

資料

令和2年度第4回国土技術政策総合研究所研究評価委員会

分科会（第二部会） 議事次第・会議資料

令和2年度第4回国土技術政策総合研究所研究評価委員会分科会（第二部会）

議事次第

日時：令和2年11月4日（水）

場所：WEB開催

1. 開会
2. 国総研所長挨拶
3. 分科会主査挨拶
4. 評価方法・評価結果の扱いについて
5. 議事
 - ＜令和元年度終了の事項立て研究課題の終了時評価＞
 - ・避難所における被災者の健康と安全確保のための設備等改修技術の開発
 - ・建築物のエネルギー消費性能の向上を目指したファサード設計法に関する研究
 - ・多様化する生活支援機能を踏まえた都市構造の分析・評価技術の開発
 - ・地震火災時の通行可能性診断技術の開発
6. 国総研副所長挨拶
7. 閉会

会議資料

	頁
資料1 国土技術政策総合研究所研究評価委員会分科会（第二部会）委員一覧	99
資料2 評価方法・評価結果の扱いについて	100
資料3 研究課題資料	
3-1 避難所における被災者の健康と安全確保のための設備等改修技術の開発	101
3-2 建築物のエネルギー消費性能の向上を目指したファサード設計法に関する研究	109
3-3 多様化する生活支援機能を踏まえた都市構造の分析・評価技術の開発	117
3-4 地震火災時の通行可能性診断技術の開発	125

注) 資料3については、研究評価委員会分科会当日時点のものである。

注) 資料3の一部の図表等について、著作権等の関係により非掲載しております。

国土技術政策総合研究所研究評価委員会 分科会
（第二部会）委員一覧

第二部会

主査

大村 謙二郎

筑波大学名誉教授
G K大村都市計画研究室 代表

委員

伊香賀 俊治

慶應義塾大学理工学部 教授

定行 まり子

日本女子大学家政学部住居学科 教授

清野 明

（一社）住宅生産団体連合会 建築規制合理化委員会
副委員長
三井ホーム(株) 生産技術本部 管事

長谷見 雄二

早稲田大学創造理工学部建築学科 教授

松本 由香

横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院
教授

※五十音順、敬称略

評価方法・評価結果の扱いについて

（第二部会）

1 評価の対象

令和元年度に終了した事項立て研究課題の終了時評価

2 評価の目的

「国の研究開発評価に関する大綱的指針」、「国土交通省研究開発評価指針」に基づき、外部の専門家による客観性と正当性を確保した研究評価を行い、評価結果を今後の研究の目的、計画等へ反映することを目的とする。

3 評価の視点

必要性、効率性、有効性の観点を踏まえ、「研究の実施方法と体制の妥当性」「目標の達成度」について終了時評価を行う。

【必要性】科学的・技術的意義、社会的・経済的意義、目的の妥当性等

【効率性】計画・実施体制の妥当性等

【有効性】目標の達成度、新しい知の創出への貢献、社会・経済への貢献、人材の育成等

評価にあたっては、研究開発課題の目的や内容に応じ、研究課題毎に初期、中期、後期の段階に振り分け、それぞれの段階に応じて、以下の留意すべき点を踏まえた評価を行う。

（初期段階：先進的あるいは挑戦的な取組

中期段階：実用化に向けた取組

後期段階：普及あるいは発展に向けた取組

4 進行方法

（1）評価対象課題に参画等している委員の確認

評価対象課題に参画等している委員がいる場合、対象の委員は当該研究課題の評価には参加できない。（該当なし）

（2）研究課題の説明（10分）

（3）研究課題についての評価（15分）

① 主査及び各委員により研究課題について議論を行う。

② 審議内容、評価用紙等をもとに、主査が総括を行う。

5 評価結果のとりまとめ及び公表

評価結果は審議内容、評価用紙等をもとに、後日、主査名で評価結果としてとりまとめ、議事録とともに公表する。

なお、議事録における発言者名については個人名を記載せず、「主査」、「委員」、「事務局」、「国総研」等として表記する。

6 評価結果の国土技術政策総合研究所研究評価委員会への報告

本日の評価結果について、今年度開催される国土技術政策総合研究所研究評価委員会に分科会から報告を行う。

避難所における被災者の健康と 安全確保のための設備等改修技術の開発

研究代表者	:	建築研究部長	福山 洋
課題発表者	:	設備基準研究室長	平光厚雄
関係研究部	:	建築研究部	
研究期間	:	平成29年度～令和元年度	
研究費総額	:	約35百万円	
技術研究開発の段階	:	初期段階	



National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN



1. 研究開発の背景・課題

背景

- 「南海トラフ巨大地震」、「首都直下地震」のような巨大地震が発生した際には、多くの建築物が損傷を受けて使用不能となり、避難者数は数百万人規模になると予想されている。
- これまでの震災において、避難所生活が長期間に及んでいる。
- 過去の2つの地震(新潟県中越地震、東日本大震災)時では、「設備」、「広さ」、「温熱環境」、「プライバシー」、「音」等が特に問題となっていた。

※避難所の生活環境の問題に対する調査結果

課題

- 熊本地震では、避難所に居づらい、トイレに行く回数を減らすために水分摂取を減らすなどが理由により「エコミークラス症候群」の問題が発生した。
- 避難所における健康被害等が生じないための住環境改善手法の整備が必要であるが、既存の防災対策の指針では、具体的な整備・改修方法の情報が不十分。

※(指針の表現の例:「災害による停電時にも照明などに電気が使えるよう、自家発電設備を整備することも有効」「避難所の良好な生活環境を確保するための運営基準やその取組方法を明確にしておくこと」など)

具体的な解決策の不足、それぞれの関連性や改修手法の情報が不足
⇒手法の取り纏め、建築分野(特に環境分野)の要素技術の活用が不可欠

2. 研究開発の目的・目標

目的・目標

- 避難所の住環境(電気、プライバシー、音環境、光環境、トイレ・衛生環境、温熱環境等)確保のための具体的な手法等を提示する。
 - 電気、水、下水、ガス等のライフライン途絶状況や災害直後からの復旧状況に応じて、対応すべき手法が異なるため、これらの被災条件に応じた対応技術を提示。(「**避難所の健康確保等のための設備計画マニュアル原案**」の作成)
- ↓
- 自治体などの災害対応マニュアルに反映することにより、居住環境を考慮した避難所生活における身体的・精神的健康被害の軽減に貢献する。

必要性

- 「南海トラフ巨大地震」、「首都直下地震」などの巨大地震が発生した際には、多くの建築物が損傷を受けて使用不能となり、避難者数は数百万人規模と予想されている。
- 避難所生活の長期化が予想されるため、避難所における健康被害等が生じないための住環境改善手法の整備が必要。

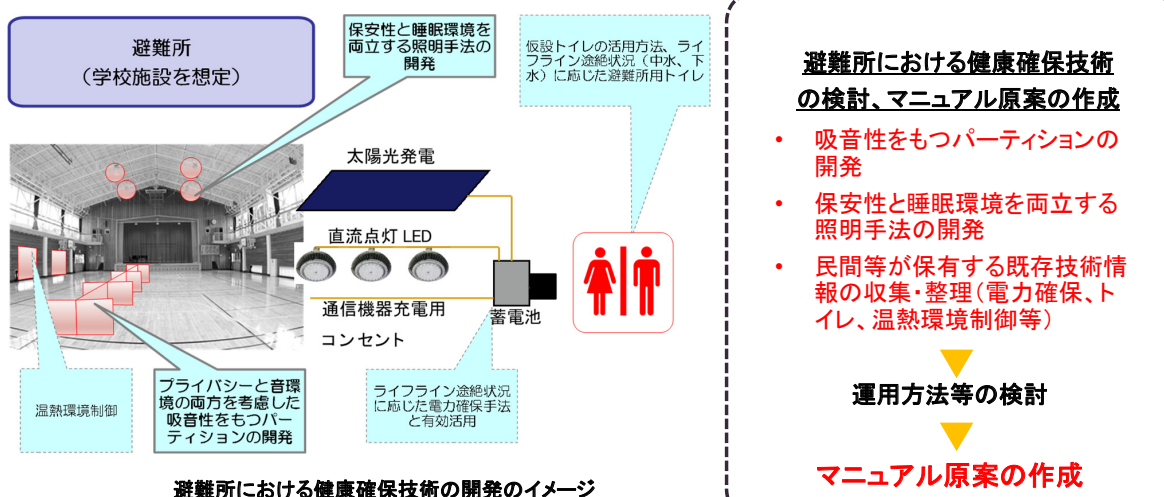
※東日本大震災、阪神・淡路大震災及び中越地震における避難所生活者数の推移

3

3. 研究開発の概要

研究開発の概要

- 震災などによる避難所生活が長期間に及んだ場合、避難所における精神面も含めた健康被害防止と安全確保を行う必要がある。
- そこで避難所の住環境として、トイレ・衛生環境、プライバシー、音・温熱・光環境性能などを確保するための具体的な手法や改修技術について提示し、「**避難所の健康確保等のための設備計画マニュアル原案**」を作成することを目的とする。



4



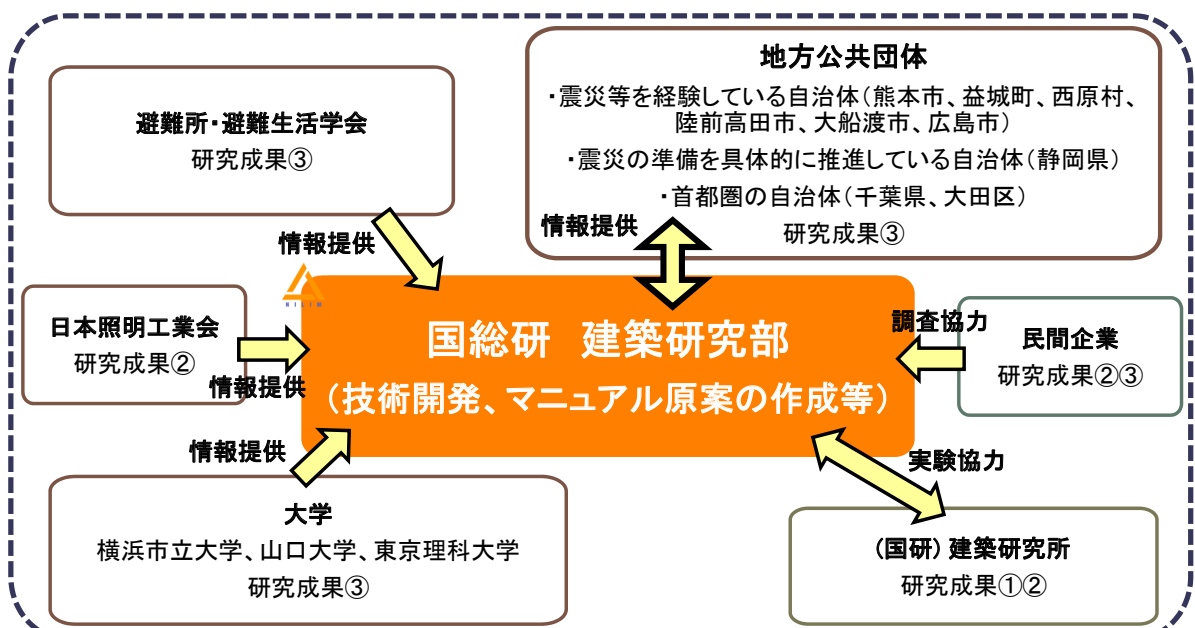
4. 研究のスケジュール

区分(目標、テーマ、分野等)	実施年度			総研究費
	H29	H30	R1	研究費配分
(研究費[百万円])	12	11	11	総額35
① 吸音性をもつパーティションの評価	■			約5 [百万円]
② 保安性と睡眠環境を両立する照明計画の提案	■	■		約5 [百万円]
③ 避難所の健康確保等のための設備計画マニュアル原案の作成	■	■	■	約25 [百万円]

5



5. 研究の実施体制



効率性

本研究は、地方公共団体、避難所・避難生活学会、(国研)建築研究所等と連携するとともに、民間企業等が有する既存技術を活用することにより、効率的に実施した。

6



6. 研究成果:① 吸音性をもつパーティションの評価

課題と対応方針

- 避難が長期化すると、プライバシー保護、快適性向上を求め、音の問題や子供の声などの騒音問題が顕在化
- 音環境とプライバシーの両方を考慮した避難所用パーティションについて試作し、その効果について実験的検討を実施

検討成果

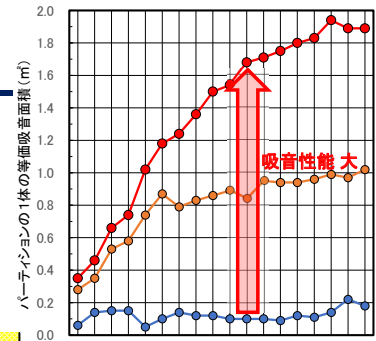
- 吸音材(グラスウール、ロックウール等)を張り付けたパーティションを提案し、体育館内の残響時間の短縮により、喧騒感の低減(音環境性能の改善)を確認

成果の活用方法

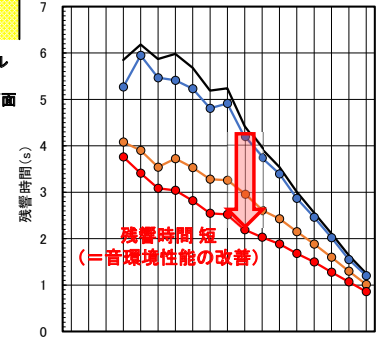
- 「避難所の健康確保等のための設備計画マニュアル原案」に盛り込んで、地方公共団体の防災対策マニュアル等の指針類に反映



パーティションの残響室吸音率測定状況



パーティションの透過吸音面積測定例



パーティション設置による体育館内の残響時間予測計算例



6. 研究成果:② 保安性と睡眠環境を両立する照明手法の提案

課題と対応方針

- 避難所の照明として、避難・防犯のための照明と睡眠時に適した照明が求められるが、これらに必要な明るさは相反する。
- 通常体育館に設置されている照明器具では、特に臥位において光源が眩しく、睡眠時の照明には適さない。
- 仮設できる間接照明器具を開発し、輝度分布に基づく睡眠時の眩しさの程度、および照度分布に基づく保安性について実測・シミュレーションにより確認することで、避難所の新たな照明手法として提案する。

検討成果

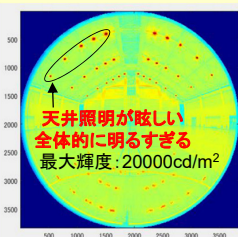
- 睡眠時の眩しさの抑制と保安上の視認性の確保を両立させた仮設間接照明システムを提案。

- ・眩しさの程度は、通常体育館の天井照明と比較して大幅に改善
- ・床面照度分布は、最低限の視認性を確保(非常用照明の照度基準1lx以上)

提案する仮設間接照明システム

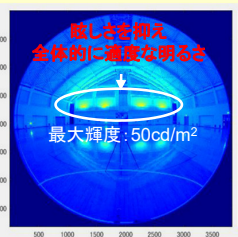


通常天井照明の輝度分布



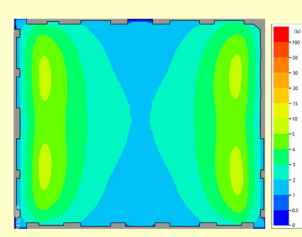
眩しさの指標:
UGR「不快(25以上)」

仮設間接照明の輝度分布



※実測
UGR「感じられない(10未満)」

仮設間接照明時の床面照度分布



※シミュレーション



(参考) 既存の間接照明設置例

成果の活用方法

- 「避難所の健康確保等のための設備計画マニュアル原案」に盛り込んで、地方公共団体の防災対策マニュアル等の指針類に反映



課題と対応方針

○避難所において健康被害等が生じないための建築設備計画について、既存の指針では、定性的な取組みの記述にとどまり、**具体的な整備・改修方法の情報が不十分**



○避難所の住環境確保のための具体的な手法等について、地方公共団体等へのヒアリング調査、学会等との意見交換及び既往の文献や吸音性をもつパーティション(研究成果①)、保安性と睡眠環境を両立する照明手法(研究成果②)の実験等により整理し、**設備計画マニュアル原案を作成**

検討成果

①避難所運営経験者、地方自治体担当者へのヒアリング調査による状況把握と課題抽出

- ・地方公共団体や避難所の実情に応じた**目標レベルの設定**が必要
- ・ライフラインの被害・復旧状況(時系列変化)を考慮する必要性
- ・対策の費用に関する情報の必要性

②避難所の健康確保等のための設備計画マニュアル原案の作成

成果の活用方法

- 避難所の健康確保等のための設備計画マニュアル(案)を国総研ホームページ等で公表
- 地方公共団体の防災対策マニュアル等の指針類に反映

避難所における健康確保等の目標水準の設定

① **重大な健康被害が生じない最低限のレベル**

開放場所: 体育館
使用設備: ポータブル発電機、投光器、体育館トイレ、扇風機、ストーブ等
想定受け入れ人数: 320人

② **過去の避難所事例と同程度のレベル**

開放場所: 体育館+**特別教室**
使用設備: ポータブル発電機、投光器、プール水、体育館トイレ、校舎内トイレ扇風機、ストーブ、ガスによる炊き出し等
想定受け入れ人数: 460人

③ **日常生活に近いレベル**

開放場所: 体育館+**特別教室**+**普通教室**
使用設備: 非常用発電機、蓄電池、LED、貯水機能付き給水管、体育館トイレ、校舎内トイレ、マンホールトイレ、エアコン、給食室による炊き出し等
想定受け入れ人数: 1000人

※条件設定※

- ・発災当日に商用電力、上下水、ガスが途絶
- ・復旧期間は、商用電力1週間、上下水道・ガスは4週間、外部からの支援は物資は発災後1週間後
- ・全校生徒600人程度の学校施設を想定

9



避難所の健康確保等のための設備計画マニュアル原案

目次

- 1 避難所における健康確保等の**目標水準の設定**
- 2 各目標水準において前提とする**建築設備および備蓄物資**
- 3 各目標水準における避難者への**開放場所の整理**
- 4 各目標水準におけるライフライン途絶に対応した**設備機能確保の具体的な手法**
- 5 各種設備等の運用に関する**留意事項**

資料

- I. 災害対応技術として有効な**設備機器に関する情報**
- II. 避難所の健康確保等の目標水準に応じた**設備容量および費用の試算例**

※マニュアル原案については、学校を事例とした検討を行っている。

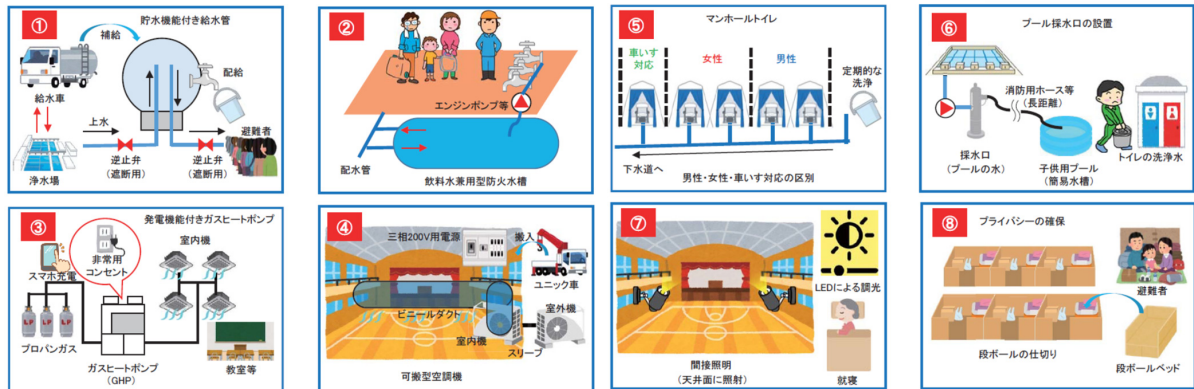
※他の公共施設(公民館、福祉施設等)の所有する設備を確認することにより、これらの施設においても活用が可能。

10

避難所における健康確保等の目標水準の設定



③ 日常生活に近いレベル(イメージ図)



日常生活に近いレベルを達成するための採用手法の例

避難所の健康確保等の目標水準に応じた設備容量および費用の試算例

器具数	同時使用率 (%)	同時使用器具数	器具排水量 (L)	平均排水間隔 (s)	定常流量 (L/s)	定常流量計 (L/s)	参考 (SHASE) 器具排水量 13L 平均排水間隔 130s
10	40	4	5	600	0.0084	0.0034	

日使用時間を17時間(6:00~23:00)の61,200秒とすると、
日排水量(L): $61,200 \times 0.034 \approx 2,080$ (L) となり3日に1回の汲み取りが必要となる。

【イニシャルコスト】

項目	数量	単位	単価(円)	合計(円)	備考
標準テント付マンホールトイレ	9	組	123,000	1,107,000	備蓄品
身障者用テント付マンホールトイレ	1	組	159,000	159,000	備蓄品
手動ポンプ	1	式	450,000	450,000	備蓄品
マンホールトイレシステム部材費	1	式	3,576,720	3,576,720	常設
同上設置費	1	式	2,500,000	2,500,000	
合計				7,792,720	

【ランニングコスト】

- ・し尿廃棄費 $\approx 130/36L$ (参考) 厚木市 2019年
- ・1回汲み取り費: $(2,080/36) \times 130 \approx 7,511$ 円
- ・月汲み取り費: $7,511 \times (30/3) = 75,110$ 円

マンホールトイレの試算例

普通教室(7.5m×9.0m)
床面積=67.5㎡
冷房負荷0.17kW (150kcal/m²)
負荷合計≒12kW

2-相*3kw発電機 3kVA ×2 (参)680×455×555

25kw*2空調機 冷房能力 5.6/6.3kW ×2 (参)490×590×1295

【イニシャルコスト】

項目	数量	単位	単価(円)	合計(円)	備考
スポット空調機	2	台	650,000	1,300,000	備蓄品
ボータブル発電機	2	台	383,000	766,000	備蓄品 (参) G2800IS2
合計				2,066,000	

【ランニングコスト】

<1組当り>

- ・燃料(ガソリン)使用量 1.2L/h 燃料タンク12Lで7.6~18.1時間稼働
- ・日使用時間: 10時間(9:00~19:00)
- ・日燃料消費量: 10(時間) × 1.2(L/h) = 12(L)
- ・燃料費: 12(L) × 7(日) × 140(ガソリン代) = 11,760(円)
- 計: 2組 23,520(円)

スポット空調機の試算例



7. 成果の普及等

- 成果の普及(予定)
 - 「**避難所の健康確保等のための設備計画マニュアル(案)**」を、**今年度中にHP等で公表**する。
- 今後の課題
 - 避難所における**新型コロナウイルス感染症等への対応についての情報**や**新技術の情報**を追加する。
- 発表論文
 - 山口秀樹、平光厚雄:避難所生活におけるライフライン状況の変化と設備機能代替手法に関する調査、日本建築学会大会梗概集、都市計画、pp.1009-1010、2018
 - 山口秀樹、平光厚雄:学校施設における避難所機能確保のための設備計画に関する検討、日本建築学会大会梗概集、建築計画、pp.907-908、2020

13



8. 事前評価時の指摘事項と対応

事前評価時の指摘事項	対応
・医療や健康などの他分野の技術開発、民間の技術開発を集約すると共に、それらの開発をインスパイヤする研究展開をされたい。	学会員の多くが医師が所属している避難所・避難生活学会と情報交換を行いながら研究開発を進めた。また、段ボールベッドの状況や効果などの情報を収集した。大空間での吸音確保のため、パーティションに吸音性能をもたせた新たな製品等の開発を提案した。国内の照明に関する業界団体である日本照明工業会と情報交換を行いながら研究開発をすすめた。
・必要な技術開発について民間企業のアイデアを活用されたい。	避難所の一定の生活環境を確保するために必要な要素技術について、民間企業等が有する既存技術を活用した。
・研究の立ち上げにあたり、最近の避難所での問題点、可能性について論点を整理して、本研究の技術開発に役立てられたい。 ・震災を経験している自治体・していない自治体等、どの自治体を対象に交流するかを整理されたい。 ・研究の推進にあたってはいくつかの自治体との密接な意見交換も必要である。	震災等を経験している自治体(熊本市、益城町、西原村、陸前高田市、大船渡市、広島市)、震災の準備を具体的に推進している自治体(静岡県)、首都圏の自治体(千葉県、大田区)において、担当者からヒアリング調査を行い、これまでの問題点、課題等を整理した。
・避難所生活では、短期・中期・長期に必要なことは異なると思われるので、時期にあった課題対策を考えられたい。	避難期間の違いにおける避難者数の変化、ニーズの変化、ライフラインや物流の状況変化を考慮したシナリオを想定し、それに対応した要素技術を提示した。

14



9. まとめ

研究開発の目的	研究開発の目標	研究成果	研究成果の活用方法 (施策への反映・効果等)	目標の達成度	備考
避難所における被災者の健康と安全確保のための改修技術の開発	①吸音性をもつパーティションの評価	・吸音材(グラスウール、ロックウール等)を張り付けたパーティションを提案し、体育館内の残響時間の短縮し、喧騒感の低減(音環境性能の改善)を確認	・成果の社会実装として、国総研ホームページ等で公表予定 ・防災対策を策定する地方公共団体の防災対策マニュアル等の指針類に反映	○	
	②保安性と睡眠環境を両立する照明計画の提案	・睡眠時の眩しさの抑制と保安上の視認性の確保を両立させた仮設間接照明システムを提案			
	③避難所の健康確保等のための設備計画マニュアル原案の作成	・過去の震災等で開設された避難所での状況、課題を抽出 ・ 避難所の健康確保等のための設備計画マニュアル原案を作成			

＜目標の達成度＞ ◎:目標を達成することに加え、目標以外の成果も出すことができた。 ○:目標を達成できた。
 △:あまり目標を達成できなかった。 ×:ほとんど目標を達成できなかった。

有効性

成果である「避難所の健康確保等のための設備計画マニュアル原案」は、具体的な整備・改修方法等の情報が不十分であった地方公共団体の防災対策指針等において、避難所生活レベルの目標や予算の設定を行うことが可能となり、地方公共団体の取り組みを支援することができる。その結果、被災者の避難所生活における身体的・精神的健康被害の軽減に貢献することとなる。

建築物のエネルギー消費性能の向上を目指した ファサード設計法に関する研究

研究代表者	:	住宅研究部長 長谷川 洋
課題発表者	:	建築環境研究室長 三木保弘
研究期間	:	平成29年度～令和元年度
研究費総額	:	約34百万円
技術研究開発の段階	:	中期段階



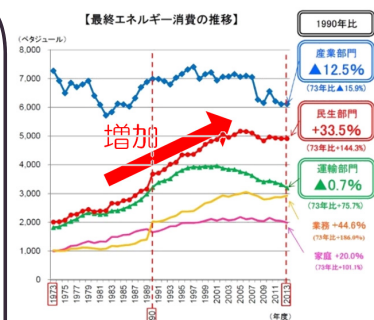
National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN



1. 研究開発の背景

背景

- 建築物のCO₂排出量は2030年までに2013年比40%の削減が求められている。※「日本の約束草案」平成27年7月
 - 建築物のエネルギー消費量が大半を占める**民生部門（業務・家庭）は増加**。
 - 建築物の省エネルギー対策は不可欠。
- 省エネルギー基準は、建築物で使用される**一次エネルギー消費量**を評価。
 - 省エネルギー基準は平成31年までに段階的**適合義務化**。
- 建築物の**更なる省エネルギー化**に向け、**各種省エネルギー技術の向上、普及・促進が必要**。



出典：平成25年度エネルギー需給実績（資源エネルギー庁）

図 部門別エネルギー消費量の推移

- 建築物の省エネルギーは「設備設計」に委ねる傾向。
 - 設備機器の高効率化に伴い、省エネルギーは「設備設計」中心となり「**意匠設計**」における**ファサードデザインの関心は低下**。
※ファサードデザイン=外壁、窓、屋根などの外皮設計
- 設備機器の効率向上には限界がある。※LEDは200lm/Wが上限など
 - 設備にかかる「負荷」自体の削減が重要**。

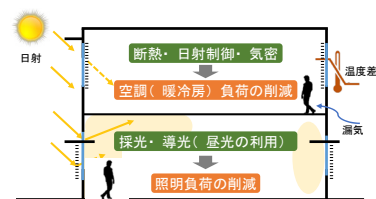


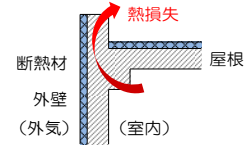
図 ファサードデザインによる「負荷削減」の例



2. 研究開発の課題・目的・目標

課題

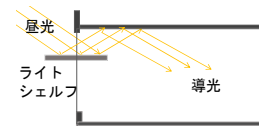
- 建築物の更なる省エネルギー化の達成には、高効率機器の導入（設備設計）だけでなく**建築設計プロセスの上流側であるファサードデザイン（外皮設計）を見直すことが必要だが、以下の課題がある。**
 - エネルギー消費量に影響を及ぼす**ファサードの個別性能の評価**
 - （例）- 熱橋部の熱損失の影響、断熱性能と室内温度分布の関係
 - ライトシェルフなどの導光効果の評価
 - ファサードデザインによる空調設備や照明設備等への**複合的影響を考慮したエネルギー消費性能の評価**
 - （例）- 窓面積による空調負荷増加と照明負荷減少の関係
 - 建築計画（室の配置や方位など）とエネルギー消費の関係



【外壁と屋根などの取り合い部や、柱・梁廻りは熱損失が大】
【熱橋部における熱損失の例】



【断熱性能と室内温度分布の例】



【ライトシェルフによる導光の例】

図 ファサード個別性能の評価の例

目的・目標

- エネルギー消費量に影響する**ファサードの個別性能の評価法**の開発
- ファサードの空調設備や照明設備等への**複合的影響を考慮したエネルギー消費性能の評価法**の開発
- エネルギー消費性能の向上を目指した**ファサード設計法**の整備
→ 評価法は、省エネルギー基準の次期見直しの際に基準化を見込む。

必要性

- 建築物の更なる省エネルギー化が不可欠だが、**設備機器の効率向上には限界がある。**
- 建築設計プロセス上流側の**ファサードデザイン**を見直し、**空調負荷・照明負荷等の削減が重要**
- ファサードデザインの**省エネ効果の定量的な評価法**、及び、**ファサード設計法が必要。**

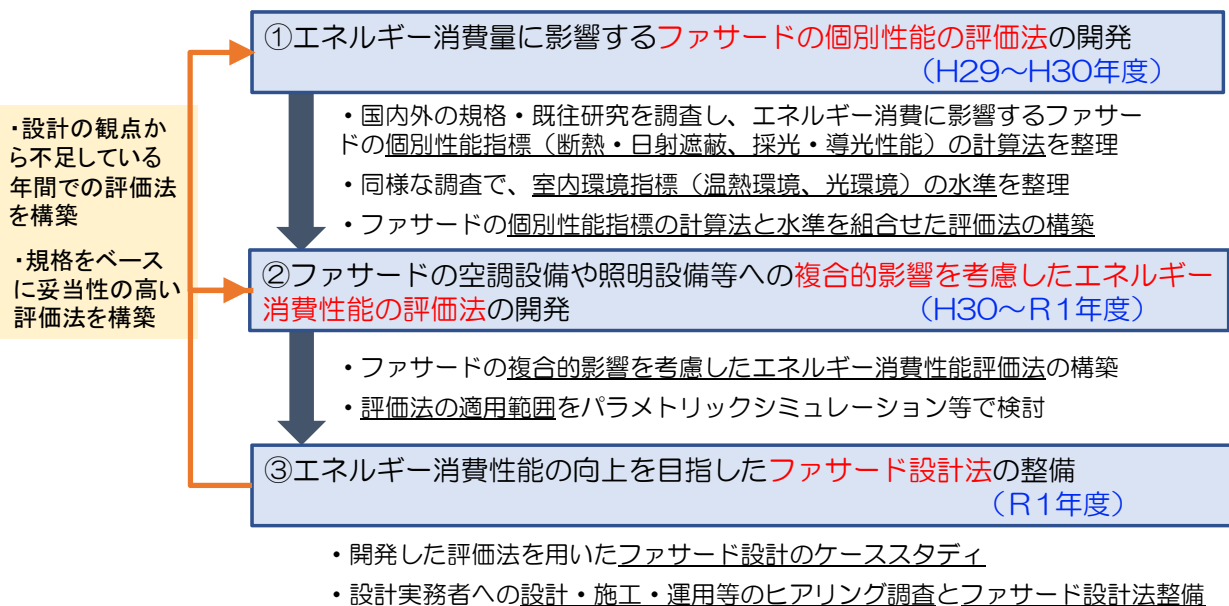
3



3. 研究開発の概要

研究開発の概要

- 建築物の更なる省エネルギー化の達成には、高効率機器の導入（設備設計）だけでなく、建築設計プロセスの上流側であるファサードデザイン（外皮設計）を見直すことが必要である。また、ファサードデザインは、空調設備や照明設備などのエネルギー消費量に複合的な影響を及ぼす。
- そこで、それらの影響を統合的に考慮した定量的な評価法、及び、ファサード設計法を構築する。



4



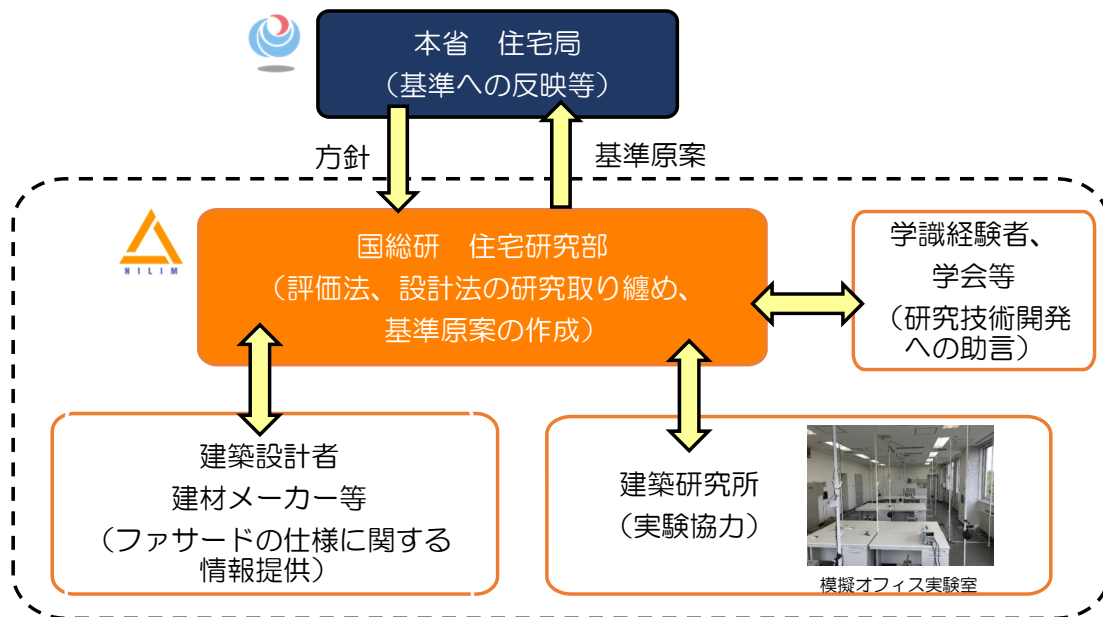
4. 研究のスケジュール

区分（目標、テーマ、分野等）	実施年度			総研究費
	H29	H30	R1	研究費配分
（研究費 [百万円]）	12	11	11	総額34
① エネルギー消費量に影響するファサードの個別性能の評価法の開発	ファサードの個別性能指標の計算法の整理 室内環境指標の水準の整理 個別性能指標の計算法と水準を組合せた評価法の構築			約12 [百万円]
② ファサードの空調設備や照明設備等への複合的影響を考慮したエネルギー消費性能の評価法の開発		ファサードの複合的影響を考慮した評価法の構築 評価法の適用範囲の検討		約11 [百万円]
③ エネルギー消費性能の向上を目指したファサード設計法の整備		ファサード設計のケーススタディ ヒアリング調査と設計法整備		約11 [百万円]

5



5. 研究の実施体制



効率性

建築設計者や建材メーカー等と連携し、ファサードに関する情報を効率良く収集。これまでの国総研の技術検討成果や学会等における既往の知見を最大限に活用（省エネ基準における評価法策定を通じ、設計において何が評価できていないかという視点を活かす）。

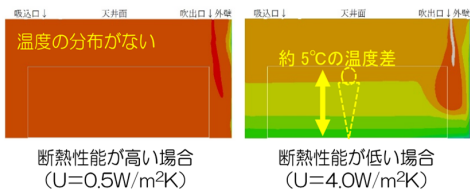
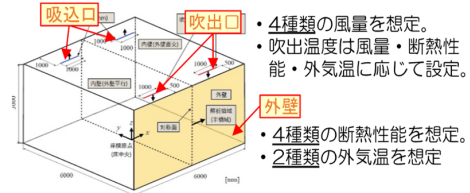
6



6. 研究成果:① エネルギー消費量に影響するファサードの個別性能の評価法の開発

個別指標の計算法と水準を組合せた評価法

- 国内外規格・研究の調査から、エネルギー消費量に影響するファサード個別性能の計算法を整理
 - 断熱・日射遮蔽性能は、国内外ともに現状で問題なく、採光・導光性能は、可視光透過率や窓面積率に加え、太陽位置・天候や室形状も性能に関係し、室全体として幾何学的計算を行う必要がある。
- 国内外規格・研究の調査から、設計者が使用できる年間の室内環境指標の水準を整理
 - 温熱環境は、上下温度差など不均一な環境の指標・水準がある。しかし、年間で温熱環境を予測するには、設計者に困難な計算が必要なため、断熱・日射遮蔽による年間の簡便な指標・水準として室温は一定で整理。
 - 断熱性能による冬場の暖房時の温熱環境の数値流体解析(CFD)を実施し、不均一な環境については設計者が理解しやすい情報を別途整備。
 - 光環境は、欧米では、時々刻々の詳細計算による先進的な指標・水準が規格化。しかし、欧米と日本で執務状況(個室、大部屋)が異なり、そのまま活用はできない。採光・導光による光環境を年間で簡便に確保するため、窓面のまぶしさ(グレア)を、ブラインド角度固定もしくは規格に基づく自動制御の角度設定で防ぐ手法で整理。



図：断熱性能と冬場の暖房時の温熱環境 CFD

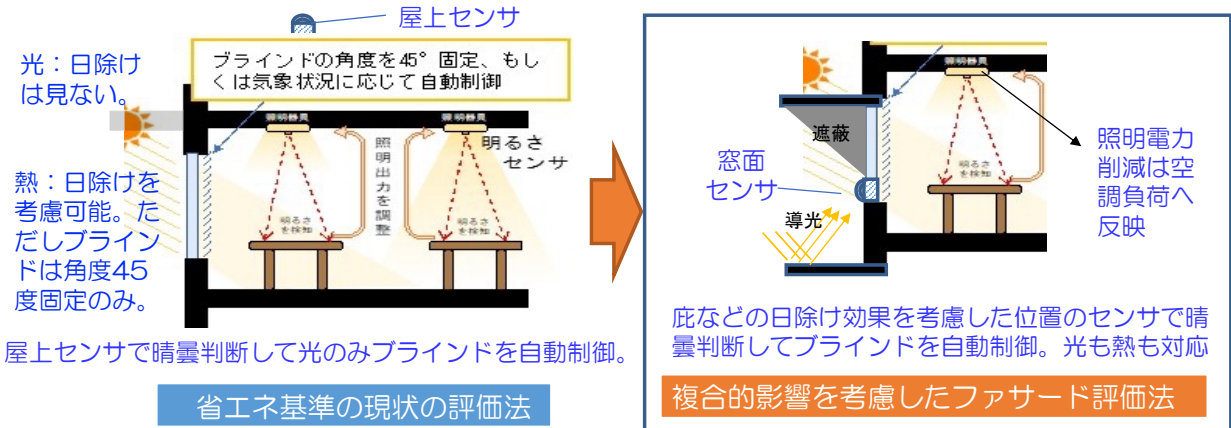
- 上記のファサード個別性能指標の計算法と室内環境の水準の組合せで、エネルギー消費量に影響するファサード個別性能の評価法を構築



6. 研究成果:② ファサードの空調・照明設備への複合的影響を考慮したエネルギー消費性能の評価法の開発

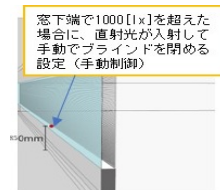
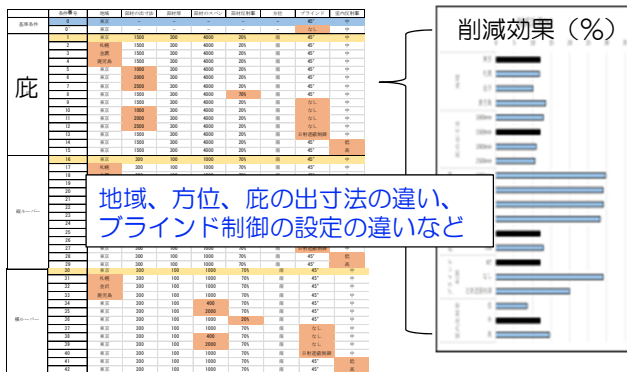
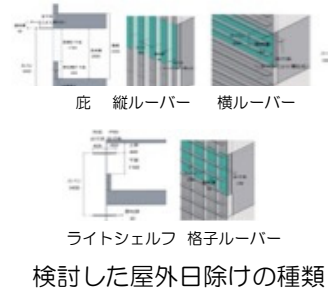
複合的影響を考慮した評価法

- 省エネ基準におけるファサード評価法の現状と、設計で評価できない光・熱の連成要件の抽出
 - 省エネ基準では、ファサードの評価は熱と光で異なる。
 - 熱は、日射遮蔽が主眼でガラス+ブラインド角度45度固定のみ、庇等も考慮可(日除け効果係数)。
 - 光は、ガラス+ブラインド45度固定、もしくは、ガラス+曇天時に開ける自動制御ブラインドに対応。庇等の遮蔽や導光などは非対応。
- 既往規格などに基づく妥当性の高い空調・照明設備への複合的影響を考慮したファサードの年間での評価法を構築
 - ※学術的に広く用いられるソフトウェアRadiance、EnergyPlusを使用
 - 屋外日除けの有無+ガラス+固定・手動・自動御ブラインドで、窓面の眩しさ(グレア)を制御する設定⇒時々刻々の日射遮蔽(断熱含む)による熱負荷、採光・導光による光環境を計算※。
 - 明るさセンサで調光された照明エネルギーを空調設備(室温一定設定)の熱負荷に反映



評価法の適用範囲をパラメトリックシミュレーション等で検討

- 構築した評価法について、省エネ基準のモデル建物でファサード（屋外日除け+ガラス+ブラインド設定組合せ）のパラメトリックシミュレーションを行い、どのようなファサードの仕様・設定であれば、評価法として適用可能か検討。
- ブラインドの手動制御については、正しく運用すれば自動に次いで省エネ効果があり、設計法としては良いが、運用の妥当性が低いため、省エネ性能の基準化に向けた評価法としては難しい。
- その他、日射熱で透過率が可変するガラスは単独では評価法に適用できないことを実験等で検討。



在室者がまぶしく感じた時間に閉じ、その日はそのままという想定
ブラインド手動制御

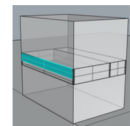


日射熱で透過率が変わるサーモクロミックガラス。単独ではまぶしさが消えず、寒い場合は透過率は変化しない。

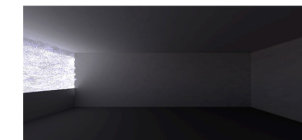
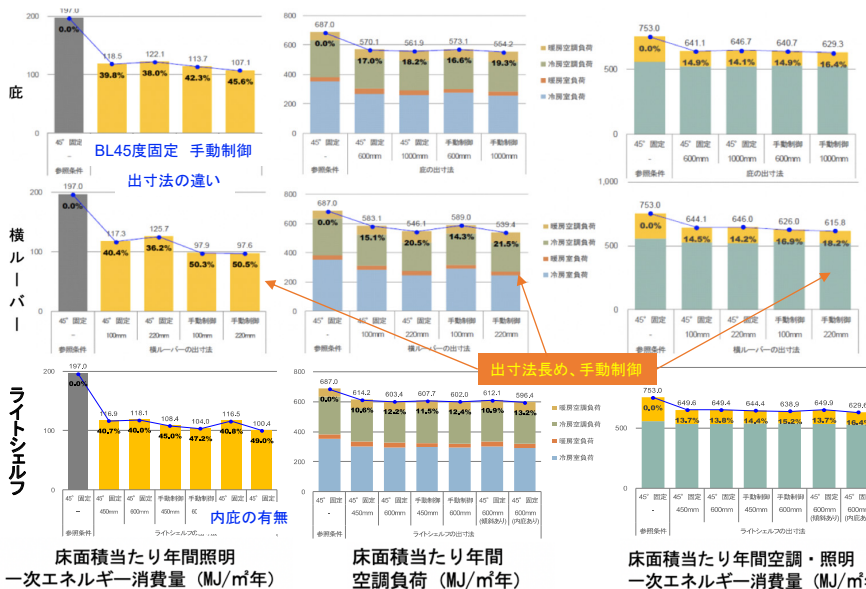
ファサード仕様等を変化させたパラメトリックシミュレーション例

目安として設計者が参考にしやすくするためのファサード設計のケーススタディ

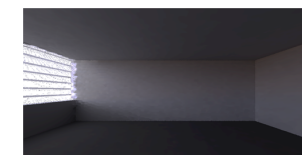
- ファサードの影響が大きい中規模建物(室奥8m)を想定、LEDと標準的な空調で評価法を試行。
- 既製品を想定した横ルーバーとブラインド手動制御は、日射遮蔽と導光で高い省エネ効果となり、室内もクリアを防いで室奥まで明るく光環境も良好。ライトシェルフは設計が難しく、室内側に庇を張り出してもクリアが生じる場合があるなど有用な定量的知見を得た。
- ファサードの工夫により、照明削減も反映して空調負荷は2割削減可能。空調設備の効率や容量の最適化を考慮すると、年間一次エネルギー消費量は2割削減可能と推定される。



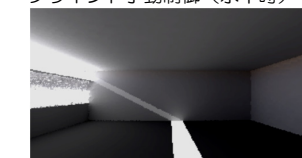
建物の外観



参考: ブラインド角度45度固定



横ルーバー+ブラインド手動制御 (水平時)



ライトシェルフ+下部ブラインド角度45度固定

実務者ヒアリングによる設計に係る留意点調査と設計技術資料の整理

- ファサードの種類ごとにケーススタディーの内容によるエネルギー消費性能・室内環境の関係や設計・施工・運用時（メンテナンス含む）の留意点を設計実務者にヒアリングした内容について、省エネファサード設計のための技術資料として整理。
- 技術資料をもとに、今後、省エネファサード設計ガイドラインを作成する。

4.1 庇

1) 日射制御に関する主な機能

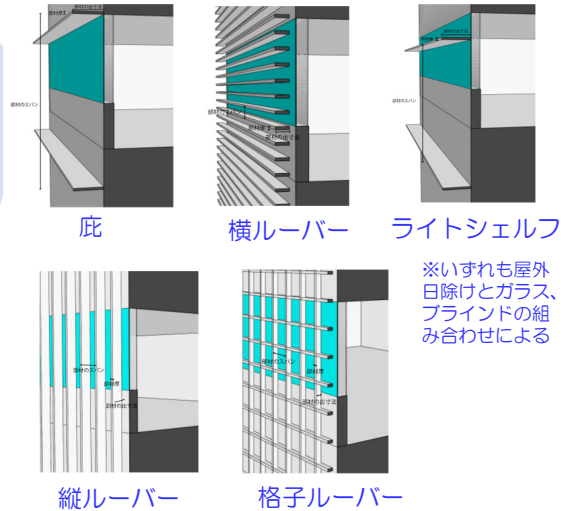
- 上方からの日射に対する遮蔽機能
- 庇の寸法を変えることにより、太陽高度に対する日射遮蔽効果を変化させることが可能
- 下階の庇上部の反射による、室内への導光効果

2) 設計上の配慮事項

- 庇には冬期に積雪や氷柱（つらら）などが発生する可能性がある。このため、庇の部材厚や形状を調整して、雪や雨が溜まりにくい配慮を行う必要がある。グレーチングタイプなど目透かしになっている部材は水が溜まらないので、積雪や氷柱対策として有効。
- 庇の反射率や日射透過率なども考慮に入れて設計を行う。反射率は、下階の庇上部からの反射による日射が期待できるが、グレアの発生要因となる場合があるので注意する。庇の材料として、グレーチングタイプや膜素材などを利用したものは、日射の透過率を制御することができる。
- 非常出入口付近に設ける場合には庇の寸法や位置に注意する。出入口の下部に設ける場合には、消防隊が上部に乗ることを考慮して荷重設計を行う。

3) 建物運用上、メンテナンス上の配慮事項

- 庇の寸法や配置についてはガラス面の清掃作業を考慮する。
- ブラケット部などの外壁からの突き出し部について、水密性、気密性の確保が必要となる。また、シーリング材などの定期的な交換を行う必要がある。
- 劣化の確認や部材のゆるみ等の目視確認、部材の修繕などを容易に行えるように、取付け部の位置やメンテナンス方法を考慮する。



屋外日除けの種類と、これに基づくファサードの設計・施工・運用時の留意点（庇の例）

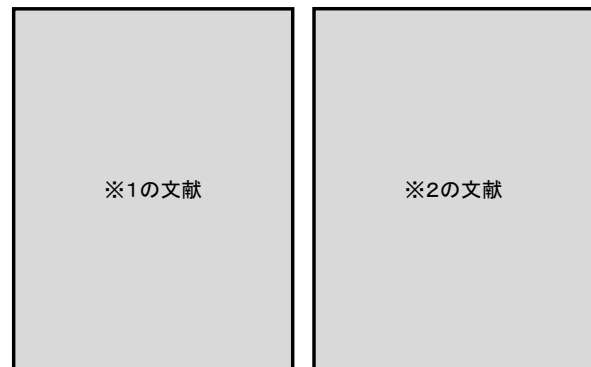
11

実施済みの内容

- 採光用開口の設計における風光制御と熱環境の関係の考え方をISO規格に反映（日本提案）。※1 (2019年出版)
- 風光利用と照明の観点から、空調負荷との関係を設計フローにしたブックレットを試行的に作成。 ※2 (建築環境・省エネルギー機構より2018年出版)

参考

- 本課題の光と熱の統合的設計における環境要素間のトレードオフの考え方を生かし、現在、ISOの建築環境設計の統合的な外皮設計に関するテクニカルレポート（TR）を作成中（日本提案）。



今後の研究の展開と普及

- 整理した設計法の技術資料をもとに、省エネファサード設計ガイドライン作成に向けた継続的なフォローアップ体制を構築
 - 「建築設計プロセスに配慮した省エネファサードの設計資料に関する研究」
 - 設計ガイドラインは、より中小規模向け、かつ在室人員密度が減る可能性がある今後の建築物において役に立つ内容であり、その観点での関連規格を含めた実務者講習などの普及も想定される。
- 評価法の成果を、省エネルギー基準に反映していく作業体制を構築。
 - R2年度～R4建築基準整備促進事業 課題名「E14 非住宅建築物の開口部に係る先進的な技術と空調・照明設備との一体的な省エネ性能の評価手法の検討」

12



7. 成果の普及等（発表論文等一覧）

・ 発表論文等

昼光の年間計算及び評価指標に関する研究

- ・ 吉澤望, 三木保弘, 山口秀樹, 田村仁人: 昼光利用によるオフィスの照明エネルギー削減効果の系統的検討, 東京圏の年間標準気象データを用いたシミュレーションによる検討, 日本建築学会環境系論文集, 第83巻 747号 pp. 425-434, 2018年
- ・ 高安結子, 三木保弘, 吉澤望, 山口秀樹: 昼光照明の年間評価指標sDA/ASEにする基礎的検討-日本国内の執務空間を対象として-, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2018年

断熱性能と室内温度分布の関係に関する研究

- ・ 赤嶺嘉彦(当時国総研), 今野雅, 澤地孝男: 非住宅建築物の暖房時における室内温度気流分布に関する研究 その1 ラインディフューザを有する室内気流CFD解析の精度検証, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2019年
- ・ 今野雅, 赤嶺嘉彦(当時国総研), 澤地孝男: 非住宅建築物の暖房時における室内温度気流分布に関する研究 その2 暖房時の外壁断熱性能と空調吹き出し風量による温熱環境への影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2019年

日射熱に感じ透過率が可変するガラスのファサード性能に関する研究

- ・ 谷口景一郎, 吉澤望, 松本駿太, 野崎海地, 細川仁規, 三木保弘, 堀慶朗, 児島輝樹: 熱負荷シミュレーション・光環境シミュレーションの連携による窓面の自立的透過光制御の年間熱負荷・照明エネルギー消費量削減効果の検討(第1報) 年間熱負荷シミュレーションによるサーモクロミックガラスの光学特性および熱負荷削減効果の算出, 空気調和衛生工学会大会論文集, 2020年
- ・ 細川仁規, 谷口景一郎, 児島輝樹, 堀慶朗, 松本駿太, 野崎海地, 吉澤望, 三木保弘: 熱負荷シミュレーション・光環境シミュレーションの連携による窓面の自律的透過光制御の年間熱負荷・照明エネルギー消費量削減効果の検討(第2報) 光環境シミュレーションによる算出結果と実測との比較および導入効果の検討, 空気調和衛生工学会大会論文集, 2020年

後付けブラインドの導光効果に関する研究(既存改修へ対応)

- ・ 野崎海地, 細川仁規, 松本駿太, 吉澤望, 三木保弘: 採光ブラインドの光環境解析手法の検討及び導光効果の把握, 照明学会全国大会論文集, 3P-01, 2020年

13



8. 事前評価時の指摘事項と対応

事前評価時の指摘事項	対応
<ul style="list-style-type: none"> ・ 新築だけでなく、既存建築物の改修、集合住宅も視野に入れてほしい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 評価法自体は、既存建築物の改修でも基本的に同じであるが、既製品を活用したファサードをケーススタディで検討し、さらに後付けの採光ブラインドについても検討することで、既存改修で対応しやすい設計法となるよう留意した。 ・ また、自動制御だけでなく、手動制御の運用も設計法として入れて、集合住宅におけるブラインド制御の省エネ効果を設計として把握しやすいようにした。
<ul style="list-style-type: none"> ・ ファサード設計で維持管理、耐震性、火災安全性への配慮をお願いしたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設計実務者へのファサード設計に関するヒアリングにおいて、メンテナンスや安全性なども含めた設計法の情報収集を行った。
<ul style="list-style-type: none"> ・ ケーススタディをされるとよい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建築設計者と意見交換の上、建物の規模やファサードの方位を考慮し、上述の既製品の部材を想定したケーススタディを行って設計法に反映した。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 諸外国の事情も踏まえられたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国際規格等を調査し、専門家と意見交換をしながら国内外の指標・計算法、水準など最新動向を踏まえて検討を進めた。

14



9. まとめ

研究開発の目的	研究開発の目標	研究成果	研究成果の活用方法 (施策への反映・効果等)	目標の達成度	備考
ファサードの「エネルギー消費性能の評価法の開発」と「設計法の整備」	①エネルギー消費量に影響するファサードの個別性能の評価法の開発	<ul style="list-style-type: none"> 設計者が使用可能かという観点で、国内外の規格・研究を調査し、躯体（断熱）や庇・ブラインド等（日射遮蔽、採光、導光）のエネルギー消費量に影響する個別性能指標の計算法および室内環境水準を整理。 計算法と水準を組み合わせた評価法を構築。 	省エネルギー基準に反映 <ul style="list-style-type: none"> 省エネルギー基準における評価基準原案の作成 評価支援ツール（プログラム等）の充実 設計を幅広く評価自体はできるようにしておき、基準へ反映する際に、妥当性を考慮して行う方針。 	○	
	②ファサードの空調設備や照明設備等への複合的影響を考慮したエネルギー消費性能の評価法の開発	<ul style="list-style-type: none"> 時々刻々の光・熱の年間シミュレーションにより、既往規格に基づき妥当性がある空調・照明設備への複合的影響を考慮したファサードによるエネルギー消費性能評価法を構築。 評価法の適用範囲について、適用できないケースや既存建物への適用可能性も検討。 	<ul style="list-style-type: none"> 設計を幅広く評価自体はできるようにしておき、基準へ反映する際に、妥当性を考慮して行う方針。 現在、次の告示改正時に向け、建築基準整備促進事業の省エネの課題を実施中。 	○	
	③エネルギー消費性能の向上を目指したファサード設計法の整備	<ul style="list-style-type: none"> ファサードデザインの影響が大きい中規模建物における既製品部材の活用や、運用の工夫を踏まえた、効果のある実用的なケーススタディを実施。 ファサードで負荷が2割、空調設備最適化でエネルギー消費量は2割削減が見込まれる。 設計上の配慮事項（メンテナンスなど）を含め、知見を省エネファサード設計のための技術資料として整理。 	省エネファサード設計法を公開 <ul style="list-style-type: none"> 設計法の根幹となる考え方は、既にISOの設計規格等へ反映。 フォローアップの研究を加え、更なる省エネルギー化に向けた省エネファサード設計ガイドラインとして公開。 意匠設計者の意識を変え、より省エネな建築物の普及（良質な社会資本ストックの確保）に繋がる。 	◎	

<目標の達成度> ◎:目標を達成することに加え、目標以外の成果も出すことができた。 ○:目標を達成できた。
 △:あまり目標を達成できなかった。 ×:ほとんど目標を達成できなかった。

有効性

- ・意匠設計者の意識を変え、更なる省エネルギーを実現する建築物の普及（良質な社会資本ストックの確保）を実現。
- ・ファサードデザインにより、室内の温度や明るさの分布を最小限に抑えることで、設備機器が設計意図通りに運用され、省エネルギーの実効性が確保される。

多様化する生活支援機能を踏まえた都市構造の 分析・評価技術の開発

研究代表者 : 都市研究部 都市施設研究室長 新階寛恭
 課題発表者 : 都市研究部 都市施設研究室長 新階寛恭
 関係研究部 : 都市研究部、道路交通研究部
 研究期間 : 平成29年度～令和元年度
 研究費総額 : 約35百万円
 技術研究開発の段階 : 初期段階



National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN



1. 研究開発の背景・課題

背景

○人口減少・超高齢社会のもと、都市の持続可能性・生産性向上が課題。全国で都市のコンパクト化の取組み。
 ○長いスパンでみて、都市規模や地域特性等に応じて、「コンパクト化の方向性」には多様な可能性。

現在の「コンパクトシティ」の一般的な考え方

1点集中型
(串と団子)

地域特性等を考慮

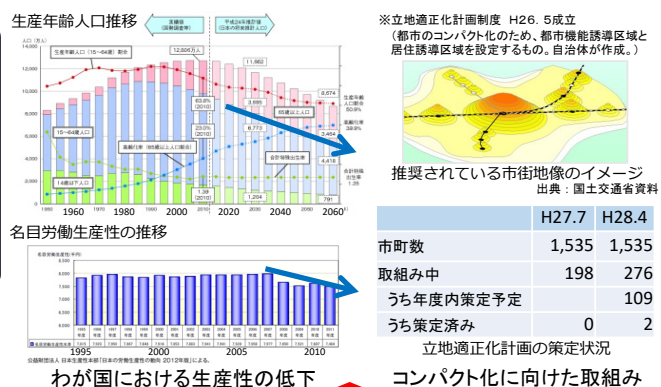
「コンパクト化の方向性」には多様なバリエーション

課題

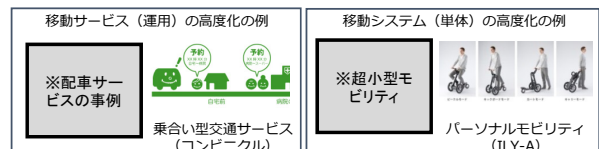
○「1点集中型」の考え方だけでは、例えば小さな集積が分散するような地方都市等への適用に一定の限界。
 ○新たな生活様式やDX等への適応。

もう一つの社会動向

○生活支援機能(拠点施設や交通機能等)は急速に多様化・進化。
 ○多様な「コンパクトシティ」の実現可能性が拡大。



地方公共団体の声(例): (国交省による自治体ヒアリング結果より)
 「補助要件(生活拠点区域は中心拠点区域から5km以内)が合致しない(T市)」
 「都市機能誘導区域は連担、生活拠点区域も狭い範囲に多数配置させたい(D市)」
 「生活拠点を結ぶ交通手段確保」「医療施設は日常生活圏に点在させた(Y市)」等



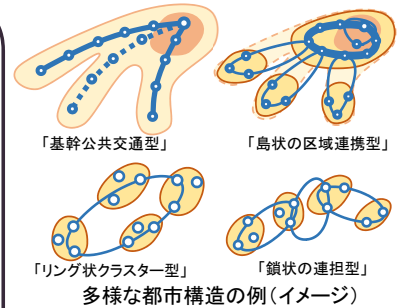
生活支援機能の急速な多様化・進化



2. 研究開発の目的・目標

必要性

- 生活の質・暮らしやすさ向上のため「都市のコンパクト化」を目指し、立地適正化計画の策定推進が必要。
- 近年の生活支援機能の多様化・進化に伴い、実現可能な「コンパクトな都市構造」の選択肢も多様化。
- 多様な「コンパクト化の方向性」の提示とともにそのために必要な条件を明らかにし、多様な選択肢の中から地域特性にあった適切な都市構造を選択できるようにするための客観的な分析・評価ツールが必要。



目的・目標

- ICT技術の進展に伴うコンビニ等の多機能化・社会インフラ化、遠隔医療や移動支所、無人配達、自動運転や小型車両等の交通技術の進化等の生活サービスの供給方法の多様化・進化を踏まえて、地域ごとに適切な都市構造が選択可能となるツールを開発。
- アウトカム: ・高齢者等全ての人にとって暮らしやすく、持続可能性・生産性の高い都市の増加
・立地適正化計画を策定する地方公共団体の増加



多様な都市構造の成立条件としての様々な技術の動向(例)

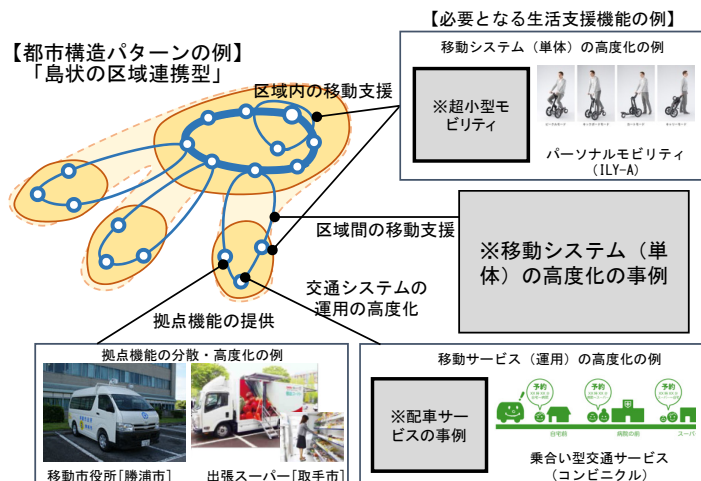
3



3. 研究開発の概要

①生活支援機能及び都市構造の分類体系化

- 多様化する生活支援機能および現況都市構造に関する情報収集
- 多様化する生活支援機能および都市構造の分類整理



②生活支援機能を考慮した都市構造評価手法の構築

- 多様化する生活支援機能の導入効果の評価
- 多様化する生活支援機能を考慮した都市構造の評価指標の整理

- 多様化する生活支援機能を考慮した都市構造の評価手法の構築

③ケーススタディ

- ケーススタディ都市の選定
- ケーススタディによる都市構造評価手法の検証

4



4. 研究のスケジュール

区分（目標、テーマ、分野等）	実施年度			研究費総額
	H29	H30	R1	研究費配分
（研究費〔百万円〕）	12.41	11.45	11.19	総額35
① 生活支援機能及び都市構造の分類体系化	多様化する生活支援機能及び現況都市構造に関する情報収集 多様化する生活支援機能及び都市構造の分類整理			約8 〔百万円〕
② 生活支援機能を考慮した都市構造評価手法の構築		多様化する生活支援機能の導入効果の評価 多様化する生活支援機能を考慮した都市構造の評価指標の整理	多様化する生活支援機能を考慮した都市構造評価手法の構築	約18 〔百万円〕
③ ケーススタディによる都市構造評価手法の検証	ケーススタディ都市の選定		ケーススタディによる都市構造評価手法の検証	約8 〔百万円〕

効率性

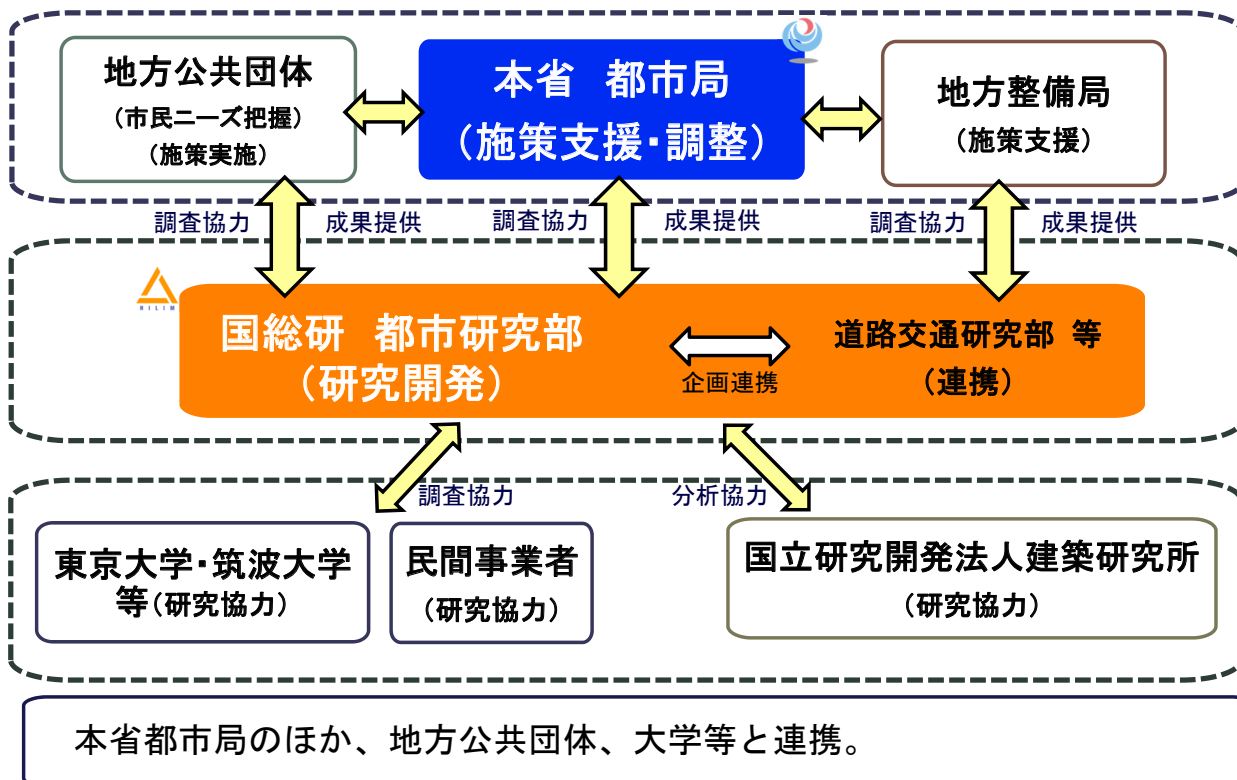
開発にあたっては、土地利用・都市交通・市街地整備を担う研究室が連携し、既開発ツールを、新技術等による効果が反映できるよう活用(改良)することにより効率的に実施する。

本研究で開発したツールを用いることにより、地方公共団体が追加的支出を行うことなく、各々の都市規模や地域特性に応じた適切な都市構造の選択およびそのために必要な条件の抽出が可能となり、都市経営コストの抑制とあわせて暮らしやすさの向上に資する立地適正化計画策定・見直しがスムーズに行われるようになる。

5



5. 研究の実施体制



6



6. 研究成果:① 生活支援機能及び都市構造の分類体系化

生活支援機能について、サービスのタイプおよび機能分類ごとに整理したうえで、情報収集を行った。

表 サービスのタイプおよび生活支援機能の分類に応じた主な取組み事例

サービスのタイプ	サービス内容	機能						
		商業	金融	医療	福祉(介護)	福祉(児童)	教育・文化	行政
施設系	○事業者等が運営する施設において利用者にサービスを提供するもの 	道の駅(日用品販売) ○美山ふれあい広場(京都府南丹市)	インスタプラランチ ○イオン銀行	医療介護複合施設 ○廃校の活用(三重県度会町(医)吉創会)	○おひさま園(協同組合 Sia神奈川)	事業所内保育所	学校施設複合化 ○南砺市立利賀小・中学校	駅サービス窓口 ○さいたま市
在宅系	○事業者等が在宅の利用者にサービスを提供するもの 	宅配(ドローン)(無人配送)(宅配BOX) ○マンションペラダへの宅配実験(千葉市(楽天))	ネットバンク ○J-Debit	遠隔医療 ○遠隔診療サービス「MediTel」	介護代行 ○ニチイの介護サービス	在宅保育 ○株式会社キッズライン	遠隔教育 ○高知県立高等学校	電子自治体 ○北海道(HARP構想)
移動系	○事業者等が移動して利用者にサービスを提供するもの 	移動スーパー ○移動スーパー「とくし丸」 ○ローソン移動販売サービス 移動販売「とくし丸」	移動銀行 ○静岡銀行「しずぎんクルリア」	移動診療所 ○瀬戸内海巡回診療船「済生丸」 巡回診療船「済生丸」	介護タクシー ○(株)全国介護タクシー協会	移動図書館「ひまわり号」 	移動図書館 ○三鷹市「移動図書館ひまわり号」	移動支所 ○三重県紀宝町「移動支所」
代行系	○事業者等に代わり住民等が利用者にサービスを提供するもの 	共同商店 ○大分県中津市「みんなのお店やまくに」 「みんなのお店やまくに」	—	—	—	「隠岐国学習センター」 	公立塾 ○島根県「隠岐国学習センター」	—

※他に、複合機能として「コンビニエンスストア」(宅配便受取、配送、ATM、証明書交付、介護サービス等)も含む

○主な事例

7



6. 研究成果:① 生活支援機能及び都市構造の分類体系化

都市構造を、主に3つの独自指標を用いて性格の異なる4つのタイプに類型化した。

ねらい：地方公共団体が自都市の位置づけを確認するため

指標A 人口の集積度

[40人/ha以上の人口集積があるメッシュ]の割合

指標B 人口集積エリアの空間的散らばり

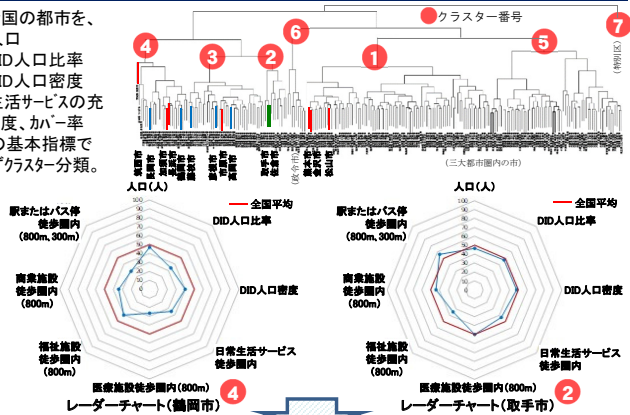
[40人/ha以上のメッシュと人口重心との距離の二乗] × [メッシュ人口の総人口に対する割合]の総計 / メッシュ総面積

指標C 人口集積エリアへの施設の近さ

[施設から半径500mの円]及び[40人/ha以上メッシュ]が重なる面積 / [施設から半径500mの円]の面積の総和

I「集積・集約型」	II「集積・多心型」
人口集積エリアが多かつまとまっており、施設立地も近い。	クラスター状に人口集積エリアが分布している一方で、生活サービス施設立地はクラスターに近い。
III「非集積・連担型」	IV「非集積・拡散型」
市街地はある程度連担しているものの、人口集積は低く、施設立地も近くない。	市街地が拡散しており、人口集積は低く、施設立地も近くない。

■全国の都市を、
・人口
・DID人口比率
・DID人口密度
・生活サービスの充足度、カバー率等の基本指標でまずクラスター分類。



■さらに3つの独自指標をもとに類型化。

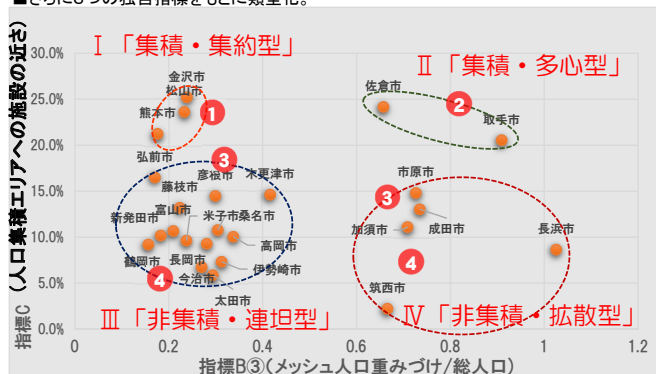


図1 (人口集積エリアの空間的散らばり)と(施設立地)からみた都市構造 8



6. 研究成果:② 生活支援機能を考慮した都市構造評価手法の構築

生活支援機能の分類ごとに、導入効果および都市構造変化への影響度合を整理した。

機能	施設サービス	想定される導入効果	導入の課題等	都市構造変化への影響度合
商業	施設サービス(設置型)	・買物などの機能の確保	・人口減少による運営リスクの増大(事業者)	◎
	在宅サービス(宅配など)	・高齢者など買物が困難な人へのサービス提供	・利用が少ない地域におけるコスト負担(事業者)	○
	移動サービス(移動スーパーなど)	・買物が不便な地域、高齢者等への生活必需品の提供	・運営コストなどの負担(事業者) ・品揃え、提供時間の制約など(利用者)	○
	代行サービス(共同店舗など)	・身近な商業施設として生活必需品の提供	・運営主体の維持、採算性の低さ(事業者)	○
金融	施設サービス(設置型)	・機能の確保	・人口減少による運営リスクの増大(事業者)	◎
	移動サービス(移動銀行など)	・不便な地域への金融サービス提供	・運営者(銀行)などの存在 ・提供時間の制約など(利用者)	○
医療	施設サービス(医療介護複合施設等)	・一貫した地域への医療・福祉サービスの提供	・看護師などの人材確保(事業者)	◎
	移動サービス(移動診療所など)	・不便な地域への医療サービス提供	・巡回診療の許可手続き(事業者)	○
	代行サービス(遠隔医療など)	・医師が少ないなど不便な地域への医療サービス提供	—	○
福祉(介護)	代行サービス(介護代行など)	・介護サービスの補完	・利用料金負担が高い(利用者) ・運営者の不足	—
	移動サービス(介護タクシーなど)	・移動が自力で困難な人へのサービス提供	・採算性が低い(事業者)	—
福祉(児童)	施設サービス(事業所内保育所)	・子育て支援のサービス提供	・運営費の負担 ・立場所の制約	—
	移動サービス(訪問保育)	・特定のケースなどへのサービス提供	・利用料金が割高(利用者)	—
教育・文化	施設サービス(学校施設複合化)	・他の公共サービスとの複合化	—	◎
	施設サービス(遠隔教育)	・離島などの遠隔地へのサービス提供	・デジタル機器の設置、人材の確保(事業者)	○
	移動サービス(移動図書館)	・不便な地域へのサービス提供	・車両、職員の確保	—
行政	施設サービス(駅サービス窓口)	・利用者の利便性向上	・職員の人員費拡大	—
	代行サービス(電子自治体)	・効率的・効果的な行政サービス提供	・専任組織、人材確保	—
	移動サービス(移動支所)	・不便な地域へのサービス提供	—	○
コンビニエンスストア	施設サービス(多機能化、代行サービスなど)	・不便な地域におけるワンストップサービスの提供	・経営者の高齢化等による店舗不足など	◎

(次頁に、対応する評価指標を整理)

9



6. 研究成果:② 生活支援機能を考慮した都市構造評価手法の構築

生活支援機能によってもたらされる導入効果を測るための評価指標・算出方法を整理した。
これをもとに、都市全体における効果(持続可能性)を図るための評価指標・算出方法を整理した。

■生活支援機能の導入効果を測るための評価指標および算出方法

※ ねらい: 地方公共団体が(成果①に基づく)自都市の位置づけを踏まえて目指す姿や必要な方策を見極めるようにするため

項目	評価指標	算出方法	
想定される導入効果	アクセス利便性効果	施設から〇分内のカバー人口	施設から一定時間内の居住人口/総人口
	居住継続性への寄与度	居住継続する判断への寄与率	住民へのアンケートなど
	施設立地に伴う人口定着	施設から一定距離内の人口	施設から一定距離内の人口 × 距離帯別利用率 など
	生活安心感効果	存在することに対する安心感	(性別年齢階層別の安心感を得る比率) × 一定距離内の属性別人口
	非日常的な場の提供	施設が提供するサービスへの満足度	住民へのアンケートなど

個別に効果の認められる生活支援機能が、都市全体にどのような効果・便益をもたらすか

■都市全体での効果(持続可能性)を測るための評価指標および算出方法

項目	想定する指標	算出方法	
効果(便益)	施設へのアクセス性	施設へのアクセシビリティ	最寄施設までの所要時間 × メッシュ人口 ÷ 全メッシュ人口の総計
	支援機能のサービスを受用できる機会	施設から〇分内のカバー人口 新たなサービス享受の機会	施設から一定時間内の居住人口/総人口
	施設選択の可能性	複数の施設を選択可能(一定距離内の施設数)かどうか	(一定時間内の施設利用可能時間) × 施設数 / 施設までの距離の総和
	利用者の満足度等	居住地区から利用可能なサービスの満足度の総和	利用施設の満足度 × (1/アクセシビリティ)の総和
費用	必要な生活支援機能維持のための運営費	施設別の運営費用	類似施設からの設定
	新たな生活サービス機能整備のための費用	新規サービス機能確保のための整備・運営費用	類似施設からの設定
	サービス運行(運営)に必要なインフラ行政コスト	既存公共交通等の維持費用 道路維持費	公共交通網総距離 × 年間運行本数 × 利用者数(対象範囲人口 × 利用率) × 運行経費 道路延長 × 維持費用

10

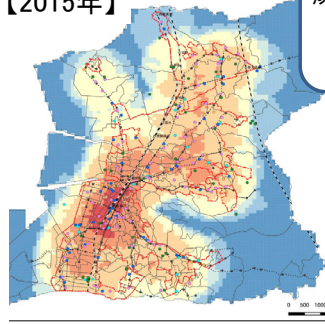
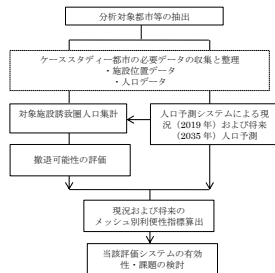


6. 研究成果:③ ケーススタディによる都市構造評価手法の検証

具体的な都市を対象に、現況及び将来の「生活利便性」に関する評価指標値を算出し比較分析を行った。

ケーススタディ都市：大牟田市（人口約12万人） 【2015年】

対象とする生活支援機能		維持に必要な規模
商業	スーパー等	3,000人/施設
	コンビニ	3,000人/施設
医療	診療所	1,400人/施設
福祉	高齢者介護福祉施設	65歳以上人口 1,000人/施設
	児童福祉施設(保育所等)	0~6歳人口 400人/施設

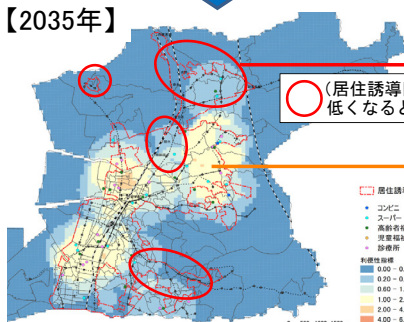


成果：
評価指標検討により、将来の生活利便性の地域特性が見える化され、分かりやすくなった

将来的に商業・医療等の生活利便性が低下するため、
①新たな生活支援機能あるいは移動性向上による工夫
または
②都市域の縮小が必要となるエリア

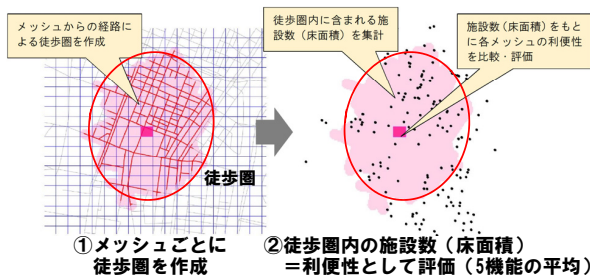
図2 ケーススタディの条件および手順

【2035年】



○(居住誘導区域のうち)利便性が低くなると考えられるエリア

従来型の生活支援機能でも、一定の利便性が維持できるエリア



①メッシュごとに徒歩圏を作成 ②徒歩圏内の施設数(床面積)を算出 ③施設数(床面積)をもとに各メッシュの利便性を比較・評価

図3 生活利便性評価の方法

今回、利便性が低下するエリアが見える化されたことで、新たな生活支援機能や新たなモビリティによる移動性向上とあわせて将来の都市構造のあり方が検討可能であることが示唆された。



6. 研究成果:③ ケーススタディによる都市構造評価手法の検証

具体的な都市を対象に、「移動性」および「コスト」に関する評価指標値を算出し比較分析を行った。

ケーススタディにおける評価項目および評価指標

指標	主な対象	評価項目	評価指標
1	利用者	公共交通ネットワークと目的地(OD)の整合性	公共交通によるODカバー率
2		利用者のサービスへのアクセスしやすさ	公共交通に乗れるまでの所要時間
3		利用者のトリップ当たりの移動のサービス水準	公共交通での移動にかかる所要時間
4	事業者	交通事業者の運営コスト	利用者1人当りの交通事業者コスト
5	都市経営主体	都市全体における交通に関するトータルコスト	都市全体の交通コスト

ケーススタディ都市
(長野県中野市(人口約5万人))



ケーススタディの設定条件

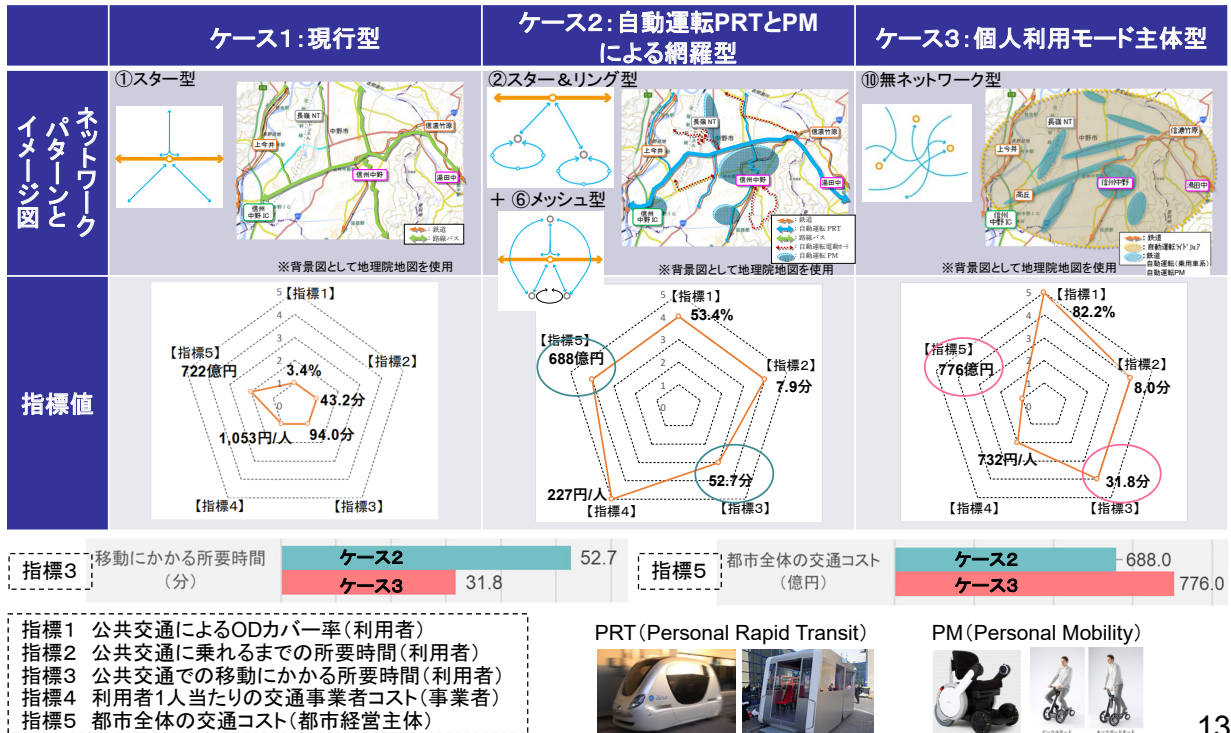
(利用者)
・自宅出発 → 代表的な生活支援機能まで移動
・生活支援機能までの所要時間を算出
・全出発地のゾーン別人口を乗じて集計(事業者)
・事業者単位で総コストを集計



6. 研究成果:③ ケーススタディによる都市構造評価手法の検証

3種類のケースを設定し「移動性」および「コスト」に関する評価指標値を算出し比較分析を行った。

個人利用・少人数乗車タイプの交通モードによる移動が多数過ぎると、移動の所要時間（個々の移動の利便性）は向上しても、公共交通の運行コストや都市全体の移動に係るコストは増加する（コンパクトとはいえない）可能性が生じる結果となった。



13



7. 成果の普及等

研究成果

都市規模や地域特性に応じた「効果的な都市構造」の選択や、そのために必要な生活支援機能等の条件の抽出が可能となる、都市構造分析・評価ツールの新規開発。



手引きの作成・周知

（多様な都市構造におけるコンパクト化に伴う効果を簡易に評価できるツール）



研究成果の活用

地方公共団体等における活用

- ①地域特性に応じた暮らしやすさの向上に資する立地適正化計画策定・見直し（都市機能誘導区域や居住誘導区域等の設定・再設定）に活用
※2020年頃以降、全国で見直しが本格化
- ②地域公共交通網形成計画検討に活用
- ③社会動向に適応した生活支援機能の誘導・誘致のための施策検討に活用
※リモートワークの進展や郊外住宅地の再注目等、コロナ下での新たな生活様式の普及や、DX（デジタルトランスフォーメーション）の推進等に伴う新たな施策にも対応

等

手引き 構成（案）

- I 将来の都市構造の考え方
- II 生活支援機能および都市構造の種類・事例
- III 生活支援機能の効果および都市構造への影響
- IV 1) 生活支援機能の導入効果に関する評価指標と算出方法
2) 多様化する生活支援機能を考慮した都市構造の評価指標と算出方法
- V 都市構造の評価を踏まえた、持続可能な都市形成に向けた地域特性に応じたまちづくり方策の考え方について

14



8. 事前評価時の指摘事項と対応

事前評価時の指摘事項	対応
都市構造と生活支援機能との関連について分かりやすく整理する	都市構造と生活支援機能との関連性や相互影響について、例えば人口の集積度合いとサービスの近接性との関係等の観点から、視覚化しつつ整理
インフラ整備・インフラマネジメントコストを低減するだけでなく、総合的に生活の質を維持・向上していくことにも配慮し、他分野との連携についても考慮	都市経営（インフラマネジメント等）のコスト低減の観点だけでなく、他分野（医療等）も含め総合的な生活の質の維持・向上の観点にも留意して評価指標を設定
既存の生活支援機能をどのように活用することができるのかについての分析も重要	既存の生活支援機能についても、複合化や共同運営など、多様な活用可能性を検討
事例調査において良い事例だけでなく、良くない事例も含める	都市構造が拡散し生活サービスレベルが低下してしまったような事例も含めて幅広く事例調査を実施
どれくらいのタイムスパンでコンパクト化を目指すのかのプロセスを想定した施策、技術開発シナリオを考える	コンパクト化を進めるにあたっての短期・中期のプロセスを考慮した段階的な視点も含めて、都市構造の分析・評価ツールについて検討
健康の観点（地域包括ケアなどの厚生労働省の施策）についても目を向けておく	健康医療分野に関する先進事例の分析も行いつつ、介護サービスの受けやすさや病院への通いやすさ、歩きやすさ等についても評価指標に含めることにより、健康医療分野等の他分野にも留意して検討
都市のコンパクト化の評価項目として、「歩きたくなる」「歩かせる」まちづくりによる住民の身体活動量増進とそれによる医療費・介護費の軽減効果も含める	
行政サイドだけではなく、市民側の意見も汲む	利用者の視点を考慮して評価指標を設定し検討

15



9. まとめ

研究開発の目的	研究開発の目標	研究成果	研究成果の活用方法	目標の達成度	備考
地域特性に応じた都市構造の選択と実現の支援。	①生活支援機能及び都市構造の分類体系化	・都市規模や地域特性に応じた「効果的な都市構造」の選択や、そのために必要な条件の抽出が可能となる、都市構造分析・評価ツールの新規開発。	立地適正化計画（都市機能誘導区域や居住誘導区域等の設定）策定・見直しのための指針に寄与 地方公共団体による地域特性に合ったより効果的な計画の策定を支援する参考資料となるよう、多様な都市構造におけるコンパクト化に伴う効果を簡易に評価できる手引きとして周知予定。	○	
	②生活支援機能を考慮した都市構造評価手法の構築			○	
	③ケーススタディによる都市構造評価手法の検証			○	

<目標の達成度> ◎:目標を達成することに加え、目標以外の成果も出すことができた。 ○:目標を達成できた。
△:あまり目標を達成できなかった。 ×:ほとんど目標を達成できなかった。

有効性

1点集中型だけではない、多様な「コンパクトシティ」の可能性や、それらを目指すための道筋を示すことができた。
大都市・中核的都市だけでなく、地方都市においても、都市経営コストを抑えつつ暮らしやすさの向上に資する、持続可能で生産性の高い都市づくりの実現可能性向上に貢献することが期待される。

16

地震火災時の通行可能性診断技術の開発

研究代表者	:	都市防災研究室長 竹谷修一
課題発表者	:	都市防災研究室長 竹谷修一
関係研究部	:	都市研究部
研究期間	:	平成29年度～令和元年度
研究費総額	:	約35百万円
技術研究開発の段階	:	中期段階



National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN



1. 研究開発の背景・課題

背景

- 阪神・淡路大震災では、もはや発生しないと思われていた市街地大火が発生、東日本大震災でも大火は発生
- 大規模地震時には、放任火災となる市街地火災が発生することが想定される
- 首都直下地震の被害想定では、火災焼失棟数約41万棟、火災による死者数約1万6千人と推定されている

※阪神・淡路大震災次の火災の様子

課題

道路が通行出来なくなる要因：
建物倒壊、電柱倒壊、ビル等からの落下物、放置車両、道路・道路橋被害、**火災**・・・

- ↓
- 大量の避難者の発生、緊急車両の通行が発生する中、火災による道路の通行可能性について検討がされていない

※焼失棟数の分布図(被害想定)



2. 研究開発の目的・目標

目的・目標

地震火災発生時の通行可能性を簡易に診断する技術を開発し、避難、緊急車両の通行の円滑化を図るための、事前の道路通行止め・迂回路計画を支援

アウトプット:地震火災発生時に備えた事前の通行止め・迂回路設定必要箇所の判断技術

アウトカム:的確な通行止め、啓開・代替ルート確保等による地震火災発生時の通行可能性向上による広域避難の円滑化、救出・救護活動の円滑化



必要性

首都直下地震緊急対策推進基本計画(H27/3閣議決定)においては、インフラの多重化、応急対策のための行動を綿密にシミュレートして対策を具体化すること、避難路の確保等を求めている。

※人々の流動状況のイメージ図

3



3. 研究開発の概要

研究開発の概要

- 今後発生すると想定されている首都直下地震、南海トラフ地震等においては、建物倒壊等の多大な被害が発生するとともに、火災の発生が想定されている。
- 人的被害等の軽減に際しては、緊急車両の通行や広域避難場所への避難を円滑化する必要がある。
- 本研究では、火災発生下における通行可能性の診断技術を開発し、避難、緊急車両の通行の円滑化を図るための、事前の道路通行止め及び迂回路計画を支援するものである。

4



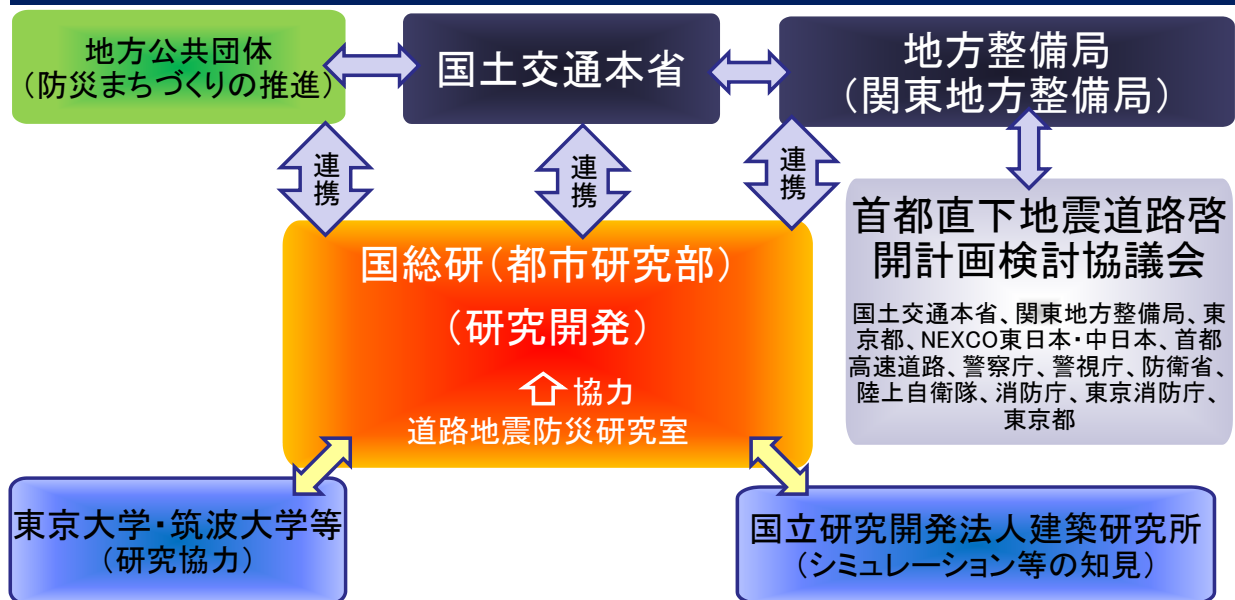
4. 研究のスケジュール

区分(目標、テーマ、分野等)	実施年度			研究費総額
	H29	H30	R1	研究費配分
(研究費[百万円])	12	12	11	総額35
① 地震時の火災外力設定	延焼領域設定の検討 市街地に応じた発熱量の算定			約12 [百万円]
② 沿道建物による遮熱効果の判定	沿道建物状況に応じた遮熱効果算定	通行可能性の評価		約9 [百万円]
③ 地震火災時の通行可能性判定指標	市街地データの整備	ケーススタディ	指標の作成	約14 [百万円]

5



5. 研究の実施体制



効率性

国土交通本省、地方整備局、地方公共団体等と連携し、行政ニーズを取り入れることにより、開発した成果が利用しやすいものとなるよう効率的に進める。また、技術的知見を有する大学、国立研究開発法人建築研究所と連携し、研究の効率的・合理的な実施を図った。

6

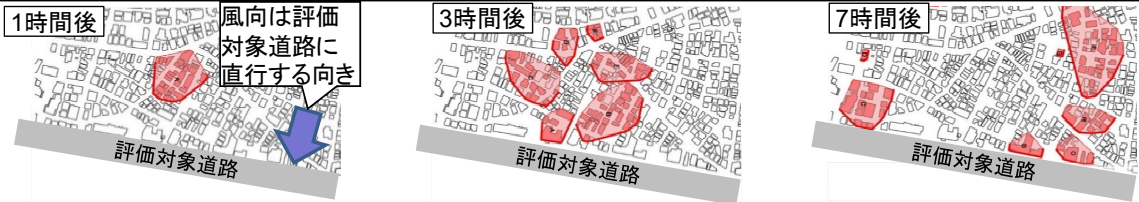


6. 研究成果:①地震時の火災外力設定 (風向・風速及び出火点の設定手法の検討)

- どのような地震火災を設定するかについて検討し、以下の手法を提案。

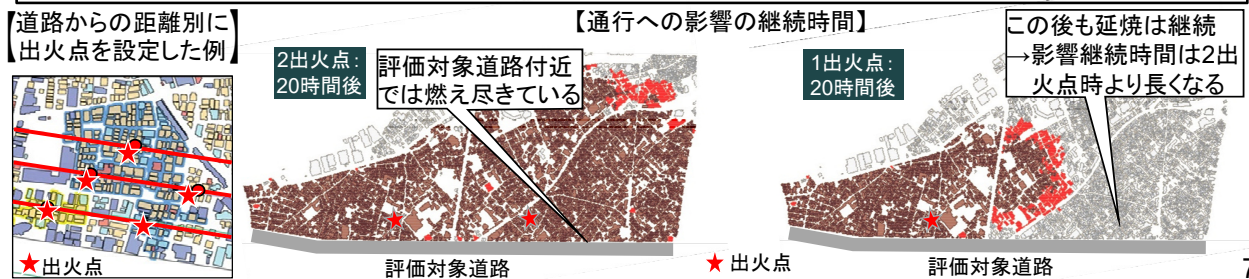
火災 同時延焼領域は時間によって推移し、また、特定の時間の同時延焼領域で評価すれば、通行に影響する継続する時間等が分からないため、**延焼シミュレーションで時刻別の輻射熱量等を求める。**

風速・風向 卓越風向と評価対象道路に直交する風向とで試算し、道路に直交する方が安全側の評価となることから、**評価対象道路に直交する風向とする。** 弱風下と強風下で道路への影響が異なることが確認されたことから、**複数の風速(平均風速、その2倍、3倍等)で評価する。**



出火点 通行に影響が生じるまでの時間は、道路から出火点の距離に依存することから、**出火点は1回の計算では1箇所とし、道路からの距離別に出火点の位置を変えて複数の計算を行う。**

- ・同時多発火災も想定されるが、影響継続時間は1出火点の方が長くなり安全側の評価となる。
- ・ただし、市町村等での検討時には複数出火点の設定も可能。



7



6. 研究成果:②沿道建物による遮熱効果の判定 (建物の遮熱効果を考慮した道路上での受熱量計測手法の検討)

- 建物の遮熱効果を考慮した道路上での受熱量の計測手法について検討し、以下の手法を提案。

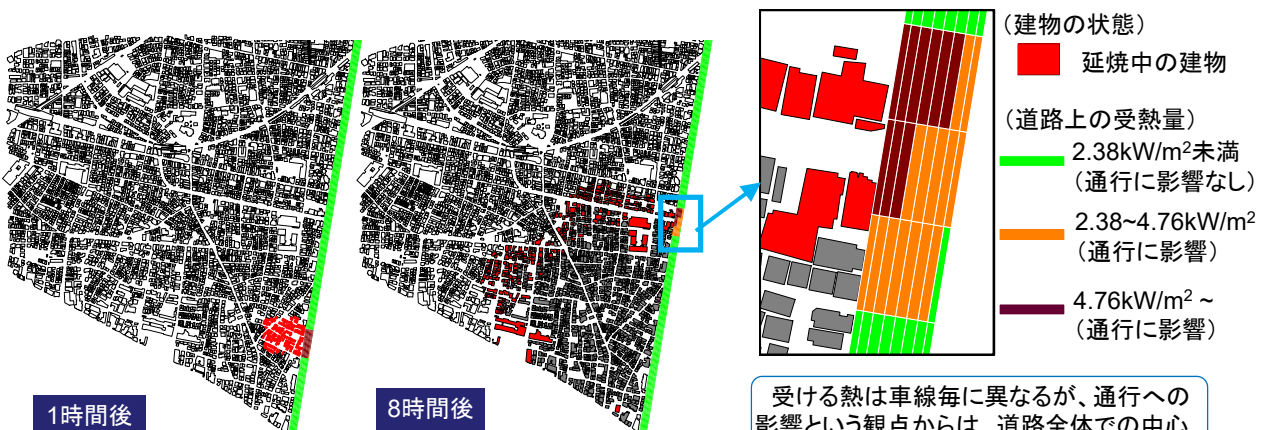
方法 計測 道路の通行可能性を評価するため、**道路上に計測点を配置して受熱量を計算する。**

- ・沿道建物等による遮熱効果を考慮して計算することが可能な延焼シミュレーションを用いる。
- ・計測点の向きは、沿道周辺の火災からの熱を受けやすい、道路中心線に直交する向きとする。

計測点の配置 車線毎の中心線上で受熱量を試算した結果、通行への影響という観点では、車線毎に計測する場合と道路全体の中心線で計測する場合では大差はないことが明らかになったことから、**道路全体での中心線上に計測点を配置することとし、簡便化を図る。**

計測点データ作成作業軽減のため、**計測点を道路中心線上に作成するプログラムを新たに作成。**

- ・道路中心線があれば、任意の高さ、間隔で計測点を簡単に作成可能となった。



※道路の車線(6車線~各3m、両側に歩道~各2m)ごとに試算した例

8



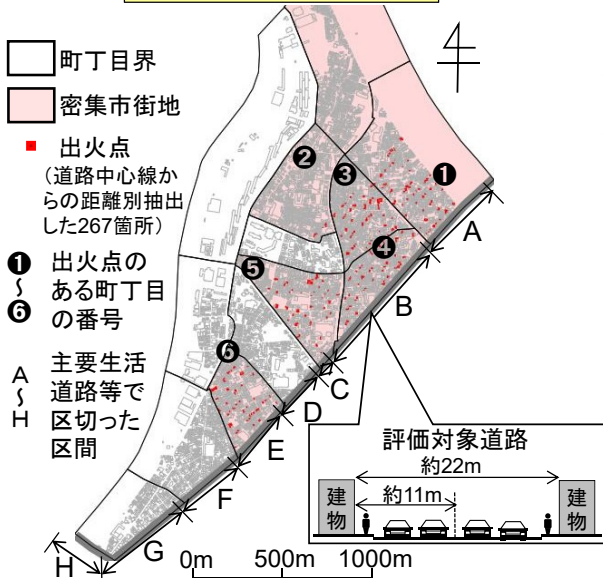
6. 研究成果:③地震火災時の通行可能性判定指標(1/3) (火災による通行への影響を示す指標の提案とケーススタディ)

- 火災による通行への影響を示す指標として、下記の3つを提案。

指標	・通行への影響の発生割合	←影響が発生する可能性が高い区間を把握するため
	・最初に通行に影響が生じるまでの時間	←何時間後に影響が発生するかを把握するため
	・通行への影響の継続時間	←どれくらいの時間、通行に影響が生じるかを把握するため

- 主要幹線道路周辺に密集市街地が広がっている地区でケーススタディを実施し、この3指標で火災による通行への影響を把握出来ることを確認。

ケーススタディ対象地区

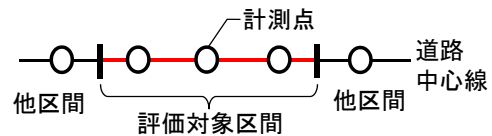


ケーススタディの条件

気象条件: 北西の風(道路に直交)、風速3m/s(平均風速)、6m/s、9m/sの3種類
 計算数等: 267(出火点)×3(風速)=801回
 出火から36時間後までを計算
 計測点: 道路中心線上に概ね30m毎に、1.5mの高さで配置(144箇所)

通行への影響の判定方法

評価単位: 評価対象道路を、一つの区間とした場合、主要生活道路等で区切った区間の場合とで評価
 影響判定: 区間内の計測点の一つでも受熱量が 2.38kW/m^2 以上の場合、その区間の通行に支障があると判定

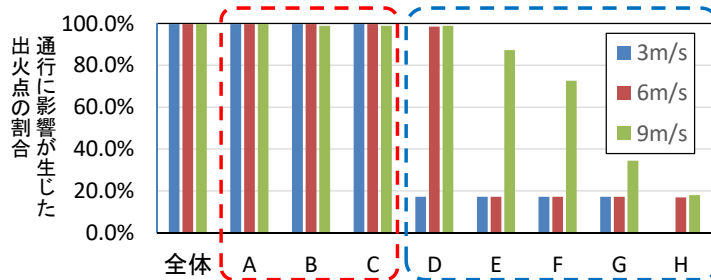


9



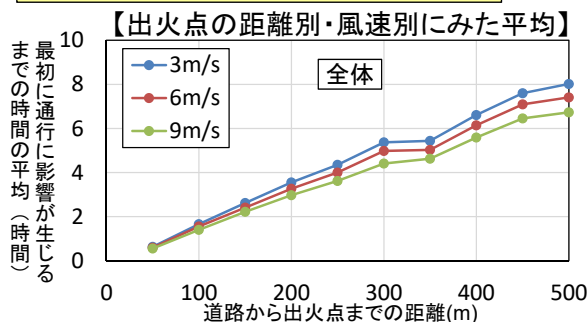
6. 研究成果:③地震火災時の通行可能性判定指標(2/3) (火災による通行への影響を示す指標の提案とケーススタディ)

通行への影響の発生割合

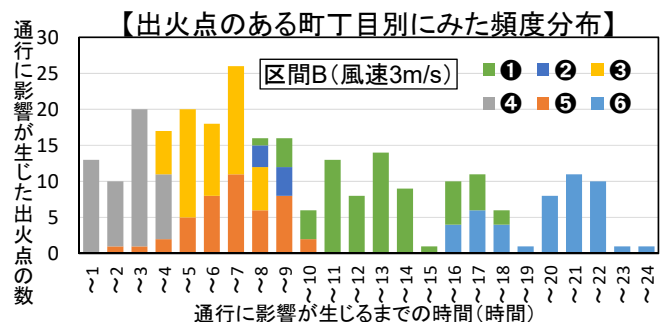


- ・出火点が異なってもほぼ100%通行に影響。
- ・弱風下時は出火点の一部では影響が生じるが、強風下になると影響を及ぼす出火点が増加。

最初に通行に影響が生じるまでの時間



- ・出火点が遠くなるほど、通行に影響が生じるまでの時間は遅くなる。
- ・風が強い方が通行に影響が生じるまでの時間は短くなる。



- ・近傍の町丁目から出火した場合は早期に通行に影響が発生。
- ・遠方の町丁目から出火した場合には、長時間経過してから通行に影響が発生。

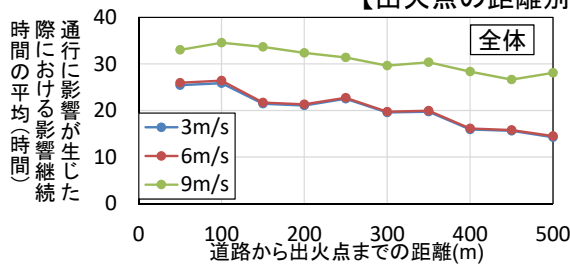
10



6. 研究成果:③地震火災時の通行可能性判定指標(3/3) (火災による通行への影響を示す指標の提案とケーススタディ)

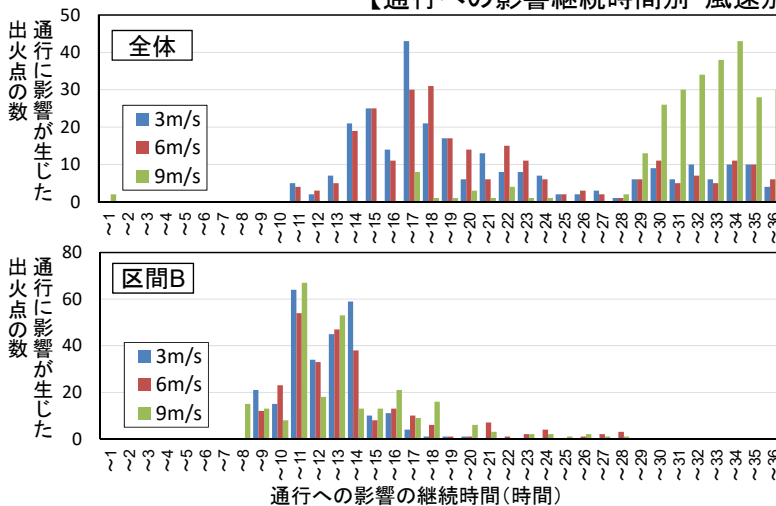
通行への影響の継続時間

【出火点の距離別・風速別にみた平均】



・道路から出火点までの距離が長くなるほど、通行に影響が生じる継続時間は減少。
～出火点が道路から遠い場合、道路近傍の建物は、同じような時刻に着火するため。

【通行への影響継続時間別・風速別にみた頻度分布】



・風速3m/sと6m/sの時では、通行への影響継続時間の分布はほぼ同様。
・風速9m/sの時は影響継続時間が長時間となるケースが多く見られる。
～風速9m/sの時には延焼が拡大し区間E～Hまで通行に影響が生じる割合が高くなるため。

・区間別に見た場合、区間長に応じて全体より影響継続時間は短くなる。
・強風時には影響継続時間が長いケースも見られる。
～区間端でいったん通行への影響が生じた後、火災が密集市街地内部を回り込み、再び通行に影響が生じた場合。

11



7. 成果の普及等

【成果の普及】

- ・火災発生時の通行への影響評価手順を、行政機関やコンサルタントが利用出来るよう、**分かりやすい手引きとして作成、配布** (国総研のHP等からの配布を想定)
- ・延焼シミュレーションプログラム、道路中心線上への計測点作成プログラムは、希望者に配布

技術指導を実施して検討を支援

- ・様々な地区を対象に火災発生時の通行への影響とその対応を行政機関が検討(コンサルタントが支援)

【対応の検討例】

- ・同時多発火災における消火活動優先地区の検討
- ・特に不燃化を促進すべきエリアの検討
- ・応急活動における密集市街地から離れたルート利用や応急対応資機材の配置箇所の検討

- ・火災の影響も考慮した震災時の通行可能性評価に基づく**事前対策の充実化に寄与**

【発表論文等】

- 1)竹谷修一:「地震火災時の通行可能性診断技術の開発」、国総研レポート2017、2017
- 2)竹谷修一:「市街地火災が幹線道路の通行可能性に与える影響に関する基礎的検討」、日本建築学会大会学術講演梗概集(防火)、2018
- 3)竹谷修一、岩見達也:「市街地火災が幹線道路の通行可能性に与える影響に関する基礎的検討 その2 道路空間上における温度及び熱流束の計測」、日本建築学会大会学術講演梗概集(防火)、2019

手引きの構成(案)

1. 市街地データの準備
～評価対象地区のGISデータをシミュレーション用に変換
2. 道路中心線の準備
～土地利用現況図から道路中心線を作成
3. 計測点の作成
～自動作成プログラムで計測点を作成
4. 気象条件の設定
～評価対象地域の平均風速等を気象統計から算出
5. 出火点の設定
～道路中心線からの距離に応じて出火点を設定
6. シミュレーションの実行
～出火点や気象条件を設定しシミュレーション実行
7. 通行への影響評価と対応の検討
～計算結果から計測点ごとに時刻別に影響を評価し、対応について検討

12



8. 事前評価時の指摘事項と対応

事前評価時の指摘事項	対応
危険度の高い地域を対象にケース分析されたい。	密集市街地が隣接する幹線道路についてケーススタディを行った。
将来的にはリアルタイムの対応支援も必要となるため、地震発生後、建物倒壊の予測やデータ、気象条件や出火の情報をもとに、緊急車両が通行できるルートを経短時間で把握するという観点についても留意されたい。	リアルタイム支援は将来的な課題であるが、気象情報や出火箇所情報を即座に入手出来る場合を想定し、本研究では計算時間が短くなるよう、計測点の数を減らす対応を行った。
開発しようとする技術がどう使われると、災害対策上、最大の効果があげられるかをはっきり意識して研究を進められたい。	単に火災によって通行に影響が生じるのみならず、影響が生じるまでの時間や影響が継続する時間について算出した。 これにより、例えば、同時多発火災における消火活動優先地区の検討、特に不燃化を促進すべきエリアの検討、応急活動における密集市街地から離れたルート利用や応急対応資機材の配置箇所の検討、等の事前対策の検討に寄与することが想定される。

13



9. まとめ

研究開発の目的	研究開発の目標	研究成果	研究成果の活用方法 (施策への反映・効果等)	目標の達成度	備考
地震火災発生下における通行円滑化を図るための事前の迂回路計画支援	地震火災発生時に備えた事前の迂回路設定必要箇所の判断技術	地震火災発生時において、通行に影響を及ぼす火災外力は火災シミュレーションを用いることが妥当であること、風向は道路に直交する向き、風速は平均風速を含めた複数とすること、簡便さを考慮して出火点は道路からの距離に応じて複数設定する方法を整理した。	大規模地震発生時における、火災による通行止め、避難、緊急車両通行の円滑化のための、事前の迂回路計画立案へ反映	○	
		火災シミュレーションを用いて、沿道建物等による遮蔽効果を考慮して道路上での受熱量を計測するために道路上に計測点を置くとともに、その計測点は車線別ではなく道路中心線上におけば良いことを明らかにした。また、計測点を自動的に作成するプログラムの開発を行った。		○	
		評価指標として、通行への影響の発生割合、最初に通行に影響が生じるまでの時間、通行への影響の継続時間の3つを提案した。また、ケーススタディを実施し、この3指標で火災による通行への影響を把握出来ることを確認した。		○	

<目標の達成度> ◎:目標を達成することに加え、目標以外の成果も出すことができた。 ○:目標を達成できた。
△:あまり目標を達成できなかった。 ×:ほとんど目標を達成できなかった。

有効性

シミュレーション技術等を活用しつつ、最小限のデータ入力により、簡易に地震火災時の通行可能性を診断する技術を開発、提供していくことにより、行政機関が火災による通行止め・代替ルート必要箇所の特定を容易に行うことができるようになり、啓発計画等の事前対策が充実化していくことが期待される。

14

