほぼ毎日」が約７割と風通しが良いが、その他の類型では約４割である。
- 夏季の日中及び夜間に、居間で窓を開けた時の風通しの満足度は、斜面地型では「満足」＋「ほぼ満足」が６割弱に達するが、接道不良型、旧漁村型では「不満」＋「やや不満」が約４割を占める。
- 夏季、居間で窓を開けて身体に感じる風が一週間に一度以上の頻度で吹く場合、「満足」＋「ほぼ満足」＋「どちらでもない」（＝不満ではない）の割合が日中・夜間とも５割を超える。
- 夏季の日中及び夜間に居間で窓を開けた時の風通しの満足度について、「満足」＋「ほぼ満足」＋「どちらでもない」（＝不満ではない）の累積割合が 50%を超えるのは、居間の主開口部付近の風速 0.9m/s 以上の風の発生割合が日中で約 10%、夜間で約 5%である。

【隣棟間隔の満足度】
- 隣棟間隔について、「不満」＋「やや不満」は４～５割程度に達している。
- 隣棟間隔の狭さによって気になるとして、「火事の危険」が４割程度と最も高く、「日当たり」「風通し」の回答も多い。

【防災意識】
- 大震災時の自宅の倒壊・延焼等の安全性について、「不安」が４割程度、「不安」＋「少し不安」が約７割以上に達している。
- 震災時に不安に感じる災害は、「周辺建物の火災の自宅への延焼」「自宅の倒壊」「自宅の火災」がほぼ５割以上に達する。接道不良型では「道が狭いことによる緊急車両（救急車、消防車）の通行困難」が約７割、「道が狭いことによる避難困難」が約６割に達する。
- 自宅の防災対策（耐震改修、防火改修、建て替え等）の現状・予定については、1979 年以前の旧耐震建築物では「必要と思うが実施するつもりはない」が最も多く、資金面等の制約による対策の困難さが推察される。
- 自宅周辺の避難経路や緊急車両の通行確保のための道路拡幅への考え方については、接道不良型と斜面地型で「実施すべきであり、多少の敷地提供ならば協力してもよい」の積極的意向が３～４割に達する。一方、狭小敷地型では「実施すべきだが、敷地の提供はしたくない」が約４割に達し、物理的理由からの道路拡幅の困難さが推察される。

【地区環境の改善ニーズ】
- 最も改善したい地区環境の項目については、旧漁村型を除き「火災の安全性」が最も多く、概ね４割程度を占めている。

【建て替え時の建築ルールへの意向】
- 地区環境改善のため賛成できる建て替え時の建築ルールについては、「建物構造を火災に強いものに制限」や「隣地境界線から建物壁面を１ｍ後退」等が高い傾向にあり、地区計画等規制誘導手法による協調的建て替えルールの適用可能性が期待される。

あなたご自身のことについてお伺いします。

問１　あなたの年齢層についてお答えください。　**（あてはまる番号１つに○）**

①２０歳代　②３０歳代　③４０歳代　④５０歳代　⑤６０歳代　⑥７０歳以上

問２　世帯主からみたご家族の構成についてお答えください。
（あてはまる番号１つに○）

①世帯主のみ　②世帯主夫婦のみ　③世帯主（又はその夫婦）＋子
④親＋世帯主（又はその夫婦）　⑤世帯主（又はその夫婦）＋子＋孫
⑥親＋世帯主（又はその夫婦）＋子
⑦その他（　　）

問３　お住まいの敷地面積を㎡、坪のどちらでも結構ですのでお答えください。

（　　㎡）または（　　坪）

問４　お住まいの延べ床面積を㎡、坪、畳のどれでも結構ですのでお答えください。

（　　㎡）または（　　坪）または（　　畳）

※延べ床面積：建物の各階の床面積を合計した面積
※面積の目安：１坪≒3.3㎡≒2畳

問５　現在の土地にはいつからお住まいかお答えください。

①昭和　・　平成　（　　年）　②不明

問６　お住まいはいつ建てられたものかお答えください。

①昭和　・　平成　（　　年）　②不明

問７　お住まいの所有形態についてお答えください。**（あてはまる番号１つに○）**

①持地・持家　②借地・持家　③持地・借家　④借地・借家
⑤その他（　　）

問８　お住まいの「居間」についてお答えください。
※複数の居間がある場合は**最も長い間、利用する部屋**についてお答えください。

●居間のある階についてお答えください。　**（あてはまる番号１つに○）**
①１階　②２階　③３階　④その他（　　階）

●居間の主な窓の「方位」についてお答えください。
（あてはまる番号１つに○）
①北側　②南側　③東側　④西側

お住まいの居間の室内の明るさについてお伺いします。

※問９～１２については、冬季の日中（午前１０時～午後２時頃）の居間（問８でお答え頂いた部屋）を想定してお答えください。

問９　冬季、日中（午前１０時～午後２時頃）の平均的な室内の明るさの程度についてお答えください。　（あてはまる番号１つに○）

①照明をつけなくても細かい作業・裁縫等に支障がない明るさ。
②照明をつけなくても新聞を読むことができる明るさ。
③照明をつけなくても家族や友人との団らんに不都合がない明るさ。
④照明をつけることが必要な明るさ。

問１０　冬季、日中（午前１０時～午後２時頃）の在室時に照明を使わないときの明るさにどの程度満足していますか。　（あてはまる番号１つに○）

※「④やや不満」、「⑤不満」を選択した方は「理由」もあわせてお答え下さい。

①満足
②ほぼ満足
③どちらともいえない
④やや不満（理由：　　）
⑤不満　　（理由：　　）

問１１　冬季、日中（午前１０時～午後２時頃）の在室時にどの程度照明を利用しますか。　（あてはまる番号１つに○）

①在室時は常につける。
②在室時はよくつける。
③時間帯や天候によってつける。
④基本的につけない。

問１３に進んでください。

問１２　問１１で①～③に回答した方にお伺いします。
冬季、日中（午前１０時～午後２時頃）の在室時に照明を利用する理由についてお答えください。　（あてはまる番号全てに○）

①隣の建物との間隔が狭いため。
②高い建物が建っているため。
③窓が少ない又は窓が小さいため。
④いつもカーテン等を閉めているため。
⑤その他（　　）

お住まいの日当たりについてお伺いします。

問１３　冬季、お住まいの日当たりにどの程度満足していますか。
（あてはまる番号１つに○）

①満足
②ほぼ満足
③ふつう
④やや不満
⑤不満

問１４　冬季、あなたのお住まいの日当たりに関する不満点があればお答えください。　（あてはまる番号全てに○）

①洗濯物が十分に乾かない。
②布団が干せない。
③窓際の植物がよく育たない。
④縁側等で日なたぼっこができない。
⑤庭や部屋がじめじめしている。
⑥その他（　　）
⑦不満はない。

問１６に進んでください。

問１５　問１４で①～⑥に回答した方にお伺いします。
問１４の不満点に対応するために使用されている機器についてお答えください。　（あてはまる番号全てに○）

①洗濯乾燥機
②布団乾燥機
③暖房機器
④除湿器
⑤その他（　　）
⑥特にない

お住まいの風通しについてお伺いします。

問１６　冬季のあなたのお住まいの玄関前、道路上の風の強さについてお答えください。　（あてはまる番号１つに○）

①非常に強く感じる
②強く感じる
③それほど強く感じない

お隣の建物との距離についてお伺いします。

問１７　お隣の建物との距離についてどの程度満足していますか。
（あてはまる番号１つに○）

①満足
②ほぼ満足
③ふつう
④やや不満
⑤不満

問１８　日常生活において、お隣の建物との距離が近いことについて気になる点があればお答えください。　（あてはまる番号全てに○）

①圧迫感
②視線
③眺望
④日当たり
⑤風通し
⑥火事の危険
⑦騒音
⑧におい
⑨その他（　　）
⑩気になることはない

お住まいの防災についてお伺いします。

問１９　あなたは大規模な震災時に、建物の倒壊や延焼等に対するご自宅の安全性について、どう思われますか。　（あてはまる番号１つに○）

①安心
②まあ安心
③どちらでもない
④少し不安
⑤不安

問２０　あなたは震災時の災害のうち、具体的にどのようなことに不安を感じますか。　（あてはまる番号全てに○）

①ご自宅の倒壊。
②ご自宅の火災。
③お隣の建物が倒壊してご自宅に影響しないか不安。
④周辺の建物の火災がご自宅に延焼しないか不安。
⑤道が狭く避難が困難となるのではないかと不安。
⑥道が狭く緊急車両（救急車又は消防車）が入れないのではないかと不安。
⑦その他（　　）
⑧不安はない。

問２１　あなたはご自宅の防災対策（耐震補強、防火補強、建て替え等）についてどのようにお考えですか。　（あてはまる番号１つに○）

①実施済み又は実施の予定がある。
②今後、実施したい（又は検討中である）。
③必要と思うが実施するつもりはない。
④必要と思わない。
⑤必要かどうかわからない。
⑥その他（　　）

問２２　あなたはご自宅周辺の避難経路や緊急車両の通行を確保するために道路を拡幅することについてどうお考えですか。
（あてはまる番号１つに○）

①実施すべきであり、多少の敷地提供ならば協力してもよい。
②実施すべきだが、敷地の提供はしたくない。
③必要と思わない。
④必要かどうかわからない。
⑤その他（　　）

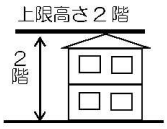
あなたが生活する上で重視する環境についてお伺いします。

問２３　ご自宅やご自宅周辺の環境のうち一番改善したいと思うことは何ですか。　（あてはまる番号１つに○）

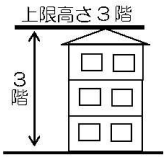
①日当たり
②風通し
③眺望やお隣の建物の圧迫感
④火災の安全性
⑤特に改善したいことはない。
⑥その他（　　）

問２４　今後、お住まいの環境（日当たり、風通しや火災の安全性等）を改善するため、隣近所で建て替え時の建築ルールを決めるとした場合、どのような内容のルールであれば賛成できますか。
（あてはまる番号全てに○）

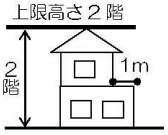
①建物の階数を２階建てに制限する。



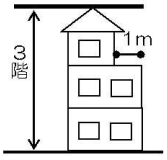
②建物の階数を 3 階建てに制限する。



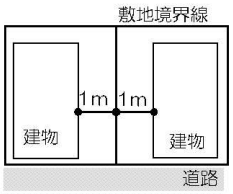
③建物の階数を２階建てに制限するとともに、２階部分の壁面を１階よりも 1m程度後退する。



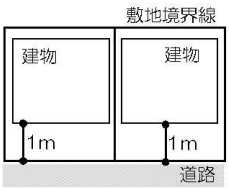
④建物の階数を 3 階建てに制限するとともに、3 階部分の壁面を 1～2 階よりも 1m程度後退する。



⑤隣の敷地との境界線から、建物の壁面を 1m程度後退する。

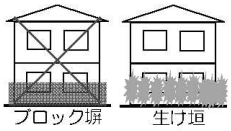


⑥敷地と道路の境界線から、建物の壁面を 1m程度後退する。



⑦建物の外壁・屋根・窓等の構造を火災に強いものに制限する。

⑧ブロック塀は禁止し、生け垣のみ認める。



問２５　お住まいの環境、まちづくりのこと等について日頃感じておられることがございましたらご自由にお書きください。

アンケートは以上です。ご協力ありがとうございました。

アンケート調査票（夏季版）

はじめに、アンケートを記入される方は必ずお答え下さい。

問　あなたの世帯は、冬季のアンケート調査にもご回答下さいましたか？
（あてはまる番号１つに○）

①はい。冬季も私が回答しました。
②はい。冬季は私以外の家族が回答しました。
③いいえ。冬季は私の世帯は回答していません。
④その他（　　）

あなたご自身のことについてお伺いします。

問１　あなたの年齢層についてお答え下さい。　（あてはまる番号１つに○）

①２０歳代
②３０歳代
③４０歳代
④５０歳代
⑤６０歳代
⑥７０歳以上

問２　世帯主からみたご家族の構成についてお答え下さい。
（あてはまる番号１つに○）

①世帯主のみ
②世帯主夫婦のみ
③世帯主（又はその夫婦）＋子
④親＋世帯主（又はその夫婦）
⑤世帯主（又はその夫婦）＋子＋孫
⑥親＋世帯主（又はその夫婦）＋子
⑦その他（　　）

問３　お住まいの敷地面積を㎡、坪のどちらでも結構ですのでお答え下さい。

（　　㎡）または（　　坪）

※面積の目安：１坪≒3.3㎡

3

問４　お住まいの延べ床面積を㎡、坪、畳のどれでも結構ですのでお答え下さい。

（　　㎡）または（　　坪）または（　　畳）

※延べ床面積：建物の各階の床面積を合計した面積
※面積の目安：１坪≒3.3㎡≒2畳

問５　現在の土地にはいつからお住まいかお答え下さい。

①昭和　・　平成　（　　年）
②不明

問６　お住まいはいつ建てられたものかお答え下さい。

①昭和　・　平成　（　　年）
②不明

問７　お住まいの所有形態についてお答え下さい。**（あてはまる番号１つに○）**

①持地・持家
②借地・持家
③持地・借家
④借地・借家
⑤その他（　　）

問８　お住まいの「居間」についてお答え下さい。
※複数の居間がある場合は**最も長い間、利用する部屋**についてお答え下さい。

●居間のある階についてお答え下さい。　**（あてはまる番号１つに○）**

①１階
②２階
③３階
④その他（　　階）

● 居間の主な窓の「方位」についてお答え下さい。
（あてはまる番号１つに○）

①北側
②東側
③南側
④西側
⑤その他（南東など）（　　）

お住まいの居間の室内の明るさについてお伺いします。

※問９～１２については、夏季の日中（午前１０時～午後２時頃）の居間（問８でお答えいただいた部屋）を想定してお答え下さい。

問９　夏季、日中（午前１０時～午後２時頃）の平均的な室内の明るさの程度についてお答え下さい。　（あてはまる番号１つに○）

①照明をつけなくても細かい作業・裁縫等に支障がない明るさ。
②照明をつけなくても新聞を読むことができる明るさ。
③照明をつけなくても家族や友人との団らんに不都合がない明るさ。
④照明をつけることが必要な明るさ。

問１０　夏季、日中（午前１０時～午後２時頃）の在室時に照明を使わないときの明るさにどの程度満足していますか。　（あてはまる番号１つに○）

※「④やや不満」、「⑤不満」を選択した方は「理由」もあわせてお答え下さい。

①満足
②ほぼ満足
③どちらともいえない
④やや不満（理由：　　）
⑤不満　　（理由：　　）

問１１　夏季、日中（午前１０時～午後２時頃）の在室時にどの程度照明を利用しますか。　（あてはまる番号１つに○）

①在室時は常につける。
②在室時はよくつける。
③時間帯や天候によってつける。
④基本的につけない。

問１３に進んで下さい。

問１２　問１１で①～③に回答した方にお伺いします。
夏季、日中（午前１０時～午後２時頃）の在室時に照明を利用する理由についてお答え下さい。　（あてはまる番号すべてに○）

①隣の建物との間隔が狭いため。
②高い建物が建っているため。
③窓が少ない又は窓が小さいため。
④いつもカーテン等を閉めているため。
⑤その他（　　）

お住まいの日当たりについてお伺いします。

問１３　夏季、あなたのお住まいの日当たりに関する不満点があればお答え下さい。　**（あてはまる番号すべてに○）**

①洗濯物が十分に乾かない。
②布団が干せない。
③窓際の植物がよく育たない。
④縁側等で日なたぼっこができない。
⑤庭や部屋がじめじめしている。
⑥その他（　　）
⑦不満はない。

問１５に進んで下さい。

問１４　**問１３で①～⑥に回答した方にお伺いします。**
問１３の不満点に対応するために使用されている機器についてお答え下さい。　**（あてはまる番号すべてに○）**

①洗濯乾燥機
②布団乾燥機
③除湿器
④その他（　　）
⑤特にない

問１５　夏季、お住まいの日当たりにどの程度満足していますか。
（あてはまる番号１つに○）

①満足
②ほぼ満足
③ふつう
④やや不満
⑤不満

お住まいの居間の風通しについてお伺いします。

※問１６～１９については、夏季の居間（問８でお答えいただいた部屋）を想定してお答え下さい。

問１６　夏季、居間で在室時に窓を開けて過ごす日はどれくらいの頻度でありますか。日中（午前１０時～午後２時頃）と夜間（日没～就寝まで）に分けてお答え下さい。　（それぞれ、あてはまる番号１つに○）

【日中（午前１０時～午後２時頃）】	【夜間（日没～就寝まで）】
①ほぼ毎日	①ほぼ毎日
②数日に一度くらい	②数日に一度くらい
③一週間に一度くらい	③一週間に一度くらい
④数週間に一度くらい	④数週間に一度くらい
⑤まったく開けない	⑤まったく開けない

問１７　夏季、居間で窓を開けているとき、身体に感じる風はどれくらいの頻度で吹きますか。日中（午前１０時～午後２時頃）と夜間（日没～就寝まで）に分けてお答え下さい。　（それぞれ、あてはまる番号１つに○）

【日中（午前１０時～午後２時頃）】	【夜間（日没～就寝まで）】
①ほぼ毎日	①ほぼ毎日
②数日に一度くらい	②数日に一度くらい
③一週間に一度くらい	③一週間に一度くらい
④数週間に一度くらい	④数週間に一度くらい
⑤まったく吹かない	⑤まったく吹かない

問１８　夏季、窓を開けたときの居間の風通しにどの程度満足していますか。日中（午前１０時～午後２時頃）と夜間（日没～就寝まで）に分けてお答え下さい。　（それぞれ、あてはまる番号１つに○）

【日中（午前１０時～午後２時頃）】	【夜間（日没～就寝まで）】
①満足	①満足
②ほぼ満足	②ほぼ満足
③ふつう	③ふつう
④やや不満	④やや不満
⑤不満	⑤不満

問１９　夏季、居間の風通しの不満点に対応するために使用されている機器についてお答え下さい。　（あてはまる番号すべてに○）

①扇風機
②エアコン
③換気扇
④空気清浄機
⑤除湿器
⑥その他（　　）
⑦特にない

問２０　夏季のあなたのお住まいの玄関前、道路上の風の強さについてお答えください。　（あてはまる番号１つに○）

①非常に強く感じる
②強く感じる
③それほど強く感じない

お隣の建物との距離についてお伺いします。

問２１　お隣の建物との距離についてどの程度満足していますか。
（あてはまる番号１つに○）

①満足
②ほぼ満足
③ふつう
④やや不満
⑤不満

問２２　日常生活において、お隣の建物との距離が近いことについて気になる点があればお答え下さい。　（あてはまる番号すべてに○）

①圧迫感
②視線
③眺望
④日当たり
⑤風通し
⑥火事の危険
⑦騒音
⑧におい
⑨その他（　　）
⑩気になることはない

お住まいの防災についてお伺いします。

問２３　あなたは大規模な震災時に、建物の倒壊や延焼等に対するご自宅の安全性について、どう思われますか。　（あてはまる番号１つに○）

①安心
②まあ安心
③どちらでもない
④少し不安
⑤不安

問２４　あなたは震災時の災害のうち、具体的にどのようなことに不安を感じますか。　（あてはまる番号すべてに○）

①ご自宅の倒壊。
②ご自宅の火災。
③お隣の建物が倒壊してご自宅に影響しないか不安。
④周辺の建物の火災がご自宅に延焼しないか不安。
⑤道が狭く避難が困難となるのではないかと不安。
⑥道が狭く緊急車両（救急車又は消防車）が入れないのではないかと不安。
⑦その他（　　）
⑧不安はない。

問２５　あなたはご自宅の防災対策（耐震補強、防火補強、建て替え等）についてどのようにお考えですか。　（あてはまる番号１つに○）

①実施済み又は実施の予定がある。
②今後、実施したい（又は検討中である）。
③必要と思うが実施するつもりはない。
④必要と思わない。
⑤必要かどうかわからない。
⑥その他（　　）

問２６　あなたはご自宅周辺の避難経路や緊急車両の通行を確保するために道路を拡幅することについてどうお考えですか。
（あてはまる番号１つに○）

①実施すべきであり、多少の敷地提供ならば協力してもよい。
②実施すべきだが、敷地の提供はしたくない。
③必要と思わない。
④必要かどうかわからない。
⑤その他（　　）

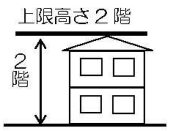
あなたが生活する上で重視する環境についてお伺いします。

問２７　ご自宅やご自宅周辺の環境のうち一番改善したいと思うことは何ですか。　**（あてはまる番号１つに○）**

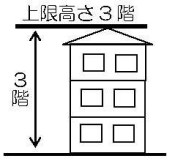
①日当たり
②風通し
③眺望やお隣の建物の圧迫感
④火災の安全性
⑤特に改善したいことはない。
⑥その他（　　）

問２８　今後、お住まいの環境（日当たり、風通しや火災の安全性等）を改善するため、隣近所で建て替え時の建築ルールを決めるとした場合、どのような内容のルールであれば賛成できますか。
（あてはまる番号すべてに○）

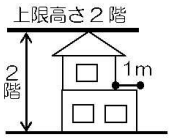
①建物の階数を２階以下に制限する。



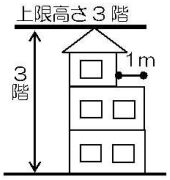
②建物の階数を 3 階以下に制限する。



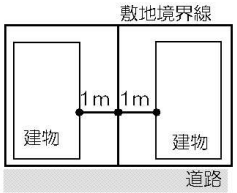
③建物の階数を２階以下に制限するとともに、２階部分の壁面は１階よりも 1m以上後退する。



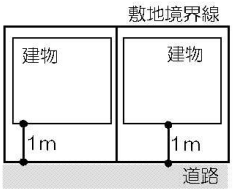
④建物の階数を 3 階以下に制限するとともに、3 階部分の壁面は 1～2 階よりも 1m以上後退する。



⑤隣の敷地との境界線から、建物の壁面を 1m以上後退する。

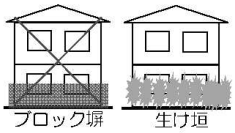


⑥敷地と道路の境界線から、建物の壁面を 1m以上後退する。



⑦建物の外壁・屋根・窓等の構造を火災に強いものに制限する。

⑧ブロック塀は禁止し、生け垣のみ認める。



問２９　お住まいの環境、まちづくりのこと等について日頃感じておられることがございましたらご自由にお書き下さい。

アンケートは以上です。ご協力ありがとうございました。

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 ㎡未満で 87.6%、50 ㎡以上 60 ㎡未満で 75.2%、60 ㎡以上 70 ㎡未満で 61.3%、70 ㎡以上 80 ㎡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)　４ｍ未満の道路、通路は全て４ｍ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。

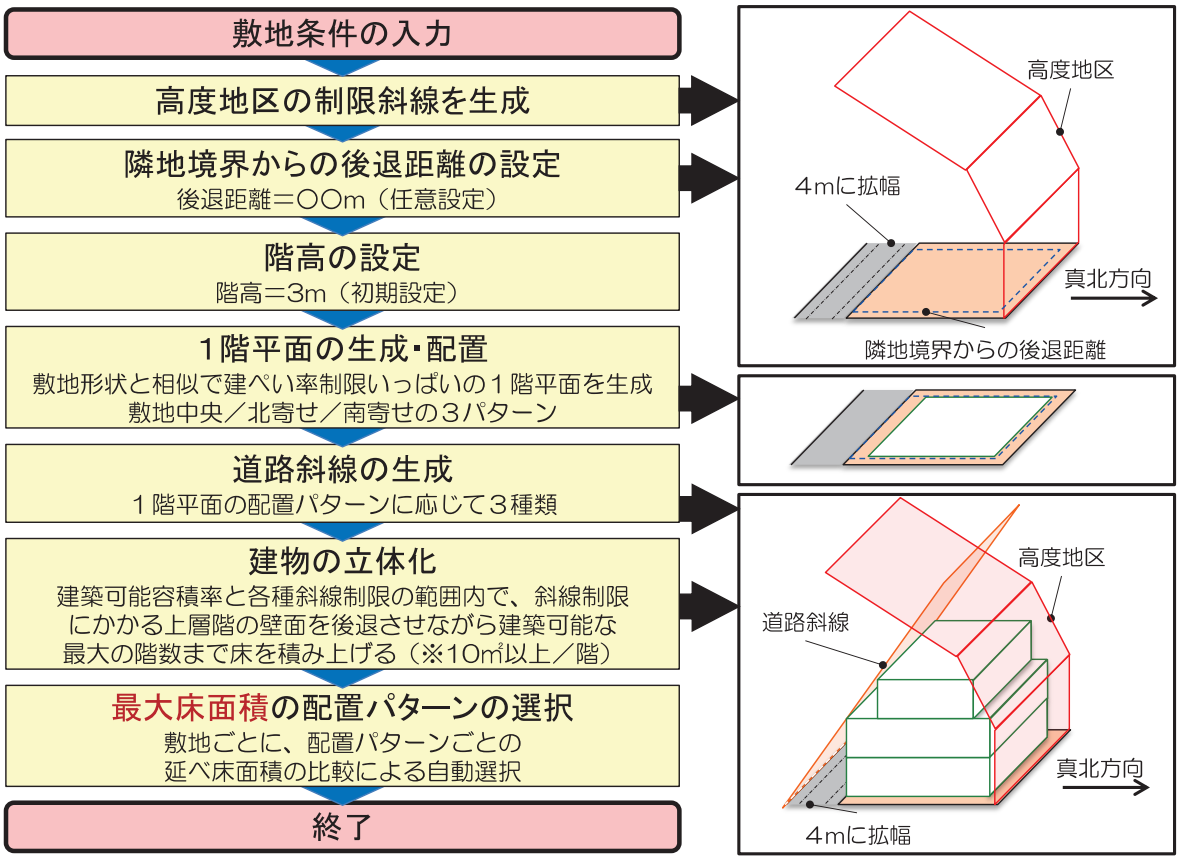


図 3-1　基本建て替えの市街地モデル（一般型）の自動生成アルゴリズム

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

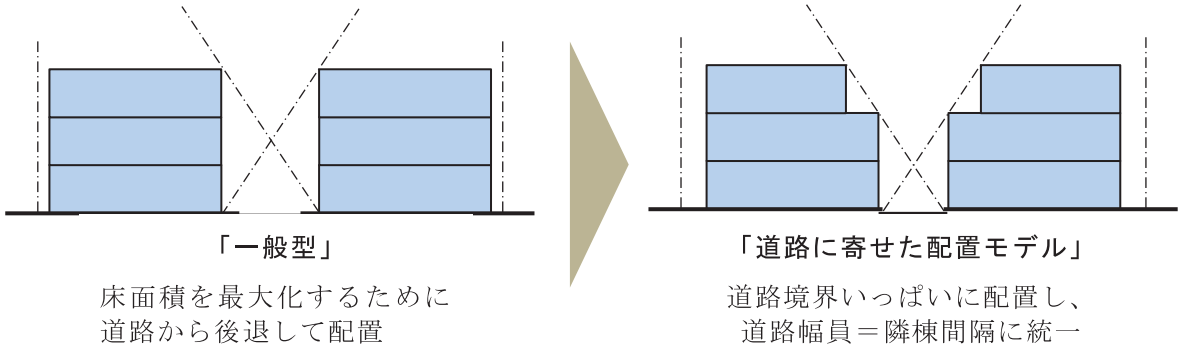


図 3-2　バリエーション１の例

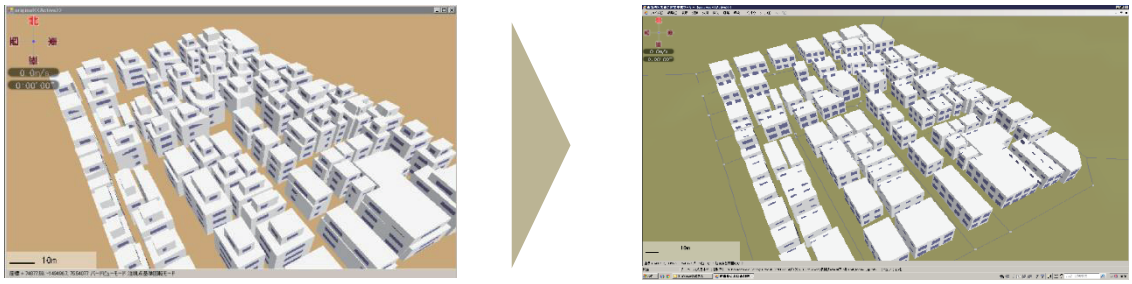
を挟む隣棟間隔が大きくなり、(隣棟間隔が大きいほど街区性能水準が高くなると仮定した場合、)当該区域に適用される集団規定の一般規定への適合範囲内で取り得る最低水準よりも高いレベルの街区性能水準を、協調的建て替えルールの検討に当たり要求することになる可能性がある。

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なため、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と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。

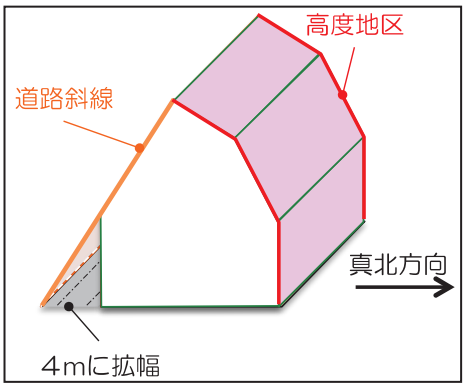


図 3-4　バリエーション３（鳥籠モデル）の例

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。

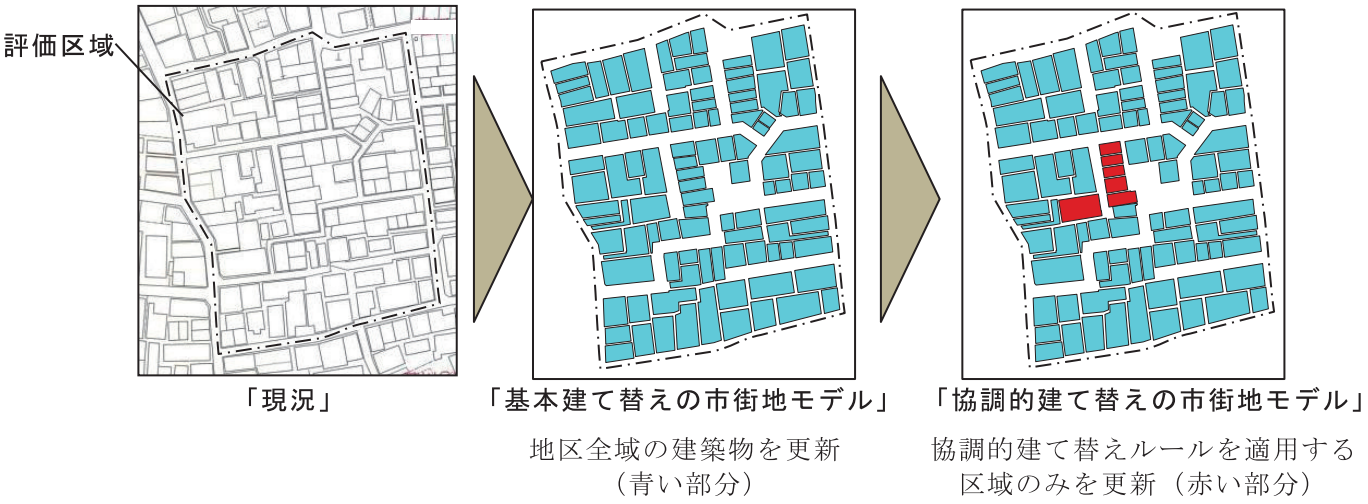
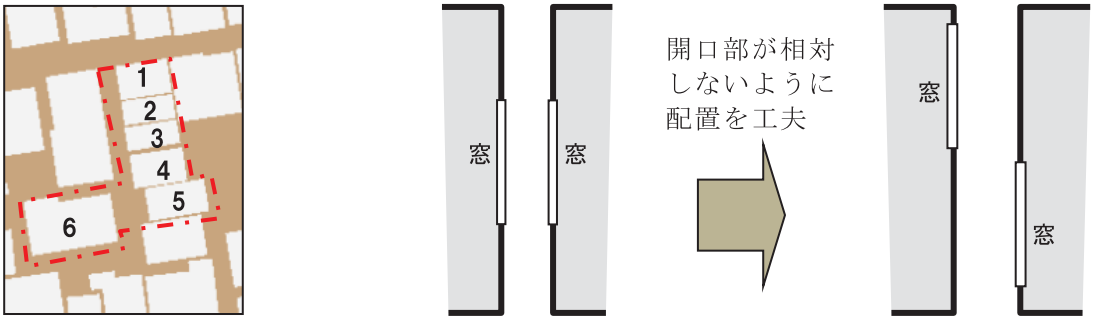


図 3-5　協調的建て替えの市街地モデル作成の考え方

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。



対象モデル　　「元のプラン」　　「修正モデル」

開口部間の燃え移りにより、
十分な防火性能水準が得られない。

開口部の位置をずらして、
十分な防火性能水準を確保。

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・卜震・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) 卜震・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・卜震・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。

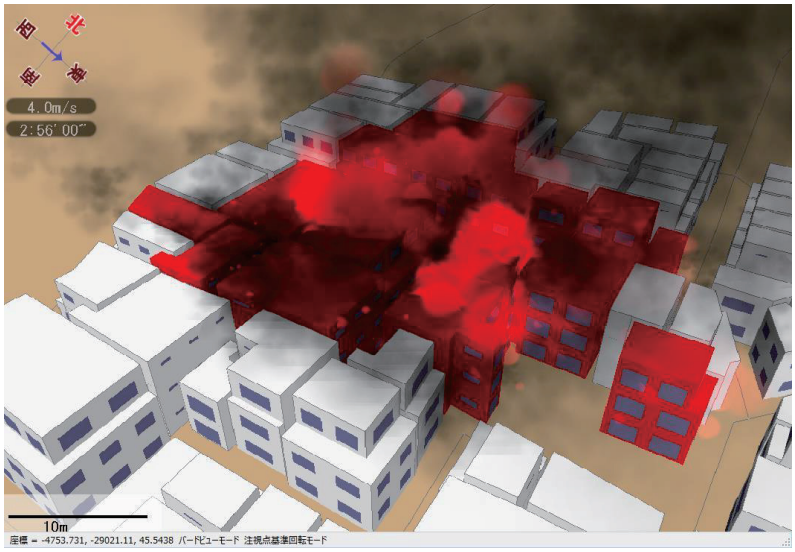


図 3-7　シミュレーションによる延焼性状の計算例

（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受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の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。

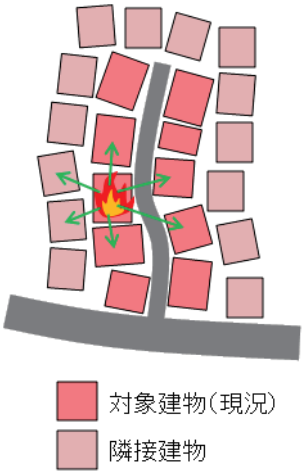


図 3-8　平常時の評価対象区域
（協調的建て替えルール適用区域と一皮外側１棟分の区域）

（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

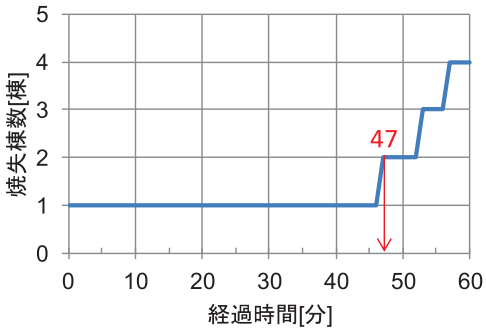


図 3-9　１つの条件下での延焼シミュレーション結果と隣棟着火時間の計算例

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

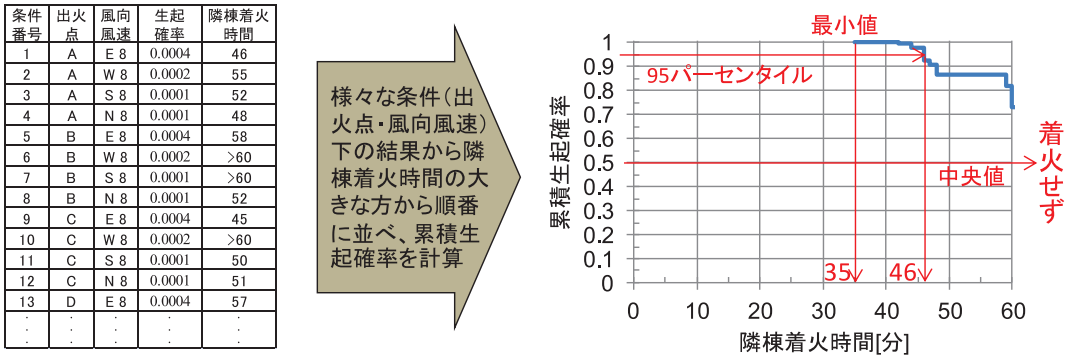
計算した全ての条件について、隣棟着火時間の長い条件から順に当該条件の生起確率を累積し、累積生起確率が 95 パーセントとなる隣棟着火時間を求めて比較する。

【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
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

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）

札幌　観測高さ 59.5

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	1.6	1.3	1.3	2.6	6.7	17.4	15.4	5.6	2.5	1.8	2.3	4.1	5.9	13.4	13.4	4.6	100.0
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	
K	1.84	1.86	1.86	1.85	1.89	1.83	1.41	1.12	1.27	1.23	1.45	1.64	1.66	1.89	1.94	1.70	

仙台　観測高さ 52

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	3.6	2.1	1.2	1.6	4.9	11.3	9.0	6.7	3.4	2.8	2.8	7.1	10.0	9.7	14.2	9.5	100.0
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	
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	

新潟　観測高さ 18.6

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	9.2	4.8	1.2	1.7	1.9	7.0	9.8	11.7	10.5	5.4	6.5	7.7	6.4	6.4	5.1	4.8	100.0
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	
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	

金沢　観測高さ 48.4

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	3.8	7.2	15.2	12.2	4.7	4.0	4.8	3.4	8.7	9.4	6.7	5.3	2.9	3.6	3.7	4.6	100.0
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	
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	

熊谷　観測高さ 16.8

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	1.9	3.3	5.9	9.1	7.9	7.3	6.4	2.8	1.4	1.8	2.2	6.1	15.5	17.5	8.1	2.8	100.0
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	
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	

名古屋　観測高さ 17.9

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	4.5	2.7	2.2	1.1	2.1	6.5	8.8	4.7	2.6	1.9	1.5	2.1	10.0	16.3	20.2	12.8	100.0
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	
K	2.22	2.21	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	

静岡　観測高さ 16.3

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	7.3	12.8	8.9	2.5	2.2	2.5	4.3	10.4	5.0	8.4	6.0	4.6	7.7	6.3	6.2	5.1	100.0
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	
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	

東京　観測高さ 74.5

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	7.3	6.8	7.4	4.8	3.8	2.8	2.3	5.6	5.3	11.7	2.3	1.4	1.6	4.3	19.8	12.9	100.0
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	
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	

横浜　観測高さ 19.5

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	10.0	3.8	4.4	8.3	5.1	3.1	3.3	5.5	6.8	9.8	3.9	1.5	0.9	0.7	4.1	29.1	100.0
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	
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	

千葉　観測高さ 47.9

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	12.6	9.9	7.1	5.0	5.6	4.5	3.3	4.0	2.8	8.1	6.9	4.1	1.6	5.2	11.7	7.9	100.0
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	
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	

京都　観測高さ 16.1

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	10.2	6.9	6.1	4.5	2.2	2.2	3.5	6.3	6.9	4.8	5.0	5.2	8.0	5.5	9.8	13.1	100.0
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	
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	

広島　観測高さ 95.4

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	28.2	2.8	0.8	0.6	0.6	0.6	1.1	5.8	9.8	10.5	2.9	2.6	1.7	1.5	3.5	27.0	100.0
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	
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	

神戸　観測高さ 25.9

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	5.1	4.2	9.2	2.5	1.5	2.8	2.7	2.3	4.0	5.3	8.9	11.2	9.7	6.5	9.8	14.2	100.0
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	
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	

大阪　観測高さ 22.9

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	12.4	13.5	3.8	1.5	0.9	1.4	1.6	1.2	1.9	6.9	10.8	12.6	6.1	6.2	7.9	11.4	100.0
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	
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	

和歌山　観測高さ 38.8

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	8.4	10.3	19.3	6.1	1.8	0.9	1.5	5.3	4.1	3.1	7.4	2.8	4.1	7.4	7.5	10.0	100.0
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	
K	1.90	2.43	3.03	2.65	2.35	1.31	1.62	2.08	2.01	1.99	2.83	1.58	1.93	2.35	2.24	2.14	

奈良　観測高さ 11.2

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	14.0	12.4	2.9	1.0	0.9	1.1	4.0	10.9	5.9	5.6	5.1	4.0	3.9	4.5	11.5	12.4	100.0
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	
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	

福岡　観測高さ 24.4

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	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
C	3.09	2.62	2.32	1.89	1.84	2.18	1.86	1.95	2.05	1.58	2.16	3.39	3.94	3.3	4.16	4.52	
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	

長崎　観測高さ 18.6

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	14.5	6.4	2.7	3.3	2.9	2.1	1.6	2.1	4.5	13.0	6.9	5.3	8.7	6.4	4.8	14.5	100.0
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	
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	

鹿児島　観測高さ 44.8

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	9.2	6.8	1.5	2.0	2.4	4.1	6.2	4.9	1.7	1.9	2.9	4.6	6.6	12.0	22.1	11.3	100.0
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	
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	

高知　観測高さ 15.3

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	3.4	2.5	3.6	4.5	3.7	7.1	6.1	4.2	2.7	2.3	5.6	28.2	16.2	5.7	2.0	2.2	100.0
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	
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	

那覇　観測高さ 47.7

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	14.6	9.1	6.5	8.7	9.4	8.6	5.1	5.1	5.4	3.4	2.2	1.4	1.3	1.9	5.2	12.1	100.0
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	
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	

３．１．２．２　地震時の防火性能水準

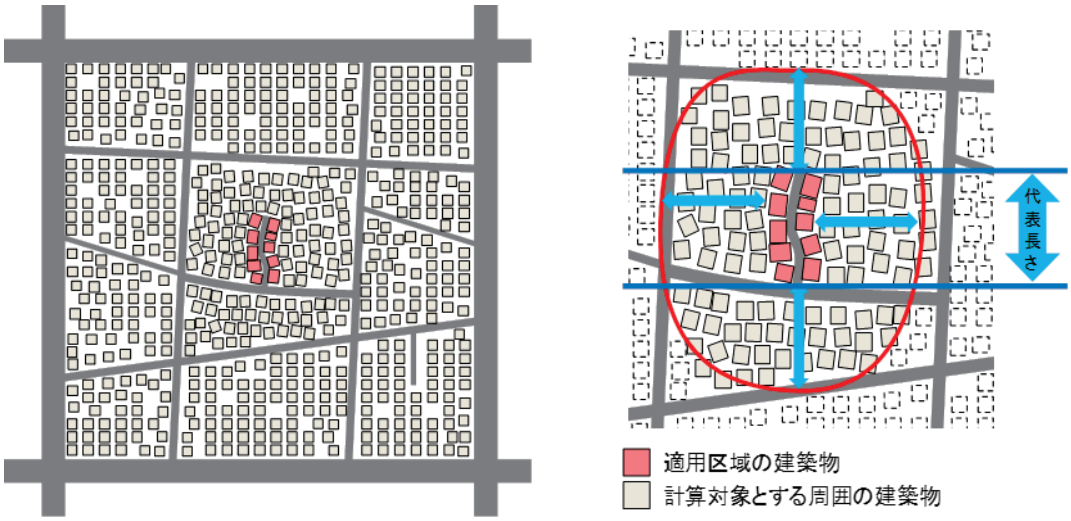
地震時は消防力を期待しにくく放任火災になりやすいため、地区全体に広がるような延焼火災を想定し、地区内で発生した火災の延焼拡大の状況について、協調的建て替えルールを適用した場合の市街地モデルと基本建て替えの市街地モデルを比較評価する方法が考えられる。

（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。



（延焼遮断帯に囲まれた区域）　（代表長さ分だけ外側に拡大した区域）

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。

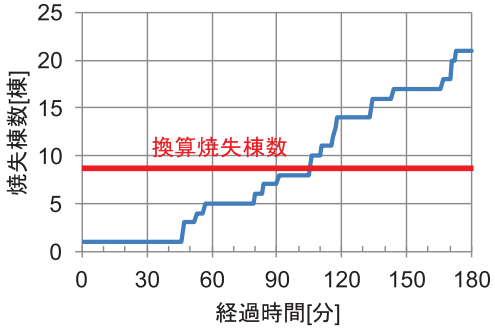


図 3-12　１つの条件下での延焼シミュレーション結果と換算焼失棟数の計算例

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。

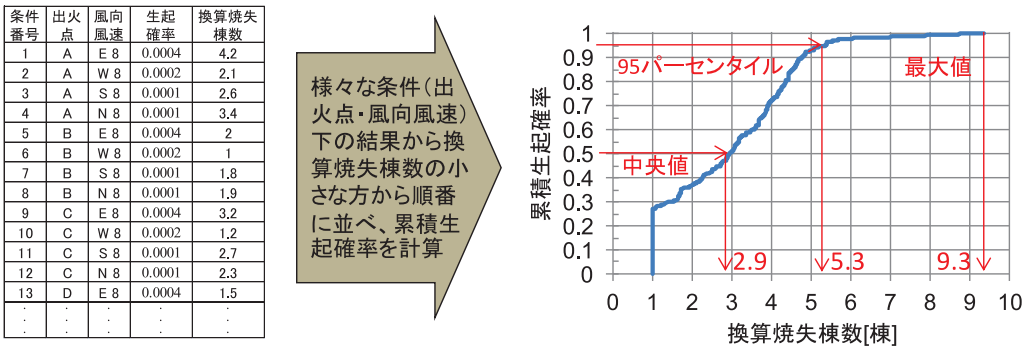
【評価方法の例３】換算焼失棟数の 95 パーセンタイル値

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。



条件番号	出火点	風向風速	生起確率	換算焼失棟数
1	A	E 8	0.0004	4.2
2	A	W 8	0.0002	2.1
3	A	S 8	0.0001	2.6
4	A	N 8	0.0001	3.4
5	B	E 8	0.0004	2
6	B	W 8	0.0002	1
7	B	S 8	0.0001	1.8
8	B	N 8	0.0001	1.9
9	C	E 8	0.0004	3.2
10	C	W 8	0.0002	1.2
11	C	S 8	0.0001	2.7
12	C	N 8	0.0001	2.3
13	D	E 8	0.0004	1.5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

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[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 50m/h～100m/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。

（協調的建て替えルールの適用地区の代表長さ[m]）×1.5÷（延焼速度[m/h]）×60[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っ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 3-14　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一皮外側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一皮外周の建築物の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。

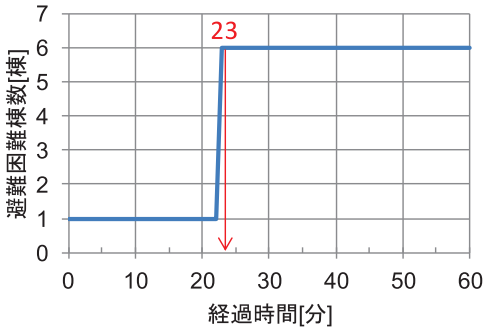


図 3-15　１つの条件下での避難困難棟数の計算例

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。

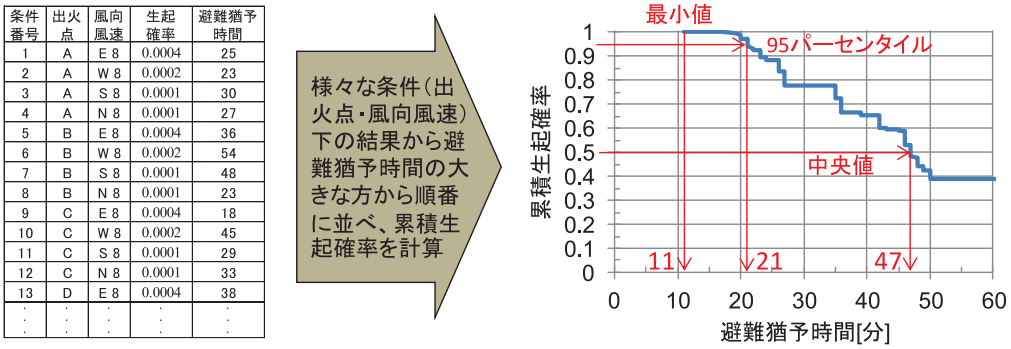
【評価方法の例２】避難猶予時間の 95 パーセンタイル値

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
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

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える。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って、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。

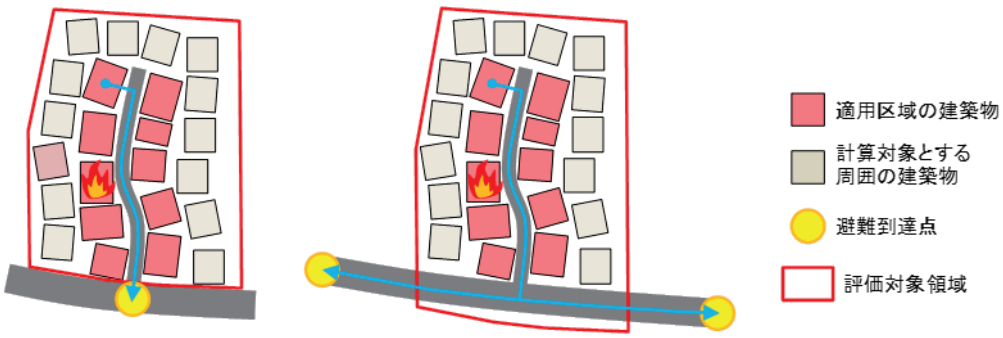


図 3-17　避難到達点の例

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。

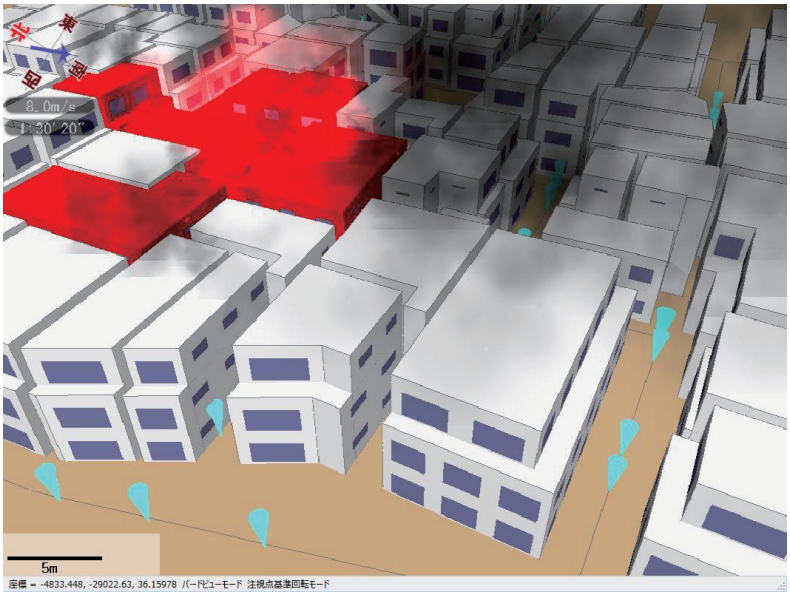


図 3-18　避難シミュレーションによる計算例

（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える。

（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。

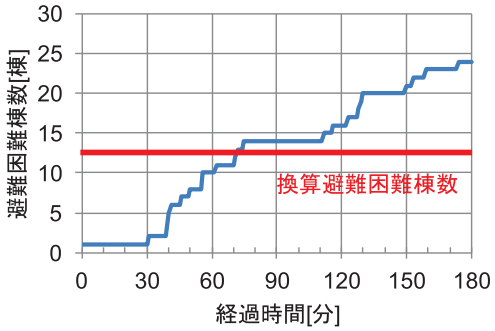


図 3-19　換算避難困難棟数の算出

（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。

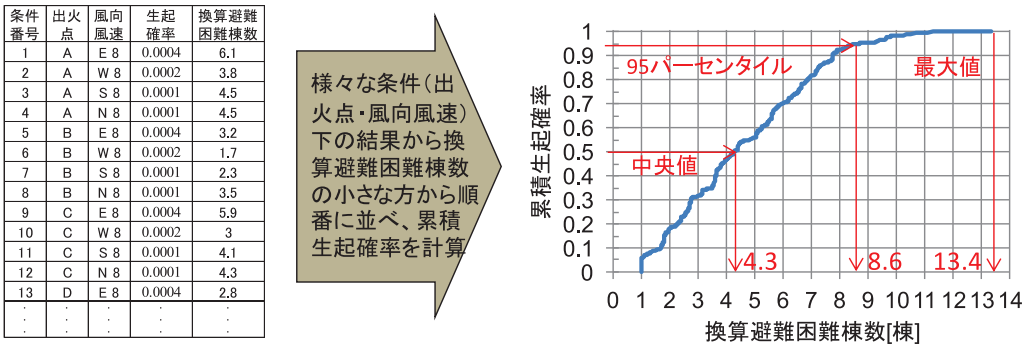
【評価方法の例３】換算避難困難棟数の 95 パーセンタイル値

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
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

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。

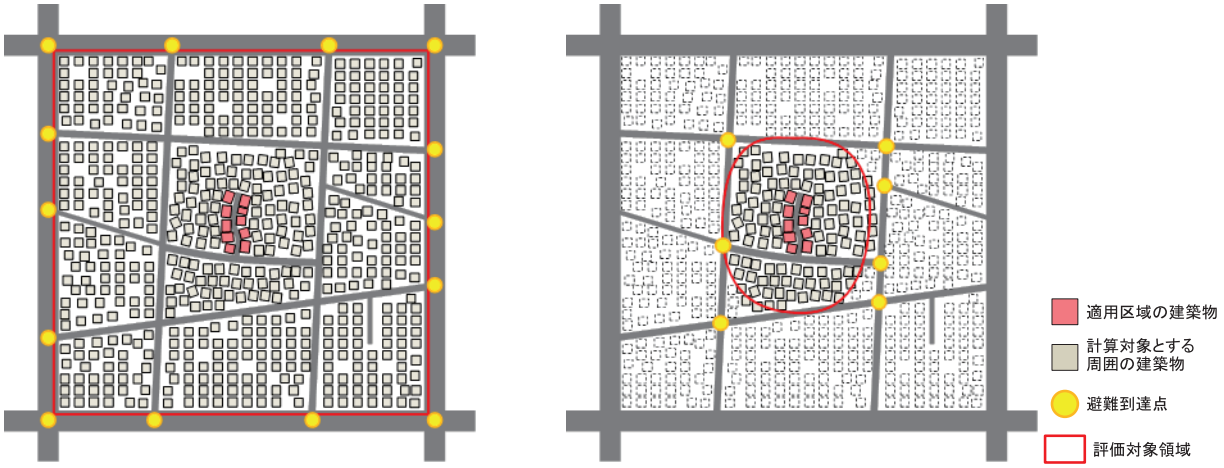
上記の項目は、火災シミュレーションに関する項目であり、地震時の防火性能水準に関するシミュレーションによる計算条件の設定の例と同じ考え方とすることが考えらえる。加えて下記の避難シミュレーションに関する項目について設定の例を示す。

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って、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５ｍ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、協調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	準住居地域	近隣商業地域	準工業地域	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。

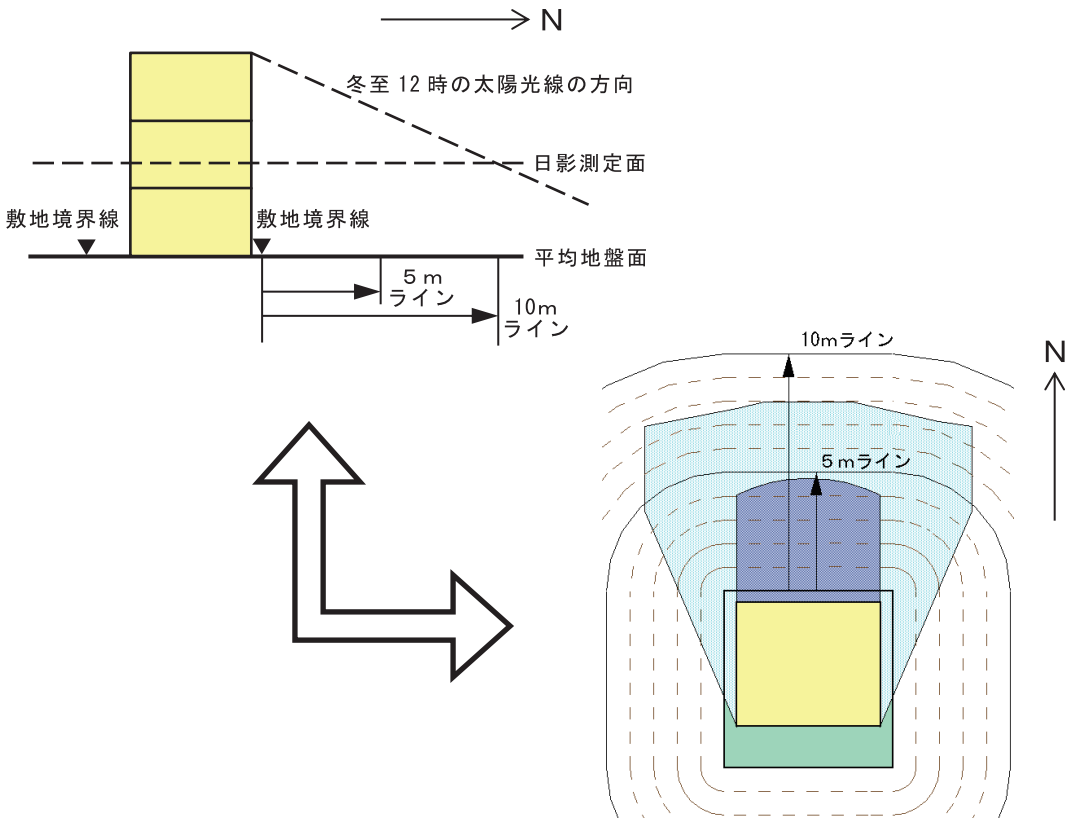


図 3-22　日影規制における日影時間の測定面と敷地境界線からの水平距離

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７ｍ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５ｍの日影測定線は、隣接住宅の南庭に５ｍ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５ｍ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中点における、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。

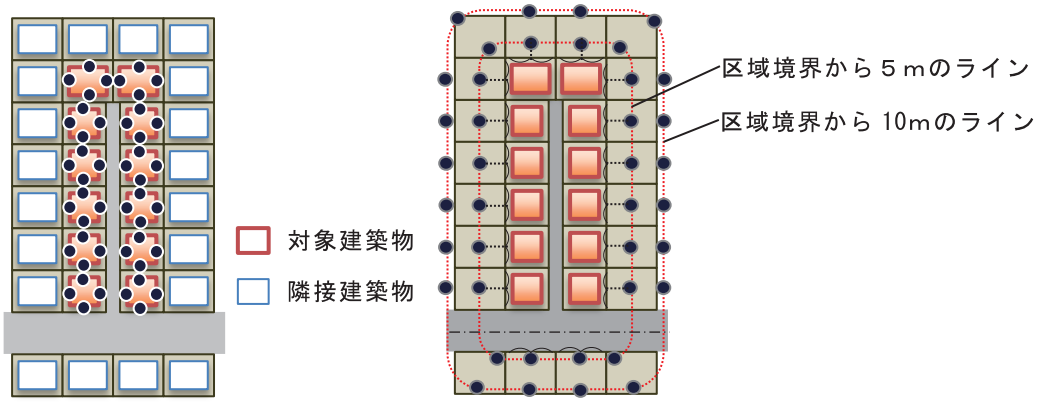


図 3-23　区域内の日影測定点（左）と区域外の日影測定点（右）

（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）(※注 3-2) の考え方を満たせ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９ｍ）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。

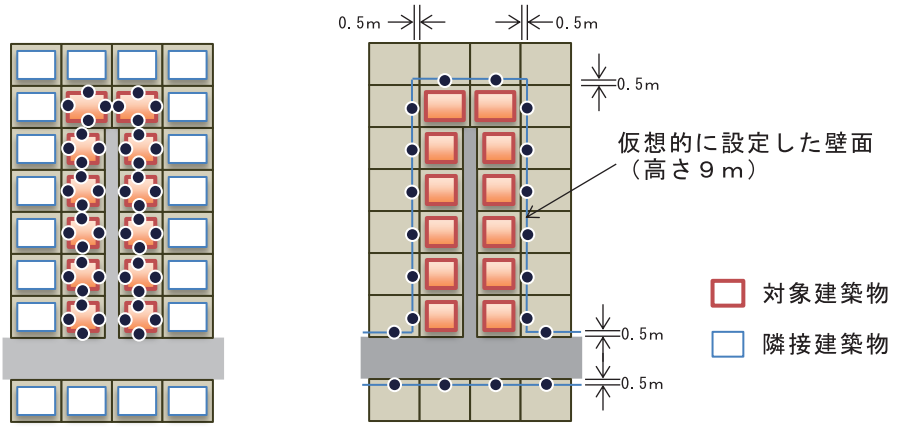


図 3-24　区域内の採光測定点（左）と区域外の採光測定点（右）

（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（※注 3-3）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（※注 3-4）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）を満たせ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Ｉｗとし、室内の平均的な明るさの基準として、図 3-25 の 0.9m間隔の格子上の９点における床上 0.4mの水平面照度の平均値をＩｆ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。

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

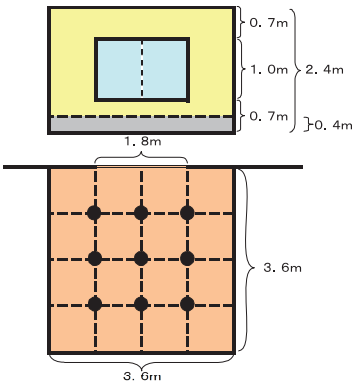


図 3-25　居室・窓面の設定
（上：窓側の壁面、下：平面）

- 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 Lx÷0.0522＝2,874 Lx
  - ・許容水準（ごく短時間の軽度の視作業）：75 Lx÷0.0522＝1,437 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_2 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)。

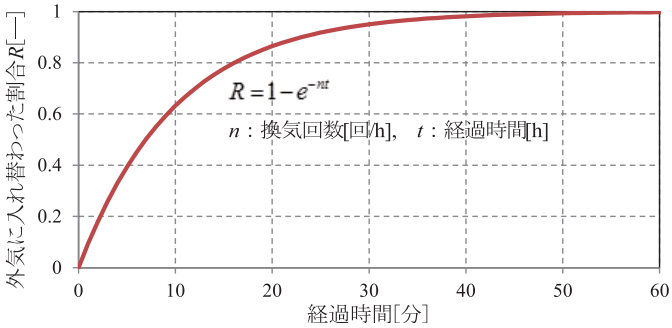


図 3-26　換気回数 6 回/h における外気導入量の推移

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 3m とすると、居室内で必要な 6 回分の総換気量は S×3×6m³/h となり、屋外に必要となる換気量はその 10 倍の 180･Sm³/h と計算できる。

④この 180･Sm³/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 3m×幅 3m×奥行 0.5m の 4.5m³ の空間とすることを考えた。

⑤4.5m³ の検査空間において 180･Sm³/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･S 回/h となる。居室面積を 10m²(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。

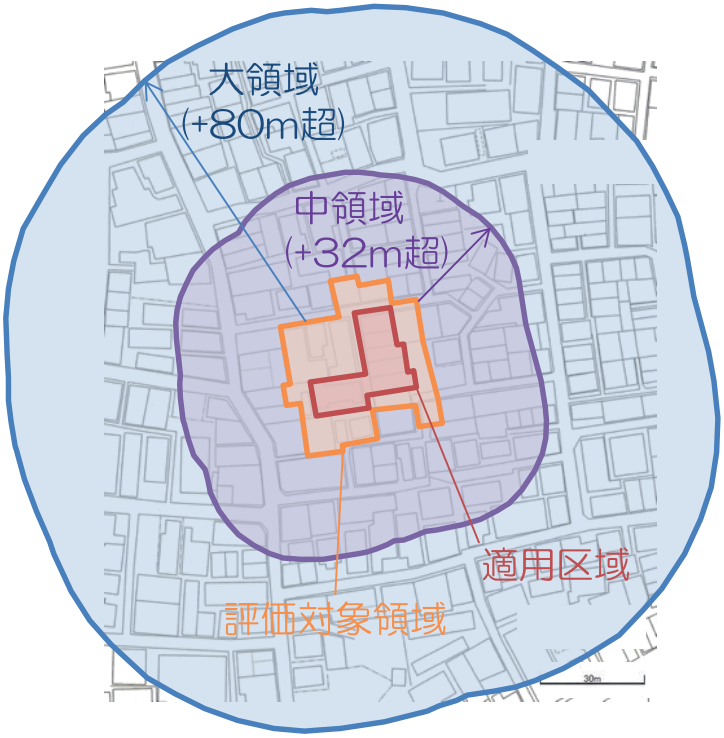


図 3-27　評価対象領域を取り囲む中領域、大領域

・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)。

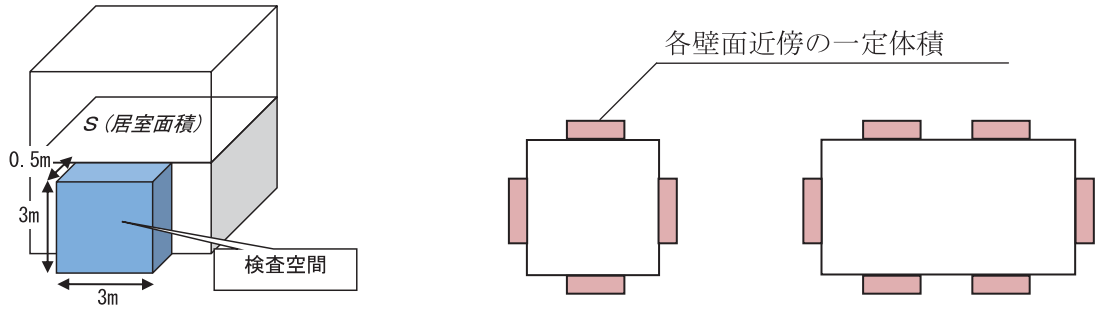


図 3-28　検査空間

（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。

$$N = \frac{1}{V_p}\frac{q_p}{\rho_p} \times 3600 \qquad \cdots\cdots(1)$$

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

q_p : 検査空間内で発生させた汚染質の発生量[kg/s]

(1m^{3}あたり単位濃度発生(1.0kg/(m^3 ·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。

$$P = \sum_{n=0}^{15} A_c^{a_n} \times \exp\left\{-\left[\frac{N_s \times v_T}{N_n^{v_T} \times C_c^{a_n}}\left[\frac{h_C}{h_T}\right]\right]^{K_c^{a_n}}\right\} \qquad \cdots\cdots(2)$$

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

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

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(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*)。

$$P_c^{a_n} = A_c^{a_n} \times \exp\left\{-\left(U/C_c^{a_n}\right)^{K_c^{a_n}}\right\} \qquad \cdots\cdots(3)$$

$P_c^{a_n}$: 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　観測高さ 59.5

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	99.4
C	1.81	1.67	1.78	2.31	3.02	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　観測高さ 52

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	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　観測高さ 18.6

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	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　観測高さ 48.4

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	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　観測高さ 16.8

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	2.5	3.6	5.8	8.7	7.3	6.6	5.9	2.9	1.7	2.3	2.7	6.4	14.5	16.5	8.2	3.4	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　観測高さ 17.9

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	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　観測高さ 16.3

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	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　観測高さ 74.5

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	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　観測高さ 19.5

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	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　観測高さ 47.9

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	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　観測高さ 16.1

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	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　観測高さ 95.4

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	27.3	3.1	1.1	0.8	0.8	0.8	1.2	5.6	9.4	10.1	3.0	2.9	2.1	1.9	3.9	26.1	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　観測高さ 25.9

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	5.1	4.3	8.9	2.5	1.6	2.9	2.7	2.4	4.0	5.3	8.7	11.1	9.8	6.9	10.0	13.9	99.8
C	2.25	2.36	4.20	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　観測高さ 22.9

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	12.5	13.4	4.4	2.0	1.4	1.8	1.8	1.3	1.9	6.2	9.6	11.3	5.7	6.2	8.2	11.7	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　観測高さ 38.8

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	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	2.68	2.05	1.73	2.01	1.86	1.90	2.53	2.12	1.85	2.20	2.34	2.29	

奈良　観測高さ 11.2

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	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　観測高さ 24.4

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	4.5	2.2	1.4	1.8	3.6	14.9	9.9	5.2	5.6	4.4	2.5	4.2	5.4	4.4	13.3	16.0	99.2
C	3.16	2.69	2.26	1.86	1.82	2.10	1.80	1.86	1.92	1.59	2.11	3.65	4.32	3.30	4.66	5.28	
K	1.65	1.51	1.56	1.85	2.01	2.22	2.09	1.68	1.88	2.35	1.80	1.72	1.76	1.75	1.86	1.68	

長崎　観測高さ 18.6

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	12.7	8.2	6.5	6.4	4.0	2.6	2.0	2.5	4.1	10.2	5.6	4.5	7.1	5.2	4.1	11.6	97.1
C	2.23	1.38	0.95	1.03	1.24	1.41	1.52	1.68	3.21	5.02	3.74	3.48	4.78	3.79	2.70	3.42	
K	2.09	2.01	2.63	2.75	2.25	1.80	1.54	1.48	1.39	1.64	1.70	1.56	1.45	1.67	1.94	1.63	

鹿児島　観測高さ 44.8

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	9.0	6.7	1.7	2.2	2.5	4.2	6.3	5.1	1.9	2.0	3.0	4.6	6.4	11.7	21.2	11.1	99.6
C	3.52	3.60	2.43	3.05	2.57	3.30	3.41	3.08	2.71	3.36	4.33	4.99	4.85	3.73	3.55	3.13	
K	2.46	2.28	1.97	1.78	2.19	1.97	2.18	2.11	1.83	1.80	1.77	1.72	2.01	2.42	2.91	2.51	

高知　観測高さ 15.3

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	3.8	3.0	4.1	4.9	3.7	6.3	5.3	3.9	2.7	2.6	5.6	24.9	15.5	7.0	3.0	3.0	99.2
C	2.14	1.71	1.71	1.72	2.07	2.58	2.40	2.28	1.95	1.71	1.86	1.89	1.70	1.42	1.47	1.71	
K	1.69	1.97	2.19	2.36	2.10	2.49	2.69	2.30	2.12	2.17	2.39	3.37	3.16	2.62	1.89	1.55	

那覇　観測高さ 47.7

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	14.5	9.0	6.6	8.7	9.4	8.7	5.1	5.1	5.4	3.4	2.3	1.4	1.3	1.9	5.2	12.0	99.9
C	5.46	4.41	5.48	5.92	5.09	4.82	5.35	6.09	11.08	8.59	5.19	4.22	6.09	5.74	7.71	9.54	
K	2.84	2.75	2.16	2.29	2.43	2.50	2.23	2.34	1.88	2.01	2.24	2.38	1.98	2.30	2.33	2.11	

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 $0.045m^2/s^2$ 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 $0.45m^2/s^2$ 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 $4.5m^3$、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。

$$U_{eq} = \sqrt{2 \times KE} \qquad \cdots\cdots(4)$$

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

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

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

V_p : 検査空間の体積 [m^3]

・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。

$$P = \sum_{n=0}^{15} A_c^{a_n} \times \exp\left\{ -\left[\frac{U_s \times v_T}{U_n^{v_T} \times C_C^{a_n}} \left[\frac{h_C}{h_T} \right] \right]^{K_c^{a_n}} \right\} \qquad \cdots\cdots(6)$$

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*)。

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

$P_c^{a_n}$: 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/s以下

札幌　観測高さ 59.5

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	
K	2.24	1.99	2.06	2.02	2.09	2.30	1.80	1.75	1.58	1.33	1.71	1.95	1.92	1.76	2.09	1.99	

仙台　観測高さ 52

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	
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	

新潟　観測高さ 18.6

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	3.44	3.96	3.86	
K	2.82	2.36	2.31	2.32	2.32	2.19	2.54	3.06	2.97	2.46	2.12	1.91	1.90	2.05	2.28	2.57	

金沢　観測高さ 48.4

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	
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	

熊谷　観測高さ 16.8

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	98.6
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	
K	2.39	2.29	2.53	2.72	2.52	2.66	2.52	2.40	2.29	2.46	2.21	2.32	2.08	2.20	2.25	2.18	

名古屋　観測高さ 17.9

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	
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	

静岡　観測高さ 16.3

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	
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	

東京　観測高さ 74.5

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	5.6	7.7	8.8	6.4	5.9	4.9	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	
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	2.59	2.14	2.57	2.50	

横浜　観測高さ 19.5

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	5.7	3.5	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	2.63	3.28	2.65	2.67	3.47	3.88	4.46	4.31	2.75	2.25	2.21	2.07	2.93	3.12	
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	

千葉　観測高さ 47.9

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	
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	

京都　観測高さ 16.1

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	
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	

広島　観測高さ 95.4

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	
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	

神戸　観測高さ 25.9

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	4.00	4.07	4.34	3.05	2.31	1.85	2.26	2.77	
K	3.05	2.48	2.22	2.13	2.63	3.03	2.84	2.91	2.44	2.54	2.53	2.51	2.58	2.49	2.52	2.67	

大阪　観測高さ 22.9

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	
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	

和歌山　観測高さ 38.8

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	
K	2.07	2.82	2.86	3.05	2.63	2.06	1.79	2.21	1.98	1.84	2.39	2.20	1.80	2.19	2.15	2.04	

奈良　観測高さ 11.2

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	
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	

福岡　観測高さ 24.4

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配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	
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	

長崎　観測高さ 18.6

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	8.2	4.2	2.9	3.5	4.2	3.9	3.3	4.4	9.2	22.0	10.2	6.6	3.8	1.2	1.3	7.2	96.2
C	2.19	1.35	0.92	0.98	1.25	1.33	1.50	1.70	3.86	5.32	3.64	2.75	1.89	1.44	1.94	3.14	
K	2.01	1.86	2.19	2.30	2.16	1.80	1.72	1.66	1.43	1.68	1.75	1.65	1.48	1.51	1.48	1.49	

鹿児島　観測高さ 44.8

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	7.3	7.4	2.3	3.3	4.2	7.6	11.2	9.0	3.7	5.0	7.0	6.6	6.0	4.8	7.9	6.2	99.3
C	3.20	3.54	2.75	3.55	2.69	3.47	3.70	3.36	2.92	3.80	5.00	4.37	4.24	2.65	2.31	2.11	
K	2.36	2.19	1.84	1.57	2.21	1.96	2.08	1.92	1.83	1.98	1.81	1.91	2.10	2.18	2.78	2.45	

高知　観測高さ 15.3

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	2.5	3.1	6.3	8.6	6.2	11.1	9.4	5.4	3.1	2.0	3.8	19.4	8.9	5.3	2.1	2.0	99.0
C	1.30	1.27	1.61	1.77	2.23	2.74	2.48	2.50	2.09	1.75	1.60	1.72	1.46	1.19	1.03	1.21	
K	1.87	2.38	2.40	2.47	2.18	2.77	3.07	2.39	1.92	1.98	2.36	3.45	2.97	2.94	2.12	1.65	

那覇　観測高さ 47.7

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	合計
風配A	3.3	2.6	4.5	8.5	10.3	13.0	8.2	10.7	12.9	7.9	4.7	2.7	1.9	2.2	2.7	3.8	99.8
C	3.90	3.98	5.62	7.54	5.14	5.15	5.33	6.06	8.20	10.35	5.26	3.93	5.91	5.89	5.98	5.77	
K	2.56	2.17	2.24	2.02	2.54	2.44	2.26	2.40	2.60	2.01	2.49	3.04	2.10	2.26	2.02	2.03	

（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、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。

第 4 章

密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラムの開発

第４章　密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラムの開発

本研究では、評価対象となる市街地データに対して、街区性能水準の簡易予測・評価を行うためのプログラムの作成を行った。作成にあたっては、国土技術政策総合研究所がすでに開発した「市街地火災総合対策支援ツール」を活用し、本研究で必要な機能を追加開発することとした。追加開発した機能は多岐にわたるが、本章ではその概要を報告する。

１．開発の経緯

１．１．密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラムに必要な機能

図 4-1 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（以下、「本プログラム」という。）を利用して地域の理解が得られる協調的建て替えルールづくりを行う場合を想定したフローを示す。この中で本プログラムは、データ編集、シミュレーション実施、及びシミュレーション結果の整理（結果検討の材料提示）を支援することを想定しており、各段階に応じた機能が求められる。

本プログラムに求められる機能のうち、市街地の防火性能水準の評価に特化した機能を持つプログラムとして、国土技術政策総合研究所では「市街地火災総合対策支援ツール」を保有しており、本プログラムは市街地火災総合対策支援ツールに機能追加して開発することとした。

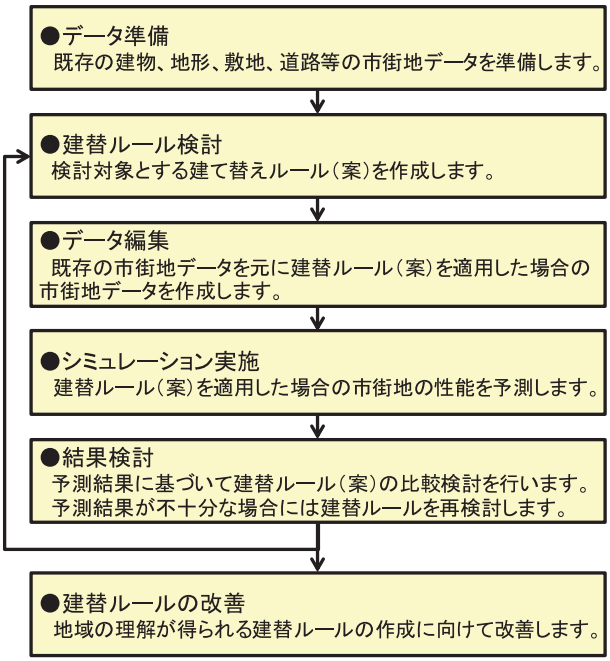


図 4-1　協調的建て替えルールづくりのフロー

１．２．市街地火災総合対策支援ツールの概要

市街地火災総合対策支援ツールは、国土交通省総合技術開発プロジェクト「高度な画像処理による減災を目指した国土の監視技術の開発」（平成 19 年度～平成 21 年度）において国土技術政策総合研究所が開発したプログラムであり、『火災発生時の自宅や自宅周辺への影響、自宅や市街地の改善によってどれだけ火災安全性が向上するのかを、住民が現実感を持って視覚的に体感出来るソフトウェア』を目指して開発された。さらに、プロジェクト終了後に火災からの住民の避難安全性を評価する機能が追加された。主な機能を以下に示す。

１．２．１　高度な市街地火災シミュレーション

上層階セットバック等、複雑な形状の建物の防火性能水準の評価や、内装、床、外壁、内壁、屋根等の部材に応じたキメの細かな防火性能水準の評価を可能とする高度な市街地火災シミュレーションの条件設定及び実行・終了を行う。

１．２．２　市街地火災避難シミュレーション

上記、高度な市街地火災シミュレーションと連動して、市街地内の滞在者が火災から安全に避難できるかどうかを評価可能な避難シミュレーションを実行する。

１．２．３　市街地火災映像化

住民が現状市街地の危険性を実感し、自宅や市街地を改善した際の危険性の低減を実感できるよう、シミュレーション結果をリアリティのある映像として表示を行う。

１．２．４　市街地データ・建築物データの編集・管理

シミュレーションの実行に必要な市街地データ・建築物データについて、市販の GIS ソフト等で扱うことのできるデータ形式によるインポート・エクスポート、編集、保存を行う。

１．３　本研究での機能拡張の方針

市街地火災総合対策支援ツールは市街地データのインポート、建築物データの編集、壁面後退等の基礎的な市街地編集機能と出火点を選択して市街地火災シミュレーションプログラム及び市街地火災避難シミュレーションプログラムを実行、表示する機能が備わっている。本研究では、防火性能水準及び避難性能水準以外にも、採光性能水準、日影状況、換気性能水準、通風性能水準の各要素に関する評価を行う機能が必要となるとともに、様々な協調的建て替えルールを検討し、ルールに基づいて市街地データの作成、シミュレーションの実行、ルールの違いによる性能水準の比較等が容易に行えることが必要となる。また、防火性能水準及び避難性能水準に関しても、既存の市街地火災シミュレーション及び市街地火災避難シミュレーションの機能を活用して得られる計算結果から街区の性能水準を計算する必要がある。

そのため、以下の項目について機能拡張を行うこととした。

１）市街地データのインポートや協調的建て替えルール適用市街地データの自動生成等、データ作成・編集のための市街地データ管理機能の拡張

２）防火性能水準、避難性能水準、採光性能水準、日影状況、換気性能水準、通風性能水準の各要素に関する評価プログラムの組み込み

３）シミュレーション結果の検索・比較等の計算結果管理機能の拡張

４）上記１）～３）に付随する表示や操作関連機能の拡張

２．密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラムの概要

本プログラムの実行時の画面の例を図 4-2 に、各機能の構成を図 4-3 に示す。

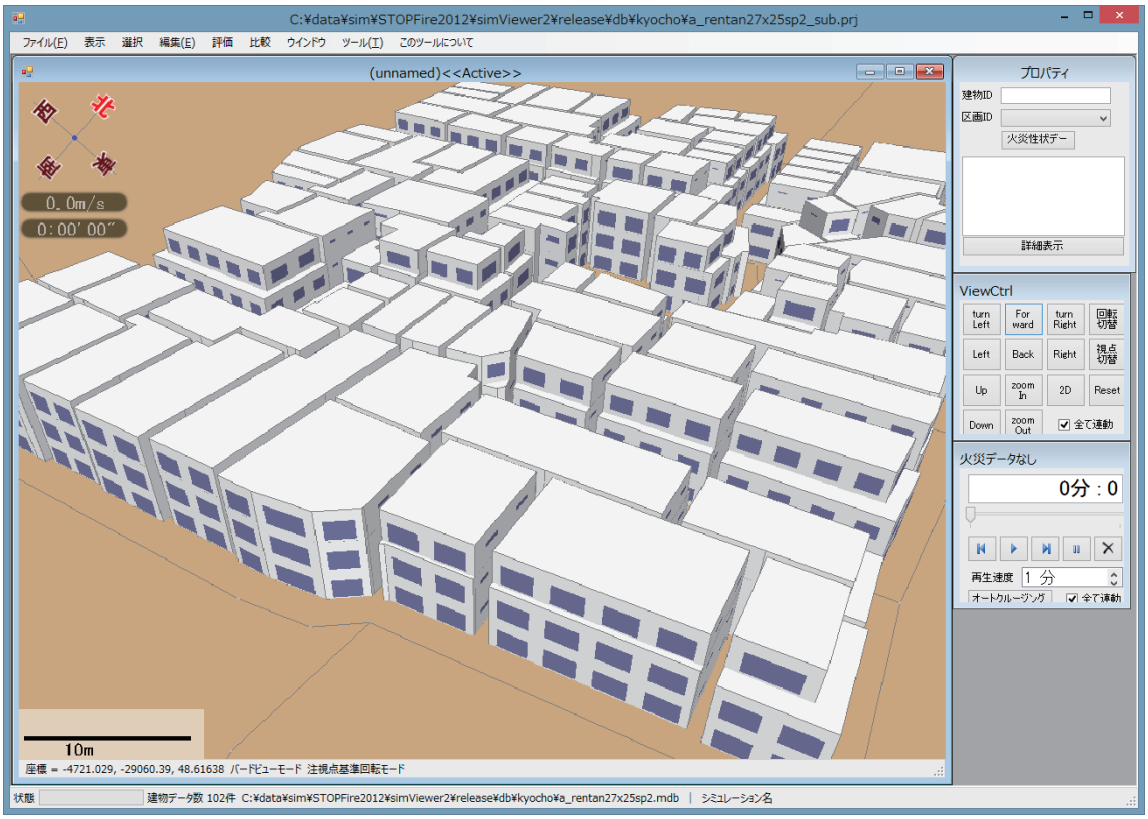


図 4-2　本プログラムの実行画面の例

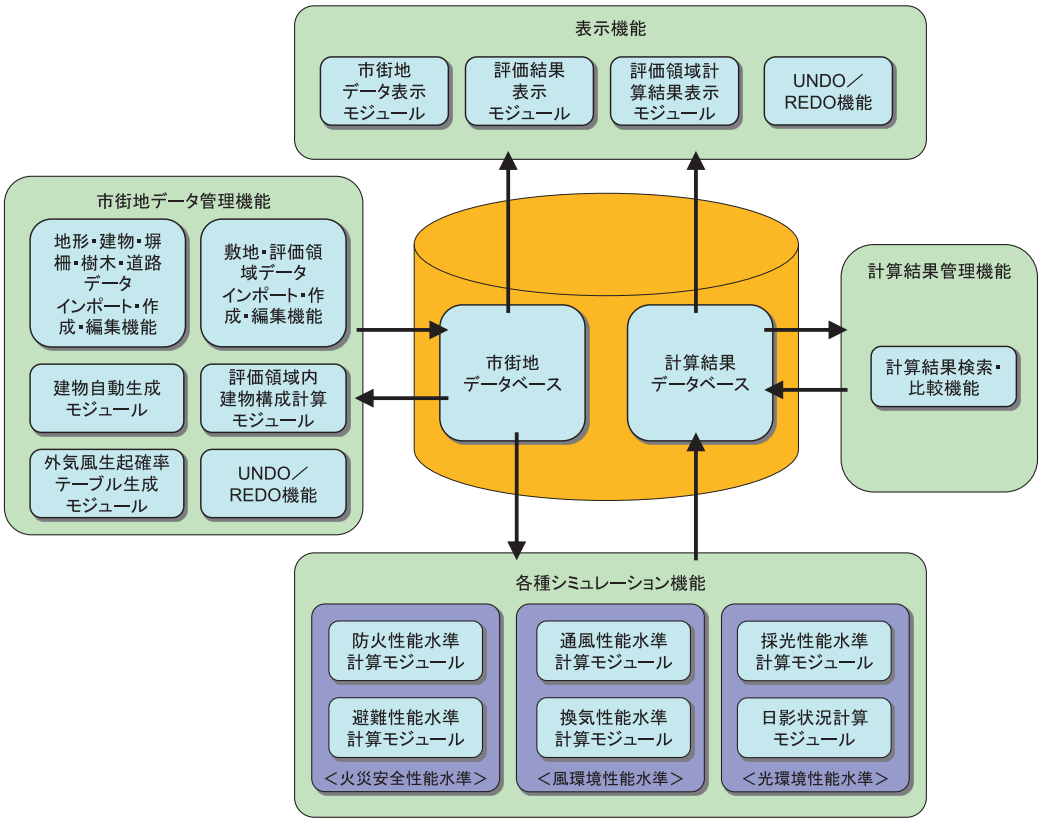


図 4-3　本プログラムの各機能の構成

３．市街地データ管理機能の開発

３．１　市街地データのインポート・エクスポート・作成・編集機能

３．１．１　街区データの種類

街区データは以下の項目により構成する。

・地形

データが無ければ標高 0m の平面と見なして計算される。

・建物（必須）

建物の各階の形状及び高さを示す多角柱の集合として表現される。いずれのシミュレーションでも計算の基礎データとして必要となる。

・塀柵・樹木

建物と同様に多角柱の集合として表現される。火災安全性計算の際の延焼遮蔽物、光環境計算の際の光の遮蔽物として計算に用いられる。データが無ければ遮蔽物が無い状態での計算結果となる。

・敷地

標高情報を持つ多角形の集合として表現される。建物データを編集する際に、敷地境界線を基準としたセットバック処理（後述）等の基準となる。

・道路ネットワーク（ノード及びリンク）

交差点を示すノード及び交差点間の経路を示すリンクにより表現される。建物データを編集する際に、道路線を基準としたセットバック処理（後述）や道路斜線処理（後述）等の基準となる。避難安全性を検討する際に必要となる避難経路データ。

・評価領域

多角形の集合として表現される。建物単位で得られるシミュレーション結果を集計する際の集計単位となる領域データ。

・その他

空中写真等の画像：データがあれば地形に画像テクスチャとして貼り付けられる。

行政界等の領域データ：データがあれば領域境界線が地図上に表示される。

３．１．２　市街地データのインポート・エクスポート

本プログラムにおいてインポート・エクスポート可能なデータ形式を表 4-1 に示す。

建物データ、塀柵・樹木データ、敷地データ、道路ネットワークデータ、評価領域データについては、それぞれ形状情報及び属性情報を新規作成、編集、保存する機能が備わっている。

表 4-1　市街地データのインポート・エクスポート対応形式

	インポート可能形式		エクスポート可否	備考
	形状情報	属性情報		
地形データ	基盤地図情報（GML）10m メッシュ標高	なし	×	
建物データ	シェープ形式	CSV 形式	○	属性情報はシェープの属性ファイルからユーザーが作成する。
	基盤地図情報（GML）建築物の外周線	CSV 形式	×	属性情報はユーザーが作成する。
	CSV 形式		○	形状と属性を含む独自形式
	DXF 形式		○	形状と属性を含む独自形式
塀柵・樹木データ	シェープ形式	CSV 形式	○	属性情報はシェープの属性ファイルからユーザーが作成する。
	CSV 形式		○	形状と属性を含む独自形式
敷地データ	シェープ形式	CSV 形式	×	属性情報はシェープの属性ファイルからユーザーが作成する。
	CSV 形式		○	形状と属性を含む独自形式
道路ネットワークデータ	CSV 形式		×	形状と属性を含む独自形式
評価領域データ	シェープ形式	なし	○	
	CSV 形式		○	形状と属性を含む独自形式
空中写真等	ワールドファイル付き JPEG 形式	なし	×	
行政界等	基盤地図情報（GML）行政区画の境界線及び代表点又は市町村の町若しくは字の境界線	なし	×	

３．２　自動生成機能

３．２．１　壁面セットバック、斜線カット、構造変更等適用建物の生成

建物データの自動生成機能として、以下の 3 種の機能を有している。

１）既存の建物データに対して、建物の壁面を敷地境界線から一定距離以内の部分を削除して、後退した建物データを自動生成する機能（図 4-4）。

２）道路や敷地境界線を基準として、一定比率の斜線を仮想的に作成し、斜線に掛かる部分を削除して、階毎に壁面の後退距離が異なる階段状の建物データを自動生成する機能（図 4-5）。なお、建物データは多角柱の集合として表現されることから、壁面は常に鉛直面、屋根面は水平面となり、道路斜線、隣地斜線に応じた傾斜壁面や傾斜屋根は生成されない。

３）防火上の構造種別や用途種別を選択すると、選択に応じて壁面、床、屋根等の各構造部材の防火性能水準等を自動的に割り当てた建物データを自動生成する機能。

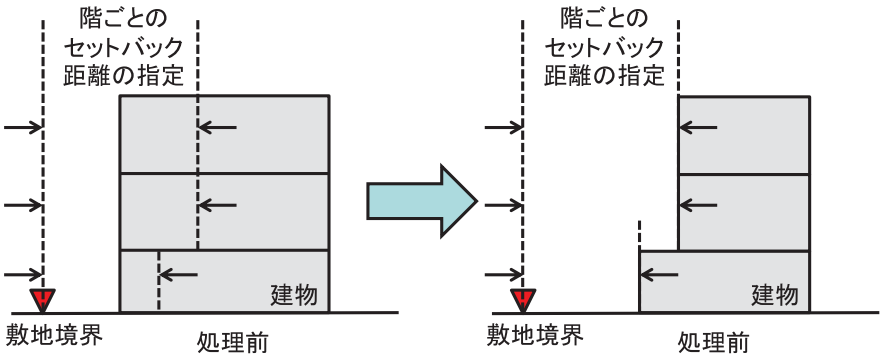


図 4-4　壁面セットバック機能

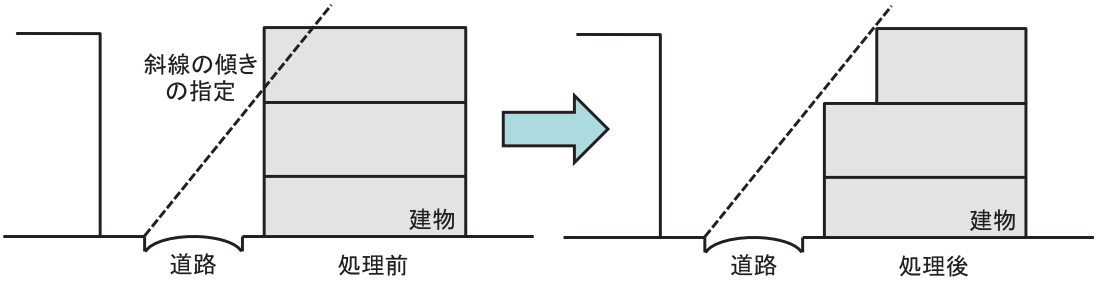


図 4-5　斜線カット機能

３．２．２　建築ルールに基づく地区内建物の自動生成

斜線制限や壁面後退距離等の建築ルールを設定し、選択した地区内のすべての建物にそのルールを適用して建物を建て替えた場合の建物データを自動的に生成することができる。

この機能を用いる際には敷地データと道路データが必要となる。これらのデータがあれば、図 4-6 のフローに従って処理を行い自動的に建物データが生成される。自動生成に必要なパラメータは図 4-7 に示す設定フォームでユーザーが設定する。

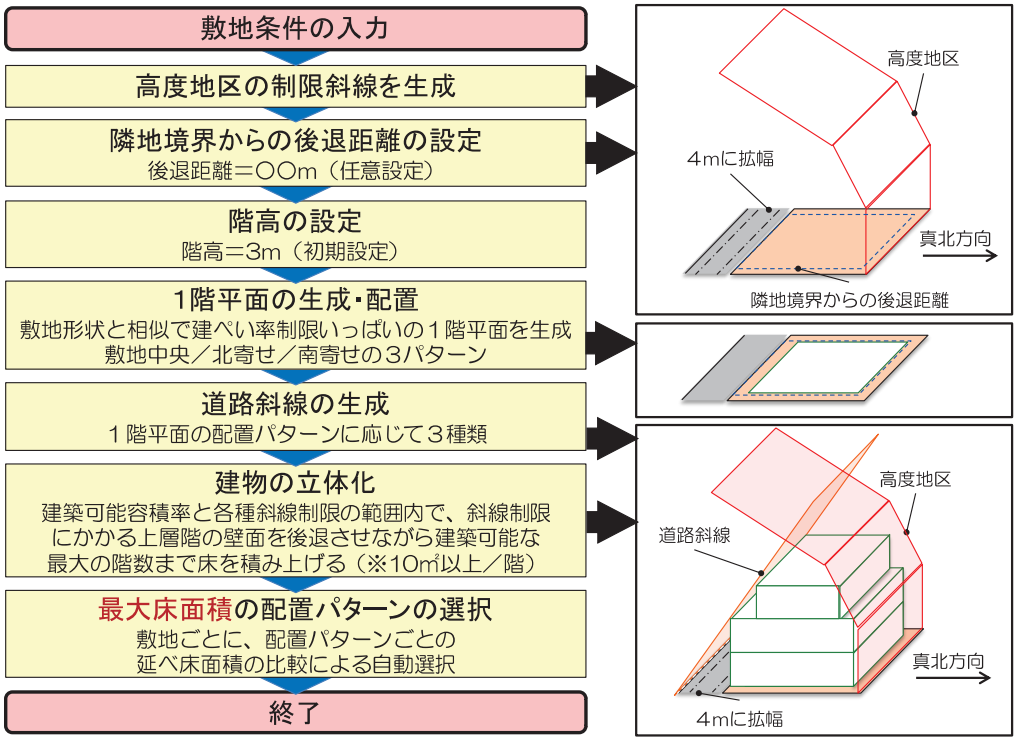


図 4-6　建築ルールに基づく地区内建物の自動生成フロー

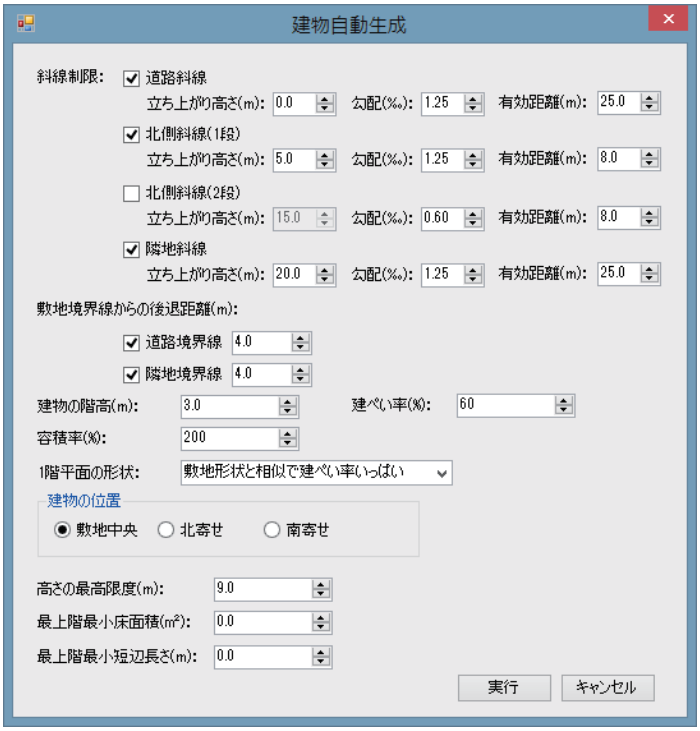


図 4-7　地区内建物の自動生成の設定フォーム

４．街区性能水準の評価機能の開発

第３章に示した密集市街地の街区性能水準の計算を行うための各要素性能水準の評価機能を作成した。各要素性能水準の評価機能は、メニューから「街区性能水準評価」を選択して表示される図 4-8 に示すフォームより呼び出すことができる。

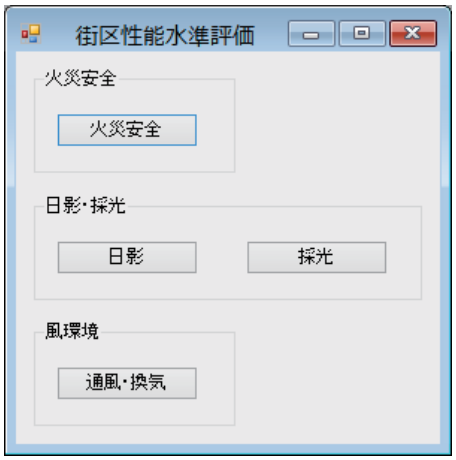


図 4-8　街区性能水準評価項目選択フォーム

以下、４．１節～４．６節に要素毎に機能の概要を示す。また、４．７節では、街区の面積や建物棟数・床面積などの基礎データを集計する機能の概要を示す。

４．１　防火性能水準評価機能

街区性能水準評価項目選択フォームにおいて「火災安全」を選択すると、図 4-9 に示すフォームが表示される。このフォームは避難性能水準評価機能と共通となっているが、「防火・避難安全性能水準評価」において「防火性能水準評価」を選択すると、防火性能水準評価のみが行われ、避難性能水準評価に関連する項目は設定できないようになる。各項目を設定し、「開始」ボタンをクリックすることで既開発の市街地火災シミュレーションプログラムを利用してシミュレーションが開始される。

街区性能水準の評価を行う場合には、単一回のシミュレーション結果ではなく、様々な条件（出火場所や気象条件）を想定し、その発生頻度と被害量を組み合わせて評価を行う必要がある。

「連続実行あり」を選択すると、複数の条件でのシミュレーションを連続自動実行し、その計算結果を集計することで防火性能水準を評価することが可能となる。「連続実行なし」を選択することにより、単一回のシミュレーションを実行することができる。

以下では、市街地火災シミュレーションプログラムの概要及びその計算結果の集計方法について示す。

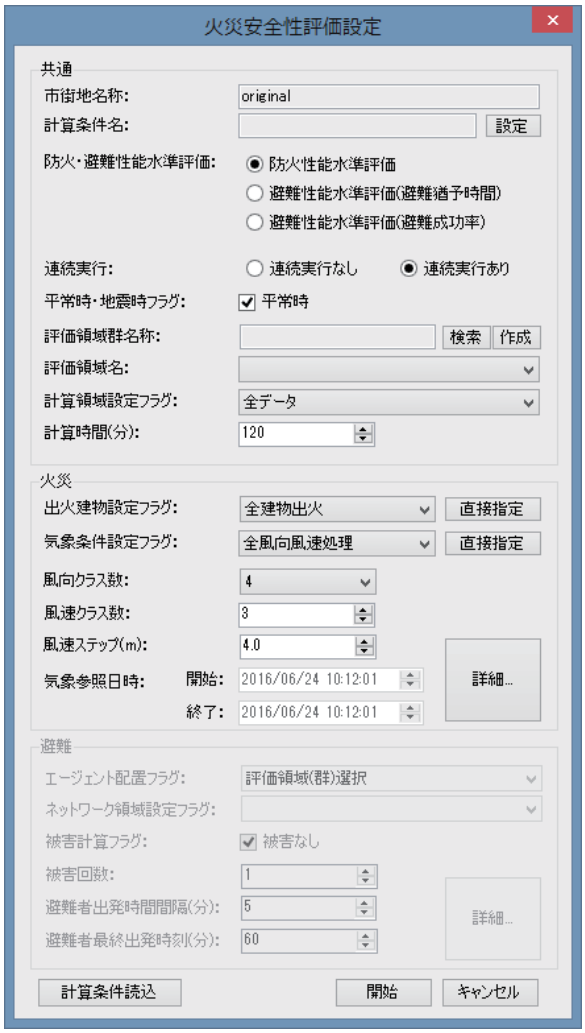


図 4-9　火災安全性能水準評価設定フォーム（防火性能水準評価選択時）

４．１．１　市街地火災シミュレーションの概要

防火性能水準の評価を行う際に、既開発の市街地火災シミュレーションプログラムを利用している。市街地火災シミュレーションプログラムは、建物や塀柵等の市街地データや風向・風速、出火点の位置などの計算条件を設定すると、周辺への放熱状況を計算し、市街地内の各建物への

着火時刻等の延焼性状が得られるプログラムである。市街地火災シミュレーションプログラムにおける計算内容は「国土交通省総合技術開発プロジェクト高度な画像処理による減災を目指した国土の監視技術の開発総合報告書」（平成２２年１２月、国土地理院技術資料 C・１－No.400）に記載されている。以下に抜粋して引用掲載する。

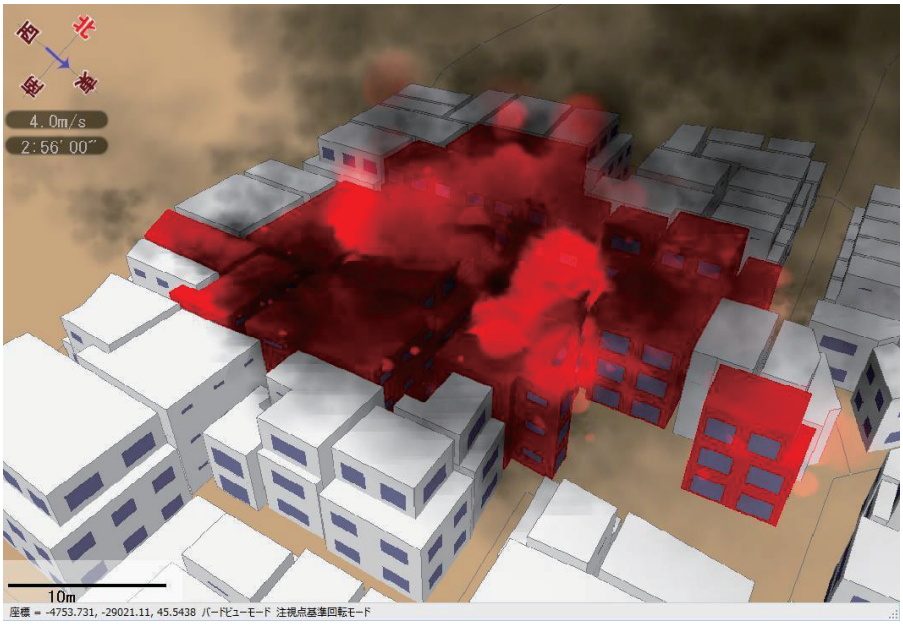


図 4-10　市街地火災シミュレーションプログラムの実行画面の例

２－１．高度な市街地火災シミュレーション技術

上層階セットバック等、複雑な形状の建物の防火性能水準評価や、内装、床、外壁、内壁、屋根等の部材に応じたキメの細かな防火性能水準評価を実施可能な高度な市街地火災シミュレーション技術の開発を行った。

なお、市街地火災モデルは、単体建築物の火災進行モデルと建物間の延焼モデルに分けて検討を行っている。以下では、それぞれについて概要を示す。

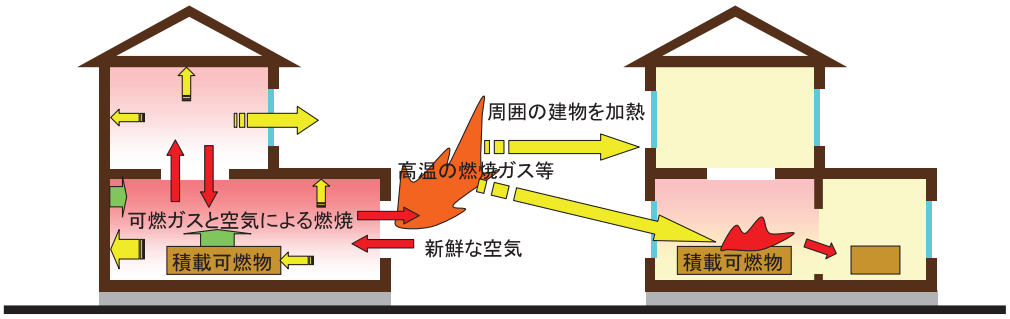


図 2-1-1　市街地火災の評価モデルの概要

２－１－１. 単体建築物の火災進行モデル

建築物は壁、床・天井、屋根などの面材（以下、「面材」という。）と、家具やその他の物品などの積載可燃物の集合で構成されるものとし、面材で囲まれた空間（以下、「ゾーン」という。）ごとに、内部ガスの温度や化学種濃度を逐次計算して火災性状を求める。

（1）面材及び積載可燃物の表面積

面材及び構成材料（以下、「面材等」という。）は、複数の構成材料を組み合わせて構成される。面材及び構成材料の主な属性は表 2-1-1 の通り。

面材等の表面積は、初期には面材等の見つけ面積 A_{m0} であるが、面材等の燃抜に伴って減少する。

$$A_m = A_{m0} - A_{bm} \qquad \text{(式 1)}$$

面材等の燃え抜けは、面材等が面する室内の温度時間面積により求める。屋外に面している面材は、外部からの受熱流束を雰囲気温度に換算して室内同様に取り扱う。

式 2 は面材等の燃え抜け面積を求める式である。B^*は、標準火災温度曲線による t^*経過後の温度時間面積である。ここで、B_s は、式 3 の $t^* = t_{bs}$ の場合の B^*であり、B_e は、式 3 の $t^* = t_{be}$ の場合の B^*である。

$$A_{b,m} = \left\{ 1 - \frac{\int_0^t (T_m(\tau) - T_\infty) d\tau - B_s}{B_e - B_s} \right\} A_{m0} \qquad \text{(式 2)}$$

$$B^* = \int_0^{t^*} \{345 \log_{10}(8\tau + 1)\} d\tau \qquad \text{(式 3)}$$

積載可燃物表面積は式 4 による。

$$A_f = \begin{cases} A_{f,0} & (W_f / W_{f,0} \geq 0.2) \\ 5A_{f,0} \times W_f / W_{f,0} & (W_f / W_{f,0} < 0.2) \end{cases} \qquad \text{(式 4)}$$

$$A_{f,0} = 0.61(W_{f,0}/A_{floor})^{1/3} A_{floor}$$

なお、面材等や積載可燃物の可燃物重量は熱分解に伴って減少する。W_m、W_f が 0 となった時点で当該面材等の燃焼は終了する。

$$W_m = W_{m0} - \int_0^t \dot{m}_m dt \qquad \text{(式 5)}$$

$$W_f = W_{f0} - \int_0^t \dot{m}_f dt \qquad \text{(式 6)}$$

表 2-1-1　面材の主な属性

面材全体としての属性	
	燃抜開始時間[t_{bs}]
	燃抜完了時間[t_{be}]
	酸素消費係数[φ_b]
個別の構成材料の属性	
	燃抜開始時間[t_{ss}]
	燃抜完了時間[t_{ss}]
	熱伝導率[k]
	密度[ρ]
	比熱[c]
	厚さ[l]
	木材重量[W_{m0}]
	出火温度[T_{ig}]
	酸素消費係数[φ_s]

（2）熱分解速度及び発熱速度

積載可燃物、面材等の熱分解の起こり易さは、木材のそれとの比（酸素消費係数）で表す。

初期には、t^2 に比例する発熱源となることを想定し、可燃物ごとに式 7 の通り熱分解されるものとする [6)7)]。なお、面材等の火災成長率は、個別の構成材料の露出面積に応じて加重平均をとる。

$$\dot{m}_f = \alpha_f t^2 / HR_f$$

$$\dot{m}_{m,j} = \alpha_{m,j} t^2 / HR_f \qquad \text{(式 7)}$$

$$\alpha_f = \begin{cases} 0.0125 & (w_f HR_f \le 170) \\ 2.6\times10^{-6}(w_f \Delta HR_f)^{5/3} & (w_f HR_f > 170) \end{cases}$$

$$\alpha_m = \sum_j \alpha_{m,j}$$

$$\alpha_{m,j} = 0.35\phi_{s,j}^2 A_{m,j,s} / \sum_j A_{m,j}$$

これより、初期の燃焼部分の表面積は式 8 となる。

$$A_{burn,f} = \dot{m}_f / \dot{m}_b''$$

$$A_{burn,m,j} = \dot{m}_{m,j} / (\phi_{s,j} \dot{m}_b'') \qquad \text{(式 8)}$$

なお、燃焼部分の表面積は A_m、A_f を超えないものとした。

熱分解速度は式 9 とした。

$$\dot{m}_b'' = \min\begin{bmatrix} k\cdot\dot{m}_{in,eff}\Big/(A_{burn,f}+\sum_j A_{burn,m,j}), \\ 0.007, \\ 0.003+0.12\chi\exp(-11\chi) \end{bmatrix} \qquad \text{(式 9)}$$

$$\chi = A\sqrt{H}_{eff}\Big/(A_{burn,f}+\sum_j A_{burn,m,j})$$

$$\dot{m}_{in,eff} = \left(\sum_j \dot{m}_{ji}Y_{O,j}+\rho_i V_i Y_{O,i}/\Delta t\right)\Big/Y_{O,\infty}$$

$$A\sqrt{H}_{eff} = \frac{\sum_j \dot{m}_{in}(T_j-T)}{T_\infty - T}\Bigg/\frac{2}{3}\alpha\rho_\infty\sqrt{\frac{2g(1-T_\infty/T)}{\left[1+\left\{(1+k)^2 T/T_\infty\right\}^{1/3}\right]^3}} \qquad \text{(式 10)}$$

式 7 は、元々単一開口区画に関する実験式であるが、開口部の条件が複雑な条件に適用するため、流入ガスのエンタルピー量が等しくなるよう換算した値 $A\sqrt{H}_{eff}$ を導入して近似的に求められるよう拡張したものである。

k は、外気に面した単一開口の場合に式 9 における $\dot{m}_b'' = 0.1\chi$ となるように、$k\cdot\dot{m}_{in,eff} = 0.1A\sqrt{H}_{eff}$ を変形して得られる、式 11 を満たすように求めた。

$$k\cdot\dot{m}_{in} = 0.1\dot{m}_{in}\Bigg/\frac{2}{3}\alpha\rho_\infty\sqrt{\frac{2g(1-T_\infty/T)}{\left[1+\left\{(1+k)^2 T/T_\infty\right\}^{1/3}\right]^3}} \qquad \text{(式 11)}$$

なお、k は温度依存性があるが、温度上昇が 200K 以上であれば、ほぼ一定値をとることから、計算上は、k=0.22（定数）として扱っている。

（3）水分蒸発

可燃性材料の場合は、可燃物の熱分解に比例して水分が蒸発するものとし、式 12 とした。

$$\dot{m}_{H2O,c} = \frac{r_{H2O}}{1-r_{H2O}}\dot{m}_b''\cdot A_m \qquad \text{(式 12)}$$

不燃性材料の場合は、温度時間面積に応じて水分が蒸発するものとした。材料の含有する全ての水分が、燃抜開始時間 t_s と燃抜完了時間 t_e のちょうど中央の時間までに蒸発するとして、式 13 とした。

$$\dot{m}_{H2O,u} = \frac{w\cdot r_{H2O}}{\int_0^{\frac{t_s+t_e}{2}}(T_\tau - T_\infty)d\tau}(T_t - T_\infty)\cdot A_{m0} \qquad \text{(式 13)}$$

（4）室内温度・化学種濃度

室内温度及び化学種濃度は式 14～17 に示す保存式及び状態式を解いて求める。

$$\frac{d}{dt}(\rho_i V_i) = \sum_j(\dot{m}_{ji}-\dot{m}_{ij})+\dot{m}_b \qquad \text{(式 14)}$$

$$\frac{d}{dt}(c_p\rho_i T_i V_i) = \dot{Q}_{b,i}-\dot{Q}_{f,i}-\sum_j(\dot{Q}_{d,ji}+\dot{Q}_{m,ji})+\sum_j c_p(\dot{m}_{ji}T_j-\dot{m}_{ij}T_i)+c_p\dot{m}_b T_b \qquad \text{(式 15)}$$

$$\frac{d}{dt}(\rho_i V_i Y_{X,i}) = \sum_j(\dot{m}_{ji}Y_{X,j}-\dot{m}_{ij}Y_{X,i})+\dot{\Gamma}_{X,i} \qquad \text{(式 16)}$$

$$\rho_i T_i = \rho_\infty T_\infty \qquad \text{(式 17)}$$

室内に流入流出する熱量及びガス量は式 18～21 による。

$$\dot{Q}_{b,i} = \min[HR_O(\sum_j \dot{m}_{ji} Y_{O,j} + \rho_i V_i Y_{O,i}/\Delta t),\ HR_f(\dot{m}_b + \sum_j \dot{m}_{ji} Y_{F,j} + \rho_i V_i Y_{F,i}/\Delta t] - \dot{m}_b L_b \quad \text{(式 18)}$$

$$\dot{Q}_{f,i} = \{\varepsilon_f \sigma(T_i^4 - T_f^4) + h(T_i - T_f)\} A_f \quad \text{(式 19)}$$

$$\dot{Q}_{d,ji} = \{\sigma(T_i^4 - T_j^4) + \dot{q}''_{OUT}\} A_{d,ji} \quad \text{(式 20)}$$

$$\dot{Q}_{m,ji} = \{\varepsilon_m \sigma(T_i^4 - T_{m,ji}^4) + h(T_i - T_{m,ji})\} A_{m,j} \quad \text{(式 21)}$$

各開口部の流入流出ガス量 $\dot{m}_{ji}, \dot{m}_{ij}$ の算出式は次項に示す。

（5）流入流出ガス量

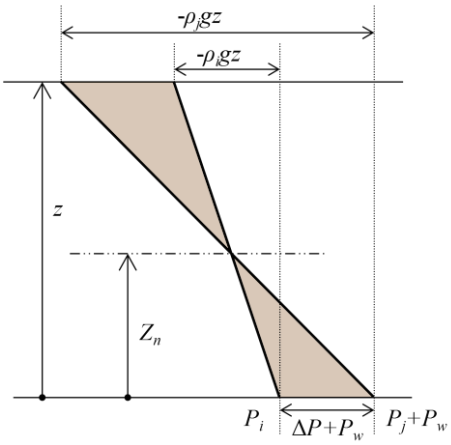
a)圧力差と中性帯高さ

図 2-1-2 は、外気風による圧力を考慮した区画内外の圧力分布を図示したものである。中性帯高さ($z = Z_n$)では、式 22 が成り立つ。

$$P_j + P_w - \rho_j g Z_n = P_i - \rho_i g Z_n \quad \text{(式 22)}$$

$\Delta P = P_j - P_i$ とすると、中性帯高さ Z_n は式 23 として得られる。

$$Z_n = \frac{\Delta P + P_w}{(\rho_j - \rho_i) g} \quad \text{(式 23)}$$



ρ_i ：区画内密度[kg/m³]

ρ_j ：区画外密度[kg/m³]

g ：重力加速度[m/s²]

U ：風速[m/s]

Z_n ：中性帯高さ[m]

P_w ：風圧[Pa]

図 2-1-2 区画内外の圧力差

ここで、ΔP は未知であるが、式 23 および次の b)から ΔP に依存して各開口部に関する $\dot{m}_{ji}$ および $\dot{m}_{ij}$ を求めることができ、ゾーン内の質量保存則式 15 の左辺を 0 と置き、左右の辺を入れ替えた式 24 を各ゾーンが満足すると仮定して連立一次方程式を解けば ΔP を求めることができる。

$$\dot{Q}_{b,i} - \dot{Q}_{f,i} - \sum_j (\dot{Q}_{d,ji} + \dot{Q}_{m,ji}) + \sum_j c_p (\dot{m}_{ji} T_j - \dot{m}_{ij} T_i) + c_p \dot{m}_b T_b = 0 \quad \text{(式 24)}$$

なお、風圧 P_w は式 25 として得られる。c は風圧係数[-]であり、同一壁面上でも位置によって異なるが、風向と壁面の成す角 θ を用いて、式 26 とした。

$$P_w = c\frac{1}{2}\rho_\infty U^2 \qquad \text{(式 25)}$$

$$c = \begin{cases} 0.1 & (-1 < \cos\theta < -0.9) \\ -\dfrac{0.15}{0.9}\cos\theta - 0.05 & (-0.9 \le \cos\theta \le 0) \\ -0.05 & (0 < \cos\theta < 1) \end{cases} \qquad \text{(式 26)}$$

b)個別開口部の開口流量

開口部の上下端高さ、中性帯高さ等の関係から、個別開口部の流入・流出量が式 27～30 の通り得られる。ただし、$\rho_j - \rho_i < 0$ の場合は、i と j を入れ替えて適用する。

・垂直開口流量

$$\begin{cases} \dot{m}_{ij} = \dfrac{2}{3}\alpha B\sqrt{2g\rho_i(\rho_j - \rho_i)}\left\{(H_u - Z_n)^{\frac{3}{2}} - (H_l - Z_n)^{\frac{3}{2}}\right\} \\ \dot{m}_{ji} = 0 \end{cases} \quad (Z_n \le H_l) \qquad \text{(式 27)}$$

$$\begin{cases} \dot{m}_{ij} = \dfrac{2}{3}\alpha B\sqrt{2g\rho_i(\rho_j - \rho_i)}(H_u - Z_n)^{\frac{3}{2}} \\ \dot{m}_{ji} = \dfrac{2}{3}\alpha B\sqrt{2g\rho_j(\rho_j - \rho_i)}(Z_n - H_l)^{\frac{3}{2}} \end{cases} \quad (H_l < Z_n < H_u) \qquad \text{(式 28)}$$

$$\begin{cases} \dot{m}_{ij} = 0 \\ \dot{m}_{ji} = \dfrac{2}{3}\alpha B\sqrt{2g\rho_j(\rho_j - \rho_i)}\left\{(Z_n - H_l)^{\frac{3}{2}} - (Z_n - H_u)^{\frac{3}{2}}\right\} \end{cases} \quad (H_u \le Z_n) \qquad \text{(式 29)}$$

・水平開口流量

$$\begin{cases} \dot{m}_{ij} = \alpha A_{floor}\sqrt{2\rho_i\left\{-(\Delta P + P_w) + gH_c(\rho_j - \rho_i)\right\}} \\ \dot{m}_{ji} = 0 \end{cases} \qquad \text{(式 30)}$$

α：流量係数(= 0.7)[-]、H_u：開口部上端高さ[m]、H_l：開口部下端高さ[m]、B：開口幅[m]

（6）面材・積載可燃物の表面温度

面材・積載可燃物の表面温度 $T_f, T_{m,ji}$ は式 21 より得られるゾーン内ガスからの流入熱流束を境界条件とする差分法により求める[8)]。

（7）室間の延焼

室間の延焼は開口部（面材の燃え抜け部を含む）を通して発生する。開口部を火災室温の輻射面として、隣室の可燃物を加熱し、可燃物表面が 593K 以上となった時点で当該隣室が出火するものとした。なお、可燃物表面温度の計算には、次項の(3)②の着火判定点の温度上昇計算式を用いる。

2－1－2．建物間の延焼モデル

（1）放射熱による熱移動

放射源としては、開口部面及び噴出火炎を対象とする。

① 噴出火炎の方向

噴出火炎の方向は、図 2-1-3 の通り座標軸をとり、水平方向の x 軸からの角度を α、水平面からの仰角を ϕ とすると、式 31 により表すことが出来る。

$$(f_x, f_y, f_z) = (\cos\alpha\cdot\cos\phi,\ \sin\alpha\cdot\cos\phi,\ \sin\phi) \qquad \text{(式 31)}$$

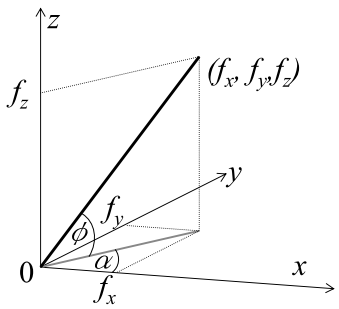


図 2-1-3　火炎の方向ベクトル

本モデルでは、α は風向と同一方向をとることとし、ϕ は式 32[9]、33、34 による。

$$\begin{cases} \sin\varphi = 1 & F_r^2 / Q_f^{*2/3} \le 0.98^5 \\ \sin\varphi = 0.98\left(F_r^2 / Q_f^{*2/3}\right)^{-1/5} & 0.98^5 < F_r^2 / Q_f^{*2/3} \le 20 \\ \sin\varphi = 3.97\left(F_r^2 / Q_f^{*2/3}\right)^{-2/3} & 20 < F_r^2 / Q_f^{*2/3} \end{cases} \quad \text{(式 32)}$$

$$Fr = \frac{U}{\sqrt{gD}} \quad \text{(式 33)}$$

$$Q_f^* = Q / \rho_\infty C_p T_\infty g^{1/2} D^{5/2} \quad \text{(式 34)}$$

$$D = 2 \times rf \quad \text{(式 35)}$$

$$r_f = \sqrt{A_{op}/\pi} \quad \text{(式 36)}$$

C_p：空気の比熱 [kJ/kgK]、D：火源の代表長さ[m]、A_{op}：開口部面積[m^2]

② 噴出火炎の長さ

噴出火炎の長さは風による影響を無視しうることが示されている[9]。

無風時の自由空間中の火炎高さについて提案されている式[10]を応用し、火炎基点の違いによる補正、Q_f^*<0.3 の範囲への拡張を行い、式 37 とした。

$$L_{f,c} = 3.3 Q_f^{*n} D \qquad \begin{cases} n = 2/3 & Q_f^* < 1.0 \\ n = 2/5 & 1.0 \le Q_f^* \end{cases} \quad \text{(式 37)}$$

以上により、火炎先端位置が求まるが、これが噴出面の内側へ入るときは、噴出面を含む平面上に火炎先端を投影した位置とし、方向、長さを修正する。

また、火炎軸が他の壁面や他の区画、塀柵等の障害物に交わる場合には、その交点から先は鉛直方向に火炎軸の向きを修正する。

③ 放射源の設定

ある開口部及び当該開口部から噴出する火炎による任意の受熱点（受熱面の向きは一定とする）への放射受熱流束 $\dot{q}_r''$ は、受熱点からどれだけ見通せるかに依存する。そのため、見通し計算する部分(i=0～N)ごとに得られる値の和として式 38～式 44 により得られる。

ここで、τ_i は、見通し計算の結果得られる透過率である。

$$\dot{q}_r'' = \sum_{i=0}^{N} \tau_i \dot{q}_i'' \quad \text{(式 38)}$$

$$\dot{q}_0'' = F_0\left[(1-r_m)\varepsilon_m \sigma T_m^4 + \left\{(1-r_m)\tau_m + r_m \varepsilon_j\right\}\sigma T_j^4\right] \quad \text{(式 39)}$$

$$F_0 = \frac{A_m}{\pi d_0^2 + A_m}\cos\alpha_0 \cdot \cos\theta_0 \quad \text{(式 40)}$$

$$\dot{q}_i'' = \frac{\chi \dot{Q}_i}{4\pi d_i^2}\cos\theta_i \quad \text{(式 41)}$$

$$\dot{Q}_i = \dot{Q}_g T_{fi}^4 \Big/ \sum_{l=1}^{N} T_{fl}^4 \quad \text{(式 42)}$$

$$\dot{Q}_g = \dot{m}_{i,j}\left\{c_p(T_i - T_\infty) + Y_{F,i} \cdot HR_F\right\} \quad \text{(式 43)}$$

$$T_{fl} = \begin{cases} 900 + T_\infty & (\Delta L < 0.4L_f) \\ 72L_f/(0.2\Delta L) + T_\infty & (0.4L_f \le \Delta L < L_f) \\ T_\infty & (L_f \le \Delta L \end{cases} \quad \text{(式 44)}$$

ここで、N が小さいと、受熱点との距離が短い場合や火炎が長い場合に誤差が生じやすくなることから、計算上は、式 45 により、受熱点での受熱流束と火炎長さに応じて求めることとした。

$$N = \min(q_{f1}/q_{\min}, l_f/l_{\min}) \quad \text{(式 45)}$$

（2）熱気流による熱移動

単一火源の場合、火源を通る風向に平行な鉛直断面における風下気流の温度上昇は下式で計算される [11)]。

$$\Delta T_c(x,z) = \Lambda^{-s} Fr^{-t}\left[1.7\exp\left\{-1.5^2\left(\frac{z}{x}\Lambda^k Fr^n - 0.37\right)^2\right\} + 0.05\right] \times \left(\frac{\dot{Q}_c^{\,2} T_\infty}{C_p^2 \rho_\infty^2 g}\right)^{1/3} D_c^{-1/3} x^{-4/3} \quad \text{(式 46)}$$

$$\Lambda = \frac{U D_c^{\,1/3}}{\left\{\dot{Q}_c g / \left(C_p \rho_\infty T_\infty\right)\right\}^{1/3}}$$

x：火源から受熱点までの水平距離[m]、z：火源から受熱点までの鉛直距離[m]、$\dot{Q}_c$：火源の発熱速度[kW]、D_c：火源の代表径[m]

火源を通る風向に平行な鉛直断面から水平方向にずれると温度上昇幅は減少するが、式 46 では計算できない。そこで、気流主軸（高さ方向で最も高温の位置）からの距離に応じた温度上昇幅の減少程度は、鉛直断面上の気流主軸高さからの z 方向のずれによる温度上昇幅と同一と見なして式 46 を適用することとする。

また、複数火源の場合には、それぞれ単一火源と見なした場合の温度上昇を下式により合成する方法が提案されている [12)]。

$$\Delta T_{c,eff} = \left(\sum_j \Delta T_{c,j}^{3/2}\right)^{2/3} \quad \text{(式 47)}$$

以上より、受熱点での熱気流による受熱流束は、式 47 で表す。

$$\dot{q}_r'' = h \times \Delta T_{c,eff} \quad \text{(式 48)}$$

（3）温度上昇と着火判定モデル

着火は、着火可能領域に存在する可燃物が熱せられ、着火温度に達した時点で発生する。本モデルでは、木材の着火温度を 593[K]とし、着火の判定を 48 式により行う。

$T_s > 593$ (式 49)

① 放射受熱点の設定

式 38 による計算は、受熱点の数だけ行う必要があり、受熱点の省略は計算負荷軽減効果の高い方法である。

最も不利な（出火温度に早く到達する）位置が事前に明らかにできれば 1 点のみの計算で良いが、その位置を正確に予測することは困難である。

本稿では、受熱点を受熱壁面上に、幅と高さ方向に一定間隔 p[m]に配置し、$p \times p$[m²]の担当面内での最大受熱流束を推定し、表面温度の応答を計算することとした。

予測自体の計算負荷を小さくすることを考慮して、1 ステップ前の計算ステップにおいて、周囲の火源の中で受熱点での熱流束が最大のものを探しておき、次のステップで、事前に探しておいた火源について、放射源の重心位置を式 50 により計算しさらに受熱壁面へ正投影した点を求め、担当面内でこの点と最も近い点を求める。

$$\vec{f}_g = \vec{f}_0 + \sum_{i=0}^{N} \left\{ \tau_i q_i \times \left(\vec{f}_i - \vec{f}_0 \right) \right\} \Big/ \sum_{i=0}^{N} q_i \qquad \text{(式 50)}$$

なお、熱流束が最大の火源の検出の際にも、当該ステップの受熱点位置での熱流束ではなく、上記式 50 を用いて担当面内で放射源の重心位置に最も近い位置での受熱流束を式 38 により求めて、周囲の全ての火源の中で受熱流束が最大となる火源を特定する。

② 温度上昇

ある時刻 t における、放射および熱気流による着火判定点への入射熱流束は、ぞれぞれの合計として得られ次式で表される。

$$\dot{q}''_{OUT}(t) = \sum \dot{q}''_r(t) + \dot{q}''_{c,err}(t) \qquad \text{(式 51)}$$

一定の入射熱流束 $\dot{q}''_{OUT}$ を定常的に受けたときのある受熱点の温度応答は、式 52 で近似的に与えられる [3)]。

$$1 \Big/ \sqrt{\frac{h^2}{k\rho c} t} = 1.18 \left\{ \varepsilon \dot{q}''_{OUT} / h\left(T_s(t) - T_0\right) - 1 \right\} \qquad \text{(式 52)}$$

$k\rho c$: 受熱点の熱慣性[kW²s/m4K²]、T_0 : 受熱点の初期温度（本モデルでは外気温度と同一で $T_0 = T_\infty$ とした）

入射熱流束が時刻により変動する場合、式 52 はそのまま使えないが、入射熱流束を受けて、表面温度が $\Delta T_s(t - \Delta t)$まで上昇するのに要する時間として、式 53 に示す等価受熱時間 t_s[s]を導入し、式 52 を変形することで、近似的に式 54、55 により入射熱流束の変化に対応した温度応答と表面温度を求める式とした。

$$t_s = \frac{k\rho c}{\left\{ 1.18 \cdot \left(\frac{\dot{q}''_{OUT}(t)}{\Delta T_s(t - \Delta t)} - h \right) \right\}^2} \qquad \text{(式 53)}$$

$$\Delta T_s(t) = \frac{1.18 \dot{q}''_{OUT}(t)}{\sqrt{\frac{k\rho c}{t_s + \Delta t}} + 1.18h} \qquad \text{(式 54)}$$

$$T_s(t) = T_0 + \Delta T_s(t) \qquad \text{(式 55)}$$

【記号】

t 時刻、T 温度、A 面積、W 重量、m ガス質量、α 火災成長率、HR ガス質量当たり発熱量、ϕ 酸素消費係数、Q 発熱量、ρ 密度、V 室体積、L 熱分解潜熱、ε 輻射率、σ ステファンボルツマン定数

【添字記号】

i、j 対象室、隣室のサフィックス、m 面材、f 積載可燃物、b 室内燃焼、d 開口部、X 化学種、「・」は単位時間当たりを示す。

【参考文献・引用文献】

1)国土交通省：循環型社会および安全な環境形成のための建築・都市基盤整備技術の開発　まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発報告書、2003.3

2)樋本、田中：区画間の火災拡大を考慮した建築物燃焼性状予測モデル、日本建築学会環境系論文集第 573 号、2003.11

3)岩見達也、萩原一郎：準耐火建築物の火災性状モデル化の試行、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.165-166、2007.8

4)岩見達也：小規模木造建築物の火災性状モデルに関する基礎的検討、日本火災学会研究発表会概要集、pp.194-195、2008.5

5)岩見達也：建築物の火災時の熱分解速度に関する基礎的検討、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.29-30、2008.9

6)2001 年版避難安全検証法の解説及び計算例とその解説、2001.3

7)2001 年版耐火性能検証法の解説及び計算例とその解説、2001.3

8)建設省建築研究所：建築研究報告 No.123　<二層ゾーンの概念に基づく>建物内煙流動予測計算モデル、1989.10

9) 大宮喜文、林吉彦、岩見達也：有風下における建物周囲に形成される火炎性状-立方体模型を用いた実験に基づく火災性状モデル-、第 17 回風工学シンポジウム論文集、pp.179～184、2002.12

10)長谷見雄二他：屋根が崩壊した建築物から噴出する火炎性状、日本建築学会関東支部研究報告集、pp.293～296、1988

11)林吉彦、佐賀武司：有風下の火災気流の温度分布に関する実験的検討、日本建築学会環境系論文集、No.566、pp.25-32、2003

12)土橋常登、田坂茂樹、吉田正友、田中哮義：複数火源の火災気流の曝される受熱点の温度上昇の推定、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.13-14、2000.9

４．１．２　計算結果の集計

（１）集計プログラムの概要

市街地火災シミュレーションプログラム及び市街地火災避難シミュレーションプログラムを用いて、予め設定した条件に基づいて気象条件や出火場所を自動的又は無作為に設定して多数回のシミュレーションを実行し、その結果を集計するプログラム「市街地火災シミュレーションランダム実行・集計プログラム」（以下、「ランダム実行・集計プログラム」という。）を作成した。以下では、集計プログラムの概要を示す。

ランダム実行・集計プログラムは図 4-11 に示すように、気象条件や出火建物を無作為に設定して市街地火災シミュレーションプログラム及び市街地火災避難シミュレーションプログラムを複数回実行し、出力された計算結果ファイルから必要なデータを抽出して計算結果総合ファイルを生成する。また計算結果総合ファイルを用いて、シミュレーション時刻別の平均焼失棟数や指定された超過確率に対する超過焼失棟数などを集計し、集計ファイルに出力する。

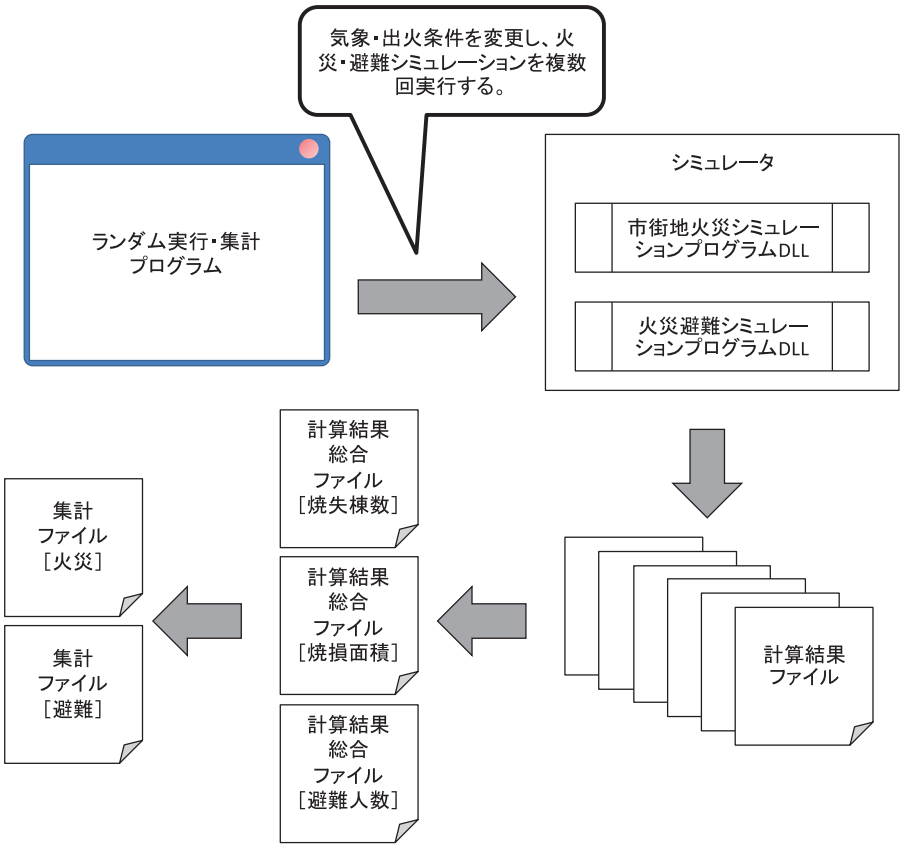


図 4-11　ランダム実行・集計プログラムの構成

（２）連続計算機能の概要

市街地火災シミュレーション及び火災避難シミュレーションプログラムを連続実行する際に変化させるパラメータは出火建物と風向風速である。

出火建物は、出火対象建物リストとしてランダム実行・集計プログラムに渡す必要がある。ランダム実行・集計プログラムは、出火対象建物リストに並ぶ建物から１つ取り出して、出火建物として設定してシミュレーションを実行する。ユーザーは、全ての建物が取り出されるまで連続実行するか、ユーザーが指定した回数だけ無作為に抽出して連続実行するかを選択することができる。

風向風速の設定については、風向風速別に頻度を設定する方法と実測の気象データベースを参照する方法がある。風向風速別に頻度を設定する方法（設定時のファイルフォーマットを表 4-2 に示す。）では、各風向階級、各風速階級の全ての組み合わせ（頻度 0 が設定された組み合わせはスキップされる）について自動的に風向風速が設定されて連続実行される。実測の気象データベースを参照する方法では、ユーザーが指定した回数だけ無作為にデータベース内の日時を抽出し該当する日時の気象条件を適用したシミュレーションが実行される。

表 4-2　風向風速別頻度定義ファイルフォーマット

	1列目	2列目	3列目	4列目	5列目	6列目	・・・	m＋1列目
1行目	風向 / 風速	0	360/m	2×(360/m)	3×(360/m)	4×(360/m)	・・・	(m-1)×(360/m)
2行目	0	$R_{0,0}$	$R_{1,0}$	$R_{2,0}$	$R_{3,0}$	・・・	・・・	$R_{(m-1),0}$
3行目	dV	$R_{0,1}$	$R_{1,1}$					・・・
4行目	2×dV	$R_{0,2}$		・・・				・・・
5行目	3×dV	$R_{0,3}$			・・・			・・・
6行目	4×dV	・・・				・・・		・・・
・・・	・・・	・・・					・・・	・・・
n＋2行目	n×dV	$R_{0,n}$	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	$R_{(m-1),n}$

$R_{i,j}$: 風向 i、風速 j の発生頻度

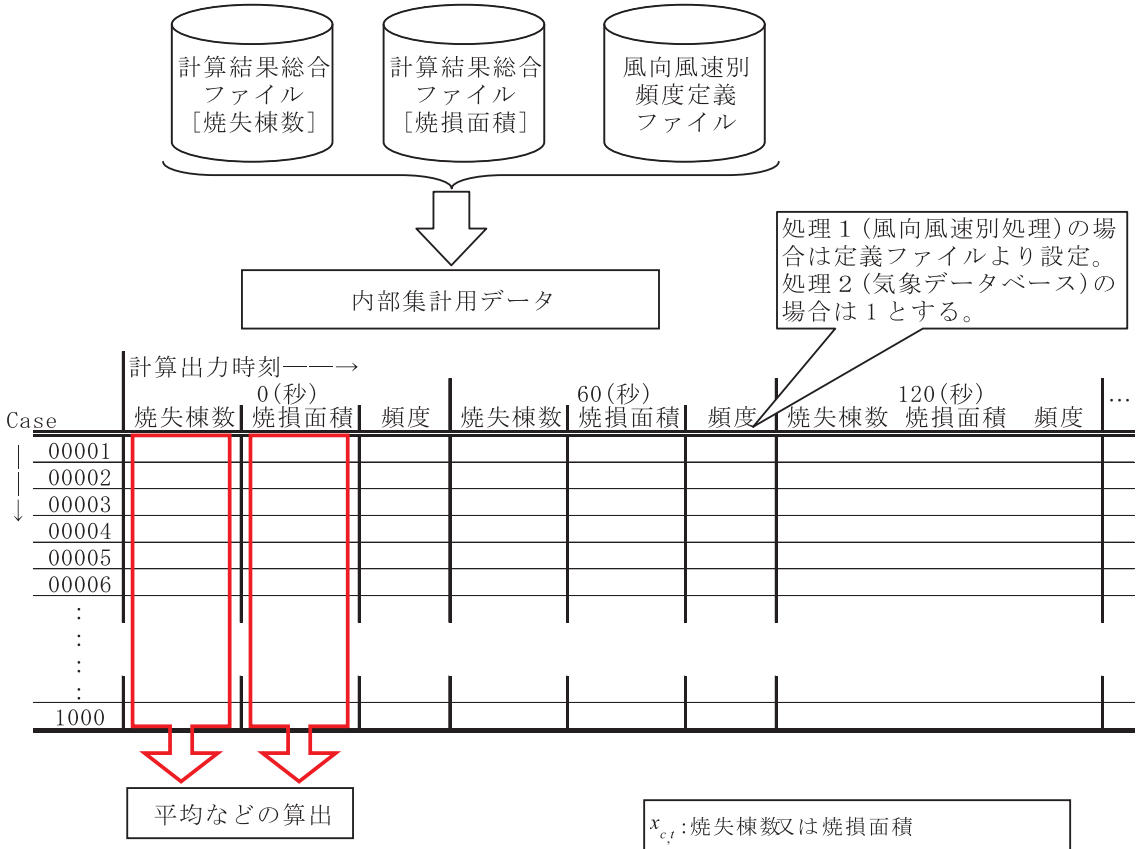
m : 風向区切りの数

n : 風速区切りの数

dV : 風速の区切り幅[m/s]

（３）計算結果総合ファイル集計処理の概要

１回のシミュレーションが終了する度に、シミュレーション計算開始から終了までの各時刻における焼失棟数や焼損面積、避難状況が記録された結果ファイルが出力される。出力される計算結果ファイルより、必要なデータを抽出して計算結果総合ファイル[焼失棟数]、[焼損面積]、[避難人数・グループ数]を作成する。計算結果総合ファイルのフォーマットは表 4-3 に示す。全てのシミュレーションを実行した後、作成された計算結果総合ファイルから集計ファイルを作成する。集計処理の概要は図 4-12 に示す。図中の内部集計用データはプログラム内部でメモリ上に作成され、集計結果を表 4-4 の形式でテキストファイルに出力する。



$x_{c,t}$：焼失棟数又は焼損面積
$f_{c,t}$：風向風速別発生頻度(処理2の場合は1)
添字：c＝ケース番号 t＝出力時刻
$\sum_{case} f_{c,t} = N_t$＝総ケース数

平均 $$E(x_t) = \frac{1}{N_t}\sum_{case}\{f_{c,t}x_{c,t}\}$$

標準偏差 $$Sdv(x_t)=\sqrt{V(x_t)},\quad V(x_t)=E(x_t^2)-\{E(x_t)\}^2=\frac{1}{N_t}\sum_{case}\{f_{c,t}x_{c,t}^2\}-\{E(x_t)\}^2$$

超過確率の%値の算出（t=0 としたときの例）
①$x_{c,0}$を昇順にソートする。
②ソート結果の小さい方から$f_{c,0}$を合計して、累積頻度を求めてゆく。
③累積頻度が指定された超過確率を超えた時の $x_{c,0}$を出力する。

図 4-12　集計処理の概要

表 4-3　計算結果総合ファイルフォーマット

			フォーマット	終結文字	備考
ヘッダー情報			文字列	リターン	
対象市街地名称			文字列	,	
出火建物範囲			文字列	,	
出火建物数			int	,	
風向･風速処理選択			int	,	1:風向･風速別頻度処理、2:実測データベース処理
気象参照日時範囲			文字列	,	風向･風速別処理の場合は"-"
気象データ時系列参照の有無			int	,	0:時系列参照なし、1:時系列参照あり
計算時間			int	,	
出力時間間隔			int	,	
予定計算回数			int	,	
計算開始時刻(実時刻)			文字列	リターン	
計算ケース数分繰返す	計算ケース番号		文字列	,	"CASE#=n"[n:ケース番号]
	計算開始時刻(実時刻)		文字列		
	気象参照日時		int	,	風向･風速別処理の場合は0
	計算開始時風向		double	,	
	計算開始時風速		double	,	
	出火建物数		int	,	0～
	出火建物数分繰返す	出火建物ID	文字列	,	１番目の出火建物ID
	出力時間数分繰返す	s×i分後焼失棟数	int	,;リターン (*1)	s:出力時間間隔 i:0～m (m=計算時間÷s)
計算終了時刻(実時刻)			文字列	リターン	

(*1)最後の出力時間はリターンとする。

表 4-4　集計ファイルフォーマット

		フォーマット	終結文字	備考
計算回数		int	リターン	
計算ステップ数分繰返す	時刻	int	,	出火からの経過時間[分]
	平均焼失棟数	double	,	棟
	平均焼損面積	double	,	m^2
	超過焼失棟数	double	,	棟
	超過焼損面積	double	,	m^2
	焼失棟数標準偏差	double	,	棟
	焼損面積標準偏差	double	,	m^2

(*)焼失棟数=焼損棟数+燃え尽き棟数

（４）ユーザーインターフェース

集計処理の流れは図 4-13 のような手順で実施する。ランダム実行･集計プログラムにおいては、気象条件・出火建物等を設定してシミュレーションを複数回実行して集計処理を行う一連の流れをまとめて JOB と呼称する。

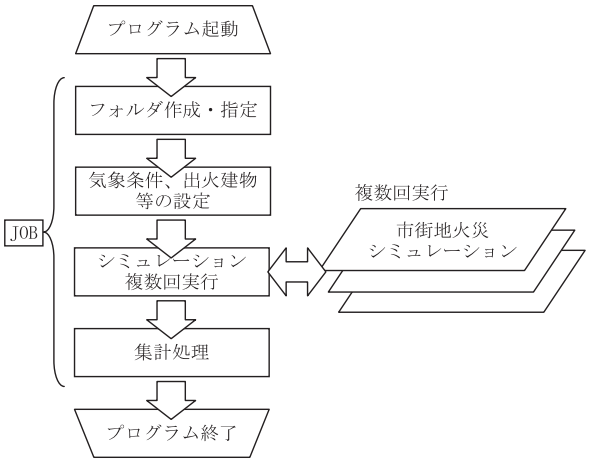


図 4-13　ランダム実行・集計プログラム操作の流れ

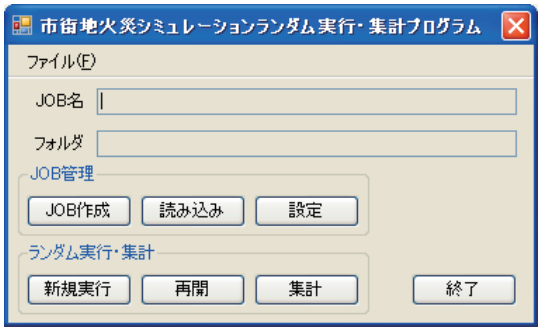


図 4-14　メインダイアログ

ランダム実行・集計プログラムを起動すると図 4-14 に示すダイアログが表示される。

「JOB 作成」ボタン、「読み込み」ボタン、「設定」ボタンを押し下げるとそれぞれ新規 JOB の作成、既存 JOB の読み込み、計算条件の設定等を行うことができる。ただし、本プログラムからランダム実行・集計プログラムを起動する場合は、本プログラム側の設定フォームにより JOB 名や各種設定を行うため、「JOB 作成」、「読み込み」、「設定」の各ボタンは使用できず、本プログラム側で設定した内容が自動的に適用される。

「新規実行」ボタンを押し下げると図 4-15 の JOB 実行管理ダイアログが表示され、シミュレーションの連続実行が開始される。実行途中の JOB を再開する場合は再開ボタンを押し下げる。図 4-15 の各ボタンの機能について、中断ボタンは実行中の市街地火災シミュレーションを直ちに中断し、計算途中の結果は破棄してメインダイアログに復帰する。待機ボタンは実行中のシミュレーションが終わるまで待機して、終わり次第メインダイアログに復帰する。待機状態を解除する場合はキャンセルボタンを用いる。

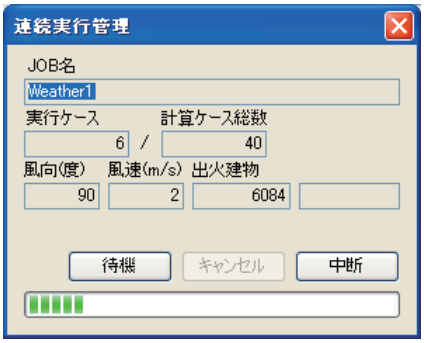


図 4-15　連続実行管理ダイアログ

全ての市街地火災シミュレーションが実行された後、「集計」ボタンにて図 4-16 の集計ダイアログを表示させ、指定された JOB フォルダにある計算結果総合ファイルと風向風速別頻度定義ファイルより集計ファイルの作成を行う。超過確率は 0~1 の実数とし、集計ファイル名を指定して集計ボタンを押し下げると、集計処理を実行する。

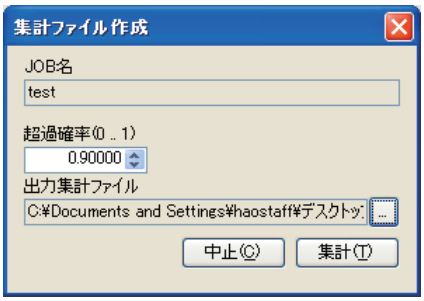


図 4-16　集計ダイアログ

最後にメインダイアログの終了ボタンで集計プログラムを終了する。

（５）集計結果の保存ファイル・フォルダ構成

１回の実行結果は一つの JOB フォルダにまとめて収録され、そのフォルダ内に計算結果総合ファイルや風向風速別頻度定義ファイルが収録される（図 4-17)。さらに延焼経路出力ありの場合は、計算ケース毎に"00000"等の連番を割り振った延焼経路ファイルを出力する。計算結果ファイルのフォーマット表 4-5 に示す。

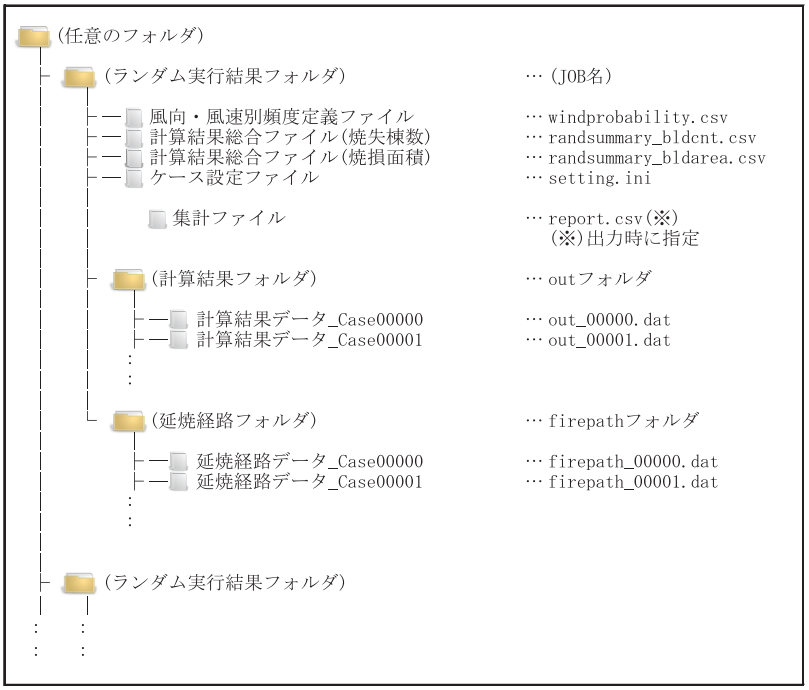


図 4-17　フォルダ構成

表 4-5　計算結果ファイルフォーマット

項目名		フォーマット	終結文字	備考
ヘッダー情報		文字列	リターン	座標系番号等
計算時刻分 繰返す	延焼時刻	[TIME=int]	,	シミュレーション開始からの経過時間
	焼損棟数	int	,	
	燃え尽き棟数	int	,	
	受熱棟数	int	,	
	焼損面積	double	,	
	火面周長	double	,	0
	鎮火周長	double	リターン	0

４．２　避難性能水準評価機能

避難性能水準評価機能は、防火性能水準評価機能と同様、街区性能水準評価項目選択フォームにおいて「火災安全」を選択すると、図 4-18 に示すフォームが表示される。このフォームは防火性能水準評価機能と共通となっているが、「防火・避難性能水準評価」において「避難性能水準評価（避難猶予時間）」又は「避難性能水準評価（避難成功率）」を選択すると、避難性能水準評価に関連する項目が設定できるようになる。各項目を設定し、「開始」ボタンをクリックすることで既開発の市街地火災シミュレーションプログラム及び地震火災マルチエージェントシミュレーションプログラムを利用してシミュレーションが開始される。

街区性能水準の評価を行う場合には、単一回のシミュレーション結果ではなく、様々な条件（出火場所や気象条件）を想定し、その発生頻度と被害量を組み合わせて評価を行う必要がある。

「連続実行あり」を選択すると、複数の条件でのシミュレーションを連続自動実行し、その計算結果を集計することで避難性能水準を評価することが可能となる。「連続実行なし」を選択することにより、単一回のシミュレーションを実行することができる。

以下では、地震火災マルチエージェントシミュレーションプログラム（以下、「火災避難シミュレーションプログラム」という。）の概要及びその計算結果の集計方法について示す。

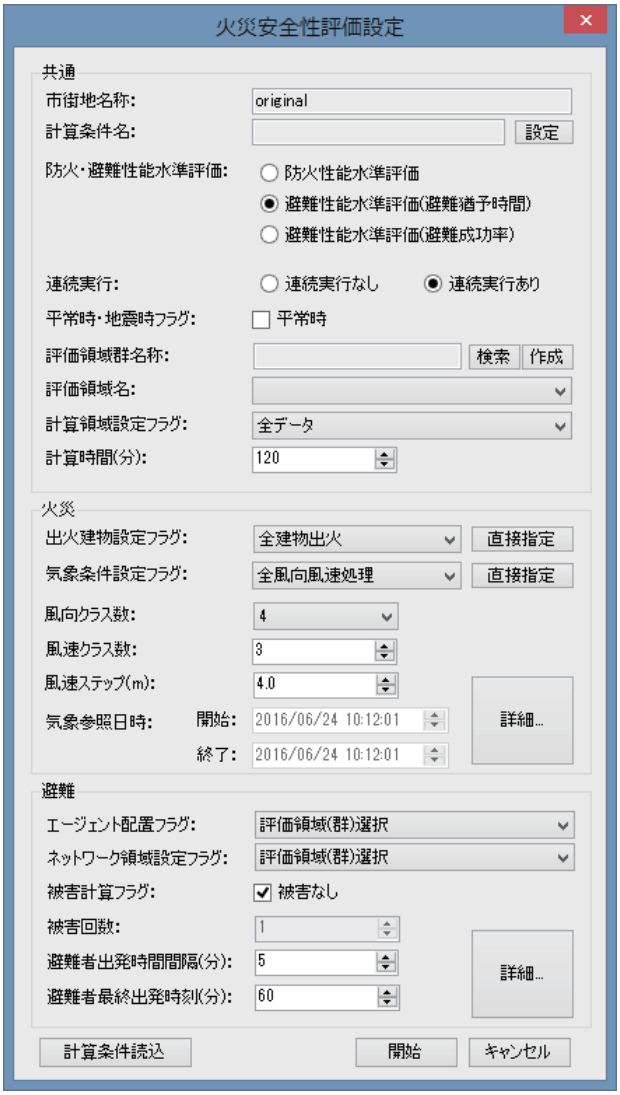


図 4-18　火災安全性評価設定フォーム（避難性能水準評価選択時）

４．２．１　地震火災マルチエージェント避難シミュレーションプログラムの概要

地震火災マルチエージェントシミュレーションプログラム（以下、「火災避難シミュレーション

プログラム」という。）は、市街地火災時の避難行動を計算するプログラムであり、マルチエージェントモデルを採用している。シミュレーションでは、市街地内に配置された様々な属性を持つ避難者が自身の能力、地形や道路の状況、周囲の火災による熱の影響や建物倒壊による通行可否等を踏まえて自律的に行判断（避難開始や避難経路・避難先の決定）して行動する。

避難経路、地震被害、火災被害、避難者の属性及び避難行動モデルの概要を以下に示す。

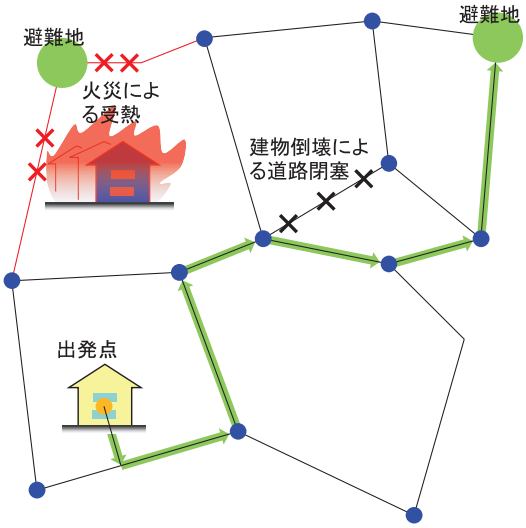


図 4-19　避難経路

（１）避難経路のモデル

避難経路として利用可能な空間は、交差点を表すノードと 2 つの交差点を結ぶ経路を表すリンクから構成されるネットワークによって表現する。

ノード種別としては、一般交差点、目的地、避難者出発点等があり、避難者は、初期位置である避難者出発点ノードから目的地ノードまでをノード及びリンクに沿って移動する。

リンクの属性としては、幅員、長さ、傾斜や段差等を設定する。

（２）地震被害のモデル

地震によって建物が倒壊する場合に建物高さの 1/2 の幅でガレキが道路網へ流出することとした。リンク上の 1 カ所でもガレキ流出幅がリンク幅員以上となった場合にはリンクが切断（道路閉塞）されるものとし、リンク幅員未満でも、沿道建物のガレキの流出状況に応じてリンクの有効幅員が減少するものとした。

個別の沿道建物については、地表面最大速度及び建物の構造に応じて倒壊確率を求め、さらに 0～1 の範囲で乱数を生成し、倒壊確率未満が得られた場合に当該建物が倒壊するとする。

建物倒壊によるリンクの閉塞状況は、式 4-1～式 4-4 により計算する。リンクの移動速度、混雑状況の計算では、建物倒壊を考慮した平均道路幅員 W_{average} を用い、リンクの通行可否の判定では、建物倒壊を考慮した最小残存道路幅員 W_{min} を必要幅員 W_{check} と比較して残存幅員が必要幅員以上であれば通行可と判定する（図 4-20）。

$$n = L/\Delta l_c \qquad \text{式 4-1}$$

$$W_{\mathrm{min}} = \min(w_i) \qquad \text{式 4-2}$$

$$W_{\mathrm{average}} = \sum_i w_i \Big/ n \qquad \text{式 4-3}$$

$$W_{\mathrm{min}} < W_{check} \qquad \text{式 4-4}$$

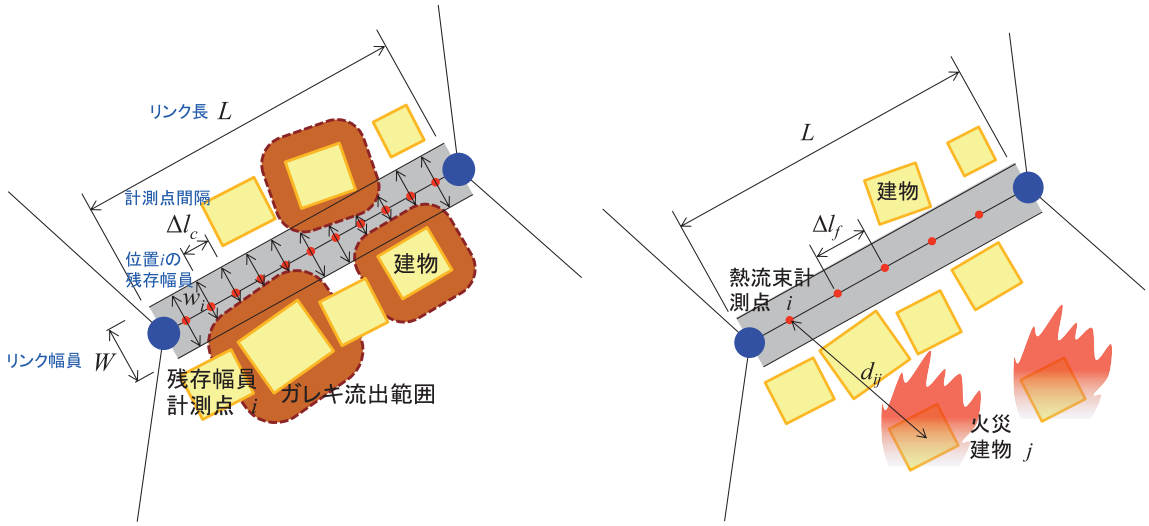


図 4-20　地震被害・火災被害による閉塞状況の概念図

（３）火災被害のモデル

火災被害は、建物の構造に応じて建物内部の延焼及び建物間の延焼を予測する市街地火災シミュレーションモデル（詳細は 4.1.1 に示す。）を用いた。市街地火災シミュレーションモデルにより得られる、火災建物から外部へ放出される放射熱及び熱気流温度を用いて、各ノード及び各リンクをおよそ 10m 間隔で設定する受熱流束計測点における受熱流束を式 4-5 により算出する。ただし、放射の影響については、他の建物によって遮蔽される効果は考慮せず、替わりに、影響範囲を 50m に限定した。

火災によるリンクの閉塞状況は、式 4-5～式 4-7 により計算する。リンクの通行可否の判定では、火災による最大受熱流束 $Q_{\max}$ を許容受熱流束 Q_{check} と比較して最大受熱流束が許容受熱流束未満であれば通行可と判定する（図 4-20）。

$$Q_i = \sum_f Q_{f,i} + h \times (T_{c,i} - T_{out}) \qquad \text{式 4-5}$$

$$Q_{\max} = \max(Q_i) \qquad \text{式 4-6}$$

$$Q_{\max} > Q_{check} \qquad \text{式 4-7}$$

（４）避難者モデル

避難者属性としては、目的地選好（一時集合場所又は広域避難地のいずれを目指すか）、乗り越え可能な段差及び傾斜、歩行速度などを設定する。避難者は 1 人～数人のグループで行動する。グループ行動の場合の歩行速度はグループ内で最も歩行速度の遅い避難者に制限される。

避難者は、a.避難開始の意志決定、b.目的地の選択、c.移動経路の選択、d.避難地到着後の再避難の意志決定、の各段階で周辺状況に関して取得した情報に基づいて自立的に判断を下して避難行動を行う。

入手する情報としては、位置に無関係に取得できる情報と、近づかなければ取得できない情報がある。位置に無関係に取得できる情報は、火災による受熱状況を踏まえた道路網情報（煙等により火災の位置、規模が概ね予想できることを想定）、近傍（数カ所）の一時集合場所及び広域避難地の位置であり、近づかなければ取得できない情報は、目的地の混雑状況、リンクの混雑状況、

建物倒壊による道路閉塞状況である。

（５）避難行動モデル

i)避難開始の意志決定

避難開始の意志決定は、避難者出発点ノードにおける受熱流束が一定以上の場合又は火災建物が一定距離以内に存在する場合に行う。

$$\min(d_{ij}) < d_{start} \quad \text{又は} \quad Q_i > Q_{start} \qquad \text{式 4-8}$$

ii)目的地の選択

避難開始の意志決定を行った避難者は、まず目的地の選択を行う。その際、避難者毎に設定した目的地選好属性に基づいて、一時集合場所か広域避難地のいずれに向かうかを決定し、目的地の安全性（火災からの距離）及び目的地までの移動コストを踏まえて、式 4-9 及び式 4-10 により得られる目的地コストが最小となる目的地を選択する（目的地近傍では目的地の混雑状況も踏まえて決定する）。

$$C_{goal} = \alpha \mathrm{MIN}(D_f) + C_{link} \qquad \text{式 4-9}$$

$$C_{link} = \sum_l d_l (Q_{l,average} + \beta) \qquad \text{式 4-10}$$

iii)移動経路の選択

目的地決定後、その目的地までの移動コストが最小となる経路を検索して決定する。移動経路上において、一定以上の強い熱流束を受けると移動不能になる。なお、目的地の選択及び移動経路の選択は、避難者がノードに到着する度に行い、周辺状況に応じて移動経路を修正しつつ避難行動を行う。

iv)目的地到着後の再避難の意志決定

目的地到着により一旦避難行動は終了するが、i)に示す条件により再避難の意志決定を行う。

４．２．２　計算結果の集計

計算結果は４．１．２で既述した集計プログラムを用いて集計する。

４．３　日影状況評価機能

街区性能水準評価項目選択フォームにおいて「日影状況」を選択すると、図 4-21 に示すフォームが表示される。各項目を設定し、「開始」ボタンをクリックすることでシミュレーションが開始される。

シミュレーションは、複数の直方体により構成される複数建物に関して、任意の計測面における日影図（時刻日影線、等時間日影図）及び任意の地点における日影時間を簡易に計算する「日影状況簡易計算プログラム」を用いて日影状況の計算を行う。

日影状況簡易計算プログラムは山崎・笠原(1979)による計算手法を用いている。

以下では、日影状況簡易計算プログラムの機能の概要を示す。

なお、本ツールにおいては、時刻日影図や等時間日影図に関して画面表示は行わず、画像ファイルとして保存することとし、指定位置日影時間計算機能に関しても画面表示は行わず、日影時間データとしてファイル出力することとしている。

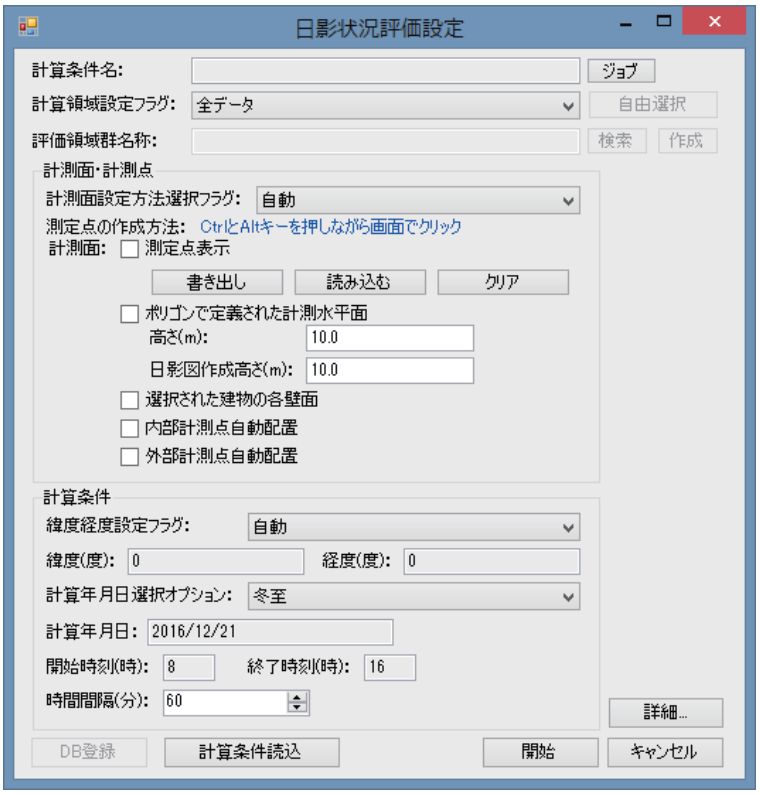


図 4-21　日影状況評価設定フォーム

４．３．１　時刻日影図計算機能

計算条件設定ファイルにより、計算対象とする緯度経度、日影計算の開始時刻、終了時刻、計算時間間隔を設定し、建物情報ファイルに記録された建物（群）が計測面に落とす影の形状（時刻毎の時刻日影線）を重ねて画面出力又は画像出力する。

図 4-22 及び図 4-23 は、サンプル建物群について、冬至における 8 時から 16 時の間を 1 時間間隔で時刻日影線を計算・出力した例である。図 4-22 は、計測面を高さ 5.0m における水平面とした場合、図 4-23 は、垂直面（垂直面の位置を図 4-22 黒線で示す。）とした場合である。

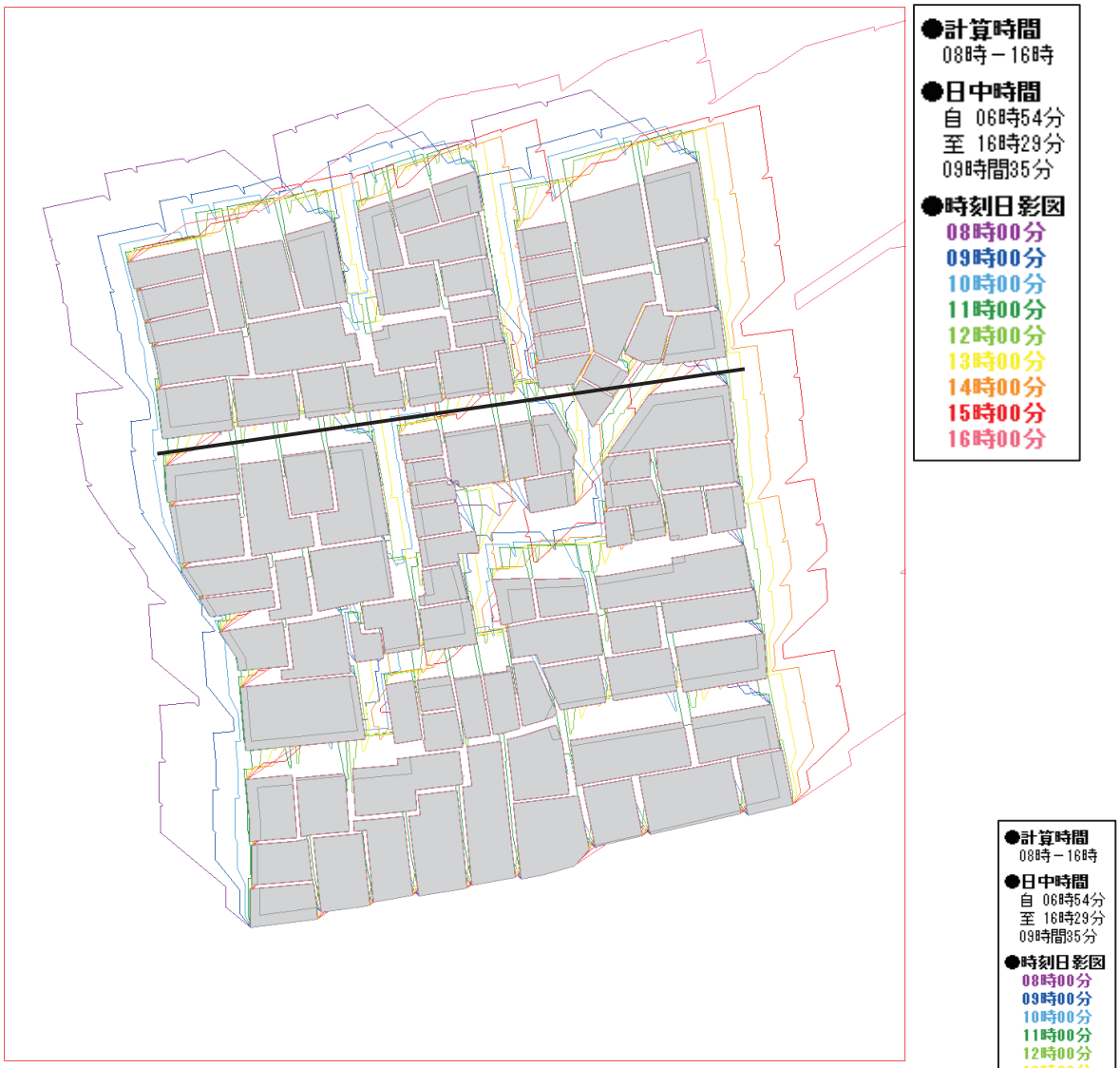


図 4-22　水平面に対する時刻日影図

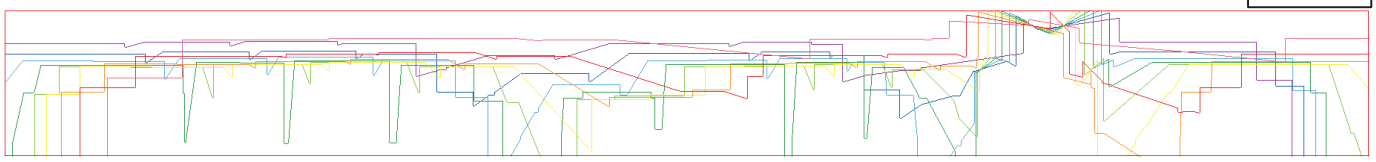


図 4-23　垂直面に対する時刻日影図

４．３．２　等時間日影図計算機能

時刻日影図計算機能により計算した時刻毎の日影状況に基づいて日影時間が等しい地点を結ぶことにより等時間日影図を作成し、画面出力又は画像出力する。

図 4-24 及び図 4-25 は、サンプル建物群について、冬至における日影時間が 1 時間から 8 時間の等時間日影図を 1 時間間隔で計算・出力した例である。図 4-24 は、計測面を高さ 5m における水平面とした場合、図 4-25 は、垂直面（垂直面の位置を図 4-24 黒線で示す。）とした場合である。

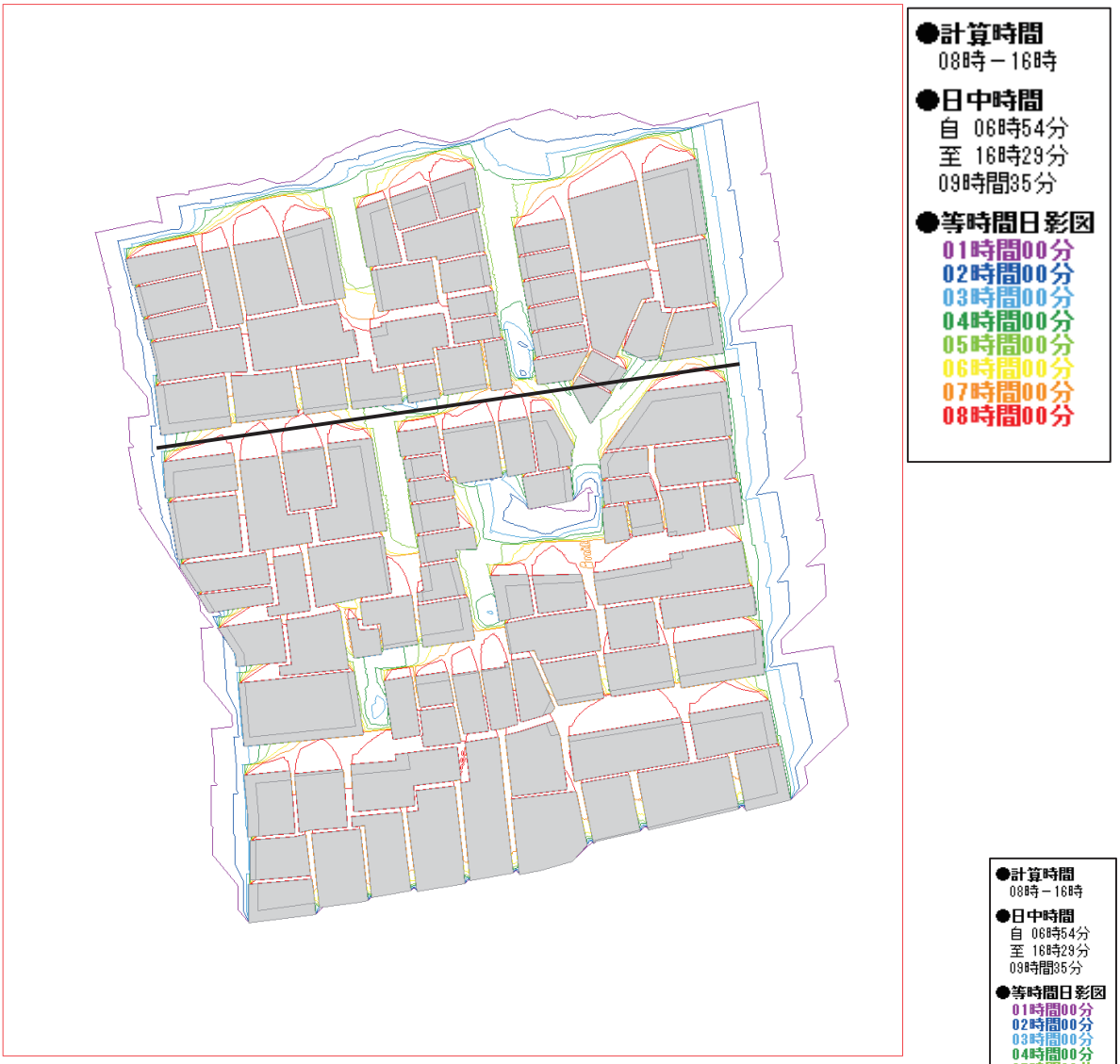


図 4-24　水平面に対する等時間日影図

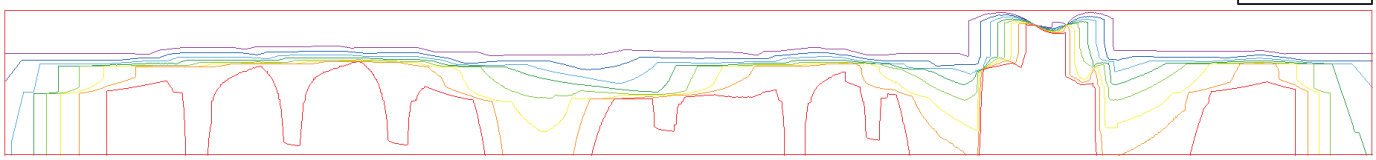


図 4-25　垂直面に対する等時間日影図

４．３．３　指定位置日影時間計算機能

時刻日影図計算機能により計算した時刻毎の日影状況に基づいて指定位置における日影時間を求め、画面出力又は画像出力する。

図 4-26 は、サンプル建物群について、冬至におけるＡ地点（高さ０ｍ）の日影時間を求めた例であり、8 時間 00 分であることを示している。

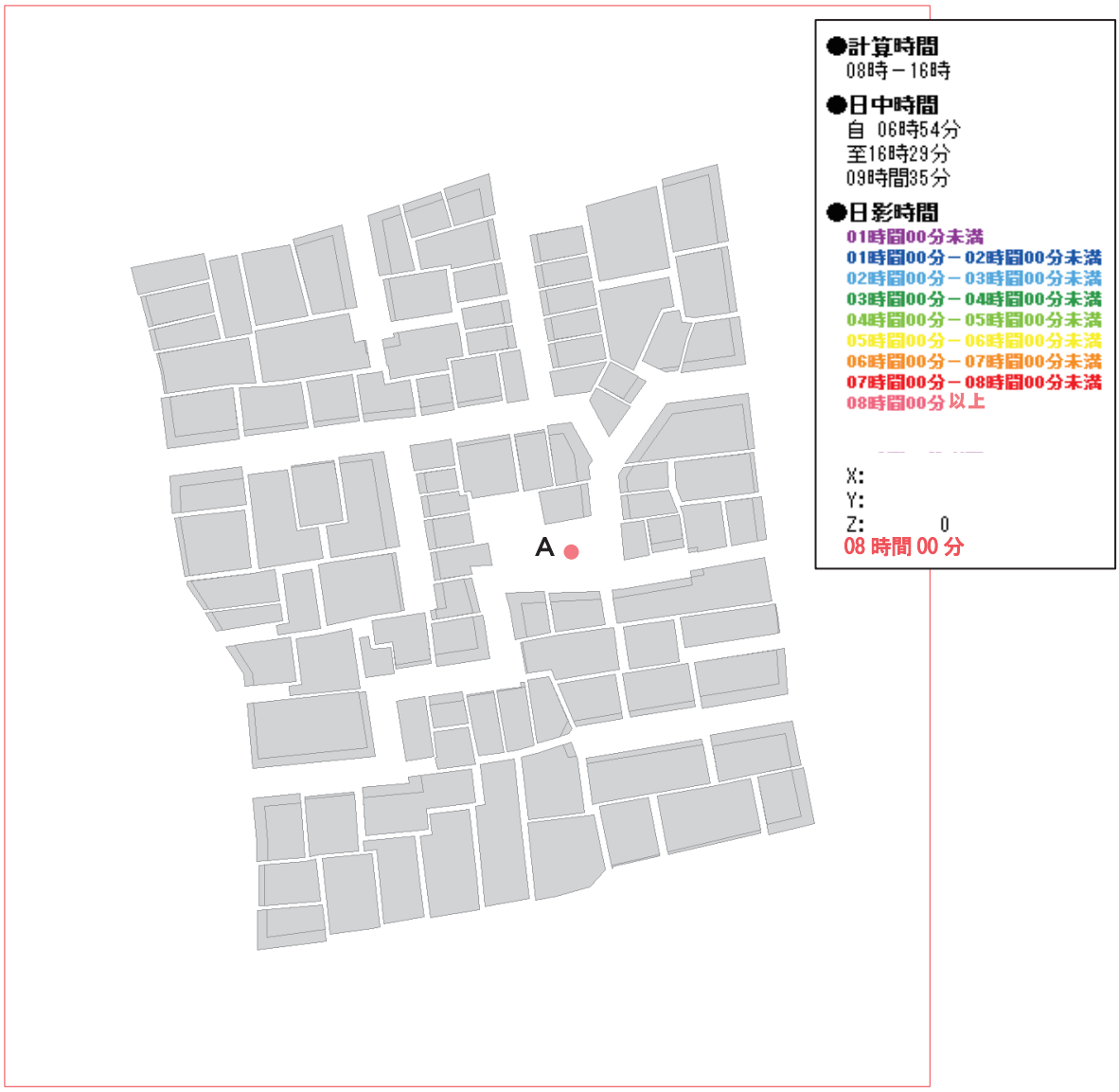


図 4-26　指定位置日影時間計算結果

４．４　採光性能水準評価機能

街区性能水準評価項目選択フォームにおいて「採光」を選択すると、図 4-27 に示すフォームが表示される。各項目を設定し、「開始」ボタンをクリックすることでシミュレーションが開始される。

シミュレーション機能として、複数の多角柱により構成される複数建物に関して、任意の計測点における照度を簡易に計算する機能を開発した。

この機能は、市街地データ（建物データ、地形データ等）の他、表 4-6 に示す計測点リスト、市街地構成要素別標準反射係数リストを読み込み、計測点ごとの照度計算値を計算結果ファイルに出力する機能である。

以下では、採光性能水準評価機能の概要を示す。

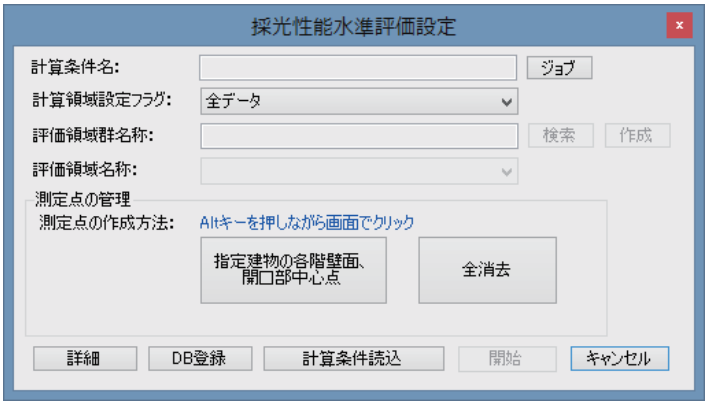


図 4-27　採光性能水準評価設定フォーム

表 4-6　採光性能水準評価のデータ形式

計測点リスト

項目			形式	終結文字	備考
ヘッダー情報			文字列	リターン	座標系番号等
全天空照度係数			double	リターン	
計測点個数			int	リターン	
計測点数分繰返す	位置	X座標	double	,	単位:m
		Y座標	double	,	単位:m
		Z座標	double	,	単位:m
	方向	X座標	double	,	
		Y座標	double	,	
		Z座標	double	リターン	

市街地構成要素別標準反射係数リスト

項目		形式	終結文字	備考
ヘッダー情報		文字列	リターン	
市街地構成要素数		int	リターン	
市街地構成要素数分繰返す	地物種別番号	int	,	1:天空、2:地面、3:建物平面形状、4:建物付属面、5:建物開口部、6:塀柵樹木
	市街地構成要素番号	int	,	-1:デフォルト値、0～:地物種別内の番号
	名称	文字列	,	
	標準反射係数	double	リターン	

計測結果

項目			形式	終結文字	備考
ヘッダー情報			文字列	リターン	
全天空照度係数			double	リターン	
計測点個数			int	リターン	
計測点数分繰返す	計測点番号		int	,	
	照度		double	,	
	市街地構成要素数分繰返す	立体角投影率	double	,	最後の市街地構成要素の集結文字は「リターン」

４．４．１　照度計算式

計測点は位置と方向で表し、方向を法線ベクトルとする計測面における照度を式 4-11 により計算する。

（照度簡易計測値）＝（輝度分布を考慮した天空照度）
×（Σ｛(遮蔽物 i の立体角投射率）×（遮蔽物 i の反射係数）
×（1－（計測面法線の高度角）／2)｝+1)　　式 4-11
（i は遮蔽物種別を表すサフィックス、Σは i に関する総和）

ただし、

（輝度分布を考慮した天空照度）＝15000×Σ｛(天空要素 m の立体角投射率）
×３×（１＋２×sin θ m）／７｝　　式 4-12
（m は天空要素を表すサフィックス、Σは m に関する総和、
θ m は天空要素 m の高度角）

本来照度は厳密には式 4-13 により求めるが、次式中の「遮蔽物 i の照度」を求めるためには遮蔽物 i から見通すことができる別の面の照度が必要となり計算量の増大を招くこととなる。ここでは、ある面の照度の大部分が天空からの照度に支配されることを考慮して、計算量の削減のため、式 4-11 により簡易に計算することとした。

（照度）＝（輝度分布を考慮した天空照度）＋
Σ｛(遮蔽物 i の立体角投射率）×（遮蔽物 i の反射係数）×（遮蔽物 i の照度)｝
式 4-13
（i は遮蔽物種別を表すサフィックス、Σは i に関する総和）

（遮蔽物 i の照度）～（輝度分布を考慮した天空照度）×（1－（計測面法線の高度角）／2）

なお、(輝度分布を考慮した天空照度）は、計測点における天空照度であり、遮蔽物 i におけるそれとは異なるが、比較的均質な市街地における建物間の空間を評価対象としていることから、遮蔽物 i における天空照度が計測点における天空照度で近似できると見なしている。また、計測面が水平面の場合には計測点における天空照度をそのまま遮蔽物 i の天空照度として用いると過大となることから（1－（計測面法線の高度角）／2）により補正している。

４．４．２　計算方法

簡易ツールでは、計測面上に半径が単位長さの半球を仮想し、ユーザーが指定する分割数にて半球面を概ね等しい立体角になるように分割した上で、計測点から各分割面に向けて放射状に多数の半直線（以下、「レイ」という。）を伸ばし、各レイが地面や建物等の地物（以下、「遮蔽物」という（図 4-29)。）に交差しない場合には天空照度を、交差する場合には交差した遮蔽物が受ける照度の反射成分を足し合わせることにより数値的に計算する。

数値計算では、式 4-11 中の（遮蔽物 i の立体角投射率）及び（輝度分布を考慮した天空照度）は、次式に基づいて計算される。

（遮蔽物 i の立体角投射率）＝Σ｛(遮蔽物 i に交差するレイ n の立体角投射率)｝　式 4-14

（輝度分布を考慮した天空照度）＝15000×Σ｛(遮蔽物に交差しないレイ n の立体角投射率）
×３×（１＋２×sin θ n）／７｝　式 4-15
（n はレイを表すサフィックス、Σは n に関する総和、θ n はレイ n の高度角）

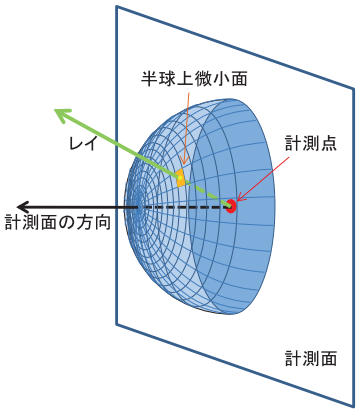


図 4-28　計測点等のイメージ

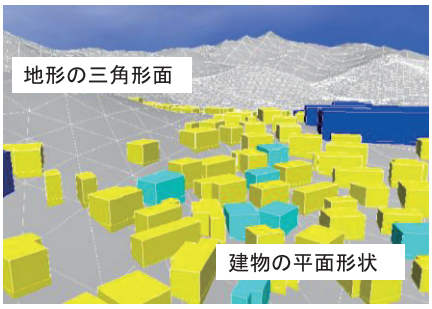


図 4-29　地形の三角形面、建物の平面形状のイメージ

４．５　換気・通風性能水準評価機能

４．５．１　機能の概要

換気・通風性能水準の簡易評価ツール(以下、本ツール)は数値流体力学をもとにした解析プログラムであり、所定のフォーマットに従った設定ファイル群を用意することで、単独での計算も可能となっている。本ツールの開発にあたっては、専門的な知識を要せずに実務で使用できるように、「計算時間短縮」と「操作の簡略化」が検討の要点となっていた。

図 4-30 に本ツールで実現する評価手法についてのフローの概略を示す。

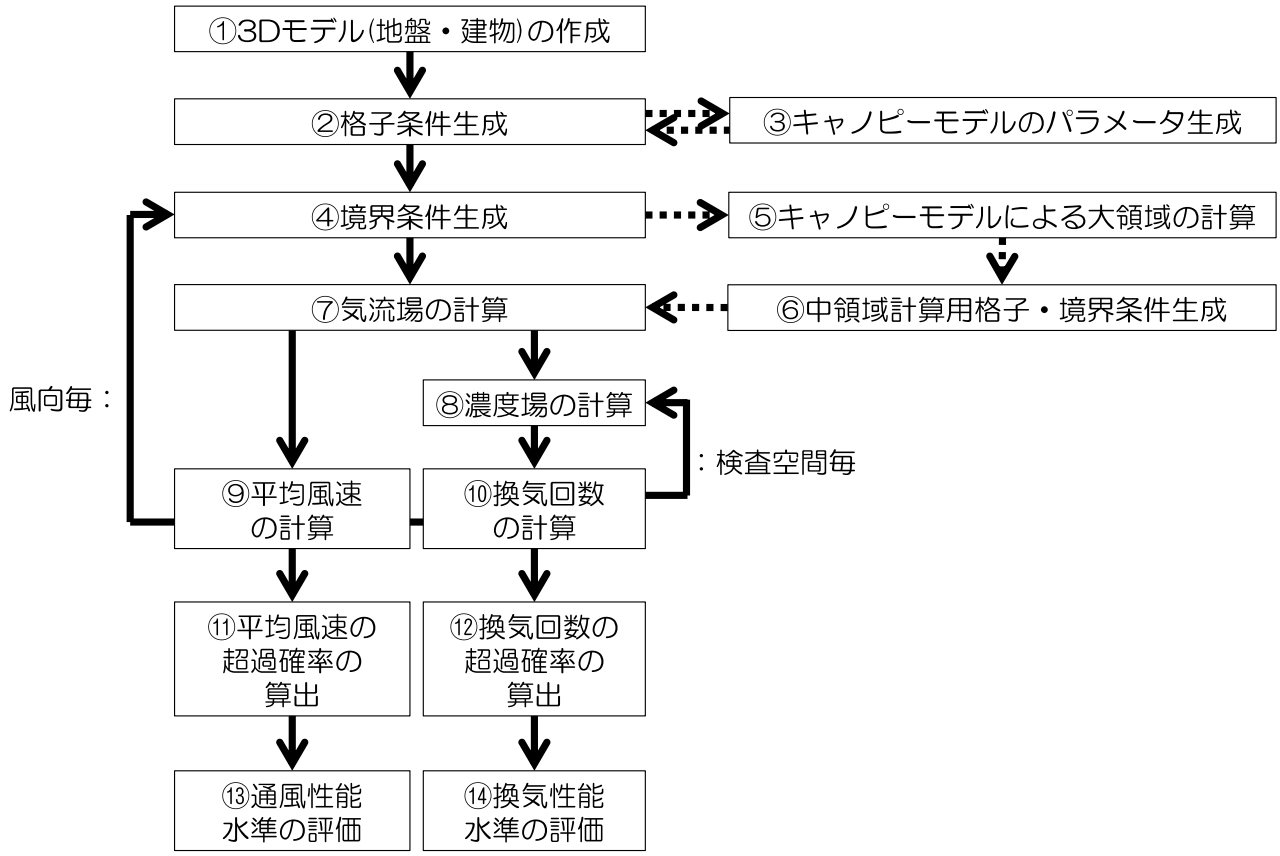


図 4-30　換気・通風性能水準評価の流れ

図 4-30 のとおり、換気性能水準評価と通風性能水準評価は、使用する計算(CFD)が共通であることから並行して行うこととしており、この評価手法を以下のように実装している。

換気・通風性能水準簡易評価ツールは、「プリ処理部分」「流体計算部分」「ポスト処理部分」から構成される。

「プリ処理部分」には図 4-30 の①②③④⑥に該当する機能を実装しており、街区の建物等形状モデル及び地形モデルの 3 次元データを読み込み、計算領域の自動設定、計算に対応した形状データへの変更、メッシュデータの作成、境界条件等の初期条件の割り当て、検査空間の読み込みを行い、「流体計算部分」にデータを引き継ぐ。

「流体計算部分」には図 4-30 の⑤⑦⑧に該当する機能を実装しており、数値流体力学に基づいた計算を行う。本ツールにおいては、計算時間の短縮を図るために、大領域をキャノピーモデルで計算した後に、評価対象市街地となる中領域について精緻な計算を行うことを基本としている。その後、中領域で求まった定常気流場において、検査空間で汚染質を発生させた際の濃度計算を行っている(図 4-31)。

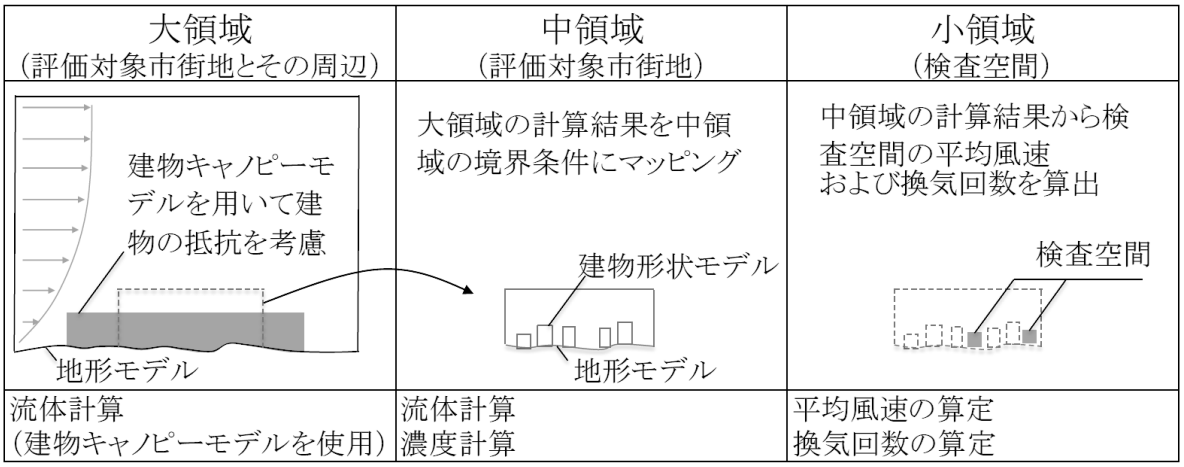


図 4-31　キャノピーモデルを用いた計算時間の短縮

「ポスト処理部分」には図 4-30 の⑨⑩⑪⑫に該当する機能を実装しており、「流体計算部分」の計算結果を受けて、検査空間における平均風速、換気回数の算出を行い、換気・通風性能水準評価のための超過確率の算出を行っている。

４．５．２　換気・通風性能簡易評価ツールの構成

（１）ツール構成

換気・通風性能水準の簡易評価ツールの「流体計算部分」には、オープンソース CFD ツールキット OpenFOAM を使用している。OpenFOAM は、GPL ライセンスに基づき公開されているオープンソースコードであり、完成したツールを地方公共団体等に配布する際に妨げとならない。また、他のプログラムに関しても可能な限りオープンソースのものを利用するようにし、利用できないものに関しては新規に開発した(表 4-7)。

表 4-7　換気・通風性能水準簡易評価ツールの構成

プログラムの構成				入力データ	出力データ
No	プログラムの種類		開発方針		
1	プリ処理部分	3次元CADモデル作成	新規にプログラムを開発(C++)	建物形状モデル※1、地形モデル※1	STL形式のCADデータ
2		計算格子生成	OpenFOAM標準ユーティリティを利用	STL形式のCADデータ	OpenFOAM用格子データ
3		キャノピーモデルのパラメータ分布作成	新規にOpenFOAMユーティリティを開発	OpenFOAM用格子データ、建物形状のCADデータ(STL形式)	各格子のγ_0、l_0、C_f
4		検査空間の定義	新規にプログラムを開発(C++)	評価対象領域のみの建物等形状モデル※1	STL形式のCADデータ
5		境界条件などの各種条件設定	非標準ライブラリfunkySetFieldsを用いる	基準地盤面高さ	OpenFOAM用計算条件設定ファイル
6	流体計算部分	流体計算実行	OpenFOAM標準ソルバーを一部改良	計算格子、境界条件、計算条件	各格子のU、p、k、ε、ν_t
7		濃度計算実行		各格子のUおよびν_t、計算格子、境界条件、計算条件、検査空間STL※3	各格子のC
8	ポスト処理部分	平均運動エネルギーの算出	新規にOpenFOAMユーティリティを開発	各格子のUおよびk、検査空間STL※3	各検査空間のKE
9		換気回数の算出		各格子のC、検査空間STL※3	各検査空間のPFR
10		分布画像の作成(風速、濃度)	既存プログラムを利用※2	各格子のUおよびC、分布図出力位置の条件※1	bmp形式の分布画像(風速、濃度)
11		風速分布および濃度分布の数値出力	OpenFOAM標準ユーティリティを利用	各格子のUおよびC、出力位置の条件※1	CSV形式の数値データ(風速、濃度)
12		超過確率の算定(KE、PFR)	新規にプログラムを開発(python)	各検査空間のKEおよびPFR、ワイブルパラメーター※1	各検査空間の超過確率の数値データ

※1　コアシステムから送られるデータ
※2　オープンソース可視化ソフトParaViewの自動可視化ツールpvbatch
※3　検査空間を定義したCADデータ(STL形式)
※4　U:風速、p:圧力、k:乱流エネルギー、ε:散逸率、ν_t:渦粘性係数、C:濃度、PFR:換気回数、KE:平均運動エネルギー、γ_0:建物占有率、l_0:建物長さスケール、C_f:建物等価抗力係数

既往のソースコードの選定及び改変の経緯を以下に示す。

「流体計算部分」に、オープンソース CFD ツールキット OpenFOAM を選定した理由としては以下の通りである。

・本ツールを一般に公開する際に妨げとならないことが求められ、OpenFOAM のライセンスである GPL はそれを満たす。
・OpenFOAM は六面体の自動メッシャーを有するため、計算精度が良く格子数が少ない効率的な格子が自動的に作成できる。
・OpenFOAM は Linux、Windows、Mac OS など複数の OS 上で動作させることが可能であるため、コアシステムが稼働する OS 上で動作が可能である。

また、OpenFOAM の標準のユーティリティやソルバー、ライブラリおよび、ParaView の自動可視化ツール pvbatch 等のオープンソースツールを最大限活かして本評価ツールを開発した。しかし、以下のプログラムについては新規に開発または既存のツールの改良が必要となった。

・3 次元 CAD モデル作成(表 4-7　No.1)、評価対象空間の定義(No.4)については、建物形状モデルや地形モデルから STL 形式の CAD データを出力するプログラムを、C++で作成した。
・キャノピーモデルのパラメータ分布作成(No.3)については、榎木・石原(2012)の手法を用いて、計算格子生成プログラム(No.2)で生成した各格子における建物占有率、建物代表長さ、および建物等価抗力係数を出力する OpenFOAM ユーティリティとして作成した。
・境界条件などの各種条件設定(No.5)については、OpenFOAM 用の非標準ライブラリ groovyBC を用いて作成した。
・流体計算実行(No.6)については、新規に作成した榎木・石原(2012)における一般化キャノピー

モデルを実装した乱流モデルのライブラリを用いて定常解析を行うソルバーを作成している。

・濃度計算実行(No.7)については、評価対象空間で一様に濃度を発生した場合のパッシブスカラー移流拡散方程式を解析するソルバーを作成している。

・平均運動エネルギーの算出(No.8)、換気回数の算出(No.9)、平均運動エネルギーや換気回数の超過確率の算定(No.12)については、OpenFOAM のユーティリティとして作成した。

（２）データの流れ

換気・通風性能水準簡易評価ツール内でのデータの流れを図 4-32 に示す。計算実行から結果出力まで自動的に処理が進むように考慮している。また、以前の実行結果が存在し、活用できる場合には、その処理をスキップすることができるようになっている。

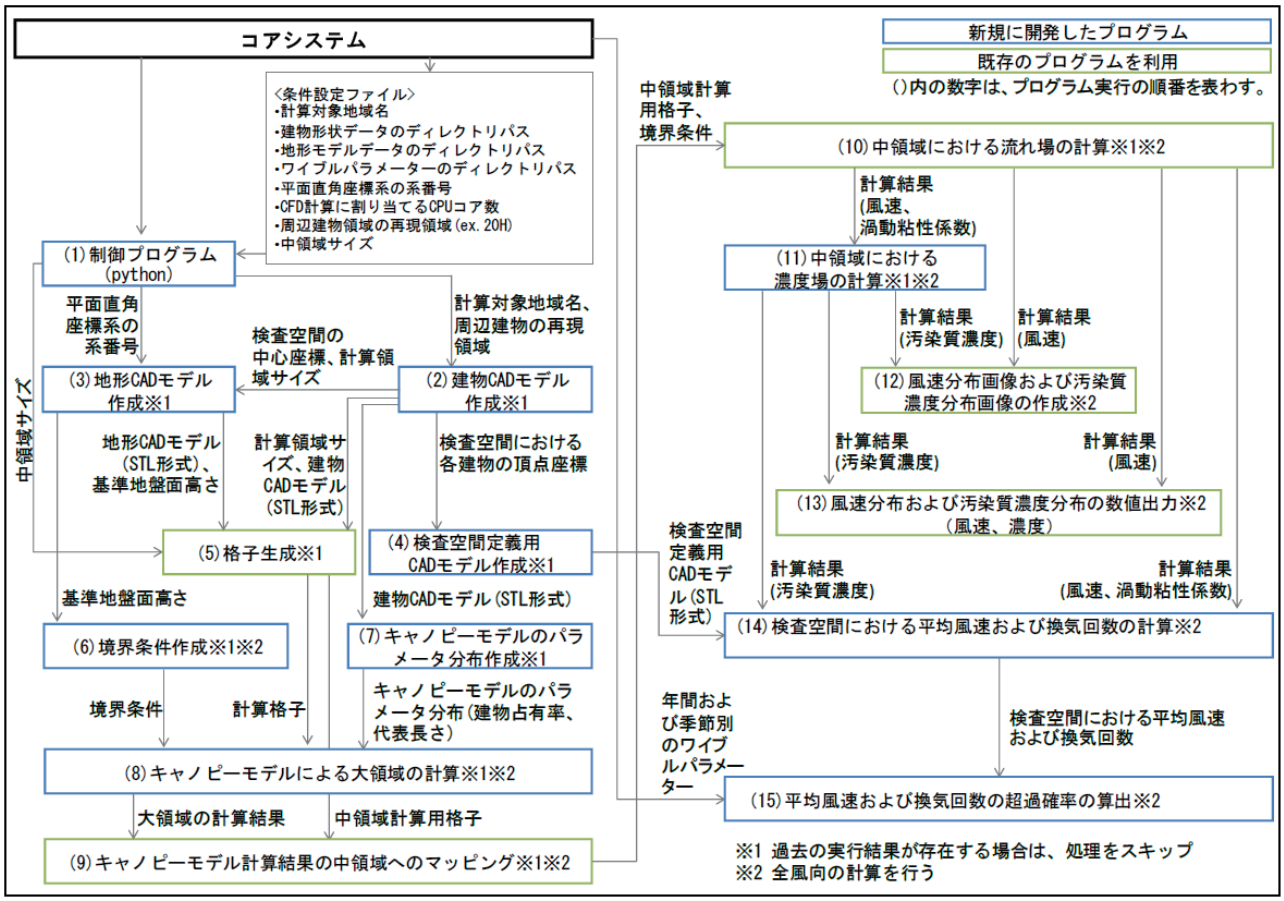


図 4-32　換気・通風性能水準簡易評価ツールにおけるデータの流れ

４．５．３　計算精度とのバランスを考慮した計算時間の短縮方法

換気・通風性能水準簡易評価ツールの構築にあたり、専門的な知識を要せずとも実務で使用できるように、「計算時間短縮」と「操作の簡略化」を主眼として検討を行ってきた。以下に、本ツールに導入した手法の概要を示す。

（１）建物キャノピーモデルの導入

1) キャノピーモデルの概要

計算精度とのバランスを考慮した計算時間の短縮方法の一つとして一般化キャノピーモデルを導入している。キャノピーモデルは解析格子内に存在する障害物による流体力、及び乱流の生成と消散をモデル化し輸送方程式に組み込むもので広域風環境予測に広く使用されている。以下に

使用しているキャノピーモデルの概要を示す。

一般化キャノピーモデルでは式 4-16～式 4-18 に示すようにレイノルズ平均した速度 u_i、乱流エネルギーk、乱流エネルギー消失率 ε の輸送方程式に建物などの障害物による流体力及び乱流の生成と消散の影響を加味した項を加えている。

$$\frac{\partial \rho \overline{u}_i}{\partial t} + \frac{\partial \rho \overline{u}_i \overline{u}_j}{\partial x_j} = -\frac{\partial \overline{p}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\mu \frac{\partial \overline{u}_i}{\partial x_j} - \rho \overline{u'_i u'_j}\right) + f_{\overline{u},i} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{式 4-16}$$

$$\frac{\partial \rho \overline{k}}{\partial t} + \frac{\partial \rho \overline{u}_j \overline{k}}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k}\right)\frac{\partial \overline{k}}{\partial x_j}\right] + P_k - \rho\overline{\varepsilon} + f_k \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{式 4-17}$$

$$\frac{\partial \rho \overline{\varepsilon}}{\partial t} + \frac{\partial \rho \overline{u}_j \overline{\varepsilon}}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon}\right)\frac{\partial \overline{\varepsilon}}{\partial x_j}\right] + C_{\varepsilon 1}\frac{\overline{\varepsilon}}{\overline{k}}P_k - C_{\varepsilon 2}\frac{\rho\overline{\varepsilon}^2}{\overline{k}} + f_\varepsilon \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{式 4-18}$$

ここで、一般化キャノピーモデルの付加項 $f_{\overline{u},i}$、f_k 、f_ε は式 4-19～式 4-21 のように表される。

$$f_{\overline{u},i} = -\frac{1}{2}\rho\, C_f \frac{\gamma_o}{l_o}|\overline{u}|\,\overline{u}_i \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{式 4-19}$$

$$f_k = \frac{1}{2}\beta_p \rho\, C_f a|\overline{u}|^3 - \frac{1}{2}\beta_d \rho\, C_f a|\overline{u}|\overline{k} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{式 4-20}$$

$$f_\varepsilon = \frac{1}{2}C_{p\varepsilon 1}\beta_p \rho \frac{\overline{\varepsilon}}{\overline{k}}\, C_f a|\overline{u}|^3 - \frac{1}{2}C_{p\varepsilon 2}\beta_d \rho\, C_f a|\overline{u}|\overline{\varepsilon} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{式 4-21}$$

等価抗力係数：$C_f = \frac{1}{(1-\gamma_0)^3} min\left(\frac{1.53}{(1-\gamma_0)}, 2.75(1-\gamma_0)\right)$

代表長さ：$l_0 = \frac{V_u}{A_u}$　　占有率：$\gamma_0 = \frac{V_u}{V_{grid}}$　　建物表面積密度：$a = \frac{\gamma_0}{l_0(1-\gamma_0)}$

$\beta_p = 1.0$　　$\beta_d = min\left(4.0, \alpha_{k1}\, exp\left(\frac{1-\gamma_0}{\gamma_0}\right) + \alpha_{k2}\right)$　　$\alpha_{k1} = 0.5$　$\alpha_{k2} = -0.5$

$C_{p\varepsilon 1} = 1.5$　　$C_{p\varepsilon 2} = \begin{cases} 0.7 & (\gamma_0 \le \gamma_c) \\ \alpha_{\varepsilon 1}\sqrt{sin\left(\pi \frac{\gamma_0 - \gamma_c}{2(1-\gamma_c)}\right)} + \alpha_{\varepsilon 2} & (\gamma_0 > \gamma_c) \end{cases}$　　$\alpha_{\varepsilon 1} = 0.8$　$\alpha_{\varepsilon 2} = 0.7$

ここで、γ_0=0.312 は $\beta_d = \alpha_{k1}\, exp\left(\frac{1-\gamma_0}{\gamma_0}\right) + \alpha_{k2} = 4.0$　となる時の γ_0 の値。

代表長さ l_0 と占有率 γ_0 は障害物に関し定義されるパラメータであり、そこから等価抗力係数 C_f 及びその他のモデル係数を導いている。

式 4-20 の右辺第 1 項は乱流エネルギーの生成を、第 2 項は消散を表しており、β_d 及び $C_{p\varepsilon 2}$ は占有率が高い時は乱流エネルギーの生成と消散がバランスしている事を考慮した解析から導いている。

一般化キャノピーモデルの付加項に必要なパラメータのうち占有率 γ_o と代表長さ ℓ_o が障害物から得られればその他のパラメータを算出することが出来るが、建物毎に全てのセルの内外判定を行うと計算時間が膨大になってしまうことから、解析領域全体で建物内に完全に含まれるセルと建物境界面に重なるセルにそれぞれ一律の値を与える方法を用い、時間短縮を図った。

占有率は式 4-22 によって定義される。ここで V_u はセル内を占める障害物の体積、V_{grid} はセルの体積である。

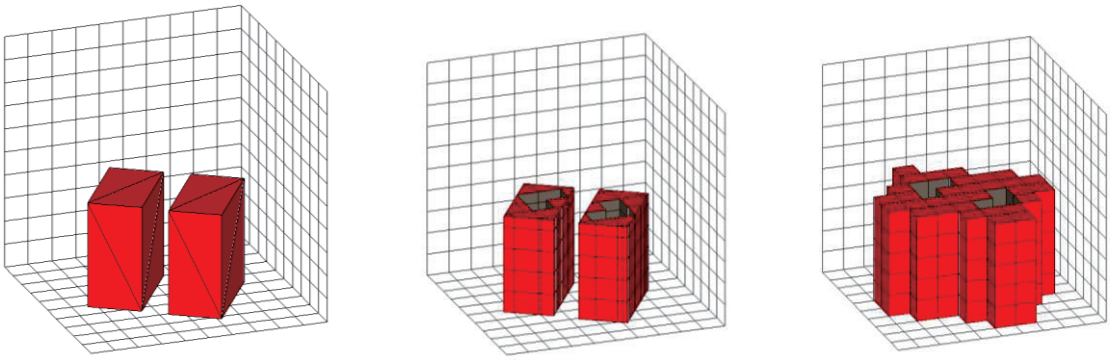
$$\gamma_o = \frac{V_u}{V_{grid}} \qquad \cdots\cdots\text{式 4-22}$$

建物内に完全に含まれるセルの占有率 $\gamma_{o,in}$ は 1 であるとし、建物境界面に重なるセルの占有率 $\gamma_{o,s}$ は建物全体の体積の和 V_{build} から建物に含まれるセルの体積の和 $V_{u,in}$ を引き、建物境界面に重なるセルの体積 $V_{grid,s}$ で除することにより算出している。

$$\gamma_{o,in} = 1 \qquad \cdots\cdots\text{式 4-23}$$

$$\gamma_{o,s} = \frac{V_{u,s}}{V_{grid,s}} \qquad \cdots\cdots\text{式 4-24}$$

$$V_{u,s} = V_{build} - V_{u,in} \qquad \cdots\cdots\text{式 4-25}$$



1) 建物が占める V_{build}　　2) 建物境界面に重なるセルに占める建物容積 $V_{u,s}$　　3) 建物境界面に重なるセルの容積 $V_{grid,s}$

図 4-33　占有率算定のための容積の取り方

代表長さ ℓ_o は式 4-26 によって定義され、障害物の奥行き長さに対応している。ここで建物群の見つけ面積 A_u は障害物を正方形水平断面を持つ角柱として仮定することで計算格子内の建物壁面面積の和 S_u を用いて式 4-27 により算出される。

$$l_0 = \frac{V_u}{A_u} \qquad \cdots\cdots\text{式 4-26}$$

$$A_u = \frac{S_u}{4} \qquad \cdots\cdots\text{式 4-27}$$

建物内に完全に含まれるセルの代表長さ $\ell_{o,in}$ は $V_{u,in}$ の三乗根とし、建物境界面に重なるセルの代表長さ $\ell_{o,s}$ は建物境界面を含むセル内の建物部分の体積の和 $V_{u,s}$ を建物壁面面積の和 S_u の 4 分の 1 で除して算出している。

$$l_{o,in} = \sqrt[3]{V_{u,in}} \qquad \cdots\cdots\text{式 4-28}$$

$$l_{os} = \frac{V_{build}}{\frac{S_u}{4}}$$ ・・・・・・式 4-29

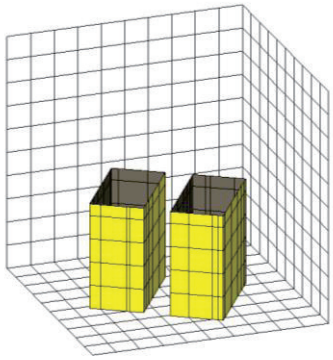


図 4-34　建物壁面面積の和 Su の取り方

以上のキャノピーモデルを使用して、精度検証を行った。以下に概要を示す。

2) キャノピーモデル導入時の精度検証

精度検証は、まず、「日本建築学会：市街地風環境予測のための流体数値解析ガイドブックーガイドラインと検証用データベース―2007 年」の風洞実験結果をもとに、単純な形状である 2:1:1 角柱周辺流れについて、キャノピーモデル使用時と非使用時で計算して行った。次に、新潟市内低層建物密集地において異なるメッシュ分割数でのキャノピーモデルの計算精度と計算時間の比較を行った。

2-1) 角柱周辺流れでの検証

計算条件はベンチマーク用の標準計算条件に従い、表 4-8、図 4-35 のように設定した。乱流モデルは一般化キャノピーモデルの既往の論文に従い LK モデルを使用している。キャノピーモデルと建物を再現したモデルで建物内のセルの有無を除きメッシュは同じものを使用している。セルが全て建物の中に含まれるか全く含まれないかのどちらかであるようメッシュ分割を行っているため、占有率は建物内のセルは 1、それ以外は 0 となっている。

表 4-8　2:1:1 角柱周辺流れ計算条件

計算領域	21b (xdir) ×13.75b (ydir) × 11.25b (zdir) b=0.08m(風洞実験と同じ大きさ)
メッシュ分割	60(xdir)×45(ydir)×39(zdir) = 105,300 メッシュ
移流項差分スキーム	U、k、ε すべて QUICK
側面、上空境界条件	Slip 壁
建物,風洞面床境界条件	粗度長 z_0=1.8×10^{-4}とする一般化対数則
流入境界条件	U、k は実験結果を補間 ε は局所平衡仮定による
周出境界条件	勾配ゼロ
乱流モデル	LK モデル
占有率 γ_0	0 または 1
代表長さ l_0	0 または 0.08
収束判定条件	相対残差ノルム　5×10^{-4}

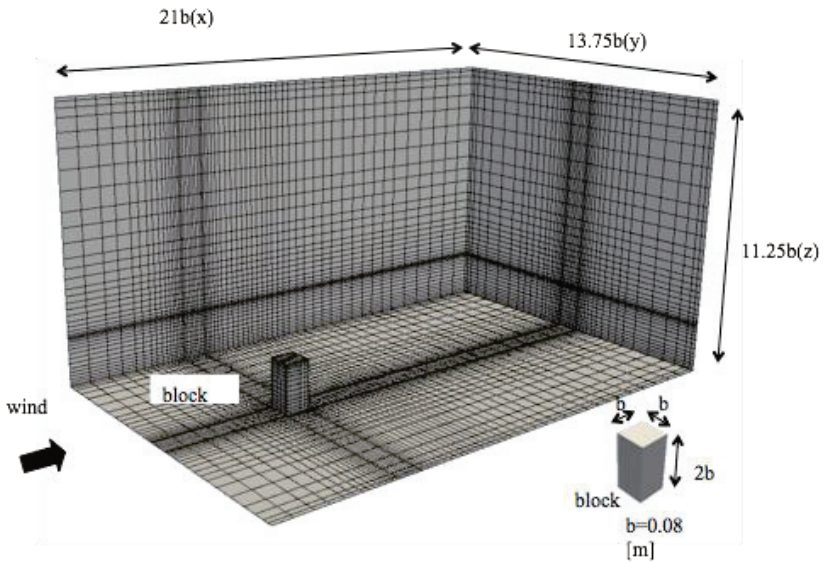


図 4-35　2:1:1 角柱周辺流れ計算格子

建物中心を通る x-z 断面における x 成分風速と乱流エネルギーの分布を図 4-36、図 4-37 に示す。実験値を円でプロットし、キャノピーモデルを実線、建物を再現したモデルを破線で表してある。

風速分布を比較すると、キャノピーモデルと建物を再現したモデルともに実験値と比較的よく一致していることが分かる。ただし、屋根面付近においてキャノピーモデルによる風速が実験値と比べて変化がなだらかになる点で違いが生じている。これはキャノピーモデルでは実験値と比べて屋根面付近で乱流エネルギーが過大になっていることから、乱流拡散により平均風速の変化が緩やかになったためと考えられる。

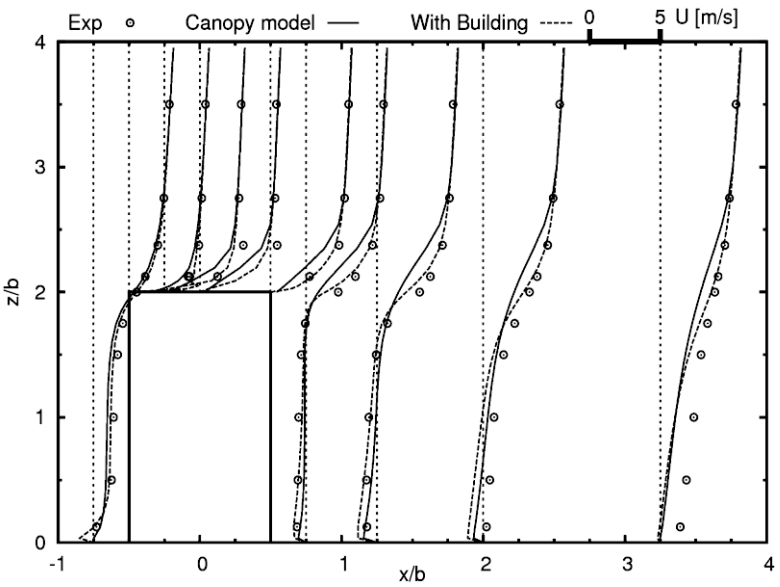


図 4-36　角柱中心断面における x 成分風速分布

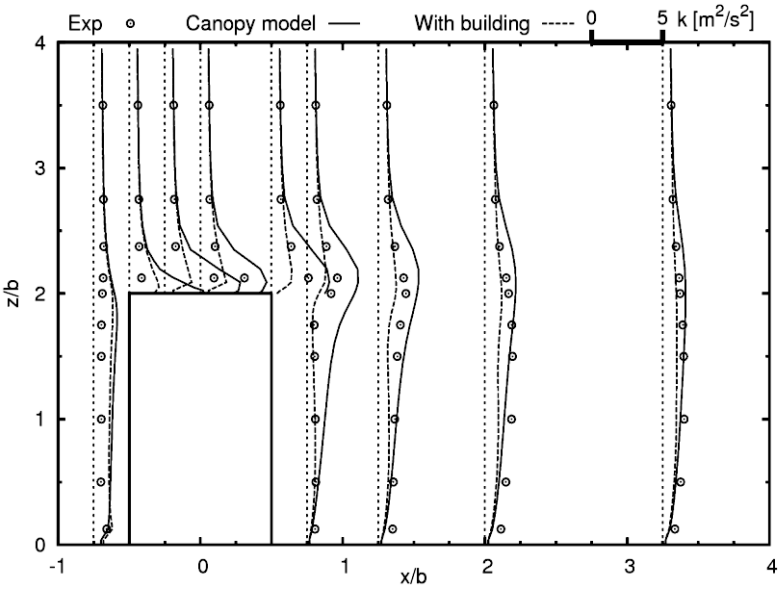


図 4-37　角柱中心断面における乱流エネルギー分布

2-2) 新潟市内低層建物密集地モデルでの検証

新潟市内低層建物密集地では建物再現モデルとメッシュ分割粗さの異なるキャノピーモデル 4 ケースの計 5 ケースの計算を行った。メッシュ分割は建物再現モデルとキャノピーモデル Case1 のメッシュサイズが同程度になるようにし、キャノピーモデルは Case1 から Case4 へ徐々にメッシュが粗くなるようにしている(表 4-9)。

計算モデルは風洞実験と同じ 1/250 のスケールで建物を再現し、風洞模型範囲を全て含む領域の計算を行っている。移流項差分スキームは安定的に計算できる一次精度風上差分とした(表 4-10)。計算環境は CPU が Intel(R) Core2 Quad Q8200 2.33GHz、メモリ容量が 6GB であり、1 コアで計算を行っている。

表 4-9　計算ケースとメッシュ数、基準メッシュサイズ

		メッシュ数	基準メッシュサイズ
建物再現モデル		2,226,196	1.32m
キャノピーモデル	Case1	1,732,608	1.32m
	Case2	700,416	2.64m
	Case3	184,320	5.27m
	Case4	55,296	10.54m

表 4-10　新潟市内低層建物密集地流れ計算条件

計算領域	2m(xdir) ×2m (ydir) × 1m (zdir) (風洞実験ターンテーブル直径 1.6m 模型縮尺 1/250)
移流項差分スキーム	U、k、ε すべて一次風上
上空境界条件	slip 壁
建物,地表面境界条件	一般化対数則
流入境界条件	風向：NNE U、k は実験結果を補間 ε は局所平衡仮定による
流出境界条件	勾配ゼロ
乱流モデル	LK モデル
占有率 γ_0	図 4-38 参照
代表長さ l_0	図 4-39 参照
収束判定条件	相対残差ノルム　1×10^{-3} 以下

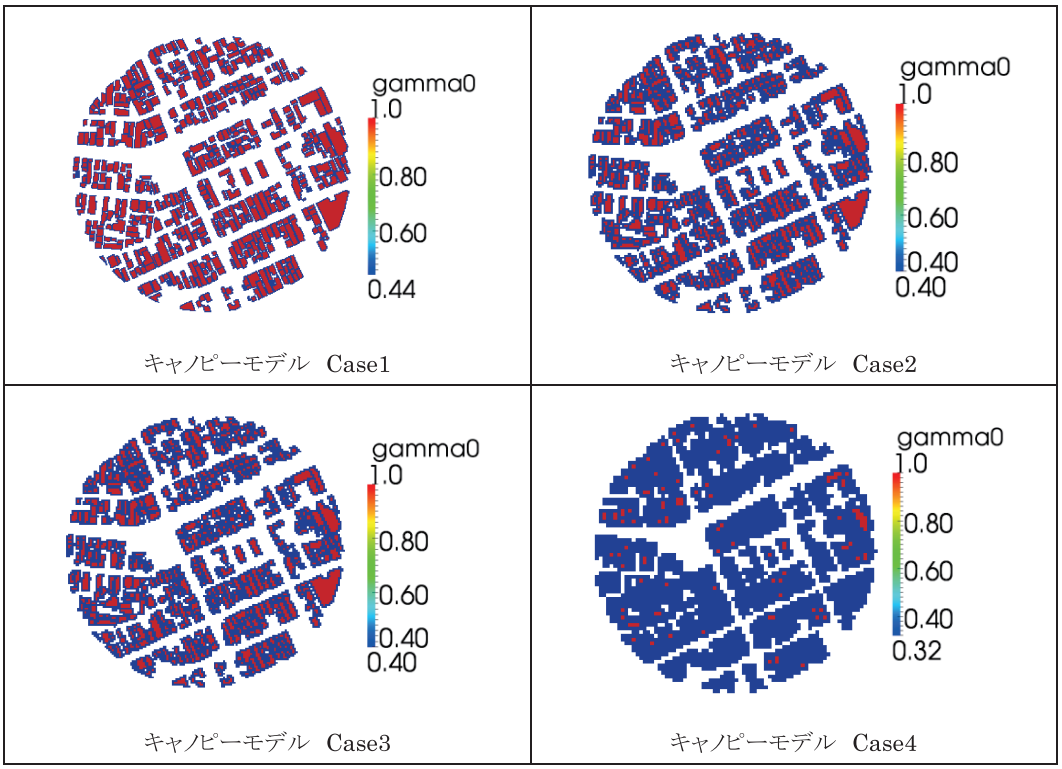


図 4-38　占有率 γ_0 の分布

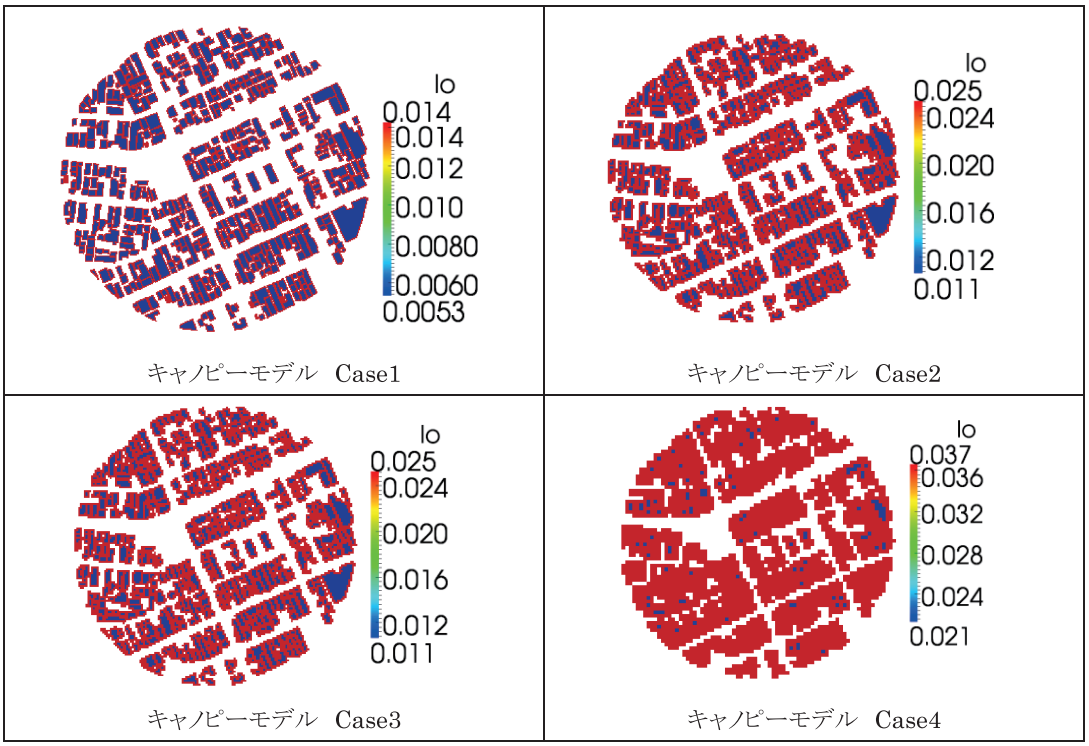


図 4-39　代表長さ l_0 の分布

高さ 8mm(実スケール 2m)において、この高さの流入風速を基準風速とした風速比の比較を行った(図 4-40～図 4-46)。建物再現モデルと同じメッシュサイズであるキャノピーモデル Case1 は風洞実験と概ね良い相関が見られている。建物再現モデルと比較するとキャノピーモデルの方が全体的に小さい風速となる傾向にあることが分かる。メッシュを粗くするに従って道路の精度性が低下し流れが遅くなると考えられる。最も粗いケースではほとんどの測定点でほぼ同じ風速比となっている。

CFD と風洞実験、キャノピーモデルと建物再現モデルについて、それぞれの相関と二乗平均平方根誤差（RMSE）を図 4-45、図 4-46 に示す。キャノピーモデル Case1 と建物再現モデルは良い相関が得られている。

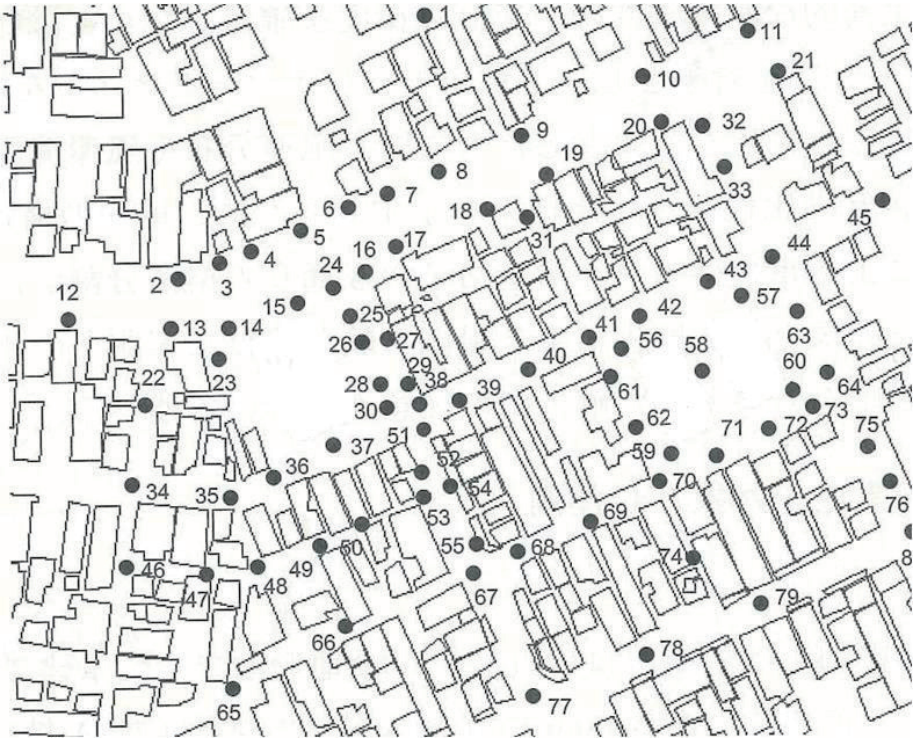


図 4-40　風洞実験測定点位置

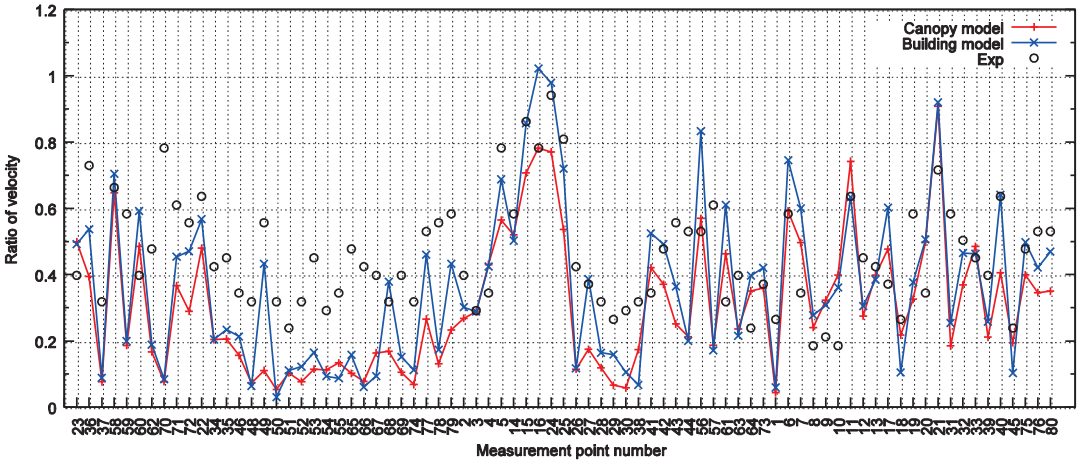


図 4-41　キャノピーモデル Case1 と建物再現モデル、風洞実験の風速比

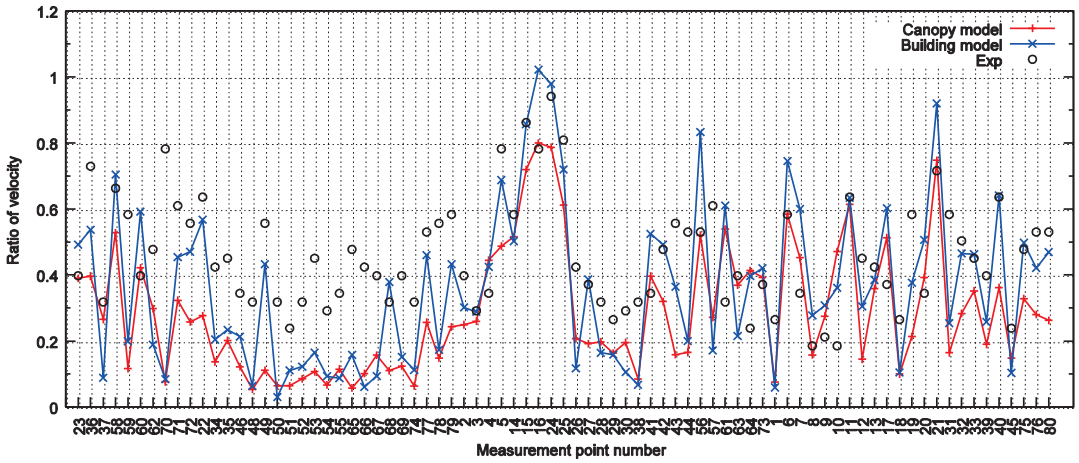


図 4-42　キャノピーモデル Case2 と建物再現モデル、風洞実験の風速比

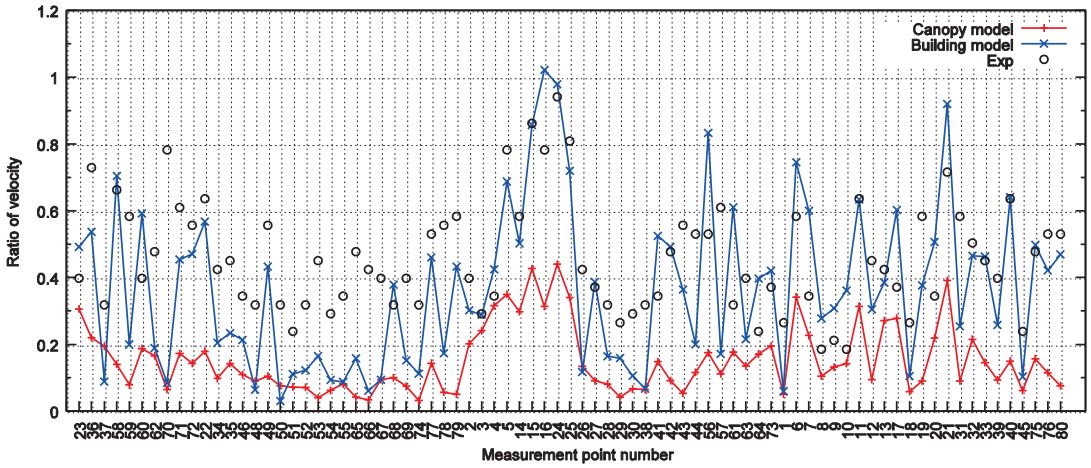


図 4-43　キャノピーモデル Case3 と建物再現モデル、風洞実験の風速比

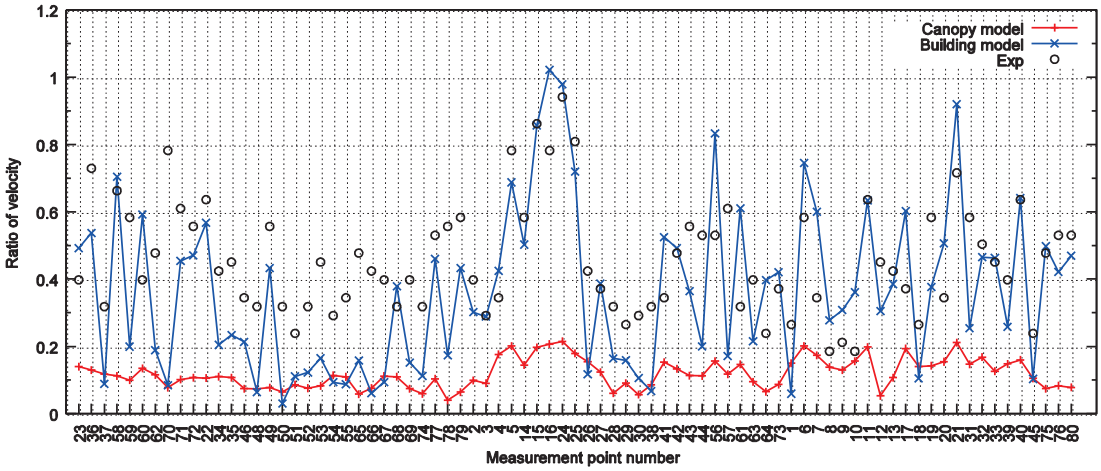
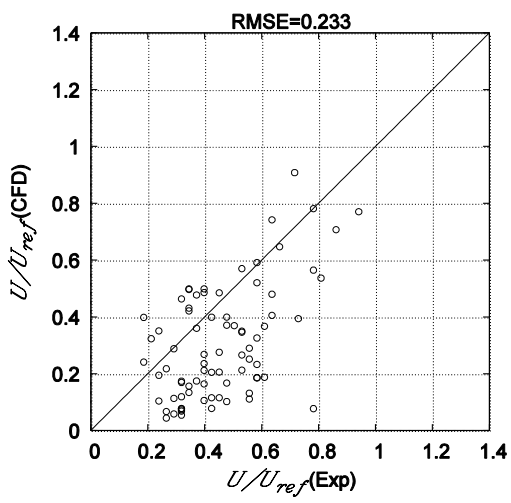
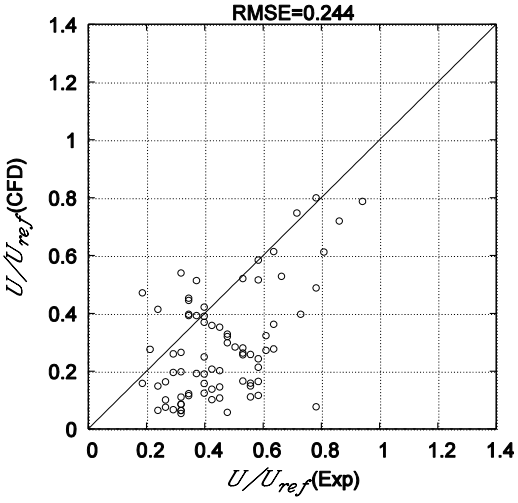


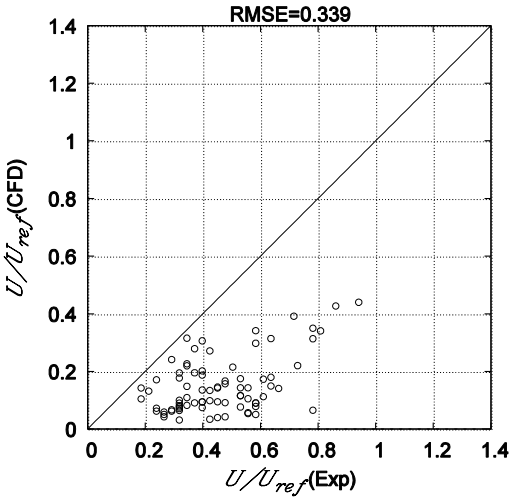
図 4-44　キャノピーモデル Case4 と建物再現モデル、風洞実験の風速比



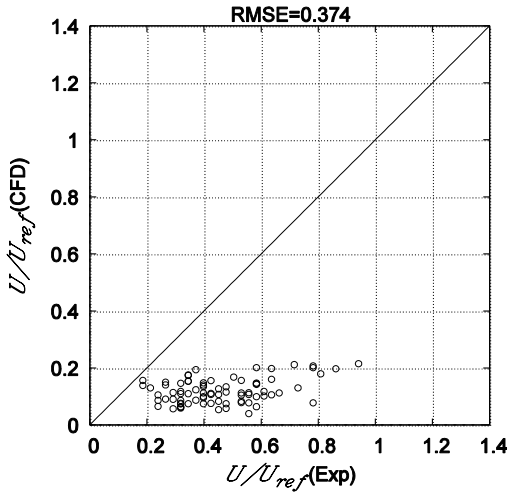
キャノピーモデル Case1



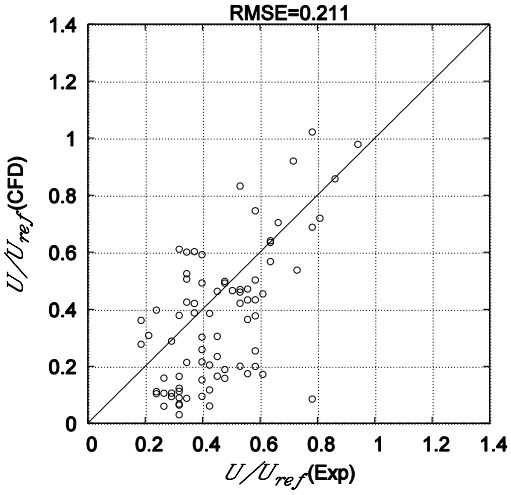
キャノピーモデル Case2



キャノピーモデル Case3

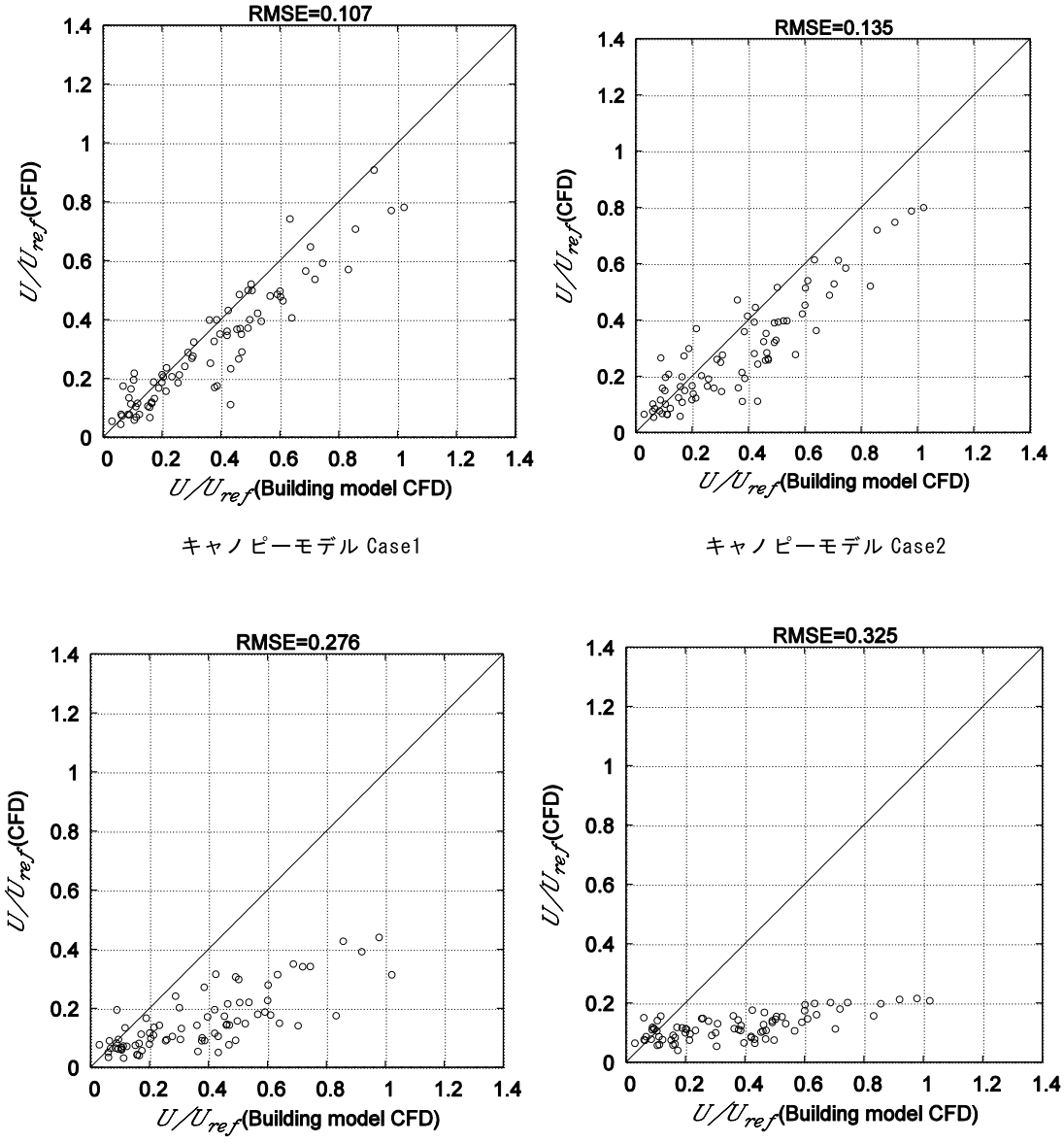


キャノピーモデル Case4



建物再現モデル

図 4-45　CFD と風洞実験の風速比の相関



キャノピーモデル Case1　　キャノピーモデル Case2

キャノピーモデル Case3　　キャノピーモデル Case4

図 4-46　キャノピーモデルと建物モデルの風速比の相関

計算時間は計算環境によって異なってくるため、建物再現モデルの計算時間を 1 とした基準化計算時間により比較することとした。各ケースの基準化計算時間とキャノピーモデルと建物モデルの RMSE を比較すると、キャノピーモデルの Case1 と Case2 では計算時間が凡そ半分になるが、RMSE はそれほど大きくなっていない。Case2 から Case3 になるとさらに計算時間が 8 分の 1 程度になるが、RMSE が大きくなってしまう。

今回の結果では Case2 が計算精度、計算時間ともに適度な範囲に収まっていると考えられる。

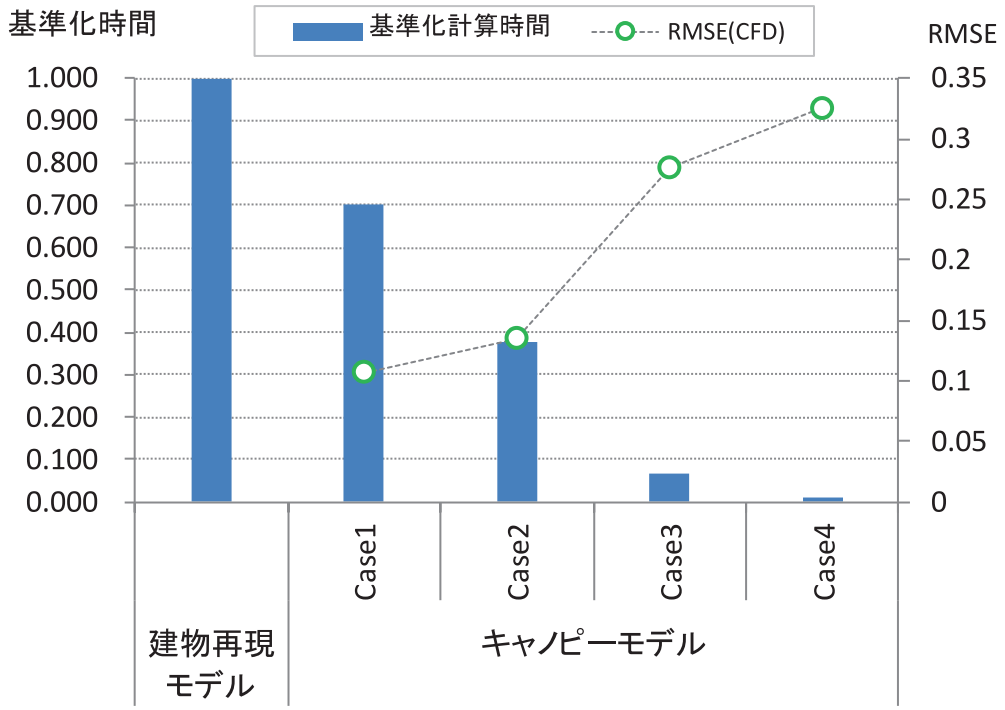


図 4-47　各ケースの基準化計算時間と RMSE(CFD)

表 4-11　各ケースのメッシュ数、RMSE、反復回数、計算時間、基準化計算時間

		メッシュ数	RMSE（実験）	RMSE（CFD）	反復回数	計算時間	基準化計算時間
建物再現モデル		2,226,196	0.211		676	22812.78s	1.000
キャノピーモデル	Case1	1,732,608	0.233	0.107	563	15992.39s	0.701
	Case2	700,416	0.244	0.135	500	8554.02s	0.375
	Case3	184,320	0.339	0.276	254	1509.59s	0.066
	Case4	55,296	0.374	0.325	155	179.96s	0.008

計算環境　CPU：Intel(R) Core2 Quad Q8200 2.33GHz、メモリ容量：6GB

（２）計算領域および計算格子の自動設定

計算にあたり、計算領域の設定と計算格子の作成を合理的に行うことは容易ではない。計算領域の拡大や計算格子の細密化は計算自体の信頼性向上につながるが、同時に計算時間を増大させることになることから、適切な計算領域の設定、計算格子の作成を避けることはできない。また、先述のキャノピーモデルの導入は、大領域と中領域の二つの領域において計算領域、計算格子を、計算時間の短縮を念頭におきながら設定する必要が生じることを意味する。本ツールでは、計算領域、計算格子の細密度を変えて計算して得られた結果の精度と計算に要した時間を比較検討することで、計算領域および計算格子のデフォルトとなる設定方法を導入している。以下にデフォルト設定とその検証過程について示す。

1) デフォルトとなる計算領域、計算格子の設定方法

本ツールにおいてデフォルトとなる計算領域、計算格子は、以下の手順により生成される。

①中領域の範囲は、評価対象領域を取り囲み 32m 以上外延した領域として設定する(なお、中領域となる範囲においては、建物の 3 次元モデルの作成が必須となる)。

②中領域を取り囲む領域として大領域(キャノピーモデルにより計算を行う領域)を設定する。

③大領域に基準格子サイズを 16m とした基準格子の設定を行う。

④基準地表面+128m の範囲の格子において細分化を適用する(細分化 Lv.1)。細分化とはここでは八分木分割を行うことを指す。すなわち、細分化 Lv.1 とは 16m 立方のセルを 8m 立方のセル 8 個に分割することを指す。この細分化 Lv.1 適用後の計算格子をキャノピーモデルによる大領域計算に用いる。

⑤中領域の範囲に、順次、基準地表面+64m、32m、16m の範囲の格子に細分化を適用する(細分化 Lv.2、3、4)。細分化 Lv.4 適用後の計算格子サイズの最小幅は 1m となる。

⑥建物間の空隙を再現する必要がある箇所には、細分化 Lv.5、6 を適用する。細分化 Lv.6 適用後の計算格子サイズの最小幅は 0.25m となる。細分化 Lv.6 適用後の計算格子を中領域計算に用いる。

計算格子に適用する細分化の概要をまとめると表 4-12 のようになる。

表 4-12　計算格子設定における細分化

細分化段階	適用範囲	適用後の最小格子幅	備考
基準格子	大領域全体(含む中領域)	16m	
Lv.1	大領域の基準地表面+128mの範囲	8m	大領域計算に使用
Lv.2	中領域の基準地表面+64mの範囲	4m	
Lv.3	中領域の基準地表面+32mの範囲	2m	
Lv.4	中領域の基準地表面+16mの範囲	1m	
Lv.5	中領域内で建物間の空隙を再現する必要がある箇所	0.5m	
Lv.6		0.25m	中領域計算に使用

2) 計算領域、計算格子のデフォルト設定に関する検証

前述の通り、デフォルトの中領域の範囲は、建物の基準高さ H を 6m(2 階建想定)として、評価対象領域を+5H(格子間隔の関係から+5H→+32m としている)外延した領域としている。また、大領域計算に用いる計算格子幅の最小値は細分化 Lv.1 適用後の 8m、中領域計算に用いる計算格子幅の最小値は Lv.6 適用後の 0.25m としている。この設定に至った検証結果について以下に示す。

中領域のサイズに関しては、H=6m として、評価対象領域のみ、評価対象領域+約 5H(32m)、+

約 10H(+64m)、+16H(96m)について検討した。また、細分化段階については、大領域についてはLv.1、Lv.2 適用後、中領域についてはLv.5、Lv.6 適用後の二段階について検討した。計算ケースを表 4-13 に、計算範囲を図 4-48 に、計算格子を図 4-49 に示す。

表 4-13　計算ケース

	大領域基準最小メッシュサイズ	大領域計算格子数	中領域基準最小メッシュサイズ	中領域の計算領域大きさ	中領域計算格子数
中領域のメッシュ細分化 5 段階(Lv.5)のケース					
case1-1	8m 細分化 1 段階 (Lv.1)	20 万	0.50m 細分化 5 段階 (Lv.5)	評価対象領域のみ	74 万
case1-2				評価対象領域+約 5H(32m)	132 万
case1-3				評価対象領域+約 10H(64m)	206 万
case1-4				評価対象領域+16H(96m)	293 万
case2-1	4m 細分化 2 段階 (Lv.2)	82 万		評価対象領域のみ	74 万
case2-2				評価対象領域+約 5H(32m)	132 万
case2-3				評価対象領域+約 10H(64m)	206 万
case2-4				評価対象領域+16H(96m)	293 万
中領域のメッシュ細分化 6 段階(Lv.6)のケース					
case3-1	8m 細分化 1 段階 (Lv.1)	20 万	0.25m 細分化 6 段階 (Lv.6)	評価対象領域のみ	102 万
case3-2				評価対象領域+約 5H(32m)	173 万
case3-3				評価対象領域+約 10H(64m)	282 万
case3-4				評価対象領域+16H(96m)	387 万
case4-1	4m 細分化 2 段階 (Lv.2)	82 万		評価対象領域のみ	102 万
case4-2				評価対象領域+約 5H(32m)	173 万
case4-3				評価対象領域+約 10H(64m)	282 万
case4-4				評価対象領域+16H(96m)	387 万

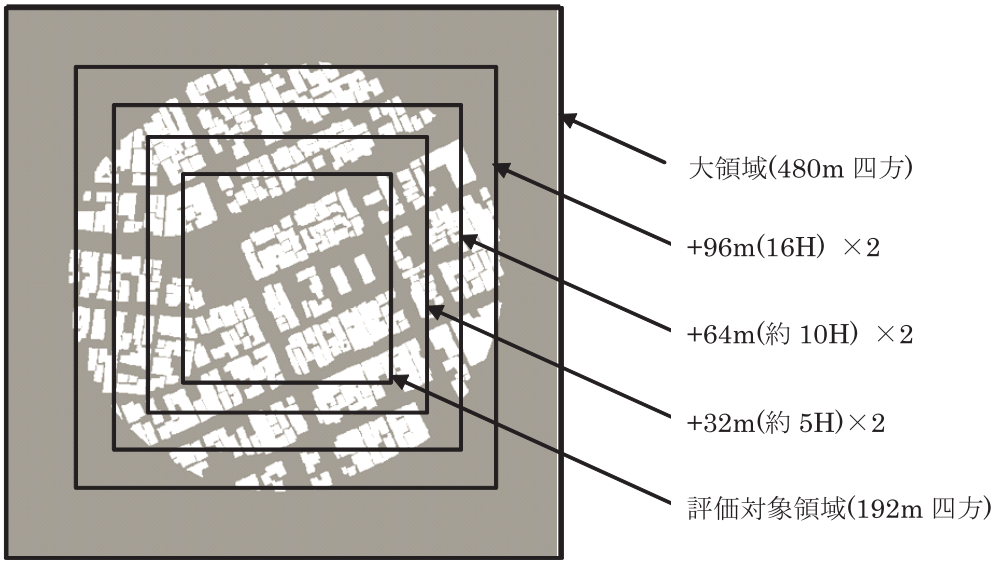
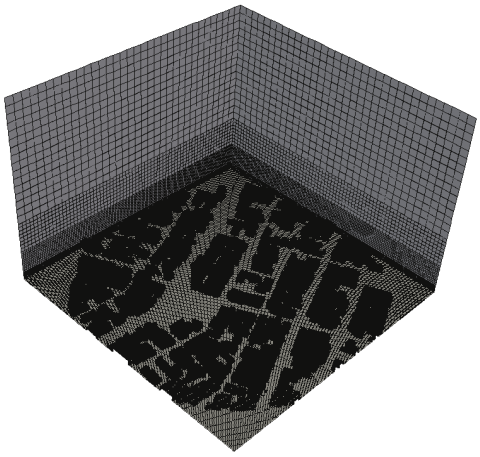
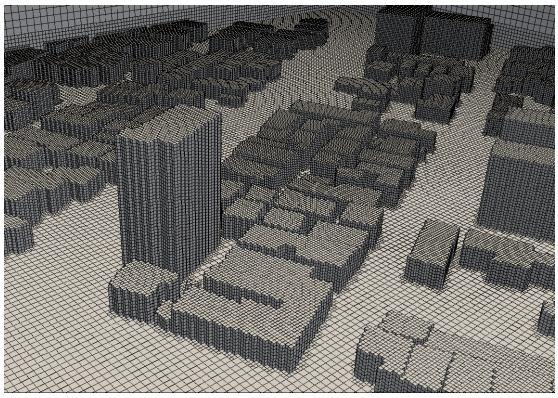


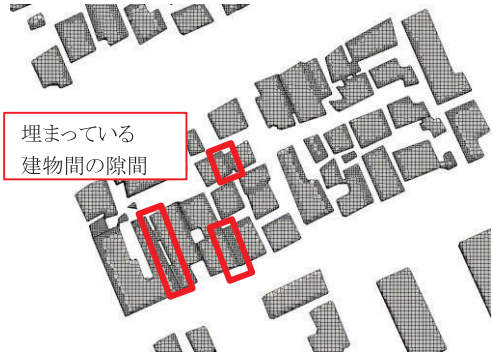
図 4-48　計算範囲



評価対象領域+16H(全体)



評価対象領域+16H(建物近傍)



細分化 5 段階(Lv5)

細分化 6 段階(Lv6)

図 4-49　計算格子

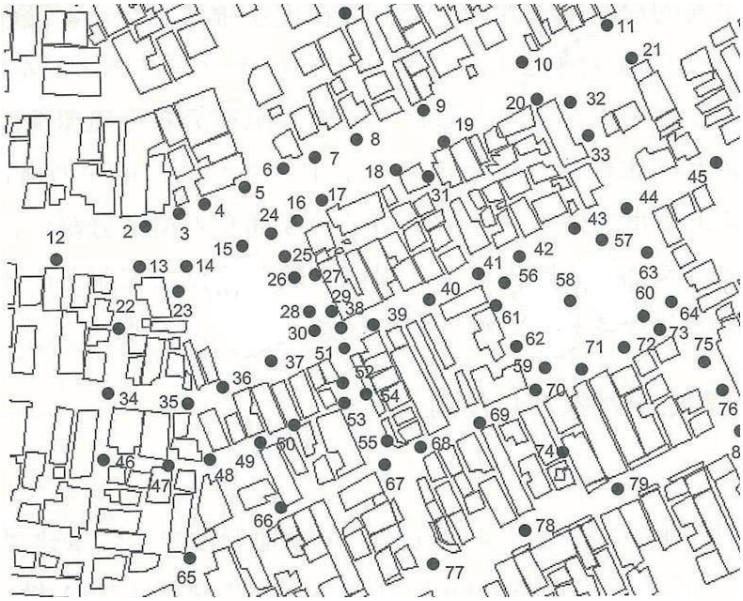


図 4-50　風洞実験測定点位置

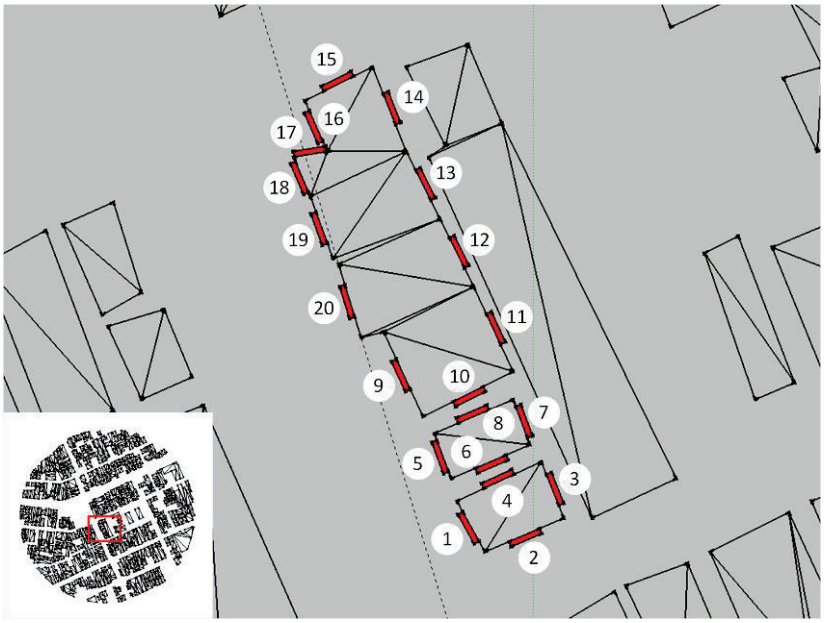


図 4-51　建物近傍の検査空間(幅 3m×高さ 3m×奥行き 0.5m)

計算は、前述の「日本建築学会：市街地風環境予測のための流体数値解析ガイドブックーガイドラインと検証用データベース―2007 年」記載の新潟市内低層建物密集地のモデルを用いて行った。計算においては、大領域の計算結果を中領域の流入境界面にマッピングし、流出条件は勾配ゼロとしている。

図 4-50 の測定点での風速比(流入風速に対する風速の比)について風洞実験及び比較基準 CFD との比較を行った。また、中領域の風速、渦粘性係数の結果を用いて図 4-51 の建物近傍の検査空間から汚染質を定常発生したときの濃度を逐次計算し、その領域の運動エネルギー(KE)の平均値と換気回数を算出した。

運動エネルギーKE[m^2/s^2]、換気回数 N[回/h]は以下の式より算出した。換気回数は風洞実験と実スケールの時間スケール比で補正している。

$$KE = \frac{1}{V_P}\int\left[\frac{1}{2}\times(U^2+V^2+W^2)+k\right]dV$$

$$N = \frac{PFR}{V_P}\times 3600 \quad , \quad PFR = \frac{q_P V_P}{C_P}$$

$$t = \frac{l}{v} \quad , \quad N_{act} = \frac{t_{exp}}{t_{act}}\times N_{exp}$$

V_P: 汚染質発生領域の体積[m^3]、U,V,W：X,Y,Z 成分の風速[m/s]、k: 乱流エネルギー[m^2/s^2]、
q_P: 汚染質発生量[kg/m^3s]、CP: 汚染質発生領域の平均濃度[kg/m^3]、t: 時間スケール、
ℓ: 代表長さ、v: 代表風速[m/s]

地表面高さ 2m において、図 4-50 の測定点での風速比(流入風速に対する風速の比)について風洞実験及び比較基準 CFD との二乗平均平方根誤差(RMSE)の比較を行った(図 4-52)。中領域サイズが大きい程 RMSE が小さくなるが、風洞実験との RMSE は中領域サイズの違いによる差が小

さい。また、格子サイズ違いによる RMSE の差は比較的小さい結果となった。

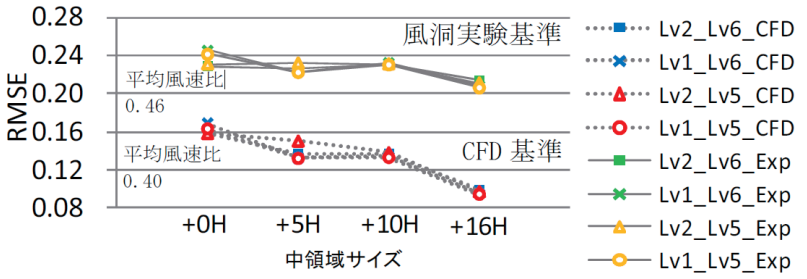


図 4-52　風速比の RMSE の比較

図 4-51 の検査空間における平均運動エネルギーと換気回数の比較基準 CFD との RMSE を図 4-53、図 4-54 に示す。運動エネルギー、換気回数ともに中領域サイズが評価領域+16H の RMSE が最も小さいものの、中領域サイズと RMSE の関係に明確な傾向は見られなかった(図 4-54 における数値の欠落は濃度計算が収束しなかったことによる)。

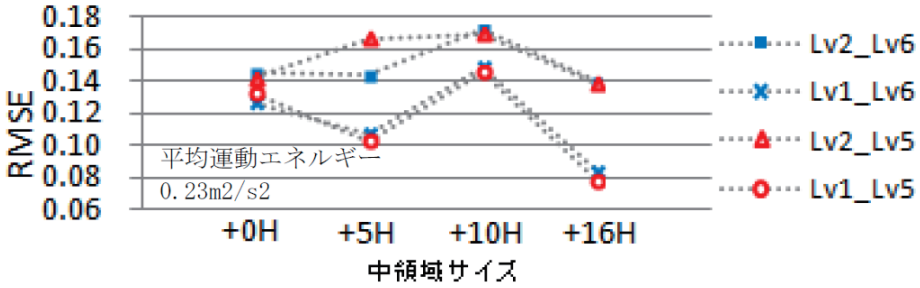


図 4-53　平均運動エネルギーの RMSE の比較

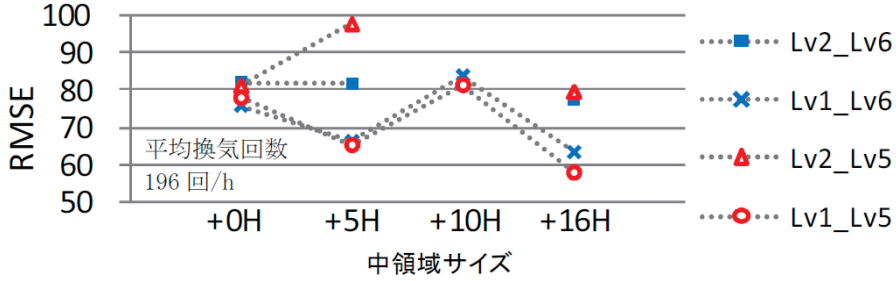


図 4-54　換気回数の RMSE の比較

各ケースの基準化計算時間（大領域と中領域の合計計算時間を比較基準 CFD の計算時間(29 時間 15 分 10 秒 (※注 4-1))で除した値）の比較を図 4-55 に示す。どのケースも比較基準 CFD の計算時間の 25%以下の計算時間となり大幅な時間短縮となっている。また、大領域、中領域の格子サイズによる計算時間の違いは比較的小さく、中領域サイズによる違いが大きい結果となっていることが分かる。

※注 4-1　計算環境は CPU が Intel® Xeon X5680 3.33GHz、メモリ容量は 48GB。

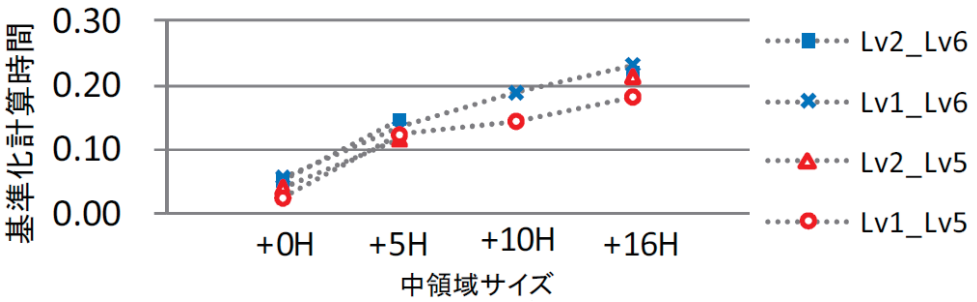


図 4-55　基準化計算時間の比較

建物近傍の運動エネルギーと換気回数の比較においても、中領域のメッシュの細分化による結果の差異は小さい。運動エネルギーの大きいところでは大領域 Lv.2 が大領域 Lv.1 よりも小さな値になった。また、中領域の再現領域の大きさが大きくなる程、大領域で建物を再現したときの計算値に近くなる結果となった。

以上の検討から、中領域サイズのサイズについては大きい方が精度が良くなる傾向にあることから評価領域+16H が望ましいと考えられるが、計算時間の短縮を図ることを考え、評価領域+5H を本ツールの中領域サイズのデフォルトとすることとした。また、格子サイズについては、大領域は Lv.1 でも大きく精度が下がらないことから Lv.1 を、中領域は密集市街地形状をより詳細に再現できる Lv.6 をデフォルトとすることとした。

（３）その他の計算時間の短縮方法

以上の他に、格子設定や計算結果を再利用することで、計算時間を短縮できるようにしている。建物に即して生成した既成の格子や計算結果を初期値として用いることを可能としており、建て替えルール案に対する格子生成や CFD 計算に要する時間を短縮できるようにしている。

また、複数の CPU コアをもつコンピュータを使用する際に、ユーザーが明示的に設定をしなくても、自動的にコア数分の並列計算を行える機能を持たせ、シームレスに計算時間の短縮を図ることを可能としている。

４．６　街区構造基礎集計機能

市街地データに、１つ又は複数の評価領域を設定した上で、評価領域ごとに、当該領域内の建物構成に関して、a-1)～a-4)及び b-1)～b-9)に示す内容の計算を行う。

計算結果については、

①マップウィンドウへの表示（表示内容を選択するインターフェイス及び凡例画像を作成する）
②評価領域ごとの集計値 b-1)～b-9)についてのファイル出力
③市街地概要集計テーブル（表 4-15）への計算結果のデータベース登録
を行うことが可能である。

表 4-14　街区構造基礎集計内容

分類	項目	単位
a)個別建物・個別敷地の基礎情報の計算内容	a-1) １階部分の面積	m^2
	a-2)各階面積の合計（以下、「延べ床面積」という。）	m^2
	a-3)敷地面積	m^2
	a-4)建ぺい率・容積率	-
b)評価領域ごとの集計値の計算内容	b-1)評価領域面積	m^2
	b-2)評価領域内建物棟数（全数及び建物構造種別）	棟
	b-3)評価領域内建物面積（１階部分の面積、延べ床面積）（全数及び建物構造種別）	m^2
	b-4)評価領域内敷地面積	m^2
	b-5)評価領域内道路面積（評価領域面積－評価領域内敷地面積）	m^2
	b-6)評価領域内建ぺい率、容積率、道路面積率	m^2
	b-7)塀柵樹木数	個
	b-8)ノード（交差点）数及びリンク（２つの交差点間の道路）数	個
	b-9)評価領域内の最大及び最小標高値	m

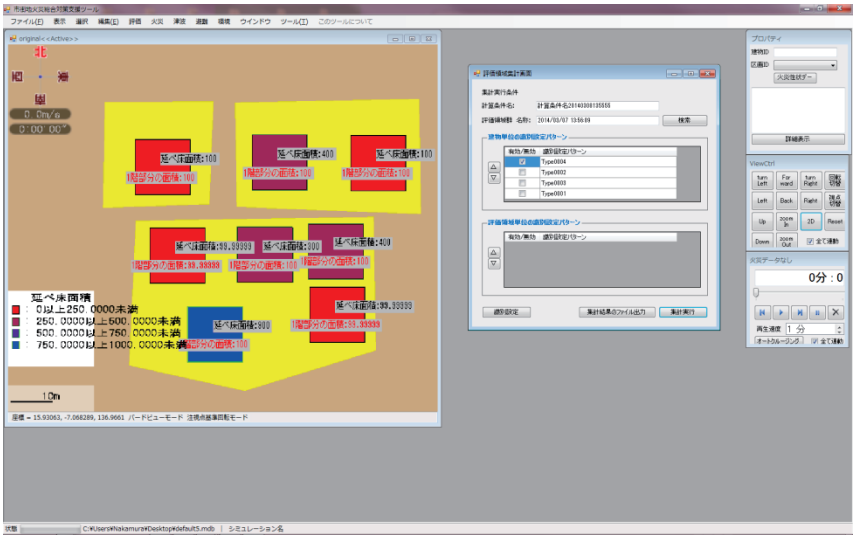


図 4-56　評価領域集計（個別建物・個別敷地単位）結果画面表示例

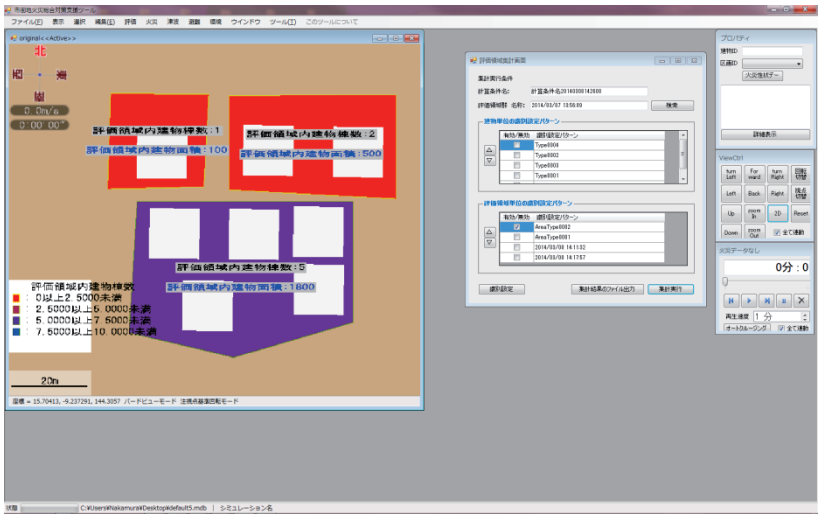


図 4-57　評価領域集計（評価領域ごと）結果画面表示例

表 4-15　市街地概要集計テーブル＜フォーマット＞

No.	項目	列	備考
1	評価領域 ID	1	
2	評価領域面積	2	
3	評価領域内建物数(全数)	3	
4	評価領域内建物数 (建物構造種別)	4～6	列数は建物構造種別の数による
5	評価領域内建物面積 (1 階部分：全数)	7	
6	評価領域内建物面積 (延べ床面積：全数)	8	
7	評価領域内建物面積 (1 階部分：建物構造種別)	9 ～ 11	列数は建物構造種別の数による
8	評価領域内建物面積 (延べ床面積：建物構造種別)	12 ～ 14	列数は建物構造種別の数による
9	評価領域内敷地数	15	
10	評価領域内敷地面積	16	
11	評価領域内道路面積	17	評価領域面積－評価領域内敷地面積
12	評価領域内建ぺい率	18	
13	評価領域内容積率	19	
14	評価領域内道路面積率	20	
15	評価領域内堀柵樹木数	21	
16	ノード(交差点)の数	22	
17	リンク(2 つの交差点間の道路)の数	23	
18	評価領域内の最大標高値	24	
19	評価領域内の最小標高値	25	

５．シミュレーション結果の検索・表示・比較等の計算結果管理機能の開発

本プログラムは防火・避難・日影状況・採光・換気・通風の６種のシミュレーションを用いて様々な市街地条件や計算条件に基づいて計算・評価を行うプログラムであり、必要な計算結果を容易検索できるように管理する必要がある。また、街区性能水準を適切に把握するためには複数の計算結果を並列、一覧して計算結果を表示・比較できることも重要である。

そのため、下記の機能を開発した。

１）一覧表示する計算結果の数をユーザーが選択し、選択した数の複数の窓を並べて表示する機能

２）表示された各窓に対して、任意の条件に基づく既存の計算結果を検索するする機能

３）表示された各窓に、検索された計算結果を画像及びデータシートで表示機能

複数の計算結果の表示例を図 4-58 に示す。

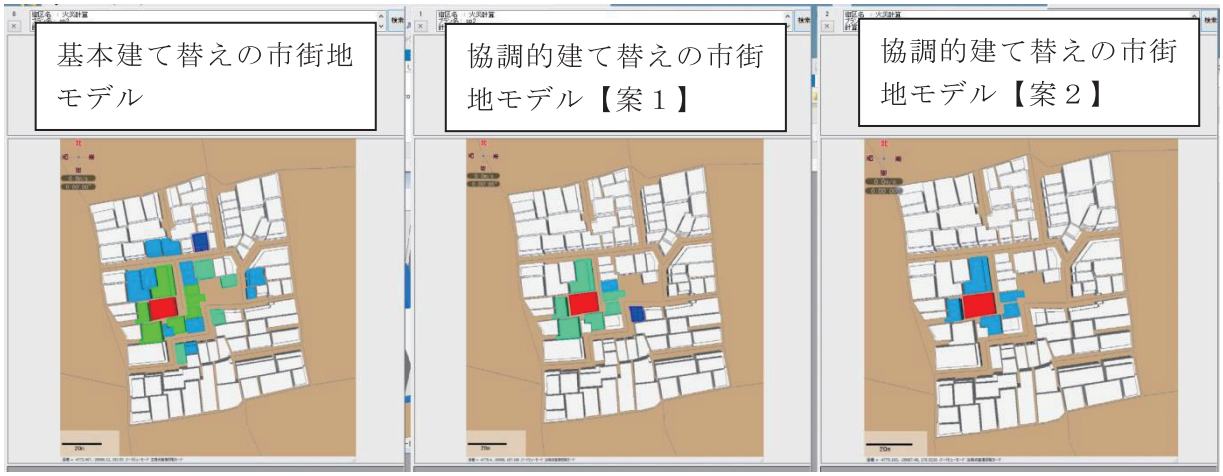


図 4-58　複数計算結果の表示例（各建物の出火時刻を 30 分ごとに色付け）

６．その他の機能の開発

以上の機能の他、本プログラムを操作・評価を補助する機能として以下の機能を開発した。

６．１　計測機能

地図画面上にて、2 点を選択し、その間の距離（x 軸方向距離、y 軸方向距離、z 軸方向距離及び最短距離）を計測する機能。

６．２　UNDO/REDO 機能

ユーザーの操作を補助するため、次の 2 種の UNDO 機能及び REDO 機能を作成した。

６．２．１　建物編集の UNDO/REDO 機能

直前の建物データの編集操作をキャンセルする機能及びキャンセルした操作を再度実行する機能。

６．２．２　地図表示位置の UNDO/REDO 機能

地図画面に直前に表示していた範囲（視点の位置、向き及び画角等）に戻す機能及び戻す前の状態に戻る機能。

【第４章の参考文献】

＜火災＞
・ 国土交通省総合技術開発プロジェクト高度な画像処理による減災を目指した国土の監視技術の開発総合報告書，国土地理院技術資料 C・１－No.400, pp.145-192, 2010.12
＜避難＞
・ 岩見達也，竹谷修一：マルチエージェント手法を用いた広域火災時の避難シミュレーションモデルの構築，日本建築学会 2012 年度大会学術講演梗概集 A-2，日本建築学会，pp.7-8, 2012.7
・ 岩見達也，竹谷修一：津波と火災を考慮した避難シミュレータのプロトタイプ，日本火災学会平成 26 年度研究発表会概要集，日本火災学会, pp. 24-25, 2014.5
＜日影＞
・ 山崎均，笠原信一：環境情報の図形表示に関する研究　その４　－解析的計算方法による等日影時間図の作成－，日本建築学会九州支部研究報告第 24 号・2 計画系, pp. 29-32, 1979.2
＜換気・通風＞
・ 榎木康太，石原孟：一般化キャノピーモデルの提案と都市域における風況予測への応用，土木学会論文集 A1（構造・地震工学）, Vol. 68, No.1, pp.28-47, 2012.2

第５章

典型密集市街地におけるケーススタディ

第５章　典型密集市街地におけるケーススタディ

１．はじめに

本章では、典型的な密集市街地を対象としたケーススタディとして、第３章で検討した街区性能水準の評価方法に従い、本研究で開発した「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」を用いて、基本建て替えの市街地モデルと、協調的建て替えルールの適用を想定した協調的建て替えの市街地モデルに関する街区性能水準の比較評価について複数の地区においてシミュレーションを行った。

以下にケーススタディの１つの例を示すが、ここで採用した条件設定や評価方法はあくまでも仮想的な一例であり、街区性能水準の評価は、地域の状況に応じて柔軟に実施すべきである。また、ケーススタディ地区は任意に抽出したものであり、当地区にまちづくり誘導手法の適用が計画されているわけではなく、ケーススタディはあくまでも仮想的なものである。

２．ケーススタディ地区の概要

ケーススタディ地区は、主に建築基準法制定以前に市街地が形成され、幅員 4m未満の狭隘道路と接道不良の狭小な戸建住宅・木造賃貸住宅で構成されている典型的な「接道不良型」の密集市街地から、面積約１ha の街区を抽出して設定した（図 5-1）。

当地区の用途地域は主として準工業地域が指定され、一部、地区の西側に近隣商業地域が路線的に指定されている。建ぺい率 80%、容積率 300%、第三種高度地区（図 5-2 参照）が指定されているが、地区計画により敷地面積 300 ㎡未満の場合に建築物の高さの最高限度が 16mに制限されている。また、準防火地域が指定されているが、東京都建築安全条例による「新たな防火規制」の区域が指定され、新たな建築物は原則として準耐火建築物以上に制限されている。日影規制は、平均地盤面からの高さ 6.5mの測定面で、敷地境界線から 5mラインで 5 時間、10mラインで 3 時間に制限されている。

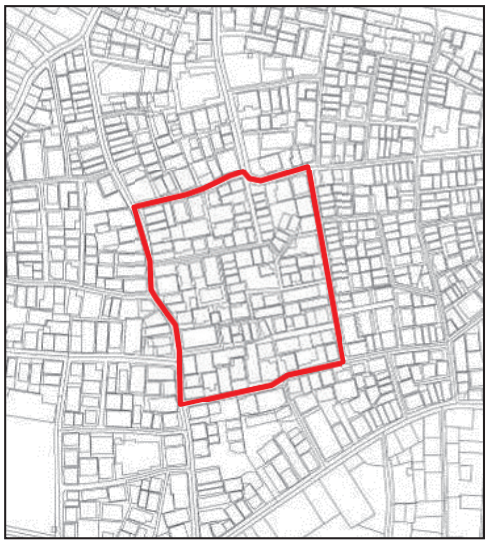


図 5-1　ケーススタディ地区

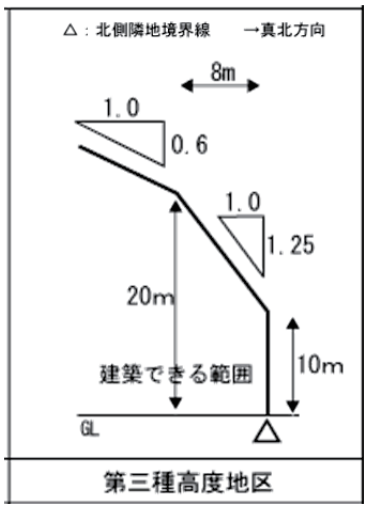


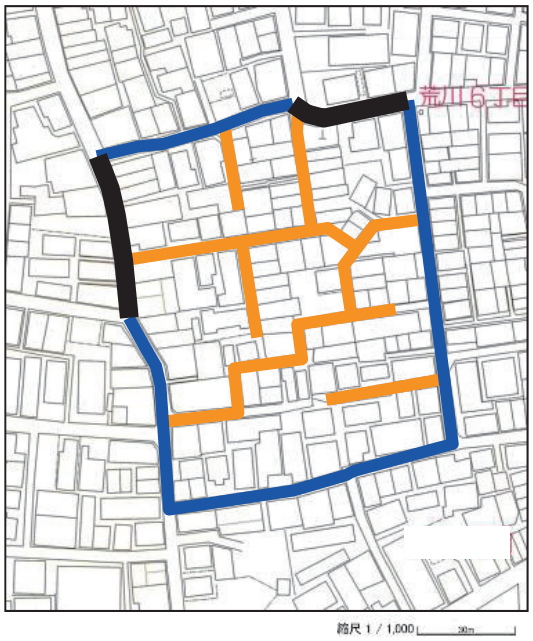
図 5-2　高度地区

表 5-1　ケーススタディ地区の建築規制の概要

用途地域	建ぺい率	容積率	高度地区	高さの最高限度	防火地域	日影規制（測定面）
準工業地域 近隣商業地域	80%	300%	第三種	16m （敷地面積 300 ㎡未満の場合）	準防火地域 新防火区域	5-3 時間 （6.5m）

地区の外周は幅員 4m前後の公道で囲まれているが、地区内は全て私道２項道路であり、幅員４m以上の区間は部分的にしかない。幅員 3m未満の行き止まり道路も見られる。

建築物は防火構造のものが大半を占め、階数は概ね２階、高くても３階建てである。



１項１号道路
２項道路（公道）
２項道路（私道）

図 5-3　建築基準法上の道路種別

4.0m以上
3.0m以上 4.0m未満
2.0m以上 3.0m未満

図 5-4　建築基準法上の道路の最小幅員

耐火構造
準耐火構造
防火構造

図 5-5　建築物の防火上の構造

３階
２階
１階

図 5-6　建築物の階数

３．基本建て替えの市街地モデル及び協調的建て替えの市街地モデルの設定

３．１　基本建て替えの市街地モデルの設定

街区性能水準の比較評価の対象となる基本建て替えの市街地モデルは、まちづくり誘導手法の適用検討区域を含む地区の全域について、第３章で示した、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「一般型」の作成ルールの例（表 5-2）に基づいて設定した。

表 5-2　《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)　幅員４m 未満の道路、通路は全て４m 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。（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。）
4)　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。
5)　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。
6)　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。
7)　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。

また、地区の特性を踏まえて、次の２つの条件を加えて基本建て替えの市街地モデルを設定した。

①構造は全て準耐火構造以上

「新たな防火規制」が適用されていることから、建築物の構造は全て準耐火構造以上とした。

②階数は３階を上限

容積率 300%、地区計画による高さの最高限度は 16mであるため 4～5 階建ての建築も可能だが、4 階建て以上は日影規制の対象となるため狭小宅地では建築しにくく、現況の市街地でも３階建てまでの建て替えしか行われていないことから、建築物の階数は３階を上限とした。

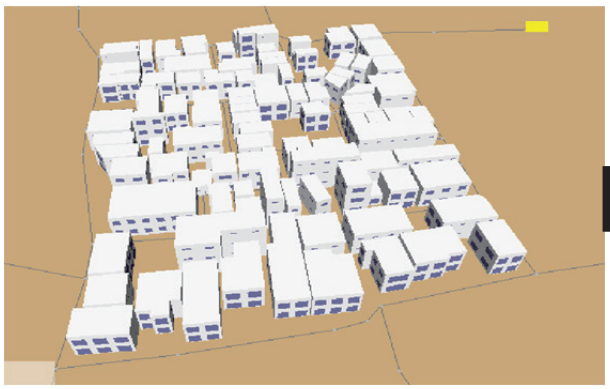


図 5-7　現況市街地モデル

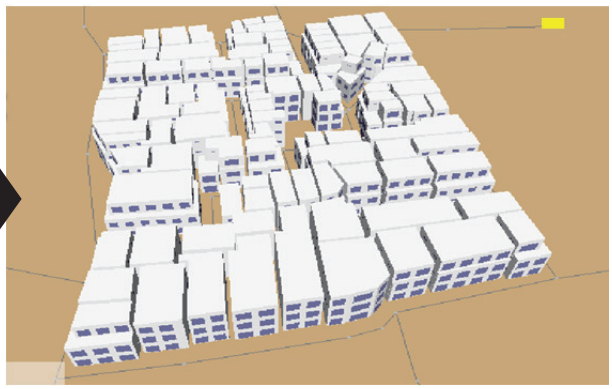


図 5-8　基本建て替えの市街地モデル

３．２　協調的建て替えの市街地モデルの設定

幅員 2.7mの行き止まりの私道に沿って狭小敷地が並ぶ区域を対象に、まちづくり誘導手法として連担建築物設計制度を適用した場合を想定して、協調的建て替えの市街地モデルを作成した。協調的建て替えの市街地モデルは、以下の条件を設定して作成した。

○　通路幅：現況の 2.7m で設定
○　壁面後退：外壁修理等のメンテナンス用の空間を確保するために隣地境界線から 25cm 後退
○　高さ：基本建て替えの市街地モデルと同様に 3 階建てに設定
○　構造:「新たな防火規制」の区域であるため「準耐火構造」に建て替えることを想定
○　建築物の規模：床面積を最大限確保することとし、それぞれの建築面積は、各敷地面積から、設定した通路部分の面積を除いた数値により算出
○　その他：連担建築物設計制度適用区域の境界線から 50cm 以上後退し、外壁修理等のメンテナンス用の空間を確保

図 5-9　ケーススタディ地区

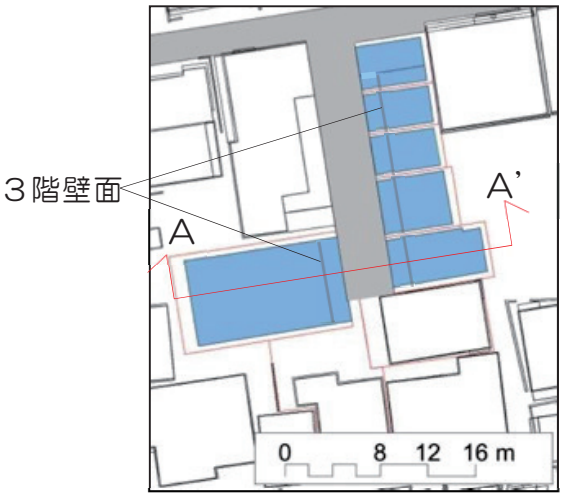


図 5-10　まちづくり誘導手法適用検討区域における基本建て替えの市街地モデル

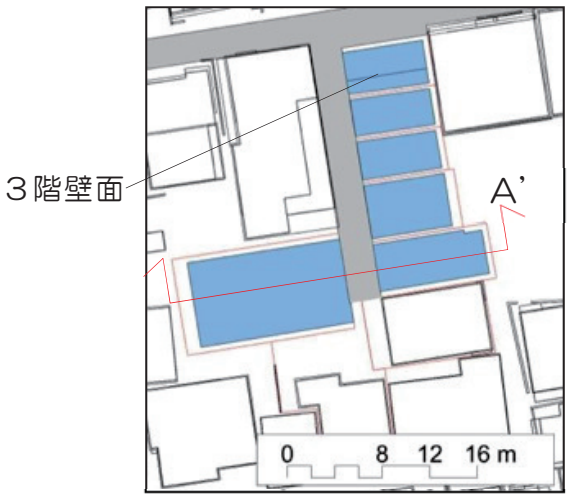
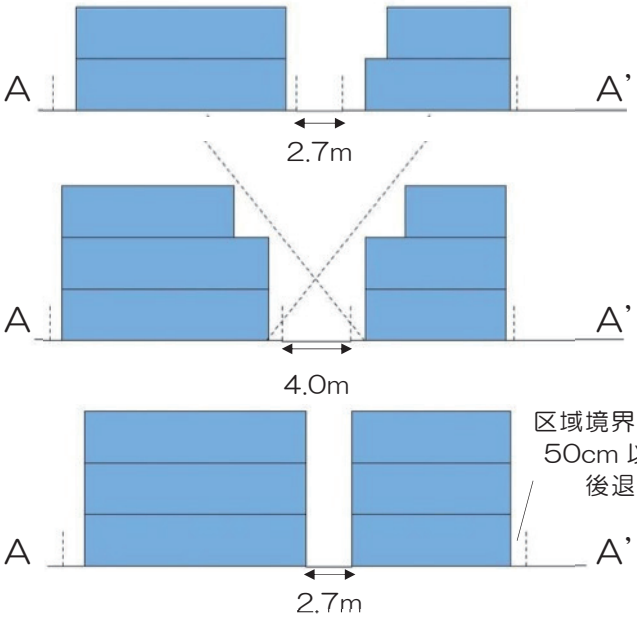


図 5-11　まちづくり誘導手法適用検討区域における協調的建て替えの市街地モデル



現況市街地モデルの断面図
（通路幅 2.7m、隣地側壁面後退 20cm、防火構造、２階建て）

基本建て替えの市街地モデルの断面図
（通路幅 4.0m、隣地側壁面後退 25cm、準耐火構造、３階建て）

協調的建て替えの市街地モデルの断面図
（通路幅 2.7m、隣地側壁面後退 25cm、区域境界側壁面後退 50cm、準耐火構造、３階建て）

図 5-12　市街地モデルの断面図

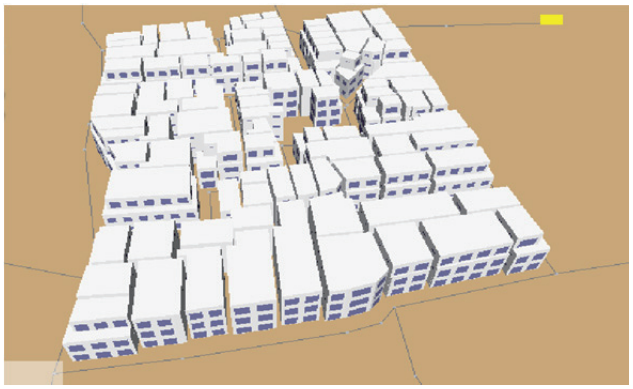


図 5-13　協調的建て替えの市街地モデル

４．街区性能水準の比較評価のシミュレーション

基本建て替えの市街地モデル、及び協調的建て替えの市街地モデルについて、延べ床面積の計算を行うとともに、街区性能水準の比較評価についてシミュレーションを行った。平常時の火災安全性能水準（防火性能水準、避難性能水準）と、住環境性能水準（日影状況、採光性能水準、換気性能水準、通風性能水準）については、図 5-14 に示す連担建築物設計制度を適用する区域及びその周辺敷地を対象に実施した。地震時の火災安全性能水準（防火性能水準、避難性能水準）については、地区全域を対象に実施した。

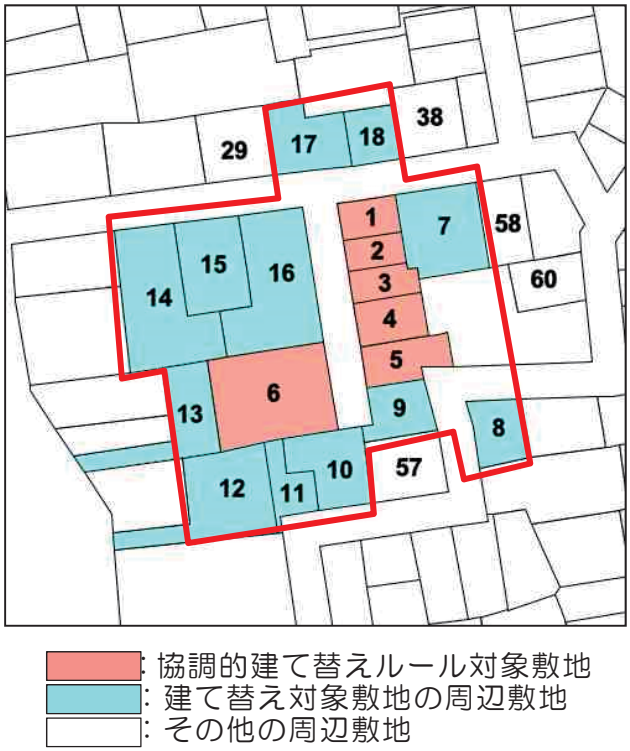


図 5-14　まちづくり誘導手法の適用検討区域と建築物番号

４．１　延べ面積の計算例

基本建て替えの市街地モデル、協調的建て替えの市街地モデル及び現況市街地モデルについて、まちづくり誘導手法適用区域内の各建築物で実現されている延べ面積を計算した。

図 5-16 に各モデルにおける各建築物の実現延べ面積の比較評価の例を示す。

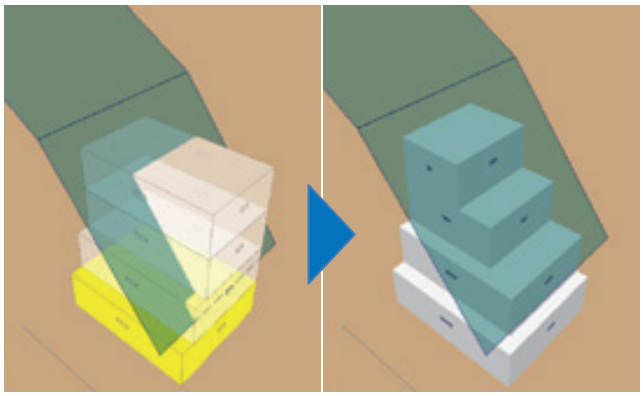


図 5-15　「密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラム」を用いた斜線制限による上層部分の切り取りのイメージ

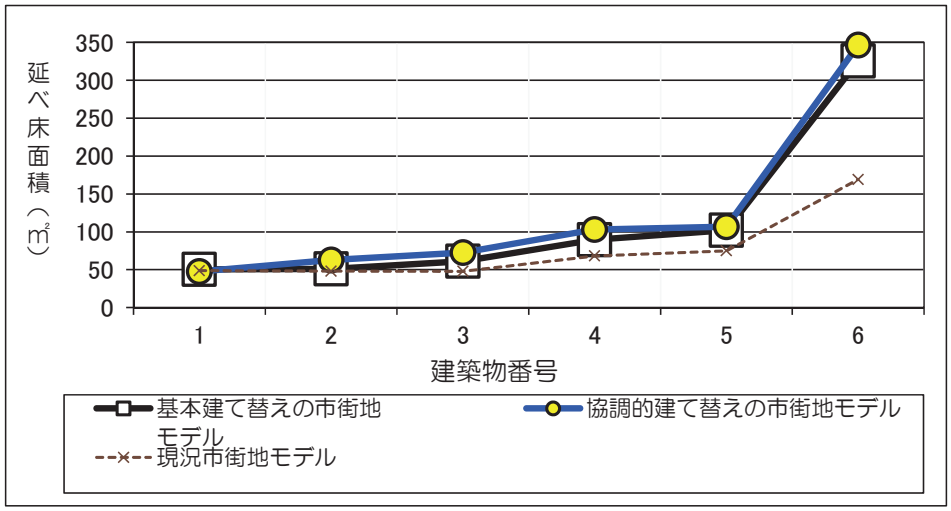


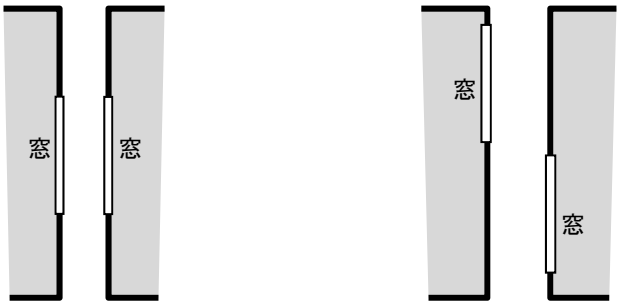
図 5-16　各建築物の実現延べ面積の比較評価の例

４．２　防火性能水準の計算例

防火性能水準に関しては、基本建て替えの市街地モデル、協調建て替えの市街地モデルに加えて、協調建て替えの市街地モデルを一部変更した市街地モデルも検討を行った。本節では便宜的に、３．２で設定した協調的建て替えの市街地モデルを、「協調的建て替えの市街地モデル【案１】」と表記し、これを一部変更した市街地モデルを「協調的建て替えの市街地モデル【案２】」と表記することとする。

【案１】から【案２】への変更内容は以下の通りである。

・建築物の規模、壁面の位置は変更しない（そのため床面積も変化しない）。
・外壁及び床の構造を 60 分準耐火構造とする。
・道路に面しない隣棟間の開口部を互いにずらして正対しないように配置する。



【案１】
開口部間の燃え移りにより、
十分な防火性能水準が得られない。

【案２】
開口部の位置をずらして、
十分な防火性能水準を確保。

図 5-17　隣棟間の開口部を互いにずらした配置のイメージ

表 5-3　市街地モデルの概要

市街地モデル	基本建て替えの市街地モデル	協調建て替えの市街地モデル【案１】	協調建て替えの市街地モデル【案２】
通路幅	４．０ｍ	２．７ｍ	同左
適用建築物形状	道路斜線制限により行き止まり道路沿道セットバック	道路斜線制限緩和により行き止まり道路沿道はセットバックなし	同左
外壁・床の構造	４５分準耐火構造	同左	６０分準耐火構造
適用建築物の隣棟間相互の開口部配置	相互調整なし（壁面中央に開口部を配置）	同左	相互調整あり（互いに正対しないように配置）

４．２．１　平常時の防火性能水準の計算例

基本建て替えの市街地モデル、協調的建て替えの市街地モデル【案１】及び協調的建て替えの市街地モデル【案２】について、第３章３．１に示した平常時の防火性能水準の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその一皮外側の隣接建築物を計算領域とし、計算領域内のいずれか一棟から出火した場合に計算領域内の隣棟へ着火する時間をシミュレーションを用いて計算した。評価時間は 60 分とした。

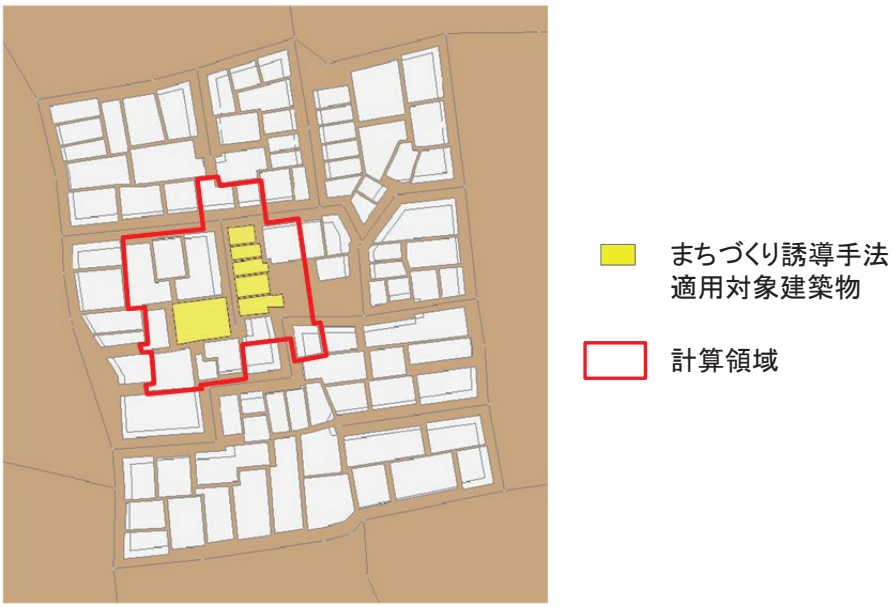


図 5-18　平常時の防火性能水準計算時の計算領域

図 5-19～図 5-21 に、各市街地モデルの第３章３．１に示した隣棟着火時間の累積生起確率分布の例を示す。また、図 5-22 に各市街地モデルの隣棟着火時間の最小値及び 95 パーセンタイル値及び中央値の計算結果の例を示す。なお中央値については、いずれの市街地モデルでも評価時間内での隣棟への着火は発生しなかった。

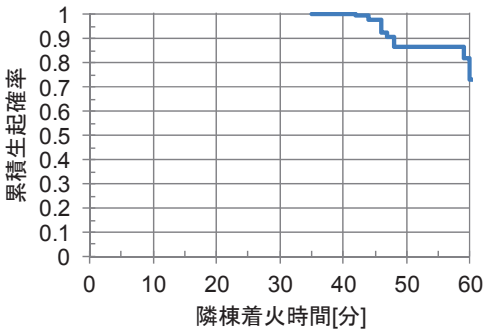


図 5-19　基本建て替えの市街地モデルにおける隣棟着火時間の累積生起確率

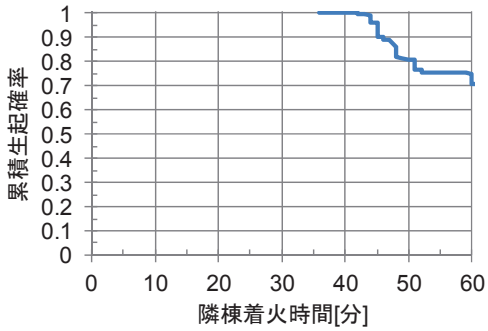


図 5-20　協調的建て替えの市街地モデル【案１】における隣棟着火時間の累積生起確率

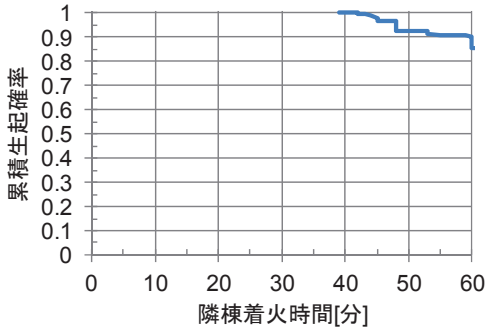


図 5-21　協調的建て替えの市街地モデル【案２】における隣棟着火時間の累積生起確率

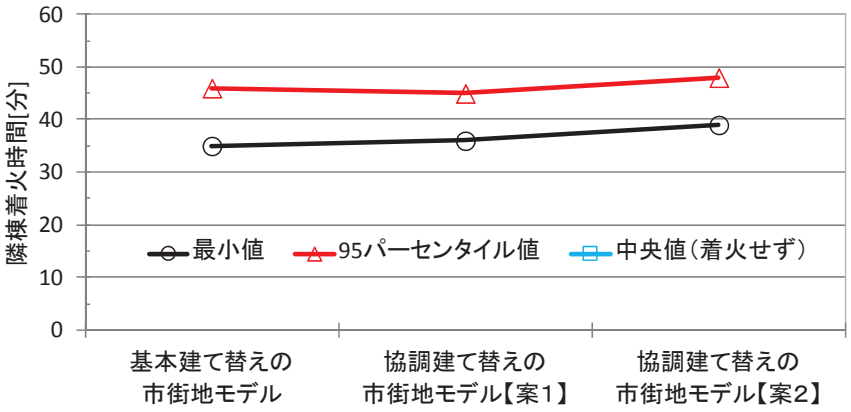


図 5-22　市街地モデルごとの隣棟着火時間に関する指標値の計算例

４．２．２　地震時の防火性能水準の計算例

基本建て替えの市街地モデル、協調的建て替えの市街地モデル【案１】及び協調建て替えの市街地モデル【案２】について、第３章３．１に示した地震時の防火性能水準の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその周辺建築物を計算領域とし、計算領域内のいずれか一棟から出火した場合の経過時間ごとの延焼棟数をシミュレーションを用いて求め、換算焼失棟数を計算した。評価時間は 180 分とした。

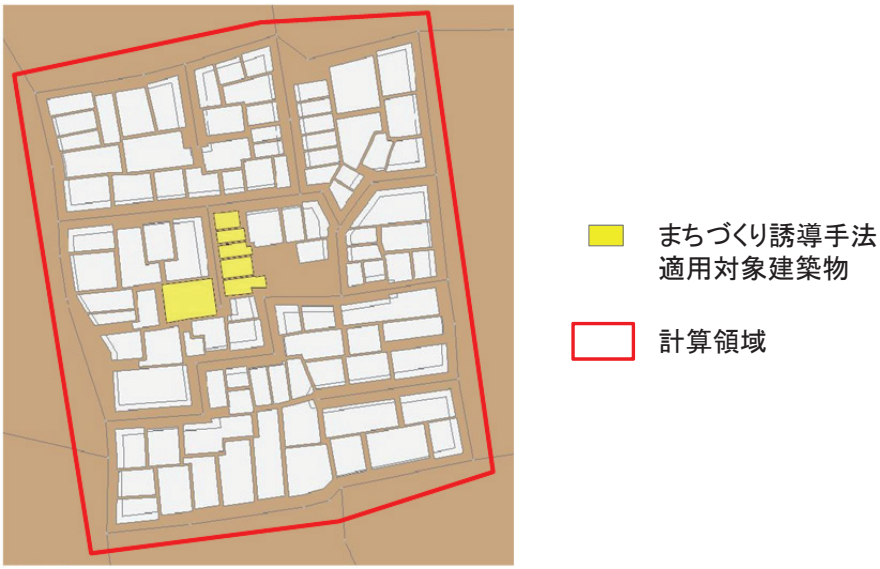


図 5-23　地震時の防火性能水準計算時の計算領域

図 5-24～図 5-26 に、各市街地モデルの第３章３．１に示した換算焼失棟数の累積生起確率分布の例を示す。また、図 5-27 に各市街地モデルの換算焼失棟数の最大値及び 95 パーセンタイル値及び中央値、期待値の計算結果の例を示す。

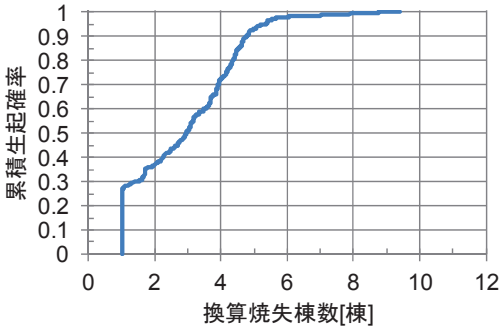


図 5-24　基本建て替えの市街地モデルにおける換算焼失棟数の累積生起確率

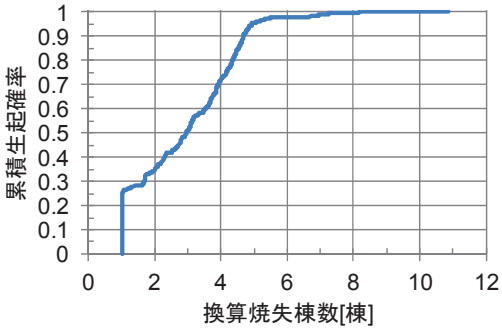


図 5-25　協調的建て替えの市街地モデル【案１】における換算焼失棟数の累積生起確率

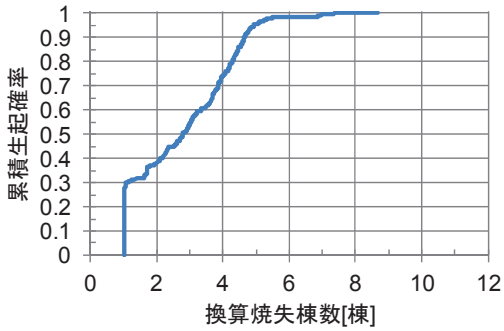


図 5-26　協調的建て替えの市街地モデル【案２】における換算焼失棟数の累積生起確率

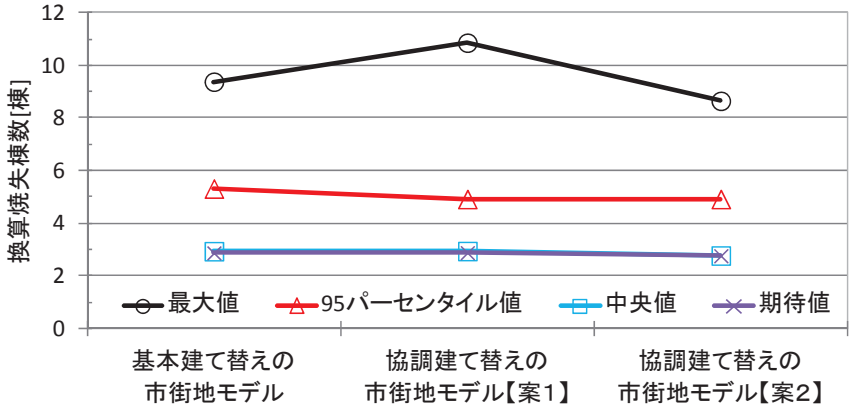


図 5-27　市街地モデルごとの換算焼失棟数に関する指標値の計算例

４．３　避難性能水準の計算例

４．３．１　平常時の避難性能水準の計算例

基本建て替えの市街地モデル、協調的建て替えの市街地モデル【案１】及び協調建て替えの市街地モデル【案２】について、第３章３．２に示した平常時の避難性能水準の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその一皮外側の隣接建築物を計算領域とし、計算領域内のいずれか一棟から出火した場合に、まちづくり誘導手法適用対象の各建築物に配置した避難者が最も近い道路へ出て避難目的地まで安全に避難できるかどうかのシミュレーションを行って、避難猶予時間を計算した。評価時間は 60 分とした。

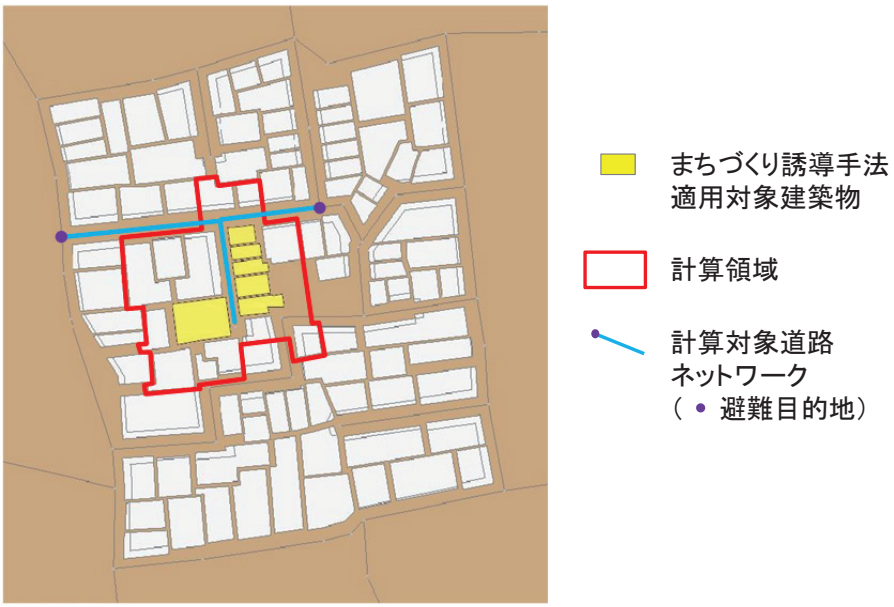


図 5-28　平常時の避難性能水準計算時の計算領域及び計算対象道路ネットワーク

図 5-29～図 5-31 に、各市街地モデルの第３章３．２に示した避難猶予時間の累積生起確率分布の例を示す。また、図 5-32 に各市街地モデルの避難猶予時間の最小値及び 95 パーセンタイル値及び中央値の計算結果の例を示す。

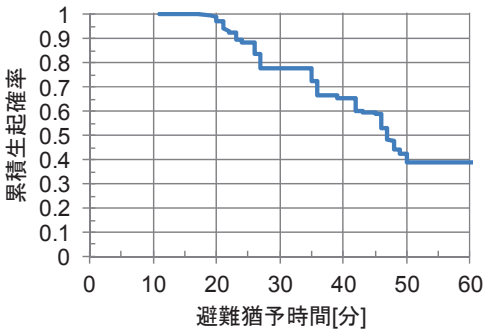


図 5-29　基本建て替えの市街地モデルにおける避難猶予時間の累積生起確率

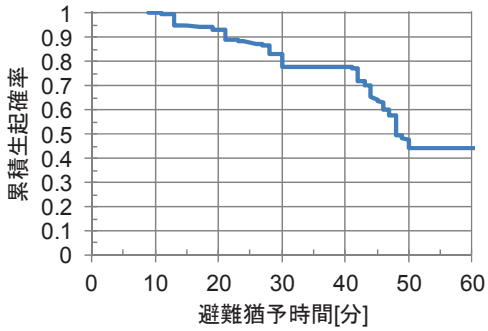


図 5-30　協調的建て替えの市街地モデル【案１】における避難猶予時間の累積生起確率

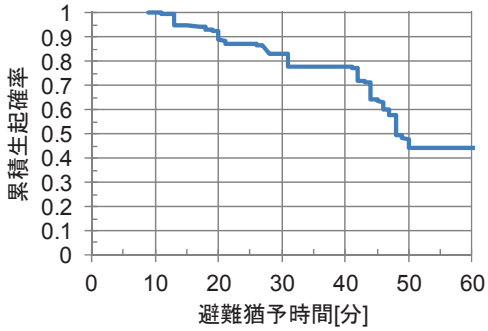


図 5-31　協調的建て替えの市街地モデル【案２】における避難猶予時間の累積生起確率

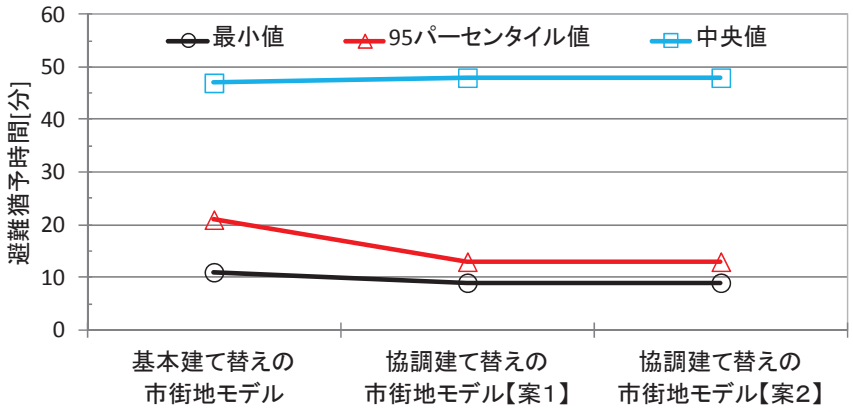


図 5-32　市街地モデルごとの避難猶予時間に関する指標値の計算例

４．３．２　地震時の避難性能水準の計算例

基本建て替えの市街地モデル、協調的建て替えの市街地モデル【案１】及び協調建て替えの市街地モデル【案２】について、第３章３．２に示した地震時の避難性能水準の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその周辺建築物を計算領域とし、計算領域内のいずれか一棟から出火した場合に、計算領域内の各建築物に配置した避難者が計算領域の外部に設定した避難目的地まで安全に避難できるかどうかのシミュレーションを行って経過時間ごとに避難が困難となる避難者数を求め、換算避難困難棟数を計算した。評価時間は 180 分とした。

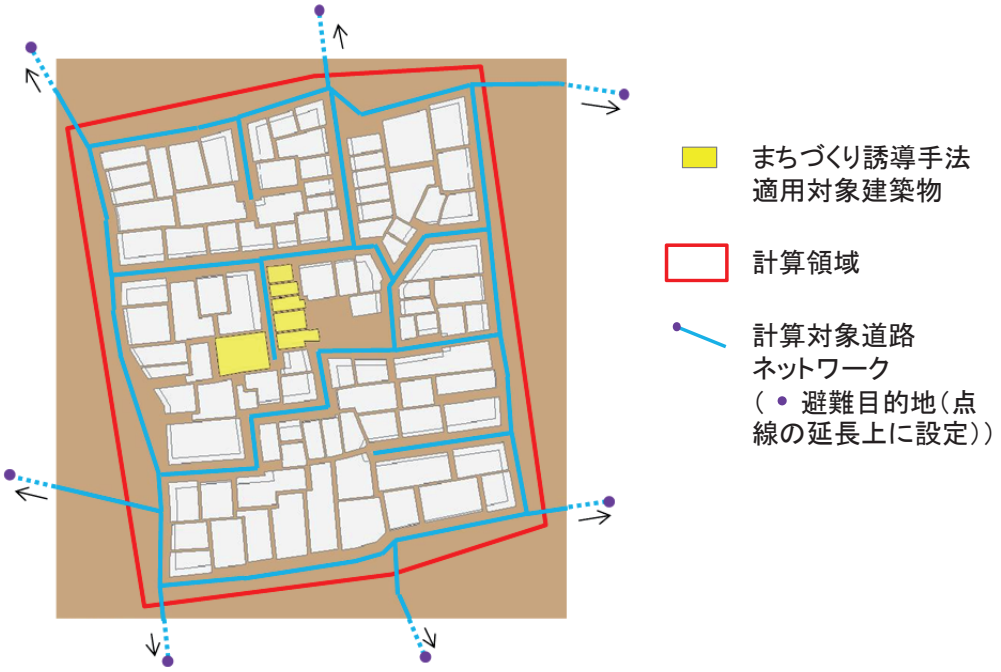


図 5-33　地震時の避難性能水準計算時の計算領域及び計算対象道路ネットワーク

図 5-34～図 5-36 に、各市街地モデルの第３章３．２に示した換算避難困難棟数の累積生起確率分布の例を示す。また、図 5-37 に各市街地モデルの換算避難困難棟数の最大値及び 95 パーセンタイル値及び中央値、期待値の計算結果の例を示す。

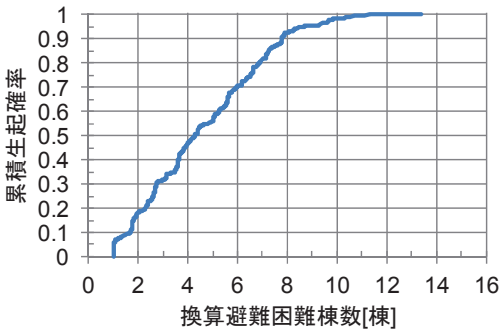


図 5-34　基本建て替えの市街地モデルにおける換算避難困難棟数の累積生起確率

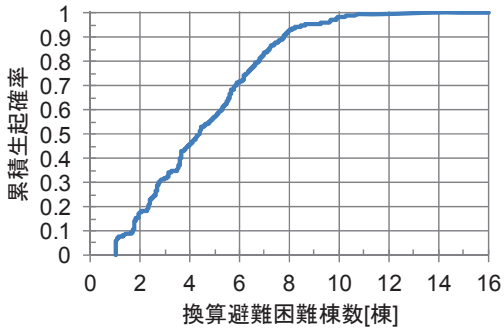


図 5-35　協調的建て替えの市街地モデル【案１】における換算避難困難棟数の累積生起確率

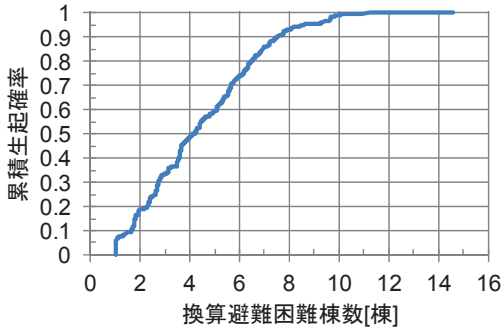


図 5-36　協調的建て替えの市街地モデル【案２】における換算避難困難棟数の累積生起確率

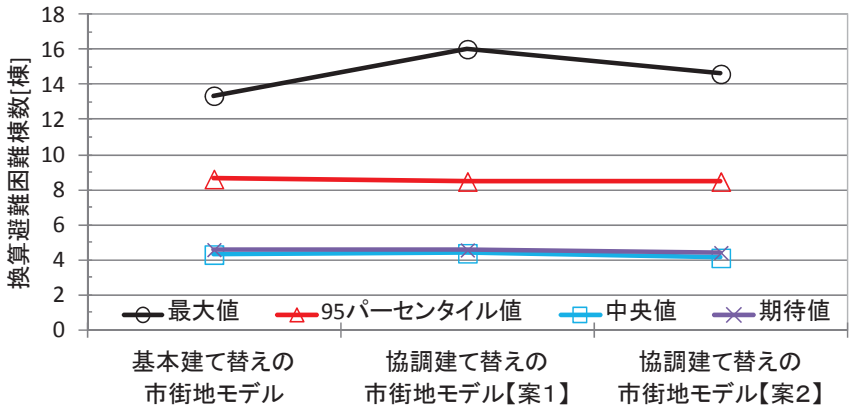


図 5-37　市街地モデルごとの換算避難困難棟数に関する指標値の計算例

４．４　日影状況の計算例

基本建て替えの市街地モデル及び協調的建て替えの市街地モデルについて、第３章３．３に示した日影状況の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及び適用区域外の周辺敷地の測定点（水平面高さ 6.5m）における、冬至の日影時間を計算した。

図 5-38 に第３章３．３に示した日影測定点の配置方法の例を示す。また、図 5-39 に図 5-38 に基づくケーススタディ地区における手法適用区域外の日影測定点の配置の例を示す。

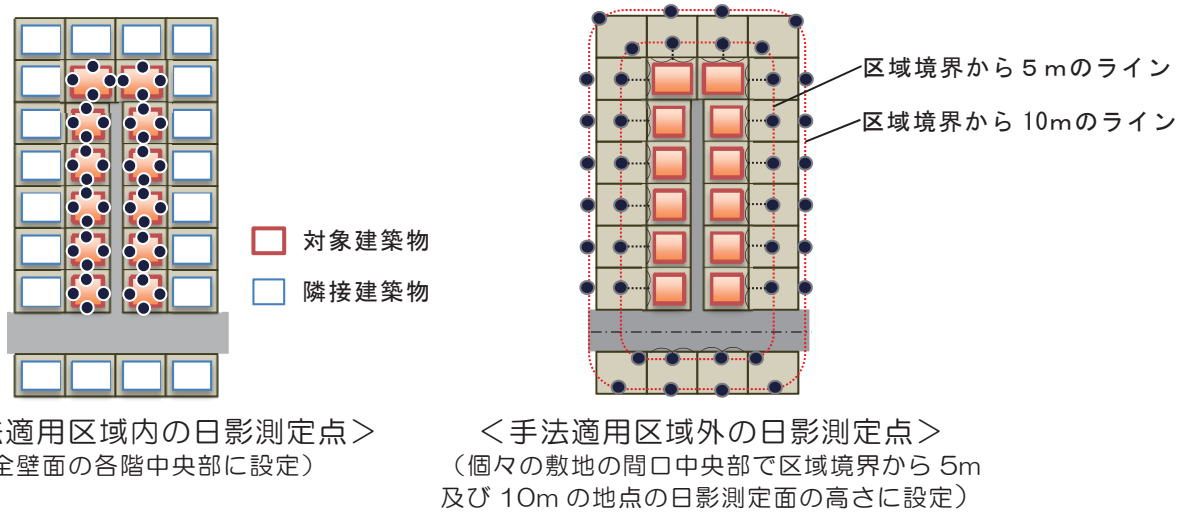


図 5-38　日影測定点の配置方法の例

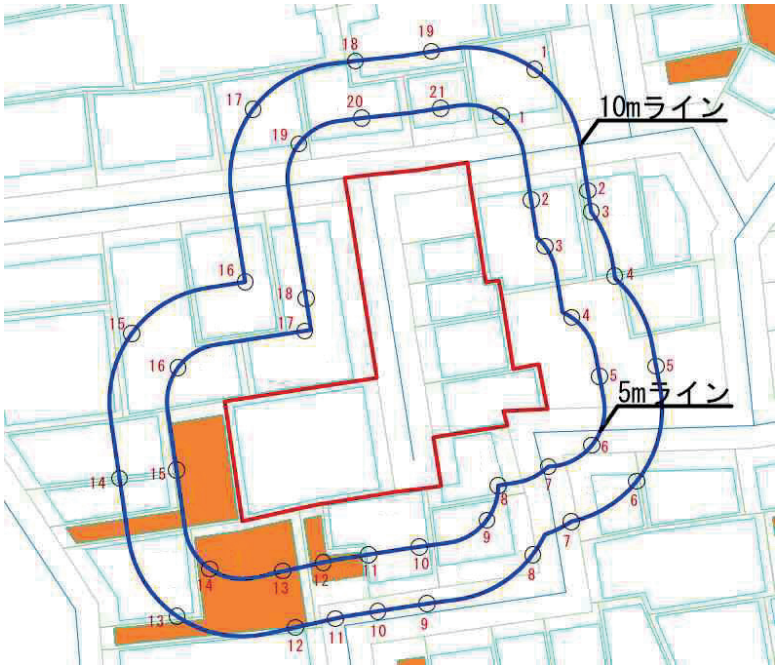
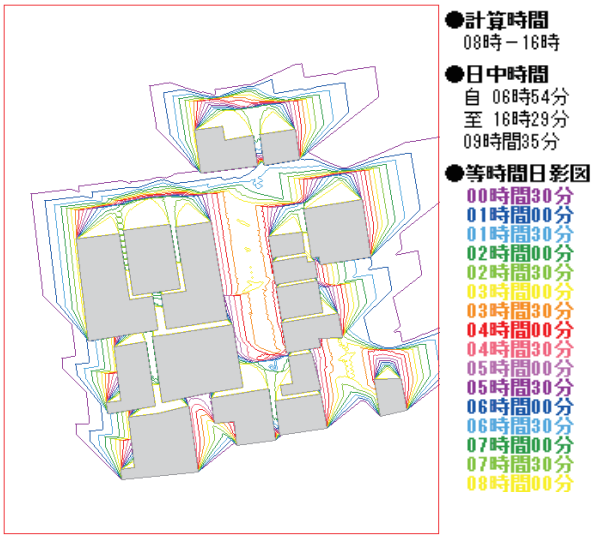
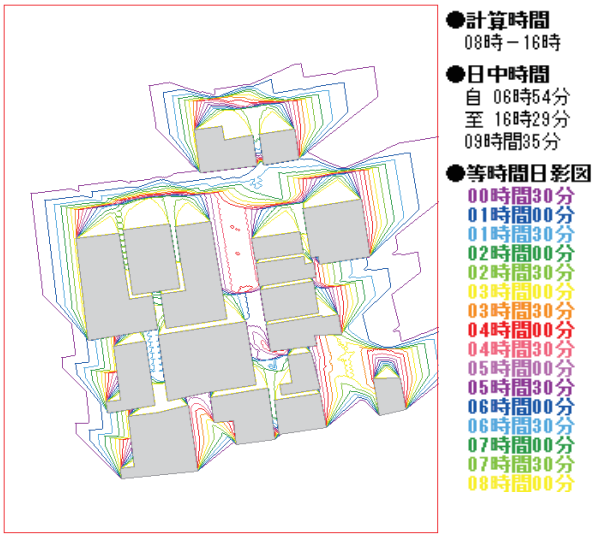


図 5-39　ケーススタディ地区における手法適用区域外の日影測定点の配置の例

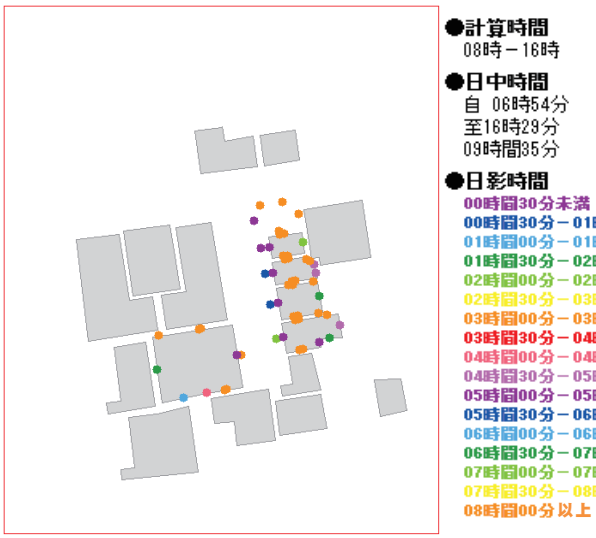
図 5-40 に手法適用区域内の建築物の測定点における日影状況の計算例を示す。



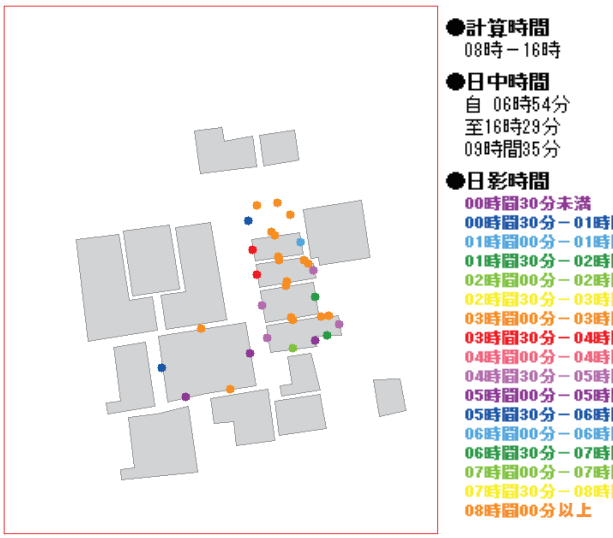
等時間日影図
（基本建て替えの市街地モデル）



等時間日影図
（協調的建て替えの市街地モデル）



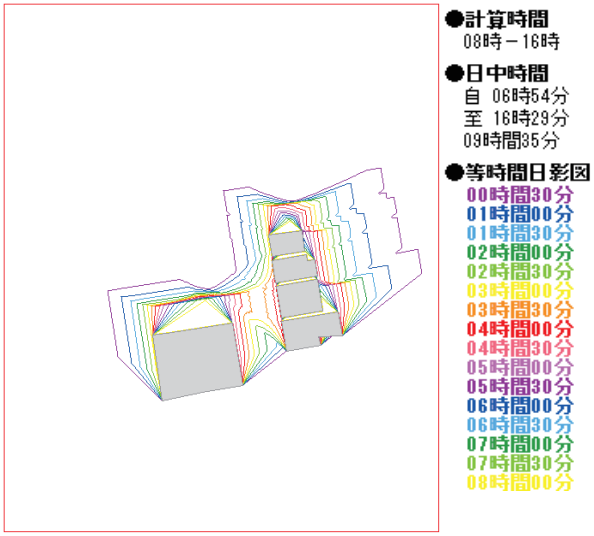
建築物壁面の測定点の日影時間
（基本建て替えの市街地モデル）



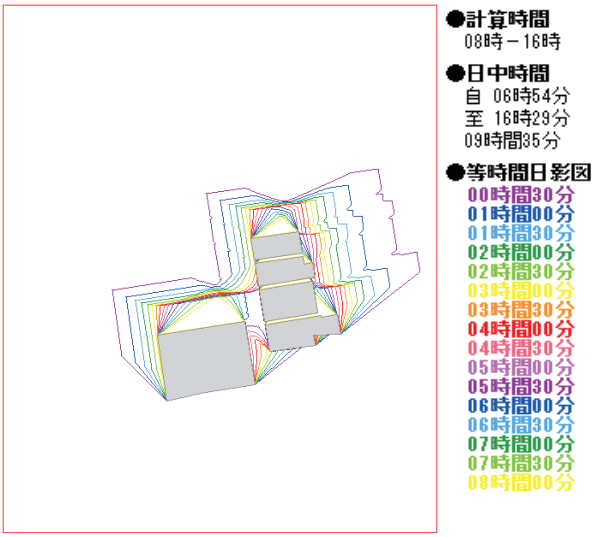
建築物壁面の測定点の日影時間
（協調的建て替えの市街地モデル）

図 5-40　手法適用区域内の建築物の測定点（水平面高さ 6.5m）における日影状況の計算例

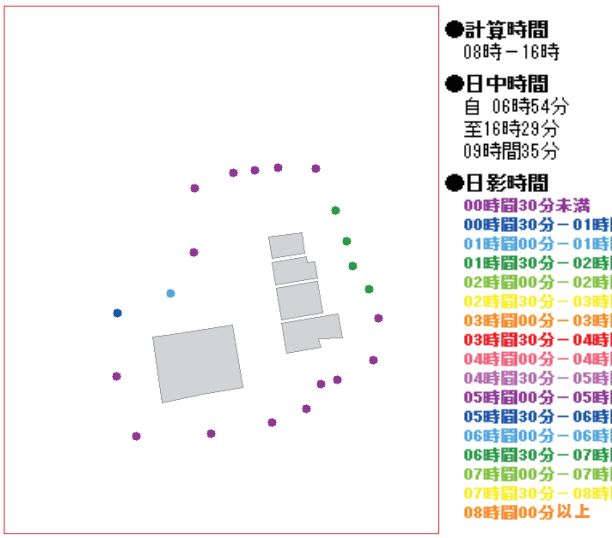
図 5-41 に手法適用区域外の周辺敷地の測定点における日影状況の計算例を示す。



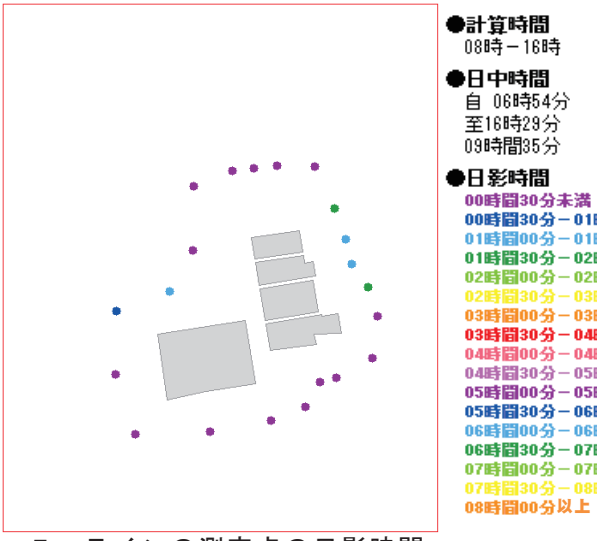
等時間日影図
（基本建て替えの市街地モデル）



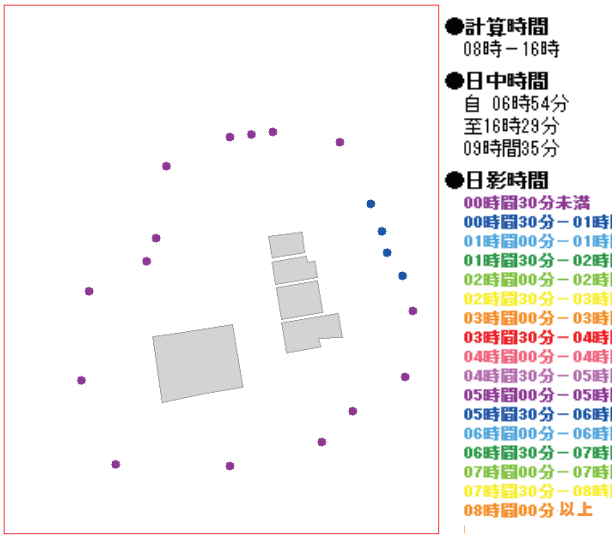
等時間日影図
（協調的建て替えの市街地モデル）



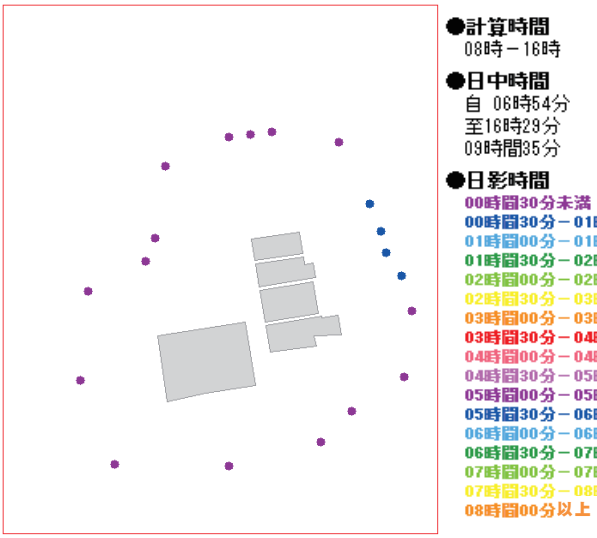
５ｍラインの測定点の日影時間
（基本建て替えの市街地モデル）



５ｍラインの測定点の日影時間
（協調的建て替えの市街地モデル）



１０ｍラインの測定点の日影時間
（基本建て替えの市街地モデル）



１０ｍラインの測定点の日影時間
（協調的建て替えの市街地モデル）

図 5-41　手法適用区域外の周辺敷地の測定点（水平面高さ 6.5m）における日影状況の計算例

図 5-42 に第３章３．３に示した【評価方法の例４】に基づき行った手法適用区域内の建築物の測定点における日影状況の比較評価結果の例を示す。

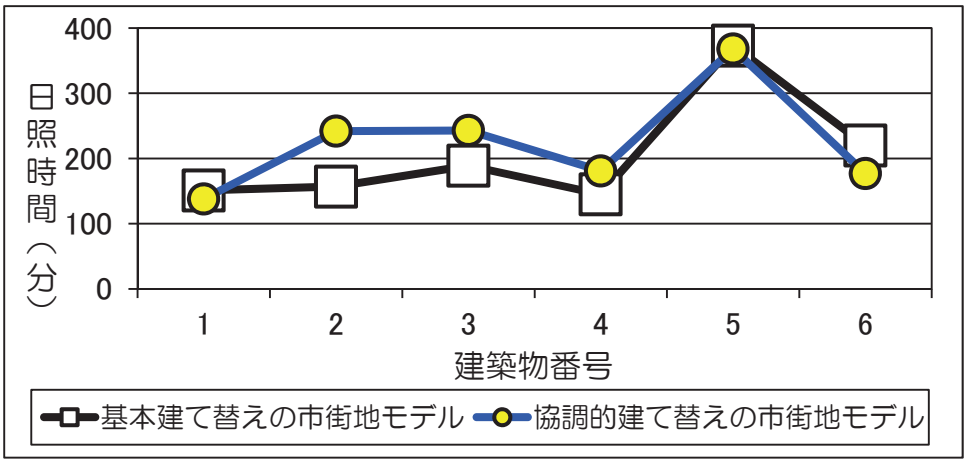


図 5-42　手法適用区域内の建築物における冬至の日照時間
（各建築物での最大値）の比較評価の例

図 5-43、図 5-44 に第３章３．３に示した【評価方法の例２】に基づき行った手法適用区域外の周辺敷地の測定点における日影状況の比較評価結果の例を示す。

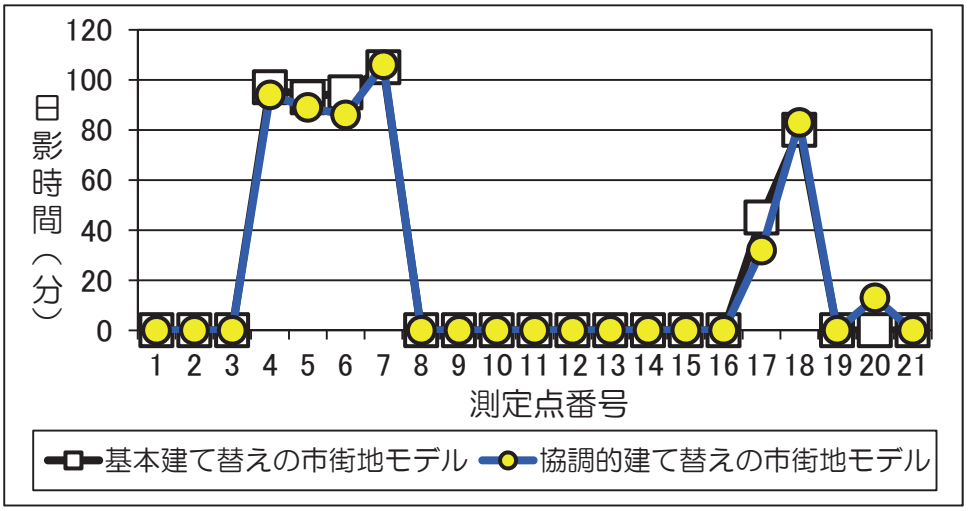


図 5-43　手法適用区域外の敷地における５ｍラインの測定点での
冬至の日影時間の比較評価の例

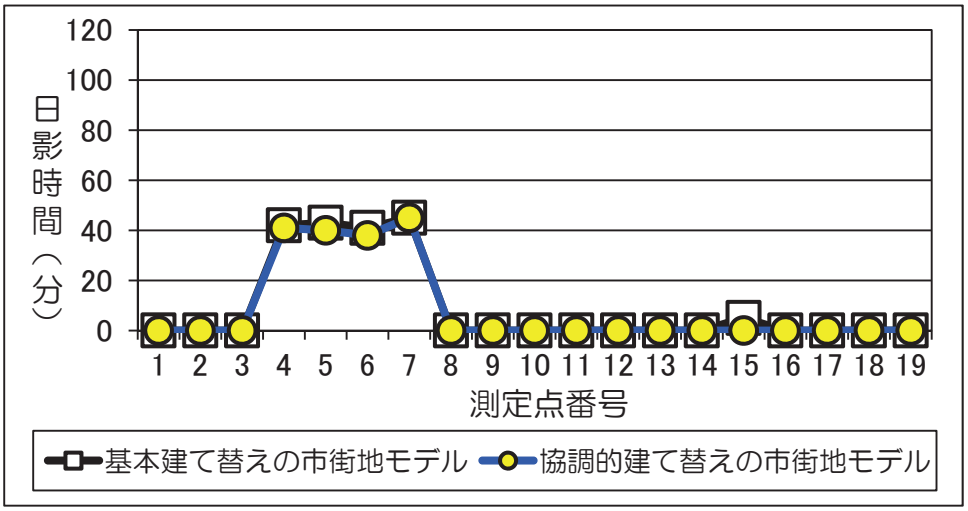
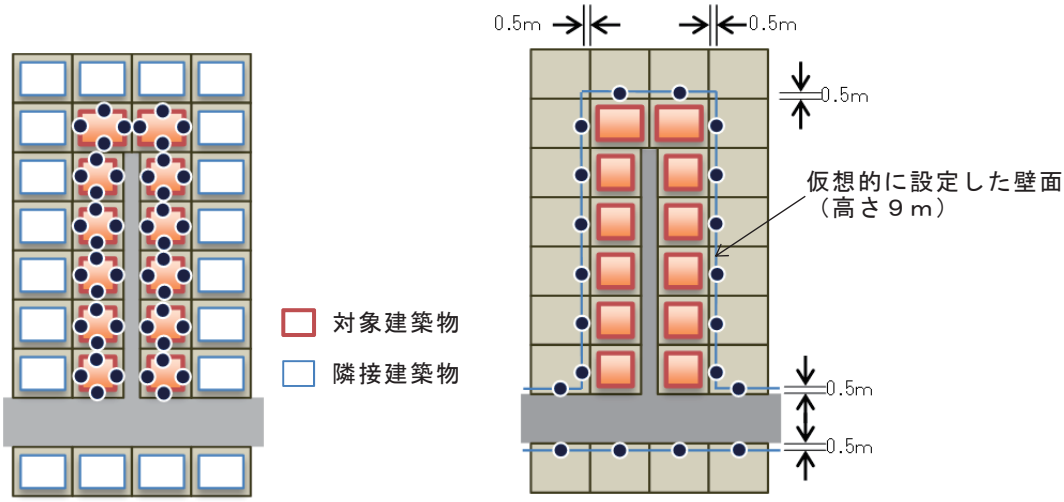


図 5-44　手法適用区域外の敷地における１０ｍラインの測定点での
冬至の日影時間の比較評価の例

４．５　採光性能水準の計算例

基本建て替えの市街地モデル及び協調的建て替えの市街地モデルについて、第３章３．４に示した採光性能水準の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及び適用区域外の周辺敷地の測定点（各階中央）における、曇天時（全天空照度 15,000Lx）の外壁面照度を計算した。

図 5-45 に第３章３．４に示した採光測定点の配置方法の例を示す。また、図 5-46 に図 5-45 に基づくケーススタディ地区における手法適用区域外の採光測定点の配置の例を示す。



＜手法適用検討区域内の採光測定点＞
（全壁面の各階中央部に設定）

＜手法適用検討区域外の採光測定点＞
（区域界から 0.5m の仮想壁面各階中央部に設定）

図 5-45　採光測定点の配置方法の例

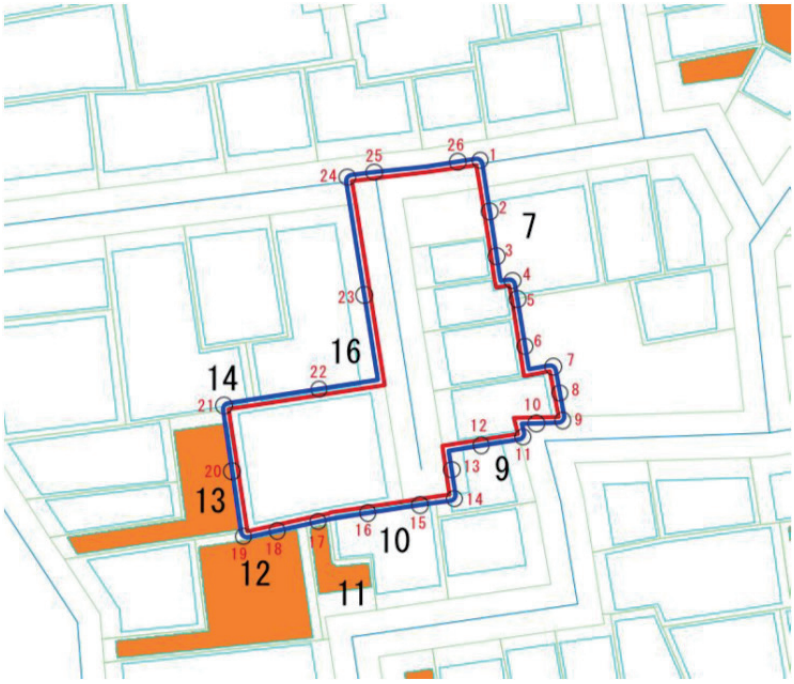


図 5-46　ケーススタディ地区における手法適用区域外の採光測定点の配置の例

図 5-47 に手法適用区域内の建築物の測定点における採光性能水準の計算例を示す。

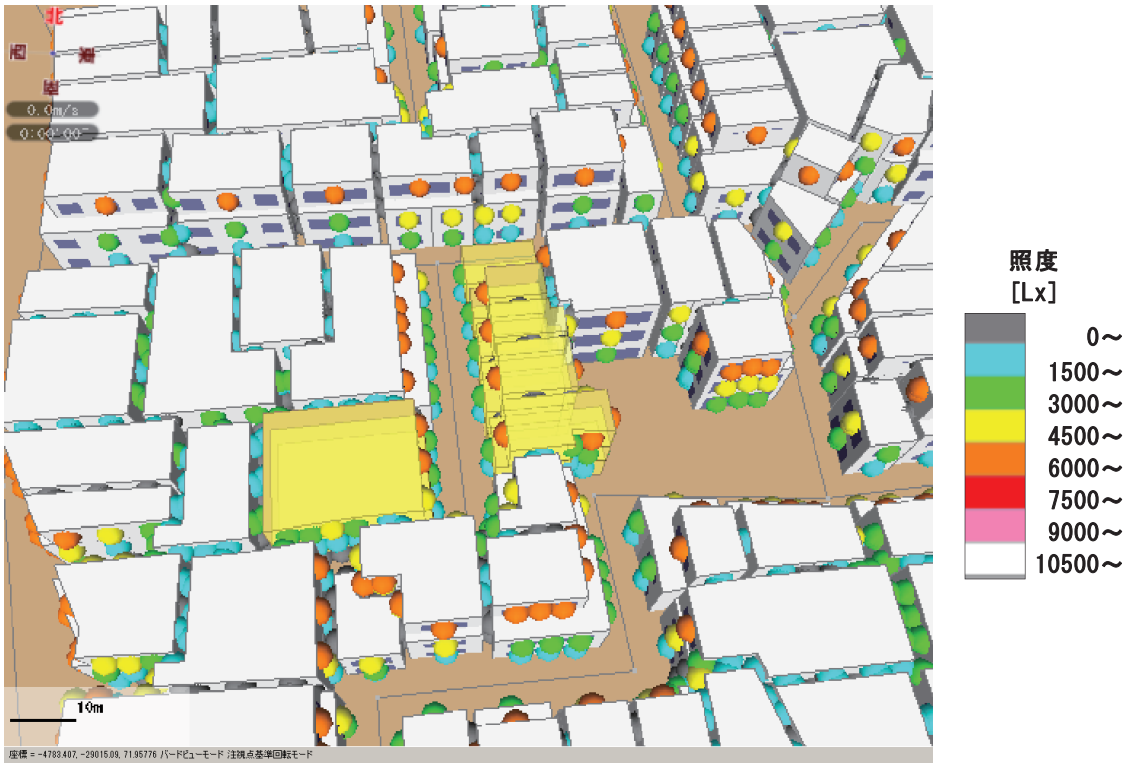


図 5-47　手法適用区域内の建築物の測定点（各階中央）における採光性能水準の計算例

図 5-48 に第３章３．４に示した【評価方法の例４】に基づき行った手法適用区域内の建築物の測定点における採光性能水準の比較評価結果の例を示す。

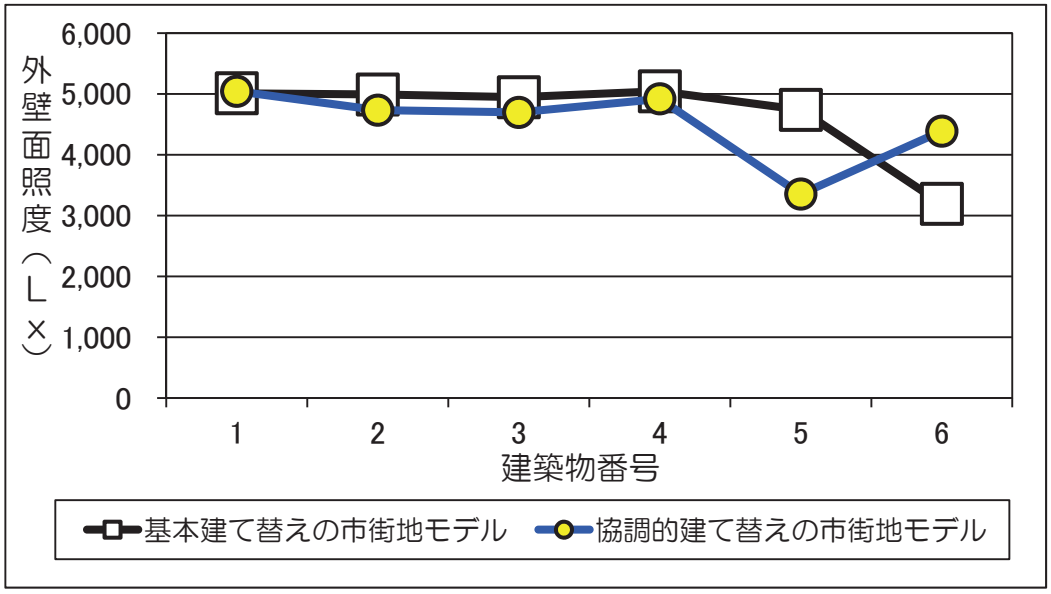


図 5-48　手法適用区域内の建築物における曇天時の外壁面照度
（各建築物での最大値）の比較評価の例

図 5-49 に第３章３．４に示した【評価方法の例２】に基づき行った手法適用区域外の周辺敷地の測定点における採光性能水準の比較評価結果の例を示す。

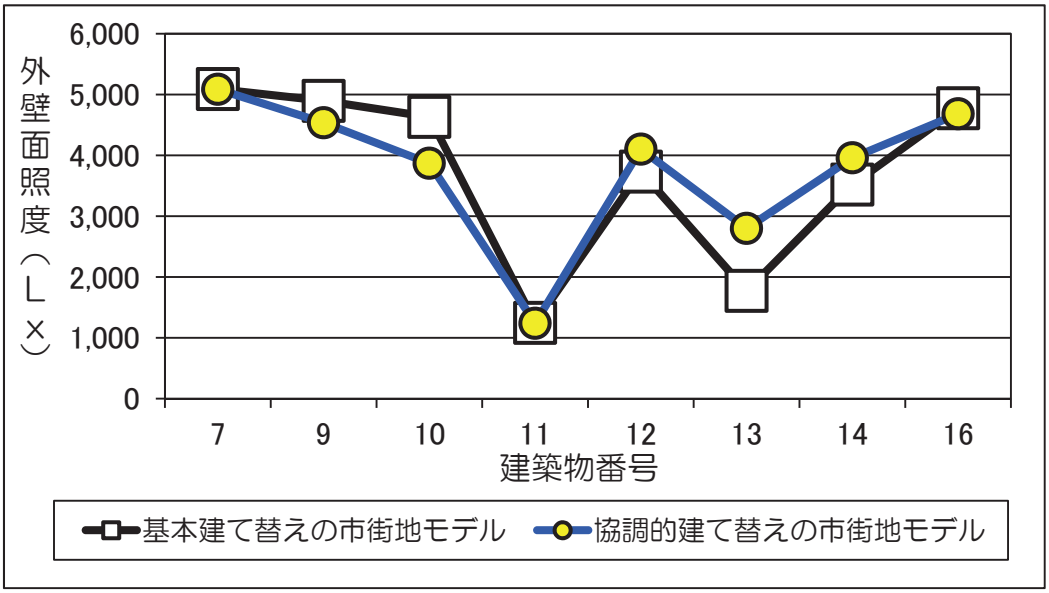


図 5-49　手法適用区域外の周辺敷地の仮想的な壁面における曇天時の外壁面照度（各敷地での最大値）の比較評価の例

４．６　換気性能水準の計算例

基本建て替えの市街地モデル及び協調的建て替えの市街地モデルについて、第３章３．５に示した換気性能水準の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその周辺建築物の検査空間において通年で換気回数 400 回/h 以上となる超過確率を計算した。図 5-50 に CFD に使用した 3D モデルの例を、図 5-51 に CFD により得られた風速分布の例を示す。

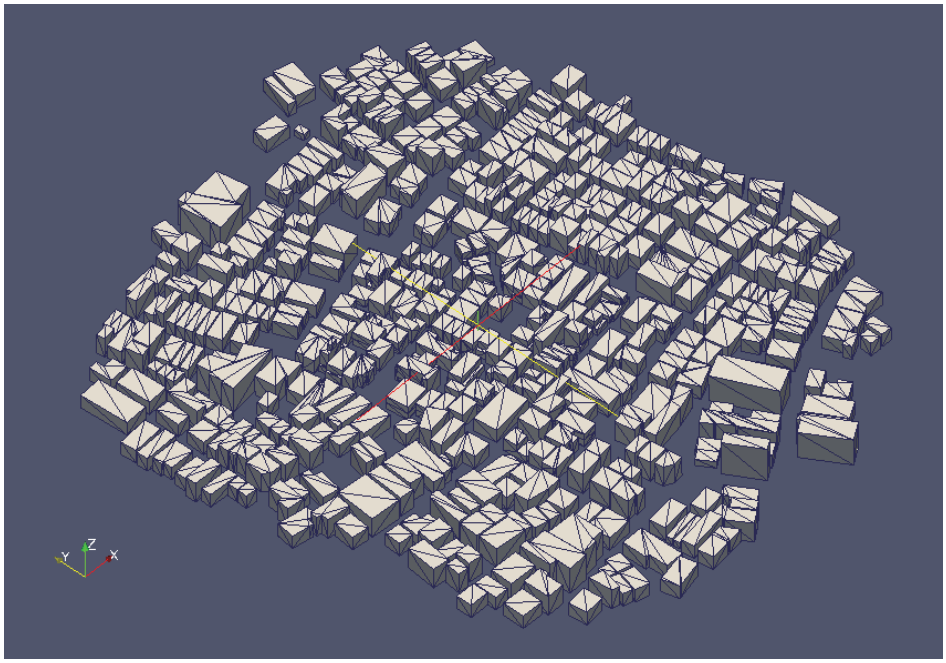


図 5-50　CFD 計算モデル

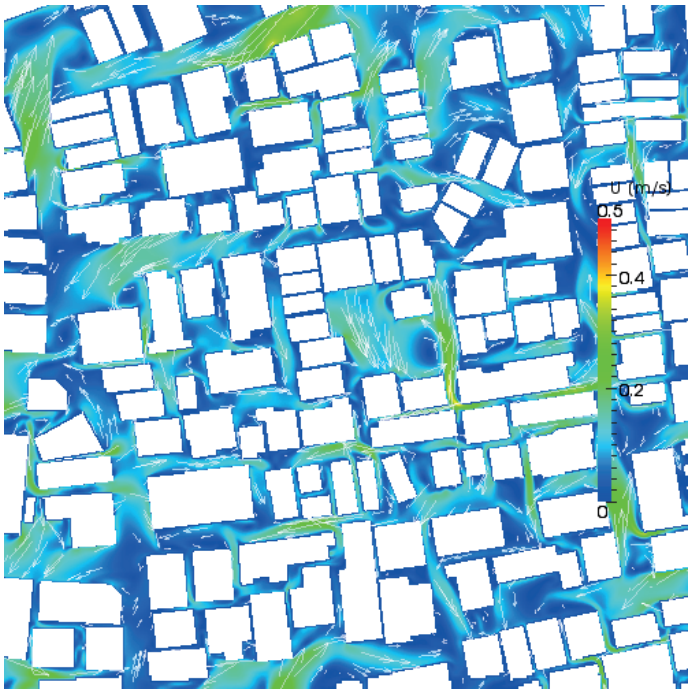


図 5-51　風速分布の例（地上 1.5m 位置）

図 5-52 は、通年で換気回数 400 回/h 以上となる超過確率を図示した例である。検査空間毎、建築物毎(住戸中心位置の円で示している)に超過確率を示している。建築物毎の超過確率は、それぞれの建築物に属する検査空間の中で最大となる超過確率を採っている。

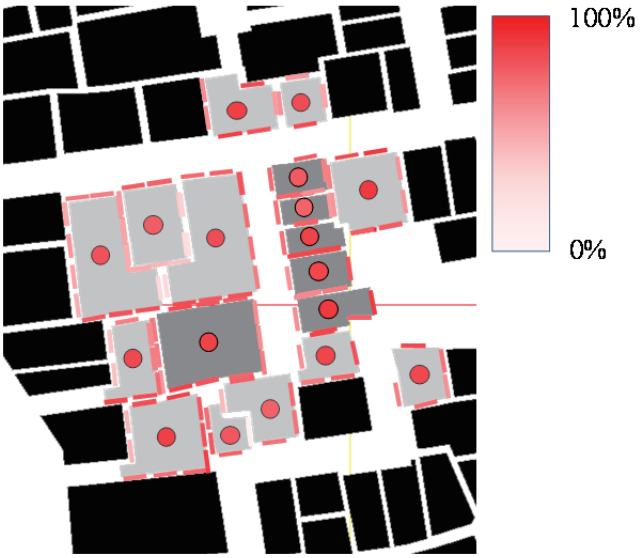


図 5-52　検査空間および住戸毎に超過確率を図示した例

図 5-53 は、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその周辺建築物における超過確率の比較評価結果の例を示す。

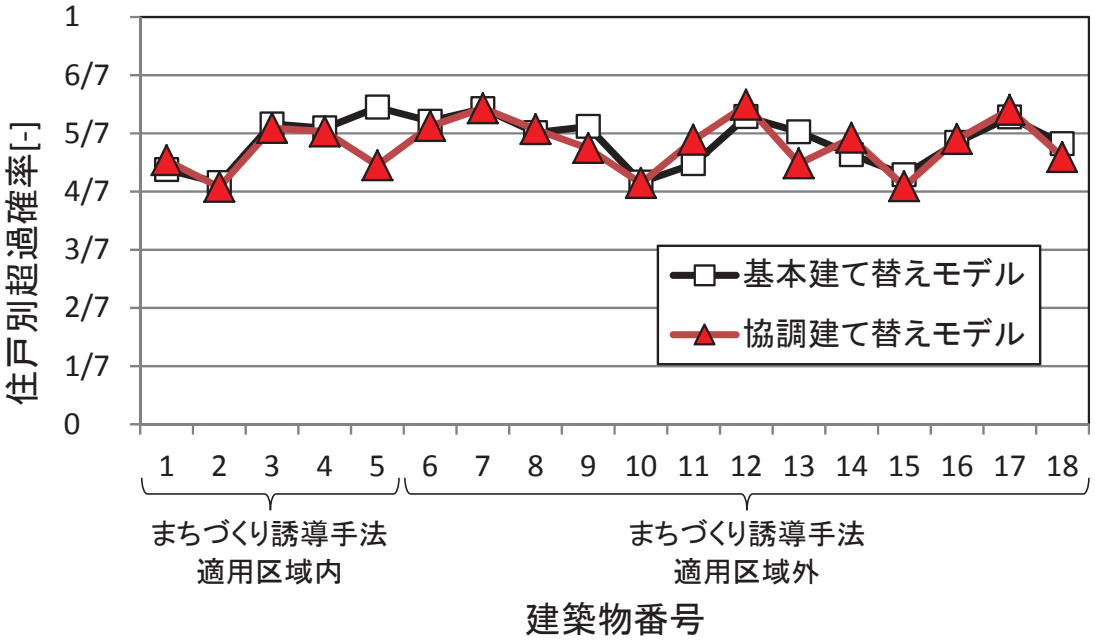


図 5-53 建築物毎の超過確率（換気性能水準）

４．７　通風性能水準の計算例

基本建て替えの市街地モデル及び協調的建て替えの市街地モデルについて、第３章３．６に示した通風性能水準の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその周辺建築物の検査空間において夏期の風速が 1m/s 以上となる超過確率を計算した。

図 5-54 は、夏期の風速が 1m/s 以上となる超過確率を図示した例である。検査空間毎、建築物毎(住戸中心位置の円で示している)に超過確率を示している。建築物毎の超過確率は、それぞれの建築物に属する検査空間の中で最大となる超過確率を採っている。

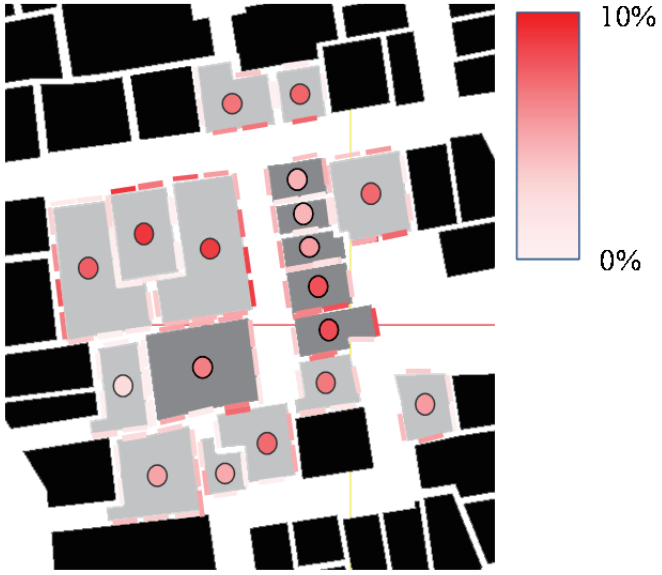


図 5-54　検査空間および住戸毎に超過確率を図示した例

図 5-55 は、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその周辺建築物における超過確率の比較評価結果の例を示す。

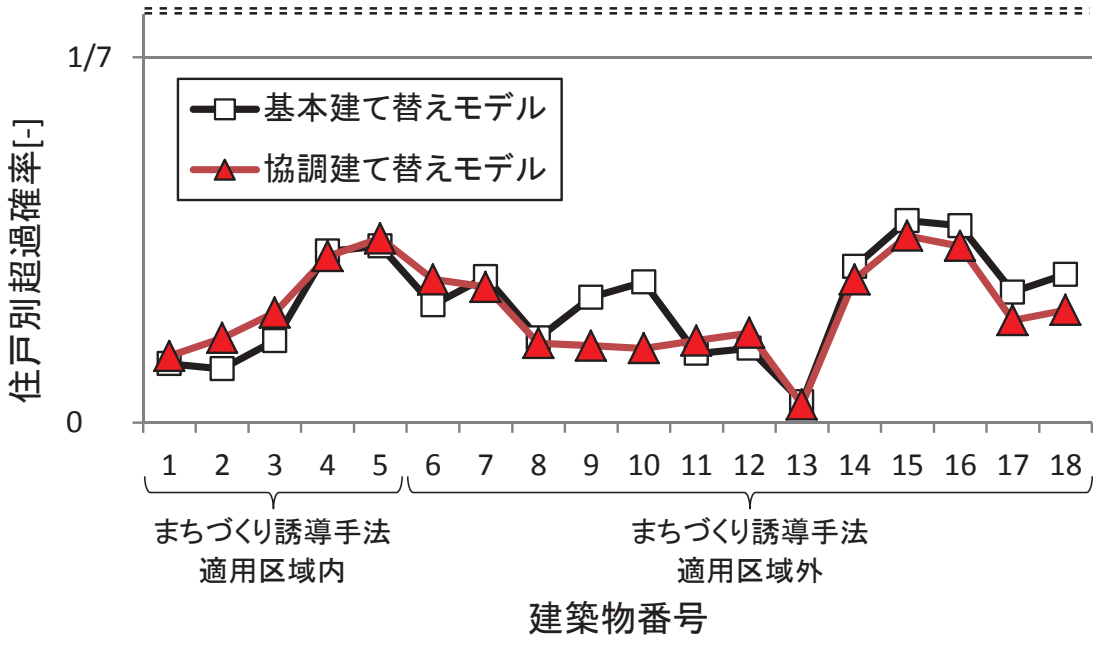


図 5-55　建築物毎の超過確率（通風性能水準）

巻末資料

巻末資料

密集市街地における
協調的建て替えルール策定支援のための
街区性能水準の予測・評価のレファレンス
（試行版）

はしがき

住生活基本計画（全国計画）（平成２３年３月１５日閣議決定）[注]においては、安全・安心で豊かな住生活を支える生活環境の構築を目標の１つに掲げ、住生活の安全を確保する住宅及び居住環境の整備を図るため、基礎的な安全性確保の指標の１つとして、「地震時等に著しく危険な密集市街地」約 6,000ha（平成 22 年）をおおむね解消（平成 32 年）することとしている。さらに、そのための基本的な施策の１つとして、延焼・倒壊の危険性の高い老朽建築物の建て替え・除却や、避難経路、消防環境等の地域特性を踏まえた対策等により密集市街地の整備を促進することとしており、防災性向上のための整備・改善の加速化が求められている。

一方、密集市街地の街区内部（アン）は狭隘道路と狭小敷地で構成されているため、建築物を建て替えようとした場合には、建築基準法の集団規定（接道要件、道路斜線制限、建ぺい率制限等）に適合させることが困難な場合も多くみられ、結果的に建て替えが進みにくいケースも見受けられる。

このため、密集市街地の特に「アン」において、街並み誘導型地区計画、建ぺい率特例許可、法第４２条第３項による道路指定、連担建築物設計制度、法第４３条ただし書による許可等の各種のまちづくり誘導手法を用いた「協調的建て替えルール」に従って、区域内の各敷地において個別に建て替えを誘導・促進することも、密集市街地の改善に向けて有効である。

これらのまちづくり誘導手法の導入検討の際には、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えることが重要と考えられる。しかしながら、このようなまちづくり誘導手法を用いて建て替えが行われた場合に、どのような市街地となるか想定することや、建て替え後の想定市街地について、街区性能水準を予測・評価し、比較する科学的・定量的な手法は未だ確立されていない。

以上のような背景から、国土交通省国土技術政策総合研究所では、地方公共団体やまちづくりコンサルタントによるまちづくり誘導手法を用いた協調的建て替えルールの策定を支援するため、平成 22～25 年度行政部費事項立て研究「密集市街地における協調的建て替えルールの策定支援技術の開発」において、一般的な個別建て替えにより想定される市街地の街区性能水準と各種の協調的建て替えルールに従った建て替えにより想定される市街地の街区性能水準について、市街地の即地的な要素をある程度単純化したモデルの下で簡易に比較する手法の検討に取り組んだ。

本研究において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検討し、基本的な考え方や評価の参考例について整理したものが本レファレンス（試行版）である。

（注）平成 28 年 3 月 18 日に閣議決定された新たな住生活基本計画（全国計画）（平成 28～37 年度）では、「地震時等に著しく危険な密集市街地」の面積約 4,450ha（平成 27 速報）を平成 32 年までにおおむね解消することとされている。

第１部「密集市街地における協調的建て替えルール策定検討の背景・目的」では、密集市街地の現状と課題、密集市街地において協調的建て替えルールの策定を検討すべき背景・目的について解説する。第２部「協調的建て替えルールに関する各種まちづくり誘導手法の概要と手法選択の考え方」では、密集市街地において活用が想定される協調的建て替えルールに関する各種まちづくり誘導手法の概要と特長、法令上の適用要件、周辺市街地や適用区域の敷地・道路の状況に応じた手法選択の考え方等について解説する。第３部「街区性能水準評価の考え方」では、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について定量的評価を行う観点から、街区性能の構成要素を仮定的に設定し、市街地の即地的な要素をある程度単純化したモデルのもとで、協調的建て替えルールを適用した場合の街区性能水準の評価方法とその比較方法について提案する。第４部「典型密集市街地におけるケーススタディ」では、第３部で提案した街区性能水準の評価方法を用いて具体の類型密集市街地を対象に行ったケーススタディの例を紹介する。

なお、本レファレンス（試行版）は、本研究における典型密集市街地でのケーススタディ結果を反映したものであるが、本レファレンス（試行版）で示す街区性能水準の評価方法の基本的な考え方は、即地的な要素をある程度単純化して設定し比較することとなるため、地域の状況や個別の計画による違いや、政策的な判断も考慮すると、あくまでも協調的建て替えルールを検討する際の参考と考えるべきであること、今後、更に多様な地区におけるケーススタディや地方公共団体による試行等を重ね、詳細化、マイナス面等の副作用の検証、指標間のトレードオフ分析等を経た上で、地域の実情に応じた適切な評価ができるよう改良の余地があること、本レファレンス（試行版）を活用する際は地域の実情に応じて柔軟に活用すべきであり、本レファレンス（試行版）以外の評価方法の活用も有効であることを申し添える。

最後に、本レファレンス（試行版）の検討においては、学識経験者、地方公共団体、都市再生機構、本省住宅局からなる「密集市街地における協調的建て替えルール策定ガイドラインに関する意見聴取会」（座長：柳沢厚・(株)Ｃ－まち計画室代表）を開催し、そこで出された意見を反映して取りまとめている。ご協力をいただいた関係各位に記して謝意を表したい。

国土交通省国土技術政策総合研究所

密集市街地における協調的建て替えルール策定ガイドラインに関する意見聴取会
委員名簿

【委員（学識経験者）】

柳沢　厚	Ｃ－まち計画室 代表	＜座長、まちづくり＞
糸井川 栄一	筑波大学 システム情報系 教授	＜防火・避難＞
平手 小太郎	東京大学 大学院工学系研究科 建築学専攻 教授	＜日照・採光＞
加藤　信介	東京大学 生産技術研究所 教授	＜換気・通風＞

【委員（地方公共団体）】

荻田　崇	東京都 都市整備局 市街地整備部 防災都市づくり課 課長補佐
小泉 真一郎	大阪府 住宅まちづくり部 居住企画課 ニュータウン・密集市街地再生グループ 課長補佐
中山　淳一	荒川区 防災都市づくり部 建築指導課 課長
松本　潤朗	横浜市 建築局 建築企画課　担当課長 （兼）都市整備局 地域まちづくり課 担当課長
溝上　省二	京都市 都市計画局 建築指導部 建築指導課 課長
茂福　隆幸	寝屋川市 まち政策部 部長
熊田　典彦	神戸市 都市計画総局 建築指導部 建築安全課 課長

【委員（都市再生機構）】

竹内　英雄	独立行政法人都市再生機構 都市再生部 事業管理第１チーム チームリーダー

【協力委員（国土交通省）】

真鍋　純	国土交通省 住宅局 市街地建築課 市街地住宅整備室 室長
島田　和明	国土交通省 住宅局 市街地建築課 市街地住宅整備室 企画専門官
津森　俊英	国土交通省 住宅局 市街地建築課 市街地住宅整備室 課長補佐
小冨士 貴	国土交通省 住宅局 市街地建築課 課長補佐
野原　邦治	国土交通省 住宅局 建築指導課 建築物防災対策室 課長補佐

【事務局】

金子　弘	国土交通省 国土技術政策総合研究所 都市研究部 部長
勝又　済	国土交通省 国土技術政策総合研究所 都市研究部 都市開発研究室 主任研究官
岩見　達也	国土交通省 国土技術政策総合研究所 総合技術政策研究センター 建設経済研究室 主任研究官
西澤　繁毅	国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部 環境・設備基準研究室 主任研究官
三木　保弘	独立行政法人建築研究所 環境研究グループ 主任研究員
神谷　秀美	株式会社マヌ都市建築研究所 取締役・主席研究員
安富　啓	株式会社マヌ都市建築研究所 統括主任研究員
亀山　恒夫	株式会社マヌ都市建築研究所 特任研究員
坂井　遼	株式会社マヌ都市建築研究所 副主任研究員
落合　智	株式会社マヌ都市建築研究所 研究員
小縣　信也	株式会社森村設計

（所属・肩書きは平成 26 年 2 月 28 日現在）

『密集市街地における協調的建て替えルール策定支援のための
街区性能水準の予測・評価のレファレンス（試行版）』

目　次

第１部　密集市街地における協調的建て替えルール策定検討の背景・目的　1

１．　密集市街地の拡がりと住生活基本計画(全国計画)における整備目標 ･････････ 2

２．　密集市街地において建て替えが進みにくい要因 ･････････････････････････ 4

３．　密集市街地における協調的建て替えルールの導入事例 ･････････････････････ 7

第２部　協調的建て替えルールに関する各種まちづくり誘導手法の概要と手法選択の考え方　9

１．　協調的建て替えルールに関する各種まちづくり誘導手法の概要、特長 ･･････ 10

２．　市街地特性に応じた手法選択の考え方 ･････････････････････････････････ 13

第３部　街区性能水準評価の考え方　15

１．　街区性能水準評価の基本的な考え方 ･････････････････････････････････ 16

２．　基本建て替えの市街地モデルの設定 ･････････････････････････････････ 21

３．　協調的建て替えの市街地モデルの設定 ･････････････････････････････････ 26

４．　街区性能水準の評価方法 ･･･ 27

防火性能水準 ･･･ 28

避難性能水準 ･･･ 30

日影状況 ･･･ 34

採光性能水準 ･･･ 36

換気性能水準 ･･･ 40

通風性能水準 ･･･ 42

５．　街区性能水準を向上させる工夫 ･････････････････････････････････････ 44

第４部　典型密集市街地におけるケーススタディ　47

１．　ケーススタディ地区の概要 ･･･ 48

２．　基本建て替えの市街地モデル及び協調的建て替えの市街地モデルの設定 ････ 50

３．　街区性能水準の比較評価のシミュレーション ･････････････････････････ 53

第１部　密集市街地における協調的建て替えルール策定検討の背景・目的

密集市街地の現状と課題、密集市街地において協調的建て替えルールの策定を検討すべき背景・目的について解説する。

１．密集市街地の拡がりと住生活基本計画（全国計画）における整備目標

２．密集市街地において建て替えが進みにくい要因

３．密集市街地における協調的建て替えルールの導入事例

1．密集市街地の拡がりと住生活基本計画（全国計画）における整備目標

密集市街地においては、防災面や住環境の面で多くの課題を抱えている地区が多く、特に都市の安全確保が喫緊の課題となっている。

平成23年3月15日に閣議決定された住生活基本計画（全国計画）（表1-1参照）（※注1-1）においては、安全・安心で豊かな住生活を支える生活環境の構築を目標の1つに掲げ、住生活の安全を確保する住宅及び居住環境の整備を図るため、基礎的な安全性確保の指標の1つとして、「地震時等に著しく危険な密集市街地の面積」（延焼危険性又は避難困難性が高く、地震時等において最低限の安全性を確保することが困難である、著しく危険な密集市街地）約6,000haを平成32年度までに概ね解消するとの目標が定められた。

図1-1　防災上危険な密集市街地

また、密集市街地の整備促進に向けた「基本的な施策」として、住宅の耐震改修、老朽建築物の建て替え・除却や、避難経路、消防環境等の地域特性を踏まえた対策等が位置付けられた。

平成24年10月12日には、国土交通省の詳細な調査結果により、「地震時等に著しく危険な密集市街地」は全国に197地区（5,745ha）存在することが公表された（表1-2、図1-2参照）。「地震時等に著しく危険な密集市街地」については、最低限の安全性確保のための当面の目標として、地震時等において同時多発火災が発生したとしても際限なく延焼せず避難が困難とならないこととし、地震時等における市街地大火の危険性を判断する基準として、従来から用いている「延焼危険性」の指標に加え、地震時等における避難の困難さを判断する基準として「避難困難性」の指標を併せ考慮するとともに、各地方公共団体が個々の地域の特性を踏まえて位置づけの要否を判断して指定が行われている。

（※注1-1）　平成28年3月18日に閣議決定された新たな住生活基本計画（全国計画）（平成28～37年度）では、「地震時等に著しく危険な密集市街地」の面積約4,450ha（平成27速報）を平成32年までにおおむね解消することとされている。

表1-1　住生活基本計画（全国計画）抜粋

住生活基本計画（全国計画）（平成23～32年度）（平成23年3月15日閣議決定）※抜粋

■目標

［住生活の安全を確保する住宅及び居住環境の整備］

大規模な地震時等において危険な住宅及び住宅市街地の安全性の確保等により、安全・安心な住宅及び居住環境の整備を図る。

■指標

［基礎的な安全性の確保］

・新耐震基準（昭和56年基準）が求める耐震性を有する住宅ストックの比率
　【79%(平20)→95%(平32)】

・地震時等に著しく危険な密集市街地の面積
　【約6,000ha(平22)→おおむね解消(平32)】

■基本的な施策

○ 住宅の耐震化を徹底するため、地方公共団体と連携した支援制度の整備、技術者の派遣・育成、相談体制の整備等により耐震診断、耐震改修、建替え等を促進する。また、犯罪の危険性に備え、住宅の防犯性向上のための情報提供等を行う。

○ 延焼・倒壊の危険性の高い老朽建築物の建替え・除却や、避難経路、消防環境等の地域特性を踏まえた対策、道路幅員等に関する建築基準法上の緩和措置の活用等により密集市街地の整備を促進する。また、宅地耐震化対策、浸水対策、土砂災害対策、津波・高潮対策等を推進する。

表 1-2　「地震時等に著しく危険な密集市街地」の指定状況（平成 24 年国土交通省公表）

都道府県	地区数	面積	市町村	地区数	面積
埼玉県	2地区	54ha	川口市	2地区	54ha
千葉県	1地区	9ha	浦安市	1地区	9ha
東京都	113地区	1,683ha	文京区	1地区	13ha
			台東区	3地区	29ha
			墨田区	19地区	389ha
			品川区	23地区	257ha
			目黒区	3地区	47ha
			大田区	4地区	61ha
			世田谷区	6地区	104ha
			渋谷区	3地区	45ha
			中野区	9地区	152ha
			豊島区	5地区	84ha
			北区	21地区	270ha
			荒川区	8地区	126ha
			足立区	8地区	107ha
神奈川県	25地区	690ha	横浜市	23地区	660ha
			川崎市	2地区	30ha
愛知県	3地区	104ha	名古屋市	2地区	87ha
			安城市	1地区	17ha
滋賀県	2地区	10ha	大津市	2地区	10ha
京都府	13地区	362ha	京都市	11地区	357ha
			向日市	2地区	5ha

都道府県	地区数	面積	市町村	地区数	面積
大阪府	11地区	2,248ha	大阪市	1地区	1,333ha
			堺市	1地区	54ha
			豊中市	2地区	246ha
			守口市	2地区	213ha
			門真市	1地区	137ha
			寝屋川市	3地区	216ha
			東大阪市	1地区	49ha
兵庫県	4地区	225ha	神戸市	4地区	225ha
和歌山県	2地区	13ha	橋本市	1地区	5ha
			かつらぎ町	1地区	8ha
徳島県	8地区	30ha	鳴門市	2地区	3ha
			美波町	4地区	24ha
			牟岐町	2地区	2ha
香川県	1地区	3ha	丸亀市	1地区	3ha
愛媛県	1地区	4ha	宇和島市	1地区	4ha
高知県	4地区	22ha	高知市	4地区	22ha
長崎県	4地区	262ha	長崎市	4地区	262ha
大分県	2地区	26ha	大分市	2地区	26ha
沖縄県	1地区	2ha	嘉手納町	1地区	2ha
	197地区	5,745ha		197地区	5,745ha

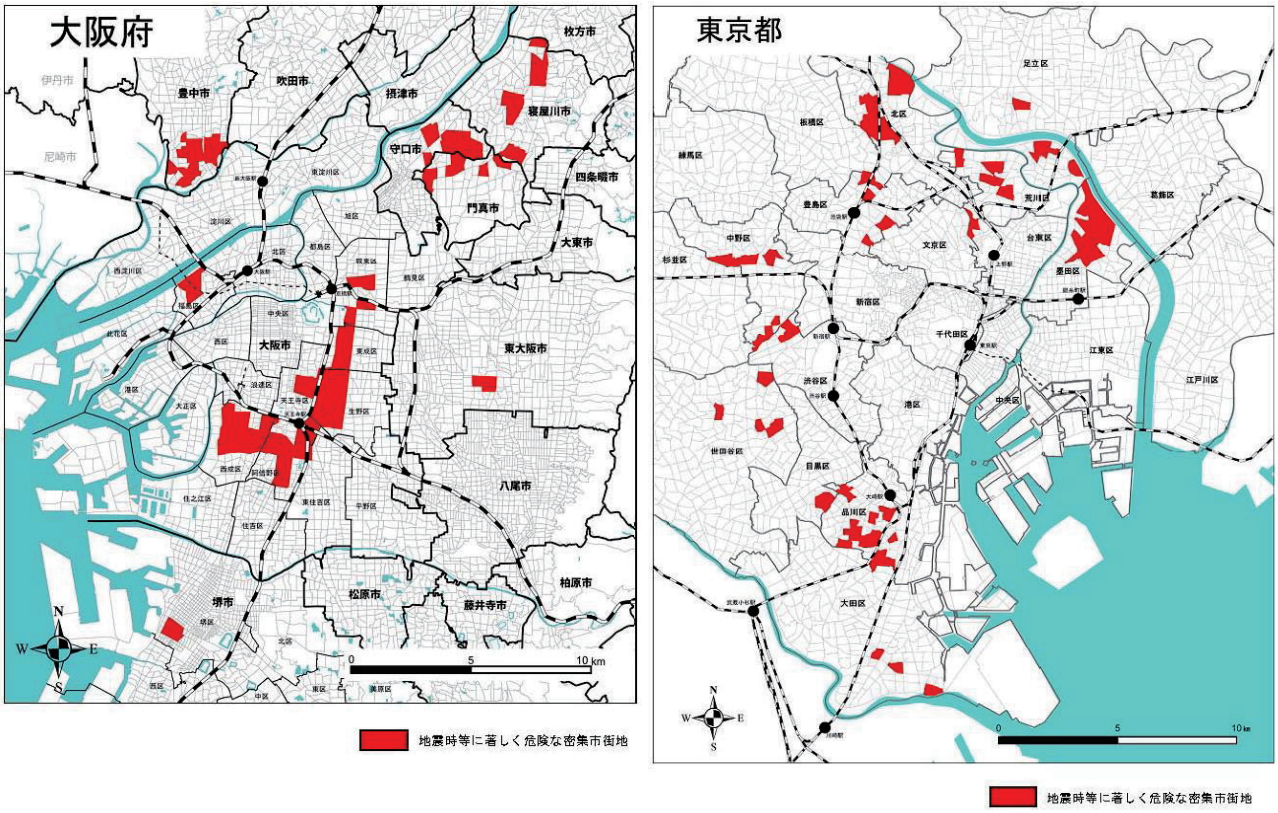


図 1-2　「地震時等に著しく危険な密集市街地」の分布（平成 24 年国土交通省公表。左：大阪、右：東京）

2．密集市街地において建て替えが進みにくい要因

密集市街地においては、一般に、①地権者の高齢化による建て替え意欲・資力の低下、②借地持家や借家（アパート）の複雑な権利関係、③接道不良・狭小敷地等の条件から建替えに際して建築基準法集団規定の接道要件、道路斜線制限、建ぺい率制限等に適合させることが困難であること、の大きく３点が、建築物の建て替えが進みにくい要因であると指摘されている（図 1-3）。国土技術政策総合研究所が平成 20 年度に実施した全国の「密集市街地を抱える市区町村」を対象としたアンケート調査においても、地権者の高齢化や資金不足、接道不良・敷地狭小が、密集市街地において建て替えが進みにくい要因の大きなものとして挙げられている（図 1-4）。

実際、国土技術政策総合研究所が平成 21 年度に実施した全国の重点密集市街地 (※注 1-2) を対象とした実態調査では、幅員４ｍ未満の細街路率や 100 ㎡未満敷地率の高い地区においては、建物更新率が低い傾向が現れている（図 1-5、図 1-6）。

（※注 1-2）重点密集市街地：　都市再生プロジェクト（第三次決定）（平成 13 年 12 月４日　都市再生本部決定）において定められた、地震時に大きな被害が想定される危険な密集市街地（東京、大阪各々約 6,000ha、全国で約 25,000ha）のうち、特に大火の可能性の高い危険な市街地（東京、大阪各々約 2,000ha、全国で約 8,000ha）。前述の住生活基本計画（全国計画）（平成 23 年３月 15 日閣議決定）において、「地震時等に著しく危険な密集市街地の面積」に見直しが行われた。

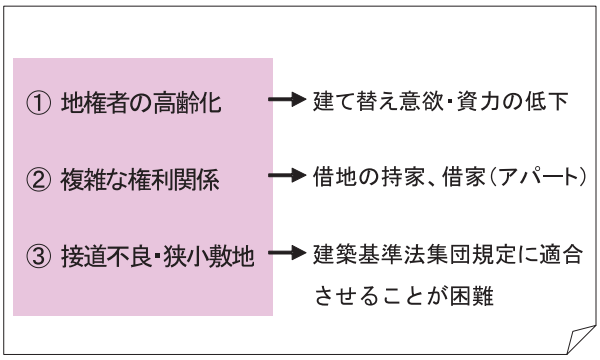
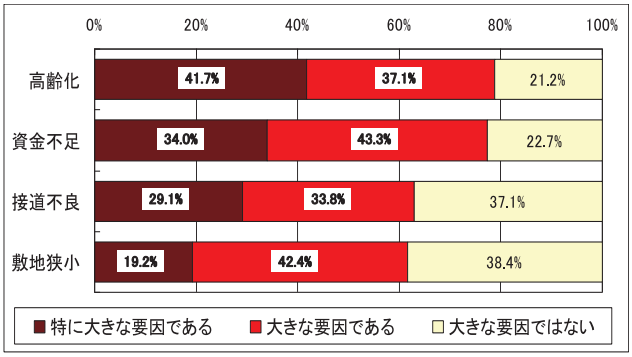


図 1-3　密集市街地において建て替えが進みにくい要因



※全国172の「密集市街地を抱える市区町村」を対象としたアンケート調査より

図 1-4　建て替えが進みにくい要因に関するアンケート結果

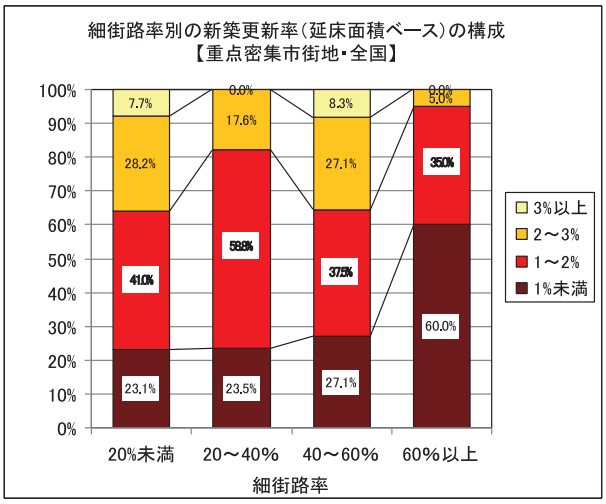


図 1-5　重点密集市街地における細街路率と更新率の関係

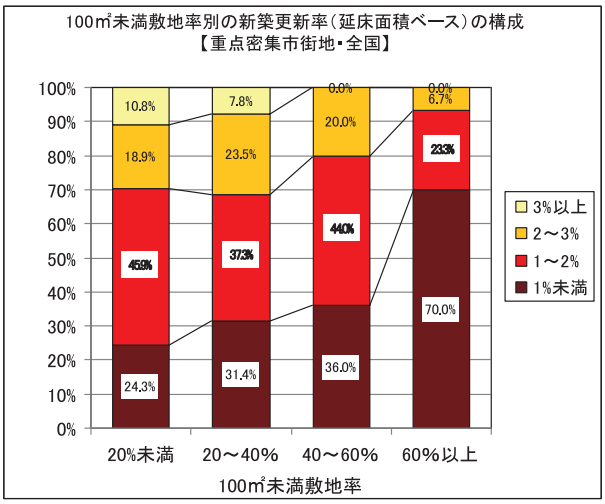


図 1-6　重点密集市街地における 100 ㎡未満敷地率と更新率の関係

密集市街地の整備改善を進めるため、街路事業、公園事業等により災害時の延焼遮断帯や避難路となる主要生活道路、主要生活道路沿道の不燃化建て替え、一時避難場所となる公園の整備といった、「ガワ」の整備とともに、住宅市街地総合整備事業等により狭隘道路と狭小敷地で構成される街区内部「アン」についても、老朽建築物の除却・建替え、道路、公園等の地区内の公共施設の整備が進められている。

一方、密集市街地の「アン」においては、「接道不良」や「狭小敷地」の問題を抱えていることが多く、老朽建築物の建て替えにおいて、建築基準法集団規定の接道要件、道路斜線制限、建ぺい率制限等に適合させることが困難となり、建て替えが進みにくいケースも見受けられる。

図 1-7　「ガワ」と「アン」

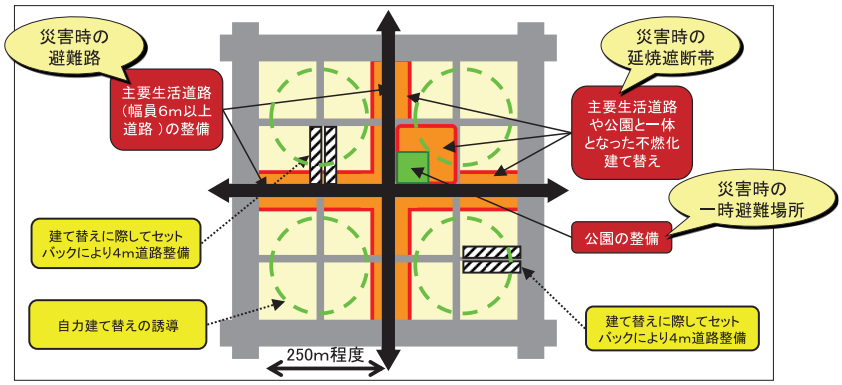


図 1-8　一般的な密集市街地整備の進め方

建築基準法の集団規定に適合させることが困難となケースについては、主に以下の点が考えられる。

- 接道要件に適合させることが困難なケース
- 道路斜線制限に適合させることが困難なケース
- 建ぺい率制限に適合させることが困難なケース
- 前面道路幅員容積率制限に適合させることが困難なケース

接道要件に適合させることが困難なケースについては、①二項道路に接するものの道路中心線から２ｍのセットバックが困難なケース、②接道幅が２ｍ未満のケース、③建築基準法上の道路に接道していないケース、が挙げられる（図 1-9）。

道路斜線制限に適合させることが困難なケースについては、床面積が狭いので建て替えに際し例えば総３階建て化することにより床面積を拡大したいが、接道幅員が狭いため道路斜線制限に抵触し十分な建築ボリュームが確保できないというケースが挙げられる（図 1-10）。

建ぺい率制限に適合させることが困難なケースについては、狭小敷地において建て替えにより１階部分の建築面積を拡大したいケース、特に建ぺい率の既存不適格建築物について建ぺい率制限に適合した建て替えを行うと従前よりも建築面積が小さくなってしまうケースが挙げられる。

前面道路幅員容積率制限に適合させることが困難なケースについては、地域に 200%や 300%の容積率が指定されていても、前面道路幅員が狭く、例えば住居系用途地域で前面道路幅員が４ｍの場合、４×0.4＝160%の容積率までしか利用できず、総３階建てへの建て替えや事業性のある建物が建築できないケースが挙げられる。

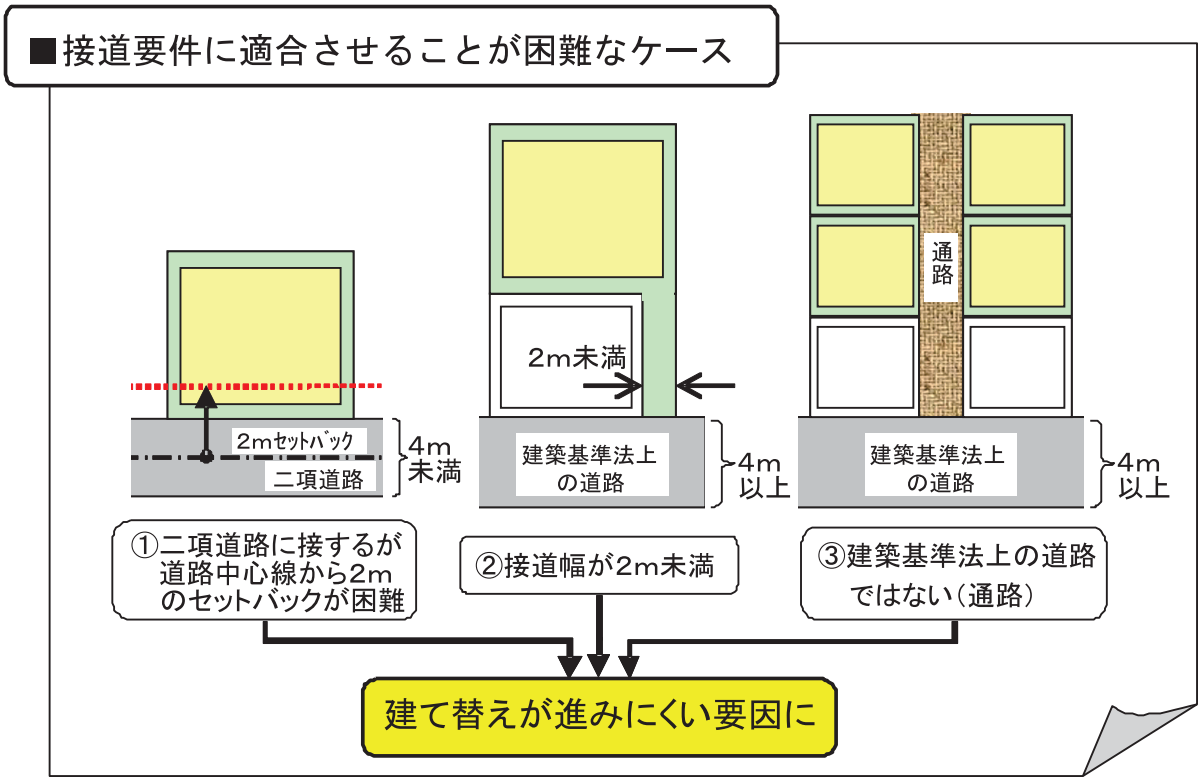


図 1-9　建て替え時に接道要件に適合させることが困難なケース

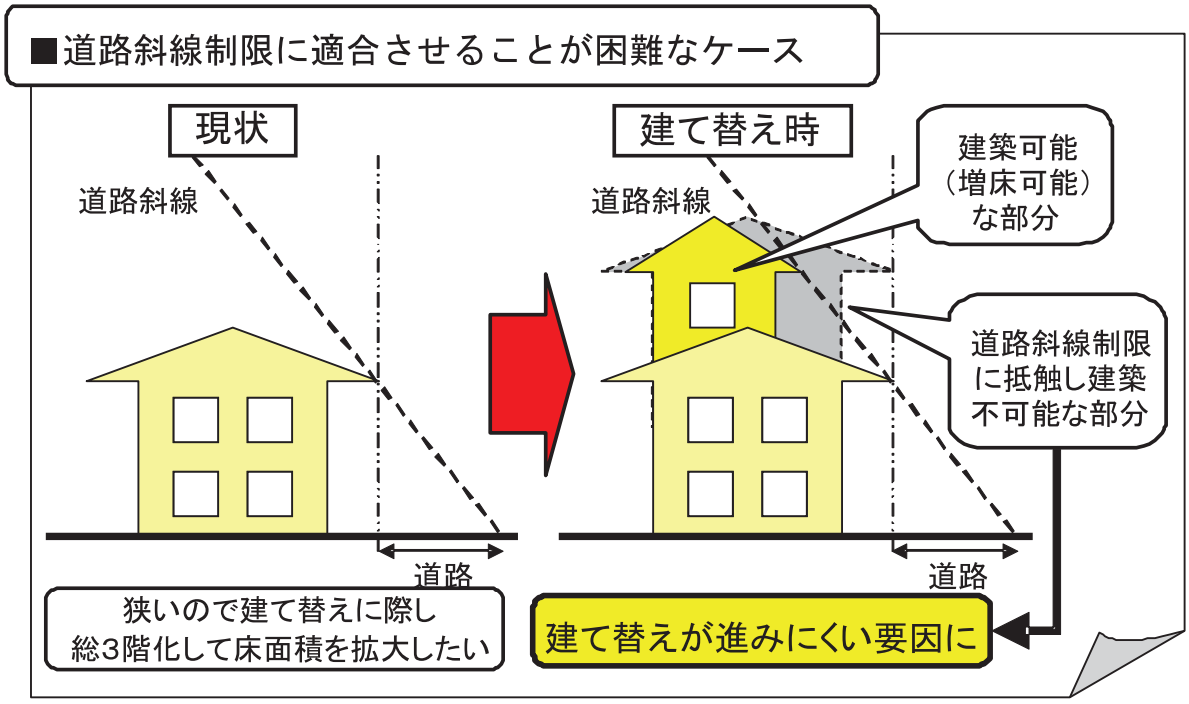


図 1-10　建て替え時に道路斜線制限に適合させることが困難なケース

３．密集市街地における協調的建て替えルールの導入事例

狭隘道路と狭小敷地で構成される密集市街地の街区内部（アン）では、建築基準法の集団規定に適合させることが困難となり建て替えが進みにくいケースが見受けられるが、建築基準法には、そのような場合でも建て替えを可能にする各種のまちづくり誘導手法が用意されている。これらの手法は、区域内の住民の合意等により、地域で定められている一般規制について、緩和・強化を行う区域独自の建築ルールを定め、個別の建て替えの促進と居住水準や住環境の改善を目指すものである。一部の地方公共団体においては、密集市街地の火災安全性能や住環境性能の改善を図るため、街並み誘導型地区計画、建ぺい率特例許可、法第４２条第３項による道路指定、連担建築物設計制度、法第４３条ただし書による許可等の各種のまちづくり誘導手法を活用して建築物の建て替え誘導、促進の取り組みが進められている。これらの手法を用いた「協調的建て替えルール」に従って、区域内の各敷地において個別に建て替えを誘導・促進することも、密集市街地の改善に向けて有効である。

東京都品川区戸越一丁目地区では、４ｍ未満の細街路に面する狭小敷地が数多く存在し、二項道路拡幅、道路斜線制限、前面道路幅員に基づく容積率制限等により従前床面積の確保が難しいことから建て替えが停滞していたが、平成 14 年 6 月に街並み誘導型地区計画を計画決定し、地区計画の認定により道路斜線制限や前面道路幅員容積率制限等を適用除外とした建て替えを行っている（図 1-11）。

図 1-11　街並み誘導型地区計画の認定を受けた建て替え事例（東京都品川区戸越一丁目地区）

大阪市では、長屋などの狭小な老朽木造住宅の密集市街地が多く存在し、建ぺい率を守って建て替えようとすると床面積が小さくなるため建て替えが進まない状況が防災上・住環境上の課題となっていたが、大阪市による要望もあり平成 12 年の建築基準法改正で建ぺい率許可制度が創設されたのを受け、平成 14 年 5 月に建ぺい率許可制度に関する基準を定め、狭小敷地において建ぺい率を緩和した建て替えを行っている（図 1-12）。

図 1-12　建ぺい率特例許可を適用した建て替え事例（大阪市）

東京都中央区月島地区では、二項道路の狭い路地沿いに狭小長屋が建ち並び、建て替えが困難、違法増築が増加する状況に対して、３階建てへの合法的な建て替えが可能となるよう、平成９年に街並み誘導型地区計画を適用し道路斜線制限等を緩和するとともに、平成 15 年に建築基準法第 43 条の２（三項道路沿道建築物への制限付加条例）が創設され平成 16 年に国の技術的助言が出されたのを機に、二項道路を幅員 2.7mの三項道路に指定（さらに街並み誘導型地区計画により三項道路の境界線から 0.3mの壁面の位置の制限を行い、合計 3.3mの空間を確保）することにより、路地空間を維持しながら建築規模を増大させ耐火性能を向上させた建て替えを行っている（図 1-13）。

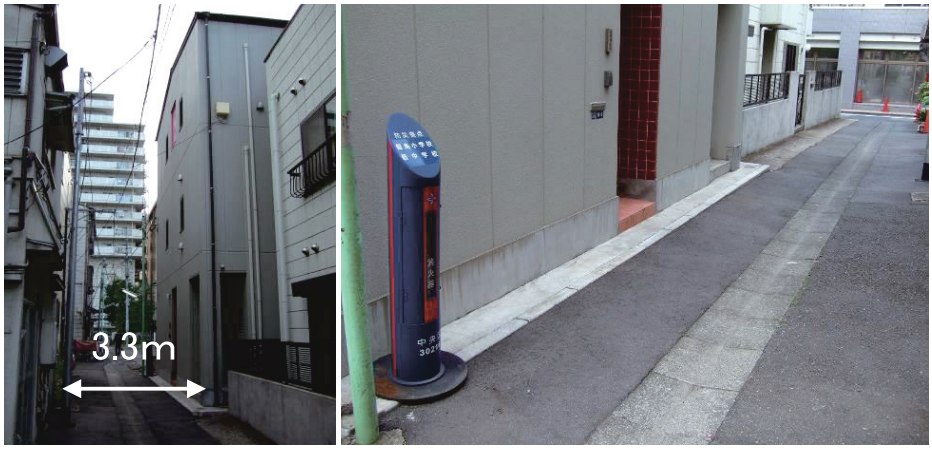


図 1-13　三項道路と街並み誘導型地区計画を適用した建て替え事例（東京都中央区月島地区）

京都市の都心部には二項道路に認定されていない袋路が多数存在（3000 本、都心区の住宅の約 14%）するが、４３条ただし書許可による①現況幅員 1.8m以上、②通路中心からの２m後退、③２階建て以下、の基準では建て替え困難なため、都心居住推進を目的として、連担建築物設計制度の活用により袋路内での３階建てへの協調建て替えを可能にしている（図 1-14）。

図 1-14　連担建築物設計制度を適用した建て替え事例（京都市）

密集市街地の防災性能や住環境性能の改善に向けて取組みが進められる中で、狭隘道路と狭小敷地で構成されることから建て替えが進みにくい密集市街地の街区内部（アン）では、これらの協調的建て替えルールの導入による建て替え促進が期待される。

第２部　協調的建て替えルールに関する各種まちづくり誘導手法の概要と手法選択の考え方

本部では、密集市街地において活用が想定される協調的建て替えルールに関する各種まちづくり誘導手法の概要と特長、法令上の適用要件、周辺市街地や適用区域の敷地・道路の状況に応じた手法選択の考え方等について解説する。

なお、本部の内容については、下記 URL の国総研資料 No.368『密集市街地整備のための集団規定の運用ガイドブック ～まちづくり誘導手法を用いた建替え促進のために～』で詳しく解説しているので、ご参照いただきたい。
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0368.htm

１．協調的建て替えルールに関する各種まちづくり誘導手法の概要、特長

（１）街並み誘導型地区計画

（２）建ぺい率特例許可

（３）三項道路

（４）連担建築物設計制度

（５）４３条ただし書許可

２．市街地特性に応じた手法選択の考え方

１．協調的建て替えルールに関する各種まちづくり誘導手法の概要、特長

密集市街地において活用が想定される協調的建て替えルールに関するまちづくり誘導手法として、国総研資料 No. 368『密集市街地整備のための集団規定の運用ガイドブック ～まちづくり誘導手法を用いた建替え促進のために～』で取り上げている、（１）街並み誘導型地区計画、（２）建ぺい率特例許可、（３）三項道路、（４）連担建築物設計制度、（５）４３条ただし書許可、について制度の概要と特長を整理する。

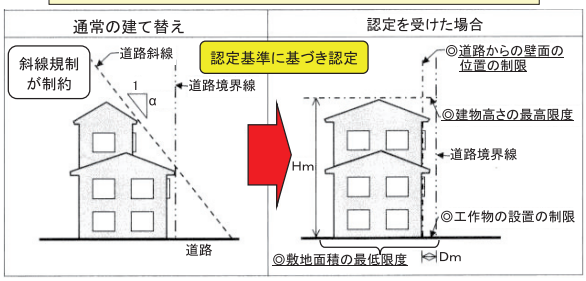
（１）街並み誘導型地区計画

街並み誘導型地区計画制度とは、壁面の位置の制限*、工作物の設置の制限、高さの最高限度*、容積率の最高限度（斜線制限のみ適用除外の場合は不要）、敷地面積の最低限度*を定めた地区計画等の内容に適合し（＊印は条例化が必要）、特定行政庁が交通・安全・防火・衛生上支障がないと認定した場合、斜線制限、前面道路幅員による容積率制限の適用を除外するものである。

道路斜線等の斜線制限や前面道路幅員による容積率制限が制約となって３階建て住宅への建て替えが困難な地区での活用が想定される。

①街並み誘導型地区計画
（都市計画法第12条の10、建築基準法第68条の5の4）

壁面の位置の制限*、工作物の設置の制限、高さの最高限度*、容積率の最高限度（斜線制限のみ適用除外の場合は不要）、敷地面積の最低限度*を定めた地区計画等の内容に適合し（＊印は条例化が必要）、特定行政庁が交通・安全・防火・衛生上支障がないと認定した場合、斜線制限、前面道路幅員による容積率制限の適用を除外する。



（●：必須事項）

緩和の内容		○前面道路幅員による容積率制限の適用除外 ○斜線制限の適用除外
法律で規定されている適用の要件		●壁面の位置の制限、工作物の設置の制限、建築物の高さの最高限度、容積率の最高限度（斜線制限のみ適用除外の場合は不要）、敷地面積の最低限度を定めた地区計画等の内容に適合（下線は条例化が必要） ●交通、安全、防火、衛生上支障がないこと
決定手続き、決定権者		●市区町村が地区計画の都市計画決定を行い、必要事項を条例で議決 ●特定行政庁が認定
	権利者等の合意等	●地区計画の都市計画決定手続き（公聴会、公告・縦覧） ・通常は、全員合意に近い形で関係権利者の合意が求められる
	審査会等の関与	●地区計画について都市計画審議会の議
	議会の関与	●必要事項を条例で議決
	都道府県と市町村の関係	●地区計画について都道府県知事の同意
根拠法		・都市計画法第12条の10 ・建築基準法第68条の5の4

図 2-1　街並み誘導型地区計画の概要

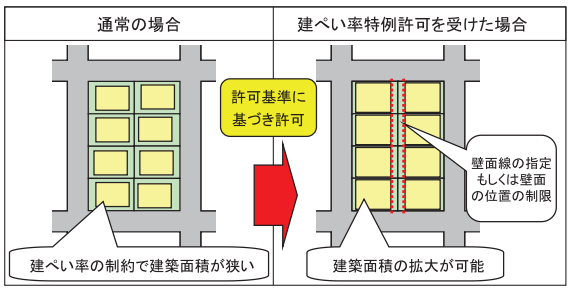
（２）建ぺい率特例許可

建ぺい率特例許可制度とは、隣地境界線から後退して壁面線の指定、または条例で定める壁面の位置の制限を定め、特定行政庁が安全・防火・衛生上支障がないと認定・許可した場合、建ぺい率制限を緩和するものである。

敷地が狭小のため建て替えで十分な建築面積を確保することが困難な地区での活用が想定される。

②建ぺい率特例許可（建築基準法第53条第4項）

隣地境界線から後退して壁面線の指定、または条例で定める壁面の位置の制限を定め、特定行政庁が安全・防火・衛生上支障がないと認定・許可した場合、建ぺい率制限を緩和する。



（●：必須事項）

緩和の内容		○建ぺい率の緩和	
法律で規定されている適用の要件		●隣地境界線から後退して壁面線を指定、または条例で壁面の位置の制限 ●安全、防火、衛生上支障がないこと	
決定手続き、決定権者		壁面線の指定の場合	壁面の位置の制限の場合
		●特定行政庁が壁面線指定	●市区町村が地区計画の都市計画決定を行い条例で制定
		●特定行政庁が建ぺい率特例許可	
	権利者等の合意等	●壁面線指定について利害関係者に公開で意見聴取	●地区計画について都市計画決定手続き（公聴会、公告・縦覧）
		・通常は、全員合意に近い形で関係権利者の合意が求められる	
	審査会等の関与	●壁面線指定について建築審査会の同意	●地区計画について都市計画審議会の議
		●建ぺい率特例許可について建築審査会の同意	
	議会の関与		●条例で制定
	都道府県と市町村の関係		●地区計画について都道府県知事の同意
根拠法		・建築基準法第53条第4項	

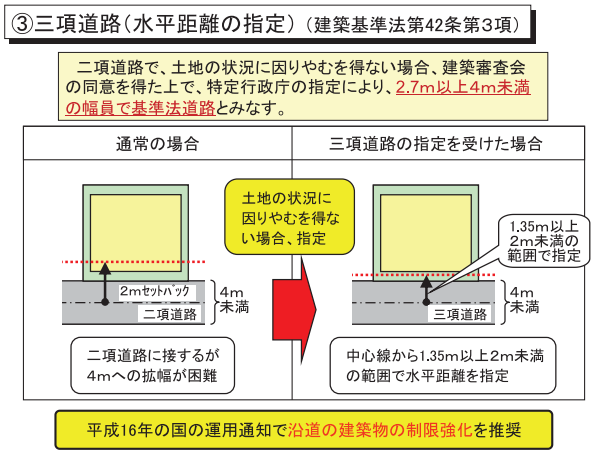
図 2-2　建ぺい率特例許可の概要

（３）三項道路

三項道路とは、二項道路で、土地の状況に因りやむを得ない場合、建築審査会の同意を得た上で、特定行政庁の指定により、2.7m以上４m未満の幅員で基準法道路とみなすものである。

従来、傾斜地等で物理的に拡幅が困難な道路、線路等の側道、整形街区内の補助道路等への限定的な指定がなされてきたが、平成 16 年の国の技術的助言により、密集市街地内の老朽木造建築物の建て替え促進を図る場合、三項道路指定の考慮は差し支えない、とされた。ただし、三項道路は他の４つのまちづくり誘導手法と異なり、単独では規制の強化を伴わないことから、同助言では、建築基準法第 43 条の２に設けた、三項道路沿道の建築物に対する制限付加条例（敷地、構造、建築設備又は用途の制限）の活用を必要に応じ考慮することが推奨されている。

二項道路であるが、沿道の敷地が狭小のため幅員４ｍへの拡幅が困難な地区での活用が想定される。



（●：必須事項）

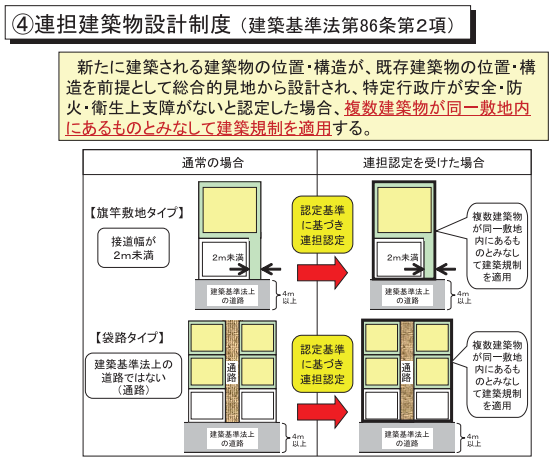
緩和の内容	○道路幅員を2.7m以上4m未満とすることができる
法律で規定されている適用の要件	●二項道路であること ●土地の状況によりやむを得ない場合
決定手続き、決定権者	●特定行政庁が指定
権利者等の合意等	
審査会等の関与	●建築審査会の同意が必要
議会の関与	●建築基準法第43条の2の制限付加条例を定める場合は議決
都道府県と市町村の関係	
根拠法	・建築基準法第42条第3項

図 2-3　三項道路の概要

（４）連担建築物設計制度

連担建築物設計制度とは、新たに建築される建築物の位置・構造が、既存建築物の位置・構造を前提として総合的見地から設計され、特定行政庁が安全・防火・衛生上支障がないと認定した場合、複数建築物が同一敷地内にあるものとみなして建築規制を適用するものである。

接道幅が２ｍ未満もしくは建築基準法上の道路に接道していないため建て替えが困難な敷地について、地権者の同意により同一敷地とみなして建築規制を適用可能な接道敷地が隣接する場合での活用が想定される。無接道敷地での建て替えが可能となるのは後述の４３条ただし書許可と同様であるが、連担建築物設計制度の場合は、区域内での建築規制が緩和ないし適用除外できる場合がある点が異なる。



（●：必須事項）

緩和の内容	○接道義務、容積率制限、建ぺい率制限、斜線制限、日影制限等について、複数の建物が同一の敷地にあるものとして適用することが可能。つまり、適用区域内において、これらの制限を緩和ないし適用除外できる場合がある
法律で規定されている適用の要件	●一団の土地の区域内で、既存建築物の位置・構造を前提に、安全、防火、衛生上必要な基準に従い総合的に設計すること ●安全、防火、衛生上支障がないこと
決定手続き、決定権者	●特定行政庁が認定
権利者等の合意等	●所有権又は借地権を有する者の全員同意
審査会等の関与	
議会の関与	
都道府県と市町村の関係	
根拠法	・建築基準法第86条第2項

図 2-4　連担建築物設計制度の概要

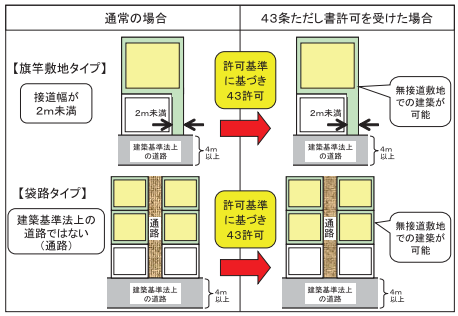
（５）４３条ただし書許可

４３条ただし書許可制度とは、敷地の周囲に広い空地を有するなどの基準に適合し、特定行政庁が交通・安全・防火・衛生上支障がないと認定し建築審査会の同意を得て許可した場合、接道義務を緩和するものである（無接道敷地での建築が可能となる）。

連担建築物設計制度と同様、接道幅が２ｍ未満もしくは建築基準法上の道路に接道していないため建て替えが困難な敷地での活用が想定される。一般に、建て替え時に道路状空間が４ｍ以上となるまで建物を後退させること（通路中心線から２ｍ以上後退させること）、２階以下の専用住宅にすること、通路に接する全ての権利者の合意を得ること（協定等の締結）を求めることが多い。

⑤43条ただし書許可（建築基準法第43条ただし書）

敷地の周囲に広い空地を有するなどの基準に適合し、特定行政庁が交通・安全・防火・衛生上支障がないと認定し建築審査会の同意を得て許可した場合、接道義務を緩和する（無接道敷地での建築が可能となる）。



（●：必須事項）

緩和の内容	○接道義務
法律で規定されている適用の要件	●敷地の周囲に広い空地を有するなどの基準に適合すること ●交通、安全、防火、衛生上支障がないこと
決定手続き、決定権者	●特定行政庁が許可
権利者等の合意等	
審査会等の関与	●建築審査会の同意が必要
議会の関与	
都道府県と市町村の関係	
根拠法	・建築基準法第43条

図 2-5　４３条ただし書許可の概要

以上のように、協調的建て替えルールに係るまちづくり誘導手法は単なる緩和手法ではなく、当該地区に適用されている一般規制について、ある規制を緩和した分、他の規制を強化する仕組みとなっており、このことにより適用区域全体で一定の環境水準を確保することが可能となる。

表 2-1 に、協調的建て替えルールに係るまちづくり誘導手法における法令上の制限の強化事項と緩和事項を一覧で整理する。

表 2-1　協調的建て替えルールに係るまちづくり誘導手法における法令上の制限の強化事項と緩和事項

			①街並み誘導型地区計画	②建ぺい率特例許可	③三項道路	④連担建築物設計制度	⑤43条ただし書許可
地区施設の配置、規模			○				
強化する事項	用途の制限		○		◎		
	容積率の	最高限度	○				
		最低限度	○				
	建ぺい率の最高限度		○				
	敷地面積の最低限度		●		◎		
	建築面積の最低限度		○				
	壁面の位置の制限		●	○			
	工作物の設置の制限		○				
	高さの	最高限度	●				
		最低限度	○				
	構造の制限				◎		
	間口率の最低限度						
	敷地の条件等					◎	◎
	通路の幅員、配置等					◎	◎
	外壁の開口部の位置					◎	
	空地の確保					◎	
緩和する事項	接道義務				△	△	△
	用途の制限						
	容積率の限度					△	
	前面道路幅員容積率		△		△	△	
	建ぺい率の限度			△	△	△	
	斜線制限		△			△	
	日影制限		△			△	

●：条例で定めるべき
◎：定めることが望ましい
○：定めることが可能
△：緩和・適用除外可能

２．市街地特性に応じた手法選択の考え方

図 2-6 は、「敷地が接する道路・道の状況」及び「沿道敷地に係る形態規制と敷地条件」の２つの物理的な観点から、その区域にふさわしい協調的建て替えルールに係る各種まちづくり誘導手法を標準的に示したものである。

４ｍ以上への拡幅が可能な建築基準法上の道路に接する敷地群では、街並み誘導型地区計画か建ぺい率特例許可の適用が考えられる。４ｍを超えて壁面後退等が可能な場合には、前面道路幅員による容積率制限や斜線制限を適用除外する街並み誘導型地区計画が延床面積の確保の点で有効である。４ｍへの拡幅が不可能もしくは弊害が大きい二項道路では、三項道路の指定が考えられる。敷地が狭いため、必要な建築面積が得られない場合は、建ぺい率特例許可が有効である。

建築基準法上の道路には接していない敷地群では、４ｍの道路状空間の確保が可能な場合には４３条ただし書許可の適用が、困難な場合には道路状空間を敷地算入できる連担建築物設計制度の適用が考えられる。

なお、狭隘な二項道路が多く、沿道の敷地が小規模で二項道路を拡幅整備すると十分な規模の建物を建てられないような地区においては、三項道路の指定に加えて街並み誘導型地区計画を導入する等、複数手法を重ね合わせて適用することが望ましいケースも考えられる。

手法の選択に当たっては、表 2-2 に示すように、住民合意、審査会や議会の関与等、手法導入までの決定手続きの違いについても考慮する必要がある。

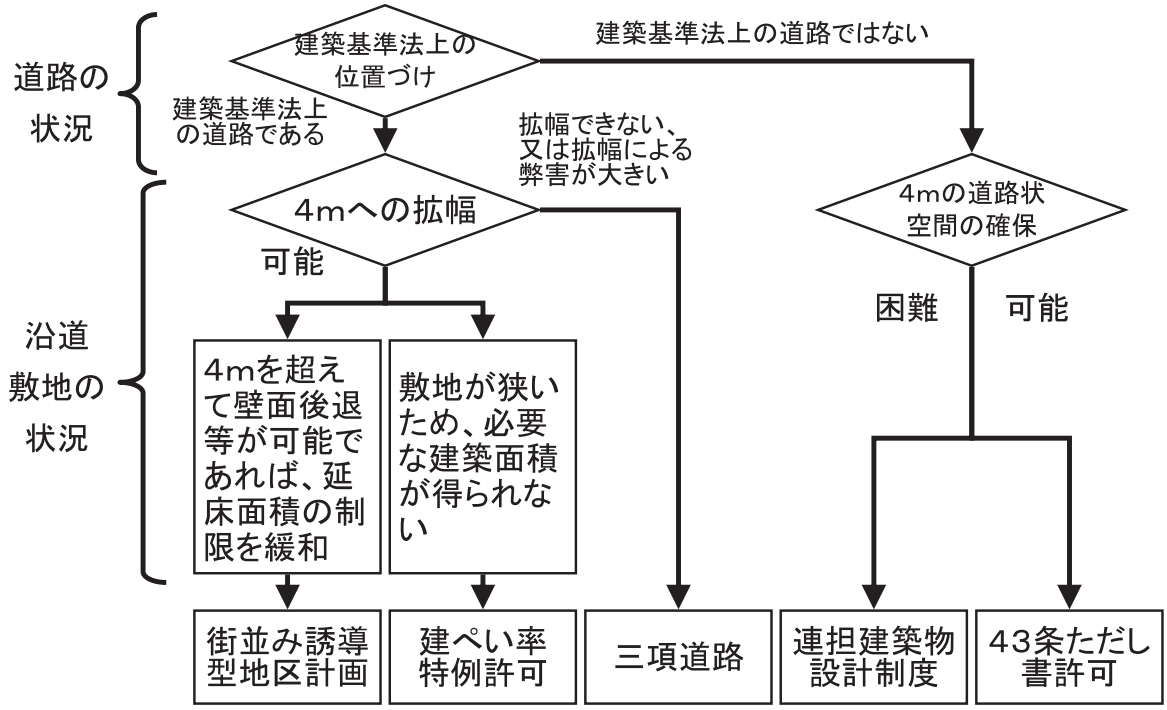


図 2-6　協調的建て替えルールに係るまちづくり誘導手法の標準的な選択の考え方

表 2-2　住民合意と決定手続き等からみた協調的建て替えルールに係るまちづくり誘導手法の違い

（●：必須事項）

	①街並み誘導型地区計画	②建ぺい率特例許可	③三項道路	④連担建築物設計制度	⑤43条ただし書許可
決定手続き、決定権者	●市区町村が地区計画の都市計画決定を行い、必要事項を条例で議決 ●特定行政庁が認定	【壁面線の指定の場合】 ●特定行政庁が指定 【壁面の位置の制限の場合】 ●市区町村が地区計画の都市計画決定を行い条例で制定 ●特定行政庁が許可	●特定行政庁が指定	●特定行政庁が認定	●特定行政庁が許可（一括同意基準を定めることが多い）
権利者等の合意等	●地区計画の都市計画決定手続き(公聴会、公告・縦覧) ・通常は、全員合意に近い形で関係権利者の合意が求められる	【壁面線の指定の場合】 ●利害関係者に公開で意見聴取 【壁面の位置の制限の場合】 ●地区計画の都市計画決定手続き(公聴会、公告・縦覧) ・通常は、全員合意に近い形で関係権利者の合意が求められる		●一定の一団の土地の区域内に、所有権又は借地権を有する者の全員合意	・一般的に協定等の締結を求めることが多い
審査会等の関与	●地区計画について都市計画審議会の議	【壁面線の指定の場合】 ●建築審査会の同意が必要 【壁面の位置の制限の場合】 ●地区計画について都市計画審議会の議	●建築審査会の同意		●建築審査会の同意
議会の関与	●必要事項を条例で議決	【壁面の位置の制限の場合】 ●条例で制定	●建築基準法第43条の2の条例を定める場合はその議決		
都道府県と市町村の関係	●地区計画について都道府県知事の同意	【壁面の位置の制限の場合】 ●地区計画について都道府県知事の同意			

第３部　街区性能水準評価の考え方

第３部では、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について定量的評価を行う観点から、街区性能の構成要素を仮定的に設定し、市街地の即地的な要素をある程度単純化したモデルのもとで、協調的建て替えルールを適用した場合の街区性能水準の評価方法とその比較方法について提案する。

以下に示す街区性能水準の評価方法はあくまでもひとつの考え方であり、他の考え方による評価を妨げるものではない。

１．街区性能水準評価の基本的な考え方

２．基本建て替えの市街地モデルの設定

３．協調的建て替えの市街地モデルの設定

４．街区性能水準の評価方法

（１）防火性能水準
（２）避難性能水準
（３）日影状況
（４）採光性能水準
（５）換気性能水準
（６）通風性能水準

５．街区性能水準を向上させる工夫

１．街区性能水準評価の基本的な考え方

（１）地域の実情に応じた評価・判断が前提

一概に密集市街地と言っても、現状の市街地の実情は、道路や敷地、建築物の条件が多様であり、都市計画で定められる地域地区等の条件も異なることから、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に想定される街区性能水準は地域によって異なることとなる。都市の安全確保等の密集市街地に共通する課題はあるものの、協調的建て替えルールの検討に当たっては、地域の実情に応じた評価と判断が求められる。以下に示す考え方は、その評価・判断における街区性能水準の定量的評価の観点からのひとつの技術的な参考資料としてまとめたものである。

（２）建て替えモデルによる比較評価

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集団規定に従って一般的な建て替えが行われた場合と、協調的建て替えルールを活用して建て替えが行われた場合について、相隣関係から街区性能水準を比較評価することが重要であると考えられる。接道要件、容積率制限、建ぺい率制限、斜線制限、絶対高さ制限、壁面位置の制限、防火規制等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の構成要素と水準を仮定的に設定し、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。

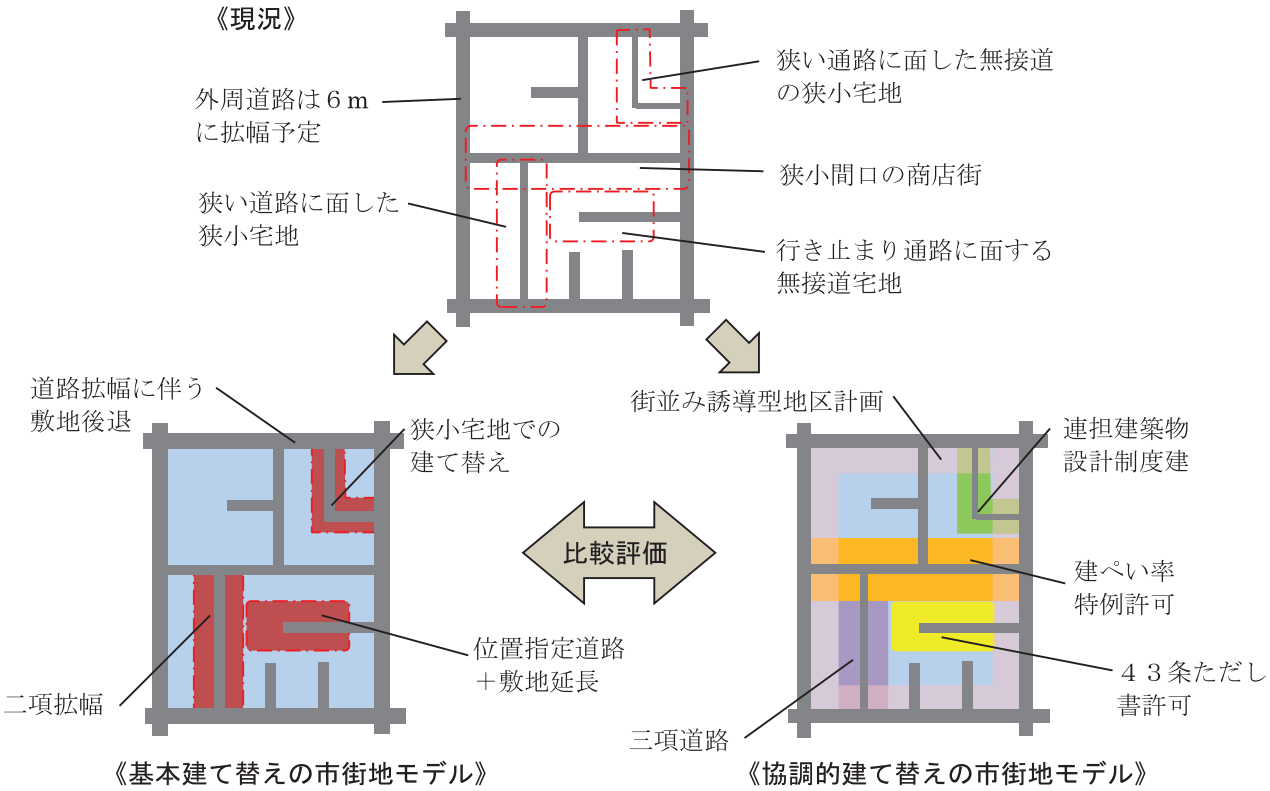


図 3-1　建て替えモデルによる比較評価のイメージ

（３）評価項目

密集市街地において想定される街区性能の構成要素として、本レファレンス（試行版）では、評価方法に関するこれまでの研究蓄積や密集市街地の住民ニーズ等を踏まえ、表 3-1 に示す「防火性能水準」「避難性能水準」「日影状況」「採光性能水準」「換気性能水準」「通風性能水準」の６項目を評価項目として取り上げる。

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（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。

表 3-1　評価項目と評価内容の例

評価項目		評価内容
火災安全性能水準	防火	●平常時の火災における個々の建築物の隣棟への延焼時間 ●地震時の放任火災に対する地区全体での一定時間後の焼失棟数
	避難	●平常時の火災における行き止まり道路での逃げ遅れによる死者発生時間 ●地震時の放任火災に対する地区全体での一定時間後の逃げ遅れによる発生死者数
住環境性能水準	日影	●通常の日影規制への適合の有無【前提】 ●区域内の建築物に落ちる日影時間 ●区域内の建築物が区域周辺の市街地に落とす日影時間
	採光	●区域内の各建築物・敷地の外壁面照度 ●各区域に隣接する建築物・敷地の区域に面する側の外壁面照度 ※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
	換気	●区域内の各建築物の１階開口部付近の「１時間あたり換気回数と発生頻度」 ●区域に隣接する建築物の１階開口部付近の「１時間あたり換気回数と発生頻度」 ※居室内の汚染された空気を開口部を通じて排出することを念頭
	通風	●区域内の各建築物の１階開口部付近で吹く風の「風速と発生頻度」 ●区域に隣接する建築物の１階開口部付近で吹く風の「風速と発生頻度」 ※居室内に心地よい風を開口部を通じて取り込むことを念頭

《屋外環境を対象とした性能水準の評価》

集団規定が対象としているのは建築物（敷地）間の相隣関係や建築物（敷地）と道路との関係である。日影や採光、換気、通風といった住環境性能については居室内の環境も重視されるが、居室内で得られる性能水準はその居室が面する屋外空間の性能水準に置き換えて評価できる。そのため、協調的建て替えルールの検討においては、建て替えによって生じる屋外環境の性能水準の評価を行う。

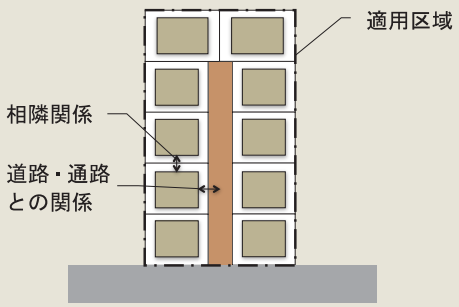


図 3-2　適用区域内の屋外環境

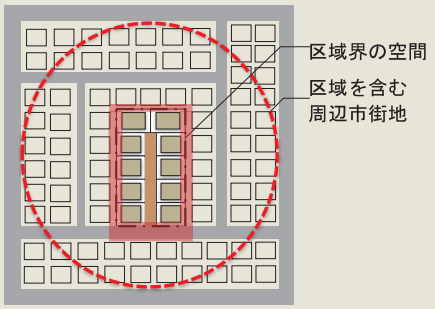


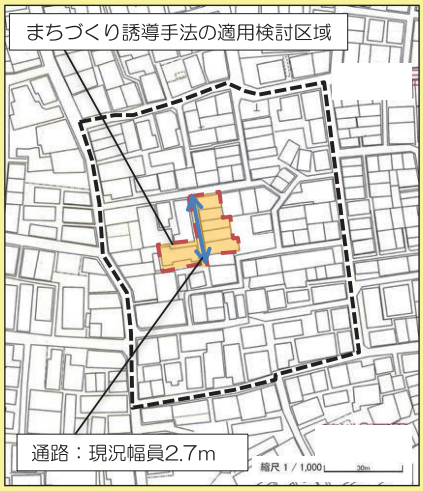
図 3-3　適用区域周辺の屋外環境

（４）評価手順

本レファレンス（試行版）における街区性能水準の評価は、概ね次ページの手順により実施することを想定している。協調的建て替えルールを検討する区域とその周辺の GIS データを用いて、基本建て替えの市街地モデルと協調的建て替えの市街地モデルの３次元データを作成し、「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」により街区性能水準の計算・評価を行う流れが基本となる。

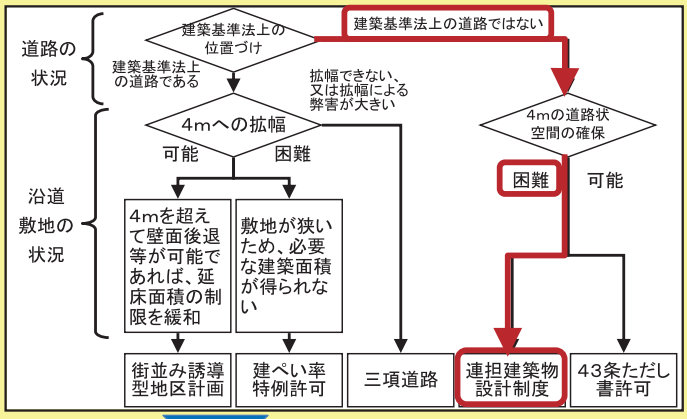
そして、協調的建て替えの市街地モデルにおいて必要な街区性能水準が得られなかった場合には、計算・評価結果に応じて街区性能水準を向上させるための協調的建て替えルールの工夫を検討し、協調的建て替えの市街地モデルの修正と再度の計算・評価を繰り返しながら、必要な街区性能水準を確保し得る協調的建て替えルールを確立していくプロセスを想定している。

1．まちづくり誘導手法の適用検討区域の設定



2．適用するまちづくり誘導手法の検討

道路幅員や敷地規模等、地区の物的特性に照らし、建て替え促進効果が見込まれるまちづくり誘導手法の候補を選択する。



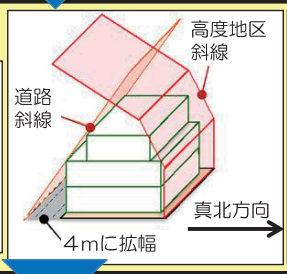
3．まちづくり誘導手法適用検討区域とその周辺の３次元データの準備

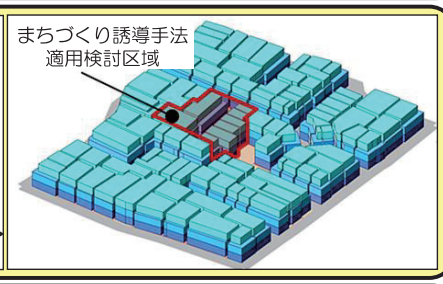
まちづくり誘導手法適用検討区域とその周辺市街地について、道路、敷地、建物、地形の現況に関する３次元データセットを用意する。

⇒庁内GISデータ、国土地理院基盤地図情報、市販データ等を活用

4．基本建て替えの市街地モデルの設定

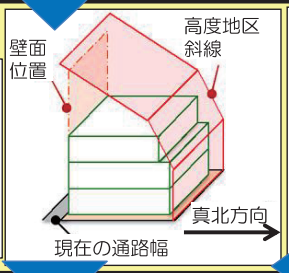
一般的な個別建て替えによる「基本建て替えモデル」を設定し、まちづくり誘導手法適用検討区域とその周辺市街地について全体が建て替えられたと仮定した場合の「基本建て替えの市街地モデル」を作成する。

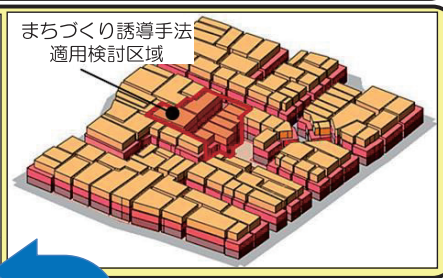




5．協調的建て替えの市街地モデルの設定

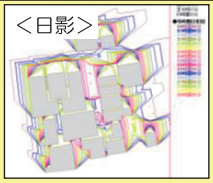
協調的建て替えルールに従った「協調的建て替えモデル」を設定し、「基本建て替えの市街地モデル」のうちまちづくり誘導手法適用区域のみ「協調的建て替えモデル」に置き換えた「協調的建て替えの市街地モデル」を作成する。

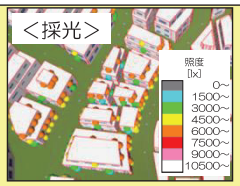


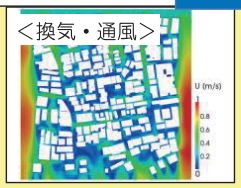


6．街区性能水準の計算・評価

「基本建て替えの市街地モデル」及び「協調的建て替えの市街地モデル」について「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」を用いて街区性能水準を計算し、評価（比較）を行う。







7．街区性能水準向上の工夫

「協調建て替えの市街地モデル」において必要な街区性能水準が得られなかった場合、協調的建て替えルールの内容を変更する。

図 3-4　本レファレンス（試行版）における街区性能水準の評価のフロー

《評価区域（建て替えモデルのデータ整備区域）の考え方》

火災安全性能水準の評価においては、周辺市街地を含めた延焼拡大や避難の安全を考慮する必要があるため、協調的建て替えルールの適用区域のみならず、周辺市街地も含めた評価区域を設定することが望ましい。しかし、都市防火区画（60～100ha 程度）を対象とするような広域的なシミュレーションの実施は、データ整備や計算に多大な時間と労力を要するため現実的ではない。

「防災街区整備地区計画技術指針（平成 19 年 6 月国土交通省通知）」では、密集市街地における「最低限の安全性」を「地震時において一定時間内に、建築敷地から特定地区防災施設に脱出でき、かつ、都市計画施設が整備された場合には、地区外へ避難することが可能であること」とし、「地区内の避難困難率がおおむね０となる」ような特定地区防災施設（沿道建築物を不燃化した幅員６ｍ程度の主要生活道路）の配置ピッチについて、地区の不燃領域率と棟数密度に応じて 100～400m を標準とする考え方を示している。

この「防災街区整備地区計画技術指針」の考え方に準じて、原則として、６ｍクラスの主要生活道路や地区施設（計画）等により囲まれ、周辺地区との相互の影響をあまり考慮せずに評価を行える区域を評価区域としてシミュレーションデータの整備を行うことが望ましい。地区を区切る適切な主要生活道路等が未整備の地区では、必要に応じて、協調的建て替えルールの適用と併せて地区計画等により生活道路等の整備を計画し、その生活道路等に囲まれた区域を評価区域として設定することが考えられる。

なお、評価項目ごとの具体的な評価対象区域については、「４．街区性能水準の評価方法」を参照。

表 3-2　特定地区防災施設の配置ピッチの標準（単位：m）

不燃領域率（%）	棟数密度（棟／ha）								
	20 以下	20 超 30 以下	30 超 40 以下	40 超 50 以下	50 超 60 以下	60 超 70 以下	70 超 80 以下	80 超 90 以下	90 超 100 以下
10 超 20 以下	320	260	220	200	180	160	150	140	130
20 超 30 以下	360	290	250	220	200	190	170	160	150
30 超 40 以下	410	330	290	260	230	210	200	190	180

※不燃領域率 40%超の地区にあっては、不燃領域率 30 超 40 以下を用いる。

（防災街区整備地区計画技術指針（平成 19 年 6 月国土交通省通知）より）

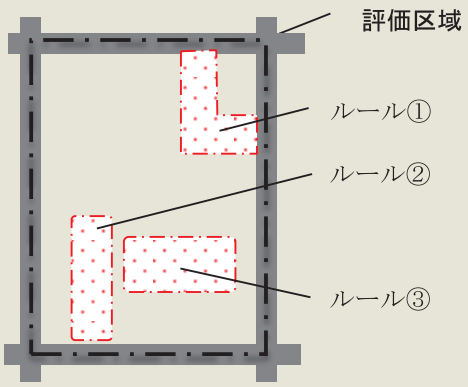
主要生活道路が整備・計画されている地区	主要生活道路が未整備の地区
	
・　主要生活道路で囲まれた区域を対象としてデータ整備を行う。	・　必要に応じて生活道路等の整備を計画し、その計画道路に囲まれた区域を対象としてデータ整備を行う。

図 3-5　評価区域の考え方

２．基本建て替えの市街地モデルの設定

（１）基本建て替えの市街地モデルの考え方

基本建て替えの市街地モデルは、協調的建て替えルールを検討する際の比較評価の対象として、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場合に、当該地区の道路や敷地条件から想定される仮想の市街地モデルである。

ただし、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。

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、国土技術政策総合研究所が開発した「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建築物を配置する鳥籠モデル

ここに示すモデルは、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。

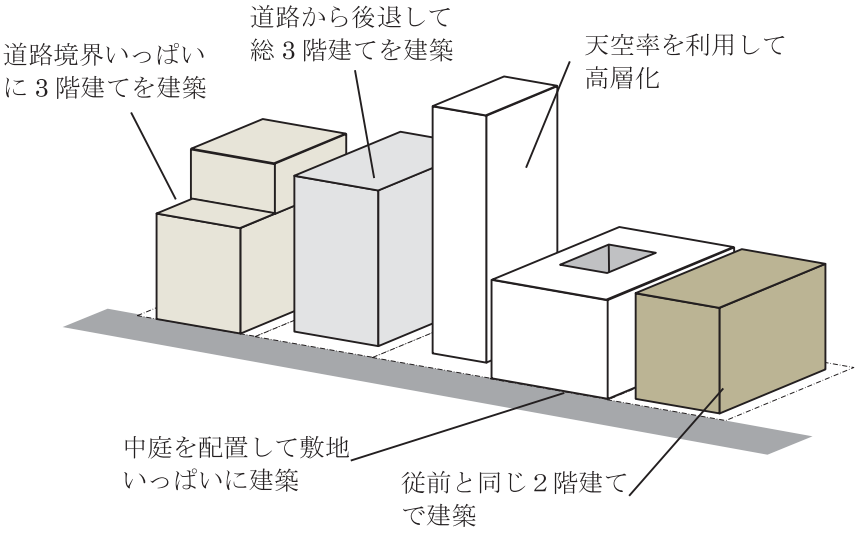


図 3-6　様々な建築物の配置・形状のバリエーション

図 3-7　密集市街地の街並み

（２）基本建て替えの市街地モデル（一般型）

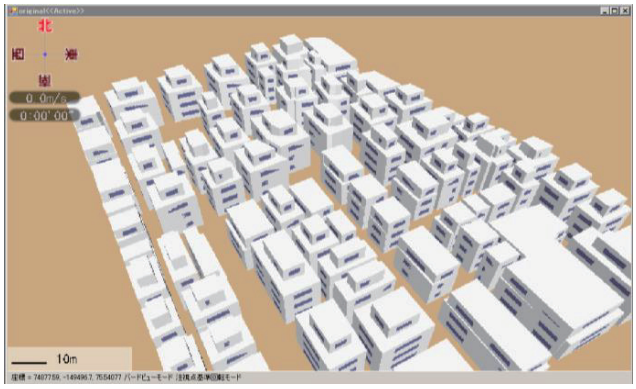
密集市街地に多く見られる小規模な宅地での建て替えを想定し、下記のルールと次ページのアルゴリズムに従って「密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラム」上で自動生成することを前提としたモデルである。

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 ４ｍ未満の道路、通路は全て４ｍ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。
（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。）
④ 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。
⑤ 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。
⑥ 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。
⑦ 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。



敷地形状の変更による接道（旗竿化等）
基準法道路確保による接道
幅員４ｍ拡幅路線（2 項道路）
幅員４ｍ拡幅路線（1 項 5 号道路）

図 3-8　基本建て替えの市街地モデル（一般型）の作成例

《各敷地における更新建築物の自動生成イメージ》

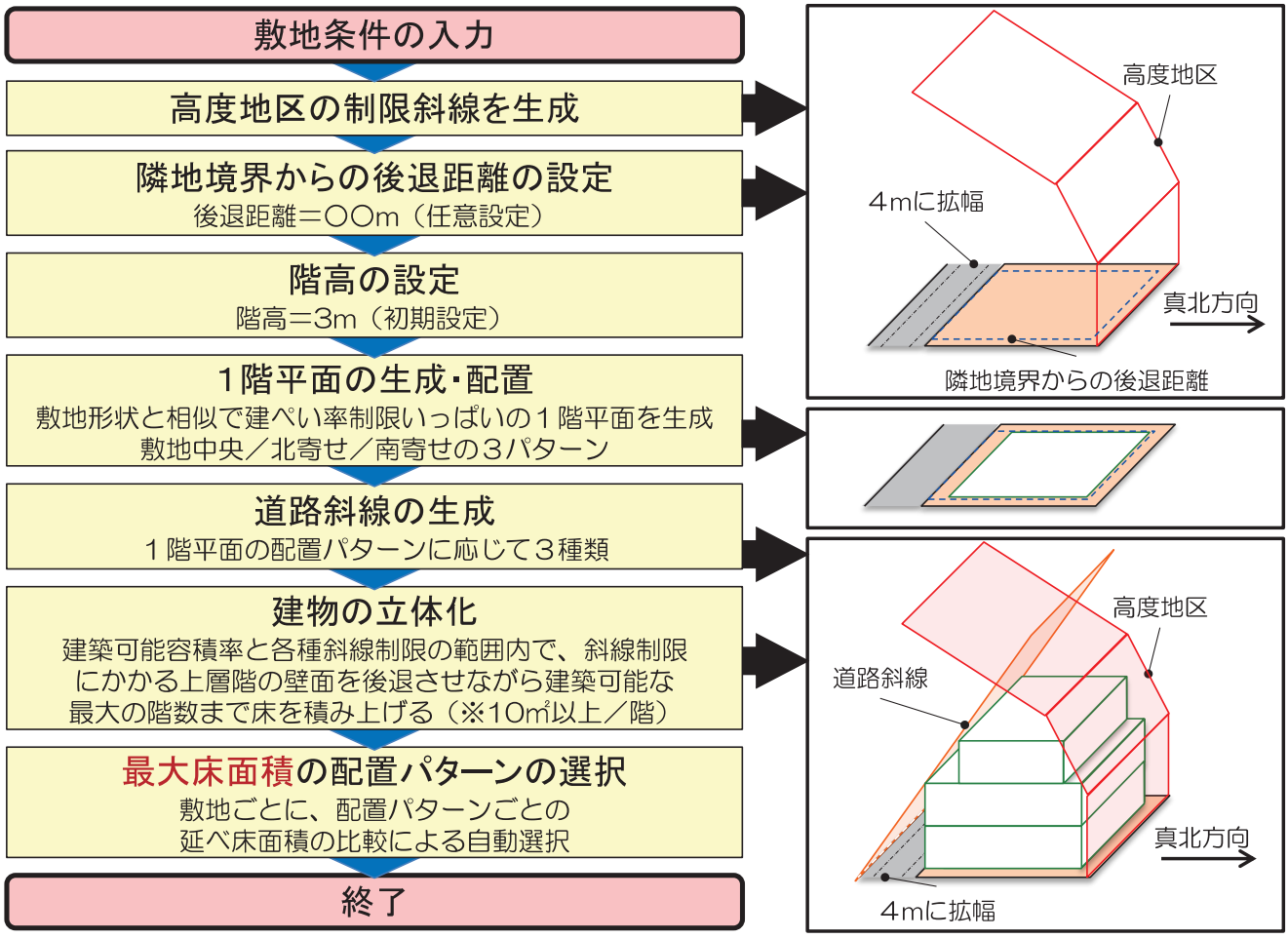


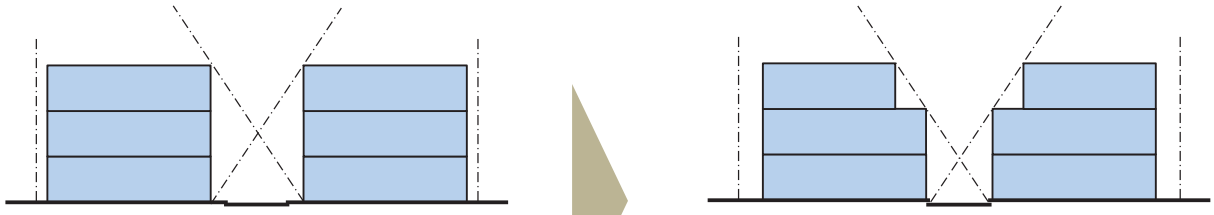
図 3-9　基本建て替えモデル（一般型）の自動生成アルゴリズム

（３）バリエーション１

■ 道路境界いっぱいに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の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。



「一般型」
床面積を最大化するために
道路から後退して配置

「道路に寄せた配置モデル」
道路境界いっぱいに配置し、
道路幅員＝隣棟間隔に統一

図 3-10　バリエーション１の例

（４）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なため、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と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 3-11　バリエーション２の例

（５）バリエーション３

■ 斜線制限いっぱいに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。

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。

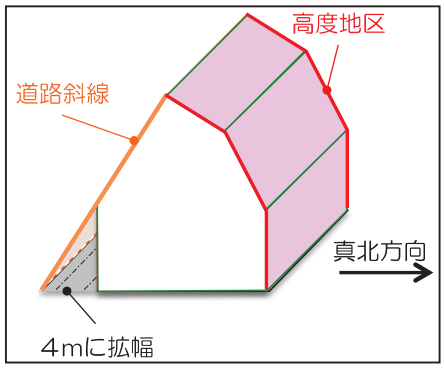
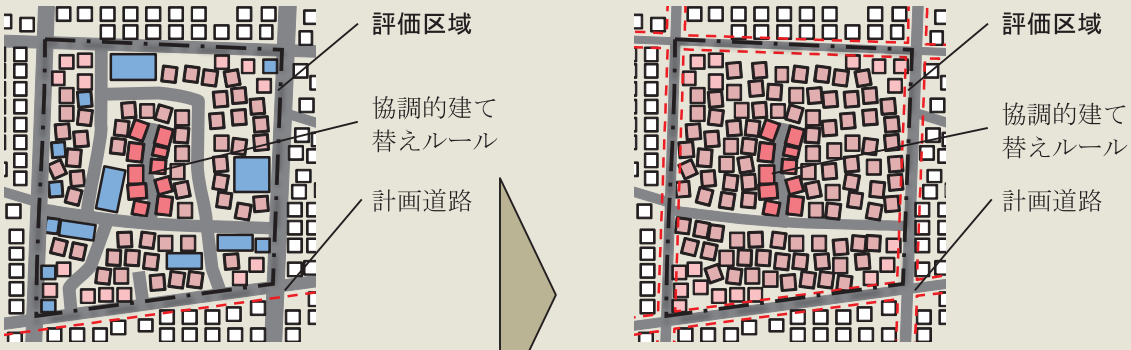


図 3-12　バリエーション３（鳥籠モデル）の例

《まちづくりの取り組みに応じた評価》

基本建て替えの市街地モデルとの比較による評価では、これまでまちづくりに積極的に取り組み主要生活道路の整備や独自の防火規制などを進めてきた地区では、基本建て替えの市街地モデルの街区性能水準が高くなり、一定の街区性能水準が得られる協調的建て替えの市街地モデルでも、基本建て替えの市街地モデルと同等以上の水準とはなりにくくなってしまう場合が考えられる。そのような場合には、まちづくりに取り組む以前の市街地や集団規定を基に基本建て替えの市街地モデルを作成し、まちづくりに取り組まなかった場合に基本建て替えで得られたであろう街区性能水準との比較により評価を行うことも考えられる。



「現況市街地」

・生活道路や区画道路の整備、建築物の不燃化等を進めている。
・街区性能水準が高いため、基本建て替えの市街地モデルと同等以上にはなりにくい。

「まちづくり以前の市街地」

・道路が未整備で高密な木造市街地。
・これを基に基本建て替えの市街地モデルを作成すると、まちづくりに取り組まなかった場合の街区性能水準と比較することになる。

図 3-13　まちづくり取り組み以前の市街地との比較の考え方

３．協調的建て替えの市街地モデルの設定

（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、その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。

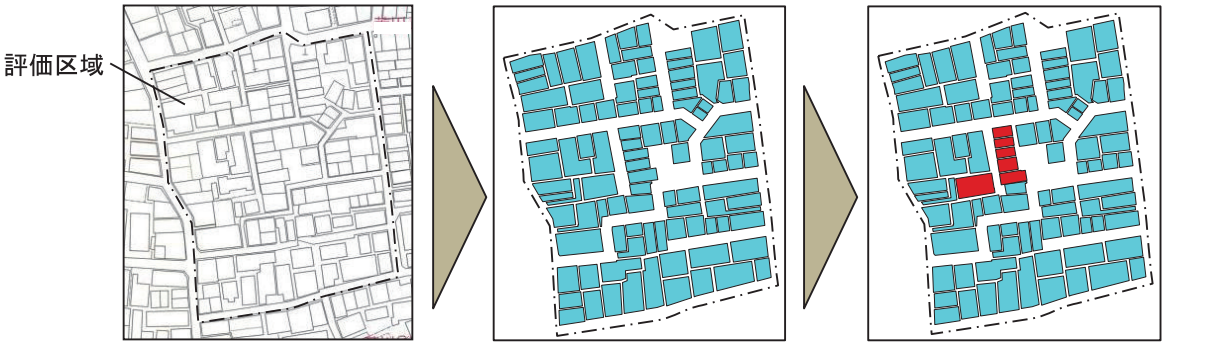


図 3-14　協調的建て替えの市街地モデル作成の考え方

（２）評価結果を踏まえた微修正

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。

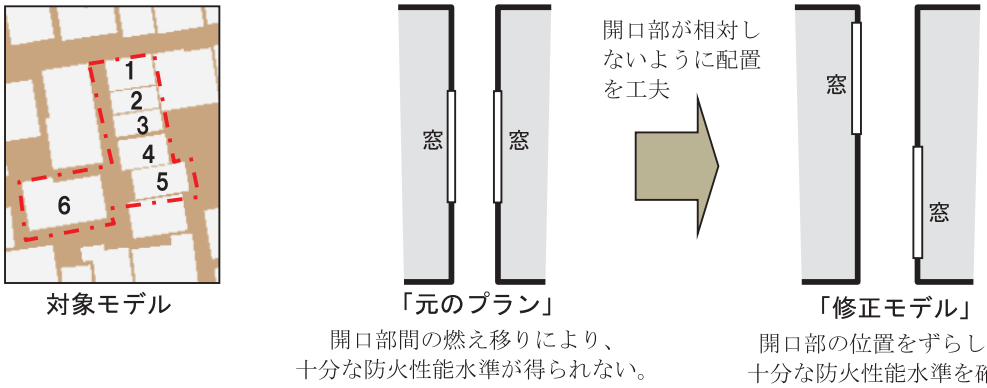


図 3-15　協調的建て替えモデルの微修正の例

《シミュレーションによる協調的建て替えルール策定プロセスの重要性》

シミュレーションは、あくまでも市街地の即地的な要素をある程度単純化したモデルにおいて、一定の条件下における計算により街区性能水準を把握するものである。その点を考慮し、街区性能水準の評価にあたってはシミュレーション結果を絶対視するのではなく、むしろ、基本建て替えの市街地モデルとの比較評価によって、協調的建て替えの市街地モデルの弱点となる部分やその原因を確認し、協調的建て替えルールをより良い内容へと改善していくプロセスを重視すべきである。

４．街区性能水準の評価方法

（１）地域の実情に応じた柔軟な評価の必要性

基本建て替えの市街地モデルと協調的建て替えの市街地モデルの比較評価は、評価項目ごとに「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」を用いて行うことができる。「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」は、次ページ以降の評価方法を念頭に作成されている。

しかし、第４部のケーススタディの例にもあるように、協調的建て替えの市街地モデルにおいて、同一の基本建て替えの市街地モデル（一般型）を比較対象に全ての項目について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を求めることは難しい場合もある。地域の実情や住民意向・合意の状況等に応じて、例えば、次のような柔軟に評価することも考えられる。

① 地区全体（又は区域周辺）としての平均的な街区性能水準の向上を重視して評価する

協調的建て替えルールの検討における街区性能水準の評価は、協調的建て替えルールの適用区域内の環境確保もさることながら、協調的建て替えルールを適用しても区域外の環境に悪影響を及ぼさないことを確認することが主目的となる。評価方法には、集計データにより地区全体（又は区域周辺）の平均的な街区性能水準を評価する方法と、建築物（敷地）単位の個別評価を積み上げる方法があるが、両者の評価結果が一致しない場合には、地区全体（又は区域周辺）の平均的な街区性能水準の向上を重視して評価することも考えられる。

② 評価項目ごとに異なる基本建て替えの市街地モデルを設定して、それぞれの比較により評価する

例えば下記に示すように、当該地域における集団規定の一般規制の範囲内で、評価項目毎に基本建て替えの市街地モデル（一般型）よりも街区性能水準が低い建て替えモデルを基本建て替えの市街地モデルとして設定し、比較評価することも考えられる。

（例）火災安全性能水準：地区基盤整備以前の市街地をベースに２階建て防火造への建て替えを想定
　　住環境性能水準　：斜線制限一杯の「鳥籠モデル」を想定

③ 基本建て替えの市街地モデルにより得られる街区性能水準に近づける努力と工夫

さらに、基本建て替えの市街地モデルで得られる街区性能水準に近づけるため、例えば、協定により民間敷地に非常口（非常通路）を設置して行き止まり道路の解消を図るなどの代替手段も含めた協調的建て替えルールの修正検討を行うことが考えられる。

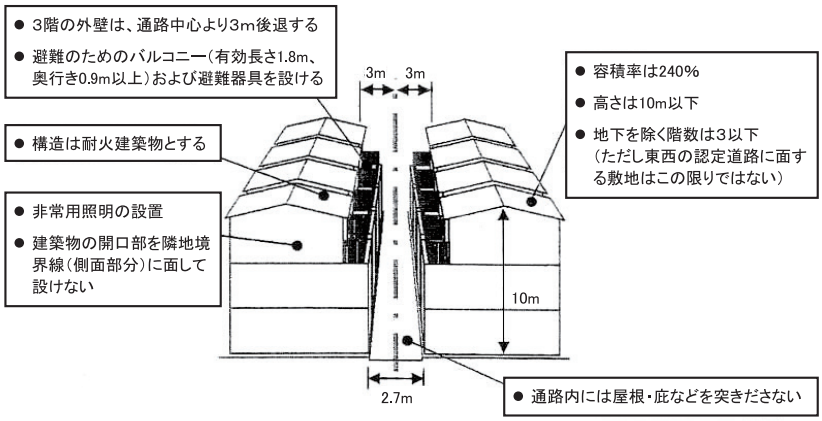


図 3-16　大阪市法善寺横町のルール

（２）評価項目別の評価方法

次ページより、「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、「防火性能水準」「避難性能水準」「日影状況」「採光性能水準」「換気性能水準」「通風性能水準」の６項目の街区性能水準の評価方法の例を示す。

●評価指標の例

① 《平常時》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
② 《地震時》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』(※注 3-1)
(※注 3-1)『換算焼失棟数』: 経過時間ごとの焼失棟数のグラフを時間軸で積分し、加算時間(分)で除して平均化した指数

●評価対象

- 平常時は、消防力を期待でき大規模な延焼火災を考える必要がないため、協調的建て替えルールの適用区域内及びその周囲の建築物への燃え広がり方を評価することが考えられる。
- 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、協調的建て替えルールの適用による建て替えが、地区内における延焼速度の遅延にどの程度貢献し得るかを評価することが考えられる。

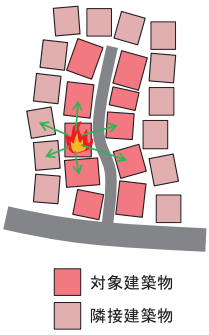


図 3-17　平常時の評価対象区域
（協調的建て替えルール適用区域と一皮外側１棟分の区域）

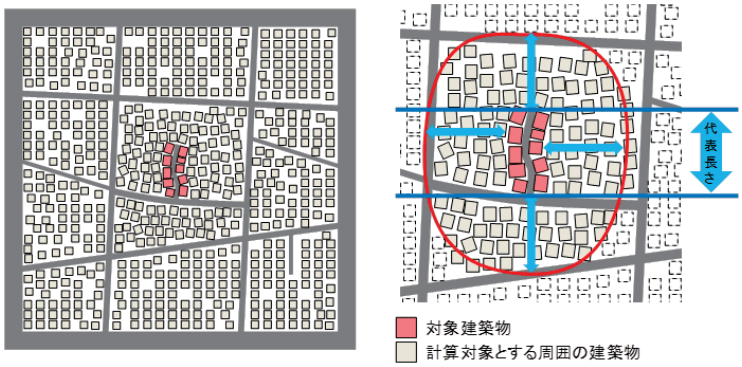


図 3-18　地震時の評価対象区域
（地区全体（左）又は代表長さ外側拡張領域（右））

●シミュレーション条件の設定の例

（１） 出火点の設定

- 平常時の場合も地震時の場合も、基本的には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。

> ➢ 平常時：適用区域内及びその一皮外周の建築物
> ➢ 地震時：地区内の全ての建築物

（２） 風速・風向の設定

- 風速・風向は地域によって大きく特徴が異なり、また、火災安全性能水準を考える場合には、安全側の条件設定とするため、地域の平均的な状況よりも悪い条件を想定することが考えられる。
- 風速については地域の平均風速の２倍程度又は最大風速を考慮し、風向については地域の卓越風向に配慮して、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：16 方位を基本とするが、８方位や４方位等に簡略化して設定することが考えられる。
> その他、設定した風速を超える卓越風向（16 方位）を４種類程度抽出しその合計が 100%となるように重み付けを行う等の簡略化を行うことが考えられる。
> （例：風向 Da：a%、Db：b%、…Dn：n%、a+b+…+n=100%）

（３） 評価時間の設定

- 評価時間が長くなると計算に必要な所要時間も長くなることから、評価の正確性を確保しつつ評価を効率的に行うことができるよう、次のように評価時間を設定することが考えられる。

> ➢ 平常時：１棟火災の火災継続時間程度（目安：60 分程度）
> ➢ 地震時：評価対象領域の端から出火した火災が地区の中央付近まで延焼する時間程度
> ➢ 次式により簡易的に求めることが考えられる。その際地区の延焼速度は 50m/h～100m/h 程度を目安とする。
> 地区の代表長さ[m]×1.5÷地区の延焼速度[m/h]×60[min/h]

●シミュレーション結果

- 防火性能水準評価のシミュレーションでは、出火点・風速・風向の組み合わせ条件に基づいてシミュレーションを実行すれば、経過時間ごとの焼失棟数と焼失床面積が得られる。
- その結果から隣棟着火時間や換算焼失棟数が計算できる。
- 出火点・風速・風向の組み合わせごとに、シミュレーションを行うことで、隣棟着火時間や換算焼失棟数が実施回数分アウトプットされる。その結果を基に、全てのシミュレーション結果の中央値や平均値、隣棟着火時間などを集計し、建て替えケース別に比較することができる。

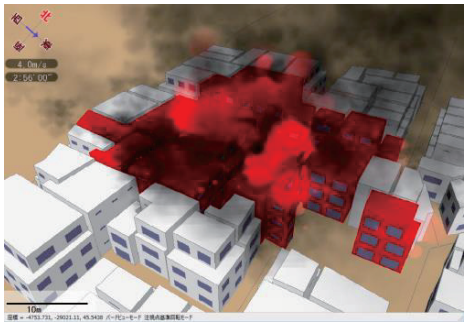


図 3-19　シミュレーションツールによる延焼画像

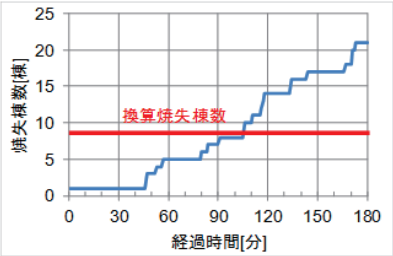
●基本建て替えの市街地モデルとの比較評価方法の例

（１） 《平常時》の防火性能水準の評価（個々の建築物の防火性能水準の評価）の例

> ○ 出火点ごとに、風速・風向の各組み合わせのうち、隣棟への着火時間が最短のものや中央値又は 95 パーセンタイル値を抽出し、基本建て替えの市街地モデルと協調的建て替えの市街地モデルの結果を比較する。

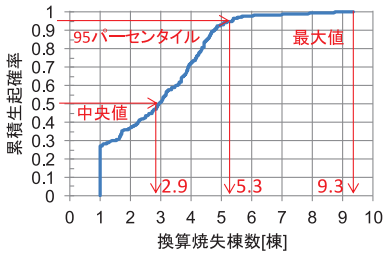
（２） 《地震時》の防火性能水準の評価（地区全体の平均的な防火性能水準の評価）の例

> ○ 出火点・風速・風向の組み合わせごとに、経過時間ごとの焼失棟数を経過時間で積分し、評価時間で割って『換算焼失棟数』*を求める。
> ○ 条件組み合わせが起こる確率で『換算焼失棟数』を重み付けして、その最大値、期待値、95 パーセンタイル値、中央値等を算出し、基本建て替えモデルと協調的建て替えモデルの結果を比較する。



条件番号	出火点	風向風速	生起確率	換算焼失棟数
1	A	E 8	0.0004	4.2
2	A	W 8	0.0002	2.1
3	A	S 8	0.0001	2.6
4	A	N 8	0.0001	3.4
5	B	E 8	0.0004	2
6	B	W 8	0.0002	1
7	B	S 8	0.0001	1.8
8	B	N 8	0.0001	1.9
9	C	E 8	0.0004	3.2
10	C	W 8	0.0002	1.2
11	C	S 8	0.0001	2.7
12	C	N 8	0.0001	2.3
13	D	E 8	0.0004	1.5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

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



＊『換算焼失棟数』：経過時間ごとの焼失棟数のグラフを時間軸で積分し、加算時間（分）で除して平均化した指数

図 3-20　『換算焼失棟数』による評価方法

●評価指標の例

① 《平常時》行き止まり道路沿道及びその一皮外周の建築物の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』(※注 3-2)（行き止まり道路のみ評価）

② 《地震時》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』(※注 3-3)

（※注 3-2）『避難猶予時間』：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

（※注 3-3）『換算避難困難棟数』：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

●評価対象

- 平常時は、消防力を期待でき大規模な延焼火災を考える必要がないため、協調的建て替えルールの適用区域内及びその周囲の建築物における避難について評価することが考えられる。なお、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ため、避難が行いにくい行き止まり道路に限って評価することが考えられる。
- 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、協調的建て替えルールの適用による建て替えが、各建築物からの避難時間の確保にどの程度貢献し得るかを評価することが考えられる。

図 3-21　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）

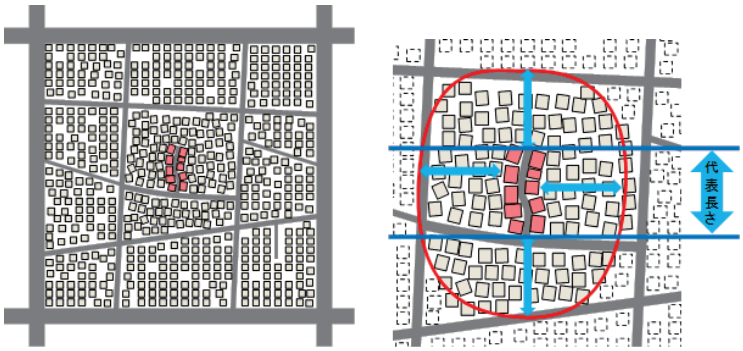


図 3-22　地震時の評価対象区域
（地区全体（左）又は代表長さ外側拡張領域（右））

●シミュレーション条件の設定の例

（１） 出火点の設定

- 平常時の場合も地震時の場合も、基本的には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。

> ➢ 平常時：適用区域内及びその一皮外周の建築物
> ➢ 地震時：地区内の全ての建築物

（２） 風速・風向の設定

- 風速・風向は地域によって大きく特徴が異なり、また、火災安全性能水準を考える場合には、安全側の条件設定とするため、地域の平均的な状況よりも悪い条件を想定することが考えられる。
- 風速については地域の平均風速の２倍程度又は最大風速を考慮し、風向については地域の卓越風向に配

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：16 方位を基本とするが、８方位や４方位等に簡略化して設定することが考えられる。
  その他、設定した風速を超える卓越風向（16 方位）を４種類程度抽出しその合計が 100%となるように重み付けを行う等の簡略化を行うことが考えられる。
  （例：風向 Da：a%、Db：b%、…Dn：n%、a+b+…+n=100%）

（３） 評価時間の設定

● 評価時間が長くなると計算に必要な所要時間も長くなることから、評価の正確性を確保しつつ評価を効率的に行うことができるよう、次のように評価時間を設定することが考えられる。

- 平常時：１棟火災の火災継続時間程度（目安：60 分程度）
- 地震時：評価対象領域の端から出火した火災が地区の中央付近まで延焼する時間程度
  - 次式により簡易的に求めることが考えられる。その際地区の延焼速度は 50m/h～100m/h 程度を目安とする。
    地区の代表長さ[m]×1.5÷地区の延焼速度[m/h]×60[min/h]

（４） 避難者の配置

● 避難者は、平常時と地震時で異なる、次のように配置することが考えられる。

- 平常時：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。
- 地震時：地区内の全ての建築物

（５） 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って、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。

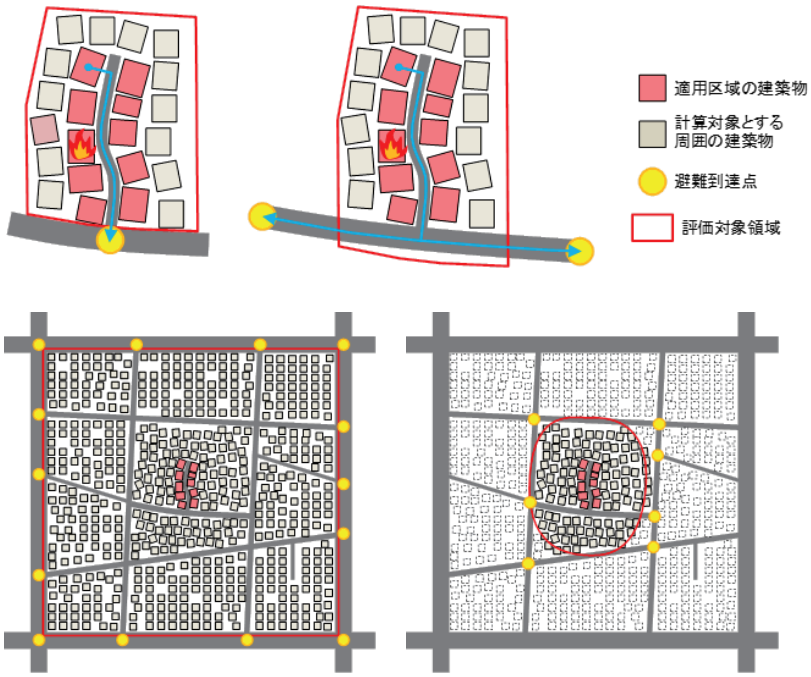


図 3-23　避難到達点の例（上段：平常時、下段：地震時）

●シミュレーション結果

- 避難性能水準評価のシミュレーションでは、出火後一定間隔（1 分程度）で評価対象区域内の全ての建築物（平常時は行き止まり道路の沿道建物のみ）から避難者を出発させてシミュレーションを実行することで、経過時間（避難開始の遅れ時間）ごとの避難到達点まで無事に到達できる人数（出発点となる建築物棟数）と到達できない人数及び各建築物で最初に死者が発生する時間などが得られる。
- その結果から、避難猶予時間や換算避難困難棟数が計算できる。
- 出火点・風速・風向の組み合わせごとに、シミュレーションを行うことで、避難猶予時間や換算避難困難棟数が実施回数分アウトプットされる。その結果を基に、全てのシミュレーション結果の中央値や平均値、死者発生時間などを集計し、建て替えケース別に比較することができる。

図 3-24　避難シミュレーション画像

●基本建て替えの市街地モデルとの比較評価方法の例

（１）《平常時》の避難性能水準の評価（個々の建築物の避難性能水準の評価）の例

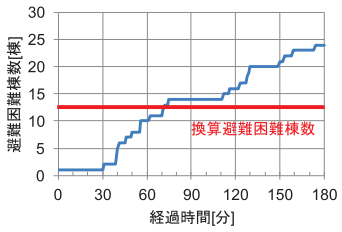
○　出火点ごとに、風速・風向の各組み合わせのうち、避難猶予時間が最短のものを抽出し、基本建て替えの市街地モデルと協調的建て替えの市街地モデルの結果を比較する。

（２）《地震時》の避難性能水準の評価（地区全体の平均的な避難性能水準の評価）の例

○　シミュレーションにより出火点・風速・風向の組み合わせごとの『換算避難困難棟数』*を計算する。

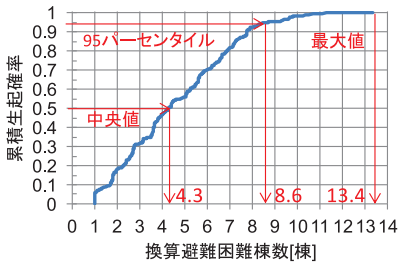
○　各条件組み合わせの起こる確率を求め、『換算避難困難棟数』の少ない条件から順に当該条件の生起確率を累積する。

○　『換算避難困難棟数』について、最大値、期待値、95 パーセンタイル値、中央値等を計算し、基本建て替えモデルと協調的建て替えモデルの結果を比較する。



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



＊『換算避難困難棟数』：経過時間ごとの死者発生棟数のグラフを時間軸で積分し、加算時間（分）で除して平均化した指数

図 3-25　『換算避難困難棟数』による評価方法

■　コラム　～市街地火災の延焼拡大過程と抑制について～　■

市街地における火災の延焼拡大過程は、(1)各建物個別の火災進行過程と(2)建物間の延焼過程に分けて考えることができます。ここではそれぞれの過程でどのようにして火災が拡大していくのか、どうすれば市街地火災を抑制できるのかを考えてみます。

(1)各建物個別の火災進行過程

室内に可燃性ガスと空気（酸素）、そして何らかの火種があると燃焼が発生します（①）。建物内で一旦火災が発生すると、その熱によって周囲の木製・樹脂製等の可燃物が熱分解され可燃性ガスが発生し（②）、火炎が次の火種となって火災は自律的に成長します。火災の進行に伴って壁や窓、屋根が燃え抜けて（③）、隣室や建物外部に熱や火の粉を放出するようになり、これが建物間延焼を引き起こす熱源になります（④）。

(2)建物間の延焼過程

建物間の延焼過程も同様に、火災建物からの熱により受熱側建物の可燃物が熱分解することで発生します。外壁や軒裏などに可燃物が用いられていると、そこから燃焼が始まります（⑤）。外部に可燃物が用いられていなくても窓を通して室内の可燃物が熱せられて燃焼することもあります（⑥）。また、火の粉が遠方まで運ばれて離れた場所で燃焼することもあります（⑦）。燃焼が始まった建物はそれぞれに火災が進行し、これが繰り返されると大規模な市街地火災に発展します。

市街地火災の抑制には、発災時の放水等の消火活動はもちろんですが、市街地火災を未然に防止するためには、次のような建物の構造、設備、配置等に関する対策も効果が期待できます。

- 内壁、床、天井や内装を燃えにくくする。
- 外壁、屋根、軒裏を火災に強くする。
- 窓を小さくしたり火災に強くする。あるいは隣接建物の窓との位置をずらす。
- 建物と建物の間隔を広くする。

延焼拡大過程を念頭に置くことで、個々の対策がどのように作用するかが見えてきます。上記の他にも効果の高い対策、不足している対策が見えてくるかもしれません。

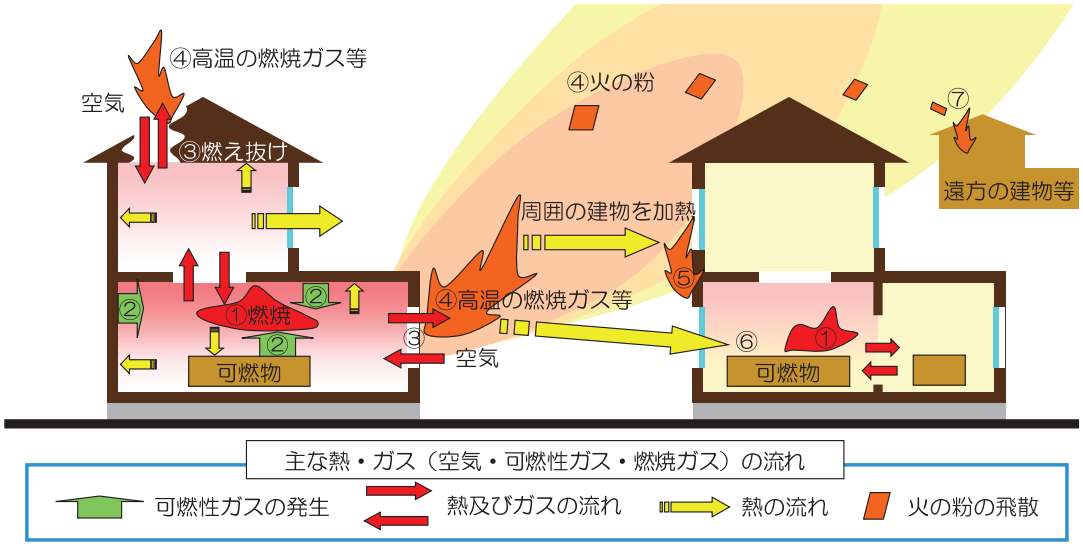


図 3-26　市街地火災の延焼拡大過程

【日影状況】区域内の建築物が相互に落とす日影状況、及び区域周辺の市街地に落とす日影状況を評価

●日影状況の評価の考え方

- 日影規制が適用されるのは、低層住居専用地域内で軒高７ｍ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。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。

●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

●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５ｍ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中点における、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。

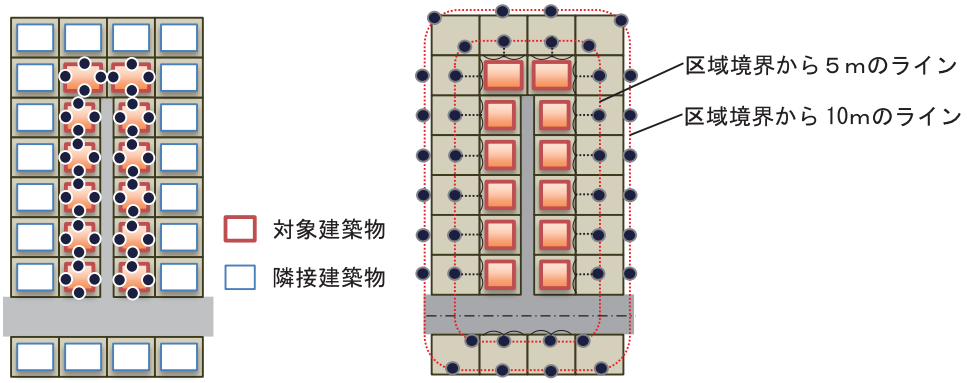


図 3-27　区域内の日影測定点（左）と区域外の日影測定点（右）

●シミュレーション結果

- 日影状況評価のシミュレーションでは、測定点毎に日影時間が算出され、等時間日影図等が描画される。
- その結果を基に、測定点の位置の分類別（区域内・外、区域境界からの距離、測定面の高さ）に最大値、最小値、中央値、平均値などを集計することができる。

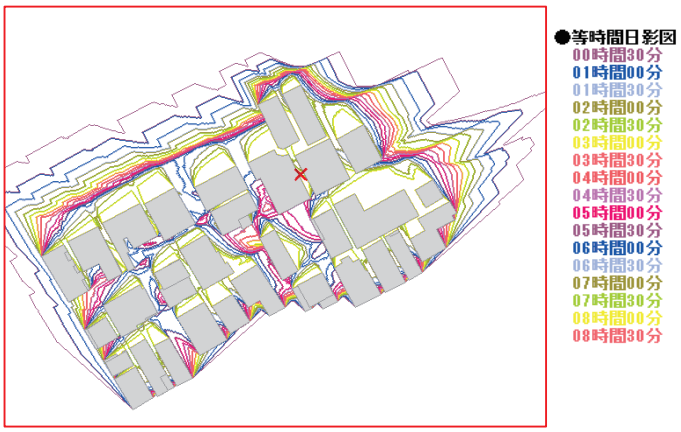


図 3-28　等時間日影図の例

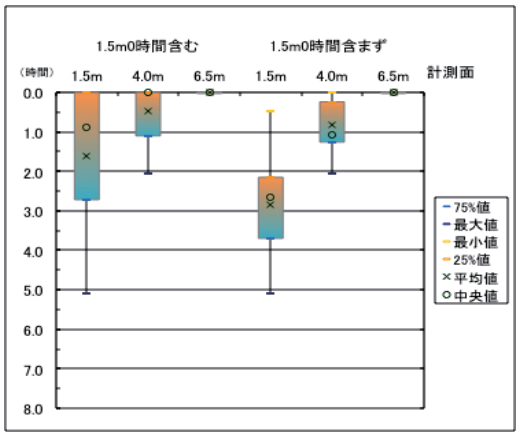


図 3-29　測定点の分類別日影時間の集計例の例

●基本建て替え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）の考え方を満たせているか否かを判断の目安とする。

【採光性能水準】居室における自然採光を念頭に、区域内の建築物及び区域に隣接する建築物の外壁面照度を評価

●採光性能水準の評価の考え方

- 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

- 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。

●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

●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９ｍ）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。

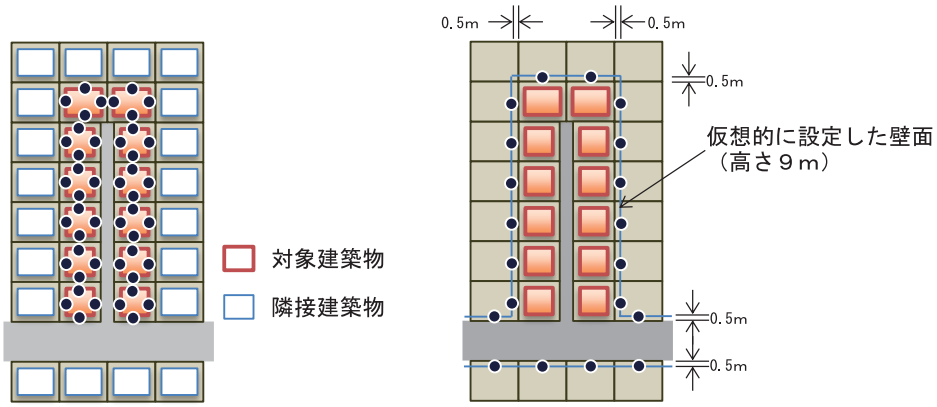


図 3-30　区域内の採光測定点（左）と区域外の採光測定点（右）

●シミュレーション結果

- 採光性能水準評価のシミュレーションでは、測定点毎に鉛直面照度が算出され、測定点において照度値に対応した色付きの半球が表示された照度分布図が描画される。
- その結果を基に、測定点の位置の分類別（区域内・外、階別など）に最大値、最小値、中央値、平均値などを集計することができる。

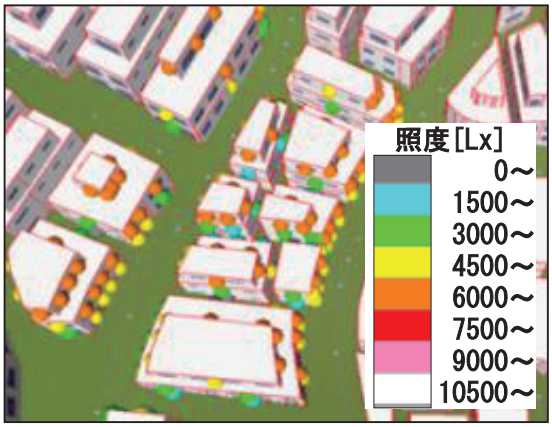


図 3-31　照度分布図の例

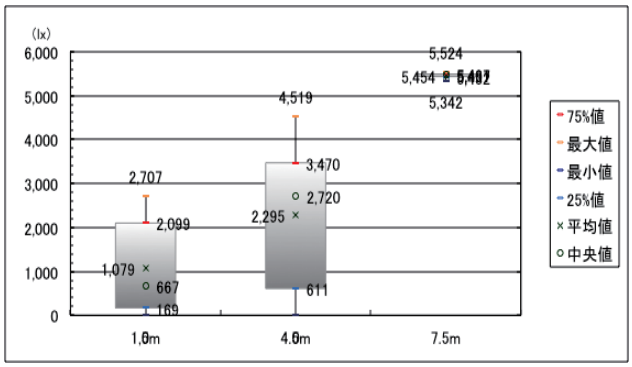


図 3-32　測定点の高さ別（階別）の照度の集計例

●基本建て替え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 (※注 3-4) 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を参考とした推奨水準(外壁面照度水準3000Lx)、もしくは許容水準（同1,500Lx）を満たせ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

【参考文献】

1)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』
2)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』
3)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

（※注3-4）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。

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）

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

（参考）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 3-33 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。

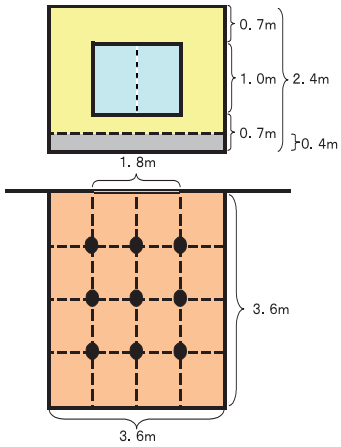


図 3-33　居室・窓面の設定
（上：窓側の壁面、下：平面）

- 窓面照度（＝外壁面照度）をＩｗとし、室内の平均的な明るさの基準として、図 3-32 の 0.9m間隔の格子上の９点における床上 0.4mの水平面照度の平均値をＩｆ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。

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

- 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 Lx÷0.0522＝2,874 Lx
  - ・許容水準（ごく短時間の軽度の視作業）：75 Lx÷0.0522＝1,437 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】

1)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』

2)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』

3)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

●換気性能水準の考え方

- 換気性能について、密集市街地において達成すべき水準は明確に示されていない。必要とされる換気性能水準は目的に応じた水準の設定が考えられるが、一つの考え方として、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、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・隣棟空間において年間を通して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 ガス漏れなど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。
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 3m とすると、居室内で必要な 6 回分の総換気量は S×3×6m³/h となり、屋外に必要となる換気量はその 10 倍の 180･Sm³/h と計算できる。
④ この 180･Sm³/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 3m×幅 3m×奥行 0.5m の 4.5m³ の空間とすることを考えた。
⑤ 4.5m³ の検査空間において 180･Sm³/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･S 回/h となる。居室面積を 10m²(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。

●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通風性能水準の評価対象とあわせることで計算の簡略化を図ることができる。
- 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 3-34)。

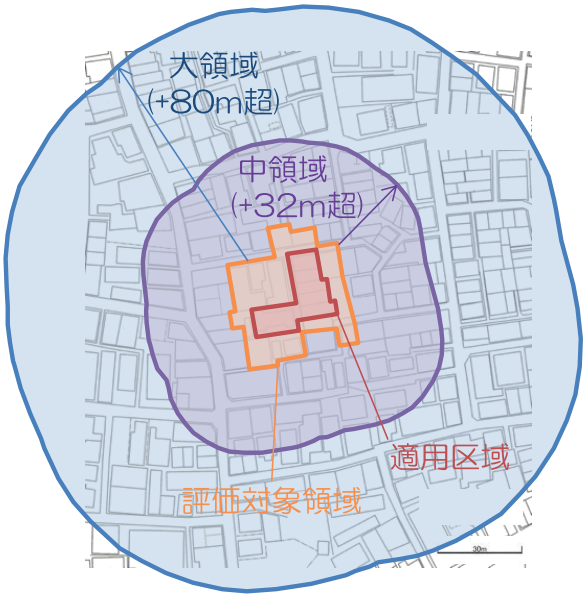


図 3-34　評価対象領域、中領域、大領域

- 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 3-34、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)。
- 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 3-35 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 3-35 右)。

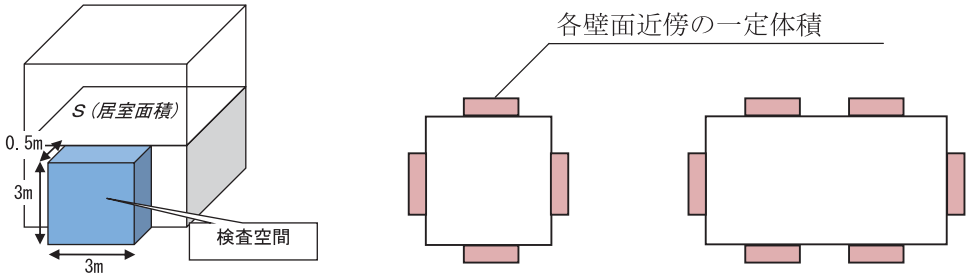


図 3-35　検査空間

- 評価対象の地域における風況を反映させるためには、最も近い気象庁の観測点における通年の風向・風速の出現頻度をワイブル分布で表すための係数(ワイブルパラメータ)を用いることが考えられる。

●シミュレーション結果

- 検査空間毎に超過確率が出力される。
- その結果をもとに、住戸毎の超過確率を集計することができる。

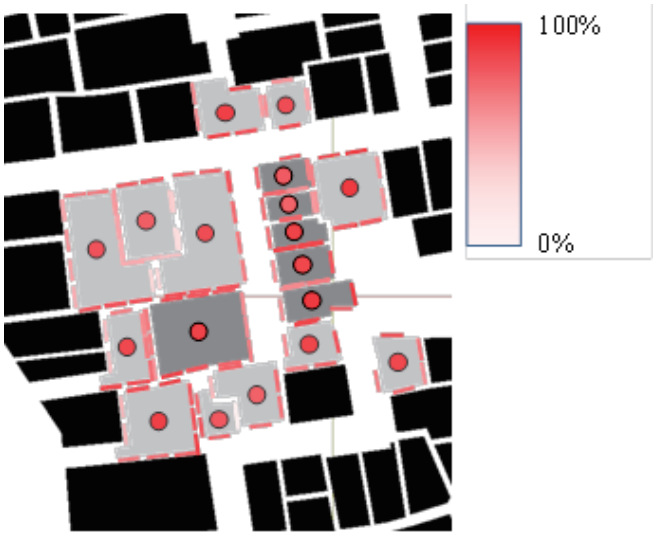


図 3-36　検査空間および住戸毎の超過確率の図示

●基本建て替え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。

【通風性能水準】居室内に心地よい風を取り込むことを念頭に、区域内の建築物及び区域に隣接する建築物の通風性能水準を評価

●通風性能水準の考え方

- 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いない。通風性能水準の評価における一つの考え方として、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。
- 夏期に道路空間・隣棟空間で確保できる風速については、以下のように考えることができる。

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 $0.045m^2/s^2$ 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 $0.45m^2/s^2$ 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 $4.5m^3$)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夏期に常に 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。

●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対象とあわせることで計算の簡略化を図ることができる。
- 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 3-37)。
- 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 3-37、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)。

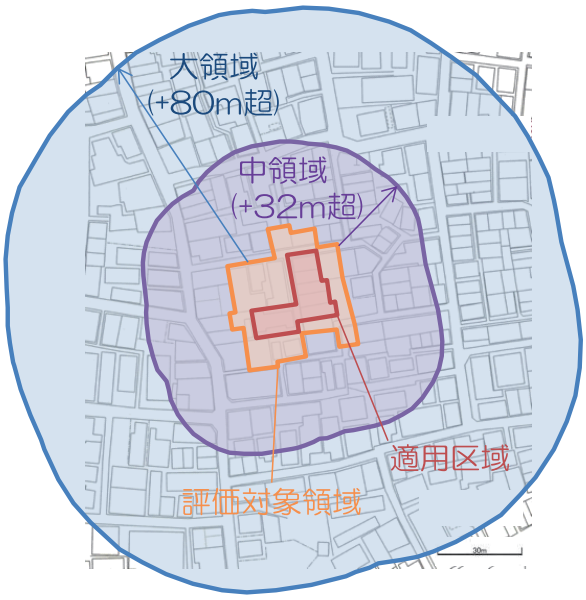


図 3-37　評価対象領域、中領域、大領域

- 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 3-38 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 3-38 右)。

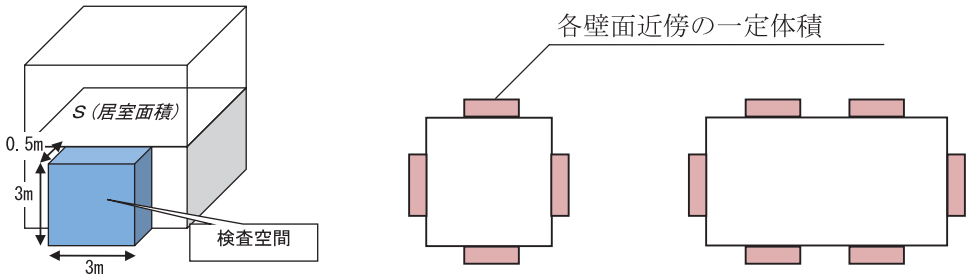


図 3-38　検査空間

- 評価対象の地域における風況を反映させるためには、最も近い気象庁の観測点における夏期の風向・風速の出現頻度をワイブル分布で表すための係数(ワイブルパラメータ)を用いることが考えられる。

●シミュレーション結果

- 検査空間毎に超過確率が出力される。
- その結果をもとに、住戸毎の超過確率を集計することができる。

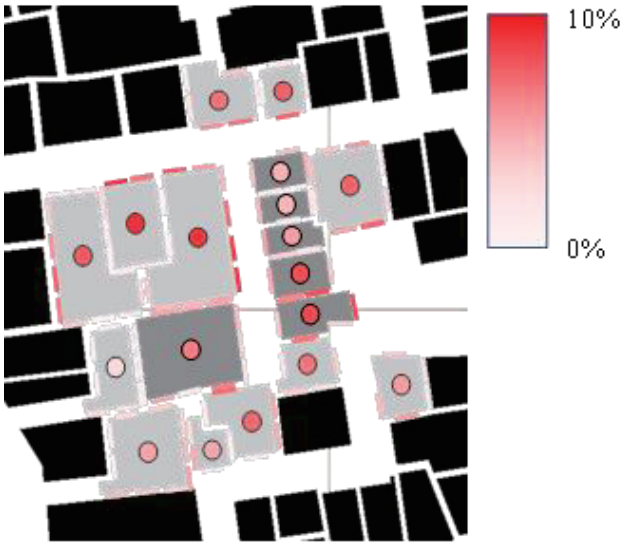


図 3-39　検査空間および住戸毎の超過確率の図示

●基本建て替え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夏期の平均風速が 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、夏期の平均風速が 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。

5．街区性能水準を向上させる工夫

（1）街区性能水準を向上させる工夫

協調的建て替えの市街地モデルによって得られる街区性能水準が、基本建て替えの市街地モデルによって得られる街区性能水準と同等以上にならない場合、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とならない評価項目について基本建て替えの市街地モデルの水準に近づける工夫をすることが重要である。以下にその検討例を紹介する。

（2）火災安全性能水準（防火性能水準・避難性能水準）を向上させる工夫

火災安全性能水準の向上には一般に、建築物の構造強化や隣棟間隔の拡大が有効だが、開口部や壁面などの個々の部材の性能・配置によっても改善を図ることができる。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ず、建築物の構造強化や隣棟間隔の拡大も難しい場合、各部材の性能や配置を工夫し、ルール化することが考えられる。

① 建築物全体の構造強化

協調的建て替えルール適用区域内の建築物の構造を「準耐火建築物」などに制限し、延焼しにくくする。

② 隣棟間隔の拡大

延焼しやすい箇所の隣棟間隔を拡大し、延焼速度を遅延する。

③ 開口部の防火性能や位置・大きさの工夫

隣棟へ延焼させたり、火をもらいやすい開口部を確認し、網入りガラスなどの防火性能の高い仕様に強化したり、隣棟の開口部と向かい合わないような配置、大きさを工夫する。

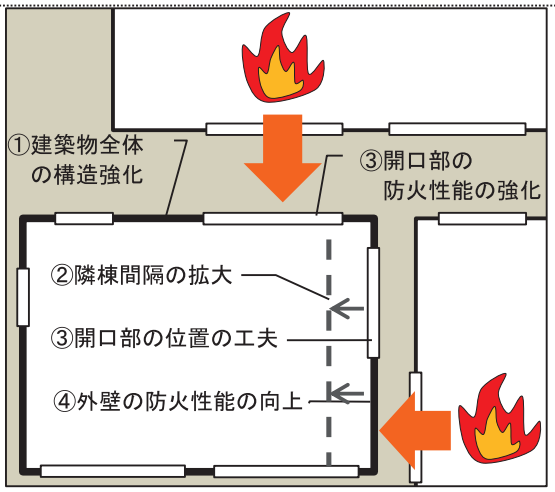


図 3-40　火災安全性能を向上させる工夫

④ 外壁の防火性能の向上

建築物の外壁の仕様を「防火構造」から「準耐火構造」に変えたり、「45 分準耐火」を「60 分準耐火」にするなど防火性能アップを図る。

（3）日影状況を改善させる工夫

日影状況は、日影図の分析によりどの壁面が日影に影響しているかが把握できる。その壁面の位置や高さを工夫して基本建て替えモデルによって得られる日影状況と同程度以下となるケースを探り、そのケースを基に、区域全体に一定のルールを設定することが考えられる。

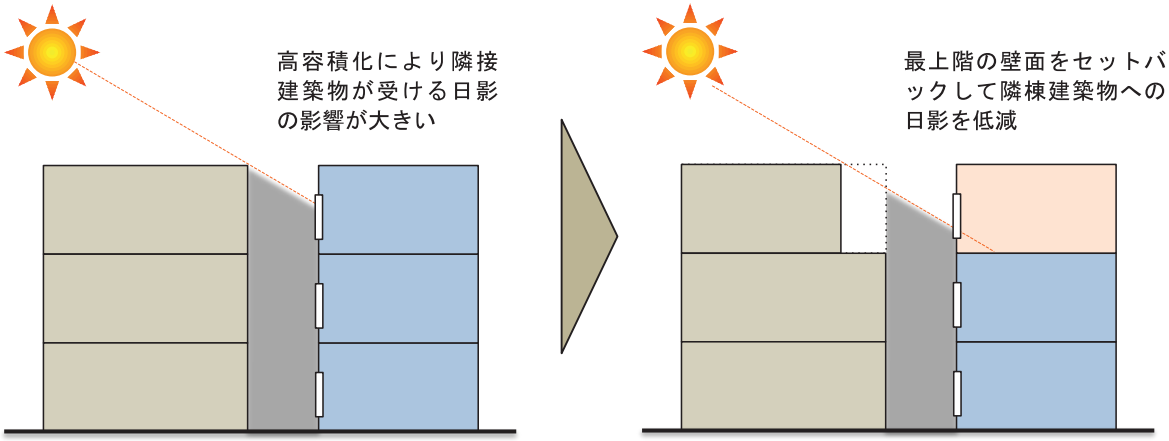


図 3-41　壁面の位置や高さの工夫の例

（４）その他の街区性能水準を向上させる工夫

採光性能水準、換気性能水準、通風性能水準は、主に隣棟間隔に左右される。また、全体的に建築ボリュームを抑える（低層化）することでも、街区性能水準を向上できる可能性がある。

① 道路からの壁面後退

道路幅員そのものを拡幅しなくても、道路境界から建築物を後退させれば、道路側の隣棟間隔が拡大し、全体的に採光性能水準、換気性能水準、通風性能水準を向上できる可能性がある。

② 隣棟間隔の拡大

道路幅員や道路からの壁面後退距離が同じでも、隣地側の隣棟間隔を確保することで、部分的に採光性能水準、換気性能水準、通風性能水準を向上できる可能性がある。

③ 最上階のセットバック

建築物全体ではなく、最上階の壁面をセットバックするだけでも、採光性能水準、換気性能水準、通風性能水準を向上できる可能性がある。

④ 建築ボリュームの抑制

建て替えによる建築物の高容積化を求めない場合、高さや階数などの制限により地区全体の建築ボリュームを抑制することで、良好な採光性能水準、換気性能水準、通風性能水準を確保することも考えられる。

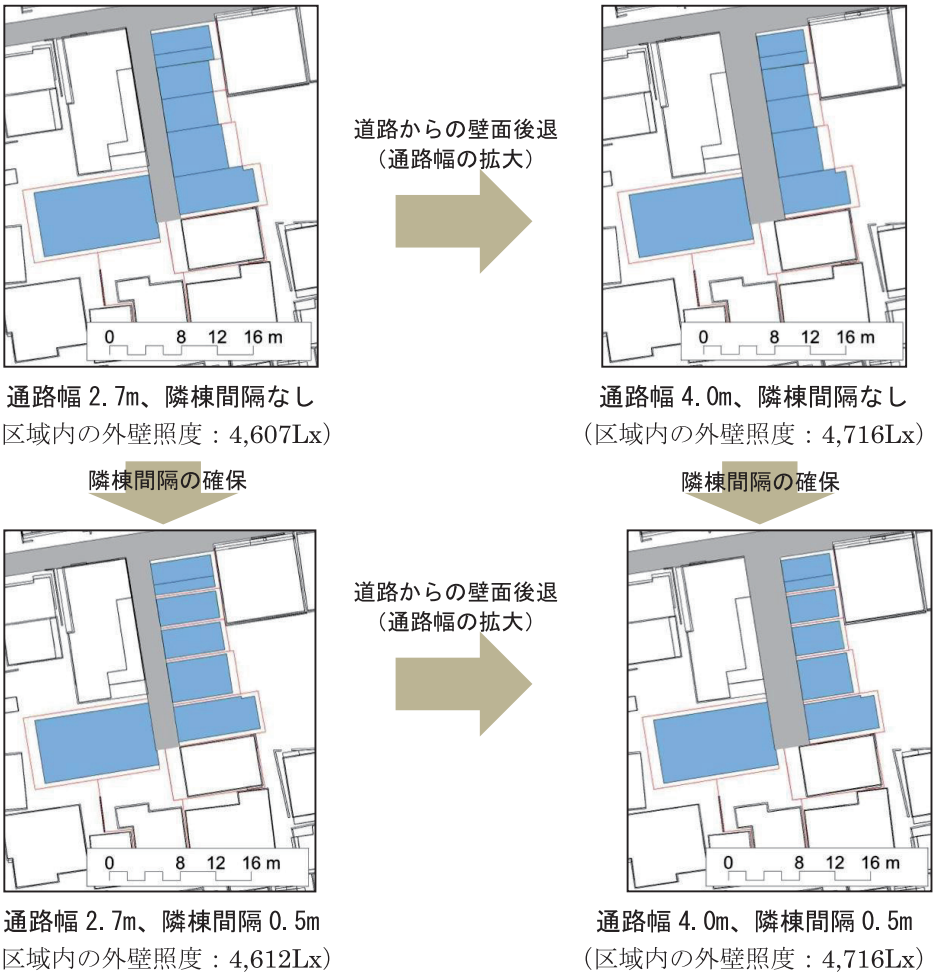


図 3-42　道路からの壁面後退距離と隣棟間隔の確保による採光性能水準向上の例
（区域内の外壁照度：区域内の各建築物で最も高い値の中央値）

第４部　典型密集市街地における ケーススタディ

第４部では、典型的な密集市街地を対象としたケーススタディとして、第３部で提案した街区性能水準の評価方法の例に従い、「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」を用いて、基本建て替えの市街地モデルと、協調的建て替えルールの適用を想定した協調的建て替えの市街地モデルに関する街区性能水準の比較評価についてシミュレーション例を示す。

なお、ここで採用した条件設定や評価方法はあくまでも仮想的な一例であり、街区性能水準の評価は、地域の状況に応じて柔軟に実施すべきである。また、ケーススタディ地区は任意に抽出したものであり、当地区にまちづくり誘導手法の適用が計画されているわけではなく、ケーススタディはあくまでも仮想的なものである。

１．ケーススタディ地区の概要

２．基本建て替えの市街地モデル及び協調的建て替えの市街地モデルの設定

３．街区性能水準の比較評価のシミュレーション

1．ケーススタディ地区の概要

ケーススタディ地区は、主に建築基準法制定以前に市街地が形成され、幅員 4m未満の狭隘道路と接道不良の狭小な戸建住宅・木造賃貸住宅で構成されている典型的な「接道不良型」の密集市街地から、面積約 1 ha の街区を抽出して設定した（図 4-1）。

当地区の用途地域は主として準工業地域が指定され、一部、地区の西側に近隣商業地域が路線的に指定されている。建ぺい率 80%、容積率 300%、第三種高度地区（図 4-2 参照）が指定されているが、地区計画により敷地面積 300 ㎡未満の場合に建築物の高さの最高限度が 16mに制限されている。また、準防火地域が指定されているが、東京都建築安全条例による「新たな防火規制」の区域が指定され、新たな建築物は原則として準耐火建築物以上に制限されている。日影規制は、平均地盤面からの高さ 6.5mの測定面で、敷地境界線から 5mラインで 5 時間、10mラインで 3 時間に制限されている。

地区の外周は幅員 4m前後の公道で囲まれているが、地区内は全て私道 2 項道路であり、幅員 4m以上の区間は部分的にしかない。幅員 3m未満の行き止まり道路も見られる。

建築物は防火構造のものが大半を占め、階数は概ね 2 階、高くても 3 階建てである。

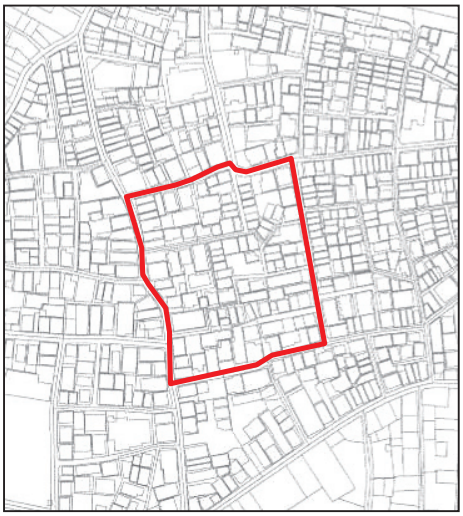


図 4-1　ケーススタディ地区

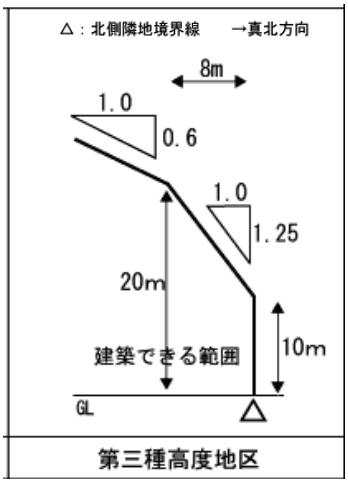
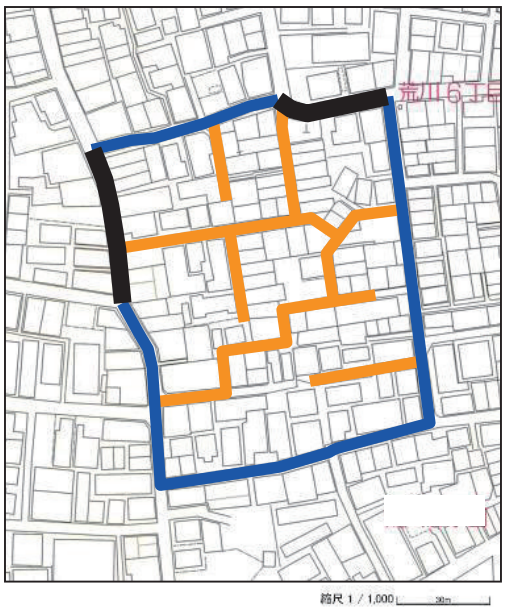


図 4-2　高度地区

表 4-1　ケーススタディ地区の建築規制の概要

用途地域	建ぺい率	容積率	高度地区	高さの最高限度	防火地域	日影規制（測定面）
準工業地域 近隣商業地域	80%	300%	第三種	16m （敷地面積 300 ㎡未満の場合）	準防火地域 新防火区域	5-3 時間 （6.5m）



1 項 1 号道路
2 項道路（公道）
2 項道路（私道）

図 4-3　建築基準法上の道路種別

4.0m以上
3.0m以上 4.0m未満
2.0m以上 3.0m未満

図 4-4　建築基準法上の道路の最小幅員

耐火構造
準耐火構造
防火構造

図 4-5　建築物の防火上の構造

3 階
2 階
1 階

図 4-6　建築物の階数

２．基本建て替えの市街地モデル及び協調的建て替えの市街地モデルの設定

（１）基本建て替えの市街地モデルの設定

街区性能水準の比較評価の対象となる基本建て替えの市街地モデルは、まちづくり誘導手法の適用検討区域を含む地区の全域について、第３章で示した、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「一般型」の作成ルールの例（表 4-2）に基づいて設定した。

表 4-2　《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)	幅員４ｍ未満の道路、通路は全て４ｍ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。（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。）
4)	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。
5)	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。
6)	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。
7)	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。

また、地区の特性を踏まえて、次の２つの条件を加えて基本建て替えの市街地モデルを設定した。

①構造は全て準耐火構造以上

「新たな防火規制」が適用されていることから、建築物の構造は全て準耐火構造以上とした。

②階数は３階を上限

容積率 300%、地区計画による高さの最高限度は 16mであるため 4～5 階建ての建築も可能だが、4 階建て以上は日影規制の対象となるため狭小宅地では建築しにくく、現況の市街地でも 3 階建てまでの建て替えしか行われていないことから、建築物の階数は 3 階を上限とした。

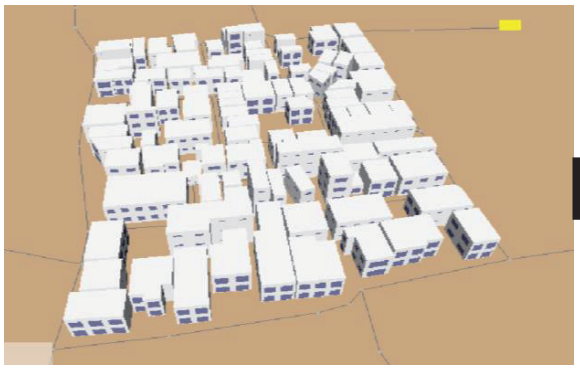


図 4-7　現況市街地モデル

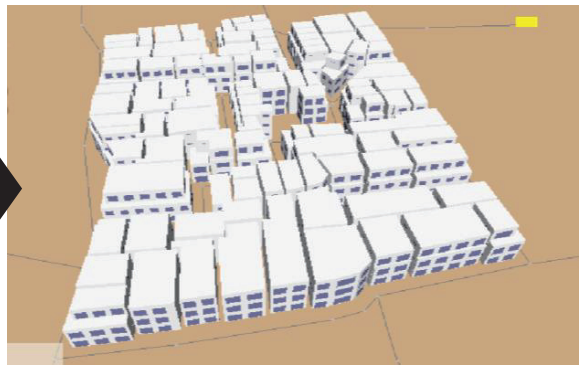


図 4-8　基本建て替えの市街地モデル

（２）協調的建て替えの市街地モデルの設定

幅員 2.7ｍの行き止まりの私道に沿って狭小敷地が並ぶ区域を対象に、まちづくり誘導手法として連担建築物設計制度を適用した場合を想定して、協調的建て替えの市街地モデルを作成した。協調的建て替えの市街地モデルは、以下の条件を設定して作成した。

○　通路幅：現況の 2.7mで設定
○　壁面後退：外壁修理等のメンテナンス用の空間を確保するために隣地境界線から 25cm 後退
○　高さ：基本建て替えの市街地モデルと同様に 3 階建てに設定
○　構造：「新たな防火規制」の区域であるため「準耐火構造」に建て替えることを想定
○　建築物の規模：床面積を最大限確保することとし、それぞれの建築面積は、各敷地面積から、設定した通路部分の面積を除いた数値により算出
○　その他：連担建築物設計制度適用区域の境界線から 50cm 以上後退し、外壁修理等のメンテナンス用の空間を確保

図 4-9　ケーススタディ地区

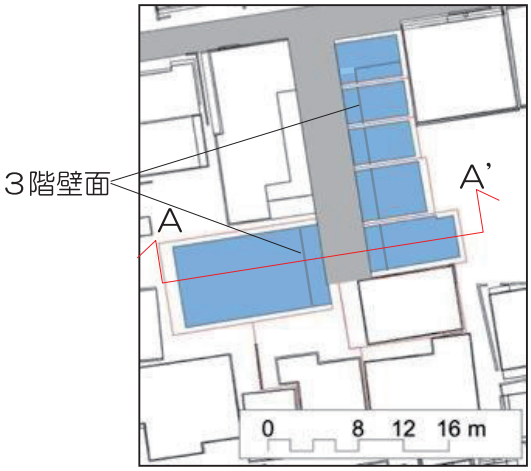


図 4-10　まちづくり誘導手法適用検討区域における基本建て替えの市街地モデル

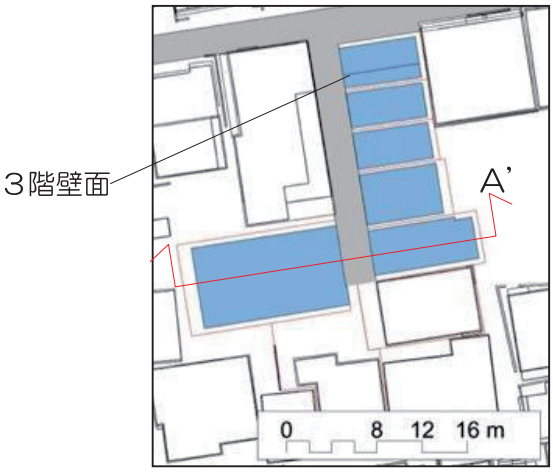
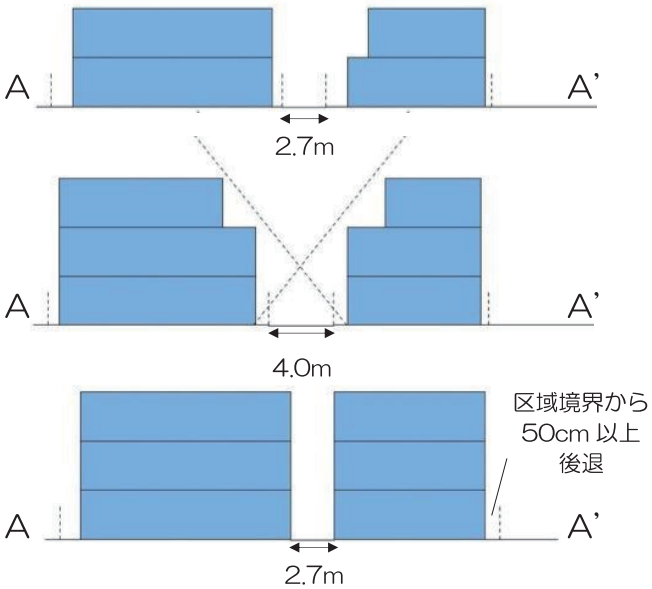


図 4-11　まちづくり誘導手法適用検討区域における協調的建て替えの市街地モデル



現況市街地モデルの断面図
（通路幅 2.7m、隣地側壁面後退 20cm、防火構造、２階建て）

基本建て替えの市街地モデルの断面図
（通路幅 4.0m、隣地側壁面後退 25cm、準耐火構造、３階建て）

協調的建て替えの市街地モデルの断面図
（通路幅 2.7m、隣地側壁面後退 25cm、区域境界側壁面後退 50cm、準耐火構造、３階建て）

図 4-12　市街地モデルの断面図

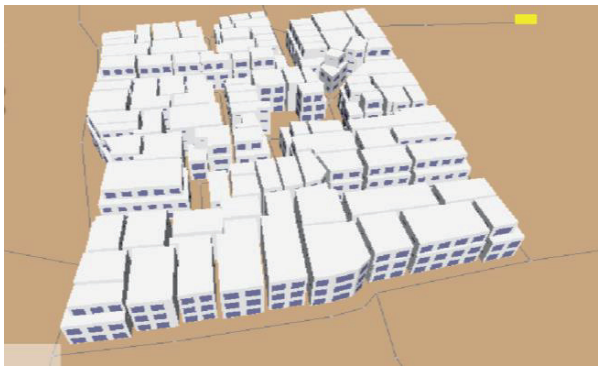


図 4-13　協調的建て替えの市街地モデル

３．街区性能水準の比較評価のシミュレーション

基本建て替えの市街地モデル、及び協調的建て替えの市街地モデルについて、延べ床面積の計算を行うとともに、街区性能水準の比較評価についてシミュレーションを行った。平常時の火災安全性能水準（防火性能水準、避難性能水準）と、住環境性能水準（日影状況、採光性能水準、換気性能水準、通風性能水準）については、図 4-14 に示す連担建築物設計制度を適用する区域及びその周辺敷地を対象に実施した。地震時の火災安全性能水準（防火性能水準、避難性能水準）については、地区全域を対象に実施した。

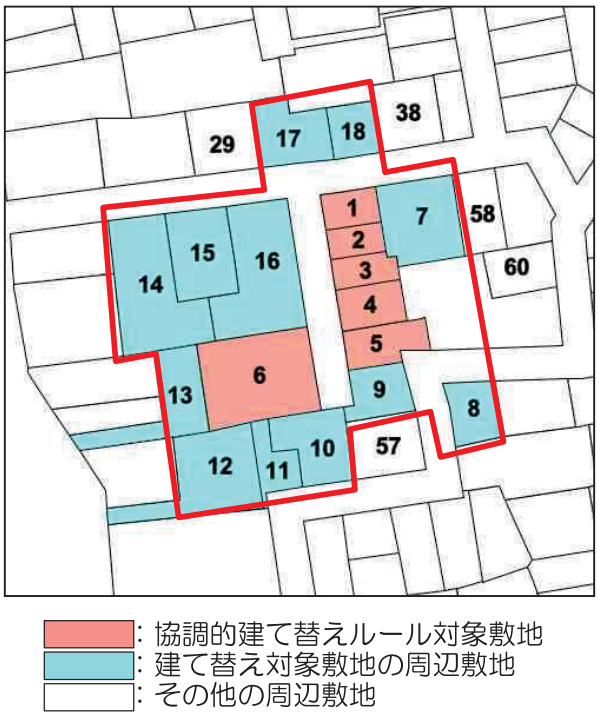


図 4-14　まちづくり誘導手法の適用検討区域と建築物番号

（１）延べ面積の計算例

基本建て替えの市街地モデル、協調的建て替えの市街地モデル及び現況市街地モデルについて、まちづくり誘導手法適用区域内の各建築物で実現されている延べ面積を計算した。

図 4-16 に各モデルにおける各建築物の実現延べ面積の比較評価の例を示す。

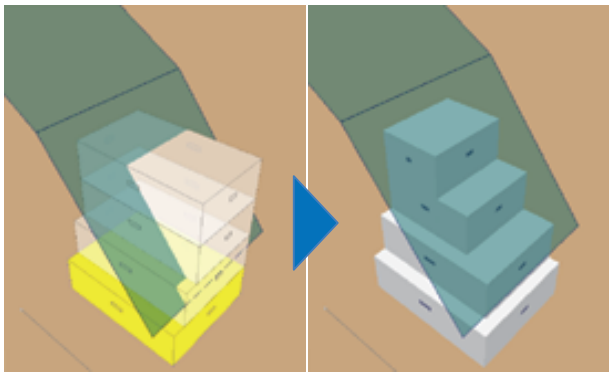


図 4-15　「密集市街地における街区性能水準の簡易予測・評価プログラム」を用いた斜線制限による上層部分の切り取りのイメージ

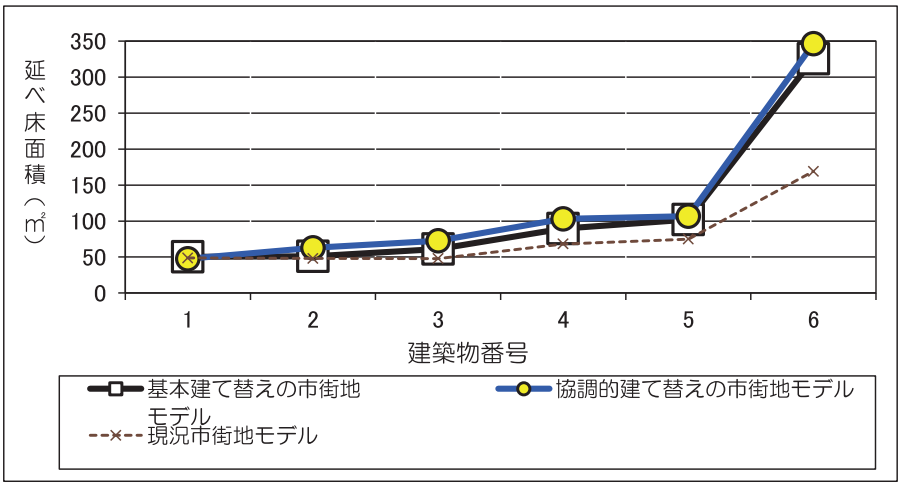


図 4-16　各建築物の実現延べ面積の比較評価の例

（２）防火性能水準の計算例

防火性能水準に関しては、基本建て替えの市街地モデル、協調建て替えの市街地モデルに加えて、協調建て替えの市街地モデルを一部変更した市街地モデルも検討を行った。変更内容は以下の通りである。本節では便宜的に、２（２）で設定した協調建て替えの市街地モデルを、「協調建て替えの市街地モデル【案１】」と表記し、これを一部変更した市街地モデルを「協調建て替えの市街地モデル【案２】」と表記することとする。

・建築物の規模、壁面の位置は変更しない（そのため床面積も変化しない）。
・外壁及び床の構造を 60 分準耐火構造とする。
・道路に面しない隣棟間の開口部を互いにずらして正対しないように配置する。

【案１】
開口部間の燃え移りにより、
十分な防火性能水準が得られない。

【案２】
開口部の位置をずらして、
十分な防火性能水準を確保。

図 4-17　隣棟間の開口部を互いにずらした配置のイメージ

表 4-3　市街地モデルの概要

市街地モデル	基本建て替えの市街地モデル	協調建て替えの市街地モデル【案１】	協調建て替えの市街地モデル【案２】
通路幅	４．０ｍ	２．７ｍ	同左
適用建築物形状	道路斜線制限により行き止まり道路沿道セットバック	道路斜線制限緩和により行き止まり道路沿道はセットバックなし	同左
外壁・床の構造	４５分準耐火構造	同左	６０分準耐火構造
適用建築物の隣棟間相互の開口部配置	相互調整なし（壁面中央に開口部を配置）	同左	相互調整あり（互いに正対しないように配置）

１）平常時の防火性能水準の計算例

基本建て替えの市街地モデル、協調的建て替えの市街地モデル【案１】及び協調建て替えの市街地モデル【案２】について、第３部４（２）p.28～29 に示した平常時の防火性能水準の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその一皮外側の隣接建築物を計算領域とし、計算領域内のいずれか一棟から出火した場合に計算領域内の隣棟へ着火する時間を、シミュレーションを行って計算した。評価時間は 60 分とした。

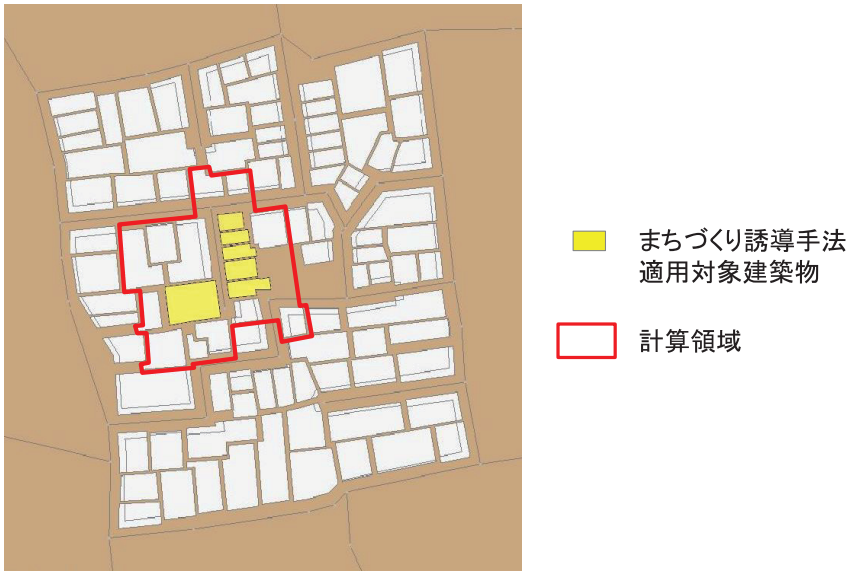


図 4-18　平常時の防火性能水準計算時の計算領域

図 4-19～図 4-21 に、各市街地モデルの第３部４（２）p.29 に示した隣棟着火時間の累積生起確率分布の例を示す。また、図 4-22 に各市街地モデルの隣棟着火時間の最小値及び 95 パーセンタイル値及び中央値の計算結果の例を示す。なお中央値については、いずれの市街地モデルでも評価時間内での隣棟への着火は発生しなかった。

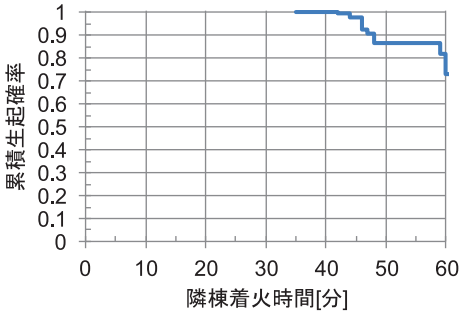


図 4-19　基本建て替えの市街地モデルにおける隣棟着火時間の累積生起確率

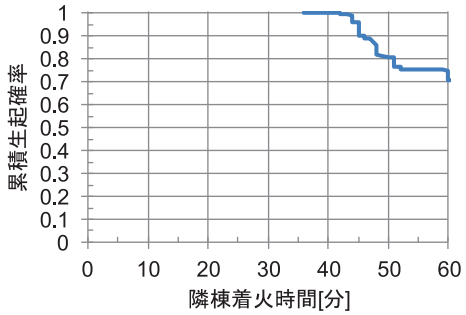


図 4-20　協調的建て替えの市街地モデル【案１】における隣棟着火時間の累積生起確率

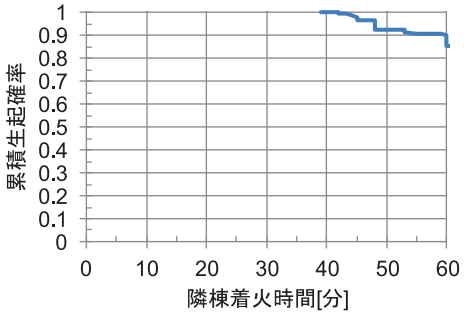


図 4-21　協調的建て替えの市街地モデル【案２】における隣棟着火時間の累積生起確率

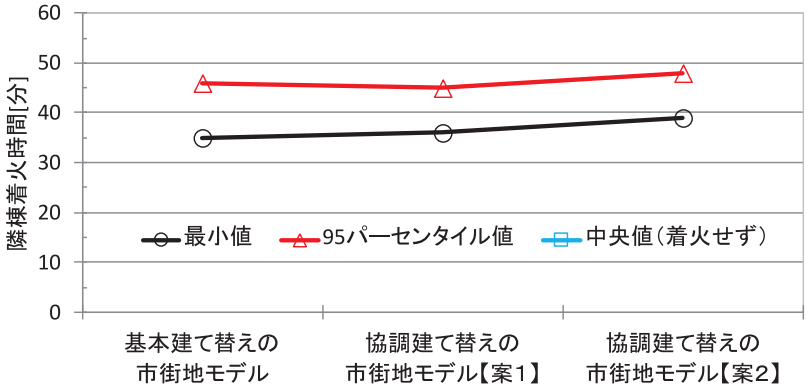


図 4-22　市街地モデルごとの隣棟着火時間に関する指標値の計算例

２）地震時の防火性能水準の計算例

基本建て替えの市街地モデル、協調的建て替えの市街地モデル【案１】及び協調建て替えの市街地モデル【案２】について、第３部４（２）p.28～29 に示した地震時の防火性能水準の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその周辺建築物を計算領域とし、計算領域内のいずれか一棟から出火した場合の経過時間ごとの延焼棟数を、シミュレーションを行って求め、換算焼失棟数を計算した。評価時間は 180 分とした。

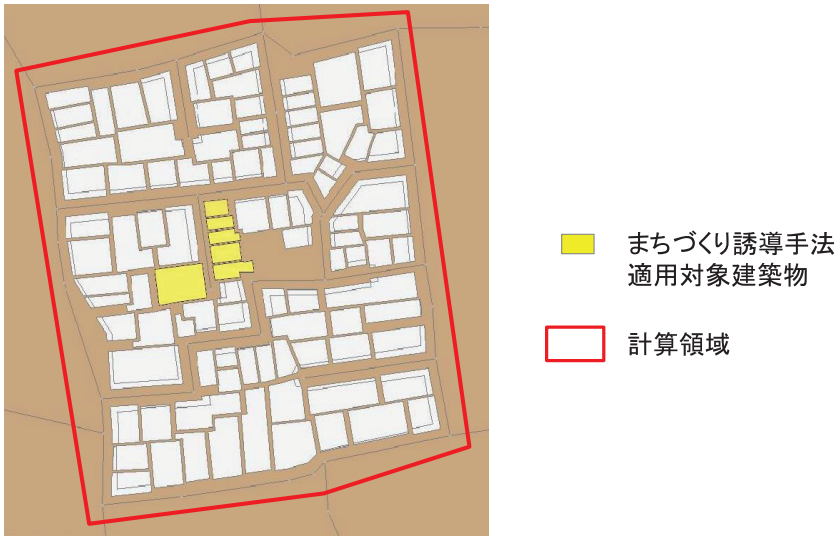


図 4-23　地震時の防火性能水準計算時の計算領域

図 4-24～図 4-26 に、各市街地モデルの第３部４（２）p.29 に示した換算焼失棟数の累積生起確率分布の例を示す。また、図 4-27 に各市街地モデルの換算焼失棟数の最大値及び 95 パーセンタイル値及び中央値、期待値の計算結果の例を示す。

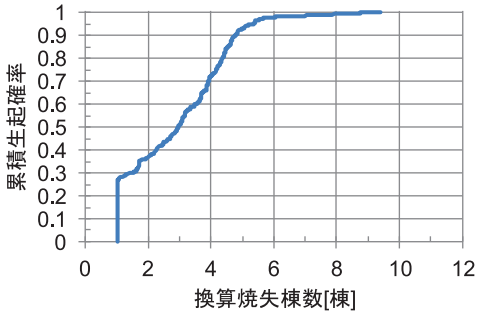


図 4-24　基本建て替えの市街地モデルにおける換算焼失棟数の累積生起確率

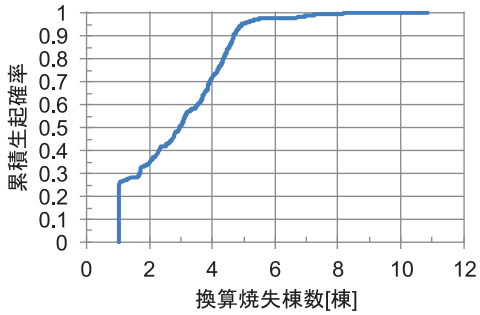


図 4-25　協調的建て替えの市街地モデル【案１】における換算焼失棟数の累積生起確率

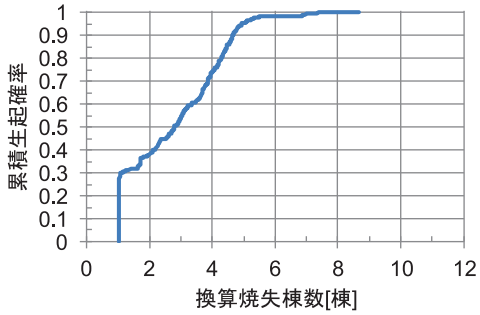


図 4-26　協調的建て替えの市街地モデル【案２】における換算焼失棟数の累積生起確率

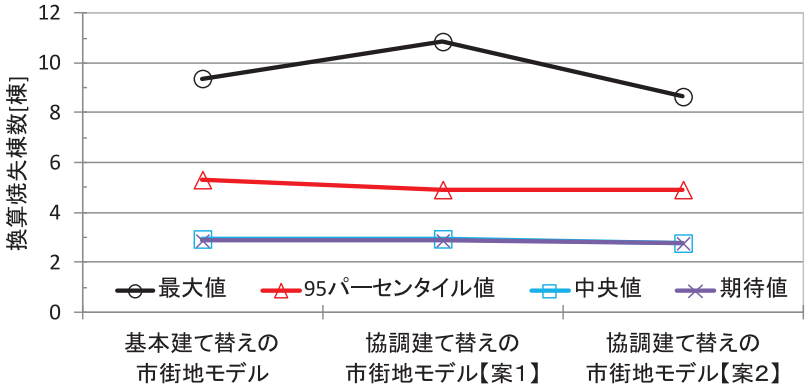


図 4-27　市街地モデルごとの換算焼失棟数に関する指標値の計算例

（３）避難性能水準の計算例

１）平常時の避難性能水準の計算例

基本建て替えの市街地モデル、協調的建て替えの市街地モデル【案１】及び協調建て替えの市街地モデル【案２】について、第３部４（２）p.30～32 に示した平常時の避難性能水準の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその一皮外側の隣接建築物を計算領域とし、計算領域内のいずれか一棟から出火した場合に、まちづくり誘導手法適用対象の各建築物に配置した避難者が最も近い道路へ出て避難目的地まで安全に避難できるかどうかのシミュレーションを行って、避難猶予時間を計算した。評価時間は 60 分とした。

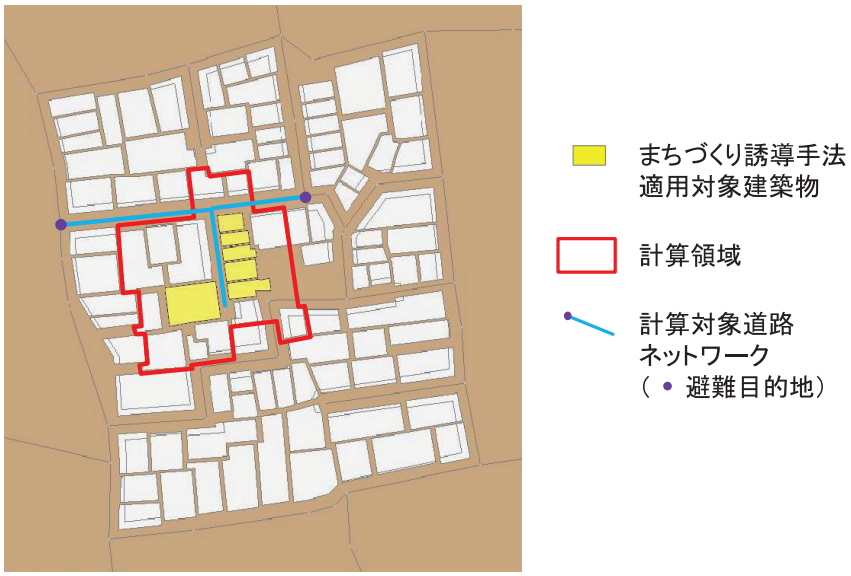


図 4-28　平常時の避難性能水準計算時の計算領域及び計算対象道路ネットワーク

図 4-29～図 4-31 に、各市街地モデルの第３部４（２）p.32 に示した避難猶予時間の累積生起確率分布の例を示す。また、図 4-32 に各市街地モデルの避難猶予時間の最小値及び 95 パーセンタイル値及び中央値の計算結果の例を示す。

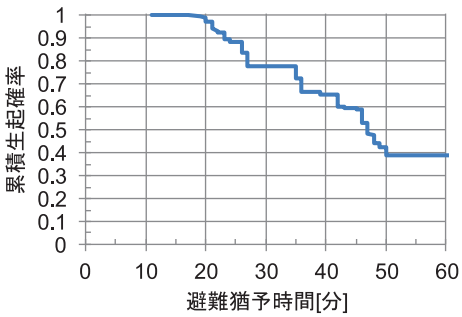


図 4-29　基本建て替えの市街地モデルにおける避難猶予時間の累積生起確率

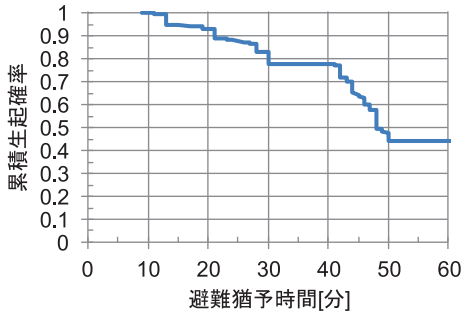


図 4-30　協調的建て替えの市街地モデル【案１】における避難猶予時間の累積生起確率

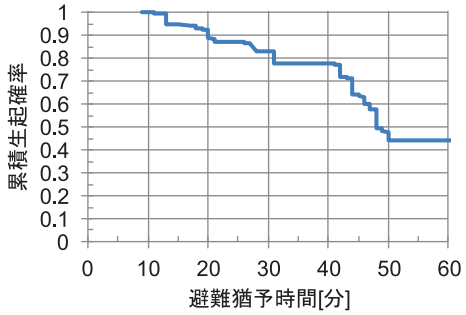


図 4-31　協調的建て替えの市街地モデル【案２】における避難猶予時間の累積生起確率

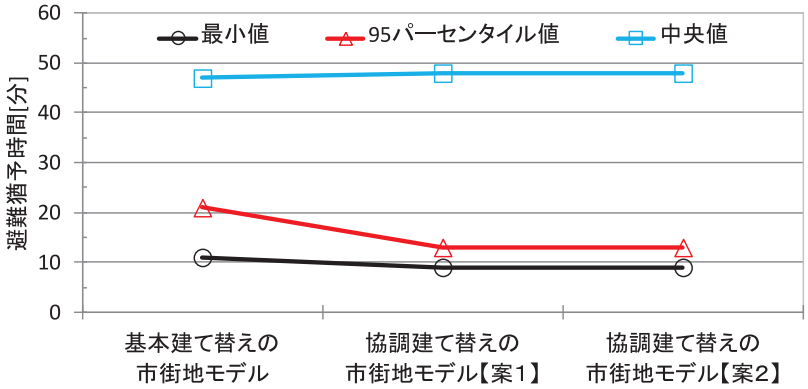


図 4-32　市街地モデルごとの避難猶予時間に関する指標値の計算例

２）地震時の避難性能水準の計算例

基本建て替えの市街地モデル、協調的建て替えの市街地モデル【案１】及び協調建て替えの市街地モデル【案２】について、第３部４（２）p.30～32 に示した地震時の避難性能水準の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその周辺建築物を計算領域とし、計算領域内のいずれか一棟から出火した場合に、計算領域内の各建築物に配置した避難者が計算領域の外部に設定した避難目的地まで安全に避難できるかどうかのシミュレーションを行って経過時間ごとに避難が困難となる避難者数を求め、換算避難困難棟数を計算した。評価時間は 180 分とした。

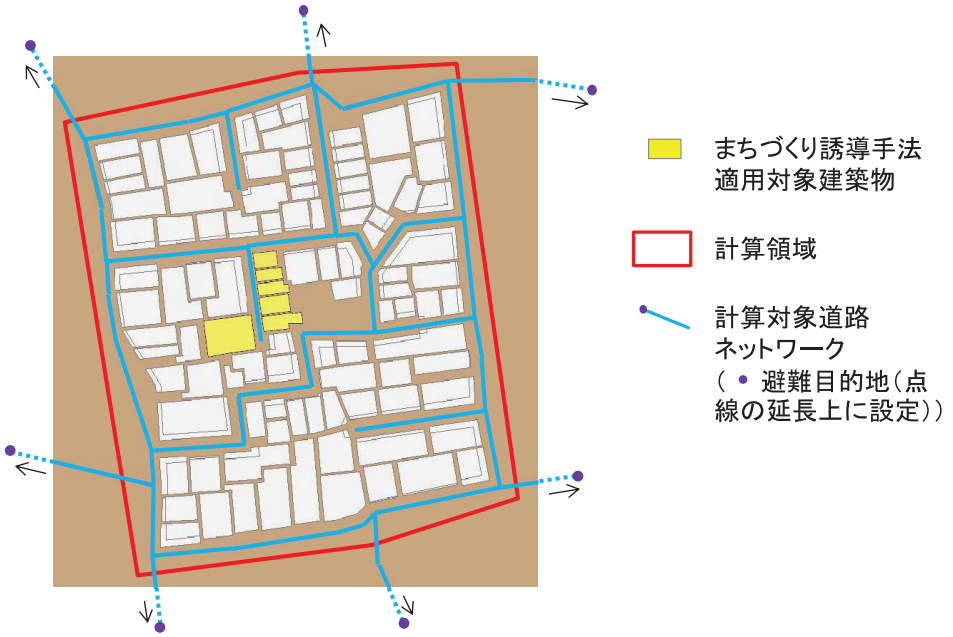


図 4-33　地震時の避難性能水準計算時の計算領域及び計算対象道路ネットワーク

図 4-34～図 4-36 に、各市街地モデルの第３部４（２）p.32 に示した換算避難困難棟数の累積生起確率分布の例を示す。また、図 4-37 に各市街地モデルの換算避難困難棟数の最大値及び 95 パーセンタイル値及び中央値、期待値の計算結果の例を示す。

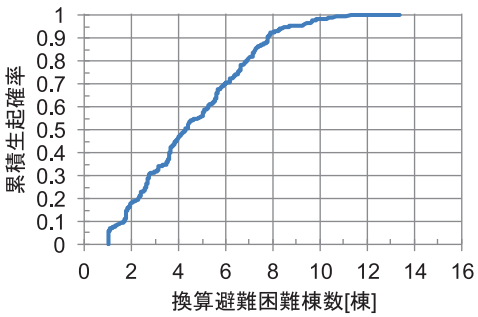


図 4-34　基本建て替えの市街地モデルにおける換算避難困難棟数の累積生起確率

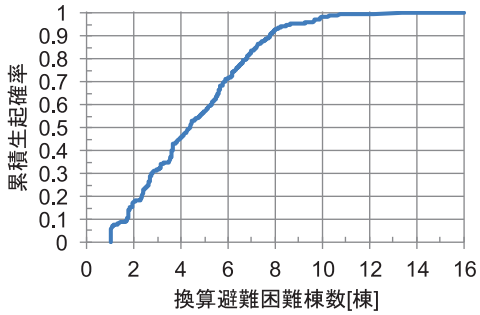


図 4-35　協調的建て替えの市街地モデル【案１】における換算避難困難棟数の累積生起確率

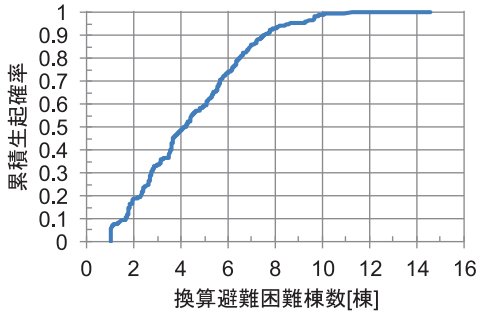


図 4-36　協調的建て替えの市街地モデル【案２】における避難猶予時間の累積生起確率

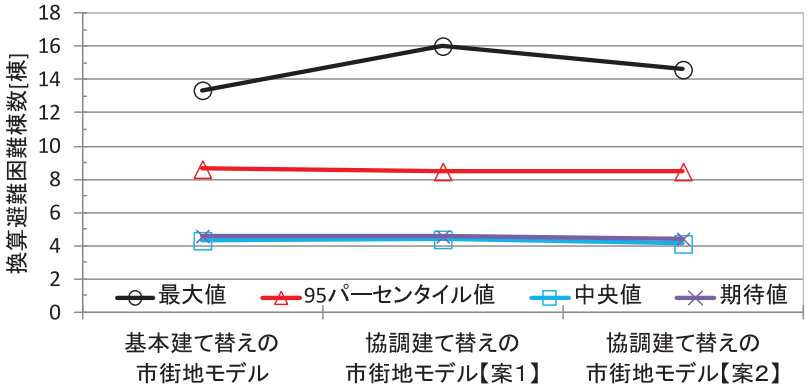
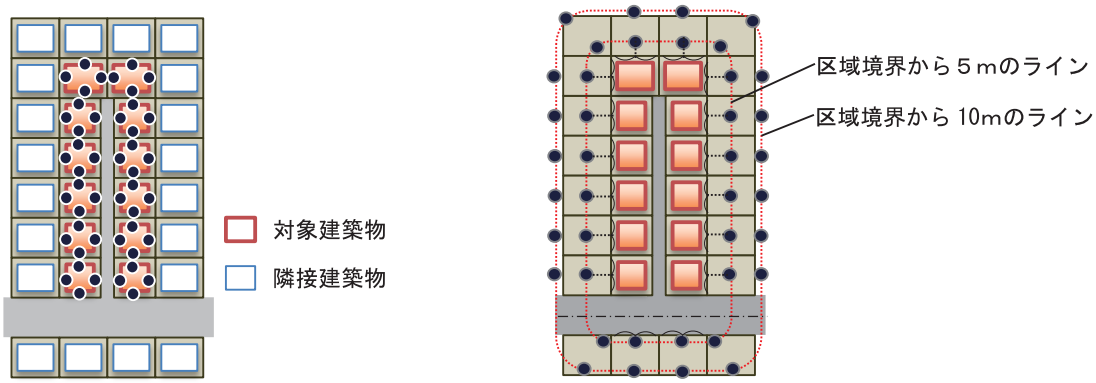


図 4-37　市街地モデルごとの換算避難困難棟数に関する指標値の計算例

（４）日影状況の計算例

基本建て替えの市街地モデル及び協調的建て替えの市街地モデルについて、第３部４（２）p.34～35 に示した日影状況の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及び適用区域外の周辺敷地の測定点（水平面高さ 6.5m）における、冬至の日影時間を計算した。

図 4-38 に第３部４（２）p.34～35 に示した日影測定点の配置方法の例を示す。また、図 4-39 に図 4-38 に基づくケーススタディ地区における手法適用区域外の日影測定点の配置の例を示す。



＜手法適用区域内の日影測定点＞
（全壁面の各階中央部に設定）

＜手法適用区域外の日影測定点＞
（個々の敷地の間口中央部で区域境界から 5m
及び 10m の地点の日影測定面の高さに設定）

図 4-38　日影測定点の配置方法の例

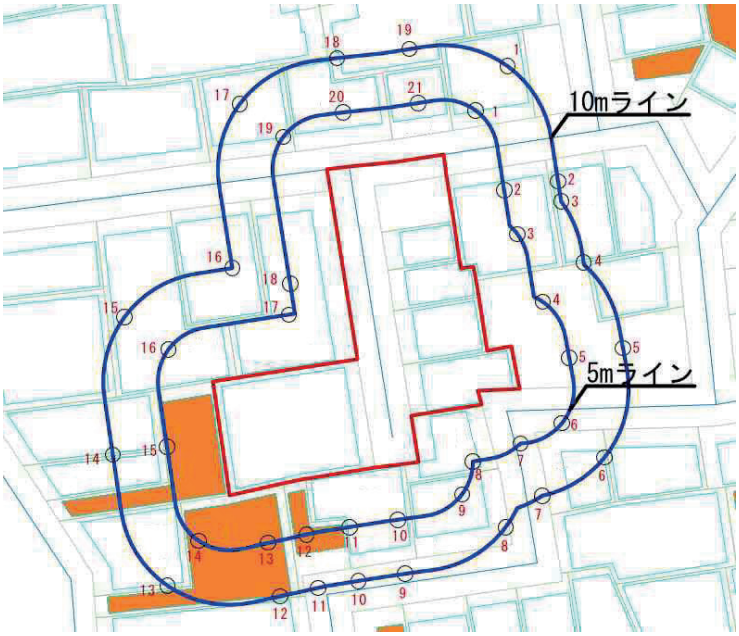
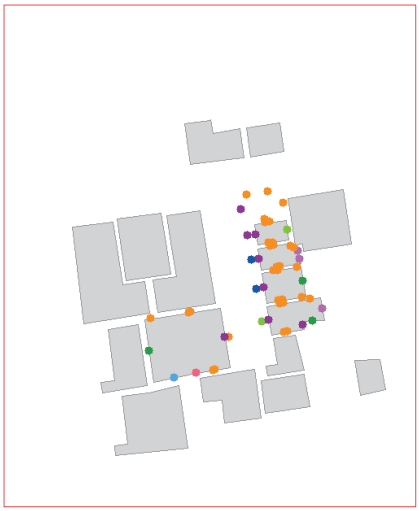


図 4-39　ケーススタディ地区における手法適用区域外の日影測定点の配置の例

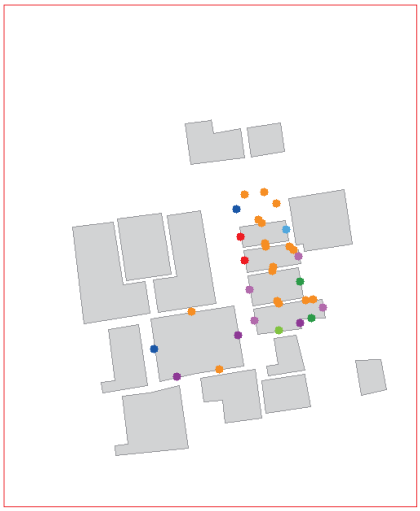
図 4-40 に手法適用区域内の建築物の測定点における日影状況の計算例を示す。

等時間日影図
（基本建て替えの市街地モデル）

等時間日影図
（協調的建て替えの市街地モデル）



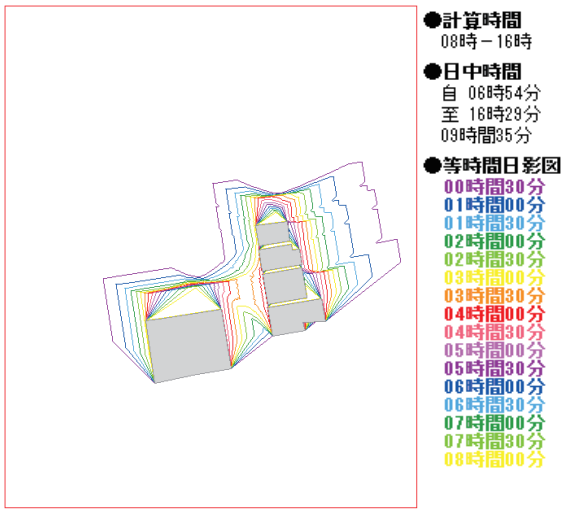
建築物壁面の測定点の日影時間
（基本建て替えの市街地モデル）



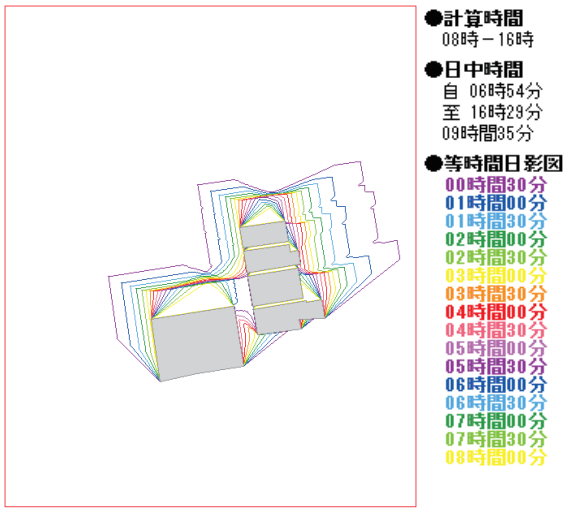
建築物壁面の測定点の日影時間
（協調的建て替えの市街地モデル）

図 4-40　手法適用区域内の建築物の測定点（水平面高さ 6.5m）における日影状況の計算例

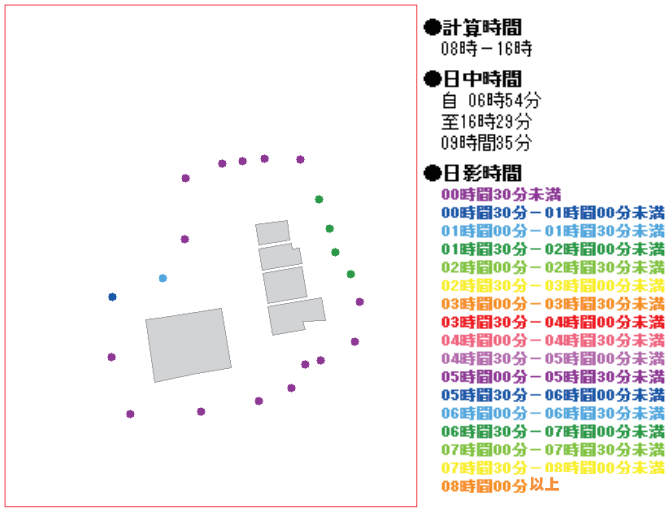
図 4-41 に手法適用区域外の周辺敷地の測定点における日影状況の計算例を示す。



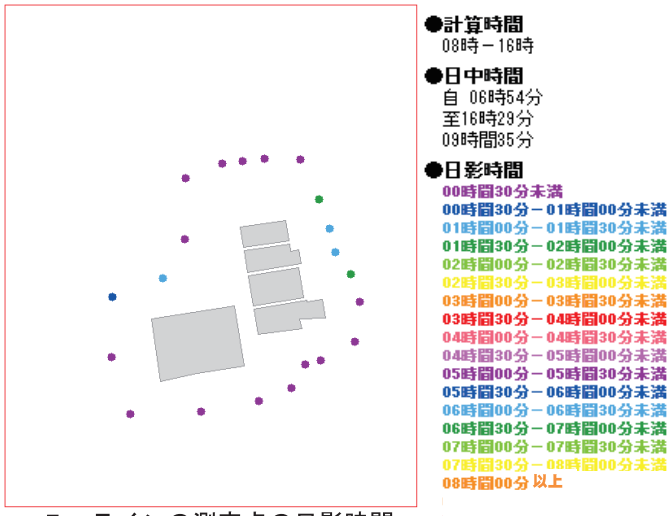
等時間日影図
（基本建て替えの市街地モデル）



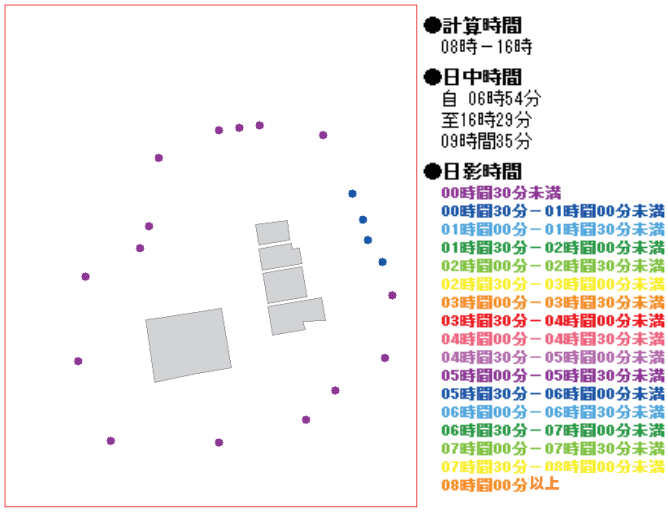
等時間日影図
（協調的建て替えの市街地モデル）



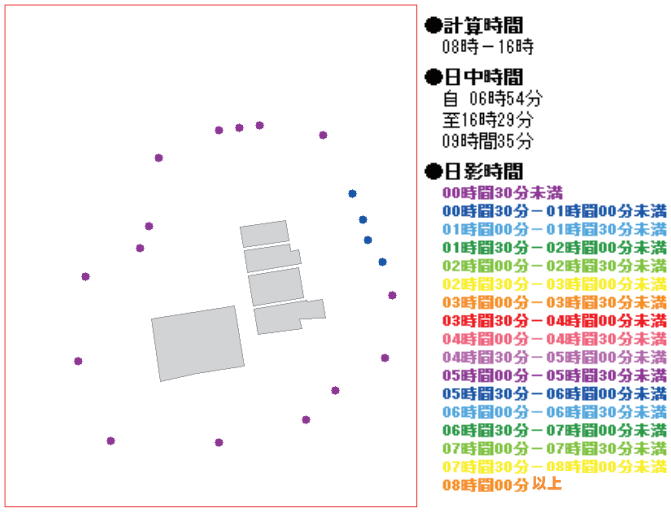
５ｍラインの測定点の日影時間
（基本建て替えの市街地モデル）



５ｍラインの測定点の日影時間
（協調的建て替えの市街地モデル）



１０ｍラインの測定点の日影時間
（基本建て替えの市街地モデル）



１０ｍラインの測定点の日影時間
（協調的建て替えの市街地モデル）

図 4-41　手法適用区域外の周辺敷地の測定点（水平面高さ 6.5m）における日影状況の計算例

図 4-42 に第３部４（２）p.35 に示した【評価方法の例４】に基づき行った手法適用区域内の建築物の測定点における日影状況の比較評価結果の例を示す。

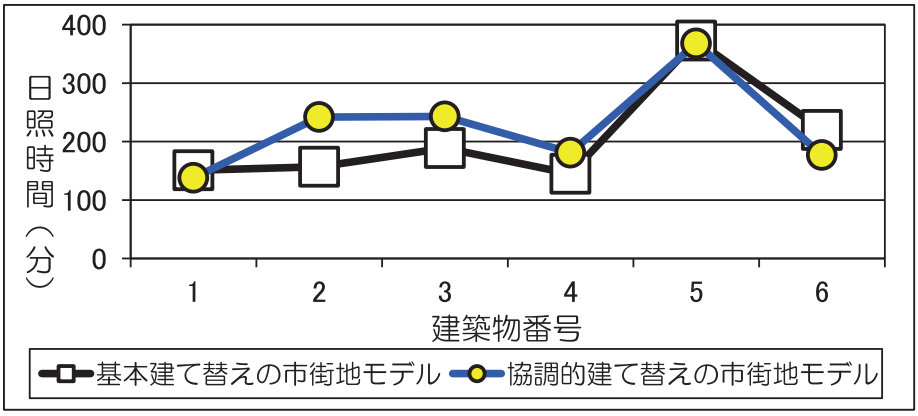


図 4-42　手法適用区域内の建築物における冬至の日照時間
（各建築物での最大値）の比較評価の例

図 4-43～図 4-44 に第３部４（２）p.35 に示した【評価方法の例２】に基づき行った手法適用区域外の周辺敷地の測定点における日影状況の比較評価結果の例を示す。

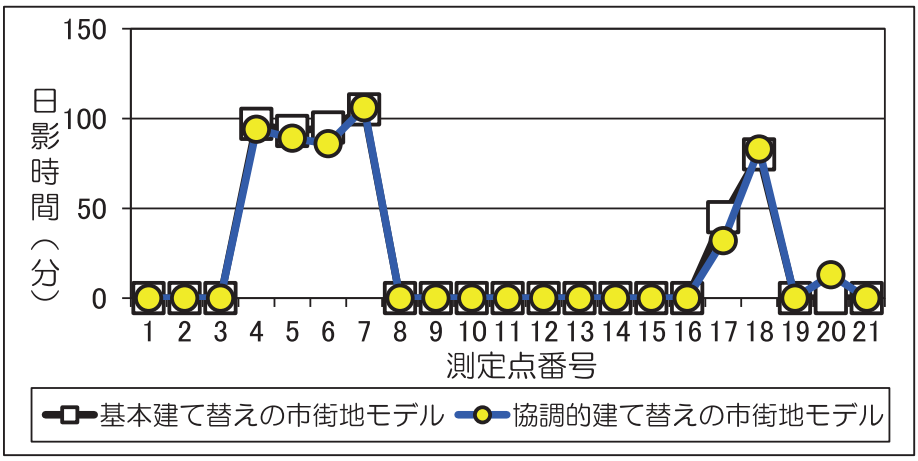


図 4-43　手法適用区域外の敷地における５ｍラインの測定点での
冬至の日影時間の比較評価の例

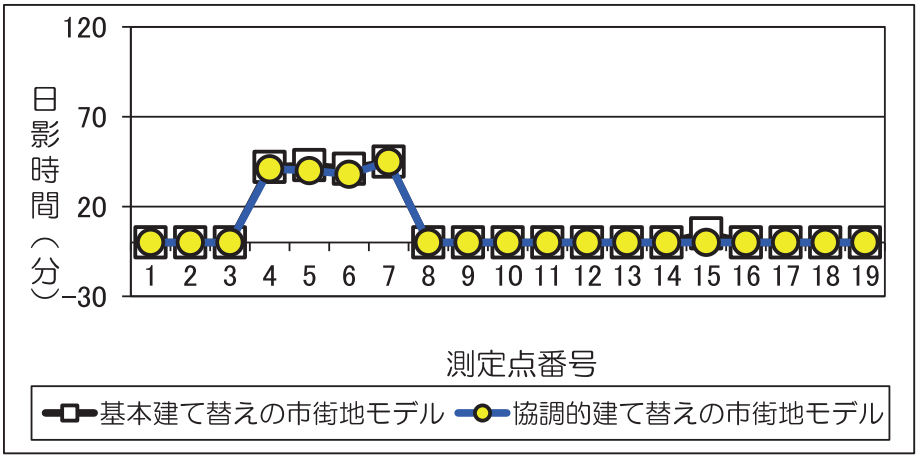
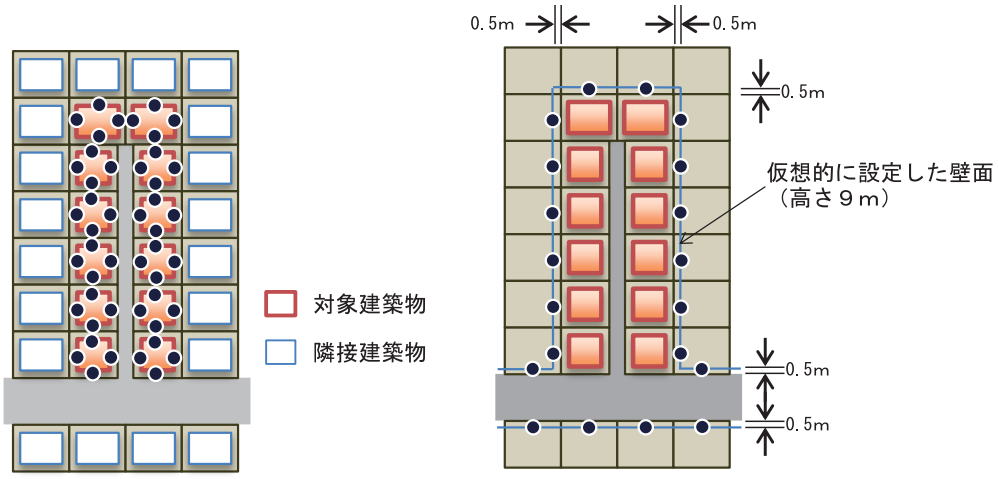


図 4-44　手法適用区域外の敷地における１０ｍラインの測定点での
冬至の日影時間の比較評価の例

（５）採光性能水準の計算例

基本建て替えの市街地モデル及び協調的建て替えの市街地モデルについて、第３部４（２）p.36～39 に示した採光性能水準の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及び適用区域外の周辺敷地の測定点（各階中央）における、曇天時（全天空照度 15,000Lx）の外壁面照度を計算した。

図 4-45 に第３部４（２）p.36～37 に示した採光測定点の配置方法の例を示す。また、図 4-46 に図 4-45 に基づくケーススタディ地区における手法適用区域外の採光測定点の配置の例を示す。



＜手法適用検討区域内の採光測定点＞
（全壁面の各階中央部に設定）

＜手法適用検討区域外の採光測定点＞
（区域界から 0.5m の仮想壁面各階中央部に設定）

図 4-45　採光測定点の配置方法の例

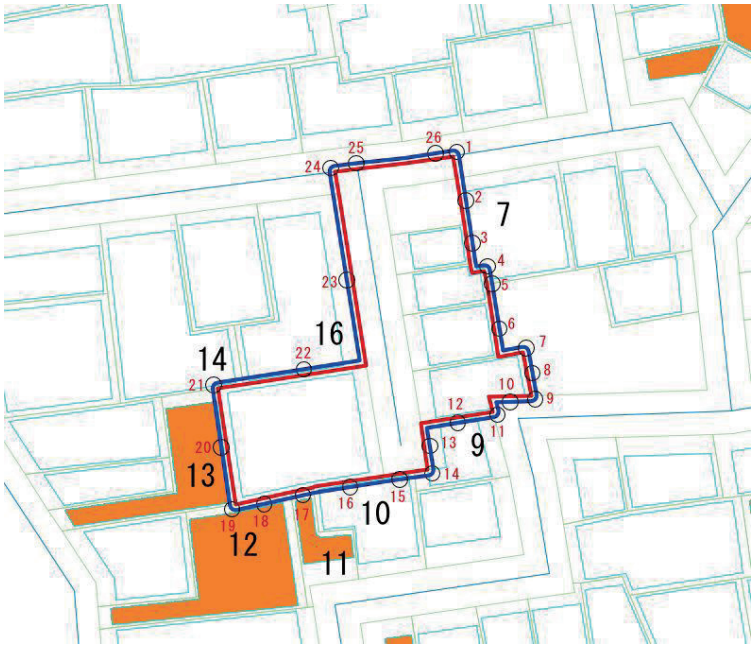


図 4-46　ケーススタディ地区における手法適用区域外の採光測定点の配置の例

図 4-47 に手法適用区域内の建築物の測定点における採光性能水準の計算例を示す。

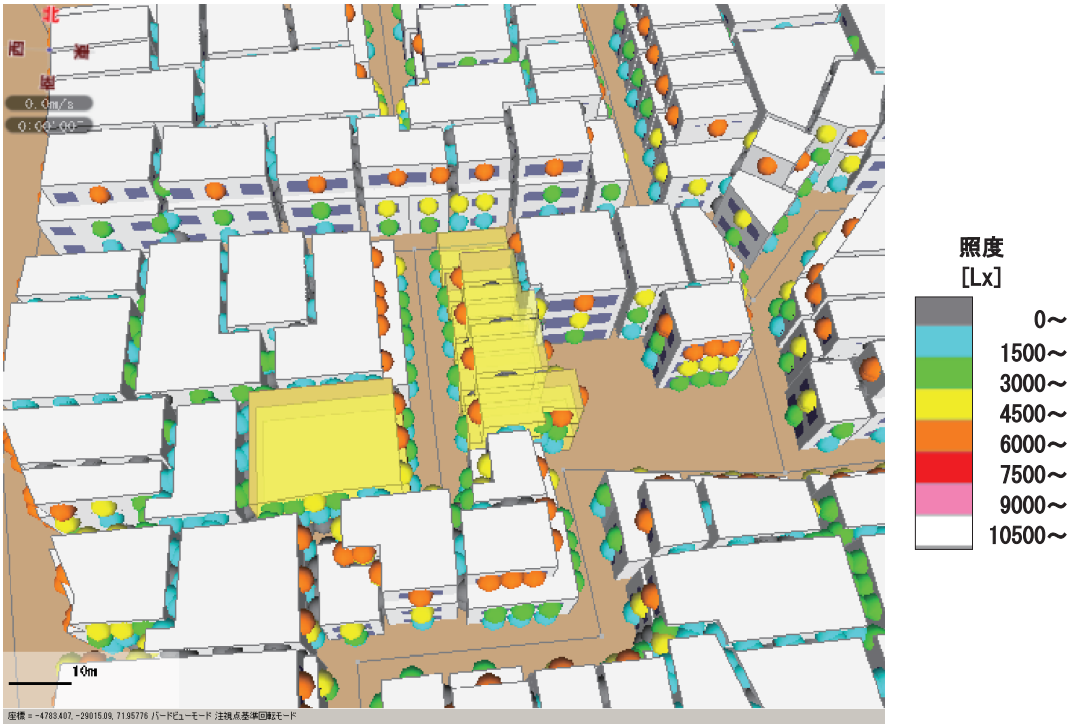


図 4-47　手法適用区域内の建築物の測定点（各階中央）における採光性能水準の計算例

図 4-48 に第３部４（２）p.37～38 に示した【評価方法の例４】に基づき行った手法適用区域内の建築物の測定点における採光性能水準の比較評価結果の例を示す。

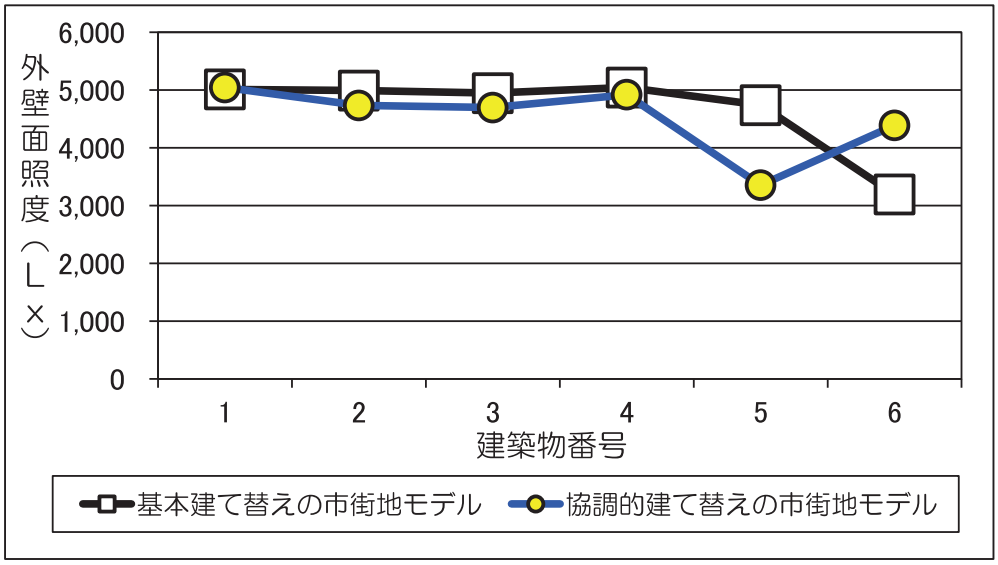


図 4-48　手法適用区域内の建築物における曇天時の外壁面照度
（各建築物での最大値）の比較評価の例

図 4-49 に第３部４（２）p.37 に示した【評価方法の例２】に基づき行った手法適用区域外の周辺敷地の測定点における採光性能水準の比較評価結果の例を示す。

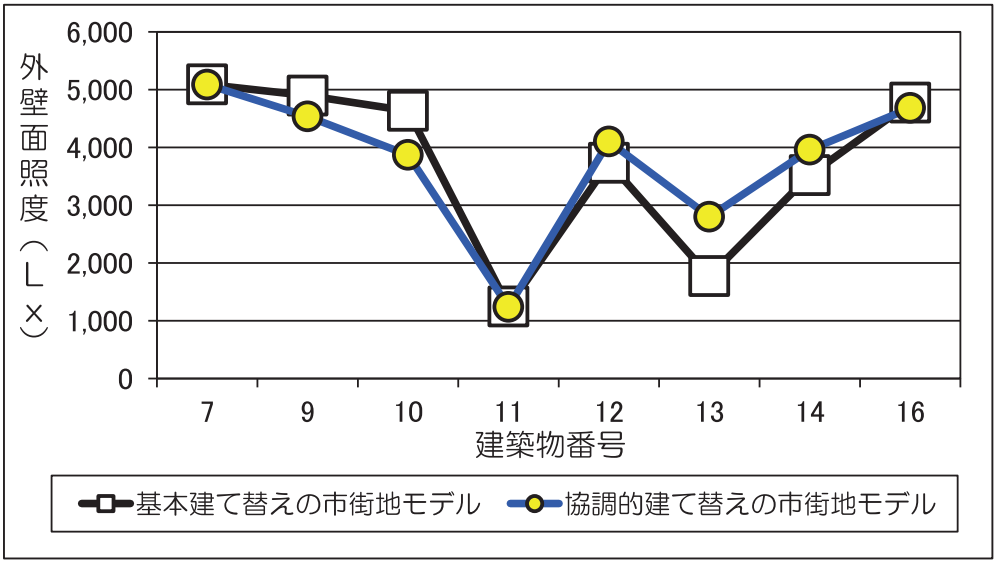


図 4-49　手法適用区域外の周辺敷地の仮想的な壁面における曇天時の外壁面照度（各敷地での最大値）の比較評価の例

（６）換気性能水準の計算例

基本建て替えの市街地モデル及び協調的建て替えの市街地モデルについて、第３部４（２）p.41 に示した換気性能水準の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその周辺建築物の検査空間において通年で換気回数 400 回/h 以上となる超過確率を計算した。図 4-50 に CFD に使用した 3D モデルの例を、図 4-51 に CFD により得られた風速分布の例を示す。

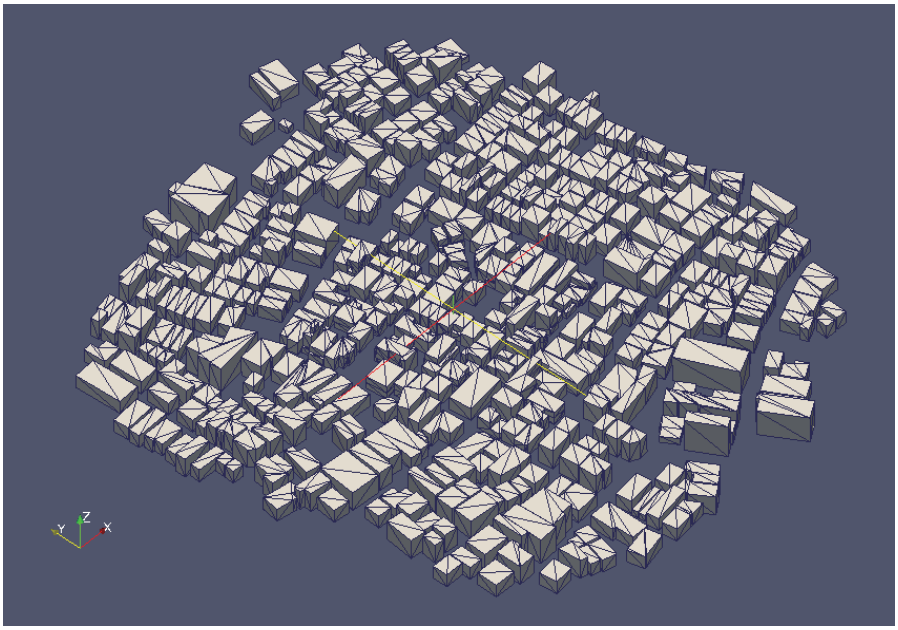


図 4-50　CFD 計算モデル

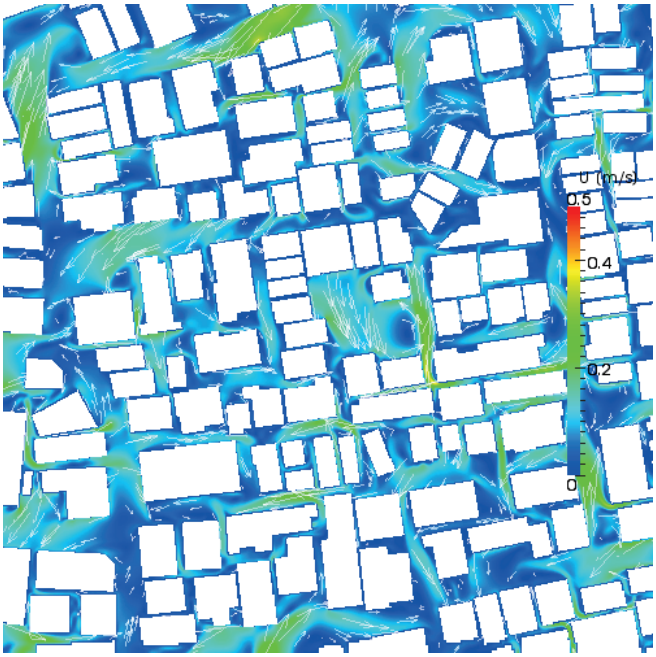


図 4-51　風速分布の例（地上 1.5m 位置）

図 4-52 は、通年で換気回数 400 回/h 以上となる超過確率を図示した例である。検査空間毎、建築物毎(住戸中心位置の円で示している)に超過確率を示している。建築物毎の超過確率は、それぞれの建築物に属する検査空間の中で最大となる超過確率を採っている。

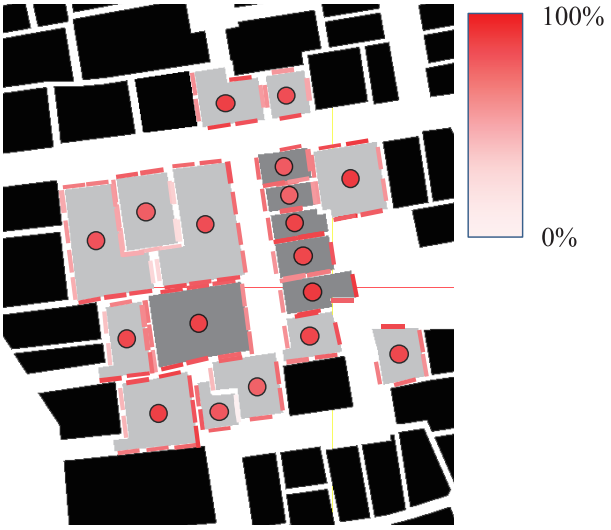


図 4-52　検査空間および住戸毎に超過確率を図示した例

図 4-53 は、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその周辺建築物における超過確率の比較評価結果の例を示す。

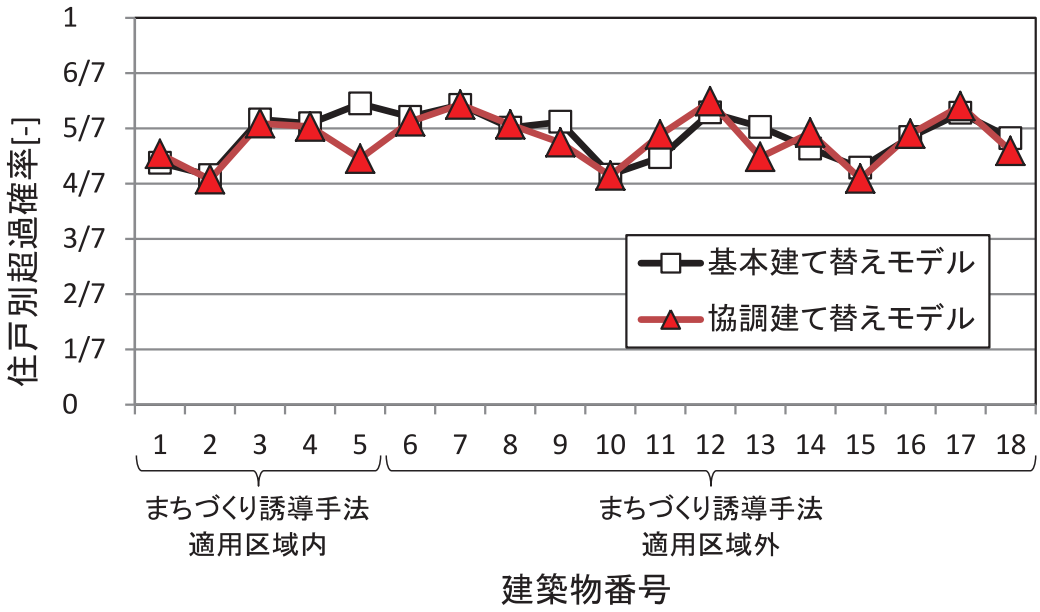


図 4-53　建築物毎の超過確率（換気性能水準）

（７）通風性能水準の計算例

基本建て替えの市街地モデル及び協調的建て替えの市街地モデルについて、第３部４（２）p.43 に示した通風性能水準の評価方法の考え方の参考例に基づき、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその周辺建築物の検査空間において夏期の風速が 1m/s 以上となる超過確率を計算した。

図 4-54 は、夏期の風速が 1m/s 以上となる超過確率を図示した例である。検査空間毎、建築物毎(住戸中心位置の円で示している)に超過確率を示している。建築物毎の超過確率は、それぞれの建築物に属する検査空間の中で最大となる超過確率を採っている。

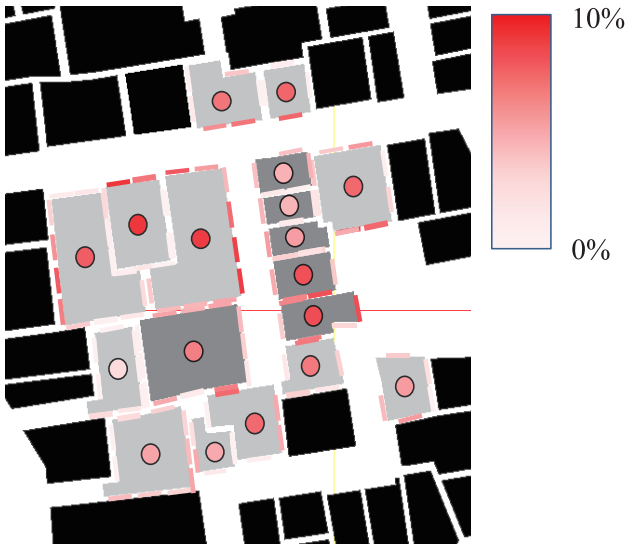


図 4-54　検査空間および住戸毎に超過確率を図示した例

図 4-55 は、まちづくり誘導手法適用区域内の建築物及びその周辺建築物における超過確率の比較評価結果の例を示す。

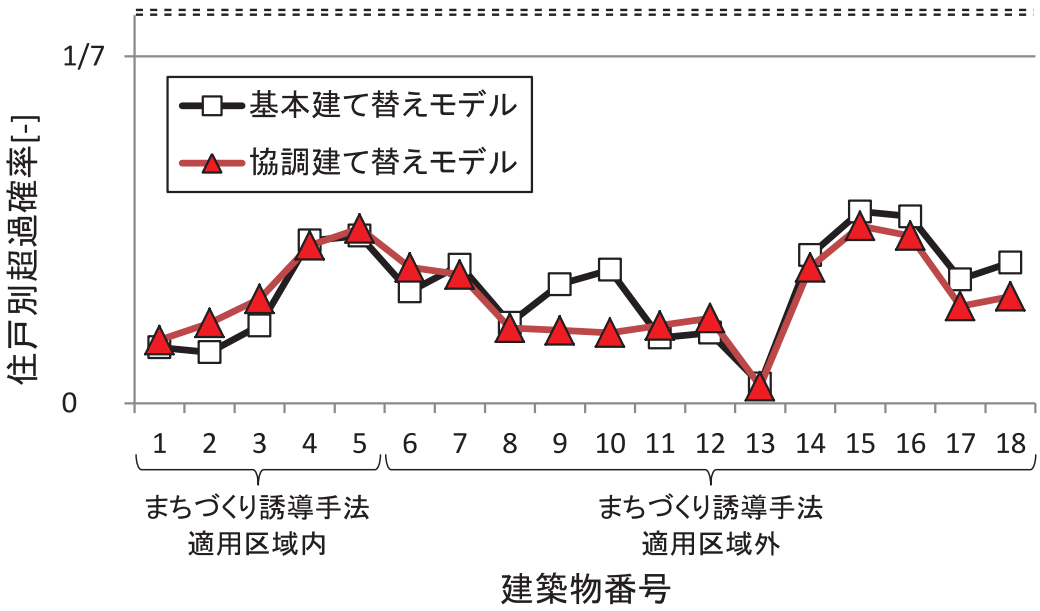


図 4-55　建築物毎の超過確率（通風性能水準）

国土技術政策総合研究所資料
TECHNICAL NOTE of NILIM
No.928　　January 2017

編集・発行　©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは
〒305-0804　茨城県つくば市旭１番地
企画部研究評価・推進課　　TEL 029-864-2675