

密集市街地整備のための整備案検討ワークショップ
支援ツールの開発

2014年1月

博士（工学）

辛島 一樹

豊橋技術科学大学

－ 論文目次 －

第1章 序論	1
1-1. 研究背景	2
1-2. 目的	7
1-3. 既往研究と本研究の位置づけ	10
1-4. 本論文の構成	15
第2章 密集市街地整備における合意形成の課題と支援ツールの在り方	22
2-1. はじめに	23
2-2. 密集市街地整備の合意形成における課題の整理	24
2-3. 求められる支援ツールの在り方の検討	30
2-4. 市街地防災性能評価手法と空間イメージを連動させた整備案検討支援ツールの試験的開発	34
2-5. 小括	42
第3章 市街地防災性能評価手法を組み込んだワークショップ支援ツールの開発	45
3-1. はじめに	46
3-2. 既開発のシステムと防災性能評価手法の概要	49
3-3. システムの改良	54
3-4. 開発した支援ツールの試験的運用実験	57
3-5. 開発した支援ツールの実証実験	60
3-6. 効果と課題の検討	65
3-7. 小括	75
第4章 市街地防災性能評価手法と空間イメージを連動させた整備案検討ワークショップ支援ツールの開発	78
4-1. はじめに	79
4-2. 市街地防災性能評価手法と空間イメージを連動させた整備案検討支援ツールの構成と開発	80
4-3. 開発した支援ツールの実証実験	94
4-4. 効果と課題の検討	103
4-5. 小括	111
第5章 結論	114
謝辞	120

2013年 2月 18日

環境・生命工学専攻	学籍番号	095603	指導 教員	大貝 彰 廣島康裕 浅野純一郎
申請者 氏名	辛島 一樹			

論文要旨 (博士)

論文題目	密集市街地整備のための整備案検討ワークショップ支援ツールの開発
------	---------------------------------

(要旨 1,200字程度)

<p>密集市街地の整備推進のためには、地域住民と行政の協働による整備素案づくりが不可欠で、地権者等の関係主体相互の合意形成のためのワークショップが全国で開かれているが、合意形成は思うように進んでいない。ここに防災上大きな問題を抱える市街地の整備が進まない大きな要因がある。</p> <p>本研究では、市街地整備案を検討する合意形成の場であるワークショップ (WS) の議論を支援するツールの開発を試み、ツールが合意形成の促進にどのように役立つか検証することを目的とする。</p> <p>第1章では、研究の背景、目的、そして本研究に関連する既往研究を整理し、研究の位置づけを行い、論文の構成について述べた。</p> <p>第2章では、文献調査及びヒアリング調査から、住民間の合意が図りづらい要因を整理し、1) まちづくりの現場で住民によって検討された整備案の効果を知るための、定量的かつ客観的な市街地のハードの防災性能を評価する方法が欠如していること、2) 防災性能評価と連動して整備実施後の空間イメージを共有しながら議論を進めるための、その手段が欠如していることに着目し、議論の現場で検討された様々な整備素案の防災性能評価と連動して、整備実施後の空間イメージを視覚化する機能を装備したツールの必要性を示した。</p> <p>このようなツール開発のためには、一つにワークショップの場で参加者が考えた整備素案に対する防災性能評価計算をその場で行う必要があると考えられる。二つ目にはその整備素案の空間イメージを視覚化する機能と防災性能評価の機能を連動させる必要があると考えられる。</p> <p>この二つのシステム開発上の課題を解決するため、第3章では、著者らがこれまでに開発してきた地区レベルの詳細な市街地防災性能評価手法の計算時間の短縮化による WS の場での防災性能評価の提示を可能とした。</p> <p>第4章では、この防災性能評価を組み込んだ WebGIS 支援ツールに、VR 技術を連動させ、議論の現場で検討された様々な整備素案の防災性能評価と連動して、整備実施後の空間イメージを三次元で視覚化する機能を開発した。その後、以上の個別開発成果を基に、防災性能評価計算のリアルタイム化と、WebGIS と VR を連動させた空間イメージ提供機能を統合した市街地整備案検討支援ツールを開発した。そして、その支援ツールの有用性の検証を行った。</p> <p>有用性検討では、密集市街地整備に携わる複数の専門家に対して、実際の WS を想定した支援ツールを活用した防災性能評価の結果と VR による空間イメージの情報提供を行い、それらの情報提供等に対し住民の視点で評価を行ってもらった。その結果、開発した支援ツールは、提供する空間イメージのリアリティ向上やスケール感の創出など改善点はあるが、WS 参加者が検討した素案に対して、支援ツールを活用し整備後のまちの防災性能評価と空間イメージとをその場で参加者に提示することは、整備による安全性向上の効果とまちなみの変化の理解・共有を容易にし、参加者の意見を引き出し WS の議論を活性化させること、整備の必要性の意識向上に役立つこと、代替案の検討を促進させること、素案の質の向上に繋がり、その結果、合意形成の促進に有効であることが示された。</p> <p>第5章では、論文全体のまとめを述べた。</p>
--

Department	Environment and Life Engineering	ID	095603
Name	Kazuki KARASHIMA		

Supervisor	Akira Ohgai Yasuhiro Hirobata Jun-ichiro Asano
------------	--

A b s t r a c t

Title	A Support Tool for Workshops to Explore Improvement Draft Plans in Densely Built-up Areas
-------	---

(800 words)

In Japan, there still remains about 20,000ha of densely built-up areas and the promotion of safety in these areas is a pressing issue for urban planning. However, improvement in these areas has been very slow. Exploring draft plans through collaborations between local governments and local residents is essential in order to promote improvements aimed at the improvement of safety, living environment and townscape. Therefore, citizen participatory workshops are used nationwide to reach a consensus among stakeholders. However, it is difficult to reach a consensus. This is a key factor to promote improvements in these areas.

This study aimed to try to develop a support tool for discussion of workshop to examine draft plans and to verify usability of using support tool to reach a consensus.

This paper consists of five chapters. In chapter one, the background, the purpose of this study, review of related studies, this paper's positioning in the related research field and outline are described.

In chapter two, the author focused on the following two issues as inhibiting consensus building by literature review and interviews: 1) The lack of a method that can quantitatively and objectively evaluate the earthquake disaster vulnerability of the subject area in order for participating residents to easily understand the effects of improvement plans; 2) The lack of a method for participants to share their understanding of spatial townscape images in combination with disaster mitigation performance evaluation (DMPE) during the discussion of the draft plans. In order to solve such issues, the necessity of a support tool with a function that visualizes spatial townscape images after improvements by combining DMPE from various draft plans examined by participants is shown.

To develop a tool similar to that mention above, there are two issues in terms of system development. First, the tool must be able to calculate the DMPE for draft plans while in discussion about workshops. Secondly, it is necessary to combine a function for visualizing spatial townscape images of draft plans with a function for calculating DMPE.

To solve these issues, in chapter three, we have enabled providing DMPE results while in group discussions from the result to try shortening the computation time of the district level DMPE method developed by the authors.

In chapter four, the author combined a Web-GIS support tool incorporating DMPE with VR. As the result, a function visualizing 3D spatial townscape images after improvements combined DMPE results of various draft plans examined by participants was developed.

We explain the outline of a planning support tool for exploring improvement draft plans of unified DMPE in real time with a function providing spatial townscape images by coupling Web-GIS and Virtual Reality based on the results of the system development mention above. Finally, the usability of the developed tool was verified.

Examining the usability of this tool was done completed by the following method. First, we provided the spatial townscape images by VR and DMPE results using the support tool to experts having many experiences of the improvement of densely built-up areas according to the workshop flow we assumed. Next, a questionnaire to evaluate this support tool was done by experts having a view that residents can understand the information provided by this tool. As a result, although there are some improvements such as promotion of the accuracy of providing spatial townscape images and the necessity of creating scale-feeling that users can easily understand the spatial townscape images, the obtained evaluation is as follows: providing DMPE results and spatial townscape images after improvements for draft plans examined by participants using the support tool on-site of the workshops, can easily understand and share the effects of promoting safety from earthquake disasters and changes in the townscape, can extract participants opinions and contribute to activation of WS discussion. The process that participants examine and compare several alternative plans on-site of the workshop contributes to the activation of discussion. From these effects, the support tool contributes to the promotion of a consensus building.

In the final chapter, the findings in this paper were summarized.

第1章 序論

- 1-1. 研究背景
- 1-2. 目的
- 1-3. 既往研究と本研究の位置づけ
- 1-4. 本論文の構成

1-1 研究背景

(1) 木造密集市街地整備に関するこれまでの経緯

我が国は、関東大震災、阪神・淡路大震災、そして先の東日本大震災など、巨大地震による甚大な被害を経験してきた世界でも有数の地震国である。そして近年では南海トラフ地震や首都直下地震など、甚大な被害をもたらすと考えられる地震の発生が危惧されており、地震に備えた市街地整備が求められている。

しかしながら、我が国では、基盤整備がなされぬまま木造建築物による市街地が進んだ都市が多く、大地震による大火や建物倒壊などに対して脆弱な都市構造をなしており、それらに対する備えが都市計画の重要な課題となっている。この課題に対して、我が国は防災都市づくりに関する法制度を整備し、それに伴う事業を展開してきた（図 1-1）[1-1]。その事業の展開については、以下のような特徴が挙げられる。

a) テーマの変遷

テーマの時代変遷をみると、以前は相次ぐ大火に対する「不燃・防火の都市づくり」が重要な課題であったが、昭和 30 年後半から大火が減少、昭和 39 年新潟地震以降、「震災」が重要となり、阪神・淡路大震災によって、全国いたるところで日常的に「震災に強いまちづくり」を進めることが重要であるという認識が強まった。

b) 改造型から修復型の整備への移行

地震防災上問題のある市街地の整備において、全面的に建物棟を取り壊し、その後計画的に再建整備を実施するスクラップアンドビルド手法を「改造型」とすると、我が国においては昭和 40 年前半までの市街地整備手法は基本的にこの「改造型」であった。しかし、昭和 40 年後半になると、再開発や地区改良などの進歩によって、極めて問題の多い危険市街地が減少していたことに加えて、費用対効果といった面から従来のスクラップアンドビルド手法では、広大に残存する木造密集市街地の整備に必ずしも適した手法とは言えないことが明らかになってきた。これを受けて、問題市街地の全面的な取り壊しではなく、狭隘道路の拡幅やポケットパークの整備、個別の建物の更新を基調としながら、過密な場所で数棟から街区単位くらいの共同建替えをスポット的に進めて、徐々に市街地の水準向上を図るといった「修復型」の手法の考え方が検討され始めた。

特に、昭和 53 年の住環境整備モデル事業の創設以降において、「改造型」と呼ばれる全面クリアランス型整備から「修復型」の整備へとシフトし、地域の実情に即して公共施設や住宅の整備を進めるものとなった。

c) 住民参加

住民参加による住環境改善の動きは昭和 50 年前後から関西から始まっていたが、東京区部には「震災」を手掛かりに地区レベルの改善を進める「防災まちづくり」となって波及した。昭和 55 年前後から、密集市街地の修復と住宅供給を住民のまちづくり活動を基調に推進する多種多様な修

復型まちづくり事業手法が、国の要綱事業として整備されていった。他方、住民参加の修復型まちづくりを支援する法定事業制度、そして地方自治体による国の要綱事業制度を補完する独自の事業制度の整備も進められてきた。具体例としては、墨田区京島、世田谷区北沢・太子堂などで地域住民にまちづくり協議会の結成を呼びかけ、広場づくりや通り抜け、生活道路整備、不燃、共同建替え等による市街地改善が始まった。避難地周辺の不燃化（杉並区、豊島区等）、郊外都市（墨田区一寺言間、足立区関原地区等）に発展していった。

このように、大都市を中心に「住民参加」の展開が進められていったことが追い風となり、地域居住者の生活継続と主体的な参加を前提とする「修復型」事業制度は急速な展開をみせた。修復型手法は、その後も対象地区の特性と目的に併せた多様化が図られた。

このような、密集市街地整備の促進に向けた取組みが進められるなか、平成7年に阪神・淡路大震災が発生した。この震災では、密集市街地における建築物の倒壊と発生した火災の延焼による被害が甚大で、国や各地の震災対策に大きな影響を与えた。国の防災基本計画が改定され建設省においても平成7年4月「震災に強いまちづくり構想」を策定、「地震防災対策特別措置法」（平成7年6月）、「建物の耐震改修の促進に関する法律」（平成7年10月）、「密集市街地における防災街区の整備の促進に関する法律」（平成9年4月）等も相次いで制定・改正された。

上述のように、我が国では、災害時に被害が予測される木造建物が密集した市街地の改善は、国の重要プロジェクトに取り上げられ、重要な課題として位置づけ、その対策に取り組んできた。

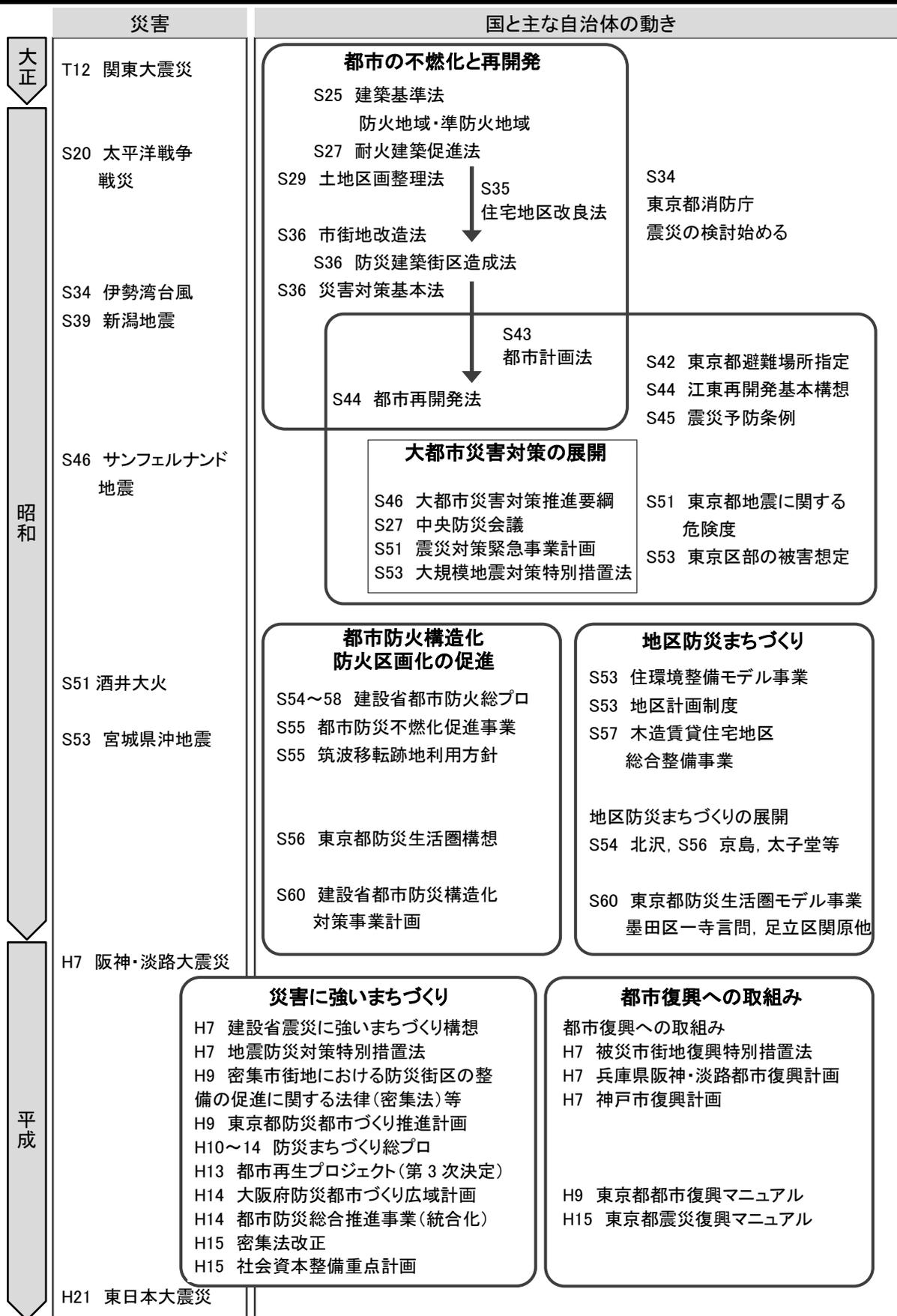


図 1-1 都市防災対策の流れ(文献[1-1]より抜粋, 一部編集)

しかしながら、日本には地震防災上極めて危険性が高い市街地が約 20,000ha 存在し[1-2]、その市街地の安全性向上は日本の都市計画の喫緊の課題である。しかしその整備はいつこうに進んでいない。密集市街地の中でも特に災害危険性が高いと考えられている「地震時に著しく危険な密集市街地（以下、重点密集市街地）」があるが、国の目標として、平成 14 年から平成 23 までの期間に重点密集市街地の整備率を概ね 100%にすることが掲げられていた[1-3]。しかし実際には平成 21 年度までに 37.7%しか進んでおらず、平成 23 年に定められた住生活基本計画[1-4]の中で、約 6,000ha 残存している重点密集市街地を平成 32 年度までに概ね解消することが定められた。

(2)密集市街地整備の促進に向けた支援技術の社会的要請

密集市街地の安全性、住環境やまちなみの改善を目的とした整備推進のためには、地域住民と行政の協働による整備素案づくりが不可欠で、地権者等の関係主体相互の合意形成のためのワークショップが全国で開かれている。しかし、そのワークショップの場で様々な整備素案を検討し、最終的な案へとまとめ、整備推進を図る中で、住民間の合意形成は思うように進んでいない。ここに防災上大きな問題を抱える市街地の整備が進まない大きな要因がある。このようなワークショップによる整備素案の検討を推進していくためにも、整備対象地区のどこが、どの程度危険なのか、地区の災害危険性、その災害危険性の高い原因、地区の安全性向上に効果的な整備、整備を実施した場合、どこが、どの程度、地震災害に対する安全性が向上するのか整備による効果、整備前後のまちなみの変化などを関係主体間で理解、共有することが可能な情報提供支援が必要不可欠である。そのため、住民と行政の協働による、整備素案検討を目的としたワークショップでの住民など関係者間の合意形成を支援する技術の開発が求められている。

(3)密集市街地整備の促進に向けた支援技術に関する近年の研究・技術開発の動向

住民と行政の協働による密集市街地整備に向けた整備案検討を行う防災まちづくりワークショップにおいて合意形成を支援する技術の開発が蓄積されている。

密集市街地という、延焼や建物倒壊など災害危険性が高い市街地の安全性を確保する整備を推進めるためには、現状の市街地ではどこが、どの程度、どのように危険なのか、またその原因を理解したうえで、原因を改善する整備案を検討し、その整備により危険性がどの程度改善されるのか理解しながら検討を行う必要があると考えられる。そのためにも、市街地のハードの防災性能や検討された整備案によりどの程度市街地の安全性が向上するのかを科学的に客観的、定量的に評価する必要があると考えられる。

市街地の防災性能を評価する手法やシステムの開発に関する研究は多数蓄積されている。その中でも、国土交通省総合技術開発プロジェクト「まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発」（通称防災まちづくり総プロ）が代表的である。密集市街地を対象とした地区の災害リスクの評価をはじめ、防災まちづくりを進めるうえで必要な諸技術の開発を目的として、日本の防災研究の代表的研究者や民間コンサルタント、行政関係者が総合的に連携しながら、防災まちづくりに関する技術開発を行うプロジェクトを実施した。この研究では、街の燃えやすさを示す延焼シミュレーション

や避難の難しさを示す建物倒壊危険性評価、道路閉塞危険性評価等の市街地の防災性評価を実施する機能や整備素案を検討する機能を搭載した計画支援システムを開発するなど、まちづくりにおける合意形成を支援する技術の研究開発が行われた[1-5]。

しかし、これらの研究成果は専門家の支援を目的としている意識が強く、住民と行政の協働によるワークショップのようなボトムアップ型の議論の支援を目的とした技術開発は見受けられない。密集市街地整備のための、住民と行政の協働による整備素案検討を目的としたワークショップを支援するためにも、ワークショップの場で検討された素案に対しその場で災害リスクの評価を行い、整備を実施することで、どこが、どの程度危険性が改善されるのか、整備による効果を把握しながら、様々な代替案を検討し、比較することが可能な支援が必要であると考えられる。

また、上述したような、市街地の防災性能の評価だけでなく、整備後のまちなみはどのようになるのか、空間イメージ（将来像）を住民など関係者間で把握、共有しながら整備素案の検討を進める必要があると考えられる。また、住民が自分の気になる視点場からまちの将来像を確認する、代替案を検討し、新たにその案の将来像を確認することが可能で、そのような行為を通じてまちの将来像を深く理解、納得することが出来る手段が必要であると考えられる。

空間イメージの共有に関する手法やシステムの開発に関する研究は多数蓄積されている。街路空間や住環境の整備を目的としたワークショップの進め方、プログラムの提案、ワークショップ中におけるアイデアのまとめ方、また模型を用いたイメージ共有の手法などに関する研究として志村・佐藤による研究蓄積[1-6～1-12]が代表的である。

このように、市街地の災害リスクの評価、空間イメージの共有に関する研究が蓄積されており、これらの技術の必要性・重要性が窺える。しかし、上述したように、市街地の災害リスクの評価、空間イメージの共有のそれぞれに関する研究開発は見られるが、それらを連動させ、ワークショップの場で災害リスクの評価と空間イメージの情報提供を可能とするような技術開発は見受けられない。密集市街地の整備計画立案プロセスにおける住民と行政の協働による、整備素案検討を目的としたワークショップでの住民など関係者間の合意形成の支援を対象とする場合、ワークショップの議論の中で検討された整備素案に対して、災害リスクの評価、それこそ、当研究室で開発されてきた防災性能評価手法の評価結果と空間イメージを提供し、整備による安全性向上の効果がどの程度なのか、整備後の街並みはどのように変化するのか共有しながら、住民の要望を踏まえた様々な素案を検討する。そのような行為を通じて素案について深く理解、納得し、代替案の検討を繰り返し、総合的な、妥当な案へと合意を図っていく、このようなワークショップの進め方を支援することが可能な技術が必要ではないかと考える。

1-2 研究目的

(1) 目的

以上の研究背景と問題意識，視点に基づき，本研究では，密集市街地整備事業における合意形成が図られづらいという課題に着目して，密集市街地の整備計画立案プロセスにおける住民と行政の協働による，整備素案検討を目的としたワークショップでの住民など関係者間の合意形成を支援するツールの開発を行う。

上述した研究背景から，整備素案検討を目的としたワークショップの場で検討された素案に対し，災害リスクの評価と空間イメージの情報提供を可能とする技術が欠如していることが課題となっているのではないかと仮定し，これらの情報提供を可能とする支援ツールの開発を目指す。

具体的には，著者らがこれまでに開発してきた地区レベルの詳細な市街地防災性能評価手法[1-13～1-14]，並びにこれらを組み込んだ防災まちづくり支援 WebGIS[1-15]という研究開発成果と，VR 技術を応用し，ワークショップ等の話合いの場で検討された様々な整備素案に対して，整備が実施されることによる地震災害に対する安全性向上の効果を示す防災性能評価の結果と同時に，建物建替えや公園，道路拡幅などの整備実施後の空間イメージを三次元で視覚的に情報提供することを可能とした支援ツールのことである。

そのような支援ツールを開発した後，その支援ツールを活用した実証実験を行い，整備素案検討を目的としたワークショップにおいてその支援ツールを活用することで，どのように合意形成の促進に役立つのか，効果や課題などを明らかにする。

(2) 本研究で用いる技術

以下では、本研究において開発する支援ツールで活用する、「WebGIS 技術」と「VR 技術」について述べる。

a) WebGIS 技術

市街地の状況を把握し、的確な施策を講ずる際に有効なツールの一つに地理情報システム (Geographic information system : GIS) がある。1970 年代の半ばより都市計画への GIS の活用が始まっている。近年のマスタープラン策定の義務化や自治体の裁量権拡大など地方分権化が進められようとしている行政サイドでは、防災まちづくりを含めた都市・地域計画を取り巻く計画現場において、計画策定能力向上の要請が高まっている。その計画策定において、住民の意見を十分に反映させた合意形成による透明性の高い計画策定と意思決定過程の透明性や説明責任が、参加・協働のまちづくりの住民サイドで求められている。加えて、行政内部においても近年の財政悪化を受け、費用対効果の観点で計画の妥当性を説明する必要性が高まっている。このような背景から、科学的根拠に裏付けされた客観的な計画策定や、視覚的・定量的にわかりやすい現状、将来、代替案の説明、そして、明確なシナリオに基づく代替案作成と説明が求められている。従って、このような課題解決に貢献する道具としての計画支援システムの開発は、まちづくりを含めた都市・地域計画の研究分野において極めて重要な課題となっている。

このような背景から、都市地域計画分野においても計画支援システムが注目されており、GIS 技術を活用した計画支援システムの開発研究の蓄積が数多く見られる。

この GIS とインターネット技術の長所を併せ持ったシステムとして WebGIS がある。これはインターネット網を介して GIS を利用する場合に用いられる。一般的に、WebGIS のシステムを利用するクライアントは Web ブラウザを介して Web サイトの閲覧・利用と同様の要領で WebGIS サーバにアクセスすることでシステムを利用することができる。

近年、インターネット技術が進展し、インターネット上での様々な情報技術開発が進み、大手検索エンジンや地図を扱う民間企業などが積極的に WebGIS を活用したサービスを展開している。また、自治体でも施設や都市計画関連、防災、観光など様々な分野において、行政の効率化、高度化、住民サービスの向上などを目的とした WebGIS サイト、データベース等の導入を進めており、これまで大学や行政、一部の民間企業などといった限られた範囲で利用されていた GIS が、インターネットを介して一般的に利用されるようになってきている。

この WebGIS の長所と取り入れた支援ツールがあれば、インターネット環境さえ整えてしまえば、市街地整備素案の検討を目的とした WS の場でのツール活用が容易となる。また、行政が整備している整備検討の対象地の地図情報 (建物情報、道路情報など) を活用することで、容易に導入することが出来る。

b) VR 技術

文献[1-16]において、バーチャル・リアリティ (Virtual Reality : VR) とは、コンピュータの生成する人口環境が①人間にとって自然な 3 次元空間を構成しており、②人間がそのなかで、環境と

実時間の相互作用をしながら自由に行動でき、③その環境と使用している人間とがシームレスになっていて環境に入り込んだ状態がつくられているということである、と定義されている。

また、文献[1-17]では、「VRの構成要件としては以下の要素が必要とされる。体験可能な仮想空間(virtual world)の構築、五感(のうちのいくつか)に働きかけて得られる没入感(immersion)、対象者の位置や動作に対する感覚へのフィードバック(sensory feedback)、対象者が世界に働きかけることができる対話性(interactivity)の4つである。この基準に照らせば、例えば小説には視聴覚による没入感が欠け、映画には対話性が欠けるため、VRとはみなされない」とまとめられている。

このように、コンピュータ上にリアリティのある表現を施した3次元仮想空間を構築することができ、インターフェイスを使用したインタラクティブな操作によって、その構築した空間内を任意の視点からリアルタイムに確認することが出来る。これにより、住民が自分の気になる視点場からまちの将来像を確認する、代替案を検討し、新たにその案の将来像を確認することが可能となる。そのような行為を通じてまちの将来像を深く理解し、納得することが出来る。それは、まちの将来像の案にまだ多く潜んでいる数多くの検討課題を発見することにもつながるし、専門家が思いつかなかったようなアイデアが市民から出てくることもある。そして、計画段階で十分にシミュレーションできるため、完成してから「こんなはずではなかったのに・・・」ということも未然に防げる等、VR技術を活用することによる効果が指摘されている[1-18]。

このような点において優位性を見出され、市街地整備案を検討するまちづくりの現場において活用されており、特に90年代以降はVRを応用した計画支援ツールにも多くの成果が見られるようになった。

上述したWebGIS技術とVR技術を応用することで、ワークショップの話し合いの場で検討された様々な整備素案に対して、整備が実施されることによる地震災害に対する安全性向上の効果を示す防災性能評価と同時に、建物建替えや公園、道路拡幅などの整備実施後の空間イメージを三次元で視覚的に情報提供することを可能とした支援ツールの開発を目指す。

1-3 既往研究と本研究との位置づけ

ここでは、本研究に関すると考えられる既往研究の整理を整理し、本研究の位置づけを行う。本研究に関連する分野は次の通りである（図 1-2）。

本研究では、密集市街地整備の促進に向けた合意形成が図りづらいという課題に対し、整備案検討を目的としたワークショップ支援ツールの開発を試みる。そのため、都市計画分野における「計画支援システム、計画支援ツール開発に関する研究」について整理する必要がある。

加えて、開発を試みる支援ツールでは、市街地の災害リスクの評価、整備後の空間イメージを扱う。そのため、「市街地の災害リスクの評価を組み込んだ計画支援ツール」、「空間イメージを扱う計画支援システム」に着目し整理を行う。そして、本研究は密集市街地整備の促進への寄与を念頭に置いているため「木造密集市街地の実態や整備に関わる研究」についても整理を行う。

(1) 計画支援システム、GIS、WebGIS、VR の都市計画への応用に関する研究

本研究は、まちづくりを含む都市、地域計画における計画策定の支援を目的とした技術開発に関連すると考えられる。このテーマは、計画策定のプロセスや手法などに関する研究と、コンピュータを始めとする IT 技術を応用したシステムの開発に関する研究に大別できる。本研究は、後者に位置づけられると考える。

前者としては、街路空間や住環境の整備を目的とした WS の進め方、プログラムの提案、WS 中におけるアイデアのまとめ方、また模型を用いたイメージ共有の手法などに関する研究として志村・佐藤による研究蓄積[1-6~1-12]、景観イメージの合意形成手法として、CCD カメラを用いた都市景観模型による景観シミュレーションや、映像を媒体とするコミュニケーションツールとしての「街並み起こし絵図」を提案し、その有効性を検証している三宅らの研究[1-19~1-20]、川端による地域コミュニティを対象とした防災まちづくりマネジメントを目的としたシステム開発に関する研究[1-21]など、多くの研究蓄積がある。

後者としては、マスタープランや総合計画の策定等への活用を目的とした WebGIS を利用したまちづくり情報基盤システムの開発を行っている森永らの研究[1-22]、まちづくりワークショップのための空間情報共有技術として、Web を利用した空間情報システムの設計と構築、その評価を行っている森、村上らの研究[1-23~1-24]、沈らによるインターネットを介した住民参加型の公園づくりのための支援システムの開発[1-25]、同じく沈らによるインターネットを介した委員会方式による街路空間整備計画策定システムの開発[1-26]が挙げられる。また、その他にも、真鍋らによるまちづくり WS などにおける参加住民による情報収集の道具としてのインターネット書込地図型情報交流システムの開発に関する研究[1-27]などがある。本研究は、上述の後者の研究分野に該当すると考えられる。

このようなシステム開発、特に GIS の都市計画への応用研究については、1960 年代よりコンピュータ技術の進展とともに世界中で様々な研究が進んでいる。特に、人口や土地利用、生活行動、都市施設、不動産など様々な分野で調査分析や解析の手段として GIS が応用されている。本研究

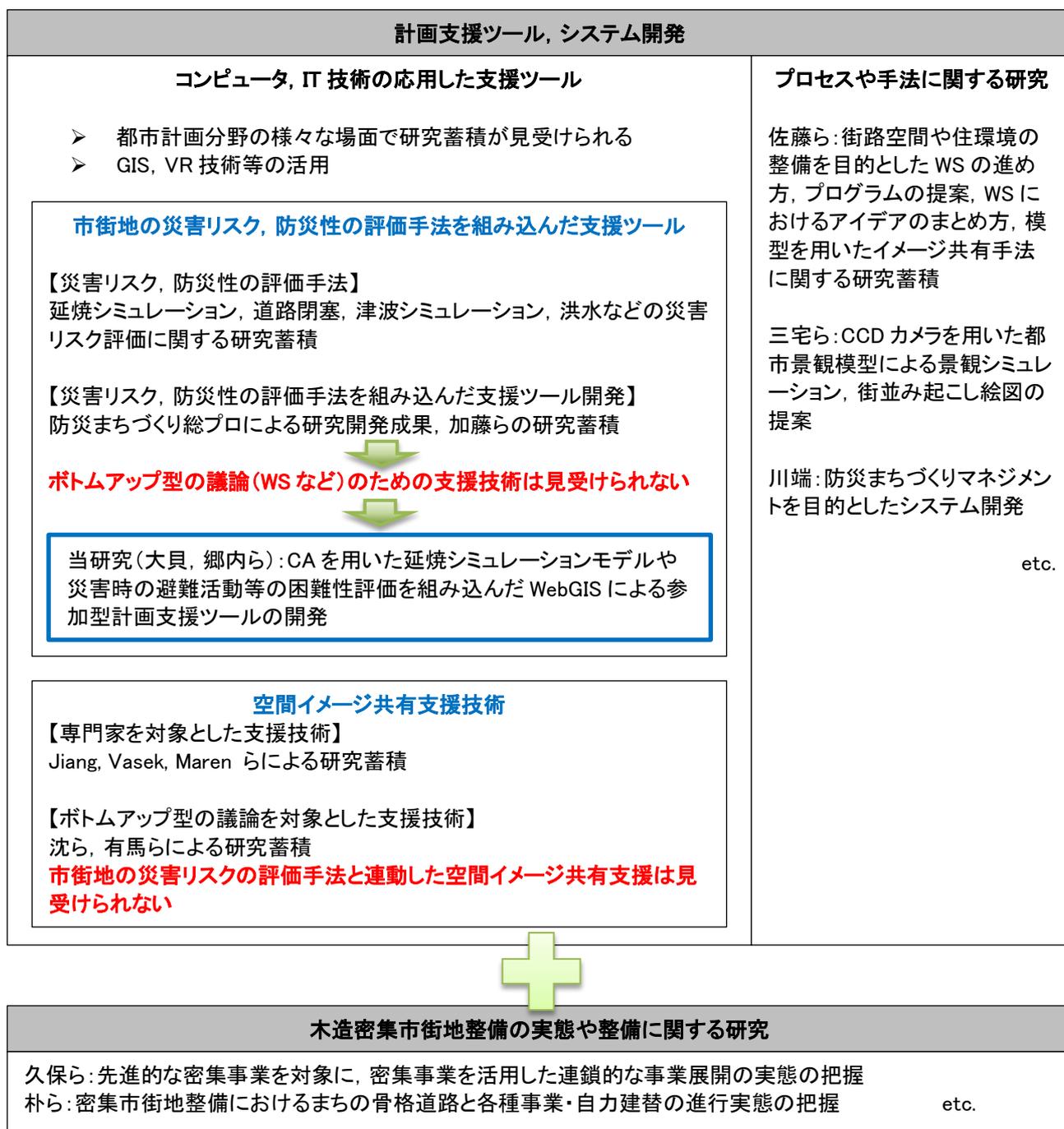


図 1-2 既往研究整理図

はこの GIS を応用した支援ツール開発を試みる。都市計画分野における GIS を応用したシステム構築・開発については, 1970 年代以降, 海外を中心に Planning Support System や Decision Support System の研究開発が盛んとなった。国内でも 1980 年代より都市計画分野を中心に進んでいる。特に 90 年代以降は GIS や CG, VR を応用した支援ツールにも多くの成果が見られるようになった。

GIS を応用したシステム構築・開発については, Klosterman and Batty により概観され[1-28~

1-30], 更に Klosterman and Pettit によって近年の研究動向について概要がまとめられている[1-31]。日本における具体的な GIS の都市計画への応用研究としては, 様々な事業手法が用いられる都市環境改善計画において, 様々な条件設定のもとで最適な手法の選択と事業完了までの期間の予測可能なシステムを市販 GIS ソフトのカスタマイズにより, エキスパートシステムと GIS を統合した都市環境改善計画支援システムを開発した Edamura らによる研究[1-32], ユーザが考える開発シナリオや政策を入力すると, 最適な土地利用パターンを出力可能なシナリオベース型の計画支援システムを開発した Klosterman らによる研究[1-33]などがある。国内では, 土地利用計画策定支援システムのサブシステムとして, 土地利用構想図の立案作業を支援するエキスパートシステムの開発を目的とした大貝らによる研究[1-34]や, 地域情報システム, 分析計画システム, 分析計画情報システムの3つで構成される用途地域指定作業全般を支援するシステムの開発・検討を行った福島らによる研究[1-35], メッシュデータによる新用途地域指定における支援エキスパートシステムの開発に関する呉らによる研究[1-36], 大貝らによるパーソナルコンピュータ上で稼働する GIS を用いた土地利用計画策定支援ツールの試験的開発[1-37]がある。

これらの研究は, 国土利用計画の策定や用途地域指定の支援などといったように本研究で取り扱う密集市街地整備に向けた整備案の検討支援とは異なる。密集市街地整備のための防災まちづくり計画支援システム開発は2000年以降であり, その先駆的研究は村上ら[1-38]によるものである。

(2) 災害リスク, 防災性の評価手法を組み込んだ支援ツール

災害リスクや市街地の防災性を評価する手法に関する研究について数多くの研究蓄積がある。まちの燃えやすさを評価する手法に関するものとして, 木造密集市街地における簡易的な火災延焼リスク算定のための基本モデルの構築を行っている齋藤らの研究[1-39], 延焼シミュレーションを用いて, 仮想市街地における市街地整備の効果の評価を試みた岩見の研究[1-40], 歴史的市街地における防災まちづくりのための, 街区スケールの災害危険度評価手法の開発を試みた木下らの研究[1-41]などがある。災害時の避難や行動の難しさを評価する手法に関する研究については, 震災に備えた街づくりを行っていく上で, 細街路も含めた道路ネットワークのあり方を再評価するための道路閉塞の推定を試みた今泉らの研究[1-42], 市街地延焼と建物倒壊による道路閉塞を考慮した避難シミュレーションモデルを構築し, 広域避難行動の評価を行っている守澤らの研究[1-43], 地震直後の住民の避難行動の面から, 生活道路における地震災害時の安全性の評価を行っている岡西らの研究[1-44]などが挙げられる。

このような, 自然災害に対する都市の危険性(脆弱性)評価を組み込んだ計画支援システム開発も多く成果を上げている。例えば, 計画的な意思決定を支援する, GIS を用いた洪水リスク評価に関する Oyinloye and Olamiju[1-45]の研究がある。しかし, 地震災害に対する都市の脆弱性を評価するモデルと GIS のリンクによって, 安全な都市形成のための市街地整備計画の策定を支援するツール開発に関する研究蓄積は地震国であり, これら市街地整備が喫緊の課題で, その課題に応える計画支援技術開発が求められている日本に限られている。

しかし災害リスクの評価だけでは市街地整備は進まない。その評価結果を市街地整備の必要な地区の住民に情報提供し, 住民と行政の協働によるコミュニティ参加型整備計画の策定が必要である

と Pearce[1-46]は指摘している。市街地の災害リスクの評価手法を組み込んだ計画支援システム開発の先行研究として、平成 12～14 年の「防災まちづくり総プロ」による、現在いくつかの自治体で試験的利用されている「防災まちづくり支援システム」の開発研究、延焼危険性と災害時行動困難性の評価手法と GIS と結合した計画支援システム開発がある [1-47～1-49]。このシステムは日本における地震防災のための市街地整備を支援する総合的な計画支援システムの成果である。しかし、本システムはどちらかと言えばエキスパート向けで、本研究で対象とする整備素案の検討を目的としたワークショップのように、コミュニティにおいて住民相互で計画を探求する計画支援ツールではない。

著者の所属する研究室では、このようなボトムアップ型の議論の支援を目的とした支援ツールの研究開発を進めてきた。郷内は CA を用いて独自開発した延焼シミュレーションモデルを開発し、それを組み込んだ、WS の現場で整備計画案の探求を住民とともに行うことを支援するツールを開発し、その有用性を実証している。また、大貝、郷内らは、定量的な災害危険性を示す延焼危険性評価手法（まちの燃えやすさ）と災害時行動困難性評価手法（災害時の避難活動等の困難性評価）を開発してきた[1-13～1-14]，[1-50～1-51]。本研究では、これら二つの評価手法を防災性能評価手法と呼ぶこととする。

本研究は、これらの先行研究における市街地の防災性能評価手法の成果を踏まえた、コミュニティ参加型の市街地整備計画の支援ツール開発を目指している。しかし、延焼危険性評価手法と災害時行動困難性評価手法については、評価計算時間に多大な時間を要し、WS の現場での活用は難しい。また、合意形成の促進にどのように役立つのか検証に至っていない。

(3)空間イメージに関する研究

空間イメージの共有を容易にする VR、3D-GIS 等の視覚化技術の研究もこれまで数多くなされてきている。例えば Jiang and Vasek は都市や環境分野の計画案検討のための空間イメージなど地理的視覚情報を扱ったいくつかのプロトタイプを報告している[1-52]。また Maren は、都市計画プランナーの分析・デザインツールとして K2vI を開発している[1-53]。

しかしこれらの研究はとくにコミュニティにおける市民参加の計画の話し合いの場に役立つ支援ツールを目指すという明確な目標をもっていないようである。そのような視点から、視覚化技術のコミュニティにおける参加型計画支援ツールへの活用可能性を検討した研究がある[1-54～1-56]。彼らは、主に実際の開発計画における専門家とコミュニティの間で検討するシナリオプランニングの事例を分析して、将来のまちなみ景観等をイメージする住民参加の計画支援ツールとしての地理的視覚化データの有用性を議論している。

このような研究として、関谷らによる住民参加型の地方都市中心市街地商店街の再生計画策定を目的としたインターネットを介した目標空間イメージ支援ツール開発に関する研究[1-57]、インターネットや VR などマルチメディア技術を用いた公園ワークショップ支援システムの開発に関する瀧口らの研究[1-58]、VRML を利用した協調計画デザイン・システムの適用可能性に関する沈らの研究[1-59]、インターネットを介したマルチメディア型まちづくり支援システムの開発に関する有馬らの研究[1-60]、空間理解とイメージ共有のためのワークショップ支援システムの開発、有用性

検証を行っている大畑らの研究 [1-61]、住民と行政の協働による景観まちづくりでの、模型と VR を併用したイメージ共有手法を開発し、計画案作成に至るまでの発言・提案の変遷や参加者の描く目標空間像の具現化における特徴の分析からツールの有用性を明らかにしている古賀らの研究 [1-62]、地域の計画検討組織内での街並みデザインに対する合意の実現のためのツール開発と、イメージ共有により参加者は会議中の計画及び設計の様々な側面からの検討を動機付けられることを検証している沈らの研究[1-63]などが挙げられる。

我々が目指しているのは、このようなボトムアップ型の議論に役立つ視覚的情報を提供するツールである。我々の独自性は、このような 3D で空間イメージを共有する視覚的情報と市街地の防災性能評価という科学的分析に基づく客観的災害危険性情報を連動させて提供する点にある。

(4)木造密集市街地の実態や整備に関する研究

本研究は木造密集市街地の改善への寄与を念頭にしており、木造密集市街地の実態や整備に関する研究としては、実際の「改造型」と「改善型」の整備事業から低層高密度市街地の居住環境整備をより一般的な形で展開するための基礎的考察を行った田島、高見沢による研究[1-64]、先進的な密集市街地整備事業を対象に、地区固有の空間改善プログラムを客観的な事業実績から分析した久保、佐藤らによる研究[1-65]、また、密集市街地整備事業制度による住環境整備事業の計画を調査し、計画のうち道路と街区の構成について考察した佐藤、松山らによる研究[1-66]、木造密集市街地整備におけるまちづくり骨格道路と各種事業・自力更新の進行実態を明らかにしている朴ら [1-67]が挙げられる。

このような密集市街地の実態や整備に関する知識や知見を踏まえつつ、住民と行政の協働による、整備素案の検討を目的としたワークショップ支援ツールの内容を検討していく。

以上のように、本研究で著者らが目指しているのは、既往研究の成果を踏まえた、ボトムアップ型の議論に役立つ視覚的情報提供ツールである。著者らが提案する支援ツールの独自性は、このような空間イメージを共有する視覚的情報と市街地の防災性能評価という客観的災害危険性情報を同時にワークショップ等の場で提供する点にある。

1-4. 本論文の構成

本論文は、全5章で構成される。研究の進め方を図1-3に示す。

序章となる1章では、我が国の木造密集市街地整備の経緯と現状、木造密集市街地改善への取組みに関する近年の研究・技術開発の動向など、本研究の背景、研究の目的、既往研究と本研究の位置づけ、論文の構成について述べる。

ここで、本研究では、密集市街地整備事業において合意形成が図られづらいという課題に着目して、整備素案検討を目的としたワークショップの場で検討された素案に対し、安全性向上の効果と空間イメージの情報提供を可能とする技術が欠如していることが課題となっているのではないかと仮定し、これらの情報提供をワークショップの場で可能とする支援ツールの開発を目的とする。

第2章では、密集市街地整備の合意形成プロセスにおいて、序章で仮定したような課題がまちづくりの現場で認識されているのかなど、課題を把握、整理し、そのような課題の解決に貢献するためには、どのような支援ツールが求められているのか明らかにする。

そのため、まず文献調査とヒアリング調査から、密集市街地整備の促進に向けた一般的な取組みの流れと合意形成プロセスの整理、その取組の中での合意形成上の課題を整理する。その後、整理した課題の解決のためには、整備素案検討を目的としたワークショップの場においてどのような支援ツールが求められているのか支援ツールの在り方を検討する。

加えて、支援ツールの試験的開発を行い、支援ツールの本開発の方向性、実現に向けた課題を整理する。

上述の支援ツールに搭載する市街地の防災性能評価機能には、著者が所属する研究室でこれまで開発されてきた地区防災性能評価ツールの研究開発成果を用いる。しかしその計算時間には膨大な時間を必要とするため、ワークショップの現場で検討された素案に対して、その場で評価結果を提示するという活用は困難である。

そこで第3章では、ワークショップの現場で検討された素案に対して、その場で市街地防災性能評価を行い、結果を提示するという活用が可能な、市街地防災性能評価手法を組み込んだワークショップ支援ツールの開発を行い、そのような支援ツールの活用による合意形成の促進に対する効果を明らかにする。

そのため、まず、地区防災性能評価ツールの計算時間の短縮化を試み、その成果を組み込んだ支援ツールの開発を行う。その後、整備素案の検討を目的としたワークショップでの活用の可能性を検討するため、開発した支援ツールの試験的運用を行う。その結果を踏まえ、実際に密集市街地の整備に向け住民と行政の協働によるまちづくりを進めている地区を対象に実証実験を行い、ワークショップの現場において検討された素案に対し、その場で防災性能評価の結果が提供されることで、合意の促進にどのように役立つのか効果を検証する。

第4章では、整備素案の検討を目的としたワークショップの現場で検討された整備素案に対して、

その場で防災性能評価の結果と整備後の空間イメージの提示が可能になることにより、どのように合意形成の促進に役立つのか明らかにする。そのため、2章で検討した支援ツールの実現のため、3章の WebGIS を基盤とした支援ツール開発成果に VR 技術を組み込み、ワークショップの場で参加住民に検討された様々な整備素案に対して、防災性能評価と同時に、建物建替えや公園、道路拡幅などの整備実施後の空間イメージを三次元で視覚的に情報提供することを可能とした支援ツールの開発を行う。その後、開発した支援ツールを活用した実証実験を行い、開発した支援ツールがどのように合意形成の促進に役立つのか、課題を明らかにする。

そして、最終章の5章では各章により得られた成果及び課題をまとめ、本研究の評価、位置づけを総括する。

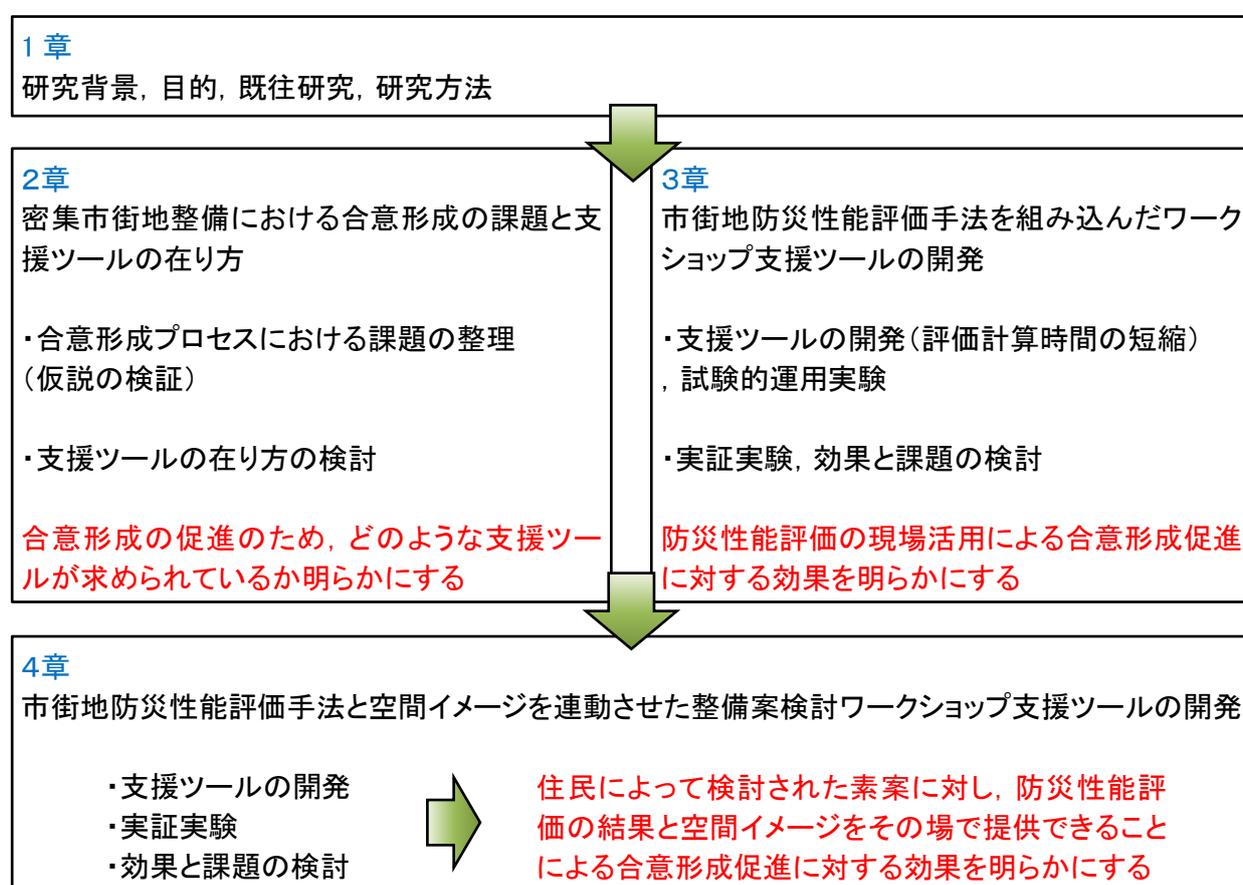


図 1-3 研究方法

【参考文献・参考資料】

1. 都市防災実務ハンドブック編集委員会：改訂 都市防災実務ハンドブック 震災に強い都市づくり・地区づくりの手引，ぎょうせい，2005
2. 密集市街地整備住宅整備研究会：安心まちづくりガイドブック 密集市街地を再生する，創樹社，2008
3. 国土交通省：住生活基本計画，2006
4. 国土交通省：住生活基本計画，2011
5. 国土交通省：国土交通省総合技術開発プロジェクト 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（防災まちづくり総プロ）報告書，2003
6. 早田幸，佐藤滋：参加型計画策定における立体建替えデザインゲームに関する研究，日本建築学会計画系論文集，第455号，pp. 149-158，1994
7. 早田幸，佐藤滋：住環境整備事業における目標空間イメージの合意形成プロセスに関する研究，日本建築学会計画系論文集，第473号，pp. 101-111，1995
8. 志村秀明，佐藤滋：街路空間デザインゲームの開発に関する研究，都市計画論文集，第33号，pp. 247-252，1998
9. 内田奈芳美，真野洋介，志村秀明，佐藤滋：目標空間イメージの共有を目指した連続ワークショップの手法に関する研究，都市計画論文集，第34号，pp. 601-606，1999
10. 深沢一繁，饗庭伸，志村秀明，佐藤滋：建替えデザインゲームの分析による目標空間イメージの相互編集プロセスの解明，都市計画論文集，第35号，pp. 847-852，2000
11. 志村秀明，佐藤滋：シミュレーション・ゲーミングによるまちづくり支援手法の展開，都市計画論文集，第36号，pp. 691-696，2001
12. 志村秀明，佐藤滋，辰巳寛太：目標空間イメージの編集によるまちづくり協議ツールの開発に関する研究 建替えデザインゲームによる景観形成手法の開発，日本建築学会計画系論文集，第558号，pp. 219-226，2002
13. Gohnai, Y., et al., 2006, "Development of a Support System for Community-based Disaster Mitigation Planning Integrated with a Fire Spread Simulation Model Using CA" in: Leeuwen, J. P and H. Timmermans, (eds.), Innovations in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning Part 1, Springer Verlag New York, p. 35-51.
14. Gohnai, Y., et al., 2007, "An evaluation method for emergency response activities during earthquakes in Japanese local cities: A tool for supporting community-based planning disaster mitigation", 10th International Conference in Computers in Urban Planning and Urban Management, July 11-13, 2007, Iguassu, Brazil.
15. Karashima, K., and ohgai, A.; A Support Tool Incorporating Disaster Mitigation Performance Evaluation Method for Examination of improvement Plans in Densely Built-up Areas, Proceedings of 8th International Symposium on City planning and Environmental Management in Asian Countries, March, Tianjin, China, pp197-210, 2013.3
16. 日本バーチャルリアリティ学会：バーチャルリアリティ学，コロナ社，2011
17. IT用語辞典，<http://e-words.jp/w/VR.html>（2014年2月28日）

18. 福田知弘, 関文夫, 伊藤裕二, 武井千雅子: VRプレゼンテーションと新しい街づくり, エクスナレッジ, 2008
19. 三宅諭, 後藤春彦, 早田幸, 赤尾光司: 景観イメージの合意形成手法に関する研究 - CCDカメラを用いた都市景観模型の評価特性と景観シミュレーションワークショップへの応用-, 日本建築学会計画系論文集, 第491号, pp.157-165, 1997
20. 三宅諭, 後藤春彦: 映像を媒体とするコミュニケーションツールとしての「街並み起こし絵図」の開発とその有用性の検証 - 景観イメージの合意形成手法に関する研究 その2-, 日本建築学会計画系論文集, 第526号, pp.223-230, 1999
21. 川端寛文: 地域コミュニティを対象にした防災まちづくりマネジメントシステムの開発に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第631号, pp.1899-1906, 2008
22. 森永武男, 有馬隆文, 萩島哲, 坂井猛: WebGISを利用したまちづくり情報基盤システムの開発, 日本建築学会大会学術講演梗概集 F-1, pp.747-748, 2001
23. 森貴宏, 出口裕二, 両角光男, 本間里見, 大西康伸, 村上祐治: Webを利用した空間情報システムの設計と構築 - まちづくりワークショップのための空間情報共有技術に関する研究-その2, 日本建築学会大会学術講演梗概集 F-1, pp.613-614, 2005
24. 村上祐治, 両角光男, 本間里見, 大西康伸, 出口裕二, 森貴宏: 空間情報共有システムを利用したワークショップの運営技術とその評価 - まちづくりワークショップのための空間情報共有技術に関する研究-その3, 日本建築学会大会学術講演梗概集 F-1, pp.615-616, 2005
25. 沈振江, 川上光彦, 岸本和子: VRMLを利用した協調計画デザイン・システムの適用可能性に関する研究 金沢市の公園計画事例におけるケーススタディ, 都市計画論文集, 第37号, pp.73-78, 2002
26. 岸本和子, 川上光彦, 沈振江, 竹森秀朗: インターネットを活用した委員会方式の計画デザイン策定支援システムの開発と適用, 都市計画論文集, 第39号, pp.373-378, 2004
27. 真鍋陸太郎, 小泉秀樹, 大方潤一郎: インターネット書込地図型情報交流システム「カキコまっぷ」の課題と展開可能性, 都市計画論文集, 第38号, pp.235-240, 2003
28. Richard E Klosterman: The appropriateness of geographic information systems for regional planning in the developing world, Computers, Environment and Urban Systems, No. Volume 19, Issue 1, pp. 1-13, 1995
29. Richard E Klosterman: Planning Support Systems: A New Perspective on Computer-Aided Planning, Journal of Planning Education and Research, No. 17, pp. 45-54, 1997
30. Britton Harris and Michel Batty: Locational Models, Geographic Information and Planning Support Systems, Journal of Planning Education and Research, No. 12, pp. 184-198, 1993
31. Richard E Klosterman, Christopher J Pettit: An update on planning support systems, Environment and Planning B: Planning and Design, No. 32(4), pp. 477-484, 2005
32. Edamura T, Tsuchida T: Planning support system for an urban environment improvement project, Environment and Planning B: Planning and Design, No. 26(3), pp. 381-391, 1999
33. Richard E Klosterman: The What if? collaborative planning support system, Environment and Planning B: Planning and Design, No. 26, pp. 393-408, 1999
34. 大貝彰, 萩島哲, 金俊栄, 文泰憲: 土地利用構想立案支援エキスパートシステムの開発 -福岡市への適

- 用を通して-, 日本都市計画学会学術研究論文, No. 25, pp. 337-342, 1990
35. 福島徹, 枝村俊郎: 用途地域指定支援システムの研究, 日本都市計画学会学術研究論文, No. 25, pp. 343-348, 1990
 36. 呉愚如, 萩島哲, 大貝彰, 鷗心治: メッシュデータによる新用途地域指定における支援エキスパートシステムの開発に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No. 512, pp. 191-198, 1998
 37. 大貝彰, 渡辺公次郎, 五十嵐誠: パーソナルコンピュータ上で稼働する GIS を用いた土地利用計画策定支援ツールの試験的開発, 日本都市計画学会学術研究論文, No. 34, pp. 751-756, 1999
 38. 村上正浩, 鷗心治, 多賀直恒: GIS を用いた木造密集市街地の防災まちづくり計画支援システムの開発, 日本建築学会計画系論文集, 第 547 号, pp. 185-192, 2001
 39. 齋藤正俊, 熊谷良雄, 糸井川栄一: 簡易的火災延焼リスク算定のための基本モデルの構築と市街地集計データを用いたリスク概算の試み—木造密集市街地における火災延焼リスクの簡易的評価手法に関する研究(その1)—, 日本建築学会計画系論文集, 第 604 号, pp. 115-122, 2006
 40. 岩見達也: 延焼シミュレーションを用いた市街地防火性能評価 仮想市街地における市街地整備効果, 日本都市計画学会学術研究論文集, No. 40, pp. 727-732, 2005
 41. 木下博貴, 大貝彰, 渡辺公次郎, 中西功: 歴史的市街地における防災まちづくりのための災害危険度評価手法の開発(その1), 日本建築学会学術講演梗概集 F-1, pp. 501-502, 2003
 42. 今泉恭一, 浅見泰司: 災害時の道路閉塞推定に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第 529 号, pp. 225-231, 2000
 43. 守澤貴幸, 大佛俊泰: 市街地延焼を考慮した避難シミュレーションモデルによる広域避難場所の評価, 日本建築学会学術講演梗概集 F-1, pp. 383-384, 2008
 44. 岡西靖, 佐土原聡: 日常生活での道路利用を考慮した生活道路における地震災害時の安全性評価手法に関する研究 —地震直後の住民の避難行動の面からの評価—, 地域安全学会論文集, No. 11, pp. 173-181, 2009
 45. Oyinloye, M., and O. Olamiju, 2011, “Flood risk mapping and vulnerability analysis using GIS: Empirical evidences from New Town area, Ondo, Ondo State, Nigeria”, *International Journal of Society Systems Science*, Vol. 3, p. 291-304.
 46. Pearce, L., 2003, “Disaster management and community planning, and public participation: How to achieve sustainable hazard mitigation”, *Natural Hazards*, Vol. 28, p. 211-228.
 47. 加藤孝明, 小出治, 利満俊一, 杉浦正美, 下村博之: 防災まちづくり支援システムの役割と機能, 日本建築学会技術報告集, 第 16 号, pp. 313-318, 2002.12
 48. 加藤孝明, ユスフヤルコン, 程洪, 矢野聡, 小出治: 防災まちづくりのための防災性評価システムの開発: 延焼危険と消防活動困難性に着目して, 日本建築学会技術報告集, 第 13 号, pp. 227-230, 2001.07
 49. Kato, T., 2008, “Technologies in urban regeneration-community-based urban planning support system enhanced by urban vulnerability assessment technologies”, in: Sadahiro, Y. (ed.), *Spatial Data Infrastructure for Urban Regeneration*, Library for Sustainable Urban Regeneration, Vol. 5, p. 103-126, Springer, Tokyo.
 50. Ohgai, A., et al., 2004, “Cellular automata modeling for fire spreading as a tool to aid community-based planning

- for disaster mitigation”, in: Leeuwen, J. P and Timmermans, H. (eds.), *Recent Advances in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*, p. 193-209, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
51. Ohgai, A., Y. Gohnai, and K. Watanabe, 2007, “Cellular automata modeling of fire spread in built-up areas-A tool to aid community-based planning for disaster mitigation”, *Computers Environment and Urban Systems*, Vol. 31, p. 441-460.
 52. Jiang, B., B. Huang, and V. Vasek, 2003, “Geovisualization for planning support systems”, in: Geertman, S., and J. Stillwell, (eds.), *Planning Support Systems in Practice*, p. 177-191, Springer, New York.
 53. Maren, G., 2003, “Key to virtual insight: A 3D GIS and virtual reality system”, in: Geertman, S. and Stillwell, J. (eds.), *Planning Support Systems in Practice*, p. 193-204, Springer, New York.
 54. Pettit, C., A. Nelson, and W. Cartwright, 2004, “Using on-line geographical visualization pools to improve land use decision-making with a bottom-up community participatory approach”, in: Leeuwen, J. P and Timmermans, H. (eds.), *Recent Advances in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*, p. 53-68, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
 55. Pettit, C., W. Cartwright, and M. Berry, 2005, “Imagining the future using 3D geographical visualization”, 9th International Conference in Computers in Urban Planning and Urban Management, June 29-July 1, 2005, London.
 56. Pettit, C., W. Cartwright, and M. Berry, 2006, “Geographical visualization: A participatory planning support tool for imagining landscape futures”, *Applied GIS*, Vol. 3, p. 22.1-22.17.
 57. 関谷浩史, 岡井敦, 小林正美: 市街地再生手法における目標空間イメージ支援ツール研究(その2)-WEB端末を利用した商店街再生計画案策定のケーススタディ-, 日本建築学会計画系論文集, 第576号, pp. 37-44, 2004
 58. 瀧口浩義, 有馬隆文, 萩島哲, 坂井猛: マルチメディア技術を用いた公園ワークショップ支援システムに関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第574号, pp. 129-135, 2003
 59. 沈振江, 川上光彦, 岸本和子: VRMLを利用した協調計画デザイン・システムの適用可能性に関する研究 金沢市の公園計画事例におけるケーススタディ, 都市計画論文集, 第37号, pp. 73-78, 2002
 60. 有馬隆文, 百合野高宏, 日高圭一郎: まちづくりワークショップにおけるバーチャルリアリティの活用方法とその評価-空間理解とイメージ共有のためのワークショップ支援システム(その2), 日本建築学会計画系論文集, 第617号, pp. 79-85, 2007
 61. 大畑浩介, 瀧口浩義, 有馬隆文, 萩島哲, 坂井猛: 空間理解とイメージ共有のためのワークショップ支援システム(その1), 日本建築学会計画系論文集, 第584号, pp. 75-81, 2004
 62. 古賀元也, 鷗心治, 多田村克己, 大貝彰, 松尾学: 景観まちづくりにおける空間イメージ共有手法に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第633号, pp. 2409-2416, 2008.11
 63. Shen, Z. and M. Kawakami, 2010, “An online visualization tool for Internet-based local townscape design”, *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 34, p. 104-116.
 64. 田島哲, 高見沢実: 「改善型」まちづくりと「改造型」まちづくりの比較検討, 都市計画論文集, 第26-A号, pp. 169-174, 1991
 65. 久保勝裕, 佐藤滋, 小野智広: 事業実績からみた密集住宅市街地における空間改善プログラムに関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第544号, pp. 193-200, 2001

-
66. 佐藤圭二，土岐麻梨子，松山明，安藤元夫，幸田稔：密集住宅市街地整備促進事業制度による環境整備事業の計画における道路と街区の構成に関する研究，日本建築学会計画系論文集，第 553 号，pp. 193-199，2002
 67. 朴鍾玄，佐藤滋：木造密集市街地整備におけるまちづくり骨格道路と各種事業・自力建替の進行実態 一事業実績と自力建替からみた木造密集市街地整備プログラムに関する研究（その1）一，日本建築学会計画系論文集，第 677 号，pp. 1653-1662，2012

第2章 密集市街地整備における合意形成の課題と支援ツールの在り方

- 2-1. はじめに
- 2-2. 密集市街地整備の合意形成における課題の整理
- 2-3. 求められる支援ツールの在り方の検討
- 2-4. 市街地防災性能評価手法と空間イメージを連動させた整備案検討支援ツールの試験的開発
- 2-5. 小括

2-1. はじめに

(1) 背景

序論において、本研究では密集市街地の整備計画立案プロセスにおける住民と行政の協働による、整備素案検討を目的としたワークショップでの住民など関係者間の合意形成を支援するツールを開発することを述べた。その中で、整備素案の検討を目的としたワークショップのための合意形成支援技術には、ワークショップの場で検討された素案に対し、安全性向上の効果と空間イメージのその場での提供を可能とする技術が欠如していることが課題となっており、これらの情報提供を可能とする支援ツールの開発が求められているのではないかと仮説を立てた。

(2) 目的

そのため、本章では、密集市街地整備の合意形成プロセスにおいて、まちづくりの現場でどのような課題が認識されているのか、課題を把握、整理し、序章で立てた仮説を検証する。その後、整理した課題の解決に貢献するためには、どのような支援ツールが求められているのか、支援ツールの在り方を検討する。その結果を踏まえ、支援ツールの本開発に向けた、開発の方向性、課題等を明らかにするため、支援ツールの試験的開発を行う。

(3) 研究方法

以下の手順で研究を進める。

- ① 密集市街地整備事業の一般的な計画策定プロセスを文献調査により整理し、どの段階でどのように合意形成が図られているのか整理する。その後、その計画策定プロセスの中で合意形成が図られる際にどのような課題があるのか、文献調査とヒアリング調査により整理する。
- ② 整理した課題と一般的な整備素案検討の流れを踏まえ、合意形成の促進に貢献する支援ツールとして、どの段階で、どのような機能が求められるかなど、支援ツールの在り方を検討する。
- ③ 支援ツールの試験的開発を試み、支援ツールの本開発の方向性、実現に向けた課題を整理する。

2-2. 密集市街地整備の合意形成における課題の整理

(1) 密集市街地整備事業の一般的な計画策定プロセス

まず、密集市街地整備事業の一般的な計画策定プロセスについて説明する。国土交通省によって出版された『密集住宅市街地のまちづくりガイドブック』は日本の密集市街地整備事業の進め方をまとめた代表的なガイドラインである。それによると、事業のプロセスは初動期、展開期、事業推進期の3つに分類されている(表2-1) [2-1]。初動期では、地域住民が行政や専門家と協働して、まちづくり協議会などのまちづくり運営主体を組織する。組織された運営主体を中心に、街の課題を住民間で理解・共有し、その課題の改善を目指すまちづくりの基本的な方針である整備計画を検討するため、フィールドワークやワークショップなどを行う。展開期では、初動期で定められた整備計画に基づきながら、かつ、個人の権利関係や要望などを整理・考慮しながら事業計画を検討するため、建替え案の検討や共同化の検討など具体的な整備案の検討を行うワークショップが重ねられる。このような整備計画、事業計画のそれぞれの検討について、住民・地権者等の意見を聞き出しながら整備素案の内容を検討するワークショップが、住民・地権者から合意を得る最も一般的な手法として用いられている。

表 2-1 密集市街地整備事業の事業発起から実施までの流れ(文献 2-1 より抜粋、一部修正)

段階	話し合いの到達点	まちづくり活動の目標	具体的な手法
初動期	<ul style="list-style-type: none"> 自分たちのまちづくりに対する自由な話し合いを重ねる 総論の合意を得る →まちづくりの基本的な方針 	<ul style="list-style-type: none"> ○計画づくり [現況調査～整備計画作成] ・まちを見る ・まちを知る ・まちへの課題・イメージの共有 ・まちへの理解を深める ・課題の優先度を評価する 	<ul style="list-style-type: none"> ・まちの点検活動 ・フィールドワーク ・まちの防災カルテづくり ・WSアンケート ・ヒアリング ・まちづくりニュース等の発行 ・他地区への見学会 ・交流会
展開期	<ul style="list-style-type: none"> ・総論から各論を見つける ・各論の理解を深め、合意に向けた協議を重ねる →まちづくりの目標 	<ul style="list-style-type: none"> [事業計画の作成] ○計画作り ・街区単位での建替え検討 ・モデル街区での共同化検討 ○ルールづくり ・まちづくり協定 ・建築協定・地区計画の検討 ○人づくり ・地域リーダーの発掘 	<ul style="list-style-type: none"> ・まちづくり協議会を推進協議会等へ展開する ・テーマ別分科会の結成 ・各種ワークショップ ・コンサルタント派遣
事業推進期	<ul style="list-style-type: none"> ・各論の合意を得て個別事業を推進する →まちづくりの目標の実現 	<ul style="list-style-type: none"> ○計画・ルールづくり ・建築協定・地区計画の決定 ○ものづくり ・道づくり/広場づくり/家づくり ○人づくり ・地域リーダーの育成 	<ul style="list-style-type: none"> ・道づくり・広場づくりWS ・まちづくりイベントの開催 ・個人・小グループへの建替え支援

2章 密集市街地整備における合意形成の課題と支援ツールの在り方

その住民と行政の協働で行うワークショップの一般的な進め方は、主に以下のとおりである。

初動期の整備計画の策定では、まず地区全体の地震防災に対する危険性を把握するため、住民と行政が協働で、フィールドワークや防災マップ作成などを行い、地区が持つ課題やまちづくりの資源を整理する。その課題整理を踏まえて、地区全体を対象にまちづくりの基本方針の検討を行う。続いて、展開期では、地区全体の基本方針に基づきながら、整備の優先度の高いエリアを選定し、そのエリアの事業計画作成に取り組む。ここでは、その特定エリア内のより詳細な課題を把握し、道路拡幅、広場整備、共同建替えや建物の耐震化などの具体的な整備事業の内容を検討する。

このように、整備計画作成と事業計画作成のどちらのプロセスにおいても、まずは課題を確認し、その課題解決に向け素案の検討を参加者の合意が得られるまで繰り返す。このワークショップの流れは基本的には変わらない。しかし、整備計画では、市街地全体の計画を行うのに対し、事業計画では防災上危険で整備の優先度が高いエリアなど、特定のエリアの具体的な整備内容を検討するため、検討対象とするエリアの規模、整備素案の具体性に違いがある。

住民が対象地区の現状と課題を共有し、整備素案を検討し、合意を得るという、同様の流れで検討が進められる。したがって、2つのタイプのワークショップは流れに関しては基本的には同じである。違いは、対象とするエリアの規模、整備素案の具体性に違いがある。

(2) 密集市街地整備の合意形成における課題の整理

ここでは、上述した整備計画、事業計画の整備素案を検討する場における合意形成上の課題を整理する。文献調査と密集市街地整備の業務に精通しているコンサルタント職員に対するヒアリング調査を行った。

a) 文献調査

まず、佐藤[2-2]は、以下の課題を指摘している。「住民それぞれが望む将来のまちなみの空間イメージにずれが生じる。」こと、「住民や地権者が持つ多様な価値観に基づく生活イメージを引出し、まちづくりビジョンへと編集する技術と、参加住民がそのビジョンを共有し、個々の住環境にフィードバックするプロセスが求められている。」ことである。このように、住民間の合意を促進するためには住民や地権者が望む将来のまちの空間イメージを住民間で共有する必要性が挙げられている。

また建築学会発行のまちづくり教科書においても、「合意形成のプロセスはまちづくりのイメージを共有し続ける過程に他ならない」など合意形成にはイメージの共有が必要であることが述べられている[2-3]。

また、「誰もが納得できる客観的な情報と技術に裏打ちされてこそ、多様な人たちが心を一つにすることができる」など、科学技術に裏付けされた客観的な情報の必要性も述べられている。延焼シミュレーションやアクティビティ評価など科学技術に裏付けされた市街地の防災性能の情報を提供可能なツールの重要性が述べられている[2-4]。

加藤ら[2-5]は、市街地整備計画の策定及び事業の実施に際しては、できるだけ効果的な施策を選択し、かつ住民の十分な合意を得ることが不可欠であるとし、そのためには、検討された計画案によって、どの程度、地区の防災性能が改善されるかを明らかにしていく必要があると指摘している。

村上ら[2-6]は、住民と行政の双方が共通の認識を持つことができるように、曖昧になりがちな計画の有効性を示すため、客観的に理解しやすい形で都市計画の内容を提示し、住民に計画案の有効性をはっきり示す重要性を指摘している。

加えて加藤ら[2-7]は計画案を検討するものが思考を中断しない程度の時間内で計画案の安全性向上の効果の提示と計画案の見直しを可能にすることができる環境を提供する必要性を指摘している。

また、分かりやすい評価方法の確立など、情報提供ツールの発展が課題であるとも指摘されている[2-4]。

2章 密集市街地整備における合意形成の課題と支援ツールの在り方

以上のように、整備素案を検討する場において住民相互の合意形成を促すために必要とされる要因をまとめると、以下の3点となる。

- ① 空間イメージの共有と安全性向上の効果の情報提供
- ② 整備素案の有効性を住民に示すための防災性能向上の効果の提示
- ③ 住民の思考が中断しない程度の時間内でそれらの情報を提供すること

このように、序章で述べた、住民と行政の協働による、整備素案を目的としたワークショップにおいて検討された整備素案に対して、安全性向上の効果と整備後の空間イメージの提供という合意形成支援技術の必要性が指摘されている。

b) ヒアリング調査

文献調査によって整理した課題は必要性の議論である。実際の整備素案を検討する現場ではどのような問題が発生しているのか、この点を明らかにすることで支援ツール開発の方向性がより明確なものとなる。そこで、密集市街地整備事業の支援業務に豊富な経験を有する都市計画コンサルタント2社の職員に対してヒアリング調査を行った。

表2-2はヒアリングの結果をまとめたものである。安全性向上の効果、空間イメージ、その他の項目に分けて示している。ヒアリング結果を踏まえると、安全性向上の効果と空間イメージの共有に関して、以下の点が指摘できる。

- ① 安全性向上の効果の情報提供に関しては、整備素案による安全性向上の効果が、その場で定量的・客観的に提示されておらず、住民参加は、整備素案によりどれだけ防災性能が向上するのか具体的に把握できない。そのため、市街地整備の必要性を実感できない。
- ② また空間イメージの共有に関しては、整備素案による整備後の空間イメージがその場で提示されていないため、参加住民は整備後のまちがどのようなものか把握できず、各参加者は各々異なるイメージを持ち、共有されない。

結局は、このような合意形成が進まない議論の現場に対して、その問題解決に役立つ、科学的裏付けのある客観的な安全性向上の効果の情報提供と整備前後の空間イメージをその場で共有できる支援ツールが求められていると言える。

現場の抱える問題は、地域コミュニティの社会属性に関わる問題や住民の費用負担の問題、あるいはコンサルタント側の問題など多様であるが、上述したように、直接合意形成に関わる問題として、序章で仮定した課題同様の課題が、実際のまちづくりの現場においても認識されていることが明らかとなった。

2章 密集市街地整備における合意形成の課題と支援ツールの在り方

表 2-2 ヒアリング結果

分類		専門家から指摘を受けた課題
安全性向上の効果の情報提供		<ul style="list-style-type: none"> ・第一に、密集市街地整備の目的は整備素案検討の主要な前提であるエリアの安全性の向上である。 ・実際には、現状市街地の災害リスクの評価情報は脆弱性の理解のため住民に提供されている。しかし参加者によって検討された整備素案に対しては、安全性向上の効果の情報提供は一般的には行われていない。 ・しかしながら、もし整備素案に対して安全性向上の効果が提供されれば、参加者間の合意形成の促進に役立つだろう。
まちなみイメージの視覚化	必要性	<ul style="list-style-type: none"> ・住民参加で事業計画を検討する場合、例えば、整備後にどこに住むことになるのかなどの質問に答えられる具体的なイメージを視覚的に提供する必要がある。 ・空間イメージがあると、参加住民からの具体的な意見が出やすい。イメージがないときは抽象的な話が多かった。
	VR活用の実態	<ul style="list-style-type: none"> ・VRを作成するには時間と資金が必要である。そのため、こちらでいくつかのケースを想定して完成図を提示する。
その他	情報の提供方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ワークショップ中に参加者の意見を反映させた素案に対する空間イメージと安全性向上の効果の提供は技術的に不可能である。もし必要があれば、次回のワークショップにおいてそれらを提示する。
	住民の負担	<ul style="list-style-type: none"> ・一般的に、住民と地権者は整備を実施する際にどのような負担があるのかにとっても関心がある。
	費用対効果	<ul style="list-style-type: none"> ・行政が整備に費やせる費用を基に、最大限の効果を得られる整備内容を考える必要がある。
	総論と各論の違い	<ul style="list-style-type: none"> ・整備計画については比較的合意を得られやすいが、事業計画についての合意形成は図りづらい。
	高齢化	<ul style="list-style-type: none"> ・密集市街地は高齢者の割合が多い。高齢者は整備に向けた気力、財力、体力が乏しい。
	防災意識	<ul style="list-style-type: none"> ・防災に対して無関心な人が多い。その結果ワークショップなどの参加者は役員などのわずかな人数しか参加しない傾向が強い。 ・地震はいつ起こるか分からない非日常的な危険であり、危機感を感じづらい。介護車両や緊急車両が進入できないなどの、日常的な視点から整備の必要性を訴えることが必要である。

2-3. 求められる支援ツールの在り方の検討

前節で整理された密集市街地整備の合意形成における課題を踏まえ、課題解決のために求められる支援ツールの機能など、支援ツールの在り方を検討する。

(1) ワークショップの流れ

前節の検討結果を踏まえると、支援ツール開発のためには、整備素案検討を目的としたワークショップで参加によって検討された整備素案に対し、安全性向上の効果と空間イメージをその場で提供しながら進めるワークショップを想定する必要がある。前節で述べた一般的なワークショップの進め方をより具体的に示したのが図2-1の中央に示したフロー、左側に示したのがその中で用いられる手段である。まず課題把握の段階（STEP 1）では、ワークショップ参加者は、タウンウォッチングや防災マップづくりなどの手法を用いて、地域における防災上危険性の高い場所や防災設備等の確認、災害時に役立つものや延焼を抑止する効果のある空地や緑地など、多様な側面から地域の現状と地域の防災性能を理解し、グループワークで課題を整理する。

次の整備素案検討の段階（STEP 2）では、市街地の安全性を向上させるための素案づくりを目標に、ファシリテーターの指導やアドバイスを受けながら、参加者は、整備計画であれば地区全体の整備の方針について、事業計画であれば特定の場所の具体的な整備計画について自分の考えを表明する。一方でファシリテーターは多くの異なる意見を整理しながら、一つの素案にまとめていく。これが一般的なワークショップの流れである。

その特徴は、議論の中で提案と評価、賛成と反対といったやり取りが繰り返される、あいまいで不明瞭なプロセスを採ることである。そこから素案をまとめるのは、ひとえにファシリテーターの能力に大きく依存している。

このような課題を改善するためにも、このようなワークショップの流れの中で、特に整備素案検討の段階において、その素案が実現された場合のまちの安全性向上の効果、それこそ当研究室で開発されてきた防災性能評価手法の評価結果と空間イメージの情報を提供することで、整備素案のある程度の客観的な評価を可能にし、防災性能からみた市街地の整備効果と整備後の将来空間イメージの参加者相互での共有を可能にすることが必要であると考えられる。

したがって、図1に右側に示した、開発するツールに求められる支援内容は、防災性能と空間イメージの二つの面において参加者の提案や評価のあいまいさをある程度排除し、本来不明瞭なプロセスに少しでも明示的なプロセスを組み込むことを意識したものである。そのような支援がワークショップでの議論の活性化と合意形成の促進に寄与することが期待される。

2章 密集市街地整備における合意形成の課題と支援ツールの在り方

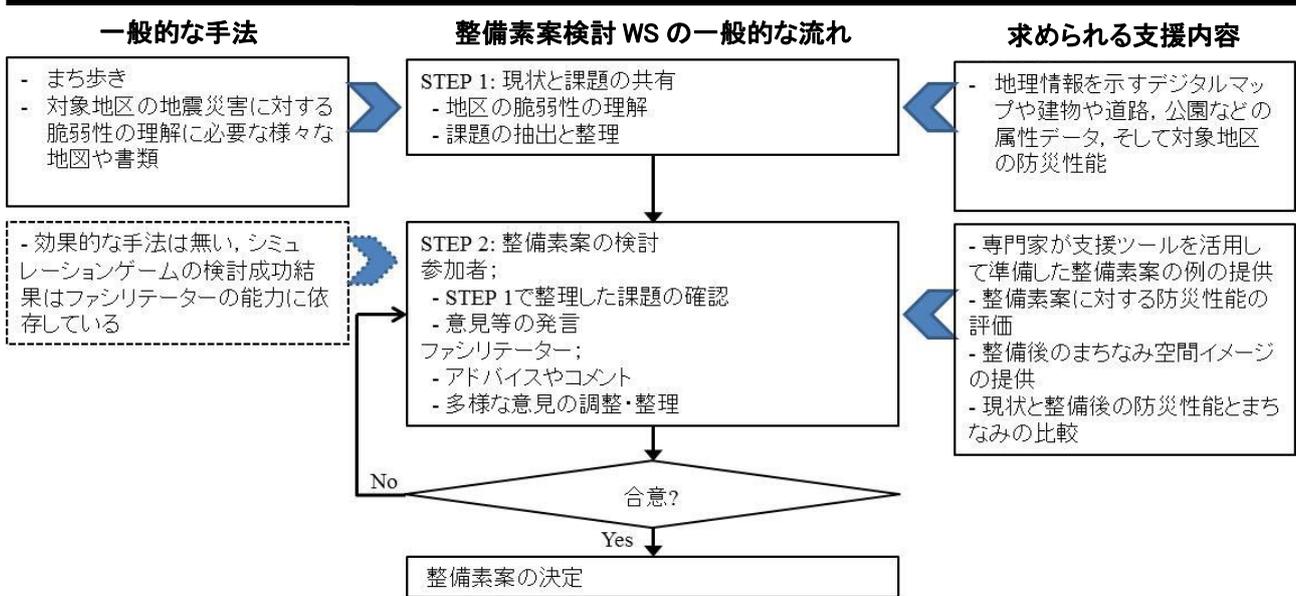


図 2-1 一般的な手法を用いた場合のワークショップの進め方と求められる支援内容

(2) 支援内容と機能

ここでは、我々が提案する、図 2-1 の右側に示した支援が可能なツールを活用したワークショップを想定した場合の、支援ツールによる支援内容を示す。

ステップ1（現状と課題の共有）では、対象地区の基本情報を提供できる必要がある。ここで地区の基本情報とは、建物構造や建築年代、道路幅員など、延焼危険性（まちの燃えやすさ）や避難の難しさ（建物倒壊による道路閉塞を考慮）の原因の情報のことを指す。このような情報提供の支援があれば、ワークショップ参加者は対象地区の基本情報と現状市街地の防災性能評価の結果をマップ形式で比較することができる。これにより、ワークショップ参加者は対象地区のどこがどの程度危険なのか、またその原因は何なのか容易に理解でき、参加者間でその理解を共有することが可能になると考えられる。

続いてステップ2では、ステップ1で理解・共有した、災害危険性が高い場所の危険性を低減させるため、参加者は整備素案を検討する必要がある。このステップを整備素案の検討段階とする。整備素案を検討する段階として、地区全体の整備の基本的な方針を検討する整備計画検討段階と、特定のエリアについて具体的な整備の内容を検討していく事業計画検討段階の2つの段階がある。整備計画検討段階では、地区全体の地震災害の安全性を高めるために、整備の優先度の高いエリアはどこなのか、延焼の危険性や倒壊の危険性が高い建物をどの程度改善するとよいか、狭隘道路の拡幅や道路新設などの道路整備をどの程度進めていくとよいかなどの検討を支援できる必要があると考えられる。事業計画では、個々の建物や道路を選択し、道路整備や建て替えを組み合わせ具体的な整備の内容を検討できる必要があると考えられる。

このような整備案の検討の後、検討された整備素案を反映させた場合のまちの防災性能評価と空間イメージを参加者に確認してもらうため、整備素案の内容が固まり次第、ユーザーが支援ツールに素案の整備内容を入力し防災性能評価の計算、整備後のまちの空間イメージの作成を実行させることができる必要があると考えられる。整備後のまちの空間イメージを提供する際は、整備後のまちの変化を全体的に把握するために鳥瞰の視点から、住民目線でかつ議論の流れで参加者が気になる場所を確認できるようウォークスルーの視点から将来イメージを確認することができる必要があると考えられる。

加えて、検討された整備素案が実施されることにより、整備前の現状の市街地と比較して地区のどこがどの程度災害危険性が改善されるのか、まちなみはどのように変化するのか、整備前後を比較しながら、あるいは、幾つか整備素案を検討し、最終的な素案へと議論を収束させていく際には検討されたそれぞれの素案が反映された場合の災害危険性とまちなみを確認できる必要があると考えられる。そのためには、支援ツールには、現状市街地と仮想整備を実施した後の防災性能評価と空間イメージを比較する機能が必要である。この機能により、参加者は防災性能とまちなみのデザインの両面から検討された素案の特性を理解することが容易となる。また、整備素案により災害危険性はどこがどの程度改善されるのか視覚的に理解しやすくするため、支援ツールはマップ形式で防災性能評価の結果を提供すること、グラフでも表現することが望ましいと考えられる。

2章 密集市街地整備における合意形成の課題と支援ツールの在り方

以上の検討を踏まえ、開発する支援ツールは以下の5つの機能を含む。

- ① 対象地区の基本情報と現状市街地の防災性能評価の結果の表示
- ② 整備素案の検討の支援
- ③ 提案された整備素案の防災性能の評価
- ④ 提案された整備素案に基づき仮想整備した後のまちなみの表示
- ⑤ 現状市街地と提案された整備素案の防災性能評価の結果とまちなみの比較

2-4. 市街地防災性能評価手法と空間イメージを連動させた整備案検討支援ツールの試験的開発

(1) 試験的開発

前節における検討を基に、ここでは支援ツールの試験的開発を行う。図示するため、愛知県豊橋市のA地区のデータを使用する。この地区は老朽木造建物や幅員4m未満の狭隘道路が密集しており、地震災害に対する危険性が高い地区であると豊橋市から指定されている。開発する支援ツールの概要を図2に示す。インターフェイスは、以下の4つの場面にそれぞれ対応する4つのメイン画面で構成されている。

- ① まちを知る
- ② 整備素案の検討
- ③ 防災性能評価 + 空間イメージ
- ④ 比較

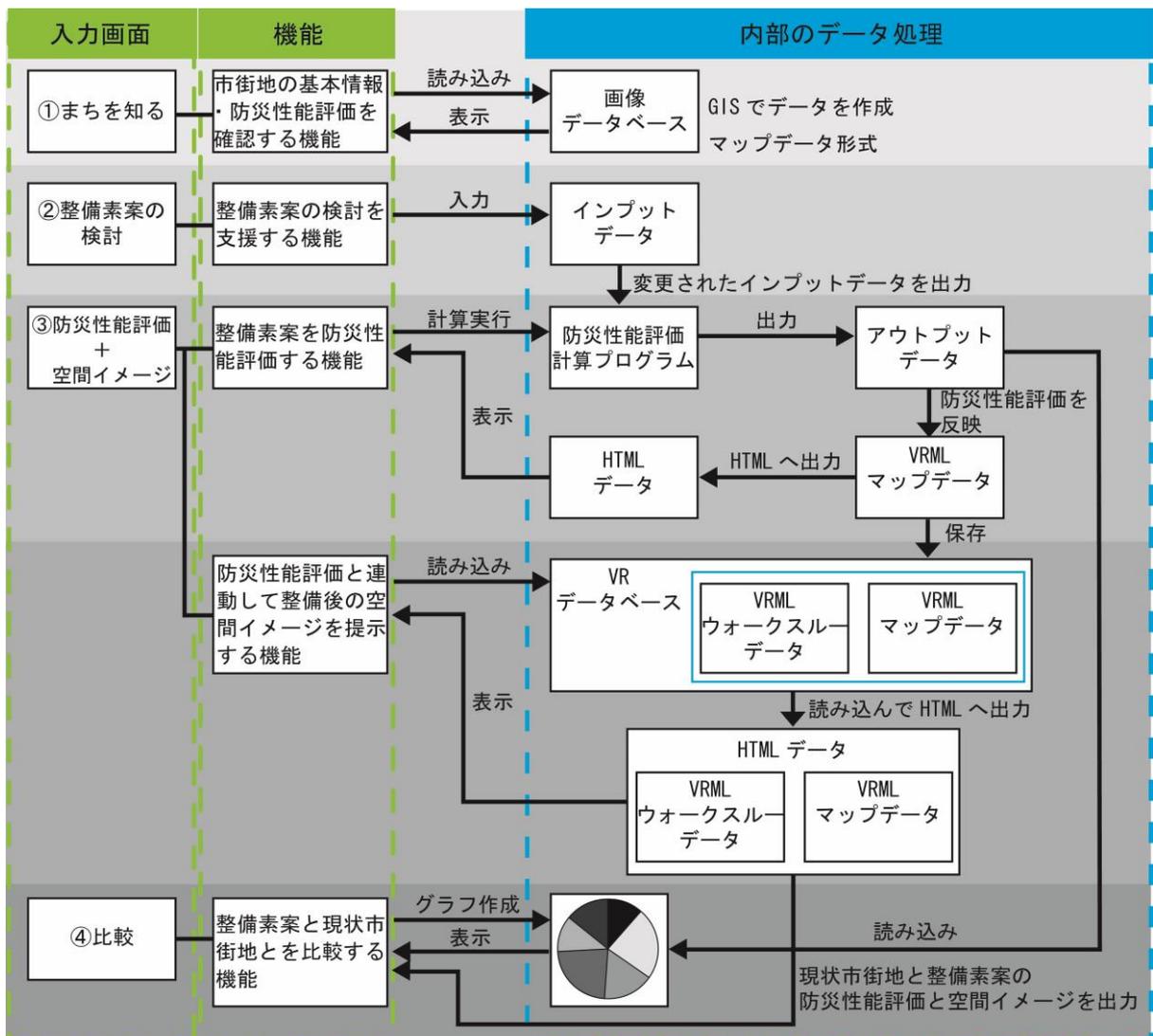


図 2-2 試験的開発による支援ツールのシステムの概要

2章 密集市街地整備における合意形成の課題と支援ツールの在り方

図 2-2 に示すように、メインのインターフェイスは前節の検討による 5 つの機能を搭載している。それぞれの機能は GIS と VR の技術を応用した様々なタイプのデータにより実現している。特に、現状市街地の基本情報と防災性能の評価は著者の所属する研究室でこれまでに開発されてきた WebGIS ベースの防災まちづくり支援システムとの loosely coupling（システム外部での連動）によって可能となっている。

以下、それぞれのステップに対応したインターフェイスに搭載されている機能とデータの処理、支援ツールの使い方について詳細を述べる。

① まちを知る

この段階では、対象市街地の基本情報と現状の市街地の防災性能評価の結果を確認する機能が搭載されている。これにより、ユーザーは、建築年代や建物構造といった建物に関するデータ、道路幅員データなどの基本情報、現状市街地の防災性能評価を確認することができる。これらの情報を見比べることで、対象地区のどこがどの程度、地震災害に対して危険なのか、その原因は何なのか、ユーザーは理解することができる（図 2-3）。

これらのデータは、著者の所属する研究室でこれまでに開発されてきた WebGIS ベースの防災まちづくり支援システムを利用してマップ形式で表示させた画像で、これらの画像を本ツールの画像データベースに保存しておく。そして支援ツールのインターフェイス上の操作で、画像データベースから作成しておいた画像を表示できる。

なお、これらの画像データは、WebGIS ベースの防災まちづくり支援システムを利用して前もって作成し、本ツールに登録しておく。



図 2-3 「まちを知る」ステップのインターフェイス

② 整備素案の検討

専門的な知識を持たない住民が容易に整備素案を検討できるようにする必要がある。そのため、この段階のインターフェイスは整備素案の検討を支援する機能を搭載している（図 2-4）。具体的には、ユーザーは道路整備や建物整備など整備項目を、簡単なマウス操作や入力だけで選択でき、整備素案を検討することを容易にしている。また、防災性能評価を行うために必要な、建築年代や建物構造、道路幅員等のデータをまとめたインプットデータとリンクしており、支援ツールのインターフェイス上の操作で入力した道路幅員の変更や建物構造の変更がそのインプットデータに反映される。事業計画の素案を検討する場合、ユーザーは整備する特定の建物もしくは道路を一つずつ選択することができる（ステップ 2-1）。一方で整備計画の素案を検討する場合は、目的が地区全体の整備方針を検討することであるため、検討された整備方針によってどの程度地震災害に対する危険性が減少するのか、参加住民が理解することが重要である。そのため、整備計画の素案を検討するには、ユーザーは幅員 4m未満もしくは 8m未満の道路全てを同時に選択し、幅員を拡幅することができる。同様に、ユーザーは危険性に基づき対象地区内の全ての建物のうち 50%もしくは 90%の建物を同時に構造変更（個別建替えが進んだ場合を想定）することができる（ステップ 2-2）。

2章 密集市街地整備における合意形成の課題と支援ツールの在り方

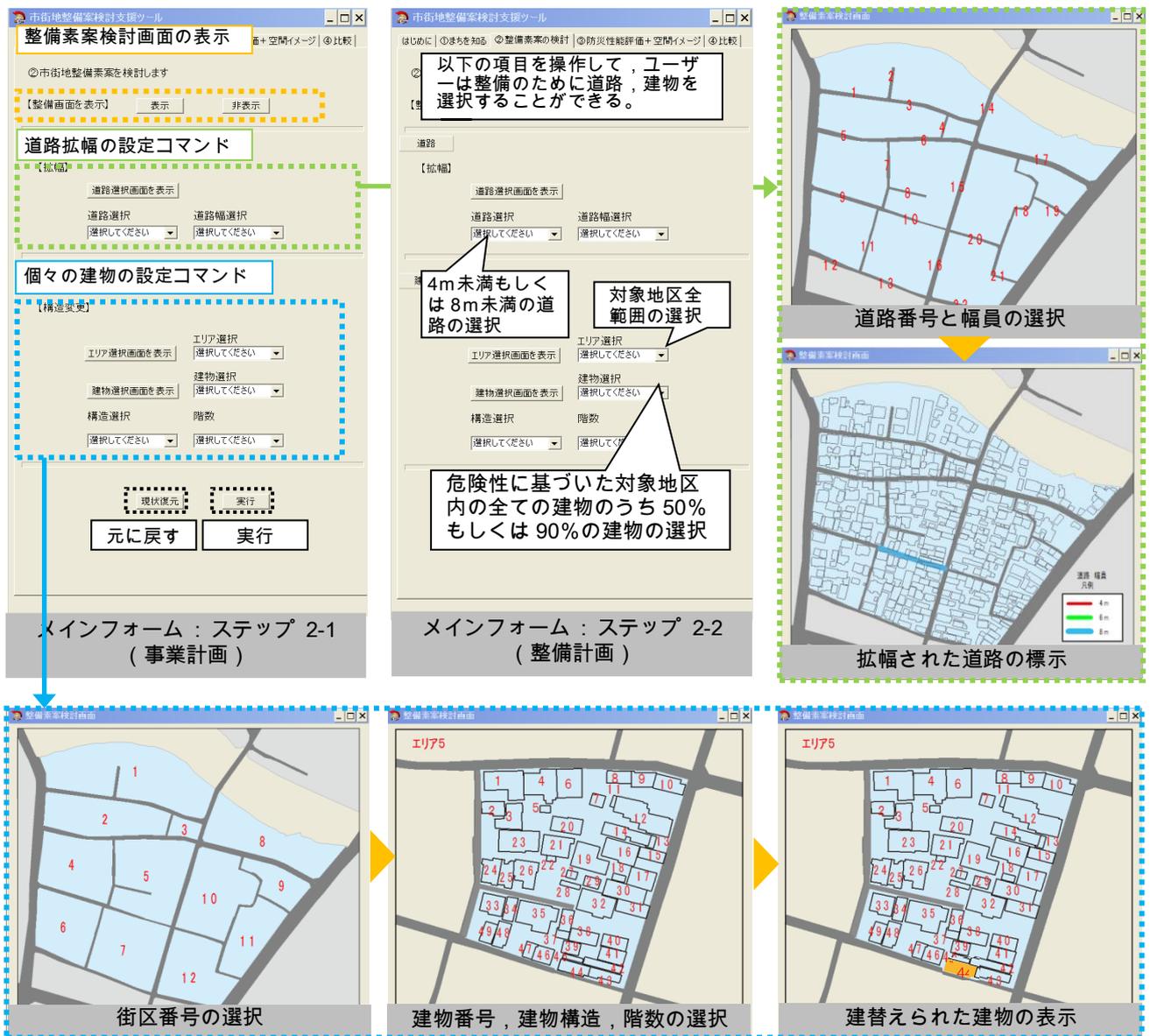


図 2-4 「整備素案の検討」ステップのインターフェイス

③ 整備後のまちの防災性能評価の結果と空間イメージの提示

この段階では、ユーザーは検討された整備素案を反映させた場合のまちの防災性能評価と空間イメージの作成を実行させ、それらの情報を確認することができる。

支援ツールには、著者が所属する研究室でこれまでに開発されてきた防災性能評価手法（延焼危険性評価手法 [2-8]、災害時行動困難性評価手法[2-9]）の開発成果を活用する（図 2-5）。

延焼危険性評価手法とは、一つの出火点について延焼シミュレーションを数十回繰り返し、それを対象エリア内すべての延焼可能セルについて行い、その結果を総合化し、平均化した確率値であり、まちの燃えやすさを示す。地区内のどこがどのくらいの延焼の可能性を内在しているかを、詳細な空間単位で評価可能にすることを支援するツールである。

災害時行動困難性評価手法とは、建物倒壊による道路閉塞を考慮した、各建物から行政指定の一次避難地まで到達できない確率であり、避難の難しさを示す。どこがどの程度避難が難しいのかを、詳細な空間単位で客観的に評価することが可能なツールである。

どちらも GIS を基盤に開発されている。本研究では空間イメージの作成は VRML を基盤とするため、防災性能評価と空間イメージを連動させる際、GIS と VRML のリンクが必要になる。しかし、今回の試験的開発では技術的な問題から、GIS とのリンクは行わなかった。防災性能評価の計算部分のプログラムを既存のシステムから抜き出し、開発した支援ツールに組み込み、防災性能評価の結果は VRML を援用して表現することとした。具体的には、建築年代や建物構造、道路幅員等、防災性能評価計算に必要なデータをまとめたインプットデータをシステム内に用意しておき、整備素案検討段階で入力される道路幅員等の整備内容に関するデータをそれに反映させ、そのデータを用いて評価計算を行う（図 2-2）。防災性能評価の計算後、結果をアウトプットデータとして書き出す。アウトプットデータに含まれる評価値を図 2-5 の凡例のようにランク分けする。

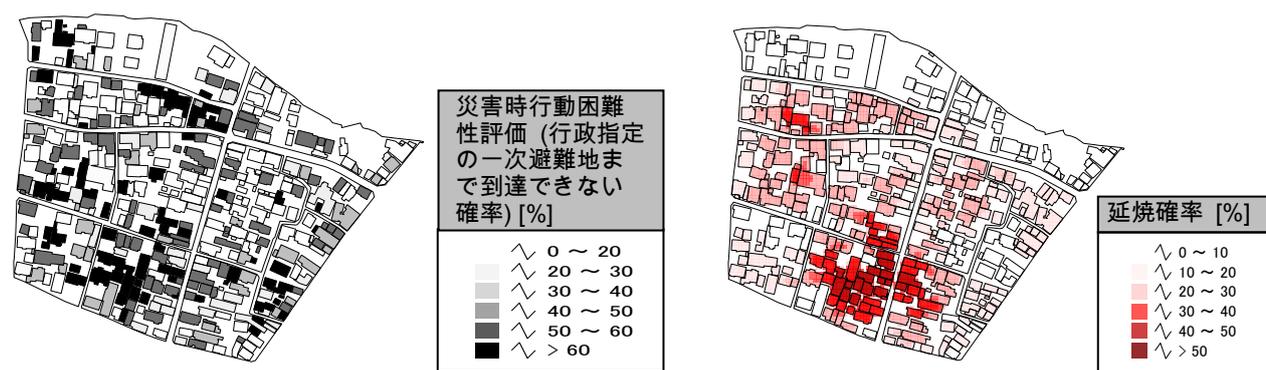


図 2-5 防災性能評価の例（左：災害時行動困難性評価，右：延焼危険性評価）

2章 密集市街地整備における合意形成の課題と支援ツールの在り方

整備後の空間イメージは VRML を用いて作成される。このまちなみイメージはウォークスルー機能を用いて仮想空間を自由に歩き回ることができる。仮想空間上の位置が防災性能評価の 2 次元マップ上に表示されるため、まちなみイメージが表示されている場所が対象地区のどこになるのか、危険性が改善された場所はどのようにまちなみが変化したのかなどを把握することが可能である。

このように、検討した整備素案を評価するため、まちづくりの現場で防災性能評価を行い、連動して整備後の空間イメージを提示することが可能である。整備計画では整備後の市街地全体の変化を鳥瞰で確認できる。事業計画ではウォークスルーで具体的な空間イメージを確認できる(図 2-6)。

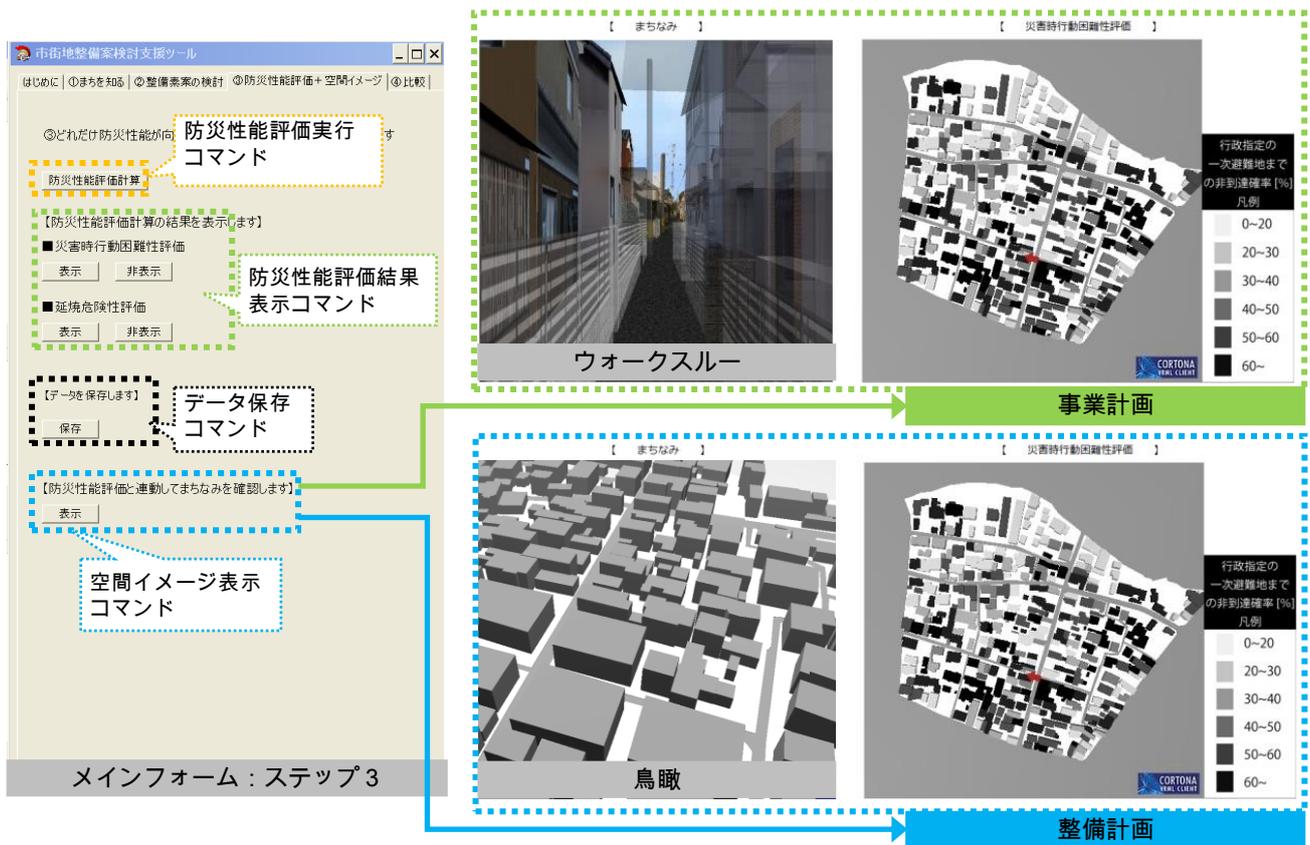


図 2-6 「防災性能評価と空間イメージ」ステップのインターフェイス

④ 現状市街地と整備後の防災性能評価と空間イメージの比較

この段階では、現状市街地と整備素案の防災性能評価も結果と空間イメージを比較できる機能を持たせた。対象エリアのどこがどれだけ安全性が向上したのか把握するため、マップ形式の防災性能評価の結果を提示する。また、市街地全体でどれだけ防災面の効果があるのか把握するため、グラフ形式で評価の結果を提示する。これにより、参加住民が防災面やまちなみ、住環境など総合的に整備素案の特性を理解、共有するための支援が可能となる（図 2-7）。

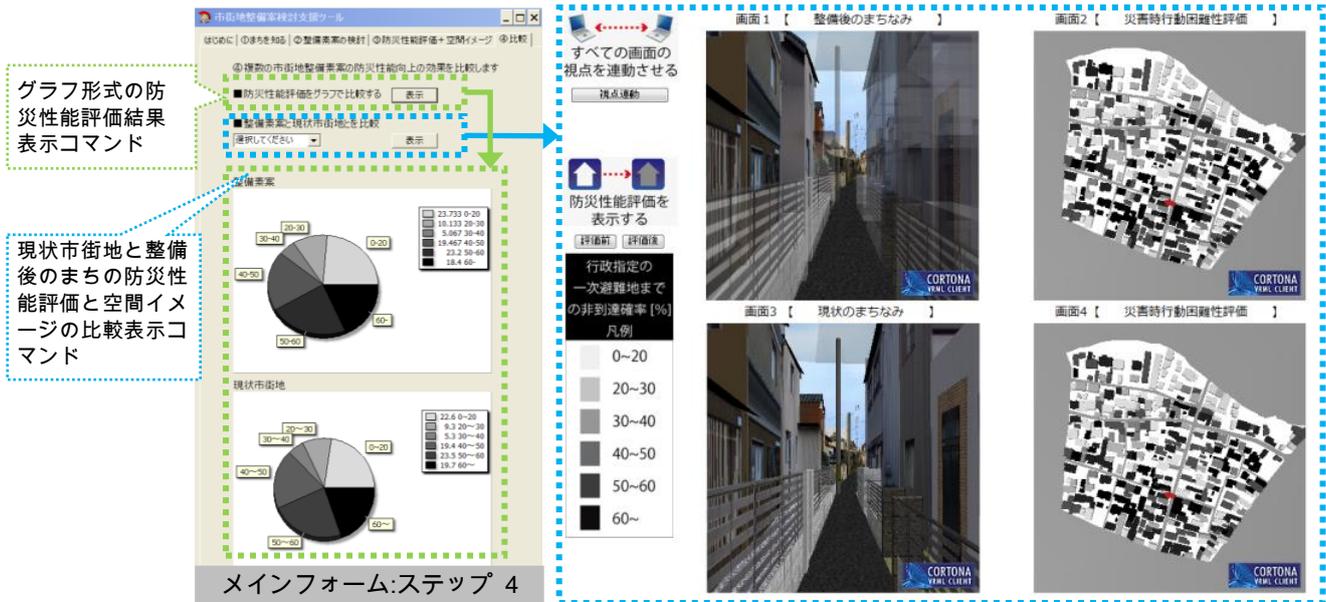


図 2-7 「比較」ステップのインターフェイス
 図の上部は整備後、下部は現状を示す。左の円グラフは防災性能評価の結果の各ランクの割合を示したもので、中央はまちなみイメージ、右は防災性能評価をマップ形式で示したものである。

(2)開発した支援ツールの使用方法

市街地整備に向けたワークショップでは一般的に、初めに防災上の課題の理解、整理が行われる。ここでの本支援ツールの使用方法は、ワークショップのファシリテーターが道路幅員や建築年代、建物構造といった基本情報と現状市街地の防災性能評価（延焼危険性評価、災害時行動困難性評価）の結果を参加住民に提供する。これらの情報提供を受け、参加住民は市街地のどこにどのくらい危険性が高いエリアがあるのか、なぜ特定のエリアは危険性が高いのか、その要因は何かを考える。これにより住民間の共通理解が促進される。その後、ファシリテーターは、例えば古い木造建物が密集しているエリアは災害危険性が高いなど、危険性が高い原因を説明する。

このような、支援ツールを活用した作業により、参加住民の防災性能評価の結果についての理解を深め、根本的な課題の共通認識を育てる。

次に、課題を改善するための整備素案の検討が行われる。ここで、対象地区の整備の方法を検討するため、住民は建物と道路に焦点を当てた議論を行う。ファシリテーターはこの議論の中で検討された整備素案の整備内容を支援ツールに入力し、防災性能評価の計算と整備後の空間イメージの作成を支援ツールに実行させ、その結果（マップ形式と数値）と3次元のまちなみイメージを参加住民に提供する。これらの情報は現状市街地の情報と比較しながらの提供も可能である。

このように、参加住民は対象地区の基本情報と防災性能評価の結果の比較ができ、市街地が抱える課題に対する理解を深め、共通認識を持つことができる。また、参加住民は整備後のまちの防災性能評価の結果とまちなみイメージを視覚的に理解することができ、そのような情報をもとに多面的に整備素案の検討を行うことができる。著者らはこのようなデジタル情報が参加住民間の特定のエリアの整備の必要性の認識を促進させるだけでなく、参加住民による整備素案検討へのきっかけとなり、延焼危険性評価ツールと災害時行動困難性評価ツールを活用しながら様々な素案の検討と比較を繰り返すことで住民間の合意形成の促進に貢献すると期待している。

2-5. 小括

本研究の目的である、密集市街地の整備計画立案プロセスにおける住民と行政の協働による、整備素案検討を目的としたワークショップでの住民など関係者間の合意形成を支援するツールの開発のための第一歩として、第2章では、まず文献調査とヒアリング調査から、密集市街地整備の促進に向けた一般的な取組みの流れと合意形成プロセスの整理、その取組の中での合意形成上の課題を整理した。その結果、序章で立てた課題と同様の以下の課題が、まちづくりの現場において認識されていることが明らかとなった。

- ① 防災性能評価の情報提供に関しては、整備素案による安全性向上の効果が、その場で定量的・客観的に提示されておらず、住民参加は、整備素案によりどれだけ安全性が向上するのか具体的に把握できない。そのため、市街地整備の必要性を実感できない。
- ② 空間イメージの共有に関しては、整備素案による整備後の空間イメージがその場で提示されていないため、参加住民は整備後のまちがどのようなものか把握できず、各参加者は各々異なるイメージを持ち、共有されない。

これらの課題を改善するため、密集市街地整備の整備素案の検討を目的とした住民参加のワークショップの場において、どのような支援ツールが求められているのか、支援ツールの在り方を検討した。

その結果、以下のような支援が必要であると考えた。

密集市街地整備の整備素案の検討を目的とした住民参加のワークショップの場において、参加住民によって検討された整備素案の内容を支援ツールに入力することで、その素案によって地震災害に対する安全性向上の効果を情報提供する防災性能評価の結果をその場で客観的・定量的に評価でき、同時に、その防災性能評価と連動して整備後の空間イメージを提示することを可能にすること。このような支援を可能にする支援ツールの開発が求められる。

その後、提案した支援ツールの試験的開発を、VR技術を基盤として行った。その結果、以下の課題が明らかとなった。

インタラクティブ性の不足

VR技術を基盤として試験的開発を進めた結果、整備素案を検討する際、道路の拡幅や、同位置での建替え、建物の耐震化はワークショップの場で支援ツールに入力することはできるが、建物や道路の新設など新たに図形を作成する操作を含む整備素案の検討など、自由な検討・スムーズな操作は、VR技術は不向きであることが理解できた。

課題解決の視点

この課題を改善するためにも、図形描写に優れている WebGIS 技術との連動が考えられる。本研究で開発を行う支援ツールに搭載する防災性能評価機能は、著者が所属する研究室でこれまで開発されてきた WebGIS ベースの「防災まちづくり支援 WebGIS システム」に搭載されている。このシステムには、WebGIS に搭載されている図形描写機能を活用した仮想市街地整備機能が搭載されており、自由に整備素案を入力することができる。提案したような、インタラクティブ性の高い支援ツールを実現するためにも、この WebGIS システムと VR 技術を内部的に連動させ、ワークショップの場で参加住民によって検討された整備素案の整備内容を入力し、その場で防災性能評価と空間イメージを提供できるようにすることが効果的であると考えられる。

【参考文献】

1. 建設省住宅整備局市街地住宅整備室：密集市街地のまちづくりガイドブック，（社）全国市街地再開発協会，1998.1
2. 佐藤滋：まちづくりデザインゲーム，株式会社学芸出版社，2005.3
3. （社）日本建築学会：まちづくり教科書第①巻 まちづくりの方法，丸善（株），2004.3
4. （社）日本建築学会：まちづくり教科書第⑦巻 安全・安心のまちづくり，丸善（株），2005.3
5. 加藤孝明，小出治，利満俊一，杉浦正美，下村博之：防災まちづくり支援システムの役割と機能，日本建築学会技術報告集，第16号，pp313-318，2002.12
6. 村上正浩，嶋心治，多賀直恒：GISを用いた木造密集市街地の防災まちづくり計画支援システムの開発，日本建築学会計画系論文集 第547号，pp185-192，2001.9
7. 加藤孝明，ユスフヤルコン，程洪，矢野聡，小出治：防災まちづくりのための防災性評価システムの開発：延焼危険と消防活動困難性に着目して，日本建築学会技術報告集，第13号，pp227-230，2001.07
8. Gohnai, Y., et al., 2006, “Development of a Support System for Community-based Disaster Mitigation Planning Integrated with a Fire Spread Simulation Model Using CA” in: Leeuwen, J. P and H. Timmermans, (eds.), Innovations in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning Part 1, Springer Verlag New York, p. 35-51.
9. Gohnai, Y., et al., 2007, “An evaluation method for emergency response activities during earthquakes in Japanese local cities: A tool for supporting community-based planning disaster mitigation”, 10th International Conference in Computers in Urban Planning and Urban Management, July 11–13, 2007, Iguassu, Brazil.

第3章 市街地防災性能評価手法を組み込んだワークショップ 支援ツールの開発

- 3-1. はじめに
- 3-2. 既開発のシステムと防災性能評価手法の概要
- 3-3. システムの改良
- 3-4. 開発した支援ツールの試験的運用実験
- 3-5. 開発した支援ツールの実証実験
- 3-6. 効果と課題の検討
- 3-7. 小括

3-1. はじめに

(1) 背景

2章では、密集市街地整備の推進に貢献するため、合意形成プロセスにおける課題を整理し、整備素案検討を目的とした、以下のようなワークショップ支援ツールの在り方を検討した。

密集市街地整備の整備素案の検討を目的とした住民参加のワークショップの場において、参加住民によって検討された整備素案の内容を支援ツールに入力することで、その素案によって地震災害に対する安全性向上の効果を示す防災性能評価の結果をその場で客観的・定量的に評価でき、同時に、その防災性能評価と連動して、建物建替えや公園、道路拡幅などの整備実施後の空間イメージを三次元で視覚的に情報提供すること、このような支援を可能にするツールが求められている。

そこで、本研究において開発する支援ツールには、素案に対し安全性向上の効果の評価として、著者が所属する研究室でこれまで開発されてきた市街地防災性能評価手法、並びにそれを組み込んだ「防災まちづくり支援 WebGIS システム」の開発成果を活用する。

しかし、この防災性能評価手法は、モンテカルロ手法による確率計算を行っているため、計算を実行してから結果を表示するまでに膨大な時間を要していた。そのため、ワークショップなど防災まちづくりの現場での活用は困難であった。ワークショップでの活用が可能な計算時間の実現が求められる。

(2) 目的

そこで、本章では、住民と行政の協働による密集市街地整備案検討ワークショップにおいて、その場で参加住民によって検討された整備素案に対し、その場で防災性能評価の計算を実行し、その素案を反映させることでどの程度地震災害に対する安全性が向上するのか、その場で効果を確認できる、このような市街地防災性能評価手法を組み込んだ支援ツールが、整備素案の検討を目的としたワークショップにおける合意形成の促進に対してどのように役立つのか検証することを目的とする。

(3) 研究方法

以上の目的のもと、本章では以下の手順で研究を進める。

- ① 市街地防災性能評価の計算時間の短縮を試み、ワークショップの現場での活用を可能とする支援ツールの開発を行う。
- ② 整備素案検討を目的としたワークショップの現場で開発した支援ツールが活用可能かどうか、試験的運用実験を行い、その可能性を探る。
- ③ 実際に市街地整備に向けた活動に取り組んでいる地区を対象に、開発した支援ツールを活用する実証実験を行い、合意形成の促進に対しどのように役立つのか検証する。

(4) 支援ツール開発の視点、方法

現状で、評価計算にかかる時間は、対象地区の規模等（面積、建物棟数など）によって変わるが、約 7ha の地区を対象とした場合、延焼危険性評価については 300 時間、災害時行動困難性評価については 80 分と、ワークショップでの現場活用は難しい。前章でも述べたが、加藤ら[3-1]の指摘する「思考を中断しない程度の時間内で計画案の防災性能評価と計画案の見直し」を実現するには、革命的な時間短縮が必要となる。

コンピュータに評価計算を実行させるため、計算に用いるコンピュータの性能による影響は大きい。それこそ、スーパーコンピュータのような高性能なマシンを導入することが時間短縮に向けたシンプルな方法であるが、本研究で開発する支援ツールの実装段階では、行政でのシステム構築、管理を想定している。昨今の地方行政の財政状況を鑑みると、費用を押さえてシステムの構築を行えることが望ましい。そこで時間短縮の方法として、以下の方法に着目した。

a) 分散処理

処理システムは、集中処理システムと分散処理システムの 2 つの手法に分けられる（図 3-1）。集中処理システムは、1 つのコンピュータですべての工程を実行・管理するため、計算処理等の負荷が集中してしまう。一方で、分散処理システムは工程を複数に分割し、複数のコンピュータで処理を分担して実行することで、計算負荷を分散させることができる。

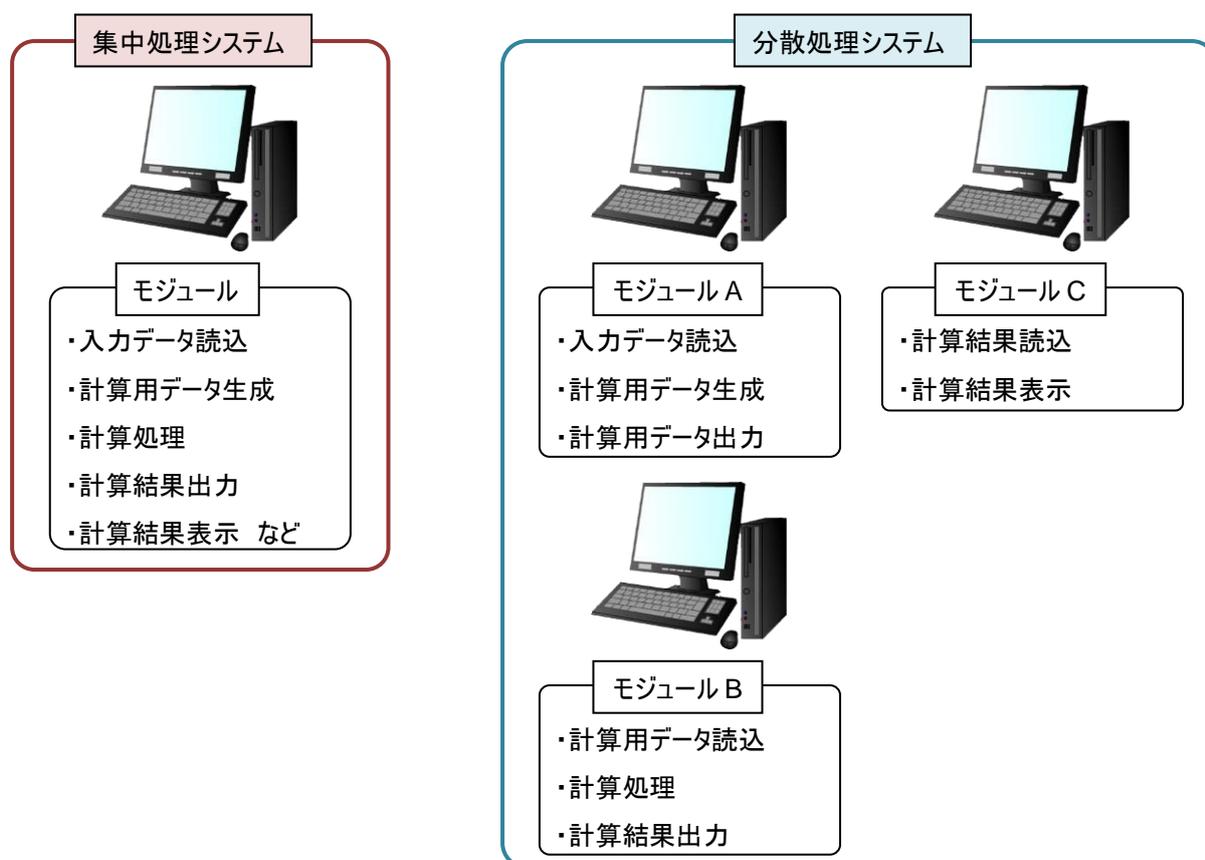


図 3-1 処理システムの概念図

b) 並列処理(マルチコア CPU 等の性能を活かした並列処理)

プログラムの並列処理化を行う方法として、以下の3通りが挙げられる。

- ① 擬似的並列処理
- ② マルチコア・コンピューティングによる並列処理
- ③ GPGPU による並列処理

近年の IT 技術の進歩により、マルチコア CPU を搭載したコンピュータが容易に、かつ安価で入手できるようになった。このような技術的な背景を踏まえ、本研究では、マルチコア・コンピューティングによる並列処理技術を用いる。以下にマルチコア・コンピューティングによる並列処理の概要を述べる。

マルチコア・コンピューティングによる並列処理とは、図 3-2 のように同様の処理の集合体を複数のコアで同時に処理していき、複数の処理を並列で処理することである。この処理を行う場合はマルチコア CPU を搭載したコンピュータを用いる必要があり、コア数に応じて、コア毎に別々の処理をさせることで、物理的に並列実行される。コア数に比例した処理性能を得ることができるとされている[3-2]。



図 3-2 並列処理の概念図

3-2. 既開発のシステムと防災性能評価手法の概要

(1) 防災まちづくり支援 Web システム

著者らはワークショップのような地域住民と行政の協働による整備素案づくりの場において活用するため、WebGISを基盤に防災まちづくり支援Webシステム（図3-3）を開発してきた。地域住民と行政の協働による整備素案づくりの場において、客観的評価が可能である延焼危険性評価と災害時行動困難性評価を組み込みこんだ支援ツールをその場で活用し整備効果を明らかにし、比較・検討が可能な点、更にWeb上での利用を可能にし、いつでも、どこでも、だれでも利用可能な点を特徴としている。防災意識の啓発や市街地整備の検討などの様々な場面において活用可能なシステムである。

このシステムの実用化段階では、地方自治体単位でデータベースを構築し、それを使用して自治会など地域コミュニティ単位でいつでも誰もが一定のアクセス制限の下で利用できるシステムを想定している。現状は実験的段階にあり、実証実験等を行う際には、実験対象地区単位でデータ整備を行うことで対応している。

この防災まちづくり支援 Web システムは、以下の6つのツールで構成される。図3-4にこのシステムのインターフェイスを示す。

a) 地域点検マップ作成管理ツール

地図上に防災上の資源や課題をプロットし防災点検マップを作成・閲覧するツールである。

b) 延焼シミュレーションツール

地域のある地点から出火した場合の燃え広がり方を経過時間に合わせ視覚的に情報提供するツールである。

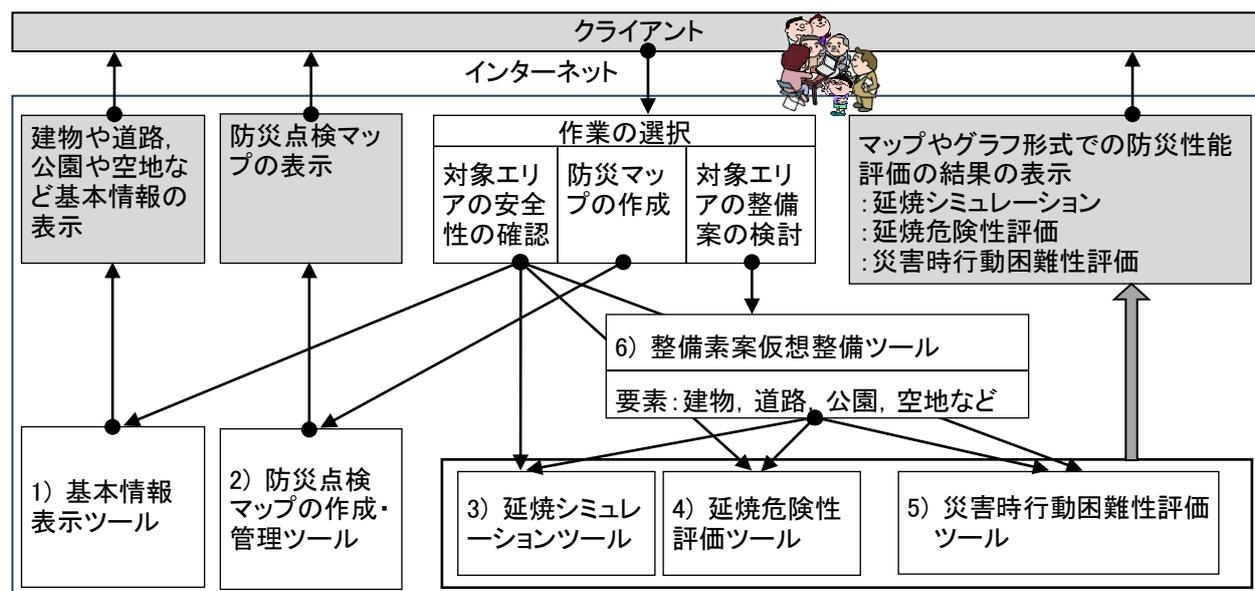


図 3-3 防災まちづくり支援 WebGIS の概要

3章 市街地防災性能評価手法を組み込んだワークショップ支援ツールの開発

c) 延焼危険性評価ツール

地域全体の燃えやすさ（延焼のしやすさ）を評価し視覚的に情報提供するツールである。

d) 災害時行動困難性評価ツール

建物倒壊や道路閉塞による避難や消火活動などの災害時緊急行動の困難性を評価し視覚的に情報提供するツールである。

e) 市街地仮想整備ツール

建物の改築や道路幅員の拡幅などの市街地整備を仮想的に実施するツールである。

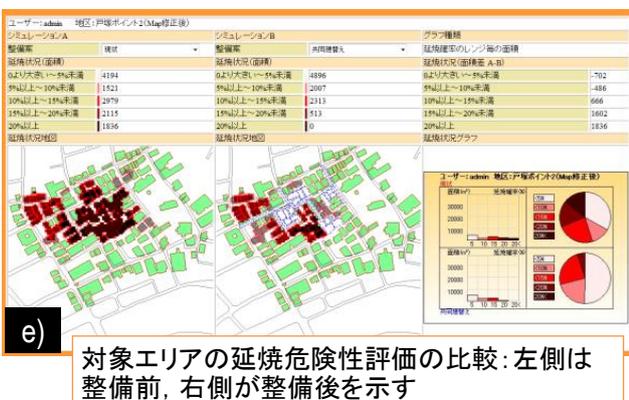


図 3-4 メインインターフェースの表示例：

- a) 対象エリアの基本情報；
- b) 仮想整備検討スクリーン；
- c) 災害時行動困難性評価表示スクリーン；
- d) 延焼危険性評価表示スクリーン；
- e) 整備前後の評価結果の比較表示の例；

(2) 地区防災性能評価の概要

本研究で地区防災性能評価とは、防災まちづくり Web 支援システムに組み込まれているツールの c) の基となる延焼危険性評価手法と d) の基となる災害時行動困難性評価を指す。以下にそれぞれの評価の概要を示す。

a) 延焼危険性評価の計算方法

著者らが開発した延焼 CA モデルをもとにした延焼危険性評価手法[3-3]について述べる。このセルラーオートマタモデルを用いた延焼シミュレーションは、ある風向と風速の下である任意の出火点からの延焼を再現したもので、加えて、モンテカルロ手法を用いるため、同条件下で複数実行してもその結果はすべて少しずつ異なる。したがって、ある建物や街区に着目してみた場合、それはたまたまの結果であり、建物や街区の延焼危険性を客観的に表すものではない。対象地域の建物単位や街区単位で延焼危険性を客観的に評価するには、少なくとも対象地域内の出火可能性のあるすべての出火点 (Pf) から、異なる複数の風向 (Wd) で、複数回 (In) シミュレーションを実行した (Pf×Wd×In) 回の結果を元にした評価指標が必要である。したがって、ここでは以下に説明するような延焼シミュレーションモデルを用いた方法でグリッドセル単位の延焼確率を求め、これを延焼危険性を表す指標として用いる。3m×3m のセルを用いて市街地を図 3-5 のように表現し、対象エリア内で延焼可能性のあるセル(木造建物の中心セル)を出火点として、1)時間 120 分、2)風速 3m/s、3)風向 4 方向 (東西南北) の条件で出火点毎に延焼シミュレーションを行う。

ここで評価計算を行う条件の数値について述べる。

1) 時間

1 時間では延焼の様子を分析するには短すぎるが、3、4 時間だと延焼範囲が広域になり過ぎかつ時間がかかる。そのため 2 時間が適当だと考えた。

2) 風速

対象エリアを含むその周辺地域の平均風速を基に設定する。3m/s は評価計算時間の検証を行う際

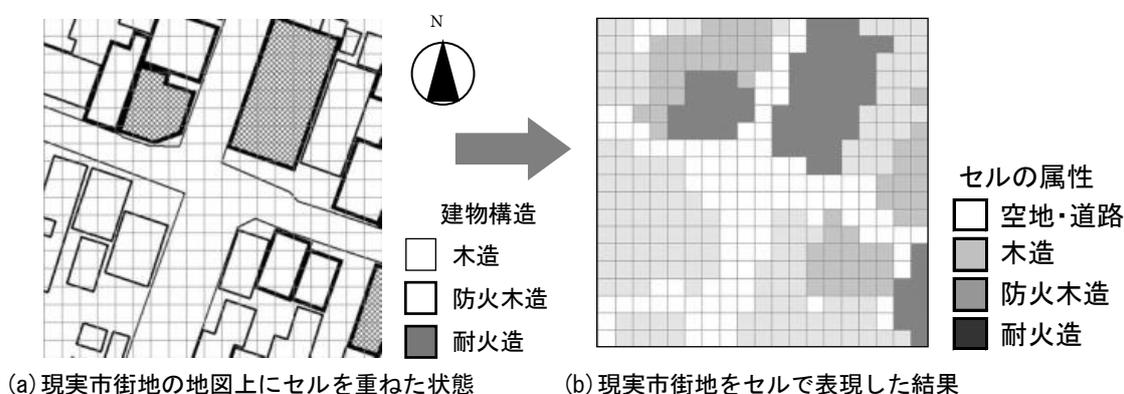


図 3-5 セルで表現した現状市街地

の対象地区である愛知県豊橋市の平均風速である。

3) 風向

市街地形状、地理的要因などによる風向の変化などを考慮するため東西南北の4方向について計算する。

延焼シミュレーションは、一つの出火点につき繰返し計算を50回行い、各セルが延焼した回数をセル単位で集計する。その集計結果を基に、式(1)から単位面積当たりの延焼確率 $P_b(\%)$ を算出し、延焼危険性を評価する。なお50回という数字はばらつきがない安定した評価値が得られる回数で、参考文献[4]で示されている。

$$P_b = N_b \{ P \times W_d \times I_n (A_s / A_u) \} \times 100 \quad (1)$$

ここで、 N_b はセル毎に集計された延焼回数、 P_f は出火点数、 W_d はシミュレーションを実施した。

風向の数、 I_n は繰返し計算回数、 A_s は評価対象となる全セルの面積の総和、 A_u は延焼確率算出対象のセルのある一定距離以内のセルから出火した場合に当該セルが延焼を受ける可能性を求めするために設定する面積であり、半径を100mとする円の面積となる(風速3m/s、時間120分の場合、半径100m以上は延焼しないためであり、研究過程で検証済みである)。また、各木造・防火木造の建物から、それぞれ1セルを指定し、それらのセルを出火点とした。つまり P_f の値は、木造、防火木造の建物数となる。

なお、延焼危険性で求められる値は消火活動が一切行われぬ放任火災の場合の延焼動態を取り扱うものとしている。

4) 計算時間

延焼危険性評価手法の計算プロセスは、大きくは3つのプロセスに分けられる。まず3mグリッドセルによる入力データ作成処理を行う。次に、入力データを用いて確率計算処理を行う。ここでは、1つの出火点につき200回の延焼シミュレーションを行い、それを対象エリア内すべての延焼可能セルについて実行することになる。そのため、膨大な数の延焼シミュレーションを行うことになる。当然ながら、対象エリアの規模が大きくなるほど時間がかかる。最後に、結果を平均化し、グラフ、マップ形式で表示する計算結果編集処理を実行する。

開発当初は、約7haの地区を対象にした場合で、約300時間と膨大な計算時間を要していた。特に、確率計算処理における、膨大な数の延焼シミュレーションの処理に多大な時間を要する。

b) 災害時行動困難性評価の計算方法

災害時行動困難性評価[3-4]の計算は下記に示すとおり、まず評価する行動のケースを「近隣待避場所への避難」「一次避難地への避難」「消火活動」「救出救護活動」4つのケースより選択する。次に、設定されたケースにおける移動主体と道路幅員、建築構造などのデータより建物倒壊可能性と道路閉塞確率を算定する。そして、乱数を用いて建物の倒壊状況及び道路の閉塞状況を設定し、ダイクストラ法を用いて各建物から設定されたケースにおける目的地（当該建物から直近の目的地）までの最短経路探索を行い、到達の可否と到達時の距離を算出する。ここで、この経路計算は確率的計算であることから、確率的信頼性の高い評価値を得るために、繰り返し計算を行う。最後に、繰り返し計算の結果、到達の可否と到達時の距離が試行回数分取得される。これらの値を基に、「非到達確率」「到達距離」の2つの評価値を算定する(図3-6)。

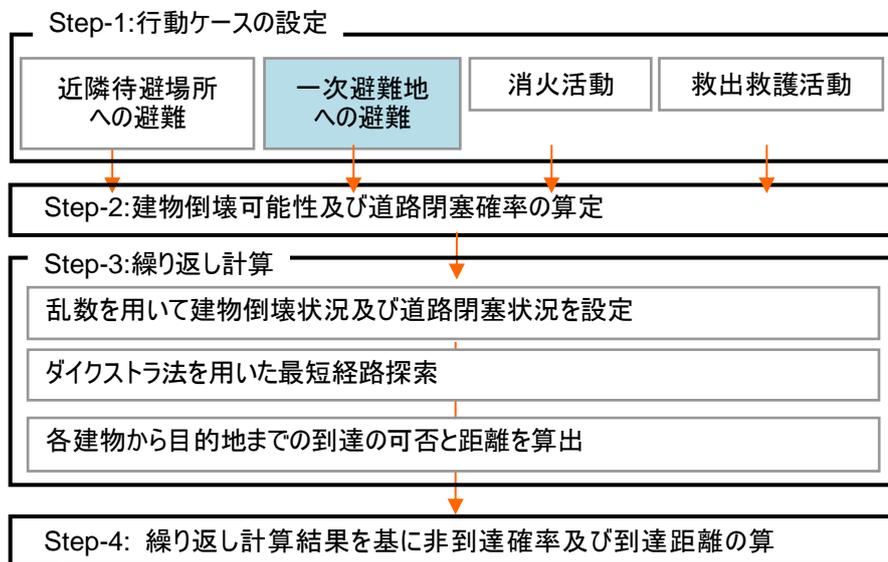


図 3-6 災害時行動困難性評価フロー

災害時行動困難性評価手法の計算プロセスは、大きくは3つのプロセスに分けられる。まず、建物倒壊確率及び道路閉塞確率の算定、ネットワークデータといった入力データ作成処理を行う。次に、入力データを用いて確率計算処理を行う。ここでは、非到達確率を求めるため、最短経路探索が必要となり、1つの建物に対し、2000から5000回の最短経路探索を行う。それを対象エリア内全ての建物に対して実行するため、膨大な数の最短経路探索を実行することになる。当然ながら、対象エリアの規模が大きくなるほど時間がかかる。最後に、結果を平均化し、グラフ、マップ形式で表示する計算結果編集処理を実行する。

開発当初は、約7haの地区を対象にした場合で、約80分と膨大な計算時間を要していた。特に、確率計算処理における、膨大な数の最短経路探索の処理に多大な時間を要する。

3-3. システムの改良

(1) まちづくり現場での活用に向けたシステム開発

防災性能評価の計算時間短縮のため、分散処理技術と並列処理技術を活用し、システムの改良を行う。

a) 分散処理技術の適用

従来は、両評価手法の全ての処理を1台のサーバで処理していた。これを、まず延焼危険性評価手法の確率計算処理部分を、複数台の専用サーバで処理を分散させ実行させた（図3-7）。

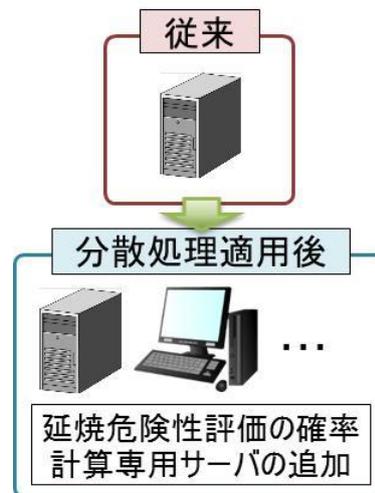


図 3-7 分散処理を用いる評価計算プロセス

b) 並列処理技術の適用

延焼危険性評価の計算は木造建物の中心セル出火点として、風向4方向（東西南北）の条件で出火点毎に延焼シミュレーションを行う。この出火点毎の計算は、他の出火点の計算とは関連しない独立した計算であり、全ての出火点について同様の計算を行っている。

災害時行動困難性評価の計算は、各建物から設定されたケースにおける目的地（当該建物から直近の目的地）までの最短経路探索を行い、到達の可否と到達時の距離を算出する。この建物ごとの計算も、他の建物での計算とは関連しない独立した計算であり、建物の数だけ同様の計算を行っている。

このように、両手法の確率計算処理部分は独立した計算であるため、並列処理が可能である。そこで、マルチコア CPU 等の性能を活かした並列処理（図3-8）を採用し、複数同時に処理できるようにする。

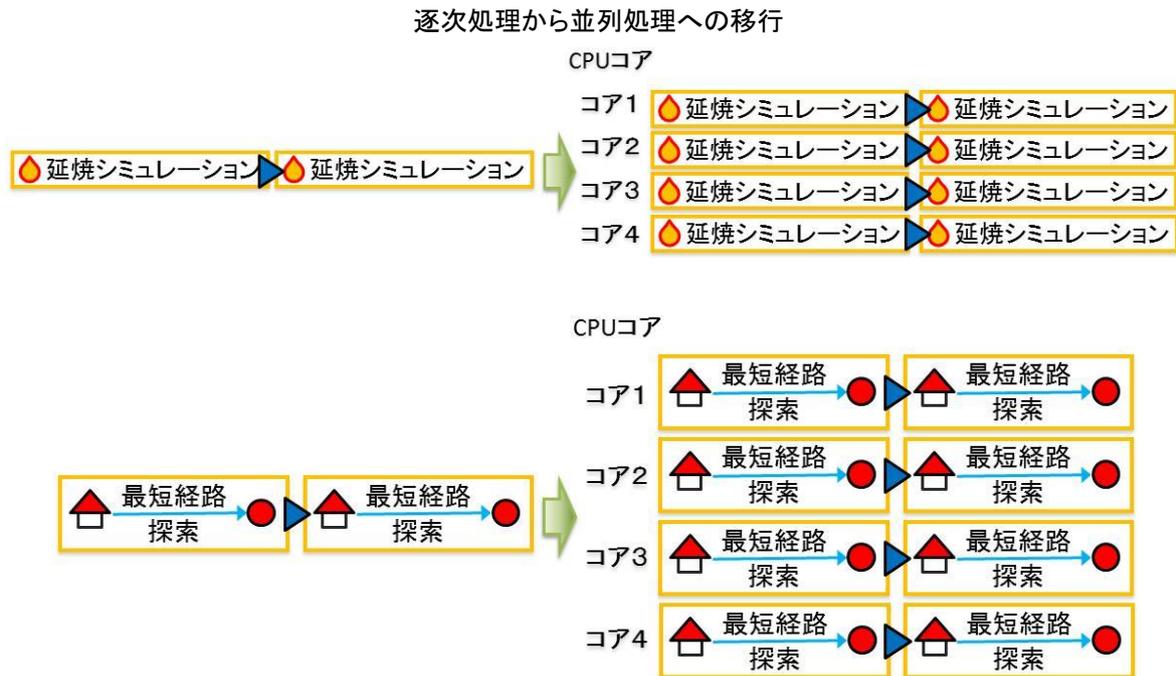


図 3-8 並列処理採用のイメージ

c) 計算処理プログラム

防災性能評価の評価計算プログラムの言語には Visual Basic が採用されていた。プログラミング言語には Visual Basic など様々な言語があるが、それぞれの言語によって処理速度が異なる。処理速度の高速化のため、Visual Basic よりも数倍程度処理速度が速いとされる C 言語 (C++) で開発した。

(2) 防災性能評価計算を行うシステム環境

以上の開発を行い、実際に評価計算を行うシステム環境を検討した(図3-9)。ユーザーからの命令の受信やGISサーバへの命令、評価結果の表示などを行うWebサーバ、WebGISを用いて延焼危険性評価と災害時行動困難性評価双方の評価計算に必要な図形処理と、災害時行動困難性評価手法の確率計算処理を負担するGISサーバ、延焼危険性評価手法専用の計算サーバ2台から構成される。

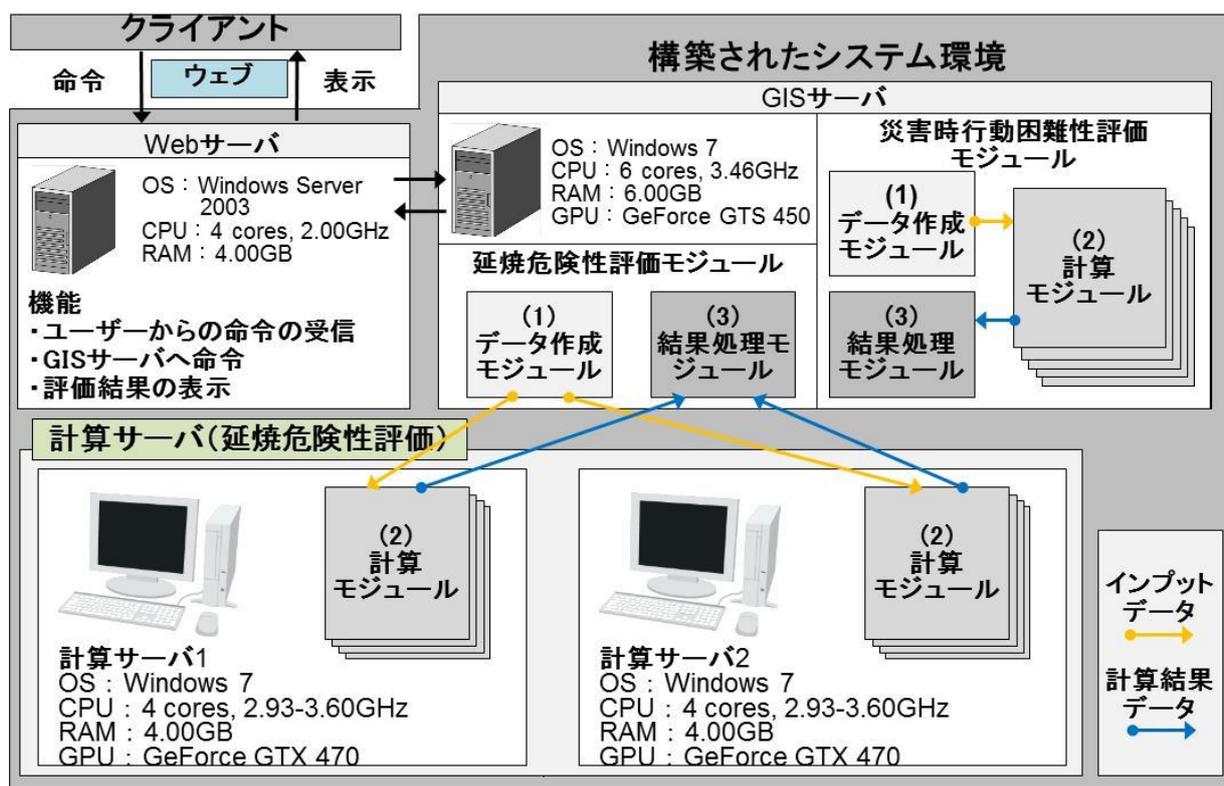


図 3-9 システム環境

3-4. 開発した支援ツールの試験的運用実験

(1) 試験的運用実験の概要

開発した，地区防災性能評価手法を組み込んだ支援ツールの計算時間を計測し，まちづくりの現場で活用が可能か考察する。ここでは，愛知県の豊橋市 A 地区と，同じく愛知県の田原市 B 地区（表 3-1，図 3-10，3-11）をケーススタディとして評価計算を行った。

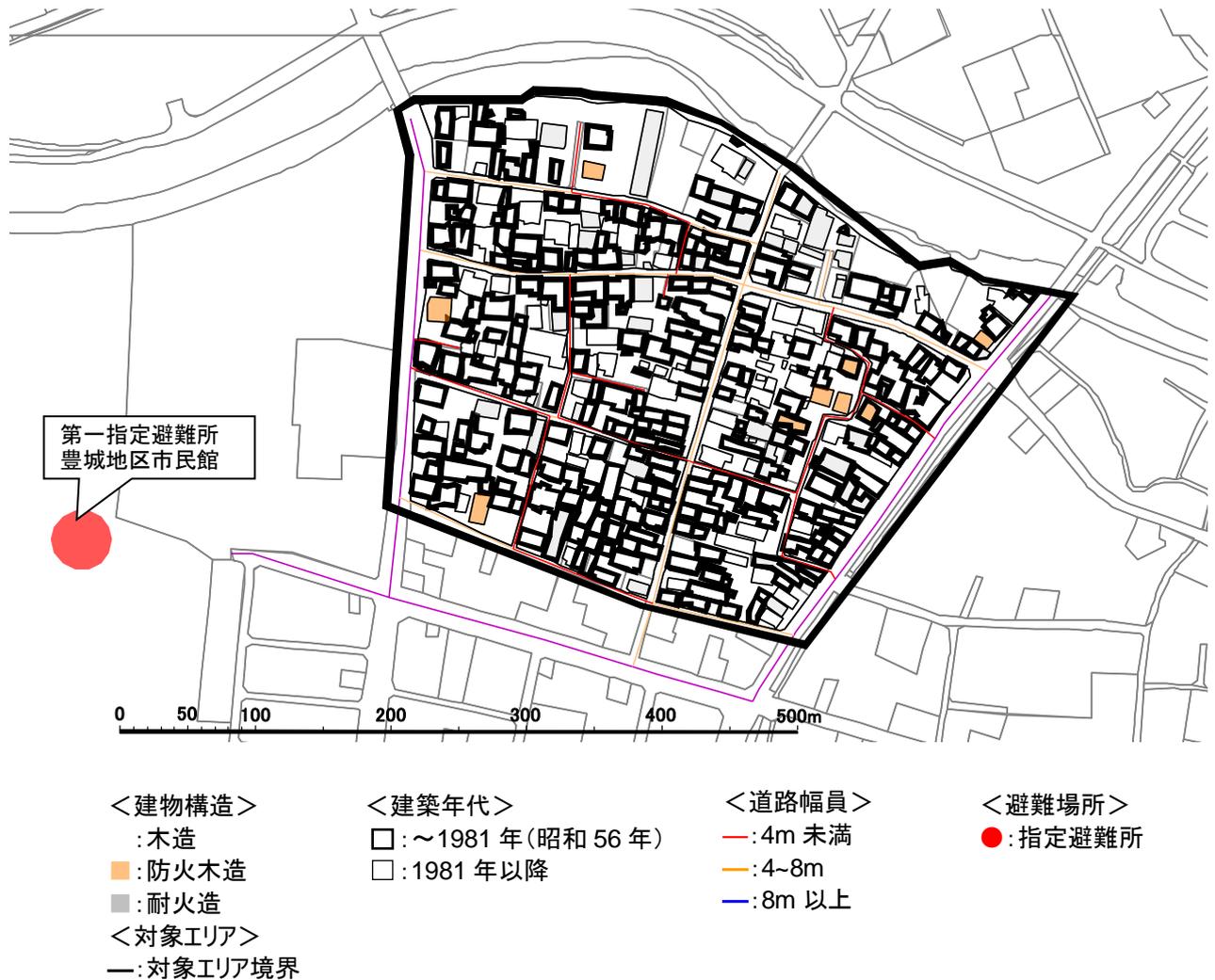


図 3-10 A 地区の市街地構成



図 3-11 B 地区の市街地構成

地区名	地区面積	建物棟数(木造建物棟数)	道路延長
飽海地区	約 7.4ha	386(322)棟	約 2,320m
赤羽根地区	約 75ha	1,389(1,174)棟	約 26,850m

表 3-1 A 地区と B 地区の市街地構成の比較

(2) 結果と考察

開発した支援ツールを用いて防災性能評価の計算を行った結果、A地区では延焼危険性評価は約8分、災害時行動困難性評価は約4分で計算することができた。一方エリアの面積が大きいB地区では延焼危険性評価は約80分、災害時行動困難性評価は約42分であった（表3-2）。

この結果を踏まえると、A地区程度の面積の対象エリアであれば、防災まちづくりの現場での活用可能性が出てきたと考えられる。

しかし、面積が大きい対象エリアになると時間がかかり、ワークショップのような地域住民と行政の協働による整備素案づくりの場で、リアルタイムに評価計算を行いその結果をその場で確認するような活用は難しいと考えられる。また、ワークショップでは複数のグループを設け同時並行に議論する方法が一般的である。本システムの延焼危険性評価と災害時行動困難性評価の計算モジュールは、クライアントPCからの評価計算タスクが発生した順に処理を実行するため、同規模の二つの地区のタスクがほぼ同時に発生すれば、一方には待ち時間が生じ、結果的にはほぼ倍の時間を要することになる。これらの課題については、ワークショップの運営の仕方を工夫するなど、開発した支援ツールをどのように活用するのかを含めて、今後検討すべき必要があると考えられる。

地区名	評価計算に要した時間	
	延焼危険性評価	災害時行動困難性評価
A地区	約8分	約4分
B地区	約80分	約42分

表3-2 A地区とB地区の評価計算時間

3-5. 開発した支援ツールの実証実験

ここでは、開発した支援ツール自体の有用性と活用方法の効果を検証する。全体計画検討の場面で支援ツールが住民相互や住民と行政の間の議論を活性化させ、素案づくりの合意形成に有効に機能するかどうかを検証し、ツールの実用化に向けた課題を検討する。

(1) 実験の方法

密集市街地の整備に向けた活動を実施している地域の住民に対し、開発した支援ツールの活用実験を実施した。ワークショップ形式で、地区の整備方針の素案検討を行い、その後、ワークショップ参加住民に、ツールの合意形成の促進に対する有用性を問うアンケートを実施した。素案検討を目的としたワークショップでは、ツールを活用し、検討された整備素案を反映した場合のまちの防災性能評価の結果を確認しながら素案検討を行うグループ、ツールを活用しないグループに分けた。これにより、防災性能評価結果の現場提供による議論の様子、検討された素案の内容、アンケートの結果の違いを分析した。

(2) 対象地域

研究の対象地区は東京都新宿区の T 地区の（図 3-12）である。地区の中央を通る早稲田通りを挟んで南北のエリアに分かれ、それぞれのエリアの内部に老朽木造住宅が密集、狭隘道路の割合も高く、袋小路も多い。重点密集市街地には指定されていないが、地震災害に対して脆弱な地区である。地震に対する安全性向上のための市街地整備等が求められており、そのため、地域住民はまちづくり協議会を組織し、防災まちづくりに熱心に取り組んでいる。

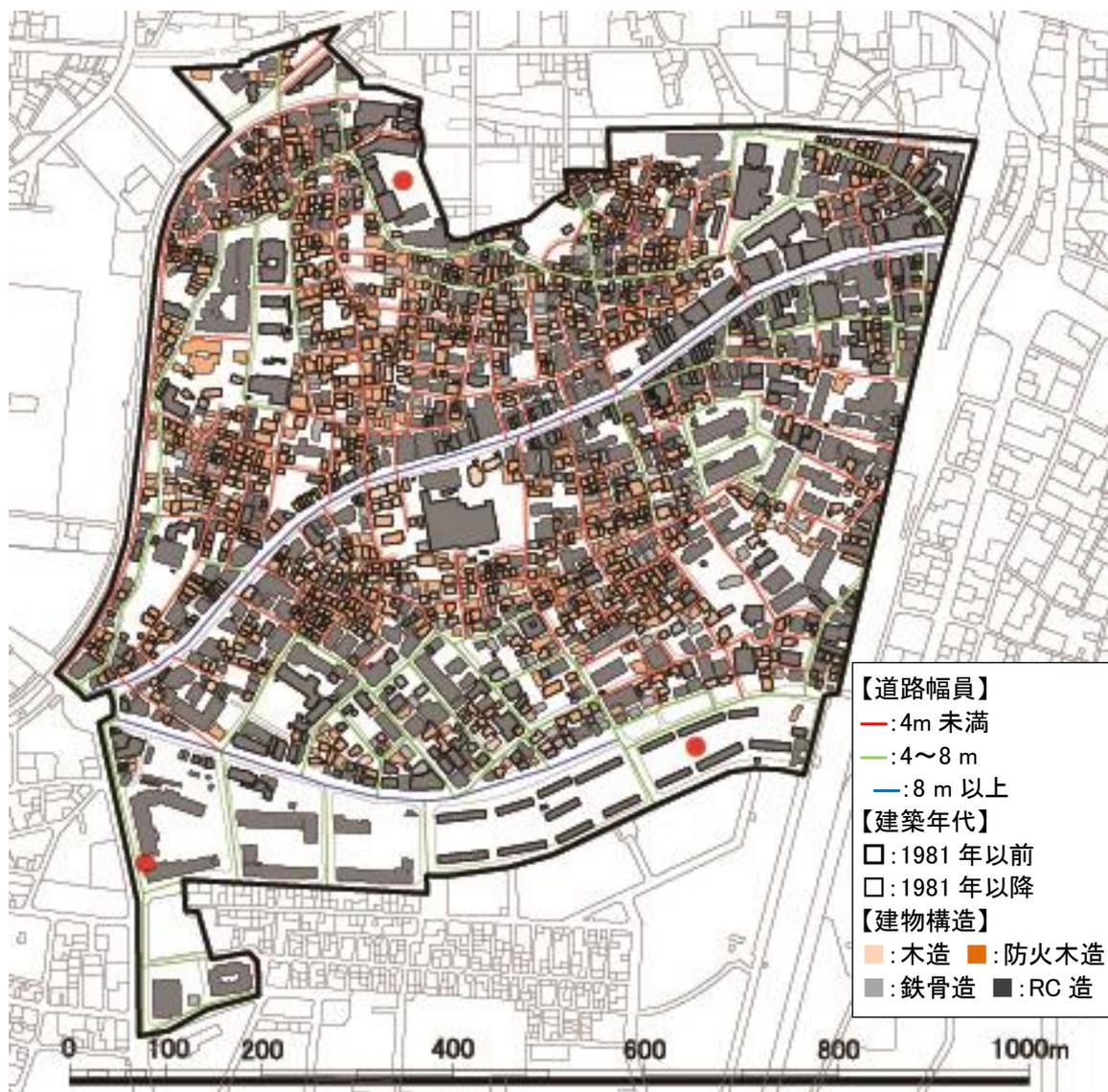


図 3-12 T 地区の市街地構成

(3)ワークショップの概要

T地区では昨年度の早稲田大学との協働による取組で、まちあるき、課題整理等が行われている。それらの成果を基に、将来のまちの方針（全体計画）を検討するためのワークショップを2回実施した。

第1回ワークショップでは現状市街地の地震災害に対する危険性の把握、第2回ワークショップでは、第1回ワークショップで把握した危険性を改善する整備素案の検討を行った（図3-14）。

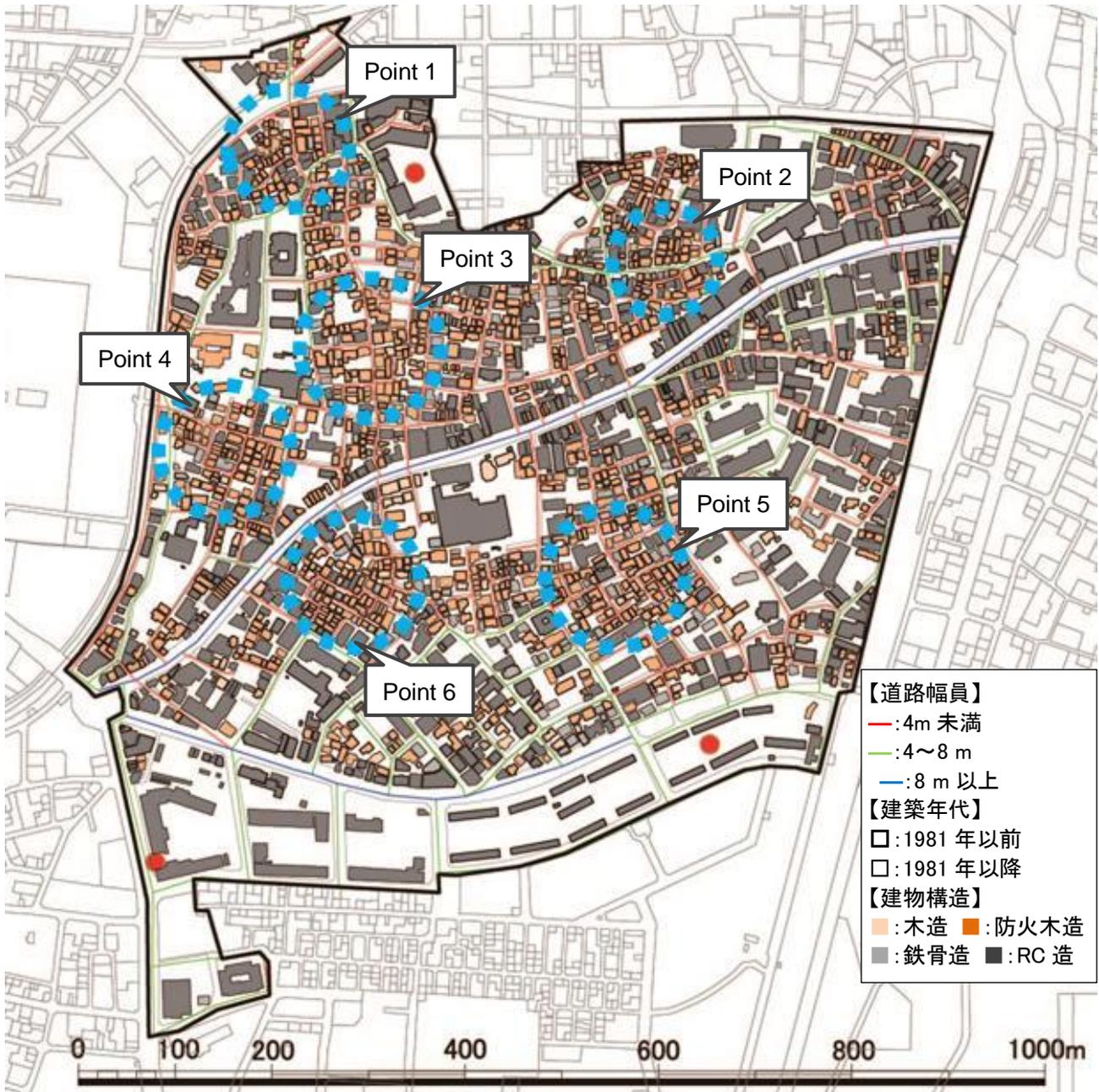


図 3-13 第1回ワークショップで抽出した整備の優先度が高いと考えられるエリア

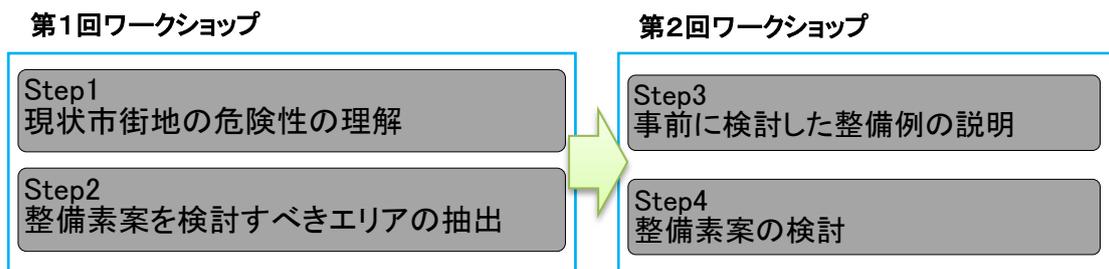


図 3-14 実証実験の概要

Step1: 現状把握

このステップの目的は対象地区の危険性とその原因を理解してもらうことである。そこで、ファシリテーターがグループ A と B の参加者全体に対してツールを用いて延焼危険性評価と災害時行動困難性評価の結果をスクリーンに表示しながら提示した。対象エリアは約 60ha と大きすぎるため、グループディスカッション中にツールを用いて地区全体の防災性能評価を計算し結果を表示することは不可能である。そこでファシリテーターはワークショップの前に防災性能評価を行い、その結果を示す方法を採用した。そのデータを用いて、ファシリテーターは建物構造や道路幅員といった基本情報と防災性能評価結果をスクリーン上に交互に表示した。

このように、ファシリテーターは防災性能評価の結果を示しながら、特に高い危険性を示す原因を参加住民に説明していった。

Step2: 検討するエリアの抽出

ステップ 1 の作業を基に、グループ A, B それぞれで、整備の優先度の高いエリアを抽出するグループディスカッションを行った。ファシリテーターは、地震災害の危険性が高く整備が不可欠な場所はどこか参加者に尋ね、参加者から指摘された危険な場所や意見を地図に書き込んでいった。その後、その成果を基にファシリテーターは第 2 回ワークショップで参加者が整備素案を検討すべきエリアを抽出した（図 3-13）。

Step3: 整備例の説明

このステップの目的は、ステップ 4 で行う整備素案検討の際の作業内容を参加者に理解してもらうことである。そのため、ファシリテーターは参加者が素案を検討する際の参考資料として、いくつかの整備例を用意しておき、A, B グループの参加者全員に対して、ファシリテーターがツールを用いてスクリーン上に整備例を反映した場合のまちの延焼危険性評価と災害時行動困難性評価の結果を示す。整備例の防災性能評価の結果は事前に計算しておいた。

Step4: 整備素案の検討

ステップ 3 で説明した整備例を参考に、参加住民は整備素案を検討するグループディスカッションを行った。その際の会場レイアウトを図 3-15 に示す。前節で示したように、対象エリアが 10ha

3章 市街地防災性能評価手法を組み込んだワークショップ支援ツールの開発

程度までであれば、ワークショップで検討された整備素案に対し、その場で防災性能評価を計算し結果を表示することが可能である。参加者によって検討された整備素案を、その場で評価し、その結果を踏まえ再検討を行うというツールの活用方法が住民間の合意促進に対し有用であると考えた。そのため、Aグループでは整備例を参考にしながら作業台上の地図を用いて整備素案を検討し、ファシリテーターは参加者によって検討された整備内容をツールに入力し、防災性能評価の計算を実行し、計算が終了し次第、その結果をスクリーンに映し出して参加者に提示した。その結果を確認し、参加者は素案の再検討を行った。再検討を繰り返すことで、より効果的な、妥当な素案の検討を図っていった。

一方で、Bグループでは支援ツールを用いずに、整備例を参考にしながら作業台上の地図を用いて整備素案を検討し、ファシリテーターが整備内容や意見を書き込んでいった。

以上のような支援ツールの活用方法をもとに、実証実験を実施した。



写真 3-1 第2回ワークショップの様子

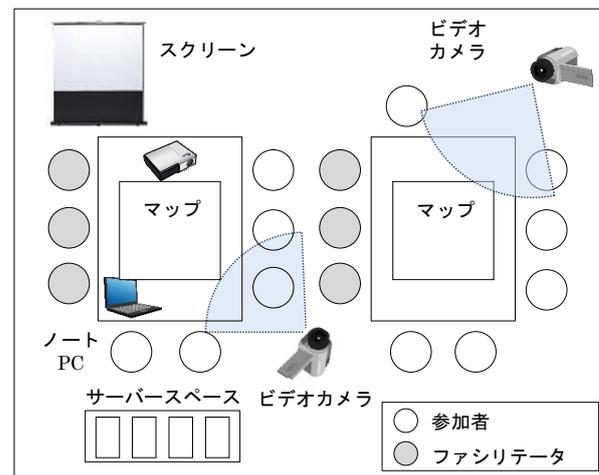


図 3-15 第2回ワークショップの会場レイアウト

3-6. 効果と課題の検討

ここでは、実証実験から得られた結果を分析し、開発した支援ツールが合意形成の促進にどのように役立つのか、また活用方法の効果を検討する。議論の流れ、検討された整備素案、アンケート結果を基に考察を行う。

(1) アンケートの結果

表 3-5 のアンケート結果を基に分析を行う。

グループ A はすべて質問に、グループ B は、検討した整備素案に対する防災性能評価の結果をその場で確認することの効果を問う質問 7 を除いて回答してもらった。

前述したように、ワークショップのステップ 1 からステップ 3 まではどちらグループも同様の条件で作業を行い、ステップ 4 のみ、グループ A は検討した整備素案に対する防災性能評価の結果をその場で確認しながら素案の検討を行っている。このため、グループ A とグループ B にとって、支援ツールの捉え方が異なると考えられる。“検討した整備素案に対する防災性能評価の結果をその場で確認できること”が影響し、質問 3 以降については、グループ A の方が評価は高くなると予想した。このような視点を持ち、分析を進める。

票数が 11 と少ないことを考慮しないとイケないが、どちらのグループもアンケート項目全体について「非常に思う」「思う」の回答が 90%以上と高評価であった。

A グループと B グループの結果を比較すると、全体的に A グループの評価が低い傾向がある。A グループ 5 人中 2 人が地区の代表格にあたる方で、これまでのワークショップ中の発言等からも厳しい意見が挙げられた。そのためアンケートについても厳しい評価を受けたことが考えられる。

項目 1, 2 の結果を見ると、A, B グループどちらも評価が高い。現状市街地の危険性やその原因を理解するために、防災性能評価やまちの基本情報をマップ形式で確認することは有用であることがうかがえる。その結果として、項目 3 の結果からもわかるようにワークショップ参加住民は市街地整備の必要性を改めて感じるようになっている。

項目 4 の結果を見ると、A, B どちらも議論の活性化に対する有効性が高いことがうかがえる。

項目 5, 6 をグループで比較すると、A グループは「非常に思う」「思う」と全員が回答している。しかし B グループでは「あまり思わない」の回答が見られる。このことから A グループで実施した、ワークショップ参加住民が検討した整備素案に対してその場で防災性能評価結果を確認できる手法が意見を引出す・まとめることに有効であることがうかがえる。その手法の有用性を問う項目 7 については、厳しい意見を持つかもしれない A グループでも比較的高評価であると考えられる。アンケートの自由記述に挙げられた意見としては、“地域の現状を知ることが一番大切で、その点で有用だった”。また“整備素案の防災性能評価の結果をその場で見ることができ、分かりやすく有用である“という評価を得ている。

しかし項目 4 と項目 5, 6 を比較すると、支援ツールが話し合いを活性化することに対する評価と比べ意見を引出す・まとめることに対する評価が若干低い。これは整備素案の検討に確保でき

3章 市街地防災性能評価手法を組み込んだワークショップ支援ツールの開発

た時間は30分程度であり、その時間内では意見を引出す、まとめることを検証するのに不十分であったことが考えられる。

項目8に着目するとワークショップの進め方については若干評価が低くなっている。第2回ワークショップで整備例を説明する際、操作に時間がかかり間延びしてしまったためだと考えられる。自由記述にもその点を指摘する意見が挙げられていた。しかし、項目9, 10については高い評価を得ていると考えられる。このことから、整備素案の検討の際に支援ツールを活用するのは効果的だが、進め方を工夫する必要があることが考えられる。

以上の分析をまとめると、設問3以降の質問では、検討した整備素案に対する防災性能評価の結果をその場で確認できることが影響するため、Aグループの方が評価は高くなるかと想定していたが、明確な違いは示されなかった。理由として、母数が少ないこと、上述したように、Aグループには物事の評価に対し厳しい考えを持つ傾向の方が多かったことなど、参加者それぞれの考え方が影響したことが考えられる。

しかし、アンケートの自由記述に、Aグループの参加者から以下の具体的な意見が得られた。

- ・ 地域の現状を知ることが一番大切で、その点で支援ツールは有用だった
- ・ 整備素案の防災性能評価の結果をその場で見ることができ、分かりやすく有用である

番号	設問	A+B				Aのみ				Bのみ			
		①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④
1	支援ツールに用いた延焼危険性評価・災害時行動困難性評価を確認することで、まちの危険性を分かりやすく再確認できたと思いますか。	7	4	0	0	3	2	0	0	4	2	0	0
2	特定の場所で危険性が高い理由を理解することに支援ツールは役立ったと思いますか。	6	5	0	0	3	2	0	0	3	3	0	0
3	ワークショップ前と比べ、道路拡幅や共同建替えなどの市街地整備が必要だと感じるようになったと思いますか。	8	3	0	0	3	2	0	0	5	1	0	0
4	グループの話し合いを活性化することに支援ツールは役立ったと思いますか。	5	6	0	0	2	3	0	0	3	3	0	0
5	支援ツールを活用することで、具体的な整備に関する意見を引き出すことができたと思いますか。	3	7	1	0	1	4	0	0	2	3	1	0
6	参加者同士の意見をまとめることに支援ツールは役立ったと思いますか。	3	7	1	0	1	4	0	0	2	3	1	0
7	将来のまちの方針を検討する際にその場でシミュレーションを行うことは、話し合いの活性化に役立ったと思いますか (Aグループのみ)。	2	3	0	0	2	3	0	0				
8	今回のWSの進め方は、話し合いの活性化、意見をまとめることに有効だと思いますか。	2	9	0	0	0	5	0	0	2	4	0	0
9	全体的に見て、将来のまちの方針づくりに支援ツールは役立ったと思いますか。	6	5	0	0	2	3	0	0	4	2	0	0
10	今後、ハード整備の検討を伴う話し合いの場で、支援ツールを使ってみたいと思いますか。	5	6	0	0	2	3	0	0	3	3	0	0

※選択肢は①非常に思う、②思う、③あまり思わない、④思わない、の4択とした。

表 3-5 アンケートの集計結果

(2) 検討した整備素案と議論の流れの分析

時間内に A グループは 3 つの整備素案 (図 3-16), B グループは 1 つの整備素案を作成した。ここでは A, B 両グループの議論の流れを検討された素案の内容とビデオの記録 (表 3-3, 3-4) と併せて具体的に示す。

A グループでは、対象エリアの現状の防災性能評価を確認した後、まずはファシリテーターが提示した整備例を基に、ワークショップ参加住民は袋小路同士を繋ぐ道路を新設し袋小路を解消する案を検討した (整備素案①)。これには“支援ツールを使って結果を早く確かめてみよう”という機運が働いていた。この整備素案の防災性能評価を確認するため、ファシリテーターが検討された素案の内容を支援ツールに入力し、その場で評価計算を行った。結果が表示されるまでの間に、あまり危険性が改善されないのではないかと予測する発言がみられた。結果表示後、現状の結果と比較すると、延焼危険性評価、災害時行動困難性評価のどちらも危険性は少し低くなったが、大きな改善には繋がらないことを参加者同士で確認した。ファシリテーターから、袋小路が改善されても古い木造建物が密集したままであるため、延焼の危険性、建物倒壊の可能性は変わらないことが原因であると説明を受け、参加住民は素案①による効果と課題を認識した。

そこで、更なる災害危険性の改善を求め、道路新設に合わせて問題となる老朽木造建物を取り壊し、共同建替えを行う案を検討した (整備素案②)。この素案に対して防災性能評価を実行し結果を確認したところ、危険性が大幅に改善されていることを確認した。“仮想整備したポイントが、検討エリアの災害危険性の改善の要の場所であることが分かった”、“予想以上の結果だ”、“このように危険性が改善される結果をその場で確認できることで、わくわくしたきもちになる”といった意見や感想が多数発言された。道路整備と併せて建物整備を行うと効果的な整備に繋がることが参加者同士で話し合わせ、共通認識となっていた。

この結果を受け、参加住民から危険性の改善をある程度保ちつつ、公園を整備するとどうなるのかという意見が挙げられた。そこで、整備素案②に整備内容を少し変更し、公園整備を加えた (整備素案③)。ただしこの結果は時間の都合上、議論の中では確認できなかった (議論後のアンケート回答時に提供した)。

一方、B グループでは、A グループのようにツールを使って整備素案を作成しその防災性能評価の結果を確認するという作業はできないため、A グループで見られたような、具体的な整備に関わる意見がすぐには発言されず、議論の進行が遅かった。ある参加者からの“過去に火事が発生し消防車が通れない細街路の存在が問題となった”という発言をきっかけに、検討対象エリア内で最も道幅が狭く、避難路としても重要な道路を拡幅する案がまとめられた。

以上のように、2 つのグループの議論の流れを比べると、検討された整備素案の数は A グループの方が多く、議論の内容が密であった。その理由として、まず、支援ツールを活用し何か整備素案を作成してみて、その結果を見てみようという、議論のきっかけを提供していることがうかがえる。

検討した整備素案に対して、延焼危険性評価によるまちの燃えやすさ、災害時行動困難性評価に

3章 市街地防災性能評価手法を組み込んだワークショップ支援ツールの開発

よる建物の倒れやすさ、避難の難しさの3点について安全性向上の効果をその場で確認できることで、現状市街地の延焼危険性評価、災害時行動困難性評価の結果と基本情報から理解した、まちの燃えやすさ、建物の倒れやすさ、避難の難しさの3点から災害危険性とその原因が、どこがどの程度改善されているのか、素案の効果の深い理解につながっていると考えられる。このような深い理解がベースとなり、3点からの意見、感想の発言促進（特に、危険性はどこがどの程度改善されているのか、未だ危険性が改善されていない場所はどこか、その場所の危険性を改善するにはどうしたらよいか、もっと効果的な整備内容、住環境を考慮した整備内容だとどうなるのか）、その発言を踏まえた具体的な代替案の検討の促進により、活発な議論が展開されていることがうかがえる。

また、素案による効果を3点から深く理解することで、住民は費用などの犠牲に対する安全性というリターンをより理解することができ、整備の必要性をより強く認識することが考えられる。このような効果が、合意促進の下地の強化につながる可能性も十分に考えられる。

また、検討された素案に対する防災性能評価がその場で提供されることで、結果を予想する、予想と比べ実際の結果はどうか、感想、意見を述べるプロセスが生まれており、活発に議論されていることが分かる。

以上のことから、開発した支援ツールは、整備素案検討を目的としたワークショップの議論を活性化させ、住民の意見を反映した代替案の検討の促進、多数の代替案の検討、比較による総合的、妥当な案の検討、検討された素案の効果に対する深い理解、整備の必要性のより強い認識を促すことに効果的であることがうかがえる。

表 3-3 Aグループの議論の流れ

ファシリテータ	参加住民
Step 1で提示した整備例を基に、どれがぴんときたか？ まずは袋小路を解消するように道路を整備するのはいかがでしょうか？	
避難路を設けるスペースがない。	まずは避難路を設けた案を考えてみては？
	確かにそうだ。 では道路を整備して避難できるようにしよう。
複数の土地を買収して道路を新設してみましよう。	
(整備素案①の防災性能評価計算の実行)	
整備例の結果を基に考えると、道路が改善されても危険性が高い建物はそのまま残る。おそらく危険性はあまり改善しないのではないか。防災軸沿いの建物を建替えてみてはどうか？	
	既に区画整理をして防災軸を通す計画がある（到底実現不可能）。その計画があるため別の計画を実行できない。言い換えればそのためにこのような危険な場所が残っている。既にある計画を撤回して効果的な新しい計画を検討すればこのエリアの危険性は改善される。 防災軸整備ではなく建物の更新を図ってみては？個別建替え、共同建替え？共同建替えでやってみてはどうか？
(整備素案①の評価結果の表示)	
計算結果表示（素案①） 道路を整備して袋小路を解消しただけ。 建物はそのまま変わっていない。	
	現状と比較すると、危険性はほとんど変わってない。これは燃えやすさを表している？
この黒で表現しているものは避難のしにくさを表している。建物が倒壊することにより道路が閉塞し、避難ができなくなる確率です。	
今回の結果は避難のしにくさが全然変わっていないことを示しています。	
	死亡者の数が多くなる？
その可能性が高いことが考えられます。続いて延焼の結果を見てみましょう。どのようになっていると思いますか？	
	変わらないと思う。延焼危険性も変わらない。しかし考えなければならないことは延焼する時間をどこまで延ばすことができるか。長くなるほど安全に避難できる可能性が高くなる。そういったことを頭に入れて、この結果が全て駄目だったことではないことに注意する必要がある。やらないよりやった方が良い。
シミュレーションしている間に議論した内容をまと	やはり変わっていない。

3章 市街地防災性能評価手法を組み込んだワークショップ支援ツールの開発

<p>めると、素案①の内容に加えて、防災軸となりえる道路へ繋がる道を1本、併せて共同建替えを3棟行う。</p>	
<p>(整備素案②の防災性能評価計算の実行)</p>	
<p>評価結果が出るまでに時間がかかるので、その間に違う案を検討してみましょう。優先順位を検討しなければならない。</p>	
<p>共同建替えでは多くの方の協力を得ないと実現できない。2～3人程度でできることはないか？ 例えばさっきの道路整備のような場合を考えると、道路整備の影響を受ける人だけ違う場所に引っ越すのか。周辺も含めて共同建替えを行うのか。どっちが現実的か。</p>	
	<p>共同化か、この二軒だけ買収して公園にするか。公園の方がいいのかな？共同建替えを進めるのは大変だから。公園化の方がやりやすいよね。費用的にもね。</p>
<p>その代り、出ていかれる方のことも考えないといけない。</p>	
	<p>代替地を考えないといけない。しかし、周辺の人にも、このままでは建替えできないよって攻めていけば共同建替えを考えてくれるかもしれない。</p>
<p>用地買収して道路・公園整備して、立ち退かなければならなくなった人は近所に住み替えてもらうように広いエリアで考える必要がある。</p>	
	<p>代替地でも現在住んでいる場所の周辺なら良いという人はいる。</p>
<p>公園化にして代替地を検討する。公園ではなく福祉施設を整備することも考えられる。</p>	
	<p>建替えができない人たちはどうにかしていずれは建替えたいという思いを持っているかもしれない。これだけ無接道の建物があれば。 上手く制度を活用して建替えることもできるが、密集した場所にまた容積率いっぱいの個別建替えを行うそっくりさんだとまだ危険だよね。</p>
<p>住み続けることも重要だが、そっくりさんでやってしまうとまちの根本的な改善には繋がらない。それはさっきの整備の結果からもわかると思う。しかし、建物を準耐火以上に（燃えにくく）すると効果的であるのではないか。ここは準防火地域だから、準耐火構造以上でないと建替えできない。</p>	
	<p>共同建替えを行うということは耐火建築にするということが前提だよね。</p>
<p>そうです。しかし行政からは共同建替えやルールの提案ということは言えない。住民から申請していく必要がある。ルールづくり。まちづくり条例など。ルールを作ってみてはどうか？</p>	
	<p>取得権益などがネックになり話がなかなか進まない現状がある。</p>
<p>そうですね。(新宿など鉄道沿線上) この辺りは他と比べると利便性が良く地代も高い。比較的自然更新</p>	

3章 市街地防災性能評価手法を組み込んだワークショップ支援ツールの開発

<p>が進む。しかし取り残されるところがある。そういった場所を改善していかないといけない。</p>	
	<p>財政上、環境面、様々な要因が重なり残ってしまう。そういうものについてどういう救済をするのか。さっき話に出たまちづくり条例等が考えられる。早急にルールを考える必要があると思う。そっくりさん（木造）を建てると意味がない。そのためにもルールを決める必要がある。あと防火の費用は区や都が持つとか。</p>
<p>そろそろ時間なのでまとめると道路だけ作ってもしょうがない。住まわれている高齢者の立場も考えた共同建替えの方向性を探ると可能性が高い。あと、地域としてルールを作りそっくりさんを防ぐ。</p>	
	<p>あと立ち退く必要が出た人の代替地を近所に探す。</p>
<p>(整備素案②の評価結果の表示)</p>	
<p>結果を表示（素案②） まずは行動困難性。先ほどの案より効果は出ている。しかし、飛躍的とまではいかない。</p>	
	<p>どこまでを範囲とした結果なのか。更新した部分だけなのか？</p>
<p>そうではなくて（地図上でエリアを示しながら）対象エリアとして指定した広い範囲です。</p>	
<p>ですので、逆に言うと道路整備に合わせて数棟共同建替えを行うだけでこれだけ安全性が向上するということと言えます。</p>	
<p>延焼危険性を表示。こちらは飛躍的に改善していることがわかります。</p>	<p>結果を見るとわくわくしてきた。 自分たちの議論した結果がすぐわかると良いですね。</p>
	<p>本当だ。予想以上だ。</p>
<p>面的な整備を行わなくてもこのようにポイントを選んで整備するだけで地域に対してこれだけ効果が出る。</p>	
<p>袋小路は普段通らないからですね。逆に通れるようになると気持ちよく過ごせる（買い物等）。地域として安全になる。防災だけじゃない。</p>	<p>ここが要の場所であることがわかった。 改めてこうやって地図を眺めるとこんなに袋小路が多いのかと気づかされた。</p>
	<p>そうそう。あとコミュニケーションも。</p>
<p>(整備素案③の防災性能評価計算の実行)</p>	
<p>(整備素案③の評価結果の表示)</p>	

3章 市街地防災性能評価手法を組み込んだワークショップ支援ツールの開発

表 3-4 Bグループの議論の流れ

ファシリテータ	参加住民
<p>今回検討するエリアは戸塚南エリア（Point5 か Point 6）です。</p> <p>こちらのグループではパソコンを使わずに事前に配布した資料を見ながら対象地区の整備を検討します。整備にあたっての基本事項の説明をします。</p> <p>（木造は燃えやすく、古い建物は倒壊し易いなど説明）</p>	
	<p>新築する際に道幅を考慮して建てても、元々の住民がセットバックしないので意味がないのでは？</p>
<p>今回のように、整備した場合と現状の市街地との災害が起きた場合の被害の違いを、ツールを使って評価結果を比較して見せることで、今後そういった住民を対象にした説得材料となる可能性もありますので、そう捉えてください。</p> <p>一度試しに南エリアで（Point5 か Point 6）で考えてみましょう</p>	
	<p>南エリアでは最近 Point6 の少し南①で火事があった。</p> <p>その時、道が狭くて消防車が現場までたどり着けず、ホースを繋げてギリギリだったので危なかった。</p>
<p>では Point6 では道路に着眼点を置いて考えてみましょう。</p>	
Point6 付近での整備案の議論開始	
	<p>現状で（Point6 の内側で）火事が起こったら早稲田通りから回り込まなきゃいけないので時間がかかる。</p>
<p>Step1 で 4 つの事例（①防災軸の整備、②避難路協定、③袋小路解消、④共同建替え）が挙げられましたが、Point6 ではどういった場所が考えられますか？</p>	
	<p>小学校横から早稲田通りに入る道は防災軸になる。でも道が狭くブロック塀もあるので危ない。</p>
<p>Point6 ではどうでしょう？</p>	
	<p>Point6 では一番狭い道が危ない（通学路でもある）しかも一方通行で狭いので前回の火事の際は消防車は回り込んで消火に行った。</p>
<p>避難時はこの道を通りますか？</p>	
	<p>通ります</p> <p>南にある避難所にいきますが、北上して早稲田通りに逃げることも可能。袋小路で出入り口が一つしかない場所があり、危ない。</p> <p>車も入らないので火事を考えると問題。地主の問題もあってなかなか新規道路や拡幅は難しい。このあたりは一方通行も多いので消防車の現場到着に相当時間がかかるかもしれない。</p>
<p>例えば避難路協定のように現状で通ることの出来るような場所がありますか？</p>	
	<p>避難路協定くらいしかすぐにはできる所はない。</p> <p>せっかくセットバックしても住民が(もともと自分のスペースなので)空いたスペースに木を植えたり花壇</p>

3章 市街地防災性能評価手法を組み込んだワークショップ支援ツールの開発

	にしてしまうので意味がない。
袋小路③内で災害が起こると危険ですね	災害が起きた時にどっちに逃げればいいのか知っておかないといけない。 避難路協定も必要だが、普段からコミュニケーションをとっておいて、いざという時避難させてもらえるようにしておかないといけない。理想はあっても実際は人間関係が複雑で上手くいかない。高齢者が多いのも原因の一つ。
実際災害が起きないと防災への意識が向きにくいですね	

3章 市街地防災性能評価手法を組み込んだワークショップ支援ツールの開発



図 3-16 グループ A が検討した整備素案

3-7. 小括

本章では、住民と行政の協働による密集市街地整備案検討ワークショップにおいて、参加住民によって検討された整備素案に対し、防災性能評価の計算を実行し、その素案を反映させることでどの程度地震災害に対する安全性が向上するのか、その場で効果を確認できることが、整備素案の検討を目的としたワークショップにおける合意形成の促進に対してどのように役立つのか検証することを目的とした。

そのため、まず、ワークショップの現場での防災性能評価手法の活用を可能とする計算時間の短縮化を目指した支援ツールの開発を試みた。その後、整備素案検討を目的としたワークショップの現場で、開発した支援ツールが活用可能かどうか、試験的運用実験を行い、その可能性を探った。

その結果、約7.4haの地区を対象とした場合、延焼危険性評価は約8分、災害時行動困難性評価は約4分で計算することが出来た。この結果から、対象エリアが10ha程度であれば（対象地区の規模が大きい場合は、地区全体ではなく数街区単位に分割する、特に危険性が高い街区を選択する等、評価計算を実行するエリアを小さくして計算を行えば）、開発した支援ツールは整備素案検討を目的としたワークショップの現場でも活用可能であると考えた。

このように、インタラクティブ性を向上させた市街地防災性能評価を組み込んだ支援ツールが、整備素案検討を目的としたワークショップの現場でも活用可能であるのか、どのように合意形成の促進に役立つのか検証するため、実際に市街地整備に向けた活動に取り組んでいる地区を対象に、開発した支援ツールを活用する実証実験を行い、合意形成の促進に対しどのように役立つのか検証した。その結果、以下の知見を得た。

- ① まちの燃えやすさを示す延焼危険性評価と建物の倒れやすさ、避難の難しさを示す災害時行動困難性評価という防災性能評価の結果と基本情報（建物構造、建築年代、道路幅員など）を照らし合わせることで、まちの燃えやすさ、建物の倒れやすさ、避難の難しさの3点から災害危険性とその原因をより深く理解することが可能である。
- ② 現状市街地のまちの燃えやすさ、建物の倒れやすさ、避難の難しさの3点から災害危険性とその原因をより深く理解、整備素案の評価結果による3点の災害危険性の改善の効果に対する深い理解が可能となり、住民の整備の必要性のより強い認識を促すことに効果的である。
- ③ その場で素案に対する防災性能評価の結果を提供できることにより、それが議論のきっかけとなり、3点の災害危険性からの積極的な意見の発言の促進、具体的な整備素案の検討が促され、議論の活性化に繋がる。
- ④ 特に参加住民によって検討された整備素案を、その場で防災性能評価を行い、結果を表示することは代替案の検討の促進、整備素案の検討内容の質の向上に効果的である。

今後の課題として以下の3点が考えられる。

システム開発の技術的課題としては、災害時行動困難性評価と比較すると、延焼危険性評価に計

3章 市街地防災性能評価手法を組み込んだワークショップ支援ツールの開発

算時間を要していることと、評価計算を行うエリアの面積が 10ha 程度より大きくなると現場での活用は難しいことの 2 点が挙げられる。しかし、現時点での 10ha 程度の地区で 10 分程度の計算時間は、我々の開発当初の数百時間を要していた時点からみると、革命的な時間短縮を実現してきた。ここからさらに時間を短縮するための対応方法はさまざまに考えられる。例えば、システム技術的には、GPU を活用した並列処理の採用や使用する PC の高性能化がある。また、システム活用の工夫として、WS での検討対象地区の規模を考慮する、WS のグループ別の進め方の工夫などがある。評価計算時間の短縮が技術的に更に進むことで、より大規模なエリアでのツール活用や、複数のグループを設けた同時並行に議論する WS を想定した、複数同時の実行にも対応可能になると考えられる。

また、支援ツールの有用性の検証について、現時点の実証実験では、住民から意見を引出すことや意見をまとめることに対して、支援ツールの活用がどのような効果をもつのがまだ十分に検証できていない。更に実証実験を重ねて有用性を検証する必要があると考えられる。

【参考文献・参考資料】

1. 加藤孝明, 小出治, 利満俊一, 杉浦正美, 下村博之: 防災まちづくり支援システムの役割と機能, 日本建築学会技術報告集, 第16号, pp313-318, 2002.12
2. 安藤絹子, 他: マルチコア CPU のための並列プログラミング, 株式会社秀和システム, 2007
3. Gohnai, Y., et al., 2006, “Development of a Support System for Community-based Disaster Mitigation Planning Integrated with a Fire Spread Simulation Model Using CA” in: Leeuwen, J. P and H. Timmermans, (eds.), Innovations in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning Part 1, Springer Verlag New York, p. 35-51.
4. Gohnai, Y., et al., 2007, “An evaluation method for emergency response activities during earthquakes in Japanese local cities: A tool for supporting community-based planning disaster mitigation”, 10th International Conference in Computers in Urban Planning and Urban Management, July 11–13, 2007, Iguassu, Brazil.

第4章 市街地防災性能評価手法と空間イメージを連動させた整備案検討ワークショップ支援ツールの開発

- 4-1. はじめに
- 4-2. 市街地防災性能評価手法と空間イメージを連動させた整備案検討ワークショップ支援ツールの構成と開発
- 4-3. 開発した支援ツールの実証実験
- 4-4. 効果と課題の検討
- 4-5. 小括

4-1. はじめに

(1) 目的

2章において、整備素案の検討を目的としたワークショップで検討される素案について、関係者間の合意を促進するためには、検討された素案に対し、防災性能評価の結果をその場で提示し、同時に、整備後の空間イメージを提示する支援が求められていると、支援ツール開発の在り方を示した。そのような支援ツールの開発のため、3章では、ワークショップの現場での活用を可能とした防災性能評価手法を組み込んだ支援ツールの開発を行い、ワークショップの場で検討された整備素案に対し防災性能評価の結果を提示することによる、合意促進に対する有用性を示した。

これらの成果を踏まえ、4章では、整備素案の検討を目的としたワークショップの現場で検討された整備素案に対して、その場で防災性能評価の結果、整備後の空間イメージの提示が可能になることで、合意の促進にどのように役立つのか明らかにする。

(2) 研究方法

以上の目的のもと、本章では以下の手順で研究を進める。

- ① 3章の WebGIS を基盤とした支援ツール開発成果に VR 技術を組み込み、ワークショップの場で参加住民に検討された様々な整備素案に対して、防災性能評価と同時に、建物建替えや公園、道路拡幅などの整備実施後の空間イメージを三次元で視覚的に情報提供することを可能とした支援ツールの開発を行う。
- ② その支援ツールが密集市街地整備計画案づくりにおける合意形成にどのように役立つのか検証するため、密集市街地整備に取り組む行政・コンサルタントに対し実施した実証実験を行う。

4-2. 市街地防災性能評価手法と空間イメージを連動させた整備案検討支援ツールの構成と開発

(1) 支援ツールの構成と開発

開発する支援ツールは、3章の開発成果である市街地防災性能評価手法を組み込んだ「防災まちづくり支援 WebGIS（以下：支援 WebGIS）」と、新たに開発した VR ビュワーインターフェイスの「空間イメージ検討支援システム（以下：VR システム）」で構成される（図 4-1）。

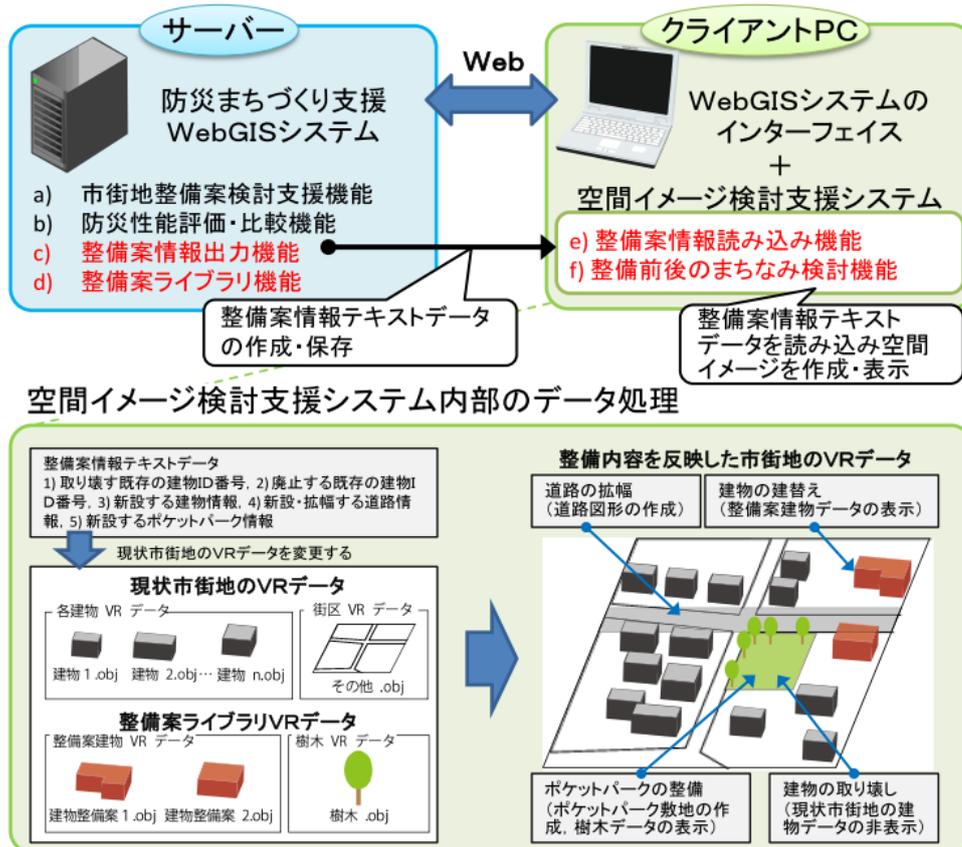


図 4-1 支援ツールのシステム構成

(2)防災まちづくり支援 WebGIS システムの機能

3章で詳しく述べたが、著者らが開発してきた支援 WebGIS システムは、Web 上で利用可能なシステムで、現状市街地の災害危険性や整備による安全性向上の効果を評価し、その評価結果の視覚的情報の提供が可能な防災性能評価・比較機能、並びに市街地整備案検討支援機能などが搭載されている。防災意識の啓発や市街地整備の検討などの様々な場面において活用可能なシステムである。

ここでは、支援 WebGIS の既存の機能である a)「市街地整備案検討支援機能」と、b)「防災性能評価計算・比較機能」に、新たに c)「整備案情報出力機能」を追加した。この機能を用いて、a)の機能を用いてツールに入力された、ワークショップ参加住民によって検討された整備案の情報を保存した「整備案情報テキストデータ」を作成し、クライアント PC 内に保存する。これを VR システムが読み込むことで、VR に整備案の情報が反映される。

ワークショップの場で整備案を議論する際には、細街路の拡幅や老朽建物密集街区での道路新設などの道路整備、道路整備に合わせた建物建替え、倒壊や延焼の危険性が高い老朽木造建物の建替えなどの建物整備、一時的な避難地や延焼遮断帯、緑や憩いの場を創出するポケットパーク整備などが整備内容として検討される。そのため VR に反映させる情報は、建物の新設、既存建物の取り壊し、道路の新設、既存道路の拡幅・廃止、ポケットパークの整備といった内容にした。このうち、建物の新設を行う際は、システム実行中に整備案の形状や大きさ、テクスチャを用いた質感表現といった要素を自由に変化させる事が理想的であるが、そのためには膨大な量の VR データをあらかじめ用意しておく必要があり、ワークショップ中に、その場で検討された整備素案の VR を作成することは困難である。また、自由すぎると住民等のユーザーにとっては使用しづらく、ある程度を選択肢を事前に用意し選択してもらう方が使いやすい。さらに、本ツールは、面単位の一括更新ではなく可能な部分から少しずつ改善していく修復型の市街地整備を進めるまちづくりに貢献することを目指している。そのため、周囲の街並みと調和を保つためにも建物の形態やデザインは自ずとそれらと調和がとれる範囲での自由さが求められる。そこで、行政やコンサルタントなどの専門

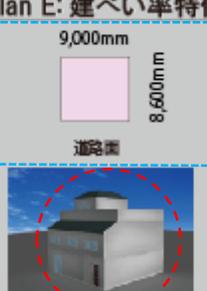
Plan A: 共同建替え	Plan E: 建ぺい率特例許可 中																												
 <p>24,000mm 15,000mm</p> <table border="1"> <tr><td>想定敷地面積</td><td>300 m²</td></tr> <tr><td>建ぺい率</td><td>60%</td></tr> <tr><td>建築面積</td><td>180 m²</td></tr> <tr><td>階数</td><td>3階</td></tr> <tr><td>延床面積</td><td>480 m²</td></tr> <tr><td>実容積率</td><td>160%</td></tr> <tr><td>建物構造</td><td>鉄骨造</td></tr> </table> <p>備考 ・複数件の住宅を共同で建替え。 ・現階層は何も適用されていない</p>	想定敷地面積	300 m ²	建ぺい率	60%	建築面積	180 m ²	階数	3階	延床面積	480 m ²	実容積率	160%	建物構造	鉄骨造	 <p>9,000mm 8,600mm</p> <p>道路面</p> <table border="1"> <tr><td>想定敷地面積</td><td>120 m²</td></tr> <tr><td>建ぺい率</td><td>60%</td></tr> <tr><td>建築面積</td><td>約 77.35 m²</td></tr> <tr><td>階数</td><td>3階</td></tr> <tr><td>延床面積</td><td>約 174.7 m²</td></tr> <tr><td>実容積率</td><td>約 158%</td></tr> <tr><td>建物構造</td><td>鉄骨造</td></tr> </table> <p>備考 ・敷地後縁側の懸垂後退が必要 ・建ぺい率が緩和される</p>	想定敷地面積	120 m ²	建ぺい率	60%	建築面積	約 77.35 m ²	階数	3階	延床面積	約 174.7 m ²	実容積率	約 158%	建物構造	鉄骨造
想定敷地面積	300 m ²																												
建ぺい率	60%																												
建築面積	180 m ²																												
階数	3階																												
延床面積	480 m ²																												
実容積率	160%																												
建物構造	鉄骨造																												
想定敷地面積	120 m ²																												
建ぺい率	60%																												
建築面積	約 77.35 m ²																												
階数	3階																												
延床面積	約 174.7 m ²																												
実容積率	約 158%																												
建物構造	鉄骨造																												
<p>画像: VRシステム内に保存しておくVRデータ。 整備案情報テキストデータの内容に合わせて必要なデータが整備後のまちなみを示すVRに出力される。</p>	<p>平面と諸情報: WebGISシステム内に保存しておくGISデータ。市街地整備素案検討機能を用いて選択された整備案ライブラリの情報が検討画面に表示される。</p>																												

図 4-2 整備案ライブラリ

4章 市街地防災性能評価手法と空間イメージを連動させた整備案検討ワークショップ支援ツールの開発

家が、事前に数パターンに絞った建物整備案をシステム内に登録し、ワークショップの場でそれを用いて建物整備案の検討が行える d)「整備案ライブラリ機能」を追加した(図 4-2)。ワークショップでの住民の意見を踏まえ、必要に応じて変更・更新することを想定している。

(3)空間イメージ検討支援システムの開発

VRシステムは、インターネットを通じて支援 WebGIS を起動させた後、ユーザーが使用するクライアント PC にそのシステムをダウンロードし、起動させることで使用できる。このシステムは、e)「整備案情報読み込み機能」を持ち、支援 WebGIS から、ユーザーが作成した整備案を保存した「整備案情報テキストデータ」を読み込むことで、検討された整備案の街並み空間イメージを表示させることができる。表示方法は、あらかじめ現状市街地の VR データと、支援 WebGIS 内の整備案ライブラリに登録した内容に対応した VR データをシステム内に保存しておき、読み込んだ整備案情報テキストデータの内容に応じて、空間イメージを表示させる方法を採用している(図 4-1)。本システムのインターフェイスは、現状市街地を歩行者目線で表示する「現状市街地 VR 画面」と、WebGIS との連動によって整備後の市街地の街並みを歩行者目線で表示させる「整備後市街地 VR 画面」、そして整備後の市街地を鳥瞰で表示させる「鳥瞰画面」、加えて WebGIS との連動操作などを行う「操作画面」で構成される。f)「整備前後の街並み検討機能」とは「現状市街地 VR 画面」と「整備後市街地 VR 画面」で同じ視点から見た街並みを表示させることで、整備前後の街並みを比較・検討することができる(図 4-3)。



図 4-3 空間イメージ検討支援システムのインターフェイス

(4) 支援ツールの使用方法

開発した支援ツールのインターフェイスと使用方法を図 4-4 に示す。

ユーザー（ワークショップの場合ではファシリテーターあるいは補助者）は整備素案の検討を始める前に、クライアント PC から支援 WebGIS にアクセスし、VR システムをダウンロードしておく。ワークショップの話し合いの中で、整備素案の内容がまとまれば、支援 WebGIS の a) 市街地整備案検討機能を用いて整備素案の内容を WebGIS ブラウザー上で入力する。d) 整備案ライブラリを出現させ配置する建物のアイコンを選択した後に地図上の任意の点をクリックすることで、そのライブラリを配置する。入力後、b) 防災性能評価・整備案比較機能を用いて素案の防災性能評価を計算させ、その結果を現状の結果と比較しながら表示する。空間イメージを作成する場合は、c) 整備案情報出力機能を用いて「整備案情報テキストデータ」をクライアント PC 内に保存する。その後、空間イメージ検討支援システムで e) 整備案情報読み込み機能を用いて「整備案情報テキストデータ」を読み込むことで、検討された整備案の VR を表示させることができる。

(5) 支援ツールの使用環境

このような使用方法を想定すると、クライアント側の PC 性能や通信速度によってワークショップ現場での作業効率が異なってくる。本支援ツールの使用場所は住民と行政の協働によるワークショップの場合である。そのため、高性能の PC ではなく、住民や行政が準備できる、一般的な PC の使用を想定している。そのため、整備素案テキストデータをダウンロードした後の、整備内容を反映させたまちの VR データを表示し、ウォークスルー機能を用いてまちなみを確認する操作をスムーズに行えるかが問題となる。これは、まちなみを構成する VR データの重さに影響される。そのため、作成する VR データの量については支援ツールの操作性を考慮して作成しなければならない。これについては次のセクションで具体的に述べる。通信速度については、PC 性能だけでなくインターネット環境の影響も大きい。近年の Wi-Fi 通信技術の向上により、安定した通信環境の構築が容易となった。そのため、通信環境は Wi-Fi を用いて構築することを想定している。



図 4-4 支援ツールの全体像と使用方法

(6) 開発した支援ツールの活用場面

ここでは、開発した支援ツールが密集市街地整備に向けた整備案検討の様々な場面においてどのように活用することができるのか説明する。そのため、実際の地区を対象に試験的運用を行った。

本研究では修復型まちづくり手法を前提とした密集市街地整備の整備案検討支援を想定している。駅前などの開発ポテンシャルの高い地区を対象に土地の高度利用を前提とした計画を検討するような場面での開発した支援ツールの活用は想定していない。

修復型のまちづくり手法を前提とした整備素案検討において、建替え（個別、共同）、建物耐震化、道路整備（拡幅、新設）、空地・公園整備を仮想整備することが可能で、それらを組み合わせた整備素案を、ワークショップの現場で参加者の意見に応じて自由に検討することが可能である。そして、検討された素案を仮想整備したまちの防災性能評価の結果、空間イメージの提供が可能である。

2章で述べたように、密集市街地整備に向けた整備素案の検討は、対象地区全体の整備方針の検討を目的とした整備計画段階と、特定のエリアの具体的な整備内容を検討する事業計画段階の大きく2つの段階に分けられる。この2段階における活用方法の例を示す。

a) 対象地区

愛知県豊橋市のA地区を対象地区とする（図4-5）。2章における、支援ツールの試験的開発で対象とした地区であるため詳細は省くが、この地区は、戦災を免れ、古くからの街区構造が残存し、地区内には、幅員4m未満の二項道路が多く存在し、最も狭い道路は幅員2m以下の道路もみられ



図4-5 A地区の市街地構成

る。また、老朽木造住宅が密集し、更に無接道敷地も多く存在しており、地震発生時の災害危険性が問題となっている。

b) 整備方針の検討

整備計画段階では、①対象地区の現状の災害危険性とその原因を把握し、その原因を解消し安全性向上を図る整備の方向性を検討していく。整備の方向性の素案の検討では、②優先的に整備を実施すべきエリアの抽出、③抽出したエリアの安全性向上を目的とした整備の基本的な方針の検討が一般的に行われている。①、②については、支援ツールを活用し、現状市街地の防災性能評価と、建築年代や建物構造、道路復員といった災害危険性を高める原因となる情報など市街地の基本情報を確認・比較することができる。これにより、対象地区のどこがどの程度危険なのか、その原因は何かを住民間で理解・共有することを支援できる。また、危険性が特に高いエリアが優先的に整備すべきエリアの抽出の判断材料となる。延焼危険性評価と災害時行動困難性評価の結果（図 4-6）を見ると、地区の南側中央部の街区（青色の破線で囲まれたエリア）の災害危険性が高い。原因として、この街区には無接道の老朽木造建物が多く非難が難しいこと、幅員 4m 未満の道路が多く防火帯としての役割が低いことが考えられる。よって、このエリアの道路幅員の拡幅や老朽木造住宅の建替えが急務であると考えられるため、優先的に整備すべきエリアと位置づけ、整備範囲とした。

③については、上述したように建替えや道路整備等を組み合わせた整備素案を自由に検討し、支援ツールに入力することができる。入力された整備内容を反映し、整備後のまちの防災性能評価の結果の確認、整備を実施した際の地区の将来像の共有（空間イメージの共有）といった作業を行うことが可能である（図 4-7）。

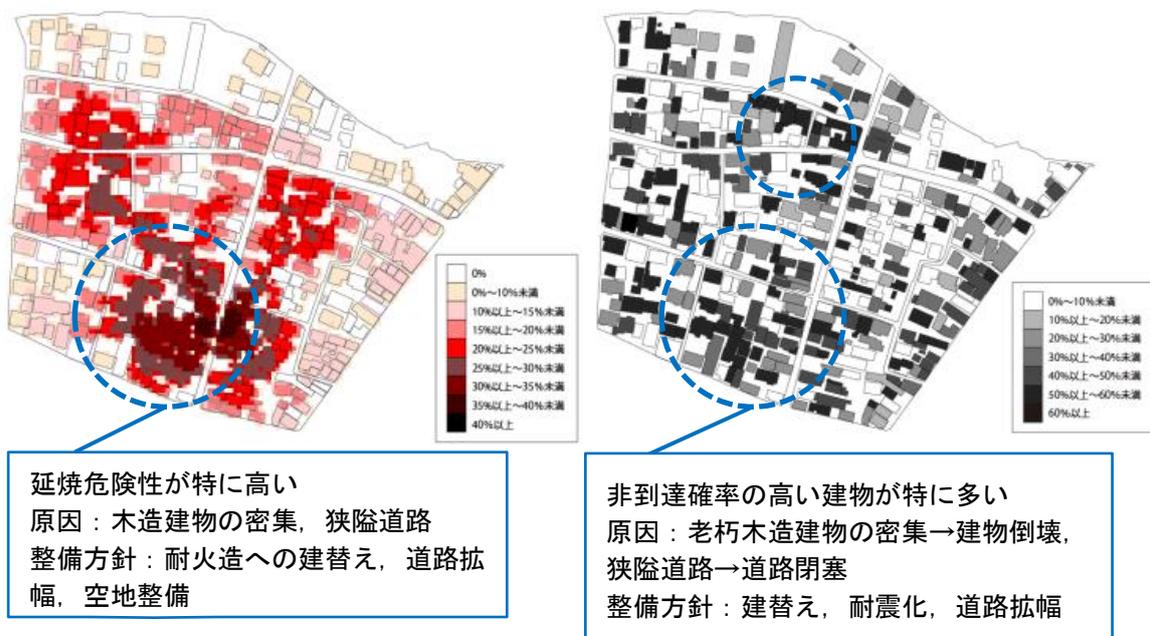


図 4-6 対象地の延焼危険性評価，災害時行動困難性評価の結果



図 4-7 整備計画素案の検討の例

c) 事業計画素案の検討

事業計画段階では、災害危険性が特に高く、整備の優先度の高いエリアや、関係者間の合意が得られたエリアなどの特定のエリアについて、整備実施に向けた具体的な整備内容の検討が行われる。この際、地権者など関係者の権利関係、敷地の概要を押さえ、彼らの要望・意見を反映させた具体性の高い整備素案の検討（例えば外構も含めた敷地レベルでの検討や建物外観の詳細部に及ぶデザインの検討など）の支援が求められる。基本的には、具体的な計画案検討についても開発した支援ツールは対応可能である。

1) VR データ(現状市街地, 整備案ライブラリ)の作成

ここでは、規制誘導手法の活用も視野に入れた検討例を示す。まず、対象エリア、個別の敷地で活用可能な規制誘導手法を検討し、それらを整備案ライブラリに組み込む。規制誘導手法とは、市街地整備を行う際に様々な条件を付加させることで、一部の規制(建ぺい率や容積率の制限など)が緩和され、良好な密集市街地整備を誘導することができる手法である。多くの密集市街地の整備の場において、様々な規制誘導手法を活用した整備の有効性が認められている。

街区内の無接道敷地は周辺に多くの建物が密集しており、整備後に 4m 以上の道路状空間の確保が困難であると考えられる。よって、整備案ライブラリに「連担建築物設計制度」を用いた整備案の検討が考えられる。また、道路拡幅を行った場合、最も復員が狭い道路沿いの敷地は拡幅による建替え可能な敷地面積の減少の影響が最も大きい。その場合、2.7m 以上の道路復員でも建替え可能となる「三項道路」を用いた建替え整備が有効であると考えられる。その他の狭隘道路についても、拡幅による敷地面積の減少などの影響で建替えを行うことが困難である可能性が考えられるその場合、「建ぺい率特例許可」を活用最多建替え整備が有効であると考えられる。「共同建替え」と「通常建替え」に、これらの規制誘導手法を組み込んだ整備案ライブラリを構築することとした。

次に、追加する整備案ライブラリの規模の検討を行う。GIS データを用い、対象地区の建築物の建築面積の平均と標準偏差を求め、建築面積の最大値と最小値とし、まちなみと調和する建物の規模とした。

このように検討した整備案ライブラリの内容を基に、整備案ライブラリの VR を作成した。作成した各整備案ライブラリの概要を図 4-8 に示す。また、以下にライブラリの作成の際に用いた手法の概要を示す。

<p>■連担建築物設計制度 既存の建物を含む複数の敷地・建物を一体として合理的な設計を行う場合に、特定行政庁の認定により、当該敷地群を一つの敷地とみなして、接道義務、容積率制限、建ぺい率制限、斜線制限、日影制限等を適用できる制度。個々の建物は任意の時期に建替え、増改築することができる。</p> <p>■三項道路 二項道路について、土地の状況によりどうしても拡幅することが困難な場合に、幅員 2.7m 以上 4m 未満の道路を指定することができる。</p> <p>■建ぺい率特例許可 特定行政庁が敷地の隣地側に壁面線を指定するか、または地区計画で壁面の位置の制限を定め、これを地区計画建築条例に定めた場合に、特定行政庁の許可で建ぺい率制限を緩和できる制度。建築面積を少しでも広く取れるようにすることで、老朽建物の更新を促進させようとするもの。</p>

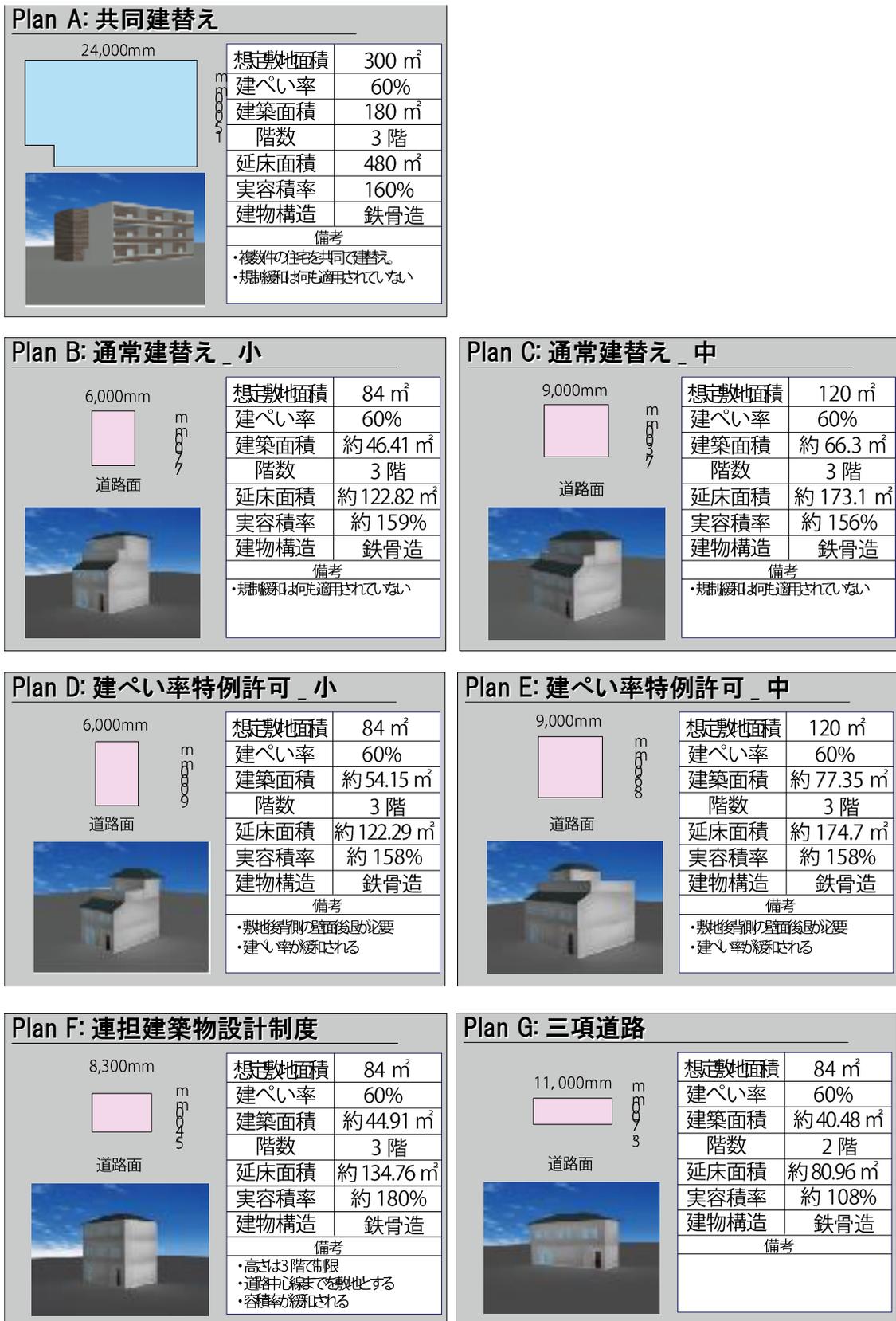


図 4-8 検討した整備案ライブラリの概要

2) 整備素案の検討

準備したデータを用いて、①整備素案の検討、②整備後の空間イメージと防災性能評価結果の確認、③整備案の再検討、という手順で支援ツールの試験的運用を行った。

まず整備案ライブラリ機能を用いて、Plan-A と Plan-B の 2 パターンの整備案（図 4-9）を作成し、それぞれの整備素案の空間イメージと防災性能評価の結果を、現状と比較しながら確認した（図 4-10, 4-12, 4-13）。その結果、現状と整備後のまちなみの変化、安全性向上の効果を容易に理解することができた。これらの整備案では、街区北東部の延焼危険性が低減されていないため、その部分の改善を行うための整備素案を再度検討した（図 4-10）。Plan-A をベースに連担建築物設計制度を適用する区域を増加した Plan-C、無接道敷地部分で共同建替えを用いた Plan-D を作成し（図 4-11）、再度その空間イメージと整備効果を確認した。

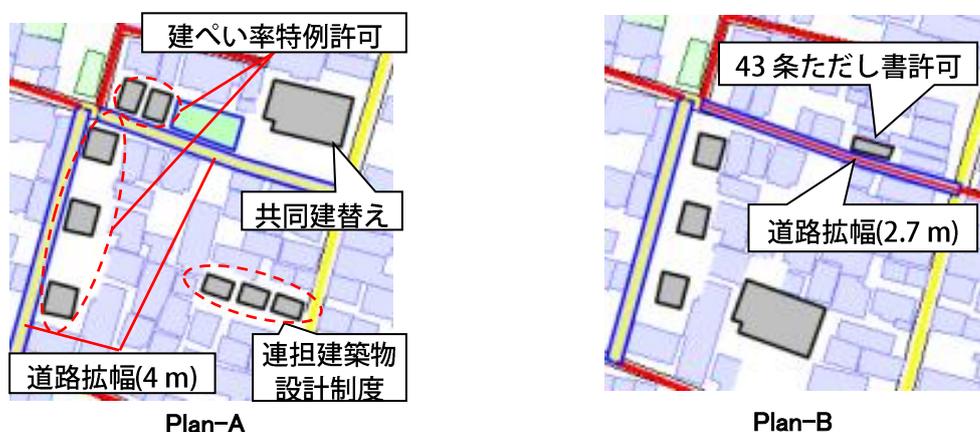


図 4-9 Plan-A, B の内容

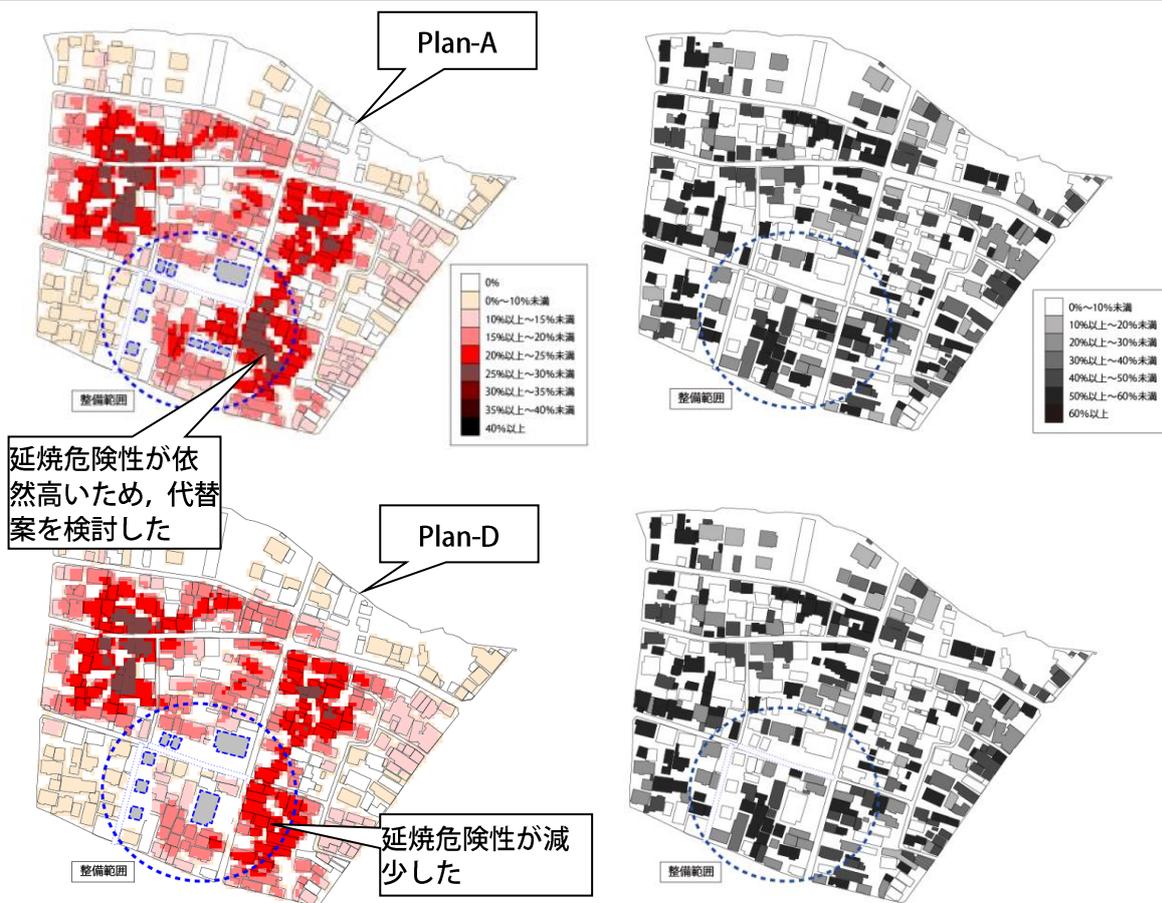


図 4-10 防災性能評価の結果(左:延焼危険性評価, 右:災害時行動困難性評価)

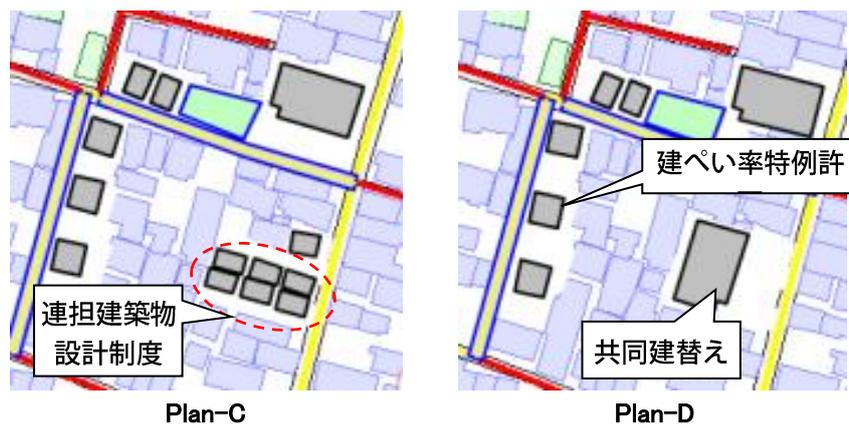


図 4-11 Plan-D, E の内容

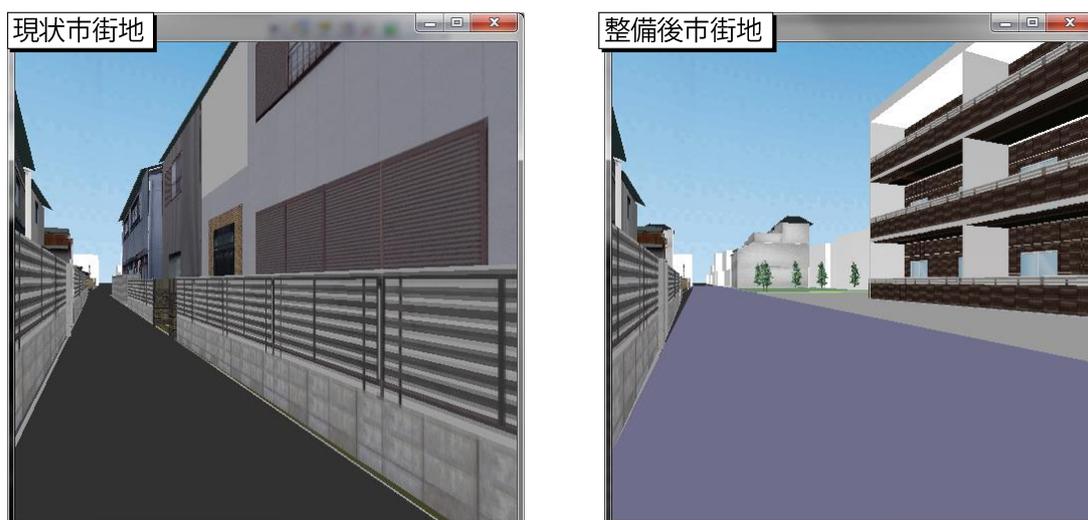


図 4-12 Plan-A の整備内容を反映させたまちなみ

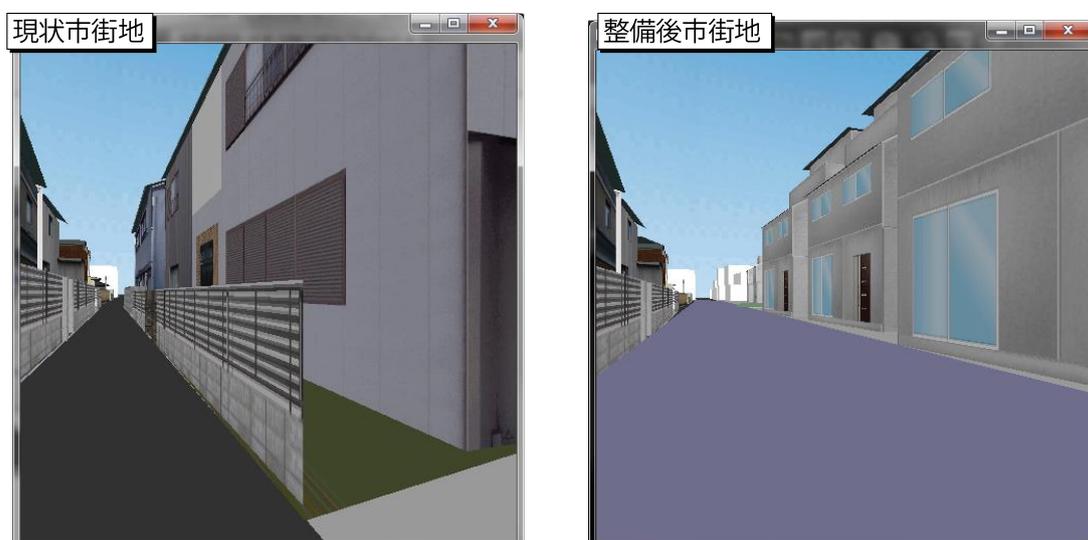


図 4-13 Plan-B の整備内容を反映させたまちなみ

もちろん、本支援ツールは万能ではないので、検討に必要な資料は適宜揃える必要があるが、そのような資料を活用し検討された整備素案の内容を支援ツールに入力し、整備後のまちの防災性能評価の結果の確認、整備を実施した際の地区の将来像の共有（空間イメージの共有）といった作業を行うことが可能である。

しかし、空間イメージについては、段階や場面に応じて求められる VR の精度が異なるため、支援ツールの活用の際には、求められる VR の精度を十分に検討する必要がある。

整備計画検討段階では、空間イメージの共有として、一般的にボリューム模型から一定のリアリティを持たせた模型やパースなど様々な手段が用いられるが、高いリアリティは必ずしも求められない。しかし、事業計画検討段階においては、模型や VR を用いたリアリティの高い空間イメージ

4章 市街地防災性能評価手法と空間イメージを連動させた整備案検討ワークショップ支援ツールの開発

が求められている。求められる VR の精度の高さによっては、本支援ツールを用いての空間イメージの提供には限界があることが考えられる。その際には、模型などの他の手段の活用も考慮すべきである。どの場面ではどの程度の VR の精度が必要で、支援ツールを活用した空間イメージの提供により十分な効果が得られるかについては、今後様々な場面での支援ツールの活用実験を行い明らかにしていく必要がある。

また、密集市街地整備の検討の際には、併せて地区計画を策定する場合が数多く見受けられる。地区計画制度には街並み誘導型地区計画や防災街区整備地区計画など様々なタイプがあるが、密集市街地整備を目的とした場合、基本的には、建替えの際の壁面位置の制限、用途地域の制限、それに伴う建物構造、仕様の強化、建蔽率や容積率の緩和、高さの制限、建築物等の形態や色彩、その他の意匠に関する制限などが含まれる。このような地区計画の検討の際にも、本支援ツールは活用可能である。道路拡幅に伴い壁面位置を揃えた建替えを進めた場合など、上述したような地区計画に定めるルールに従った仮想整備を支援ツールに入力することで、ルールに従って整備が進んだ際のまちの防災性能評価、空間イメージを確認することが可能である。

以上のように、開発した支援ツールは、修復型の整備手法を前提とした整備案の検討であれば、様々な場面に対応可能である。しかし、空間イメージについては、段階や目的に応じて求められる VR の精度が異なるため、つくり込む VR の精度を十分に検討する必要がある。

4-3. 開発した支援ツールの実証実験

(1)対象地の概要

開発した支援ツールがどのように合意形成の促進に役立つのかを検証するため実証実験を行った。対象地区は愛知県 H 地区である（図 4-14）。ここは旧農村集落地であり、二項道路の割合が高く、災害時の延焼危険性や避難行動の困難性が高い。そのため、災害時の安全性の確保、避難路や緊急車両の通行を確保するため、道路整備の促進やそのためのルール作りが求められている。そのため、行政は狭隘道路整備に向けた住民の自主ルール作りを目標として、住民主導の密集市街地まちづくりを立ち上げる業務を進めている。これまでに、まち歩き、課題整理などの勉強会に取り組んでいる。

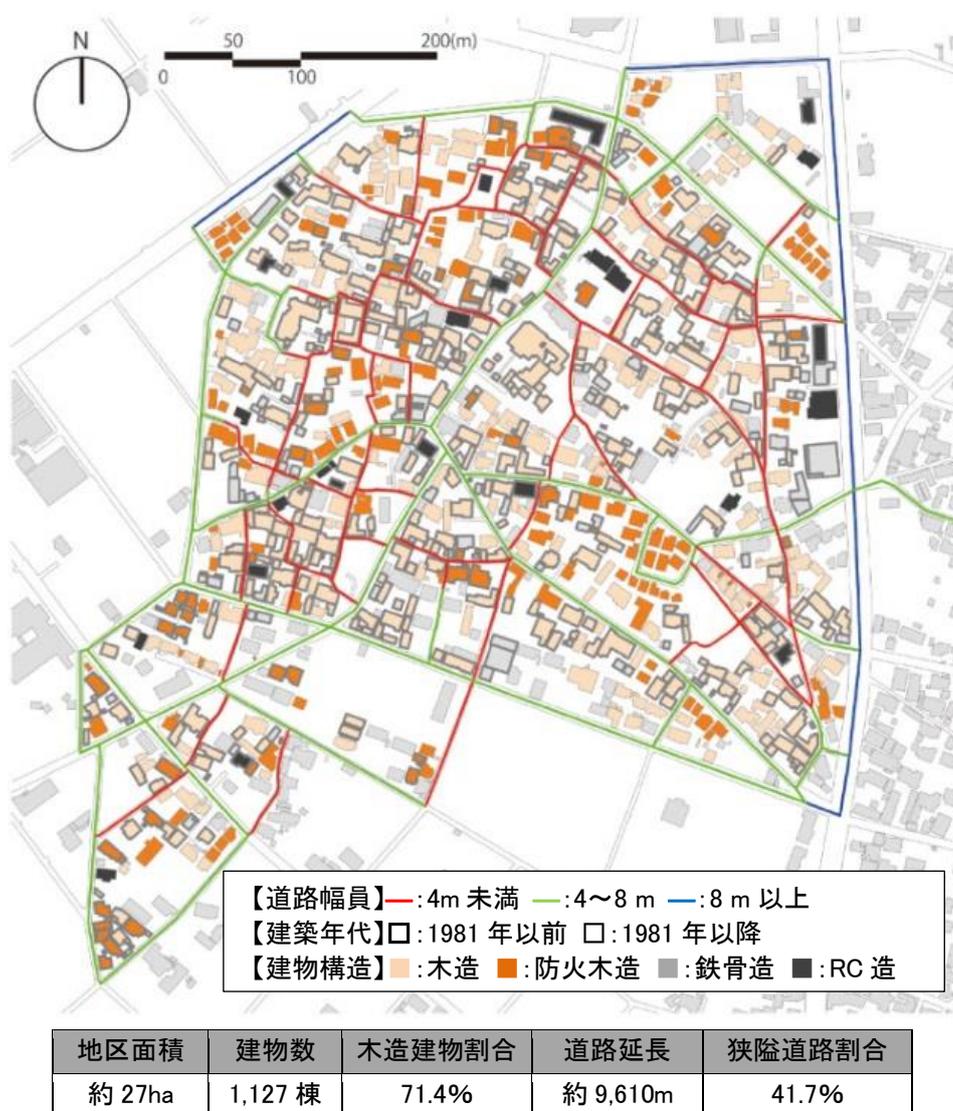


図 4-14 H 地区の基本情報図

(2)実験の準備

a) 空間イメージの構成の検討

空間イメージを提示する目的は、ワークショップの参加者へ整備前後の街並みの変化の理解や将来空間像の共有を促すことである。そのためにも、歩行者目線で空間イメージを確認できる必要があることから、本支援ツールはウォークスルー機能を搭載している。よって扱う景観は、街路景観に該当する。そこで、街路景観の構成要素を把握するため、文献を基に整理した。文献[4-1]では景観構成要素を表4-1の1)のように、①道路、②沿道、③遠景、④人間活動、⑤地下部、⑥変動要因の6項目に整理している。これらの構成要素を全て反映した空間イメージを作成することが望ましいが、データの重さによる操作性の低下やツール活用の準備段階の作業量の増加など、支援ツールの運用面を考慮すると、できるだけ簡便な方がよい。そのため、上述した目的を達成するためにより重要な要素を検討し、それらを用いて空間イメージを構成することとした。

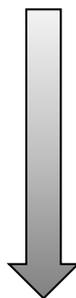
同文献では、街路の景観設計を行う場合、①道路、②沿道が主要な操作対象となるとを述べている。また、VRなどで街並みを再現する際のリアリティを高めるためには、遠景、中景、近景が揃った景観構造を採用することが有効である[4-2]。これらの点を踏まえ、作成する仮想空間の構成要素としては表4-1の1)に示す①～③に限定することとした。その上で、実際の対象地区を踏査し、構成要素の有無を確認した。最終的な構成要素とその内容を表4-1の2)に示す。

また、支援ツールで提供する空間イメージとその提示方法は対象とする市街地の特性やまちづくりの取組み目標を考慮する必要がある。そのため、今回の実証実験対象地区の1) 地区特性と2) まちづくり取組目標の2点から、適した空間イメージの表現方法を検討した。

表 4-1 街路景観の構成要素

1) 文献[4-1]にまとめられている街路景観の構成要素

構成要素	内容
①道路	道路本体, 道路植栽, 道路付属物, 道路占有物
②沿道	建築物, 広告看板, 敷地困障, 耕作地, 樹林, 空地
③遠景	山などの自然要素, 塔などの人工要素
④人間活動	歩行者, 自転車, 自動車
⑤地下部	交通施設, 商業施設, エネルギー・通信施設, 下水施設
⑥変動要因	季節, 天候, 時刻



検討項目

- ・データの重さによる操作性の低下
- ・作業量の増加
- ・①, ②は景観設計の際の主要な操作対象
- ・遠景, 中景, 近景が揃った景観形成

まち歩きによる構成要素の有無の確認

2) 作成する空間イメージにおける街路景観の構成要素

構成要素	内容
①道路	道路本体
②沿道	建築物(住宅, 倉庫, 納屋等), 敷地困障(ブロック塀, 柵)
③遠景	空, 見通しの良い道路の奥に見える空間

1) 地区特性

密集市街地での建替えの際には二項道路を4m以上に拡幅する必要があるが、セットバックによる敷地面積の減少により建替えが困難になる場合が多く、建替えが進まない大きな要因となっている。対象地区は旧農村集落であるため、住宅の他に、倉庫や納屋、作業のための半外部空間が密集している敷地が多数存在する。

また、このような敷地では、母屋は敷地の奥に配置されている場合が多く、セットバックの際には、塀と道路に隣接する倉庫や納屋等を取り壊すことで対応可能であり、母屋に影響が及ぶことは少ない。そのため、都市部のように敷地全体に建物が建設されている場合と比べると、地権者のセットバックへの合意を得やすいと考えられる。このような想定を反映した空間イメージを提供する必要があると考えた。

2) まちづくり取組目標

対象地区のまちづくりの取組目標として、行政は、a) 道路整備を推進するためのルールを明確にすることと、b) ルール策定に合わせ、ブロック塀撤去補助、生垣化補助等の、市の補助制度を活用することが挙げられている。したがって、このような目標の議論に役立つ空間イメージが求められる。

b) 空間イメージ検討支援システムに追加する機能

以上の検討結果から、1) 狭隘道路を拡幅し、建物の建替えと同時にブロック塀を撤去できる機能（以下、ブロック塀撤去機能）、2) 整備後の空間イメージに生垣を配置できる機能を支援ツールに追加することとした。以下に、追加する機能の概要を述べる。

1) ブロック塀撤去機能

道路沿いの既存建物を取り壊す処理を実行すると、その建物の敷地内の道路沿いの塀も同時に撤去されるよう、支援ツール内での処理を一体化させた。

2) 垣配置機能

整備後の空間イメージを表示させた状態で、空間イメージ内に生垣を自由に配置できるメニューを支援ツールのインターフェイスに加えた。この機能を起動することで、作成された整備後の空間イメージに直接生垣を自由な場所に配置することができる（図4-15）。

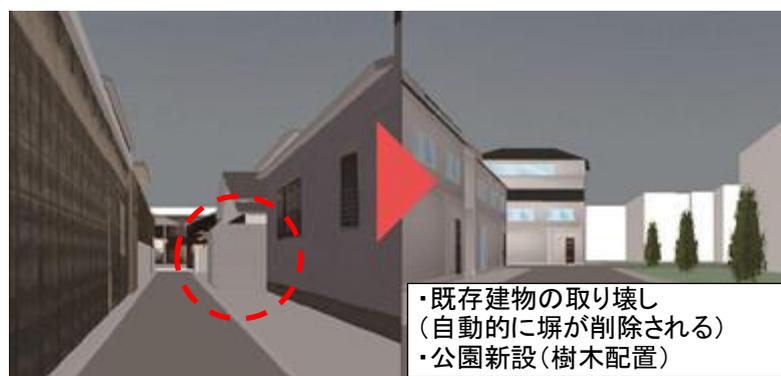


図 4-15 追加した機能を用いた整備のイメージ

(3) 実証実験の方法

実証実験は、対象地区である旧農村集落の二項道路整備に向けた取組を進めている行政と都市計画コンサルタントの担当者（専門家）に開発した支援ツールの評価を行ってもらった。

まず専門家に対して、著者らが事前に想定した、旧農村集落の二項道路整備に向けた整備素案の検討とルール作りのワークショップの進め方を説明した。続いて、そのワークショップの流れに従い、現状市街地の防災性能評価の結果、こちらで作成した整備素案の例を反映したまちの防災性能評価の結果、整備後のまちなみ空間イメージなど、ツールによって提供される情報を専門家に確認してもらった。その後、支援ツールを評価するアンケートを専門家に回答してもらった。

ここで専門家のプロフィールを表 4-2 に示す。対象地区に関わっているコンサルタントは、既成市街地の再構築を主要業務の一つとし、密集市街地の整備に関わる業務にも精通している。住民参加を基本とした業務を実施しており、まちづくりへの VR の導入に積極的に取り組んでいる。そのため、VR 等の情報提供に対する住民の理解能力を十分に把握していると考えられる。行政の職員も住民参加を組み込んだ業務経験が豊富で、情報提供に対する住民の理解能力を把握していると考えられる。その中でも、コンサルタントの常務や行政の主査など、特に経験豊富な方に参加してもらった。そして、対象地区では、これまでに住民と行政とコンサルタントの協働による勉強会等も何度も実施しており、今回の実験参加者である 4 名の専門家は、対象地区の住民の理解能力についても把握している。住民を対象とした実験を実施し、住民から本支援ツールに対する評価を得ることが最も分かりやすい方法であるが、我々が想定するワークショップを住民に対して実施する段階まで、勉強会が進まなかった。そのため、上述したように、情報提供に対する住民の理解能力を把握しているコンサルタント、行政職員を専門家と位置づけ、その専門家に対し、想定するワークショップ参加者を住民としたうえで、「住民の理解能力」を考慮してアンケートに回答してもらうこととした。また、このような業務の専門家であれば、評価の理由や意見、考えを具体的に記述してもらえることから、そのコメントを分析することで、本研究で目的とする「住民間の合意の促進」に、本支援ツールがどのように役立つか、より具体的に明らかにすることができると考えた。

表 4-2 アンケート回答者のプロフィール

	コンサルタント(2名)	行政職員(2名)
属性	常務取締役/支店長 プロジェクト担当者	まちなみ整備課主幹 プロジェクト担当者
業務内容等	・密集市街地整備に精通している ・住民参加を基本とした業務を実施している ・住民参加を組み込んだ業務に VR を積極的に活用している	・密集市街地整備を含めた防災まちづくりに積極的に取り組んでいる ・住民参加を組み込んだ業務に精通している

(4) 実証実験の概要

実証実験は進行役1名、オペレーター1名、参加者4名（コンサルタント2名、行政2名）で行った。想定したワークショップの流れに沿って支援ツールを操作しながら情報提供を行うため、インターネット環境の整ったノートPC、プロジェクターとスクリーンを用意した（図4-16）。そしてワークショップで整備素案を検討する際には、スクリーンに映し出したインターフェイスを見ながら議論するよりも、作業台の中央にマップを置いて、それを囲むように議論を進めるほうが、議論が活性化しやすいと考え、あらかじめ、作業台には、A1サイズの現状市街地の防災性能評価の結果と建物構造や道路幅員等の基本情報をまとめた図を用意した。

実験の手順は、まず、我々が想定した農村集落地の二項道路整備に向けた整備素案の検討とルール策定のワークショップの進め方を説明した。次に、各 Step で提供する資料の提示と説明を行い、アンケートに回答してもらった。設問の大項目は、a) 現状市街地の防災性能評価と基本情報について、b) 整備後のまちの防災性能評価と空間イメージをその場で確認できることについて、c) VRによる空間イメージについて、d) 支援ツールを活用した住民ワークショップの進め方の4点である。またアンケートの対象は専門家であり、評価の理由や具体的な意見や考えを持つと考えられることから、それらを記述してもらうため、それぞれの設問に記入欄を設けた。

なお、実証実験に参加する行政とコンサルタントの担当者が、ツールが提供する防災性能評価の値の意味を正しく理解してもらうため、実験に先立ち防災性能評価に関する事前説明会を実施した。

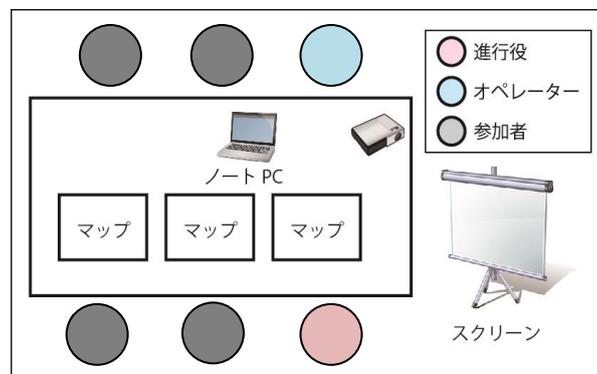


図 4-16 実証実験のレイアウト

ここから、想定したワークショップの各ステップに従って、専門家に提供した情報について説明する。

Step1: 整備素案の検討

専門家は、まちのどこがどの程度危険なのか把握するため、現状市街地の防災性能評価の結果を確認した（図 4-17）。その後、ファシリテーターは専門家に、現状市街地の延焼危険性評価結果と、まちの基本情報図を見比べながら、どのように道路を整備していくと安全性が向上するのか検討していくことを説明した。

【情報の提供方法】

作業台上の A1 サイズの現状市街地の基本情報と防災性能評価の結果を用意した。それらを照らし合わせながら、地区のどこがどのくらい危険なのか、危険性が高い要因は何なのか、議論の状況に応じてファシリテーターが説明した。



図 4-17 Step1で提供した情報

Step2: 整備後のまちの防災性能評価と空間イメージの確認

検討された素案を支援ツールに入力し、防災性能評価の計算を実行する。その後、整備後のまちは現状市街地と比べ、どこがどのくらい防災性能が向上するのか、どのようなまちなみになるのか予想してもらおう。続いて、どこがどのくらい安全になったのか、整備前後でまちがどのように変化したのかについて理解を共有するために、防災性能評価の結果と整備後の空間イメージを確認し、意見を出し合ってもらおう。

実際のワークショップでは以上の流れで進めていくことを専門家に説明した後、防災性能評価の結果と整備後の空間イメージを確認してもらった（図 4-18）。

【情報の提供方法】

スクリーンに支援ツール画面を投影する形で提供した。空間イメージはウォークスルー機能を用いて視点移動させながら示した。防災性能評価の結果は地図とグラフを用いて示した。

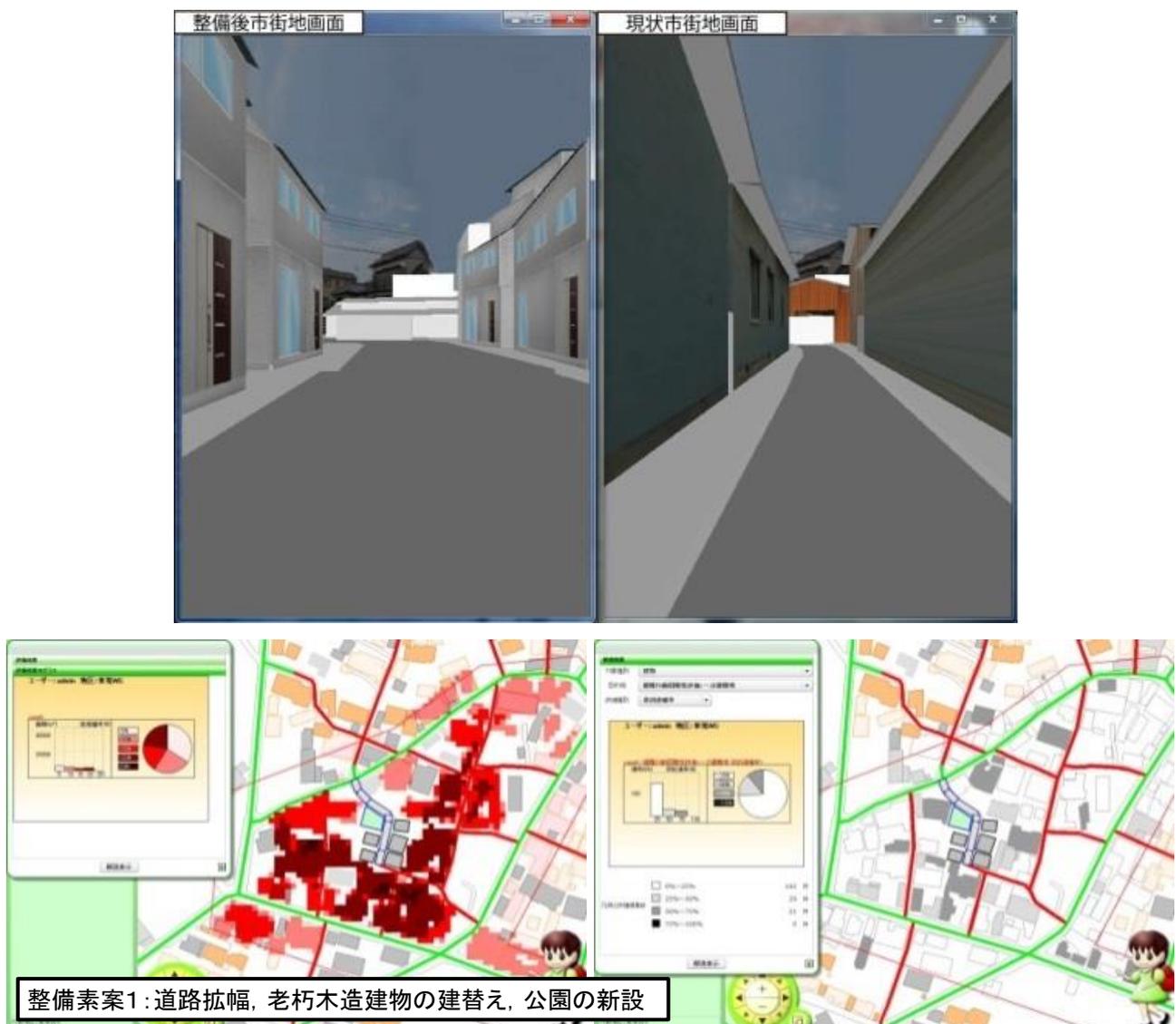


図 4-18 Step2で提供した情報

Step3: 生垣配置後のまちなみの確認

市の生垣化補助制度を活用し、生垣化が進められると、まちなみがどのように変化するのか理解を共有するため、参加者に生垣配置後の空間イメージを確認してもらい、意見を出し合ってもらった。

実際のワークショップでは以上の流れで進めていくことを専門家に説明した後、生垣配置後の空間イメージを確認してもらった（図 4-19）。

【情報の提供方法】

スクリーンに支援ツール画面を投影する形で提供した。空間イメージはウォークスルー機能を用いて視点移動させながら示した。防災性能評価の結果は地図とグラフを用いて示した。

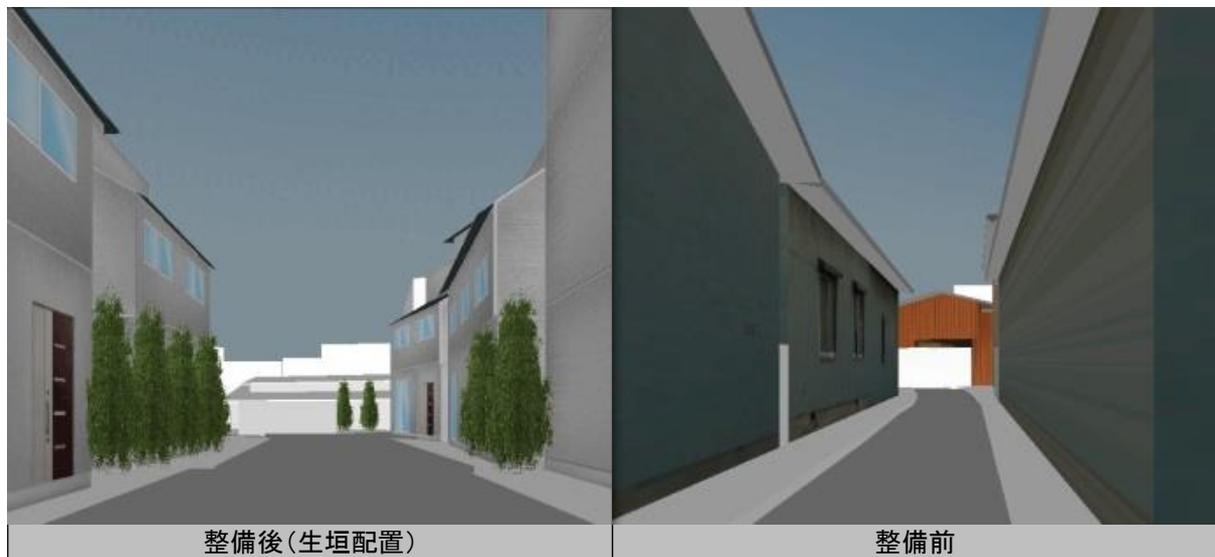


図 4-19 Step3で提供した情報

Step4:再検討

住民から発言された意見を踏まえ、参加住民に代替案を検討してもらい、検討した代替案についても、Step 2, Step 3と同様の流れで整備後のまちの防災性能評価と空間イメージを確認してもらい、意見を出してもらい、このように再検討を繰り返し、多数の代替案を検討・比較する。

実際のワークショップでは以上の流れで進めていくことを専門家に説明した後、防災性能評価の結果と整備後の空間イメージを確認してもらった(図 4-20)。

【情報の提供方法】

スクリーンに支援ツール画面を投影する形で提供した。空間イメージはウォークスルー機能を用いて視点移動させながら示した。防災性能評価の結果は地図とグラフを用いて示した。



図 4-20 Step4で提供した情報

4-4. 効果と課題の検討

(1) アンケート結果の分析

表 4-3 に示すアンケート結果を基に分析を行う。

表 4-3 アンケート調査の結果

「A B C D」が設問に対する評価、各評価の下にある数字が回答数である。

段階	項目	問	A	B	C	D	結果
Step 1	a) 現状市街地の防災性能評価と基本情報について	1	0	1	2	1	現状市街地の防災性能評価を確認することで、まちのどこがどのくらい地震災害に対する危険性が高いか分かりやすかったか？
			記述				<ul style="list-style-type: none"> 色の濃さで表現されているので、色の濃い場所は危険性が高いなど、視覚的に分かりやすいだろう。 それぞれの防災性能評価が何を示しているのか、住民には分かりづらいかもしれない。説明を工夫する必要がある。
		2	1	3	0	0	防災性能評価と基本情報(建物構造, 道路幅員等)を比較することで、地震災害に対する危険性が高い場所にはどのような課題があるのか分かりやすかったか？
			記述				<ul style="list-style-type: none"> 火災の危険性が高いことは理解しやすいだろう。 老朽木造建物が密集しているエリアや狭隘道路の密度が高いエリアが、結果として防災性能評価の結果が高くなっているので、分かりやすい。
Step 1		3	1	3	0	0	整備素案を検討する際に防災性能評価と基本情報を活用することは、住民による具体的な整備素案の検討へと導くか？
			記述				<ul style="list-style-type: none"> 情報量が多いので、丁寧かつ住民目線の分かりやすい説明が必要だろう。 まちの基本情報の活用は必要である。
Step 1		4					その他、整備素案を検討する際に提示すべき情報や、これらの情報の見せ方で改善したほうが良い点はあるか？
			記述				<ul style="list-style-type: none"> 災害時行動困難性評価を示す際には地盤の強度や耐震補強の状況を反映するべきではないか。 地震災害上危険性の高い場所が具体的に分かると、住民に不安を与え、合意に向けた話し合いが脱線してしまう可能性がある。状況に応じて街区、ゾーン単位での評価もできると良いのではないか？
Step 2	b) 整備後のまちの防災性能評価と空間イメージをその場で確認できることについて	5	0	4	0	0	整備後のまちの防災性能評価が提供されることで、整備によりまちのどこがどのくらい地震災害に対する危険性が改善されたか分かりやすかったか？
			記述				<ul style="list-style-type: none"> 数値だけでなくグラフ形式で表現されているので効果が分かりやすいだろう。 改善の度合いを含め、街区単位などゾーン単位の表現の方がよいのではないか。
Step 2		6	0	0	3	1	整備後の空間イメージが提供されることで、整備前後のまちの変化を把握することは容易であったか？
			記述				<ul style="list-style-type: none"> 提供した VR による空間イメージは、現実感やスケール感がないため、整備前後のまちの変化を把握するのは難しい。

4章 市街地防災性能評価手法と空間イメージを連動させた整備案検討ワークショップ支援ツールの開発

	b-3) 防災性能評価と空間イメージが同時に提供されることについて	ついて					・空間イメージのリアリティが向上すれば、整備後のまちの変化の把握に役立つだろう。
		7	1	2	1	0	空間イメージを提供することで、住民が持つ整備後のイメージを共有でき、認識のずれを極力なくすることができるか？
			記述	<ul style="list-style-type: none"> ・意図は全く同感だが、プレゼン技術の改善が課題。 ・イメージ共有、まちなみ確認のツールとしては有効だろう。 ・現地写真を活用して、整備前後のまちなみの変化を分かりやすくする工夫が必要。 			
		8	1	1	2	0	住民間の議論が活性化されると思うか？
			記述	<ul style="list-style-type: none"> ・意図は全く同感だが、プレゼン技術の改善が課題。 ・拡幅する道路の選定は、個人の利害関係が強いため、議論の活性化は難しいのではないかな。 			
		9	1	2	1	0	住民に道路拡幅などの市街地整備の重要性、必要性をより強く感じてもらうことが出来ると思うか？
			記述	<ul style="list-style-type: none"> ・意図は全く同感だが、プレゼン技術の改善が課題。 ・整備の重要性・必要性についてはまち歩きで十分理解されている。 			
		10	1	3	0	0	地震災害に強いまちのイメージを住民が共有することに役立つと思うか？
			記述	<ul style="list-style-type: none"> ・意図は全く同感だが、プレゼン技術の改善が課題。 ・空間イメージからは災害に強いというイメージはない。空間イメージから防災性が向上した感じがわかると良い。 			
		11	1	3	0	0	以上を踏まえ、住民間、住民と行政との間の合意形成の促進に役立つと思うか？
			記述	<ul style="list-style-type: none"> ・その場で、目で見ることとはとても分かりやすいので役立つと思う。 			
		12					その他防災性能評価と空間イメージが提供されることは、どのようなことに役立つと思うか？
記述	<ul style="list-style-type: none"> ・景観に対する意見を引き出すこと。 ・まちなみの確認。 ・合意形成の促進のためにも、住民の不安感を払拭することがまず重要。道路拡幅により敷地が狭くなっても建替えることができるプランを用意し、それらの VR 表現を示す方法が考えられる。 						
Step 3	c) VRによる空間イメージ自体について	13	0	0	3	1	提供された空間イメージ自体は、道路整備など市街地整備による将来像の共有に適していたか？
			記述	<ul style="list-style-type: none"> ・現実感が無い。 ・イメージに改善の余地あり。道路、敷地境界、住戸配置の工夫が必要。 ・人や車を配置し、スケール感を持たせる。 			
		14	0	0	3	1	提供した生垣を配置した場合の空間イメージ自体は、住民の生垣化の意識を促すことに役立つか。
			記述	<ul style="list-style-type: none"> ・生垣自体をより詳細に表現しないとイメージが伝わりづらい。 			
		15					整備後の空間イメージを確認する前の頭の中のイメージと、提供された空間イメージとで、異なっていた点はあるか？
記述	<ul style="list-style-type: none"> ・道路と宅地の線引きに違和感がある。 						
16					空間イメージの構成要素に組み込むべきもの、その他改善点はないか？		
	記述	<ul style="list-style-type: none"> ・現地写真や事例写真を用いて、現実感を向上させる。 					

4章 市街地防災性能評価手法と空間イメージを連動させた整備案検討ワークショップ支援ツールの開発

						・車や人，側溝を加えるほうが良い。	
Step 4	d) 支援ツールを活用した住民ワークショップの進め方について	17	1	3	0	0	整備後のまちの防災性能評価や空間イメージを提供し，それらについて住民の意見を引き出し，意見を反映させた代替案を検討する。このプロセスを何度も繰り返す，多数の代替案を比較・検討するという支援ツールを活用したWSの進め方は，グループの話し合いの活性化に役立つか？
			記述				・制度や個別の事情に対応した表現が可能になると良い。 ・場面によって求められる空間イメージの作り込み方によってはWS形式での進行には無理があるのではないかな。
		18	1	1	2	0	上述の支援ツールを活用したWSの進め方は，グループの話し合いの収束に役立つか？
			記述				・収束より議論のきっかけづくりに効果があると思う。 ・合意形成の促進に一定の効果があるのではないかな。
		19					情報提供にかかる時間やツールの操作性，情報提供の形式など改善すべき点など
			記述				・住民ワークショップでのプレゼンテーションの際には現実的なプランニングを検討する必要がある。 ・少人数で議論する際には，タブレット端末でユーザーに操作してもらうのもよいのではないかな。 ・狭隘道路を拡幅しなければならない必要性や効果については有効である。 ・もっと現実的なプランニングを検討する必要があると感じる。

項目 a) 「現状市街地の防災性能評価と基本情報について」

設問 1 の「防災性能評価を確認することで、まちのどこがどのくらい地震災害に対して危険なのか分かりやすかったか？」に対しては、1 人が思うと回答し、「色の濃さで表現されているので、色の濃い場所は危険性が高いなど、視覚的に分かりやすい」としている。しかし他の 3 名は「防災性能評価が何を示しているのか、住民には分かりづらいかもしれない」といった理由などから評価が低い。本支援ツールが提供する延焼危険性評価は延焼確率を、災害時行動困難性評価は 1 次指定避難地までの非到達確率を、それぞれ色の濃淡で示す。そのため地区内のどこが相対的に危険かは分かりやすい。しかし、そもそものそれぞれの値の持つ意味が何か、例えば確率 30% と言っても、“どのくらい” 危険なのか直感的には分かりづらいことが、評価結果から読み取れる。そのため、開発した支援ツールを十分に活かすためにはツールの情報だけに頼るのではなく、住民に対する分かりやすい説明で補足する工夫が必要であると言える。

設問 2 の「整備案検討の際に、現状市街地の防災性能評価と基本情報を提示し比較することは、地震災害に対する危険性が高い場所とその原因が分かりやすいか」、また設問 3 の「住民による具体的な整備素案の検討へ導くか」については、ともに 1 人が「非常に思う」、3 人が「思う」と回答しており、高い評価を得た。特にその理由として、まちの基本情報から読み取れる「老朽木造建物が密集しているエリアや狭隘道路の密度が高いエリアが、結果として防災性能評価の危険性が高くなっているのが分かりやすい」との指摘があった。

改善点を問う設問 4 では、「危険な建物が判断できる詳細な評価結果は住民に過度な不安を与える可能性がある」との指摘があった。これは事業を推進する立場にある行政や専門家が最も懸念する点であろう。しかし、著者らは、これまでに複数回にわたり、地域住民の防災意識啓発や防災まちづくり活動の場で同様の評価情報を提供してきたが、住民の不安を煽るようなことは全く起きていない。ただし、事業計画案を検討する場でのツール活用による情報提供については、地権者の利害関係が大きく影響してくるので、状況に応じて慎重に対応する必要がある。

項目 b)「整備後のまちの防災性能評価と空間イメージをその場で確認できることについて」

まず、防災性能評価の提供についての設問 5「その場で整備後の防災性能評価が提供されることは、整備により地区のどこがどのくらい地震災害に対する危険性が改善されたのかわかりやすいか」に対しては、全員が「思う」という回答で評価は高い。ツールを用いることで、検討された整備素案の効果がその場で表示できることが評価されている。その理由では「数値だけでなくグラフ形式で表現されているので効果が分かりやすい」という意見があり、マップに加えグラフを用いて住民に説明することで、整備の効果がより伝わりやすくなると言えよう。

空間イメージの提供について問う設問 6「整備後の空間イメージが提供されることで、整備前後のまちの変化を把握することが容易となるか」については、3人が「あまり思わない」と回答しており評価は低い。その理由として「提供した VR による空間イメージのリアリティが不十分、スケール感がない」という指摘があり、これらが評価の低い要因となっていることが分かる。しかし、「リアリティが改善されれば、整備前後のまちなみの変化の把握に役立つだろう」との意見も得ている。したがって、このような情報提供を行うこと自体は、整備前後のまちなみの変化の把握を促す効果を持つことが期待できる。問 7 の、整備後のまちなみのイメージの共有に役立つかについては、3名が「非常に思う」もしくは「思う」と回答しており、評価は高い。記述を見ると、「意図は同感である」、「イメージ共有、まちなみ確認のツールとしては有効」との意見が得られている。

防災性能評価と空間イメージが同時に提供されることによる効果を問う項目 b-3)の設問 8「議論が活性化されるか」については、2人は「非常に思う」、「思う」と回答したが、他の 2人は「あまり思わない」という結果であった。その理由としては「道路整備は利害関係が強いため、議論の活性化は難しいのではないか」とのことであった。設問 9 の「市街地整備の重要性・必要性を強く感じてもらえるか」には 3名が、また設問 10 の「地震災害に対して強いまちのイメージを住民が共有することに役立つか」には 4名全員が、「非常に思う」もしくは「思う」と回答しており、高い評価を得た。さらに、上述したような評価を総合し、設問 11「合意形成の促進に役立つか」についても全員が「非常に思う」もしくは「思う」と回答しており、高い評価を得た。記述を見ても、「その場で、これらの情報を確認できることはとても分かりやすいので、合意形成に役立つと思う」という評価を得ている。

このような整備素案検討のワークショップで、住民によって検討された素案に対して安全性向上の効果や整備後のまちなみを確認するデータを示すために、基本的には、次回のワークショップまでに準備する形を採る。本支援ツールはワークショップでの提案をその場でインタラクティブに表現できる点（即時性）において優れており、上述のアンケートの評価では、本支援ツールのオリジナリティでもあるワークショップの“その場で”提案された素案を反映させた、整備後のまちの“防災性能評価とまちなみを同時に確認できる”ことで、検討した素案についての地震災害に対する安全性向上の効果とまちなみイメージの共有が容易となり、このような共通認識が、災害に強いまちのイメージの共有や整備の必要性の認識を促すだけでなく、代替案の検討へのきっかけとなり議論の活性化を促すという点において、合意形成の促進に役立つだろうことが明らかとなった。

その他の指摘として設問 12 で、道路拡幅による敷地減少に対する地権者の不安を払拭することが重要という指摘があった。セットバック後の敷地でも建替えが可能であることを理解してもらうために、駐車スペース等を含めた外構プランと併せて建替え案を検討できる整備案ライブラリが必要であることが考えられる。

項目 c)「VRによる空間イメージ自体について」

設問 13 の「将来像の共有に適していたか」の問いに対し、3人が「あまり思わない」と回答した。具体的な理由として、現実感やスケール感が足りないことが指摘された。設問 14 の「生垣配置後の空間イメージが住民の生垣化の意識を促すか」でも同様に、3人が「あまり思わない」と回答した。具体的な理由として、より詳細な表現でないとイメージが伝わりにくいことが指摘された。提供した VR による空間イメージ自体のリアリティやスケール感が足りないことが項目 b-2) の評価の低さに繋がっており、この点は今後の改善点である。設問 15, 16 では、「道路と宅地の線引きに違和感がある」、「現地写真等を活用し、現実感を向上させる」、「車や人、側溝を加えるほうが良い」という指摘を得た。空間イメージの構成要素に、車や人、側溝などの要素を加え、さらに現地写真を取り入れるなどリアリティ、スケール感を高める必要がある。

空間イメージに関わるその他の指摘として、項目 d) の設問 17 において、「場面によって求められる空間イメージの作りこみ方によってはワークショップ形式で進めるには無理があるのではないか」という意見があった。具体的な個々の整備を検討する事業計画の段階で、支援ツールだけで対応することが難しい場合は、模型などの手段を併用することが重要であろう。

項目 d)「支援ツールを活用した住民ワークショップの進め方について」

設問 17 の「整備後のまちの防災性能評価と空間イメージを提供し、それらについて住民の意見を引き出し、意見を反映させた代替案を検討する。このプロセスを何度も繰り返し、多数の代替案を検討・比較する進め方は、グループの話し合いの活性化に役立つか」については、全員が「非常に思う」と回答しており、高い評価を得た。一方、設問 18 の「グループの話し合いの収束に役立つか」については、2人は「非常に思う」、「思う」と回答したが、他の2人は「あまり思わない」と回答であった。記述には、「収束より議論のきっかけづくりに効果がある」、「合意形成の促進に一定の効果があるのではないか」との意見であった。以上の設問 17 と 18 の結果を総合すると、議論の収束にどこまで有効かは別問題として、本支援ツールを活用して、整備後のまちの防災性能評価や空間イメージに対する意見を住民に発言してもらい、これらの発言をきっかけに代替案を検討するプロセスを繰り返しながら、複数の代替案を検討・比較するという、今回想定したワークショップの進め方は合意形成の促進に一定の効果があり、特に議論のきっかけとなり、議論の活性化に大いに役立つと言える。

4-5. 小括

4章では、合意形成支援技術として、2章で示した求められる支援ツールを実現するため、3章での開発成果である、ワークショップでの活用が可能な市街地防災性能評価手法を組み込んだWebGIS基盤の支援ツールに、新たに開発したVR技術を活用した空間イメージ検討支援システムを組み込み、この2つのシステムを内部的に連動させることで、ワークショップで検討される様々な整備素案に対し防災性能評価の結果と整備実施後の空間イメージの三次元表現を同時に提供できる支援ツールを開発した。

開発した支援ツールを用いた実証実験の結果、以下のような、支援ツールを活用し、整備素案に対し防災性能評価の結果と整備後の空間イメージを提供することによる合意形成の促進に対する効果が示された。

1) 現状市街地の防災性能評価とまちの基本情報について

整備素案検討の際にこれらの情報を比較することで、住民の、災害危険性が高い場所とその要因の理解が促される。このような住民間の共通理解が、具体的な整備素案の検討へ繋がる。

2) 整備後のまちの防災性能評価と空間イメージをその場で確認できることについて

本支援ツールを活用し、議論の中で検討された整備素案を反映させた、整備後のまちの防災性能評価と街並みがワークショップの議論の場で提供されることで、参加住民は整備による地震災害に対する安全性向上の効果や街並みの変化の理解・共有が容易になる。この効果により、住民間の災害に強いまちのイメージの共有や整備の重要性・必要性の認識の向上を促す。

3) 支援ツールを活用した住民ワークショップの進め方について

整備後のまちの防災性能評価や空間イメージに対する意見を発言してもらい、これらの発言をきっかけとし、代替案を検討する。このプロセスを繰り返し、複数の代替案を比較・検討するワークショップの進め方は、合意形成の促進に一定の効果が見込める。特に議論のきっかけとなり、議論の活性化に貢献する。

これらの結果から、二項道路整備に向けた整備素案の検討とルール策定の議論における本支援ツールの活用は、議論の活性化を促進し、合意の促進に有効であることが確認できた。

このような効果を十分に発揮させるためにも、アンケートで指摘された防災性能評価、空間イメージの提供の仕方を改善する必要がある。特に、空間イメージのリアリティの改善やプレゼン方法の改善が必要である。具体的には、空間イメージの構成要素に、人物や車など、スケール感を感じることのできる景観構成要素の追加、道路、敷地境界の表現のリアリティの向上などが挙げられる。

このような空間イメージ表現方法の改善を進めた後、専門家による評価実験から得られた上述の有用性が、実際の住民参加のワークショップの場でも効果を発揮するかどうかの検証も必要である。

今回の実験では、整備の基本方針を検討する段階として、道路整備のルールづくりの場に支援ツールを活用することを想定した。一般に、密集市街地整備に向けた住民と行政の協議の場面としては、今回のような整備の基本方針を検討する段階と具体的な整備を検討する事業計画の段階とに分けられる。それぞれの段階、及びその中でどのような場面かによって、支援ツールの活用の仕方にも変わってくると考えられる。今回の実験結果でも、防災性能評価については、事業レベルでは、地権者の利害関係が大きく影響してくるので、状況に応じて慎重に情報提供を行う必要があること、空間イメージについては、制度や個別の事情に対応する場合には空間イメージの作り込みが必要という指摘が得られた。このように、事業計画段階での支援ツールの活用方法は今後の検討課題である。今後は、様々な場面での活用実験を行い、その結果から場面に応じた支援ツールの活用方法を示すことが重要である。

【参考文献】

1. 篠原修：景観用語辞典 増補改訂版，彰国社，2011
2. 樋口忠彦：景観の構造～ランドスケープとしての日本の空間～，技報堂，1975

第5章 結論

総括

(1)各章で得られた成果及び課題

各章により得られた成果，及び課題を以下にまとめる。

第1章

第1章では，本研究の背景，目的，既往研究の整理，研究方法を述べた。

密集市街地整備に向けた住民と行政の協働による整備素案検討ワークショップにおいて，関係者間相互の合意形成が図りづらいという課題に着目し，合意形成支援技術として，以下の課題を解決することが重要であると仮説を立てた。

ワークショップの場で検討された整備素案に対して，安全性向上の効果と整備後の空間イメージを確認しながら代替案の検討を繰り返し，総合的かつ妥当な案へと合意を図っていくことが必要であると考えられるが，そのような情報提供を可能とするような技術開発は見受けられない。

そこで，本研究では，整備素案検討を目的としたワークショップの合意形成促進を支援するため，議論の現場で検討される整備素案に対し安全性向上の効果と整備実施後の空間イメージの三次元表現を同時に提供できる支援ツールの開発を行うこと，そして，開発した支援ツールが合意形成の促進にどのように役立つのか検証を行うことを目的とした。

第2章

a) 課題整理

第2章では，まず仮定した課題がまちづくりの現場で認識されているかなど，密集市街地整備の合意形成プロセスにおいて合意形成を図るうえでの課題を整理するため，文献調査とヒアリング調査を実施した。その結果，仮定した課題と同様の，以下の課題が，まちづくりの現場において認識されていることが明らかとなった。

- ① 防災性能評価の情報提供に関しては，整備素案による防災性能向上の効果が，その場で定量的・客観的に提示されておらず，住民参加は，整備素案によりどれだけ防災性能が向上するか具体的に把握できない。そのため，市街地整備の必要性を実感できない。
- ② また空間イメージの共有に関しては，整備素案による整備後の空間イメージがその場で提示されていないため，参加住民は整備後のまちがどのようなものか把握できず，各参加者は各々異なるイメージを持ち，共有されない。

b) 支援ツールの在り方

このような課題に対応し、合意形成の促進に資する支援ツールの在り方を検討した。その結果、密集市街地整備の整備素案の検討を目的とした住民参加のワークショップにおいて、参加住民によって検討された整備素案に対し、当研究室でこれまで開発してきた防災性能評価のような、地震災害に対する客観的・定量的な安全性向上の効果と、同時に、建物建替えや公園、道路拡幅などの整備実施後の空間イメージを三次元で視覚的に情報提供することを可能にする、このような支援ツールが必要であると考えた。

第3章

a) ワークショップで活用可能な市街地防災性能評価手法を組み込んだ支援ツールの開発

本研究で開発する支援ツールに搭載する防災性能評価手法は、評価計算に膨大な時間がかかり、ワークショップで住民によって検討された素案に対し、防災性能評価の結果をその場で提示するといった活用は困難であった。

そこで、第3章では、まず防災性能評価手法の計算時間の短縮化を目的とした支援ツールの開発を行い、ワークショップでの防災性能評価手法の活用可能性を検討した。

開発した支援ツールの試験的運用の結果、約7.4haの地区を対象とした場合、延焼危険性評価は約8分、災害時行動困難性評価は約4分で計算することが可能となった。この結果から、10ha程度の規模であれば、ワークショップの現場での防災性能評価手法の活用可能性が高まったと考えた。

b) 防災性能評価結果のその場での提示による合意形成促進に対する効果の検証

このように、インタラクティブ性を向上させた、市街地防災性能評価を組み込んだ支援ツールが、整備素案検討を目的としたワークショップの現場でも本当に活用可能であるのか、どのように合意形成の促進に役立つのか検証するため、密集市街地の市街地整備の実施に向けた活動を実施している地区を対象に実証実験を実施した。その結果、以下の知見を得た。

- ① まちの燃えやすさを示す延焼危険性評価と建物の倒れやすさ、避難の難しさを示す災害時行動困難性評価という防災性能評価の結果と基本情報（建物構造、建築年代、道路幅員など）を照らし合わせることで、まちの燃えやすさ、建物の倒れやすさ、避難の難しさの3点から災害危険性とその原因をより深く理解することが可能である。
- ② 現状市街地のまちの燃えやすさ、建物の倒れやすさ、避難の難しさの3点から災害危険性とその原因をより深く理解、整備素案の評価結果による3点の災害危険性の改善の効果に対する深い理解が可能となり、住民の整備の必要性のより強い認識を促すことに効果的である。
- ③ その場で素案に対する防災性能評価の結果を提供できることにより、それが議論のきっかけとなり、3点の災害危険性からの積極的な意見の発言の促進、具体的な整備素案の検討が促され、議論の活性化に繋がる。
- ④ 特に参加住民によって検討された整備素案を、その場で防災性能評価を行い、結果を表示する

ことは代替案の検討の促進、整備素案の検討内容の質の向上に効果的である。

一方で、今後の課題として以下の点が挙げられる。

- ① 災害時行動困難性評価と比較すると、延焼危険性評価に計算時間を要している。
- ② 評価計算を行うエリアの面積が10ha程度より大きくなると現場での活用は難しい。
- ③ 現時点の実証実験では、住民から意見を引出すことや意見をまとめることに対して、支援ツールの活用がどのような効果をもつのかがまだ十分に検証できていない。更に実証実験を重ねて有用性を検証する必要があると考えられる。

第4章

a) 防災性能評価の結果と空間イメージの同時提供が可能な支援ツールの開発

第4章では、3章での成果である、ワークショップでの活用が可能な市街地防災性能評価手法を組み込んだWebGIS基盤の支援ツールの開発成果に、新たに開発したVR技術を活用した空間イメージ検討支援システムを組み込み、この2つのシステムを内部的に連動させることで、議論の現場で検討された様々な整備素案に対し、防災性能評価の結果と整備実施後の空間イメージの三次元表現を同時に提供できる支援ツールを開発した。

b) 防災性能評価の結果と空間イメージの同時提供による合意形成促進に対する効果の検証

開発した支援ツールが合意形成の促進にどのように役立つのか検証を行うため、旧農村集落地の二項道路整備に向けた取組みが実施されている地区を対象に実証実験を行った。

実証実験の結果、以下の有用性が示された。

1) 現状市街地の防災性能評価とまちの基本情報について

整備素案検討の際にこれらの情報を比較することで、住民の、災害危険性が高い場所とその要因の理解が促される。このような住民間の共通理解が、具体的な整備素案の検討へ繋がる。

2) 整備後のまちの防災性能評価と空間イメージをその場で確認できることについて

本支援ツールを活用し、議論の中で検討された整備素案を反映させた、整備後のまちの防災性能評価と街並みがワークショップの議論の場で提供されることで、参加住民は整備による地震災害に対する安全性向上の効果や街並みの変化の理解・共有が容易になる。この効果により、住民間の災害に強いまちのイメージの共有や整備の重要性・必要性の認識の向上を促す。

3) 支援ツールを活用した住民ワークショップの進め方について

整備後のまちの防災性能評価や空間イメージに対する意見を発言してもらい、これらの発言をきっかけとし、代替案を検討する。このプロセスを繰り返し、複数の代替案を比較・検討するワークショップの進め方は、合意形成の促進に一定の効果が見込める。特に議論のきっかけとなり、議

論の活性化に貢献する。

これらの結果から、二項道路整備に向けた整備素案の検討とルール策定の議論における本支援ツールの活用は、議論の活性化を促進し、合意の促進に有効であることが確認できた。

このような効果を十分に発揮させるためにも、防災性能評価、空間イメージの提供の仕方を改善する必要がある。特に、空間イメージのリアリティの改善やプレゼン方法の改善が必要である。具体的には、本章で検討した空間イメージの構成要素に、人物や車など、スケール感を感じることでできる景観構成要素の追加、道路、敷地境界の表現のリアリティの向上などが挙げられる。

このような空間イメージ表現方法の改善を進めた後、専門家による評価実験から得られた上述の有用性が、実際の住民参加のワークショップの場でも効果を発揮するかどうかの検証も必要である。

今回の実験では、整備の基本方針を検討する段階として、道路整備のルールづくりの場に支援ツールを活用することを想定した。一般に、密集市街地整備に向けた住民と行政の協議の場面としては、今回のような整備の基本方針を検討する段階と具体的な整備を検討する事業計画の段階とに分けられる。それぞれの段階、及びその中でどのような場面かによって、支援ツールの活用の仕方も変わってくると考えられる。今回の実験結果でも、防災性能評価については、事業レベルでは、地権者の利害関係が大きく影響してくるので、状況に応じて慎重に情報提供を行う必要があること、空間イメージについては、制度や個別の事情に対応する場合には空間イメージのつくり込みが必要という指摘が得られた。このように、事業計画段階での支援ツールの活用方法は今後の検討課題である。今後は、様々な場面での活用実験を行い、その結果から場面に応じた支援ツールの活用方法を示すことが重要である。

(2) 本研究成果の位置づけ, 独自性

これまで述べてきたように、本研究では、密集市街地整備の整備素案の検討を目的とした住民参加のワークショップの場において、参加住民によって検討された整備素案の内容を支援ツールに入力することで、その素案によって地震災害に対する安全性向上の効果を示す防災性能評価をその場で客観的・定量的に評価でき、同時に、その防災性能評価と連動して、建物建替えや公園、道路拡幅などの整備実施後の空間イメージを三次元で視覚的に情報提供することを可能にする支援ツールの提案、開発を達成した。

開発した支援ツールは、市街地の防災性能を定量的に評価できる防災性能評価手法と空間イメージ共有手法を、WebGIS技術とVR技術の応用により連動させ、検討された整備案に対し、地震災害に対する安全性向上の効果、整備後のまちなみの情報提供が可能である。このように、定量的な評価が可能な市街地の防災性能評価手法と空間イメージを連動させて同時に情報提供できる点、ワークショップで検討された素案に対し、その場でインタラクティブにそれらの情報を提供できる点（即時性）に特徴があると考えられる。このような支援ツールの開発研究は、国内外において見受けられず、独自性が高い。

開発した支援ツールの有効性については、実証実験から、空間イメージのリアリティの改善など、幾つか課題は残るが、密集市街地整備に向けた整備素案を目的としたワークショップでの本支援ツールの活用は、合意の促進に貢献できる可能性、特に、整備の必要性の認識の向上、議論の活性化代替案検討の促進や検討内容の質（具体性）の促進に貢献できる可能性を示すことができた。

今後は、更に様々な場面での活用実験を行い、その結果から場面に応じた支援ツールの活用方法を示すことが重要である。活用実験の成果を蓄積していくことで、このような支援技術の社会実装を推進させ、住民間の合意形成を促進させ、最終的には、密集市街地の解消の促進に貢献していくことが求められる。

このように、地震国日本における都市計画上の喫緊の課題の一つである“密集市街地の解消”の促進に繋がる可能性を持つ、密集市街地整備に向けた住民と行政の協働による整備素案検討ワークショップでの関係者間の合意形成促進を支援するツールを実際に開発したことにより、ワークショップで検討された整備素案に対し、防災性能評価の結果と空間イメージの、その場での同時提供が可能な技術の欠如という課題の解決に繋がる成果を示した点において、本研究は社会的価値の高い成果と考える。

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にお世話になりました。

豊橋技術科学大学大学院建築・都市システム学系の廣島康裕教授、浅野純一郎准教授には、本論文の審査委員として審査の過程で貴重なご意見を賜りました。豊橋技術科学大学大学院建築・都市システム学系大貝彰教授には、著者の研究室配属以来、指導教員として本研究の構想段階から論文執筆に至るまで、多くのご指導、貴重なご意見を賜りました。深くお礼申し上げます。山口大学工学部感性デザイン工学科の鷗心治教授、山口大学工学部知能情報工学科の多田村克己教授、九州産業大学工学部建築学科の日高圭一郎教授、工学院大学建築学部まちづくり学科の村上正浩准教授、山口大学工学部感性デザイン工学科の小林剛士助教授の皆様には、まちづくりデザインツール研究会にて有用なご意見、ご指摘を承りました。(株)インフォマティクス名古屋支店の皆様には本研究のシステム開発において多くの専門的知識の提供やアドバイス、技術協力をいただきました。豊橋市都市計画課、同市防災危機管理課、大分市都市計画部まちなみ整備課、戸塚地区まちづくり協議会、早稲田大学都市・地域研究所、刈谷市都市整備部まちづくり推進課、東境地区まちづくり協議会、(株)地域計画連合、(株)国際開発コンサルタント名古屋支店の皆様には、資料収集や情報提供、ヒアリング調査、実証実験のためのワークショップやアンケートにご協力いただきました。豊橋技術科学大学建築・都市システム学系大貝都市地域計画研究室の歴代学生諸氏には研究面で多大なご協力をいただきました。

最後に本研究は財団法人堀情報科学振興財団の助成を受けてここまで進めることが出来ました。

以上、この場を借りてお礼申し上げます。

2014年2月28日

豊橋技術科学大学大学院工学研究科 博士後期課程環境・生命工学専攻

辛島一樹