

資料

令和5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5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5年10月26日（木）

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4年度終了の研究課題の終了時評価>
 - ・非住宅建築物の防火性能の高度化に資する新しい性能指標および評価プログラムの開発
 - ・空き家の管理不全化に対する予防的対策効果の定量化に関する研究
 - ・災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標に関する研究
 - ・スマートシティ推進支援のための主要な都市問題解決に係る計画評価技術の開発
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	119
資料2 評価方法・評価結果の扱いについて	120
資料3 研究課題資料	
3-1 非住宅建築物の防火性能の高度化に資する新しい性能指標および評価プログラムの開発	121
3-2 空き家の管理不全化に対する予防的対策効果の定量化に関する研究	130
3-3 災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標に関する研究	139
3-4 スマートシティ推進支援のための主要な都市問題解決に係る計画評価技術の開発	147

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としている。

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

伊香賀 俊治

慶應義塾大学理工学部 教授

委員

太田 啓明

（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
三井ホーム株式会社 技術研究所 所長

河野 守

東京理科大学創域理工学研究科国際火災科学専攻
教授

藤井 さやか

筑波大学システム情報系 准教授

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

水村 容子

東洋大学福祉社会デザイン学部人間環境デザイン学
科 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4年度に終了した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、「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(20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。

非住宅建築物の防火性能の高度化に資する 新しい性能指標および評価プログラムの開発

研究代表者 : 建築研究部長 長谷川 洋
 課題発表者 : 防火基準研究室 樋本圭佑
 研究期間 : 令和2年度～令和4年度
 研究費総額 : 約31百万円
 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

- 埼玉県三芳町物流倉庫火災（2017.2）では、鎮火に12日間を要したものの、死者の発生は回避された。ただし、被害総額が121億円に及んだ上、被災建物を解体・再稼働するまでに約3年を要した。^{※1}
- 近年、非住宅建築物の大規模化が進んでいることから、**同様の被害を繰り返さないためには、建築物の防火性能の高度化を図っていく必要がある**（最低基準である建築基準法の要求水準とは異なる観点からの防火性能の確保）。

三芳町物流倉庫火災の様子（2017.2）

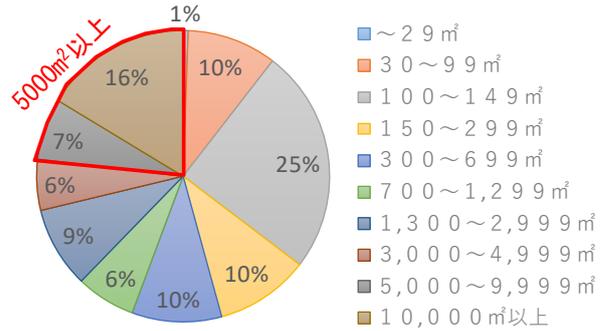
近年の大規模な火災被害の事例^{※2}

発生年	発生場所	被害概要
2017年	物流倉庫	<ul style="list-style-type: none"> 死者なし、負傷者2名 焼損面積45,000m² 被害総額121億円 建て替え後の再稼働に約3年
2018年	宿泊施設	<ul style="list-style-type: none"> 死傷者なし 焼損面積2,200m² 改修後の営業再開に2年8か月
2018年	物販店舗	<ul style="list-style-type: none"> 死傷者なし 延床面積3,000m²の店舗が全焼 建て替え後の営業再開に1年3か月
2019年	製紙工場	<ul style="list-style-type: none"> 死傷者なし 生産設備の全面復旧に1か月程度 全国的にティッシュが品薄状態

※1 防火シャッターが正常に機能せず、防火区画が形成されなかったことが被害拡大の原因とされる（国総研調査）。
 ※2 研究を開始した2020年度以降も、大規模な物流倉庫火災（岩沼（2020）、大阪（2021））、工場火災（延岡（2021）、ひたちなか（2021））などの発生が続いた。

課題

- 建築主による高度な防火性能の選択を促すには、防火性能を適切に評価して、分かりやすく表示する仕組みの整備が欠かせない。**
 - ※ 火災時の被害が大きくなる可能性がある大規模建築物の2018年における新規着工比率は23.1%（延床面積5,000㎡超の場合）もあり、こうした大規模建築物の防火性能の高度化は急務となっている。2022年には同比率が26.4%に上昇している。
- 住宅建築物については、品質向上を誘導するための「住宅性能表示制度」（防火性能を含む）が導入され、普及が進んでいる（2018年度交付実績は戸建78,000戸、共同83,000戸）。
- 非住宅建築物については、火災となった場合の社会的な影響が大きいにもかかわらず、同様の制度が未整備のままで、建築主が防火性能を選択する際の判断材料がない。**



延床面積ごとの新規着工比率
(建築着工統計調査, 延床面積ベース, 2018)

2 火災時の安全に関すること	戸建		共同住宅	
	住宅	住宅	住宅	住宅
2-1 感知警報装置設置等級 (自住戸火災時) 評価対象住戸において発生した火災の早期の認知のしやすさを等級で表示		○	○	
2-2 感知警報装置設置等級 (他住戸等火災時) 評価対象住戸の同一階又は直下の階にある他住戸等において発生した火災の早期の認知のしやすさを等級で表示				○
2-3 避難安全対策 (他住戸等火災時・共用廊下) 評価対象住戸の同一階又は直下の階にある他住戸等における避難のための共用廊下への対策について3項目で表示				○
2-4 脱出対策 (火災時) 通常の歩行経路が使用できない場合の緊急的な脱出のための対策を表示			○	○
2-5 耐火等級 (延焼のおそれのある部分 (開口部)) 延焼のおそれのある部分の開口部に係る火災による火災を遮る時間の長さを等級で表示		○	○	
2-6 耐火等級 (延焼のおそれのある部分 (開口部以外)) 延焼のおそれのある部分の外壁等 (開口部以外) に係る火災による火災を遮る時間の長さを等級で表示		○	○	
2-7 耐火等級 (界壁及び界床) 住戸間の界壁及び界床に係る火災による火災を遮る時間の長さを等級で表示				○

住宅性能表示の「火災時の安全」に関する評価項目
(住宅性能評価・表示協会)

必要性・有効性

- 非住宅建築物（物販店舗、物流倉庫、庁舎、病院等）において、**高い防火性能を確保する利点を分析・整理し、これを分かりやすい指標で示す**ことで、建築主によるより高い防火性能の選択を促し、社会全体の非住宅建築物の防火性能の向上を図る必要がある。

国土強靱化基本計画 (2018.12)

- 「国土強靱化に資する自主的な設備投資等を促す」などして、「民間企業等の事業継続の取組を一層促進する」。
- 「事業継続の仕組み及び能力を評価する枠組み作り」を進め、産業構造の改善を図る。

社会資本整備審議会答申 (2018.2)

- 「建築物の質の向上に向け、特に住宅分野に比べて総合的な評価・表示・誘導体系の整備が遅れている非住宅建築物における質の向上を誘導する政策のあり方」について継続して検討していく必要性を指摘。

目的

- 質の向上による利点を説明するための**新しい防火性能指標およびその評価プログラムの開発**
- 同指標の解説と、防火設計事例を示したガイドラインの作成・公表

目標 (社会に与える効果)

- 建築主による性能選択の機会が増えることによる、**社会全体の非住宅建築物の防火性能の向上**
- 火災時の人的・物的被害の軽減、および機能継続能力の強化



3. 研究開発の概要

非住宅建築物（物販店舗、倉庫、事務所、庁舎病院等）の防火性能の向上のため、**非住宅建築物の火災後の防火性能を総合的に評価する新しい性能指標およびその評価プログラムを開発し**、防火性能を高める利点を、同指標を用いて分かりやすく整理・分析する。

① 総合的な防火性能※1指標の開発

1 建築物に対する防火上の要求の分析

- ・ 建築物に対する防火上の要求を、「目的、機能要件、性能要求、検証手段、解決手段」に分類して分析

2 総合的なリスク評価の枠組み構築

- ・ 火災被害の発生過程を火災シナリオに基づいて確率論的に定式化

② 機能維持性能※2指標の開発

1 被災建築物の復旧事例の分析

- ・ 報道資料などをもとに復旧事例データベースを作成し、復旧期間等の特徴を分析

2 機能維持性能の定量化

- ・ 火災被害を受けた後の機能率の変化に着目した機能維持性能の定式化

③ 防火性能評価プログラムの開発

1 防火性能評価プログラムの開発

- ・ 条件設定から性能指標の評価に至る一連の手続きを処理可能なPCプログラムの開発

④ 防火設計ガイドラインの作成・公表

1 ケーススタディの実施（設計事例作成）

- ・ 用途の異なる建築物に対して各種防火対策がもたらす性能向上効果の検証

2 防火設計ガイドラインの作成・公表

- ・ 性能指標の解説と防火設計での利用方法について整理

※1 総合的な防火性能は、「出火防止」、「火災成長防止」、「倒壊防止」、「延焼防止」、「煙制御・避難安全」、「消防活動支援」、「機能維持」といった、特徴の異なる7つの個別性能から構成される。

※2 火災被害を受けた建築物の復旧のしやすさを代表する性能

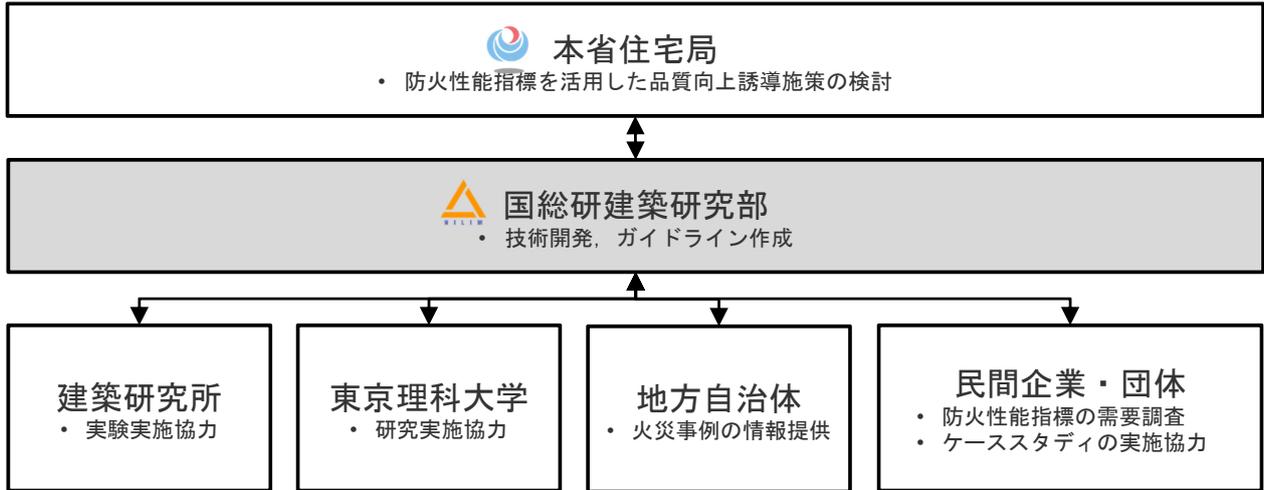
5



4. 研究の実施経過

区分（目標、テーマ、分野等）		実施年度			研究費総額
		2020	2021	2022	研究費配分
（研究費 [百万円]）		10.4	10.4	10.4	31
①	総合的な防火性能指標の開発 1. 建築物に対する防火上の要求の分析 2. 総合的なリスク評価の枠組み構築				約5 [百万円]
②	機能維持性能指標の開発 1. 被災建築物の復旧事例の分析 2. 機能維持性能の定量化				約8 [百万円]
③	防火性能評価プログラムの開発 1. 防火性能評価プログラムの開発				約7 [百万円]
④	防火設計ガイドラインの作成・公表 1. ケーススタディの実施（設計事例作成） 2. 防火設計ガイドラインの作成・公表				約11 [百万円]

6



効率性

- リスク評価の枠組みなど、**防火避難総プロ（2016-19）**などで蓄積された**技術的知見を有効に活用**することで効率的な研究開発を進める。
- 民間企業・団体等との連携を図ることで、国総研だけでは対応が難しい、**実務的な観点からの検討も充実**させた。

6. 研究成果：① 総合的な防火性能指標の開発

1. 建築物に対する防火上の要求の分析

□ 課題

- 最低基準である**建築基準法**には、**防火上有効な仕様が網羅されているわけではない**。そこに含まれない仕様も含めて、高度な防火性能のあり方を議論する必要がある。

□ 検討内容

ア) 建築物に対する防火上の要求の把握

- 防火技術者へのヒアリング、学会刊行物などの各種資料を利用するなどして、防火上の要求を抽出した。

イ) NKB5レベルシステム※による整理

- 建築物に要求される防火上の性能を7つの個別性能に分類：「出火防止」、「火災成長防止」、「倒壊防止」、「延焼防止」、「煙制御・避難安全」、「消防活動支援」、「機能維持」
- 上記アで把握した防火上の要求に基づき、各個別性能の機能要件、性能要求、解決方法を網羅的に整理。「延焼防止」性能については右表に示す通り。

□ 成果

- 建築基準法に規定される「備えておくべき要件」だけでなく、防火技術者の間で経験的に共有された「備えておくことが望ましい要件」を含めた、**防火上の要件の全体像を整理した**。



NKB5レベルシステム※と建築基準法令の対応

NKB5レベルシステム※による延焼防止性能の分析結果

	2. 機能要件	3. 性能要件	5. 解決方法	
			項目	具体例
A 同一建築物内の他の空間との間の延焼の防止	火災外力の制限	火災継続時間・激しきの抑制	防火区画の形成	・用途制限 ・規模制限 ・防火区画 ・消火散水設備
			防火区画の形成	・防火区画 (異種用途) ・部材への耐火要求
	同一階延焼の防止	境界による延焼の防止	壁による延焼の防止	・開口部・外壁面制限 ・特別避難階設 ・ドレンチャージャー設備 ・距離距離
			壁による延焼の防止	・開口部・外壁面制限 ・特別避難階設 ・ドレンチャージャー設備 ・距離距離
B 他の建築物との間の延焼の防止 (加害防止)	火災外力の制限	火災継続時間・激しきの抑制	火災規模の制限	・用途制限 ・規模制限 ・防火区画 ・消火散水設備
			火災規模の制限	・開口部制限 ・防火区画
	火災による延焼の防止	屋外に噴出する火災の抑制	火災の発生抑制	・規模制限 ・用途制限 ・屋根面強化
			火災の発生抑制	・開口部制限 (防火設備) ・距離距離 ・屋根不燃化
C 他の建築物との間の延焼の防止 (受害防止)	火災による延焼の防止	火災による延焼の防止	屋外に噴出する火災による着火の防止	・開口部制限 (防火設備) ・距離距離 ・屋根不燃化
			火災による延焼の防止	・火の粉による着火の防止

※ ノルディック建設委員会により提示された概念で、性能規定型の技術基準の構成原理を説明するために利用される。

6. 研究成果：① 総合的な防火性能指標の開発

2. 総合的なリスク評価の枠組み構築

□ 課題

- 従来からあるチェックシート方式は、評価項目同士の関連が曖昧で、評価軸の数量化や評価結果の解釈が困難だった。

□ 検討内容

ア) 総合的なリスク評価の枠組み構築

- 個別性能ごとに火災シナリオを設けるのではなく、出火から被害発生に至るまでの火災の進展過程を追跡し、その中で個別性能の達成に寄与する防火対策の役割を評価できるようにした。

イ) 事象を左右する不確実要因のモデル化

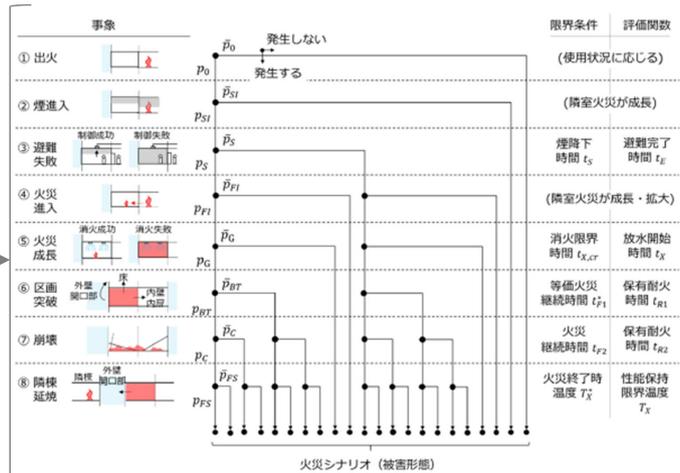
- イベントツリーを構成する各事象の不確実要因を、統計データ等に基づいてモデル化した。

ウ) 性能指標F値の導入

- 総合的なリスク評価の結果に基づき、基準条件下との相対的な性能を個別性能ごとに計算。

□ 成果

- 総合的なリスク評価により、防火対策の代替性(ある性能の不足を別の性能で補うこと)や評価結果の相対化(例えば建築基準法相当の性能との比較)が可能になった。
- 将来的な知見の整備に応じて、段階的に評価項目・方法の拡張が可能になった。



総合的なリスク評価の枠組み

$$F_i = \frac{1/L_i}{1/L_{0,i}} \quad (i = 1, \dots, 7)$$

個別性能	F値	被害指標Lの例
出火防止性能	F_1	出火確率
火災成長防止性能	F_2	火災成長確率
倒壊防止性能	F_3	崩壊部分面積, 崩壊確率
延焼防止性能	F_4	延焼棟数, 延焼確率
避難安全性能	F_5	避難不能者数, 避難失敗確率
消防活動支援性能	F_6	消火失敗確率
機能継続性能	F_7	改修工事費, 復旧日数

性能指標F値の定義

9

6. 研究成果：② 機能維持性能指標の開発

1. 被災建築物の復旧事例の分析

□ 課題

- 自然災害により被災した建築物または事業の復旧事例の調査はあるが、火災を対象とした調査の例はなく、実態が明らかでない。

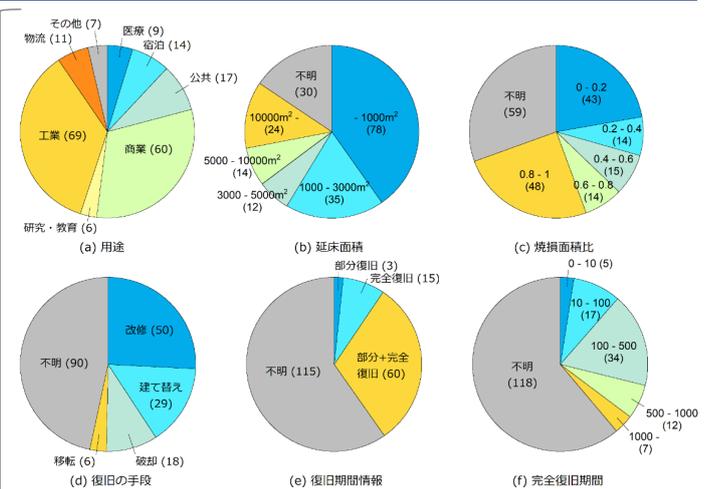
□ 検討内容

ア) 復旧事例データベースの整備

- 報道記事, Web情報, 地方自治体へのアンケート調査などをもとに、全193件の復旧事例からなるデータベースを整備した。

イ) 復旧シナリオの導入と復旧率曲線のモデル化

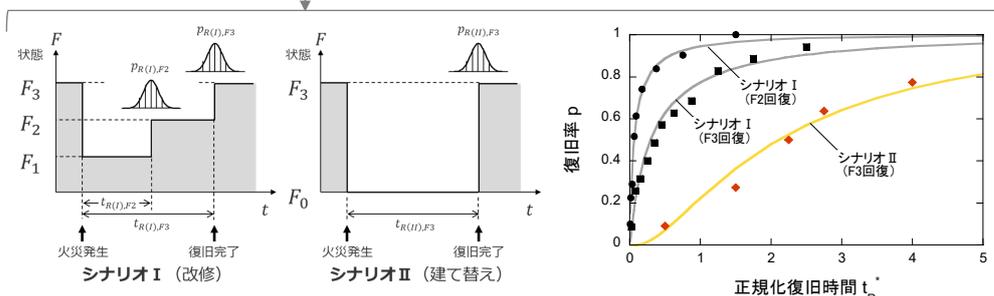
- 空間・機能分類 (F_0 : 全面停止, F_1 : 被災部分の機能停止, F_2 : 被災部分の機能を他で代替, F_3 : 制約なし) に対応付けた2つの機能復旧シナリオを導入し、各シナリオの復旧率を正規化復旧時間に基づいてモデル化した。



収集されたデータの内訳

□ 成果

- 建築物の規模および焼損床面積に応じた復旧期間の推定が可能となった。



復旧シナリオと復旧率曲線

10

6. 研究成果：② 機能維持性能指標の開発

2. 機能維持性能の定量化

□ 課題

- 従来の機能維持性能評価は、チェックシートなどによる定性的評価に限られていた。

□ 検討内容

ア) 火災シナリオに基づく復旧期間の評価

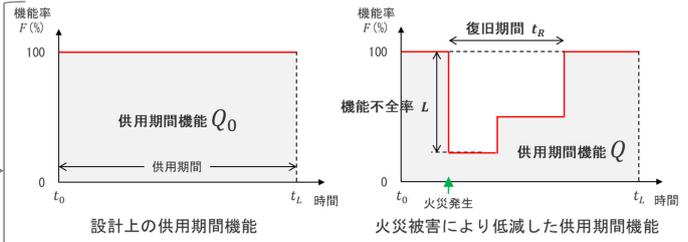
- 供用期間中の機能率 F の時間累計(供用期間機能)が、火災後もなお保持されている割合を機能維持性能 R と定義した。
- 火災シナリオを導入し、各火災シナリオの生起確率と想定される復旧日数に基づいて機能維持性能 R を定量化。また、各種防火対策が火災シナリオの発生確率に及ぼす効果を評価した。

イ) ケーススタディの実施

- 主要構造部の強化(RS)、区画の細分化(C)、スプリンクラー設備の設置(SP)など、各種防火対策の効果を比較検討した。

□ 成果

- 火災シナリオの発生確率の評価を含めた、機能維持性能 R の定量的な評価が可能となった。
- 右の事例では、RS+C+SPの場合に機能維持性能が18.6%向上することを確認した。

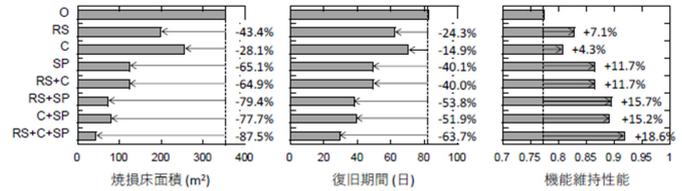


$$\text{機能維持性能の定義: } R = \frac{Q}{Q_0} = \int_{t_0}^{t_L} \frac{F(t)}{t_L - t_0} dt$$

ケーススタディの検討条件(延床面積3,168m²の事務所建築物)

条件	主要構造部の耐火時間(分)	スプリンクラー設備の設置	区画Dの分割数	焼損面積(m ²)	A _{Tr}	復旧期間 t _{rec} (日)	機能維持性能 R
O	60	なし	1	352.7		82.6	0.774
RS	90	なし	1	199.5		62.5	0.829
C	60	なし	2	253.7		70.3	0.807
SP	60	あり	1	123.1		49.4	0.865
RS+C	90	なし	2	123.6		49.5	0.864
RS+SP	90	あり	1	72.6		38.2	0.895
C+SP	60	あり	2	78.7		39.7	0.891
RS+C+SP	90	あり	2	44.1		29.9	0.918

※O: 基準条件, RS: 主要構造部の強化, C: 区画の細分化, SP: スプリンクラー設備の設置



ケーススタディの結果(延床面積3,168m²の事務所建築物)

11

6. 研究成果：③ 防火性能評価プログラムの開発 ④ 防火設計ガイドラインの作成・公表

1. 防火性能評価プログラムの開発 1. ケーススタディの実施

□ 目的

- ①, ②で構築した防火性能指標の評価手続きを、評価プログラムとして実装する。
- ケーススタディを行い、建築物の防火上の特徴を適切に捉えられることを示す。

□ 検討内容

ア) 各種防火対策の評価

- 事務所と物流倉庫の2用途に着目し、平面計画と規模が異なる場合の防火性能を評価した。
- 各種防火対策(訓練実施、内装材料変更、スプリンクラー設備設置、窓強化、躯体強化など)が講じられた場合の効果を調べた。

イ) 防火技術者からの意見の反映

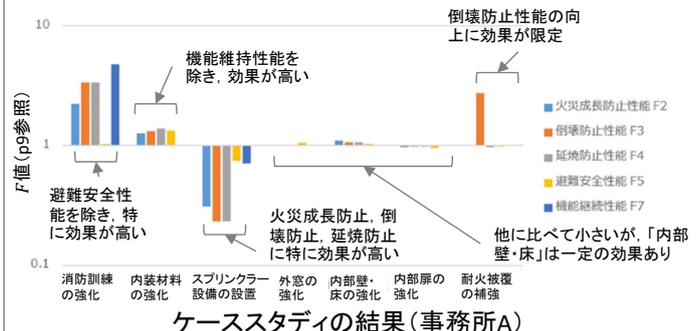
- 防火技術者の実務的観点からの意見を踏まえて、評価プログラムに改良を加えた。

□ 成果

- 火災成長防止性能、倒壊防止性能、延焼防止性能、避難安全性能、機能維持性能といった異なる防火上の特徴を、F値(p9参照)の形で定量的に評価できるようになった。
- 検討した対策の中では、消防訓練の実施、SP設備の設置の効果が特に高く評価された。



ケーススタディ対象建築物の条件設定図(事務所Aの基準階)



※F₁, F₆については現時点で相対比較ができるようになっておらず、評価対象外

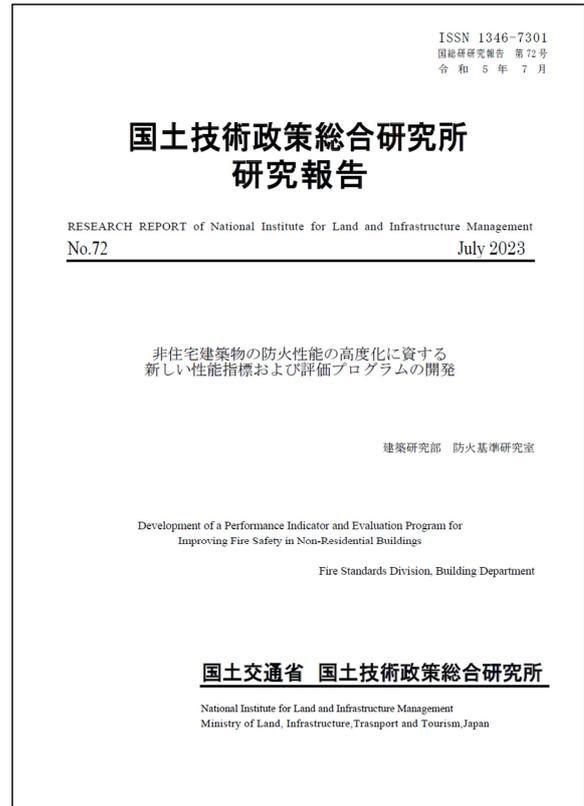
□ 目的

- 性能指標の解説と防火設計での利用方法について整理する。
- 現時点までに得られた検討の成果を取りまとめ、性能指標に関する今後の議論に基礎とする。

□ 成果

- 国総研研究報告No.72として、2023年7月に国総研HP上に公開した。

<https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoun/rpn/rpn0072.htm>



※ 目次を補足資料に示す。

13

□ 成果の普及に向けた取り組み

- 国総研研究報告No.72として、2023年7月に国総研HP上に公開した。

□ 今後の予定

- 建築主に対して分かりやすい性能選択の機会を提供できるようにするため、**非住宅建築物の性能表示制度の実現に向けた検討を継続**する。
- そのために、**以下の技術的課題の検討を継続**する。
 - 評価対象の拡大**: 現時点では評価から漏れている個別性能(出火防止性能, 消防活動支援性能)および防火対策(延焼防止性能向上のための外殻強化, 消防活動支援性能向上のための連結送水管や非常用エレベーターの設置など)を評価に組み込む。
 - 評価結果の分かりやすさの向上**: 現在の評価結果の解釈には、技術的な前提知識を必要とする部分があるため、より直感的でありつつ、技術的に齟齬のない形で評価結果を伝えられるように、表現方法を改良する。

□ 発表論文等

- 樋本圭佑・出口嘉一・高橋済・土屋伸一: 在館者および消防隊による消火活動が盛期火災の発生を防止する効果-総合的なリスク評価に基づく防火性能指標の開発 その1, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (2023)
- 高橋済・樋本圭佑・出口嘉一・土屋伸一: 防火対策が防火性能向上に与える効果について(事務所・物流倉庫を対象としたケーススタディ): -総合的なリスク評価に基づく防火性能指標の開発 その2, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (2023)
- 出口嘉一・樋本圭佑: 火災報告を用いた消火訓練が初期消火成功確率に及ぼす影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (2023)
- 樋本圭佑: 防火性能指標の合理化のための総合的なリスク評価の活用, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.231-232 (2022)
- 高橋済・樋本圭佑: 企業財務情報を利用した火災による間接被害の推計, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.229-230 (2022)
- 太田光・樋本圭佑・大宮喜文: 用途差に着目した建築防火対策の費用対効果分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.227-228 (2022)
- Himoto K, Suzuki K. Computational Framework for Assessing the Fire Resilience of Buildings Using the Multi-Layer Zone Model, Reliability Engineering and System Safety, Vol.216, 108023 (2021)
- Himoto K. Conceptual Framework for Quantifying Fire Resilience - A New Perspective on Fire Safety Performance of Buildings, Fire Safety Journal, Vol. 120, 103052 (2021)

14

事前評価時の指摘事項	対応
本研究対象として「物流倉庫」「物販施設」があるが、 取り扱っているものにより火災荷重や消火活動の難易度が大きく異なる ことについても留意されたい。	火災成長率の用途間の差異を統計に基づいて考慮 できるようにすることで、火災荷重の影響を評価できるようにした。
本研究成果を基に、事業主へのインセンティブを与えるような施策についても考慮頂きたい。	総合的なリスク評価の考え方を導入することで、金銭的な価値の影響を取り込みやすい性能評価体系を採用した。
同一の建物であっても、出火場所や初期消火の可否により機能不全率や復旧期間は変化するため、様々な条件に基づく評価結果を集約して建物の防火性能を等級化する段階で、慎重な判断が必要である。	出火場所や在館者による消火活動の有無を確率的に評価することで、 特定の火災シナリオに依存しない性能評価を行えるようにした。
継続使用性能という言葉に対して、建築主のイメージと本研究で評価対象とする性能に乖離が生じないよう配慮が必要である。	継続使用性能は、総合的な防火性能を構成する一個別性能として位置付けることとし、その他の個別性能との差異を明確に認識できるようにした。
火災による加熱や消火活動による浸水等による構造部材の材質変化や性能劣化についても考慮頂きたい。	建築物を構成する部分を、構造部材、非構造部材、設備、収納物品に分けることで、それぞれが火災加熱を受けた場合の劣化の差異を評価できるようにした。

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
非住宅建築物の防火性能の高度化に資する新しい性能指標および評価プログラムの開発	①総合的な防火性能指標の開発 1 建築物に対する防火上の要求の分析 2 総合的なリスク評価の枠組み構築	<ul style="list-style-type: none"> 総合的なリスク評価により、防火対策の代替性や評価結果の相対化が可能になった。 将来的な知見の整備に応じて、段階的に評価項目・方法の拡張が可能になった。 出火防止性能、消防活動支援性能の評価を取り込むことができなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> 国総研研究報告No.72として、2023年7月に国総研HP上に公開した。 性能指標の改良を継続し、評価プログラムの一般公開を目指す。 	○	
	②機能維持性能指標の開発 1 被災建築物の復旧事例の分析 2 機能維持性能の定量化	<ul style="list-style-type: none"> 火災シナリオの発生確率の評価を含めた、機能維持性能の定量的な評価が可能となった。 		◎	
	③防火性能評価プログラムの開発	<ul style="list-style-type: none"> 火災成長防止性能、倒壊防止性能、延焼防止性能、避難安全性能、機能維持性能といった異なる防火上の特徴を、定量的に評価できるようになった。 出火防止性能、消防活動支援性能の評価を取り込むことができなかった。 		○	
	④防火設計ガイドラインの作成・公表 1 ケーススタディの実施 2 ガイドラインの作成	性能指標の解説と防火設計での利用方法を報告書の形でまとめ、公表した。		◎	

<目標の達成度> ◎:十分に目標を達成できた。 ○:概ね目標を達成できた。
 △: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

- 建築物の防火性能指標は、建築主が設計仕様を選択する際の判断材料となるだけでなく、関連する行政施策を展開する際の目標水準としての活用も可能で、**波及効果が大きく、社会全体の防火性能の向上を図る上での有効性が高い。**

目次	
1. はじめに	1
1.1 研究の背景	1
1.2 研究の目的	3
(1) 工学的知見に基づく評価	
(2) 最低水準を上回る性能の評価	
1.3 研究の構成	5
2. 新しい防火性能指標の開発	7
2.1 建築物に対する防火上の要求	7
(1) 出火防止性能	
(2) 火災成長防止性能	
(3) 倒壊防止性能	
(4) 延焼防止性能	
(5) 煙制御・避難安全性能	
(6) 消防活動支援性能	
(7) 機能維持性能	
2.2 性能評価の枠組み	16
2.3 事象①：出火	19
2.4 事象②：煙進入	20
2.5 事象③：避難失敗	21
2.5.1 避難完了時間	
2.5.2 限界煙降下時間	
2.5.3 不確実要因：火災成長率	
2.6 事象④：火災発生	25
2.7 事象⑤：火災成長	26
2.7.1 統計のみから発生確率を推定できる事象	
(1) 自然鎮火	
(2) 消火活動（在館者）の有無	
(3) 消火活動（在館者）の奏功	
(4) スプリンクラー設備の作動	
(5) スプリンクラー設備の奏功	
2.7.2 消火活動（消防隊）による盛期火災への成長防止	
(1) 放水開始時間	
(2) 限界放水開始時間	
2.8 事象⑥：区画突破	32
2.8.1 延焼先との位置関係に応じた区画突破確率	
(1) 水平方向への突破	
(2) 鉛直方向への突破	
2.8.2 等価火災継続時間	
(1) 区画を構成する壁・床・扉が内部火災からの加熱を受ける場合	
(2) 火災となった区画の上階が開口噴出火炎による加熱を受ける場合	
2.8.3 不確実要因：収納可燃物密度	
2.9 事象⑦：崩壊	38
2.9.1 柱の部材限界温度	
2.9.2 梁の部材限界温度	
2.9.3 不確実要因：収納可燃物密度、基準強度、弾性係数、軸力比	
(1) 鋼材の基準強度 F および弾性係数 E	
(2) 軸力比 p およびモーメント比 q	
2.10 事象⑧：隣棟延焼	43
2.10.1 火災区画からの放射熱流束	
(1) 開口部からの加熱	
(2) 開口噴出火炎からの加熱	
2.10.2 不確実要因：外壁開口部の位置	
2.11 まとめ	49
3. 火災被害を受けた建築物の機能維持性能	53
3.1 機能維持性能の定式化	53
(1) 機能率	
(2) 区画の復旧期間	
3.1.1 火災シナリオに基づく区画の復旧期間の評価	
(1) 区画内での出火	
(2) 区画内での火災成長	
(3) 区画の突破	
3.1.2 等価火災継続時間	
3.1.3 被害率	
3.1.4 復旧期間	
3.1.5 ケーススタディ	
(1) 計算条件	
(2) 計算結果	
3.2 火災被害を受けた建築物の復旧事例の分析	68

3.2.1 復旧事例の収集	
(1) 事例収集の方法	
(2) 復旧事例の概要	
3.2.2 機能の復旧過程	
(1) 復旧シナリオ	
(2) 復旧期間	
3.3 漏煙が機能維持性に及ぼす影響：システム天井の裏側への漏煙量計測	76
3.3.1 天井埋め込み器材からの漏気量実験	
(1) 実験方法	
(2) 実験結果	
3.3.2 天井材の目地部からの漏気量実験	
(1) 実験方法	
(2) 実験結果	
3.4 漏水が機能維持性能に及ぼす影響：床面の隙間等を通じた漏水量計測	83
3.4.1 実験方法	
(1) 漏気計測の手順	
(2) 漏水計測の手順	
3.4.2 実験結果	
(1) 漏気計測	
(2) 漏水計測	
(3) 開口流量計数の比較	
3.5 まとめ	88
4. 防火性能評価のケーススタディ	93
4.1 事務所 A	93
4.1.1 計算条件	
4.1.2 計算結果	
4.2 事務所 B	100
4.2.1 計算条件	
4.2.2 計算結果	
4.3 事務所 C	109
4.3.1 計算条件	
4.3.2 計算結果	
4.4 物流倉庫 A-1, A-2	115
4.4.1 計算条件	
4.4.2 計算結果	
4.5 物流倉庫 B-1, B-2	121
4.5.1 計算条件	
4.5.2 計算結果	
4.6 物流倉庫 C	127
4.6.1 計算条件	
4.6.2 計算結果	
4.7 事務所建築物および物流倉庫建築物の比較	131
4.8 まとめ	133
5. まとめ	135

空き家の管理不全化に対する 予防的対策効果の定量化に関する研究

研究代表者 : 住宅研究部長 木内 望
 課題発表者 : 住宅計画研究室 内海 康也
 研究期間 : 令和2年度～令和4年度
 研究費総額 : 約30百万円
 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

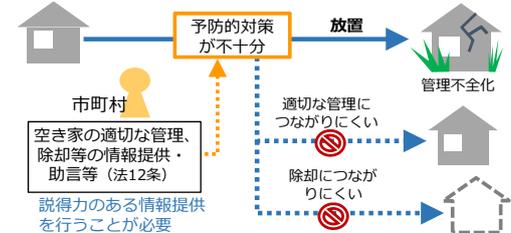
背景

- 「管理不全空き家」の増加が将来的に深刻化の懸念
 - ・ 空き家数は継続して増加傾向。世帯数は減少の見込み※1
 - ・ 特に、賃貸・売却用等以外の「その他空き家」、うち「腐朽・破損あり」が増加。
(※1 国立社会保障・人口問題研究所)
- 特定空家等※2になってからの事後的対策には限界
 - ・ 空家特措法において、所有者に対する助言・指導や代執行等の措置を規定(法14条)も、市町村のマンパワーを超過。
(※2 放置すれば保安上危険、衛生上有害等の状態になるおそれがある空き家等)
- 空き家の管理不全化の予防的対策の強化が必要
 - ・ 現状では、管理不全化を予防するしくみが不十分

【「管理不全空き家」の予備軍数の推移】



【管理不全化を予防する仕組みの必要性】



課題

- 管理不全化を予防するために必要な管理水準及びその実施手法が明らかでない
 → 市町村が適切な管理を呼びかける際に、空き家所有者にとって実施可能な、必要な管理の内容や水準が明らかとなっていない
- 管理不全化の予防的対策の定量的効果が明らかでない
 → 市町村における予防的対策等の空き家対策、および、空き家所有者における適正な管理が、どの程度効果的なのかを定量的に示す方法が確立していない

目的・目標

国及び市町村における空き家の管理不全化の予防的対策の推進に向けた技術的根拠の提示のため、以下を実施する。

- ①管理不全化の予防に必要な管理水準及びその実施手法の開発
- ②管理不全化による将来負担コストと比較した、予防的対策の効果の定量的評価手法の開発

【アウトプット】

- ・空き家の管理不全化の予防的対策の手引き
- ・空き家の管理不全化の予防的対策効果の定量的評価ツール

【アウトカム】

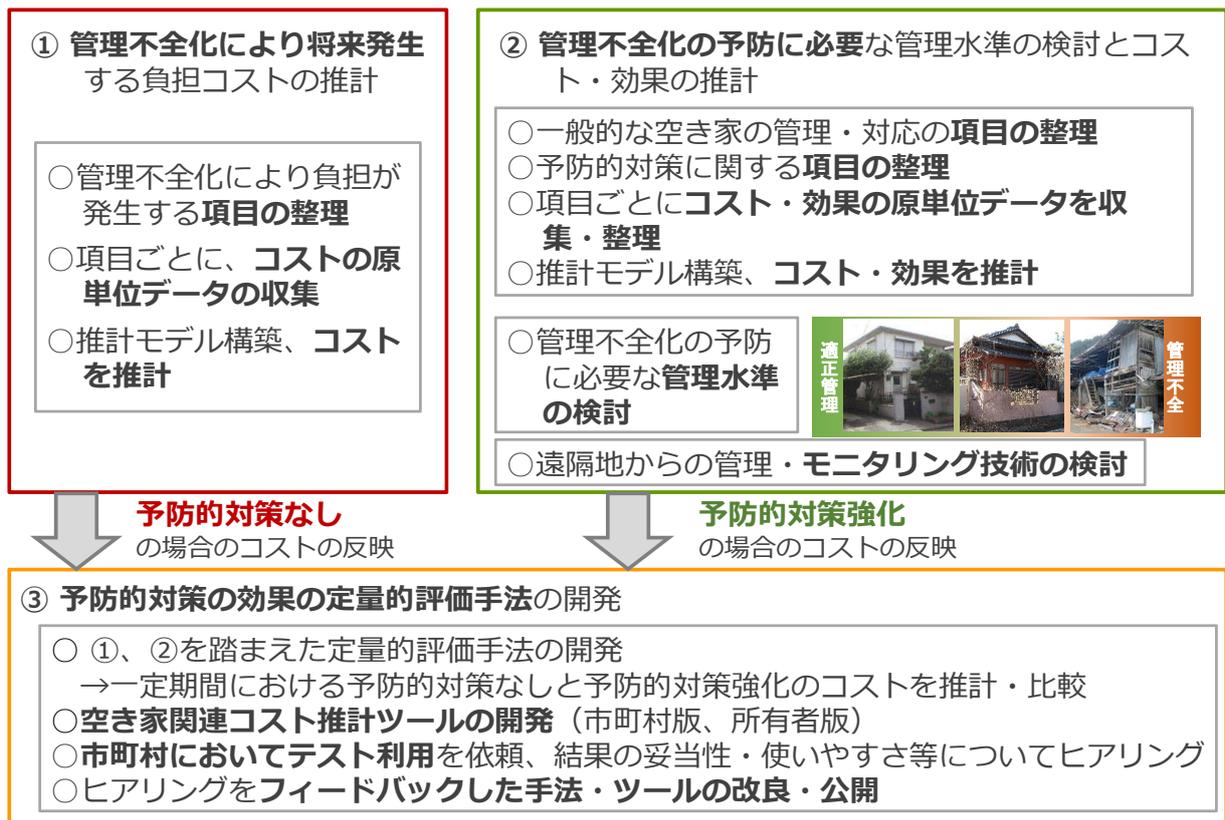
- ・空き家の適切な管理や除却の促進等による管理不全化の予防の推進
- ・国、市町村及び所有者の空き家対策コストの削減

必要性

- 空き家の管理不全化の予防的対策の推進に際して必要となる、**技術的根拠(予防的対策の定量的効果、管理水準等)**が不足しているため、本研究による研究開発が必要。
- 管理不全空き家の増加が懸念される中、特定空家等となることを未然に防止する管理については、空家特措法においても位置づけられており、これを実効性あるものとするため、技術的課題を解決する本研究の実施が必要。
- 「**経済財政運営と改革の基本方針2019**」(R1.6.21閣議決定)において、空き家について「地方自治体・不動産団体等の先進的取組や活用・除却への支援、情報の充実等を促進する」とこととされている。

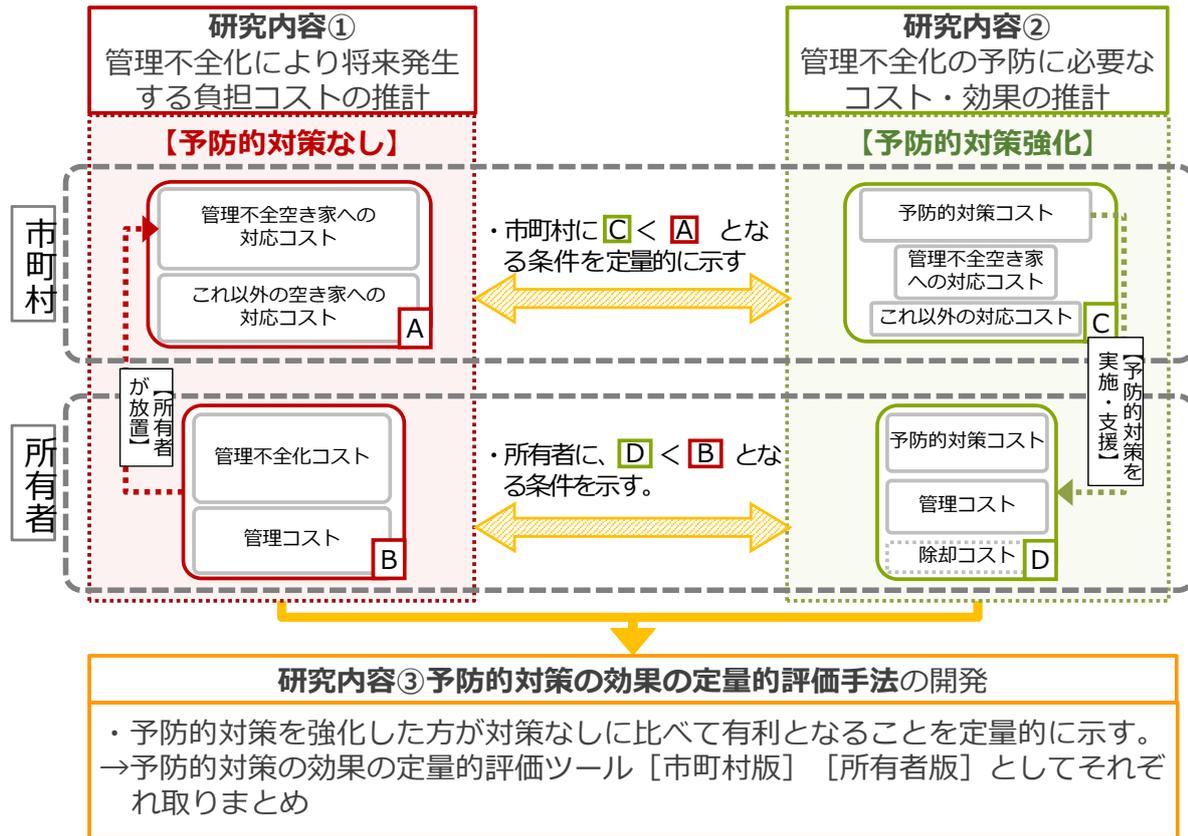
※「**経済財政運営と改革の基本方針2023**」(R5.6.16閣議決定)において「空き家の発生抑制や利活用、適切な管理、除却等の総合的な取組を進める」とこととされている。

3



4

3. 研究開発の概要：予防的対策効果の定量化の基本的な考え方



5

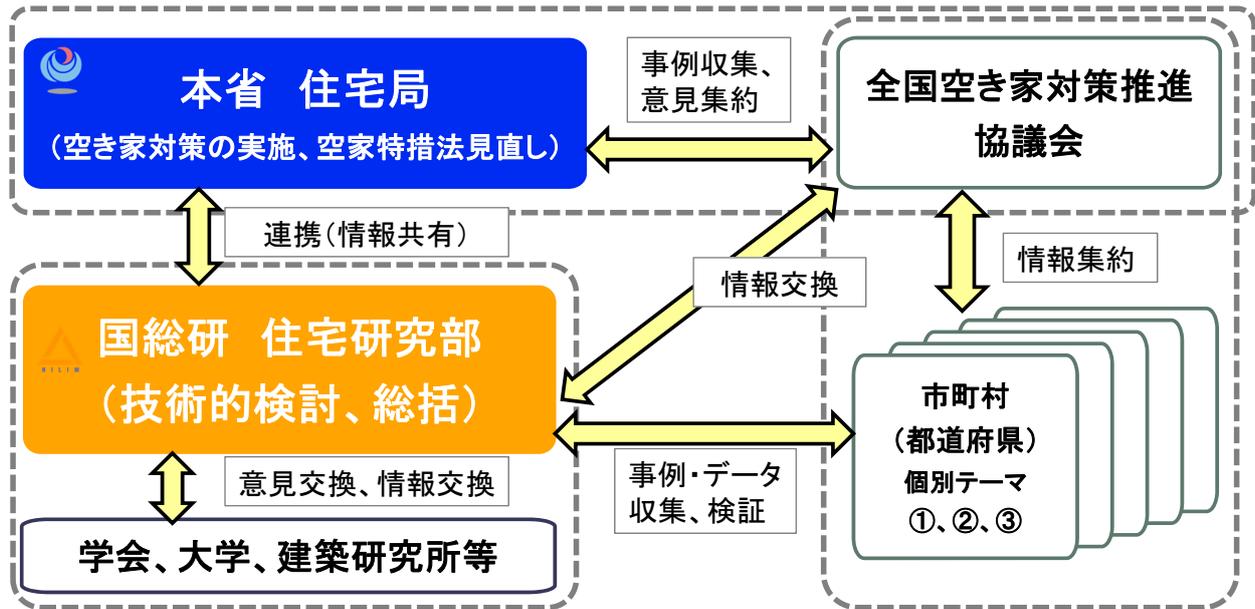
4. 研究計画

区分(目標、テーマ、分野等)	実施年度			総研究費
	R2	R3	R4	研究費配分
(研究費[百万円])	10	10	10	総額30
① 管理不全化により将来発生する負担コストの推計	[Bar chart showing funding from R2 to R4]			約9
② 管理不全化の予防に必要な管理水準の検討とコスト・効果の推計	[Bar chart showing funding from R2 to R4]			約11
③ 予防的対策の効果の定量的評価手法の開発		[Bar chart showing funding from R3 to R4]		約10

効率性

- ①、②について、はじめにコスト項目を整理した上で、効果の定量化に必要となる原単位データの収集や、市町村等へのヒアリングを①、②双方をまとめて実施することにより、効率的に調査を実施した。
- 市町村および有識者等に対する原単位データ収集やヒアリングに際しては、あらかじめ地域の世帯特性、住宅特性を踏まえた地域の類型化を行うことにより、効率的に対象市町村等を抽出し、調査を実施した。

6

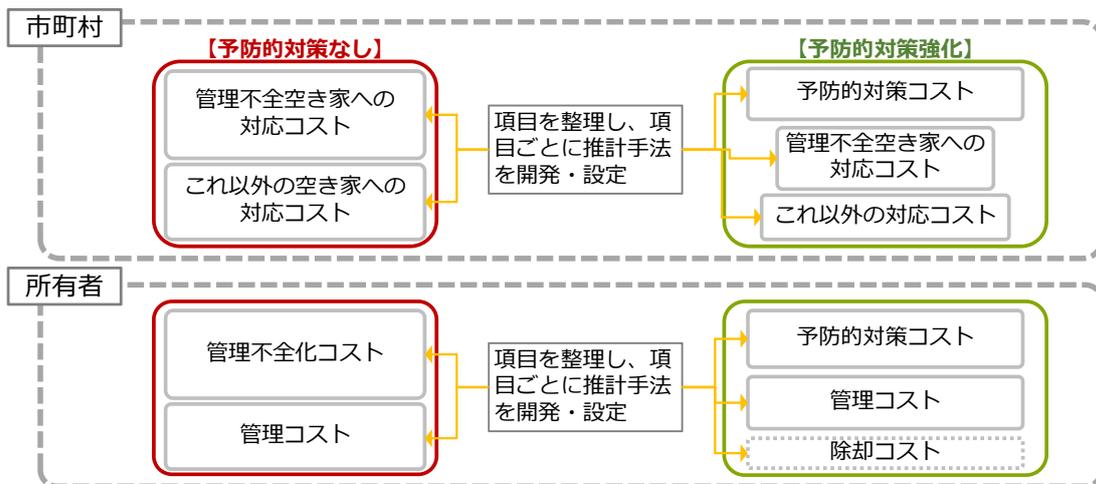


効率性

- 先行的な市町村における事例を評価し、予防的対策の評価手法へ反映した。また、作成した評価手法案を市町村において試用し、フィードバックを得ることで、実務的な観点からの検討も充実させる形で、予防的対策効果の定量的評価手法を、効率的に開発した。

6. 研究成果：空き家関連コスト・効果の推計手法（研究内容①、②）

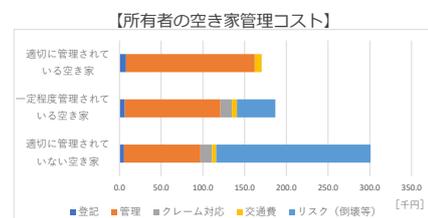
- 管理不全化によりコストが生じる項目、予防的対策等によりコストおよび効果が生じる項目を整理。
- 項目ごとに推計モデルを構築、コストおよび効果の推計手法を開発。
 - ・ 地域はあらかじめ住宅特性等を踏まえ類型化



○所有者の管理コストの試算（例）

- ・ 管理コストは、適切に管理している場合の方が大きい
- ・ 管理不全化によるリスクは、適切に管理されていない場合の方が大きい
- ・ 管理不全化により生じるリスク※を考慮すると、適切な管理を実施するほうが経済的にも有利となる可能性。

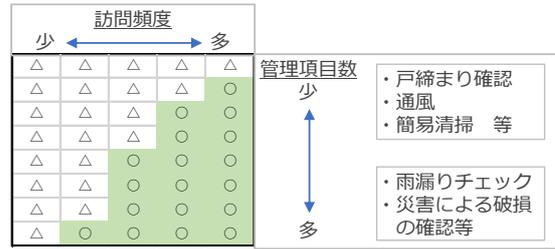
(※倒壊による周辺住民への身体的損害や、税制の特例外れ等)



○「良好な空き家における管理」と「管理不全空き家における管理」の内容から、管理不全化の予防に必要な管理水準を整理。

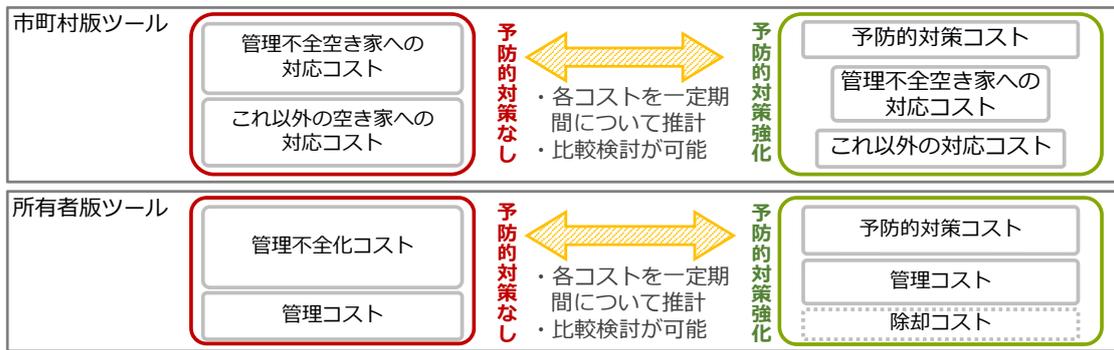
- ・「管理水準」として、「ある期間のうち空き家を訪れて管理を行う回数」と「訪れた際に行う管理行為の項目数」を設定。
- ・「1年間に行うべき管理の目安」を設定。
- ・訪問頻度が少ない場合、管理項目数を増やすことで対応。
例)年3回の訪問の場合、簡易な管理(通気、清掃等)の他にも、雨漏り発生の有無等の丁寧な確認。

【1年間に最低限必要となる管理の水準(イメージ)】



○予防的対策の効果の定量的評価手法のとりまとめ、**予防的対策効果の定量的評価ツール**の作成

- ・研究内容①、②を踏まえ、定量的評価ツールを市町村、所有者それぞれについて作成



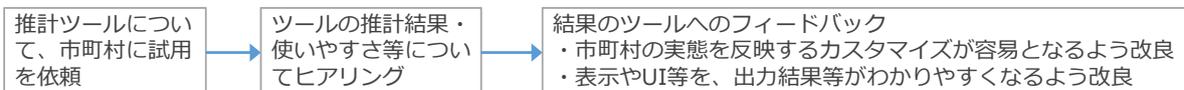
○予防的対策効果の定量的評価ツールの利用イメージ(市町村版ツール)

- ・入力イメージ
入力項目:市区町村名、空き家数、世帯数、人口

- ・出力イメージ(住宅ストック推移)
その他出力項目:住宅ストック、空き家対策コスト、空き家対策効果等



○推計ツールの改良:市町村ヒアリング



【カスタマイズ例:「デフォルトの計算用原単位データ」→「市町村実績データの入力」に変更】

(1)詳細設定の利用にチェック

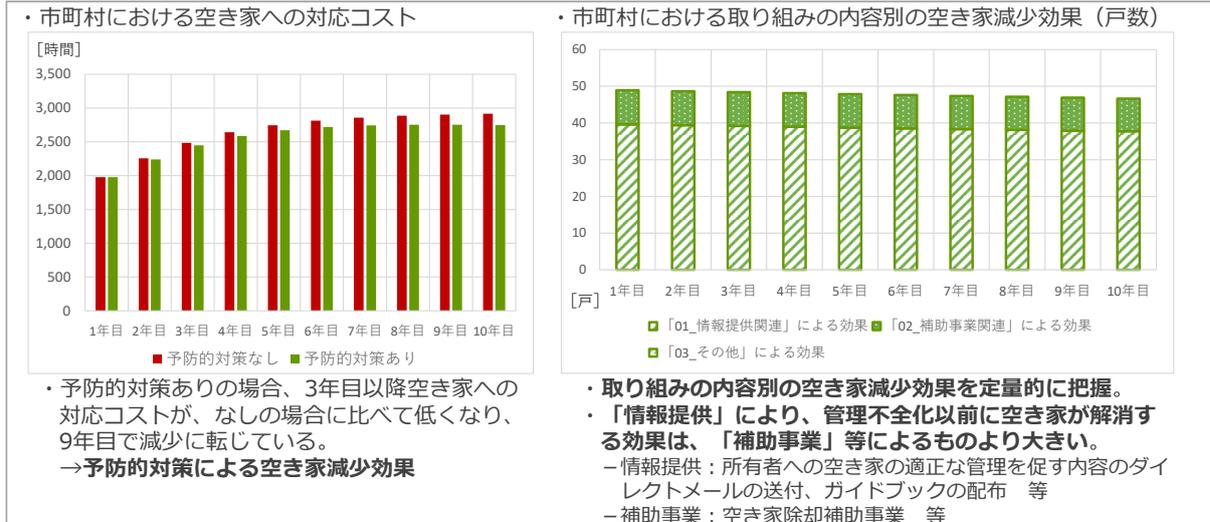
計算に用いるデータとして、市町村における実績データを利用するか否か

【空家数・世帯数の推計・割合・標準】
【前年度から引き継ぎたいとする空き家の割合】の実績値を入力する (実績データを利用しない)

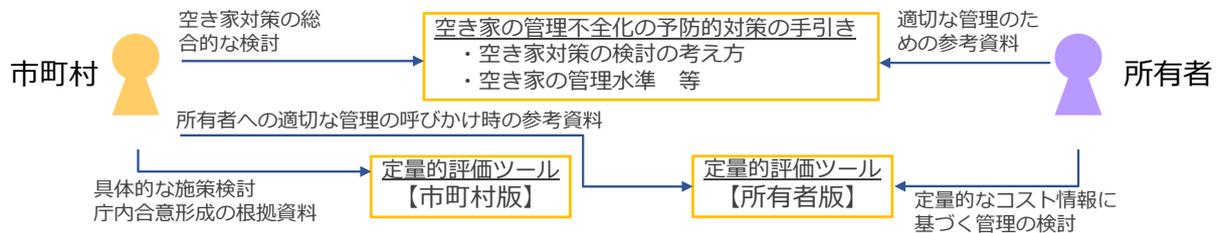
【管理不全化の予防的対策の標準】
【予防的対策の対象となる空き家割合】の実績値を入力する (0112入力(実績データ)より)
【予防的対策の要領回数(予防的対策項目別)】の実績値を入力する (実績データを利用しない)
【予防的対策コスト標準】の実績値を入力する (実績データを利用しない)

(2)表示されるシートの該当箇所に入力実績データを入力

○市町村におけるケーススタディ (例)



○成果の利活用イメージ



11

7. 成果の普及等

成果の普及に向けた取り組み

- 空き家関連コスト推計ツール (市町村版、所有者版) を、国総研HPにおいて公開している。
- 以下等の項目に関する知見をとりまとめた手引きを、国総研資料「空き家の管理不全化を予防するための対策検討の手引き (仮称)」として公表予定。
 - ・ 空き家の管理不全化、管理、対策により生じるコストおよび効果の推計手法
 - ・ 推計結果を踏まえた予防的対策の検討の考え方
 - ・ 空き家の管理不全化を予防するための管理
 - ・ 所有者向けの空き家の適切な管理のための手引き
- 本省と連携し、地方公共団体への周知を進めている。

今後の予定

- 空き家関連コスト推計ツール、手引き等については、学会等とも連携し、地方公共団体等への周知を進めていく。
- 空き家関連コスト推計ツールのほか、収集した原単位データ集や、モニタリングデータ等についても、公開への手順、方針について具体的に検討する。

発表論文等

- 内海康也(2023)「住宅・土地統計調査を活用した居住世帯の有無別住宅ストックの将来推計手法」
日本建築学会計画系論文集 88(812) 2023.10 (査読付き)
- 内海康也ほか(2022)「住宅・土地統計調査を活用した建築の時期別の空き家数の推計手法」
日本建築学会技術報告集 29(71) 2023.2 (査読付き)
- 内海康也(2021)「仮想評価法による空き家の外部不経済の推計に関する研究」
日本建築学会大会学術講演梗概集 (建築社会システム)
- このほか、空き家の管理、予防的対策効果等についての審査つき論文を執筆中

12

事前評価時の指摘事項	対応
たとえば都市部と農村部に見られるように、空き家の発生状況や周辺市街地の状況等の特性は地域により大きく異なる。よって、どのような維持管理が規定できるかについて、地域の類型化や、ある程度対象を絞ったケーススタディ(今後空き家が増えそうな地域等)を行うなど、工夫して進められたい。	<u>全国の市町村を対象に、世帯特性、住宅特性を踏まえた地域の類型化をあらかじめ行うことにより、コスト・効果の原単位データの収集において地域性を確保するとともに、ツールの試用・フィードバック等における対象市町村の抽出が適切となるよう研究を実施した。</u>
空き家問題は所有者、自治体だけでなく、地域として取り組むべきであり、地域コミュニティの役割にも配慮されたい。	所有者および周辺住民を対象としたwebアンケートを実施すること等により、周辺住民と連携した空き家管理の実現可能性について検討した。
空き家対策についてマニュアル等の目に見える形の成果を出していただきたい。	「手引き」、「空き家関連コスト推計ツール(市町村版、所有者版)」としてとりまとめ、公開する。(一部公開済み)

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
予防的対策の効果の定量的把握手法の開発、空き家の管理不全化の予防的対策の推進の支援	管理不全化により将来発生する負担コストの推計	・コスト推計手法を開発 ・コスト項目ごと原単位データ集	・推計手法および原単位データ集は、市町村等における予防的対策の立案・運用等における基礎資料としての活用が期待される。	◎	
	管理不全化の予防に必要な管理コスト・効果の推計	・コスト・効果の推計手法を開発 ・コスト・効果項目ごと原単位データ集 ・管理不全化を予防するために必要となる管理水準 ・遠隔地からの管理システムの構築の考え方および留意点	・推計手法および原単位データ集は、市町村等における予防的対策の立案・運用等における基礎資料としての活用が期待される。 ・「管理水準」は、所有者の空き家の適切な管理に活用される。 ・遠隔地からの管理システムの構築において参考資料として活用される。	◎	
	予防的対策の効果の定量的評価手法の開発	・予防的対策効果の定量的評価手法 ・空き家関連コスト推計ツール(市町村版、所有者版) ・空き家の管理不全化に対する予防的対策検討の手引き	・ツールおよび手引きは、市町村等における予防的対策の立案・運用等における基礎資料としての活用が期待される。 ・ツールは、空き家に関するステークホルダーである所有者や市町村にとってのリスクコミュニケーションのための基礎資料としての活用が期待される。	◎	

<目標の達成度> ◎:十分に目標を達成できた。
△:あまり目標を達成できなかった。

○:概ね目標を達成できた。
×:ほとんど目標を達成できなかった。

有効性

- 管理不全化により将来発生する負担コストの推計手法、および、管理不全化の予防に必要な管理コストの推計手法を開発するとともに、「空き家関連コスト推計ツール」としてとりまとめた。また、管理不全化の予防に必要な管理水準および管理方法について技術的知見を整理した。
- これらの成果を取りまとめた技術資料により、**市町村や所有者における空き家の適切な管理や除却の促進等による管理不全化の予防の推進を支援することで、より適切な空き家対策の推進に寄与するものである。**



参考1：「空き家の管理不全化を予防するための対策検討の手引き（仮称）」の目次構成（案）

○一連の調査結果を踏まえ、所有者において空き家の適切な管理を、市町村において管理不全化の予防的対策の実施を検討する際の手引きとして取りまとめているところ。

1. 空き家の管理不全化、管理、対策により生じるコストおよび効果の推計手法
 - ・管理不全化により生じるコスト（所有者、市町村）
 - ・管理により生じるコストおよび効果（所有者）
 - ・空き家対策により生じるコストおよび効果（市町村）
2. 空き家関連コストの推計
 - ・空き家関連コスト推計ツールの利用ガイド
3. 空き家関連コストを踏まえた予防的対策の検討の考え方
 - ・推計結果を踏まえた予防的対策の検討の考え方
 - ・空き家の予防的対策の効果的な実施に向けた留意点
4. 空き家の管理不全化を予防するための管理
 - ・空き家の管理不全化を予防するために必要となる管理水準
 - ・空き家の遠隔地からの管理システムの構築の考え方および留意点

【資料編】

- ・空き家関連コスト・効果に関する原単位データ集
- ・空き家関連コスト推計ツール（市町村版、所有者版）
- ・空き家関連コスト推計ツール（所有者版）利用の手引き

【別冊：所有者向けの手引き（タイトル未定）】

1. わが国における空き家の現状
2. 空き家の管理不全化を予防する意義
3. 空き家の管理コストと管理不全化リスクを考える
 - ・空き家関連コスト推計ツールの利用ガイド
4. 空き家を管理不全化させないための管理内容

15



参考2：予防的対策効果の定量化の基本的な考え方

○推計モデル：年間コスト・効果の推計の基本的な考え方

・年間コスト：[円] [時間] で計測

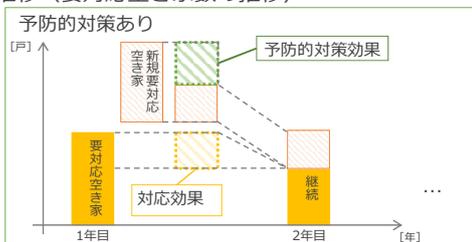
$$\text{コスト} C \begin{matrix} \text{[円/時間]} \\ \text{[円/時間]} \end{matrix} = \begin{matrix} \text{対応・管理} \\ \text{戸数} N \end{matrix} \begin{matrix} \text{[戸]} \\ \text{[戸]} \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{対応回数} f \\ \text{[回/戸]} \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{コスト単価} U \\ \text{[円/回]} \end{matrix}$$

・年間効果：空き家の状態（要対応度、所有者タイプ）の変化戸数で計測

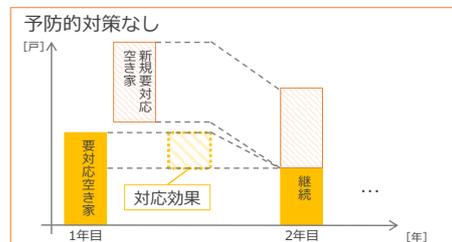
$$\text{空き家数の} \begin{matrix} \text{変動数} \Delta N \\ \text{[戸]} \end{matrix} = \begin{matrix} \text{対応戸数} N \\ \text{[戸]} \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{対応回数} f \\ \text{[回/戸]} \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{状態改善} \\ \text{確率} P \end{matrix} \begin{matrix} \text{[%]} \\ \text{[%]} \end{matrix}$$

○予防的対策の効果の定量的評価手法の開発：期間におけるコスト・効果の算出イメージ（市町村）

・効果の推移（要対応空き家数の推移）

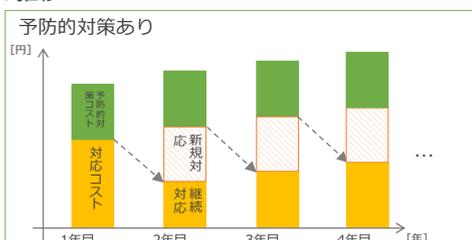


・予防的対策により、要対応空き家数の新規積上げが減少

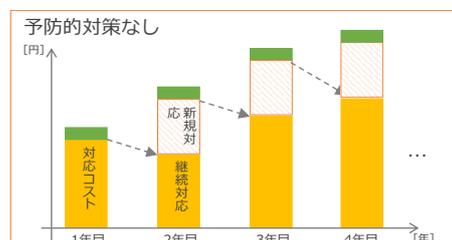


・要対応空き家数は継続して積み上がる

・コストの推移



・予防的対策効果により、次年度の要対応空き家数が抑制され、対応コストも抑制される



・要対応空き家数が継続して積み上がるため、対応コストも継続して積み上がる

16

○コスト(リスク)・効果の項目の整理

・管理不全化によりコストが生じる項目、予防的対策等によりコストおよび効果が生じる項目を整理。

【市町村の空き家対応等におけるコスト・効果項目】

対応の段階	対応項目
01_初動	01_苦情・相談対応
	02_所有者調査
	03_現地調査
	04_緊急安全措置(市区町村における条例)
02_法14条以前	05_管理改善依頼(空家法12条によらない)
	06_立入調査(空家法9条)
	07_情報の提供・助言(空家法12条)
03_法14条	08_特定空家等の判定にかかる現地調査
	09_協議会等への諮問(特定空家等の判定)
	10_助言・指導(空家法14条1項)
	11_勧告(空家法14条2項)
	12_命令(空家法14条3項)
	13_行政代執行(空家法14条4項)
	14_略式代執行(空家法14条10項)
04_事後	15_費用回収等
対策の種類	予防的対策項目
情報提供関連	01_配布・掲示の実施
	02_郵送の実施
	03_対面相談等の実施
	04_セミナーの実施
実態調査関連	05_空家実態調査(法定)の実施
	06_独自調査の実施
補助事業関連	07_補助事業(活用)の実施
その他	10_その他予防的対策の実施

【所有者の空き家管理等におけるコスト・効果項目】

管理等の種類	管理等項目
登記	02_登記手続き
建物管理	02_戸締まりの確認
	03_住宅の通風・換気
	04_住宅内の清掃
	05_水回りなどの点検
	06_郵便物、チラシなどの整理・処分
	07_外回りの清掃、草取り、剪定など
	08_傷み、雨漏りなどのチェック・修繕
	09_台風、地震などの後の見回り
	10_除排雪
	管理のための移動
クレーム対応	02_周辺住民からのクレーム対応
管理不全化した場合	02_倒壊等による周辺住宅の被害(半壊、一部損壊)
	03_倒壊等による周辺住宅の被害(全壊)
	04_倒壊等による周辺住民の身体的被害(負傷)
	05_倒壊等による周辺住民の身体的被害(死亡)
	06_その他の周辺の被害(シロアリ駆除・点検)
	07_その他の周辺の被害(ネズミ駆除)
	08_その他の周辺の被害(草木処理)
	税制の特例外れ
改修	腐朽・破損箇所の改修等
除却・解体	除却・解体費

管理不全化により
コスト(リスク)が
生じる項目

予防的対策等によりコスト
および効果が生じる項目

災害後における居住継続のための 自立型エネルギーシステムの設計目標に関する研究

研究代表者	: 住宅研究部長 木内 望
課題発表者	: 建築環境研究室 室長 西澤 繁毅
関係研究部	: 建築研究部 設備基準研究室
研究期間	: 令和2年度～令和4年度
研究費総額	: 約31百万円
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

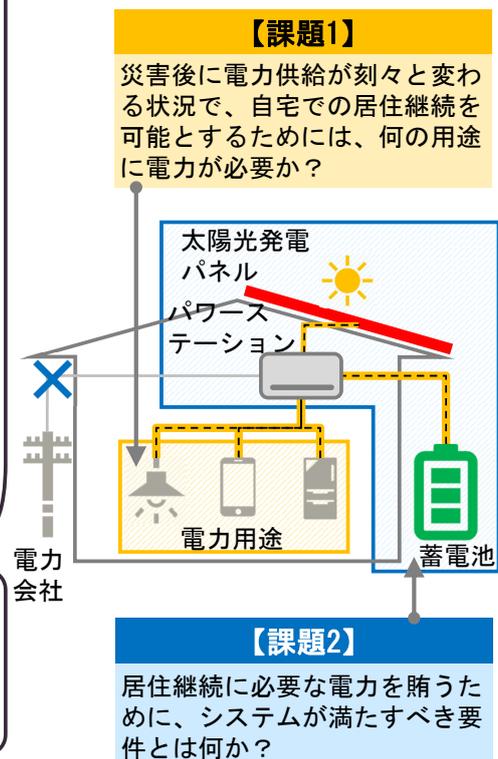
- 自宅に直接的に被害がない場合でも、ライフライン停止等により避難を余儀なくされることは多い。電力インフラの損傷による停電が広域・長期に影響する場合^{*1}もある。
 - 災害後に生活を継続できる住戸を増やすことは、避難人口^{*2}や仮設住宅の必要数を低減させ、速やかな復旧を後押しする。
 - 省エネルギー技術として確立しつつある太陽光発電と蓄電池を組み合わせたシステム(以下、自立型エネルギーシステム)は、電力途絶時においても自宅での居住継続の可能性を増すことが期待される。
 - ただし、自立型エネルギーシステムとして求められる設計目標＝被災後の使い方を踏まえた太陽光発電+蓄電池に求められる性能は明確になっていない。
- ↓
- 建築主や設計者、住宅事業者、システム開発を行うメーカーが判断できる状況にない。

課題

- 1) 災害後において自宅での居住継続に必要な電力用途が不明確である。
- 2) 1)に対応する、太陽光発電と蓄電池によって構成される自立型エネルギーシステムの住宅設計における設計目標が未整理である。

*1 北海道胆振東部地震(2018年)における全道停電など。

*2 南海トラフ巨大地震や首都直下地震では避難所へ避難する人数として400万人を超える想定がなされている。





2. 研究開発の目的・目標

目的・目標

【目的】太陽光発電と蓄電池によって構成される自立型エネルギーシステムを戸建住宅に導入することを念頭に、

- ① 災害後における居住継続に必要な電力用途を明確にする。
- ② 自立型エネルギーシステムに対する住宅設計上の要求事項を定量化する。
- ③ 災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計に関連する技術情報を整理する。

【アウトプット】

- ・災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標

【アウトカム】

- ・エネルギー供給源の多様化・分散化
- ・住宅の省エネルギー対策強化への波及

必要性

・災害後において自宅での居住継続を可能とするために、省エネルギー技術として確立しつつある自立型エネルギーシステムを電力供給に関する代替機能確保に活用することにより、エネルギー供給源の多様化・分散化を図る必要がある。

3



3. 研究開発の概要

①-1 災害後における電力会社から住宅への電力供給の状況変化を時系列で整理 (R2年度)



- ・電力供給の状況変化を災害種別ごとに時系列で整理し、①-2及び②の検討において前提条件となるシステムを適用する状況を想定する。



①-2 災害後における居住継続に必要な電力用途を明確化 (R2年度)

- ・災害種別により整理した電力供給の状況に対し、居住継続に必要な電力用途を明確にする。



② 災害後における居住継続を実現するための自立型エネルギーシステムに対する要求事項を定量化 (R3～R4年度)

- ・災害種別により整理した電力供給の状況において、居住継続に必要な電力を確保するためのシステムに対する要求事項を定量化する。



③ 災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計に関連する技術情報を整理 (R4年度)

- ・災害によるシステムへの被害を回避・軽減し、災害後において継続的に利用するためのシステムの設計に関連する技術情報を整理する。



4



4. 研究計画

区分（目標、テーマ、分野等）	実施年度			総研究費
	R2	R3	R4	研究費配分
	（研究費 [百万円]）			総額 31.8
①-1	資料調査等の実施			約5.3 [百万円]
①-2	ヒアリング調査等の実施			約5.3 [百万円]
②		数値解析等の実施		約10.6 [百万円]
③		技術情報の整理		約10.6 [百万円]

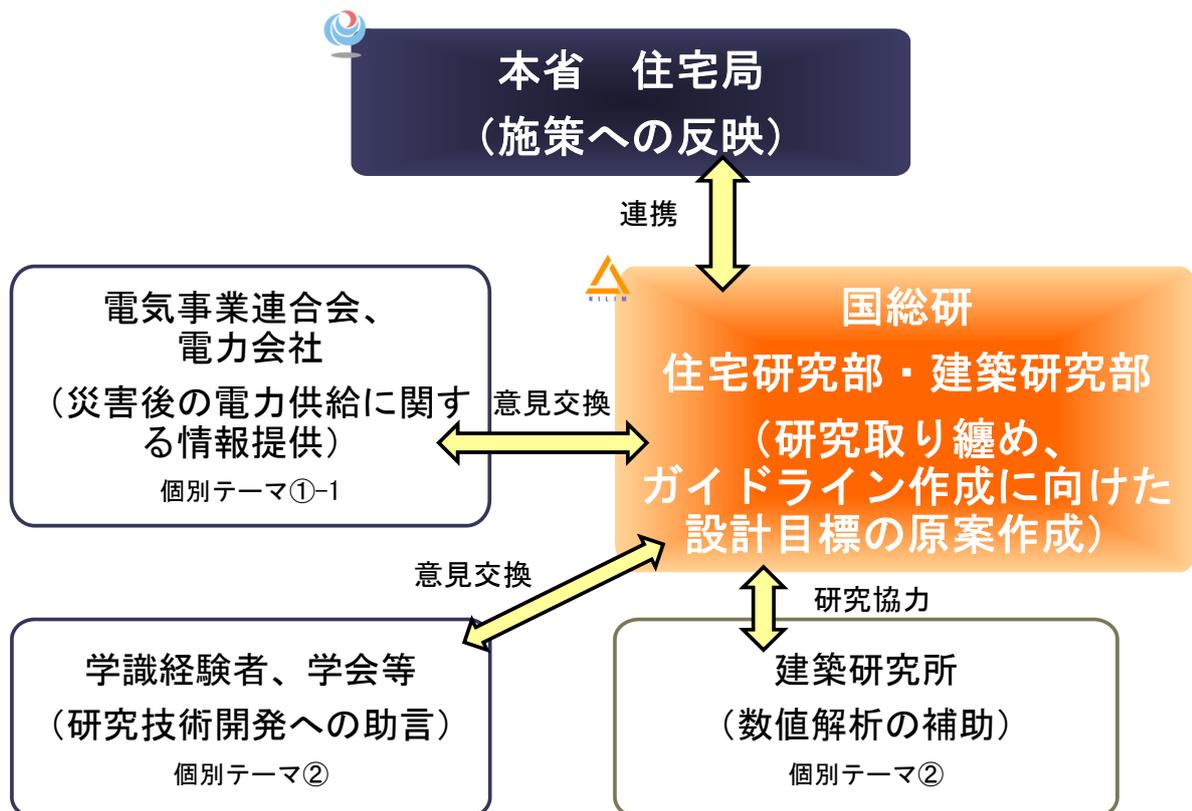
効率性

- ・学識経験者と意見交換を行うことで、今後の開発動向も含めて蓄電池に関する最新情報を効率よく収集する。
- ・これまでの基準整備のために実施された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する。

5



5. 研究の実施体制



6



6. 研究成果: ①-1 災害後における電力会社から住宅への電力供給の状況変化を時系列で整理

・自立型エネルギーシステムを適用する電力供給の状況を想定するための基礎資料を取得した。
 →災害後における電力供給の状況について、災害の発災から電力供給の復旧に至るまでの間における被害状況、停電状況、関係行政機関・自治体・電力事業者等の主な対応などを整理した。

状況変化の整理の一例(平成30年北海道胆振東部地震, 2018/9/6 03:07発生)

停電戸数(解消%)	①停電の状況	③電力事業者(北電)の主な対応	④関係省庁、関係機関の主な対応	⑤北海道の主な対応
9/6	<ul style="list-style-type: none"> 03:08 苫東厚真2,4号機が自動停止、道東送電線4回線の地絡事故発生 苫東厚真1号機の出力が低下 負荷遮断を行ったが周波数回復できず 	<ul style="list-style-type: none"> 03:07 特別非常態勢発令(自動) 震度6弱以上の地域と本社 03:25 社員自動出社、本社雇非発稼働 	<ul style="list-style-type: none"> 03:07 消防庁:青森、岩手、宮城、秋田各県知事に道への援助隊出動要請 03:07 総合通信局:災対本部設置 03:09 官邸対策室設置 03:10 総理指示 	<ul style="list-style-type: none"> 03:09 災対本部設置 03:42~ 情報収集 03:42 北部方面航空隊へリ離陸(情報収集) 03:50 DMAT調整本部設置 03:56 陸上自衛隊(リエゾン)が到着 04:00 道警察へリ離陸(情報収集) 後、消防へリ等も離陸 04:30 DPAT調整本部設置 05:15 北電にリエゾン参集要請 05:35 ブラックアウト確認 06:00 陸上自衛隊に災害派遣要請 07:00 第1回本部員会議 07:43 知事記者会見
	<ul style="list-style-type: none"> 04:00~ ブラックスタート(1回目):高見水力発電所1号機等を並列したが、異常電流が流れ失散 	<ul style="list-style-type: none"> 04:00~ 設備稼働・被害状況の情報を収集 05:00 本部会議 05:35 道へ全域停電を報告 	<ul style="list-style-type: none"> 04:25 総合通信局:道庁にリエゾン派遣 	
	<ul style="list-style-type: none"> 06:30~ ブラックスタート(2回目) 新冠発電所(水力)1・2号機並列。~ 08:52 油発電所(原子力)受電~火力発電所内電源確保及び単独系統との連系~ 	<ul style="list-style-type: none"> 06:00 道庁にリエゾン派遣 06:00 報道へ状況説明(後、HP・SNS掲載、ラジオ局へFAX) 06:30 本部会議(以降1hおきに定期開催) 06:30 ドローンによる状況把握のため苫小牧支店へ社員派遣 07:00 道へ状況報告(以降、1hおきに定期報告) 07:30 苫小牧支店への応援依頼(以降、応援者をロー 	<ul style="list-style-type: none"> 6:10 総合通信局:第1回災対本部会議 	<ul style="list-style-type: none"> 06:00 災害派遣要請

※他に、令和元年台風15号(令和元年房総半島台風)、令和元年台風19号(令和元年東日本台風)について調査

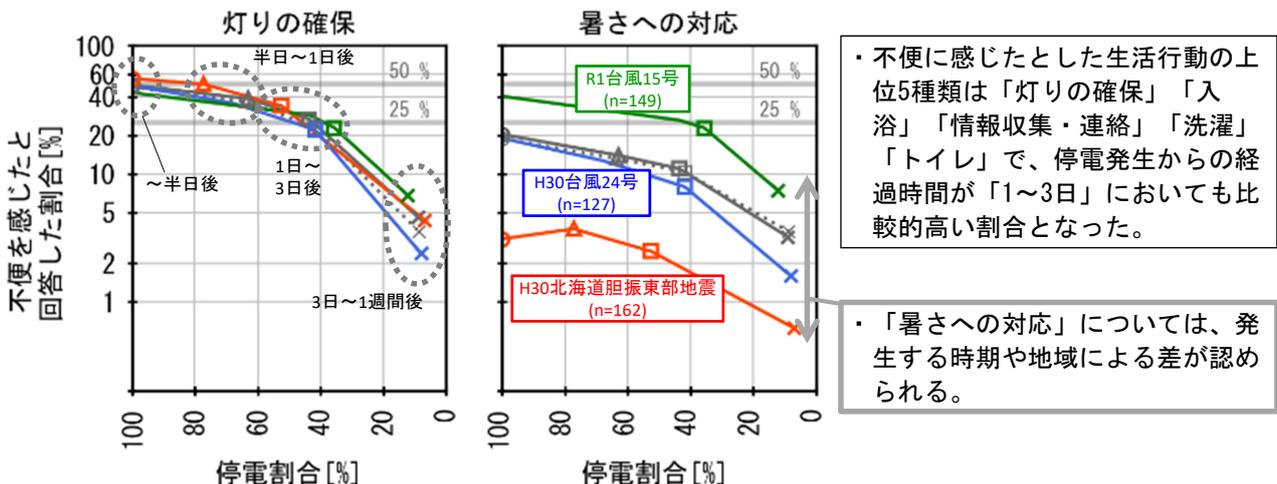
7



6. 研究成果: ①-2 災害後における居住継続に必要な電力用途を明確化

・電力用途に対する要求の時間的変化および確保する電力用途の優先順位を検討するための基礎資料を取得した。
 →平成30年北海道胆振東部地震、平成30年台風24号、令和元年台風15号(令和元年房総半島台風)において停電を経験した世帯(600件)を対象としてWEBアンケート調査を実施。
 →「灯りの確保」「入浴」「情報収集・連絡」「洗濯」「トイレ」が上位 → 停電時に優先的に電力を供給することで自宅での生活を継続する可能性を高めることが期待できる。
 →停電が発生する時期や地域によっては、上記5種類に加えて「暑さへの対応」が重要な要素となる。

Q. できなくて不便を感じたことを教えてください。(複数選択可)



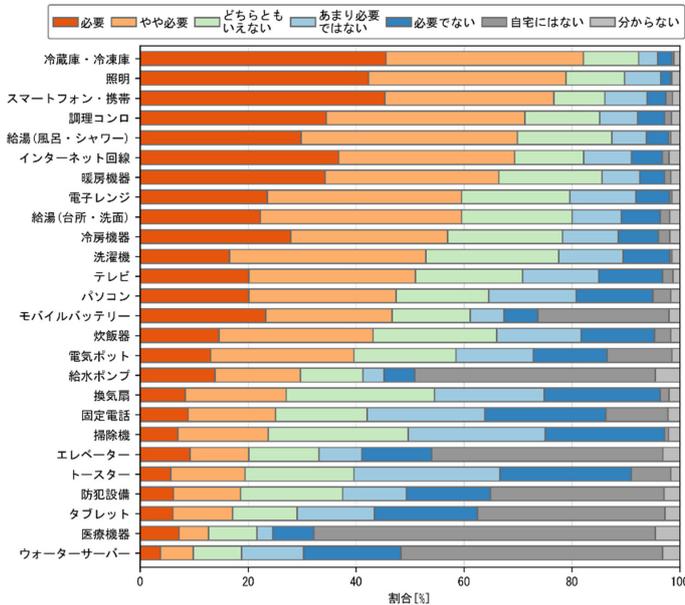
8



6. 研究成果：①-2 災害後における居住継続に必要な電力用途を明確化

- ・ **停電時における生活行動および機器・設備の優先順位**を検討するための基礎資料を取得した。
- 半日を超える期間の停電を経験した世帯(1,200サンプル)を対象としてWEBアンケート調査を実施。
- ライフライン停止状況下において自宅での居住を継続する上で必要であるとした設備・機器の上位5種類は、「**冷蔵庫・冷凍庫**」「**照明**」「**スマートフォン・携帯**」「**調理コンロ**」「**給湯(風呂・シャワー)**」

Q. ご自宅に留まるためには、その設備・機器はどの程度必要だと考えますか？



- ・ 必要であるとした設備・機器の上位5種類は、「**冷蔵庫・冷凍庫**」「**照明**」「**スマートフォン・携帯**」「**調理コンロ**」「**給湯(風呂・シャワー)**」であった。

(n=1,103)

順位	設備・機器の種類	割合 [%]	(参考) 保有 [%]
1	冷蔵庫・冷凍庫	82.1	82.4
2	照明	79.0	79.1
3	スマートフォン・携帯	76.7	77.6
4	調理コンロ	71.4	72.3
5	給湯(風呂・シャワー)	69.9	70.2

※割合：「必要」「やや必要」の合計、
保有：全体(1,103件)から「自宅にはない」を除いた回答件数で除して計算

9



6. 研究成果：② 災害後における居住継続を実現するための自立型エネルギーシステムに対する要求事項を定量化

- ・ 平常時の住宅内電力需要を、省エネ基準の算定方法・考え方を適用して、576パターン作成した。
- ・ 平常時の機器使用パターンを基に、**停電時における機器使用パターン(3水準)**を設定した。
- 停電時に通常通りに過ごすケース(Lv.0)の他に、特定の部屋(LDKと夫婦の寝室)に家族が集まって過ごすことを前提に、各種機器の使用を制限することを想定して(アンケート調査の結果(①-2)を踏まえて)2水準(Lv.1, Lv.2)を設定。

用途	停電時における機器使用レベルの設定 (Lv.0からの変更点 Lv.1からの変更点)		
	Lv.0: 通常通り	Lv.1: ある程度制限	Lv.2: 安全性の確保&最大制限
暖房	・ 各室において在室時(就寝中を除く)に使用。	・ 使用場所をLDKと主寝室に限定。 ・ 12時~13時台の平均外気温度が13℃以上の場合、同時間帯の暖房を停止。	・ 使用場所をLDKと主寝室に限定。 ・ 12時~13時台の暖房を無条件に停止。
冷房	・ 各居室において在室時に使用。	・ 使用場所をLDKと主寝室に限定。 ・ 16時~23時台の平均外気温度が25℃以下の場合、同時間帯の冷房を停止。 ・ 23時台~翌7時台の平均外気温度が25℃以下の場合、同時間帯の冷房を停止。	・ 使用場所をLDKと主寝室に限定。 ・ 16時~翌7時台の冷房を無条件に停止。
換気	・ 24時間使用。	・ 24時間使用。	・ 24時間使用。
照明	・ 各室において生活スケジュールに応じて使用。	・ 使用場所を1階に限定。 ・ 50%にまで減光。	・ 使用場所を1階に限定。 ・ 10%にまで減光。
給湯	・ 生活スケジュールに応じて使用。	・ 生活スケジュールに応じて使用。	・ 生活スケジュールに応じて使用。
その他	・ 各室において生活スケジュールに応じて使用。	・ 使用する家電機器をLDKと主寝室で使用するものに限定(冷蔵庫、電気炊飯器、テレビ、パソコン等)。	・ 全て使用しない。
算定された電力需要	100%	概ね5~7割程度*	概ね2~6割程度*

* 電力需要の幅は、温暖地~寒冷地の地域の差や、オール電化、燃焼機器の使用の別の影響により現れる 10

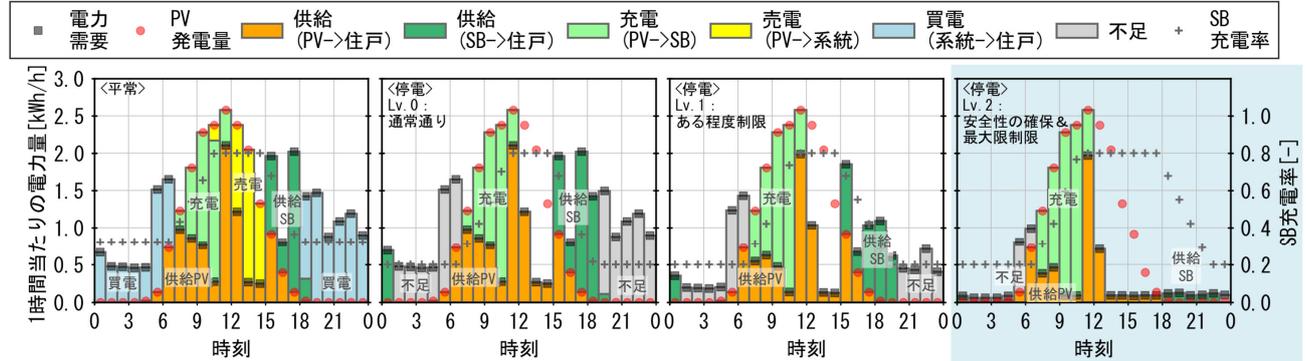


6. 研究成果：② 災害後における居住継続を実現するための自立型エネルギーシステムに対する要求事項を定量化

・住宅内電力需要や自立型エネルギーシステムによる電力供給量等を算定する方法を構築した。

→ 停電発生状況と居住者の機器使用状況に応じた電力消費量・供給量を計算可能

本研究で構築した算定方法の適用例：
停電発生後24時間での電力需要と太陽光発電(4.0kW)+蓄電池(12.0kWh)による電力供給量



→ 機器の使用を「Lv. 2」に制限した状況であれば、4.0kWの太陽光発電+12.0kWhの蓄電池で、最暑日(6地域)でもほぼ需要を満たせる結果

<算定条件>

- 【地域】 省エネ基準の6地域のA3区分(温暖で年間の日射量が中程)
- 【住宅建物】 住宅プラン[省エネ基準の標準住宅]、外皮性能[省エネ基準]、床面積[120㎡(省エネ基準の4人世帯相当)]、LDK面積比[24.84%(省エネ基準のモデル住宅)]
- 【設備機器】 機器性能[中央性能]、暖房設備の種類[1~7地域:エアコン、8地域:暖房なし]、冷房設備の種類[エアコン]、換気設備の種類[壁掛け式第三种]、照明設備の種類[LED]、給湯機/給湯温水暖房機の種類[1~8地域:電気ヒートポンプ]、調理・家電機器の種類[省エネ基準の想定を適用]、その他[オール電化相当]
- 【太陽光】 パネル面数[1面]、パネル方位角[南]、パネル傾斜角[30度]、アレイ容量[4.0kW]、アレイ設置方法[屋根置き型]
- 【蓄電池】 定格容量[12.0 kWh]、充放電可能容量に対する放電停止残容量の割合[0.2]、上限/下限電圧に対応する充電率[0.8/0.2]
- 【パソコン】 定格入力電力[6.0 kWh/h]、作動時における補機の消費電力[25.0 W]、待機時における補機の消費電力[2.0 W]
- 【表示器等】 作動時における補機の消費電力[3.0 W]、待機時における補機の消費電力[2.0 W]
- 【停電状況】 発生日時[年最高気温となる日(7/24)の0時]

※蓄電池の算定方法は別途検証の段階にあるため、今後精査される見込み。

11



6. 研究成果：③ 災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計に関連する技術情報を整理

・被災後に自立型エネルギーシステムを継続的に使用できる可能性を上げるための技術情報を収集整理した。

→ 製造者、システム設計者、施工者、使用者(居住者)に向けた技術情報

→ 太陽光発電・蓄電システムにおける事故事例、事故を回避もしくは最小限にするための対策、被災時の留意点

調査対象と取得した主な情報

調査方法	対象	取得した主な情報
資料調査	事故事例	過去に発生した事故事例→被害の原因と対策(右記の事故情報データベース等から)
	製品取扱説明書	メーカー・団体等から一般消費者に伝えられている取り扱い上の留意点
	法令・規格・ガイドライン等	法的位置づけ、および製造・設計施工・使用の各段階において措置される安全対策
ヒアリング調査	研究者	事故事例とその原因、事故発生のメカニズム、安全性に係る規格の策定状況、製品認証における要求水準、市場製品の遵守状況(認証取得状況)、施工業者および使用者が災害時に留意すべき点等の情報
	設備メーカー・業界団体	関連法令、安全性認証、ガイドラインの制定状況、設置業者および消費者が災害時に留意すべき点等の情報
	認証機関	安全性認証における要求水準および市場製品の認証取得状況等の情報
	住宅業界団体	住宅設計による安全対策に関する情報

※「事故情報データベース」のトップページ

消費者庁: 事故情報データベースシステム
<https://www.jiko.joho.caa.go.jp/ai-national/>

※「水害の際の蓄電池システムの取り扱いに関する留意点」のパンフレット

日本電機工業会、電池工業会: 水害の際の蓄電システムの取扱いに関する留意点
<https://www.jema-net.or.jp/jema/data/1604PowerStorage.pdf>

12



7. 成果の普及等

■ 成果の普及：

- ・「システムを適用する状況」「電力用途」「要求事項」について整理し、災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計ガイドライン作成に資する技術資料(国総研資料)を令和6年3月までに公表する。
- ・民間企業が省エネだけでなくレジリエンス向上の観点からも太陽光発電+蓄電池の自立型エネルギーシステムの導入・活用を図れるよう、技術情報の公開を進める。

■ 今後の予定：

- ・自立型エネルギーシステム（太陽光発電、蓄電池の仕様・性能など）や停電状況（停電発生日時や停電期間など）について想定条件を追加してデータの拡充を図る。
- ・上記のデータを再整理し技術情報を作成する。自立型エネルギーシステムの設計にあたり要求される事項を明確にした内容とする。

■ 発表論文：

- ・羽原宏美, 山口秀樹：停電時の生活行動における不便に関するアンケート調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学Ⅱ, pp. 2371 -2372, 2022
- ・羽原宏美, 山口秀樹：ライフライン停止状況下で居住継続を行う上での生活行動および設備・機器の必要性に関するアンケート調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学Ⅱ, pp. 1857 -1858, 2023
- ・羽原宏美, 山口秀樹：被災経験世帯を対象とした停電時において不便を感じた生活行動に関する調査, 日本建築学会環境系論文集（査読中）

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
災害の種別、地域や時期、また、建物の性能によって自立型エネルギーシステムに求められる性能が異なるため、いくつかのケースを想定し研究を進めて頂きたい。	停電日数や停電発生時期、地域、建物の性能を任意に設定して、停電時に自宅で過ごすために必要な電力量や自立型エネルギーシステムによる電力供給量等を算定する方法を構築した。
戸建て住宅に限らず、将来的には共同住宅や、さらには地域単位での自立型エネルギーシステムについて応用できるようにすることも意識して研究を進めて頂きたい。	居住継続に必要な電力用途に関する情報や、住宅のエネルギー消費量・発電量等の算定方法は、共同住宅や地域単位での検討に応用が可能なように整理した。
一部の住宅メーカーでは災害対応住宅として市場に訴求しているので、民間企業との連携することも視野に入れて頂きたい。	一般財団法人住宅・建築SDGs推進センターが運営するレジリエンス関連の委員会に参画し、民間企業と連携して検討を進めた。

14

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
エネルギー供給源の多様化・分散化、および住宅の省エネルギー対策強化へに寄与する。	① 災害後における居住継続に必要な電力用途を明確にする。	<ul style="list-style-type: none"> 災害後における電力供給の状況について、災害の発災から電力供給の復旧に至るまでの間における被害状況、停電状況、関係行政機関・自治体・電力事業者等の主な対応などを整理した。 電力用途に対する要求の時間的変化および確保する電力用途の優先順位を検討するための基礎資料を整理した。 	<ul style="list-style-type: none"> 停電対策を考える際に有用な技術情報として、住宅の設計や蓄電池等の設備・機器の開発において活用されることが考えられる。 	◎	
	② 太陽光発電と蓄電池によって構成される自立型エネルギーシステムに対する住宅設計上の要求事項を定量化する。	<ul style="list-style-type: none"> 停電時における居住者の機器使用を想定した上で、自宅で過ごすために必要な電力量や自立型エネルギーシステムによる電力供給量等を算定する方法を構築した。今後、想定条件を追加してデータの拡充を図る必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 構築した算定方法を、戸建住宅に限らず、共同住宅や地域単位での検討に展開することが考えられる。 	○	
	③ 災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計に関連する技術情報を整理する。	<ul style="list-style-type: none"> 災害によるシステムへの被害を回避・軽減し、災害後において継続的に利用するためのシステムの設計に有用な技術情報を取得した。 	<ul style="list-style-type: none"> 災害による被害を回避または軽減に対する対策について情報が広く知られることで、災害後の停電対策としてシステムが効果的に活用される可能性が高まることが期待できる。 	◎	

＜目標の達成度＞ ◎:十分に目標を達成できた。
△:あまり目標を達成できなかった。

○:概ね目標を達成できた。
×:ほとんど目標を達成できなかった。

有効性

自立型エネルギーシステムに災害に対する備えとしての新たな価値が付加されるとともに、国民の省エネルギーに対する理解や関心が深まる機会となり、住宅の省エネルギー対策の強化に対する波及効果も期待できる。

スマートシティ推進支援のための 主要な都市問題解決に係る 計画評価技術の開発

研究代表者	:	都市研究部長 村上 晴信
課題発表者	:	都市計画研究室長 勝又 済
関係研究部	:	都市研究部（都市計画研究室、都市施設研究室）
研究期間	:	令和2年度～令和4年度
研究費総額	:	約34百万円
技術研究開発の段階	:	初期段階



National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN

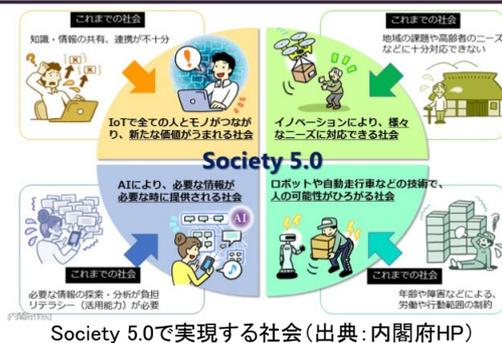


1. 研究開発の背景・課題

～スマートシティの実現による都市問題の解決～

背景

- 超高齢社会の到来、交通弱者の増加、生産年齢人口の減少、インフラの老朽化、地方財政の逼迫等、**わが国の都市問題は深刻化**。
- 第5期科学技術基本計画では、「**Society5.0**」（先端技術導入により経済発展と社会的課題の解決を両立する新たな社会）の実現を提唱。
- 国土交通分野では、IoT等の新技術の活用により都市問題の解決を図る「**スマートシティ**」が「**Society5.0**」の社会的実践の場として期待。
- スマートシティについては、かつての省エネルギーから、交通、生活支援、防災、防犯、観光等に**テーマが多分野化**。また、技術革新により、活用が期待される**新技術も多様化**。
- 本省都市局より**スマートシティの日本版評価指標(KPI)に関する検討の要請**。



「スマートシティの実現に向けて【中間取りまとめ】」（平成30年8月、国土交通省都市局）でのスマートシティの定義

課題

- ①都市の諸問題解決（ニーズ）に対応可能な新技術（シーズ）が**体系的に整理されていない（対応付けできていない）**、②新技術の活用による**都市問題解決効果の計画評価方法が確立されていない**ことから、**地方公共団体がスマートシティ化の方向性について検討する際の支援が求められる**。



2. 研究開発の目的・目標

～地方公共団体への技術支援によるスマートシティ推進～

目的・目標

都市の抱える諸問題の解決に向けて、地方公共団体がIoT等新技術の活用(スマートシティ化)による主要な都市問題解決の方向性について検討する際の支援を目的として、

- ① 個別の都市問題の解決に対応可能な新技術の体系的整理
- ② 新技術の活用による主要な都市問題解決効果に係る計画評価手法※の開発

を行う。 ※今後の技術的展開に応じて随時バージョンアップを実施(プロトタイプ)

必要性

- スマートシティの取り組みを推進するには、地方公共団体がスマートシティ化の方向性について検討する際の技術支援が必要。

具体的には、地方公共団体が、

- ① 都市の抱える諸問題(ニーズ)の解決に対応可能な新技術(シーズ)とその導入条件
- ② 新技術の活用により見込まれる都市問題解決効果について判断できるよう、高度で先進的な新技術に関し、国が中立的な観点から評価技術を開発することが必要。

アウトプット

- ① 都市問題(ニーズ)と新技術(シーズ)の体系的整理
- ② 新技術活用による都市問題解決効果の評価手法

地方公共団体

アウトカム

スマートシティの取り組み推進

都市問題の解決

- 生産性向上
- 市民の生活利便性の向上
- 行政コストの削減

本研究開発のアウトプットとアウトカム

3



3. 研究開発の概要

① 国内外のスマートシティの先進事例に係る実態調査

(原単位等)、新技術の都市問題解決効果に係る計画評価手法・指標等

都市問題と新技術の対応、新技術の導入条件等

- 先進事例における最新の取り組み状況に関する実態調査
- 地方公共団体及びIoT関連企業等への意向調査

② 都市の諸問題解決に活用可能な新技術の体系的整理

都市問題と新技術の体系的整理結果

- データベースの作成
- 都市問題解決に活用可能な新技術の体系的整理

③ 新技術活用による主要な都市問題解決効果に係る計画評価手法の開発

- 都市問題解決効果に係る計画評価手法の検討
- 都市問題解決効果に係る簡易計画評価シート及び評価マニュアルの作成
- ケーススタディ

4



4. 研究計画

区分(目標、テーマ、分野等)	実施年度			総研究費
	R2	R3	R4	研究費配分
(研究費[百万円])	12	11	11	総額34
① 国内外のスマートシティの先進事例に係る実態調査	[Bar chart showing funding in R2, R3, and R4]			約14 [百万円]
② 都市の諸問題解決に活用可能な新技術の体系的整理	[Bar chart showing funding in R2, R3, and R4]			約10 [百万円]
③ 新技術活用による主要な都市問題解決効果に係る計画評価手法の開発	[Bar chart showing funding in R2, R3, and R4]			約10 [百万円]

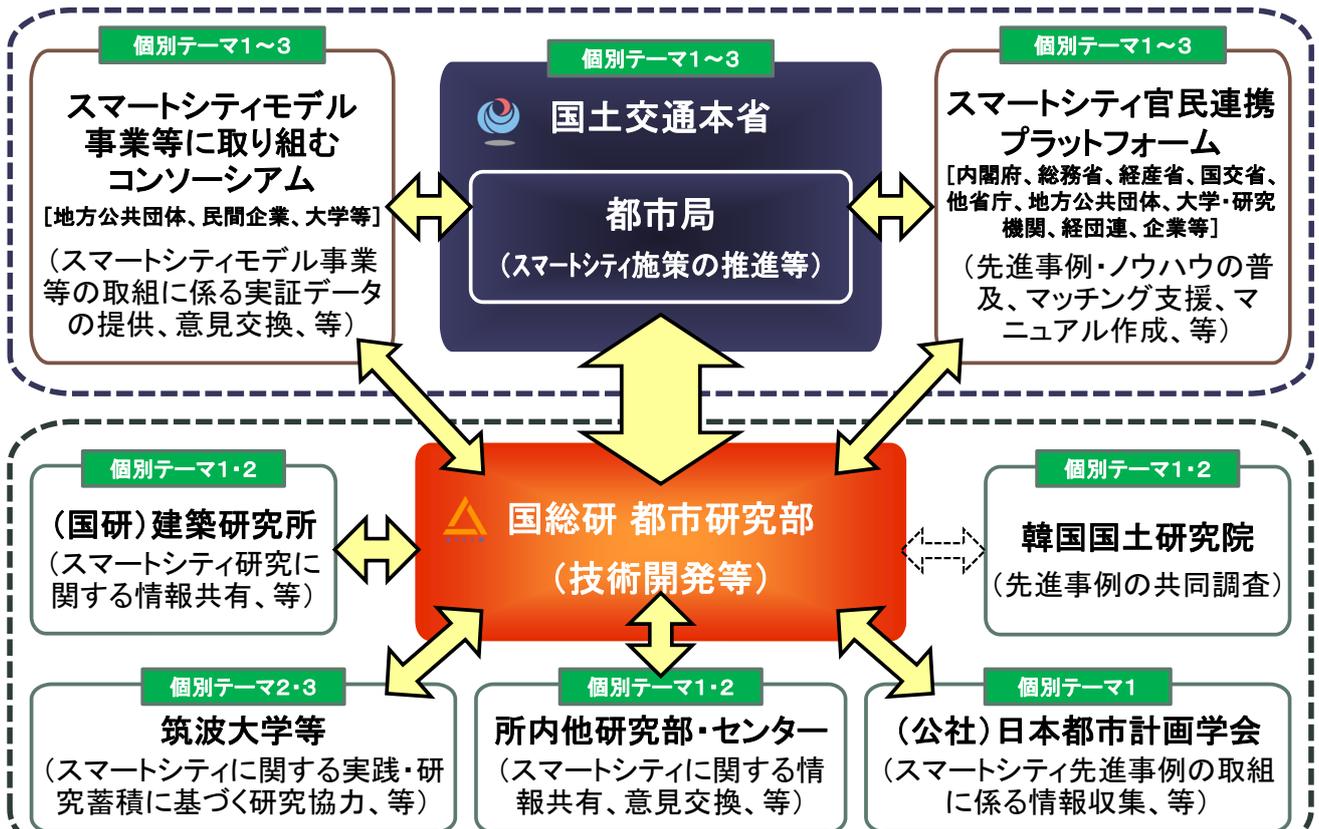
効率性

- スマートシティ施策を推進する本省都市局と密接に連携・調整するとともに、スマートシティモデル事業等に取り組む地方公共団体、民間企業等のコンソーシアムと連携し現場の取り組みに関する実証データの提供を受けること等により、研究を効率的に実施。
- 遠方の地方公共団体へのヒアリングも、オンライン会議により効率的に実施(43団体に延べ49回)。
- 「スマートシティ官民連携プラットフォーム」への参加を始め、国交省や内閣府の各種委員会等に参加し、常に国の最新の動きをキャッチアップ。
- 加えて、スマートシティに関する実践・研究蓄積を有する大学の協力、韓国国土研究院との先進事例の共同調査、所内他研究部・センター及び建築研究所、日本都市計画学会「スマートシティ特別委員会」との情報共有等により、研究を効率化・合理化。

5



5. 研究の実施体制



6

6. 研究成果：① 国内外のスマートシティの先進事例に係る実態調査(1/4)

①-1 地方公共団体及び企業へのアンケート調査の概要

- 地方公共団体が新技術を用いて解決したいと考える都市問題と、企業が保有する新技術とそれにより解決しようとする都市問題の回答を集計。両者の回答傾向・相違を俯瞰的に分析し、スマートシティの課題を抽出。
- スマートシティに取り組む意向のある地方公共団体(61団体)と企業(146団体)※に対し電子メールによりアンケート調査を実施(地方公共団体の回収率96.7%、企業の回収率51.4%)。

※「スマートシティの実現に向けたニーズ・シーズに関する提案募集(2018年国交省ニーズ・シーズ調査)」への応募者を対象

地方公共団体が新技術により解決したい都市問題と導入したい新技術

企業が保有する新技術と解決に資すると考える都市問題

【都市問題のリスト】

「2018年国交省ニーズ・シーズ調査」の結果概要における12の分類を大分類とし、その下に国総研が独自に42の中分類、172の小分類に細分化。

<大分類(12分類)>

- (ア)交通・モビリティ
- (イ)エネルギー
- (ウ)防災
- (エ)インフラの維持管
- (オ)観光
- (カ)健康・医療
- (キ)生産性向上
- (ク)環境
- (ケ)セキュリティ
- (コ)物流
- (サ)コンパクトなまちづくり 等

<中分類(42分類)>

- 「(ア)交通・モビリティ」の例
- 公共交通利用促進
 - 交通弱者の移動支援
 - 渋滞対策
 - 交通事故対策
 - 歩行者・自転車利用促進
 - マネジメント

<小分類(172分類)>

- 「公共交通利用促進」の例
- バスダイヤ・ネットワークの最適化
 - 交通結節機能の強化
 - 赤字路線の改善
 - 利用者への情報発信
 - その他



組み合わせを回答

【新技術のリスト】

「2018年国交省ニーズ・シーズ調査」の結果概要における7の分類に、回答が多いと予想した「自動運転技術・ロボット・新技術(輸送)」※「ロボット・新技術(輸送以外)」※を加えた9を大分類とし、その下国総研が62の中分類へ細分化。

<大分類(9分類)>

- (1)通信ネットワークとセンシング技術
- (2)分析・予測技術
- (3)データ保有
- (4)データプラットフォーム
- (5)データの活用(可視化技術等)
- (6)(1)~(5)を活用した新たな応用技術
- (7)自動運転技術・ロボット・新技術(輸送)※
- (8)ロボット・新技術(輸送以外)※
- (9)その他

<中分類(62分類)>

- 「(1)通信ネットワークとセンシング技術」の例
- 通信ネットワークの活用(5G、LTE、BWA等)
 - ビーコンなどによる通信・情報配信
 - ケーブルテレビの活用
 - 車載センサー(カメラ・GPS等)
 - 顔認証
 - 水位の監視 等

7

6. 研究成果：① 国内外のスマートシティの先進事例に係る実態調査(2/4)

①-2 都市問題と解決のために導入したい新技術の関係(大分類)

- 地方公共団体の回答は、最も多い「交通・モビリティ」を解決する新技術として、「新たな応用技術」、「自動運転技術・ロボット・新技術(輸送)」が多い。次に多い「観光」に対しては、「通信ネットワークとセンシング技術」「新たな応用技術」が多い。
- 企業の回答は、保有する新技術は「新たな応用技術」「通信ネットワークとセンシング技術」が多く、いずれも解決しようとする都市問題は、「交通・モビリティ」や「防災」が多い。

地方公共団体の回答

都市問題解決のために導入したい新技術(大分類)	保有する新技術(大分類)								
	(1)通信ネットワークとセンシング技術	(2)分析・予測技術	(3)データ保有	(4)データプラットフォーム	(5)データの活用(可視化技術等)	(6)(1)~(5)を活用した新たな応用技術	(7)自動運転技術・ロボット・新技術(輸送)	(8)ロボット・新技術(輸送以外)	(9)その他
35	30	30	21	28	49	41	15	15	22
59.3%	50.8%	50.8%	35.6%	47.5%	83.1%	69.5%	25.4%	25.4%	37.3%
(ア)交通・モビリティ	54	19	26	18	4	7	119	69	0
(オ)観光	34	22	5	10	6	16	21	11	1
(ウ)防災	27	45.8%	59	13	10	14	12	35	1
(キ)生産性向上	27	45.8%	5	1	3	4	2	7	13
(エ)インフラの維持管理(老朽化)	26	44.1%	25	13	16	5	8	12	0
(サ)コンパクトなまちづくり	26	44.1%	6	2	14	7	6	18	10
(カ)健康・医療	25	42.4%	10	11	23	5	2	36	4

「公共交通利用促進」×「自動運転技術」



(国総研撮影)

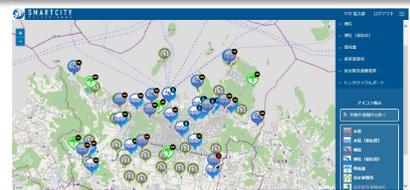
■ 59団体中の数

■ 回答された事例の数(小分類の合計、複数回答)

企業の回答

保有する新技術で解決しようとする都市問題(大分類)	導入したい新技術(大分類)								
	(1)通信ネットワークとセンシング技術	(2)分析・予測技術	(3)データ保有	(4)データプラットフォーム	(5)データの活用(可視化技術等)	(6)(1)~(5)を活用した新たな応用技術	(7)自動運転技術・ロボット・新技術(輸送)	(8)ロボット・新技術(輸送以外)	(9)その他
47	34	39	34	27	51	20	17	7	不明
62.7%	45.3%	52.0%	45.3%	36.0%	68.0%	26.7%	22.7%	9.3%	
(ア)交通・モビリティ	45	60.0%	96	25	42	23	20	119	53
(ウ)防災	32	42.7%	71	12	51	18	26	80	15
(サ)コンパクトなまちづくり	29	38.7%	48	13	32	15	25	42	9
(エ)インフラの維持管理(老朽化)	27	36.0%	51	11	72	27	36	39	10
(オ)観光	25	33.3%	14	12	13	11	9	23	6
(キ)生産性向上	25	33.3%	13	9	9	5	4	13	10
(イ)エネルギー	22	29.3%	7	8	12	4	2	39	3

「災害情報システム」×「防災情報発信」



(出典:高松市)

■ 75企業中の数

■ 回答された事例の数(中分類の合計、複数回答)



6. 研究成果：① 国内外のスマートシティの先進事例に係る実態調査(3/4)

①-3 導入段階別にみた新技術導入の課題

- ・ 新技術の導入段階別にみた新技術導入に当たっての課題について、地方公共団体と企業の別に回答を整理。
- ・ 地方公共団体と企業のいずれも、コスト面(「導入コスト」「運用コスト」「収益構造」)が課題。
- ・ 「導入検討中」の企業では「都市問題との対応」の課題の選択があり、都市問題と新技術のマッチングに苦慮。
- ・ 「空欄」(課題なし)が多い「導入済」の地方公共団体のノウハウの共有が、新技術導入の展開に有効と期待。

地方公共団体の回答

(複数回答)

新技術導入にあ たつての課題	合計	導入 済	検 討 中
導入コスト	20%	4%	28%
空欄(なし)	18%	40%	17%
運用コスト	17%	23%	19%
その他	12%	11%	14%
精度懸念	4%	2%	5%
社会受容性	4%	4%	4%
合意形成	3%	0%	4%
効果指標がない	3%	5%	3%
設置場所	2%	5%	2%
人材不足	2%	3%	2%
現行法規制	1%	2%	1%
製品選択の根拠	1%	1%	1%

企業の回答

(複数回答)

新技術導入にあ たつての課題	合計	導入 済	検 討 中
収益構造	18%	19%	24%
空欄(なし)	17%	11%	29%
運用コスト	14%	22%	9%
導入コスト	12%	22%	6%
その他	8%	6%	14%
都市問題との対応	4%	3%	8%
他社との優位性	3%	5%	2%
現行法規制	2%	2%	3%
社会受容性	2%	3%	2%
合意形成	2%	3%	1%
設置場所	2%	3%	1%
人材不足	1%	2%	1%

(各新技術における導入課題の延べ回答数で除した割合)

9



6. 研究成果：① 国内外のスマートシティの先進事例に係る実態調査(4/4)

①-4 まとめ

- ・ アンケートの結果から、地方公共団体がスマートシティ化の取り組みを新たに検討する上での課題を整理。
- ・ **都市問題と新技術の体系的整理**を行うことで、都市問題と新技術導入のマッチングに苦慮している地方公共団体や企業を支援できる可能性。
- ・ 新技術の導入・運用コストの懸念については、**コストに見合った都市問題解決効果を、計画段階で定量的に予測・評価できる手法の整備**により、地方公共団体の新技術導入の検討の支援ができる可能性。

都市問題と新技術のマッチングに関する情報共有の必要性

⇒研究成果②へ

地方公共団体が解決したい都市問題と企業の
新技術のマッチングが進んでいるケース
(例)「交通・モビリティ」等

社会実装の展開に向け、新技術
導入の課題への対処方策等、先
行事例の情報共有が必要。

都市問題と新技術
の体系的整理を行
うことで、新技術
導入の検討段階に
ある地方公共団体
や企業を支援。

地方公共団体の導入意向に対し適用可能な新
技術が不十分なケース (例)「健康・医療」等

地方公共団体と企業の間で情報
交換、マッチングを促進するサ
ポートが必要。

企業の新技術に対し導入可能な都市問題が認
識されていないケース (例)「分析・予測技術」等

新技術導入・運用コストに関する課題への対応の必要性

⇒研究成果③へ

新技術導入の最大の課題は、地方公
共団体、企業ともにコスト面(導入コスト、
運用コスト、収益構造)であり、どの新
技術にも共通

- 新技術が普及することによる市場原理でコスト低下を期待
⇒ モデル事業による実証実験等を通じ持続可能な導入事例を
増やしていくことが重要。
- 新技術の導入・運用コストに見合った都市問題解決効果を計画
段階や進捗段階で定量的に予測・評価
⇒ 評価手法の整備や新たな評価手法の提案が必要。

10

6. 研究成果：② 都市の諸問題解決に活用可能な新技術の体系的整理(1/2)

②-1 『スマートシティ事例集【導入編】』の作成

- これからスマートシティに取り組む意向のある地方公共団体や企業での活用を想定し、**主要な都市問題に対して、導入可能性のある新技術**を、導入に当たっての課題や解決策、導入効果の評価方法を中心に**1対1対応で紹介する『スマートシティ事例集【導入編】』**を作成。幅広い分野と新技術を対象とした**全国76事例**を掲載。



ダウンロードURL <https://www.niim.go.jp/lab/jbg/smart/smart.html>
(国総研都市研究部都市計画研究室ホームページ)

都市問題	新技術	新技術									総計	
		h	f	c	b	a	i	d	e	g		
		自動車	データ活用	分析・予測	観測	通信	ドローン	IoTデバイス	ビッグデータ	エネルギー		
A	交通	13	3			2	1	1			20	
C	賑わい	2	4	4				2	1		13	
D	健康・医療	2	3	1	1	1		2	1		11	
G	防災		1		2	2		1	2		8	
B	産業	2	1					4			7	
E	インフラ	1		1	2			1	1		6	
H	安心				2	3					5	
F	環境				1			1		2	4	
I	分野共通		2								2	
	総計	20	11	9	8	8	7	7	4	2	76	

「都市問題」と「新技術」の組み合わせ別掲載事例数

様々な視点で事例を検索できるよう、「都市問題」「新技術」「地方公共団体」別に目次を作成。クリックで当該事例のページにリンク。

※1つの都市問題の解決プロセスにおける“サービス間連携”、1つの新技術やデータを複数分野で共用する“分野間連携”、複数都市で新技術やデータを共用する“広域連携”の事例についても、事例集の中で一部を紹介。

6. 研究成果：② 都市の諸問題解決に活用可能な新技術の体系的整理(2/2)

②-2 『スマートシティ事例集【導入編】』の内容

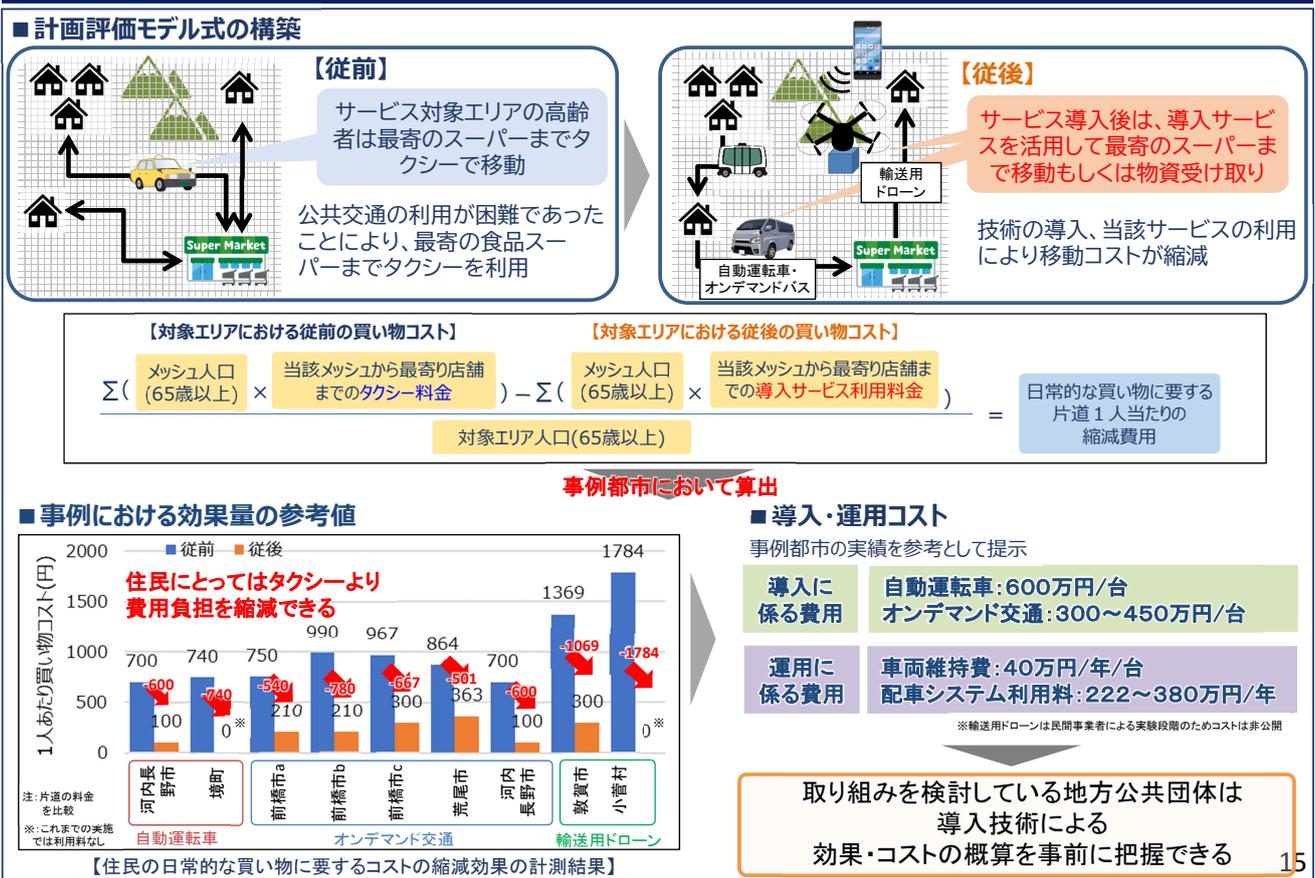
- 各事例は、都市問題と新技術の組み合わせごとに、基本的に「**新技術の特徴や導入に関する情報**」2ページ、「**新技術の導入による効果を測る評価指標(KPI)に関するデータ**」1ページで分かりやすく紹介。

都市が抱えている問題を一般的な視点で解説。

新技術の導入により期待される都市問題解決の効果を、利用者、地域、地方公共団体毎に解説。



6. 研究成果: ③新技術導入による都市問題解決効果をはかる計画評価モデル(案)の開発(3/3)
 ③-2 評価モデルの例:「日常的な買い物に要する住民の負担軽減」



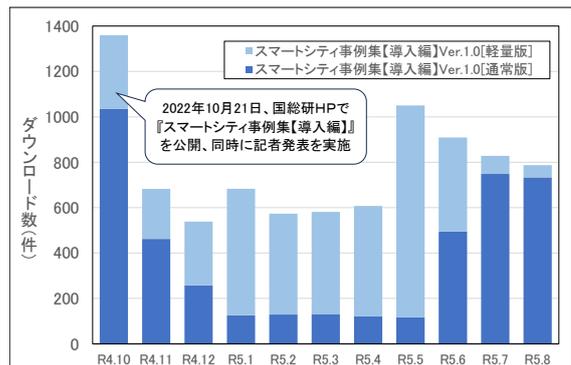
7. 成果の普及等(1/2)

成果の普及に向けた取り組み

- 都市問題を抱える地方公共団体と新技術を有する企業に対し実施したアンケート調査結果については、学会や雑誌等において論文として多数発表することにより、スマートシティ推進上の課題を広く社会に周知した。
- 『スマートシティ事例集【導入編】』については、令和4年10月に国総研ホームページでPDFを公開し、同時に記者発表、並びにスマートシティ官民連携プラットフォームオンラインセミナーで概要報告を行った。さらに、雑誌において事例集の概要を紹介した。事例集の累計ダウンロード件数は令和5年8月末で8,597件に上っている。
- 『スマートシティ事例集【導入編】』は、国のスマートシティ推進に向けた取組として、本省都市局の刊行物や委員会資料等において政策的に位置づけられた(『スマートシティサービスの連携ユースケース』(令和5年4月)等)。

今後の予定

- 『スマートシティ事例集【導入編】』については、スマートシティの新規事例等について情報収集を継続的に行うことにより、更新版を作成し、一層の成果の普及を図る予定である。
- 『スマートシティ事例集【導入編】』の掲載事例は、内閣府『スマートシティガイドブック』の改定に反映していくことを想定している。
- 計画評価モデル(案)と簡易計画評価シートについては、国総研資料への取りまとめを行い、国総研ホームページで公開する予定である。



『スマートシティ事例集』のダウンロード数の月別推移 (R4.10~R5.8、総ダウンロード数8,597件)

発表論文等

- (1) 勝又済・熊倉永子・新階寛恭, 「都市問題の解決に向けた新技術導入(スマートシティ化)に関する地方公共団体への意向調査」, 『国総研レポート2021』, pp.90-91, 2021.6
- (2) 勝又済・熊倉永子・新階寛恭, 「都市問題の解決に向けた新技術導入(スマートシティ化)に関する研究 その1 都市問題を解決したい地方公共団体への意向調査」, 『日本建築学会大会学術講演梗概集』, 都市計画, pp.271-272, 2021.7
- (3) 熊倉永子・勝又済・新階寛恭, 「都市問題の解決に向けた新技術導入(スマートシティ化)に関する研究 その2 新技術を活用したい企業への意向調査」, 『日本建築学会大会学術講演梗概集』, 都市計画, pp.273-274, 2021.7
- (4) 勝又済・熊倉永子・新階寛恭, 「スマートシティ化に関する地方公共団体と企業への意向調査の結果について」, 『新都市』, Vol.75, No.8, pp.97-91, 2021.8
- (5) 勝又済・熊倉永子・新階寛恭, 「都市問題の解決に向けた新技術導入(スマートシティ化)に関する研究 - 都市問題を抱える地方公共団体と新技術を保有する企業への意向調査 -」, 『都市計画論文集』, Vol.56, No.3, pp.1413-1420, 2021.10 **【査読論文】**
- (6) 熊倉永子・勝又済・新階寛恭, 「地方公共団体及び企業におけるスマートシティ化の意向と課題」, 『令和3年度国土交通省国土技術研究会発表課題論文集』, イノベーションⅡ, pp.50-53, 2021.11
- (7) 勝又済・地下調・熊倉永子・新階寛恭, 「地方公共団体及び企業におけるスマートシティ化の意向と課題」, 『国総研レポート2022』, pp.93-94, 2022.6
- (8) 勝又済・熊倉永子・地下調・新階寛恭, 「スマートシティの推進に向けて ~スマートシティ事例集【導入編】の公開~」, 『建設マネジメント技術』, 2023年2月号, pp.13-19, 2023.2
- (9) 勝又済・熊倉永子・地下調・新階寛恭, 「『スマートシティ事例集【導入編】』の公開」, 『国総研レポート2023』, pp.80-81, 2023.6

17

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
地方公共団体の抱える課題の特性や財源等のスマートシティに関する新技術導入の条件に応じた指針等の検討についても視野に入れていただきたい。	地方公共団体の抱える課題を、交通、観光、防災等、幅広い分野について取り扱った。新技術導入の条件とその適用方法について、国のモデル事業に採択された事例を中心に調査を行い、事例集に取りまとめた。新技術導入にあたっての財源の確保や指針については、本省が「スマートシティモデルプロジェクトからの知見集」として取りまとめた。
スマートシティに関する新技術の導入・適用に際しての、主要な課題を整理頂きたい。その上で導入までのプロセス、シナリオについても検討頂きたい。	スマートシティに取り組み意向のある地方公共団体と企業に対するアンケート調査を通じて、新技術の導入・適用に関する主要な課題を整理した。また、個別の取り組み事例における新技術の導入・適用に際しての課題については、「技術面」「法規制等」「費用・人的資源」「合意形成」「その他」の5項目に整理し、事例集で解説した。導入までのプロセスやシナリオについては、本省が「スマートシティモデルプロジェクトからの知見集」として取りまとめた。
単独では厳しい中小地方公共団体向けに広域連携を想定したスマートシティに関する新技術の導入・適用についても視野に入れて頂きたい。	防災分野の主に河川の水位管理において、香川県高松市が近隣市町と共通IoTプラットフォームの共同利用をしている事例や、加古川市が兵庫県とFIWAREをAPI連携している事例等を調査し、事例集で紹介した。また、分野間連携の事例については、本省が「スマートシティサービスの連携ユースケース」として取りまとめた。
スマートシティに関する新技術には様々な分野の技術があるため、他省庁との連携を図ってはどうか。	国交省、内閣府、総務省のスマートシティに関するモデル事業に採択された事例を対象に、幅広い視点で事例を集め、事例集を作成した。また、内閣府、総務省、経産省、国交省が設立したスマートシティ官民連携プラットフォームへ一員として参加し、情報収集を行うとともに事例集の紹介等を行い連携した。
各地方公共団体のニーズを基に、技術開発を担う民間企業や業界に対して、機能や性能に関する要求を明示することも重要ではないか。	地方公共団体のニーズと企業の持つシーズを対応させ、それぞれの意向の相違について分析した。その上で、地方公共団体の新技術の導入に当たっての課題やその対応策について、事例集として取りまとめた。

18



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
スマートシティ推進支援のための主要な都市問題解決に係る計画評価技術の開発	①国内外のスマートシティの先進事例に係る実態調査	<ul style="list-style-type: none"> 地方公共団体が新技術の活用で解決したいと考える都市問題(ニーズ)、及びIoT関連企業等が都市問題の解決に活用可能性が高いと考える新技術(シーズ)をアンケート調査により把握した。 地方公共団体のスマートシティ化を推進するに当たっての課題を整理し、都市問題と新技術のマッチングに関する情報共有の必要性、新技術導入・運用コストに関する課題への対応の必要性を明らかにした。 ②及び③の検討に必要な情報を先進事例より収集した。 	<ul style="list-style-type: none"> アンケート調査の分析結果について、学会や雑誌等において論文として多数発表することにより、地方公共団体がスマートシティ化を推進するに当たっての課題を広く社会に周知した。 	◎	
	②都市の諸問題解決に活用可能な新技術の体系的整理	<ul style="list-style-type: none"> 都市問題の特性に応じた新技術の活用に関する『スマートシティ事例集【導入編】』を作成した。 本事例集では、全国76事例の調査を元に、解決すべき都市問題と活用が期待される新技術を対応付け、導入に当たっての諸条件や課題とその対応事例、導入による効果をはかる指標の事例等を掲載した。 	<ul style="list-style-type: none"> 『スマートシティ事例集【導入編】』については、国総研ホームページからPDFとして公開した。 本事例集は、これからスマートシティに取り組む意向のある地方公共団体や企業が、都市問題の解決に対応可能な新技術の検索や、新技術導入に関する基礎情報、先行事例を調べる際に、辞書的に活用することが期待できる。 	◎	
	③新技術活用による主要な都市問題解決効果に係る計画評価手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> 地方公共団体が新技術の導入による都市問題の解決を検討・計画する段階において、多様な新技術から効果的なものを選定する上で参考となる計画評価モデル(案)を作成した。 地方公共団体等から多くのニーズがあり、汎用性が高く、既存の取組が比較的進んでいる6つの都市問題に対し、導入効果のKPIを設定した上で、その概算が可能な計算シートと解説書を作成した。 	<ul style="list-style-type: none"> 計画評価モデル(案)と計算シートについて、国総研資料への取りまとめを行い、国総研ホームページにおいて公開する予定である。 これからスマートシティに取り組む意向のある地方公共団体の職員が、新技術導入による都市問題の解決効果の概算や、新技術の選定を検討する際に活用することが期待できる。 	◎	

<目標の達成度> ◎:十分に目標を達成できた。
△:あまり目標を達成できなかった。

○:概ね目標を達成できた。
×:ほとんど目標を達成できなかった。

有効性

本研究開発の成果により、地方公共団体が主要な都市問題の解決に向けIoT等新技術の活用(スマートシティ化)を検討する際の支援を行うことで、スマートシティの取り組みが推進され、生産性向上、市民の生活利便性の向上、行政コストの削減等、都市問題の解決や社会・経済に貢献することが期待される。