

資料

令和4年度第6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4年度第6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4年10月31日（月）

場所：TKP 神田ビジネスセンター

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3年度終了の研究課題の終了時評価＞
    - ・地震を受けた拠点建築物の健全性迅速判定技術の開発
    - ・地方都市における都市機能の広域連携に関する研究
    - ・水害時の被災リスクを低減する既存戸建て住宅の予防的改修方法に関する研究
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	179
資料2 評価方法・評価結果の扱いについて	180
資料3 研究課題資料	
3-1 地震を受けた拠点建築物の健全性迅速判定技術の開発	181
3-2 地方都市における都市機能の広域連携に関する研究	191
3-3 水害時の被災リスクを低減する既存戸建て住宅の予防的改修方法に関する研究	202

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

伊香賀 俊治

慶應義塾大学工学部 教授

委員

河野 守

東京理科大学工学研究科国際火災科学専攻 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

（一社）日本ツーバイフォー建築協会 技術部会顧問

藤井 さやか

筑波大学大学院システム情報系 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

東洋大学ライフ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3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、「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（23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。

# 地震を受けた拠点建築物の健全性 迅速判定技術の開発

研究代表者	: 建築研究部長 長谷川 洋
課題発表者	: 評価システム研究室長 向井 智久
関係研究部	: 住宅研究部
研究期間	: 令和元年度～令和3年度
研究費総額	: 約32百万円
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

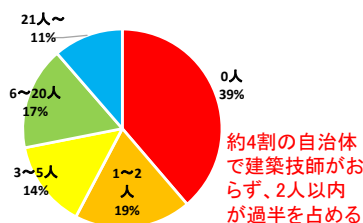
### 背景

- 自治体の拠点建築物は、地震直後から災害対応のために継続使用が求められる。
- 南海トラフ等の巨大地震時には被災地域が広域に及び、国や地方自治体間の連携・支援が特に重要。地震直後に建物の健全性(※)を速やかに確認し、庁舎の利用を開始しないと広域的に行政機能等は不全となる。
- 近年、あらかじめ建築物に設置した加速度計等を、地震直後における継続使用の可否の判定に活用するケースが、計器の低価格化等を背景に進んでいる。

※ 健全性:余震により建物の倒壊等の危険にさらされる蓋然性が低く、継続利用可能と考えられる状態

### 課題

- 地震直後の健全性判定は主に、外観の目視等からの定性的な判定に依存しているのが現状。
- 継続使用を円滑に進めるため、健全性の程度を客観的かつ明確な基準に基づき迅速に判定する必要がある。また地震直後は専門家の確保が困難なため、被害程度の大きい建築物を迅速に特定できる仕組みが不可欠。
- 過去の地震では、地震直後の非専門家による判定とその後の専門家による判定(応急危険度判定等)が異なる事例を確認。危険な状態で継続使用した事例や、その反対に、健全な状態でも使用禁止した事例がある。



自治体(N=1,741)の建築技師数  
※平成28年地方公共団体定員管理調査結果より



耐力壁の大きなせん断ひび割れ

構造体が大きく損傷したが継続使用された例(H28年熊本地震)



耐力壁の軽微なせん断ひび割れ

構造体は軽微な被害であったが使用禁止とされた例(H23年東北地方太平洋沖地震)



## 2. 研究開発の目的・目標

### 目的・目標

- 地震直後の建物の継続使用に不可欠な健全性の確認を速やかに行うため、構造体及び非構造体それぞれの健全性について、具体的かつ明確な基準のもと簡易な方法で速やかに判定を行う手法を整備する。

### □アウトプット

- ①構造体の健全性：
  - あらかじめ設置した加速度計記録を用いて速やかに判定するための具体的かつ明確な判定基準の整備
  - 信頼性、確実性等を備えた簡易な判定手法の提示
- ②非構造材の健全性：
  - 目視判定のための具体的かつ明確な手法の整備

### □アウトカム

自治体が拠点建築物の健全性を即座に把握 → 拠点建築物の活用による迅速な災害復旧等

### 必要性

- 自治体規模の大小によらず、地震直後の災害対応を遅滞なく進めるには、現地で専門家が関わる人数を最小限に絞り込むため、拠点建築物の管理者によって迅速に健全性を判定できる技術の開発が必要。
- 構造体について、加速度を使ったゆれの測定には種々の方法が存するが、建物健全性の判定に係る統一的な基準はなく、社会的必要性を踏まえ国の研究機関が整備することが必要。
- 非構造部材について、目視による点検が行われているものの、具体的な判定基準が整備されておらず、活用可能な技術資料を整備することが必要。

3



## 3. 研究開発の概要

### 研究開発の概要

#### ① 構造体の健全性の判定基準の検討（図1）

- 地震の損傷により変化する固有周期（振動数）の度合いと建物の損傷との関係を、主としてモデル建築物を想定した解析（試験体を含む実大架構の過去の強震記録も一部利用）により、その妥当性を確認し、適用範囲を提示。
- 加速度計から計測されるデータを用いて建物の固有周期（振動数）の変化（図1の赤破線の矢印の傾きが緩やかになる）の度合いにより、構造体の健全性を即座に推定する手法を検討・整備し、専門家がいなくても固有周期の変化の度合いを簡易に把握できる方法を検討・提示。

#### ② 非構造部材の目視点検の高度化（図2）

- モデル的な吊り天井の試験体を作成し、損傷の程度と垂れ下がり具合との相関を分析し、点検の判定基準を検討し、天井面の垂れ下がり具合等から損傷程度を評価するための手法を提示。

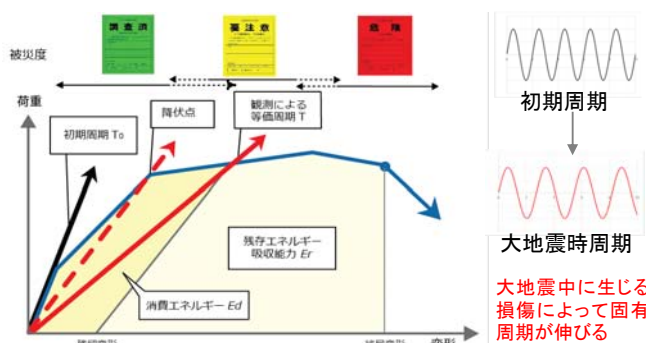


図1 建築物の加速度記録による即時判定の考え方

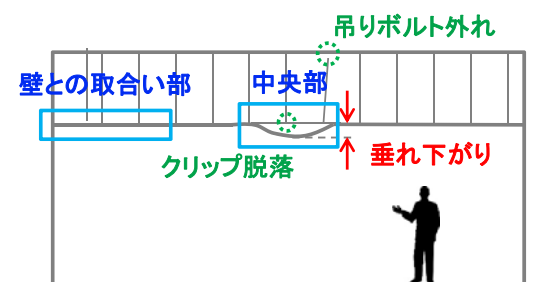


図2 吊り天井の地震時損傷評価の考え方

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
	R1	R2	R3	研究費配分
(研究費[百万円])	12	10	10	総額32
① 構造体の健全性の判定基準の検討				約21
①-1 構造健全性判定基準検討のための構造解析				約8
①-2 拠点建築物等の地震記録等の整理				約3
①-3 構造健全性判定基準の判定システムの導入に関する検討				約10
② 非構造部材の目視点検の高度化				約9
②-1 非構造部材の地震後損傷程度に関する技術資料の整理				約3
②-2 吊り天井の地震時損傷評価の検討				約3
②-3 非構造部材目視点検指針の検討				約3
③ 健全性判定手引きの検討				約2

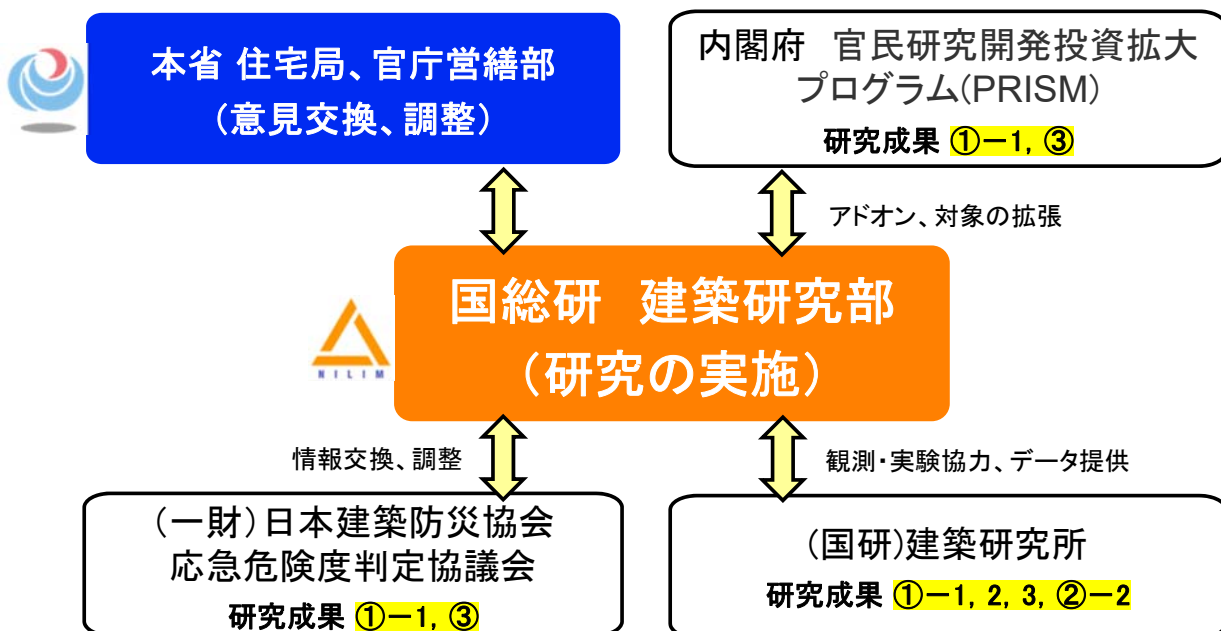
### 効率性

- 構造体の構造健全性判定基準の作成は、主に自治体の庁舎を想定しつつ、内閣府の予算も活用して対象を拡大して検討。また、非構造部材については、関連団体等の技術資料を援用し、既存の知見が乏しい部材は実験等によりデータを新たに収集するなど効率的に実施。
- 以上により、効率的に「地震を受けた拠点建築物の健全性迅速判定の手引き」整備のための検討を実施。

5



## 5. 研究の実施体制



### 効率性

- 構造健全性判定基準の検討については、日本建築防災協会の「応急危険度判定基準に基づく構造モニタリングシステム技術評価」における検討と連携して実施した。
- 非構造部材の検討については、関連団体等の技術資料を援用したうえで、既存の知見が乏しい吊り天井を対象を絞って実験により技術データ等を新たに収集した。

6



## 6. 研究成果：①構造体の健全性の判定基準の検討

### ①-1 構造健全性判定基準検討のための構造解析

- 被災度区分判定の「小破」水準の確保を10層以下のRC造建物(事前調査で多くの庁舎建築物に該当する規模)の継続利用に必要な健全性クライテリアと設定。
  - 地震時の加速度計記録により、地震の影響による建物の固有振動数の変化の度合い(振動数比)を把握。振動数比の大きさと各部位の破損状況が「小破」の水準との関係性を整理。
- 「振動数比」を用いて中低層RC造建築物の被災状態を簡便に評価できることを明らかにした

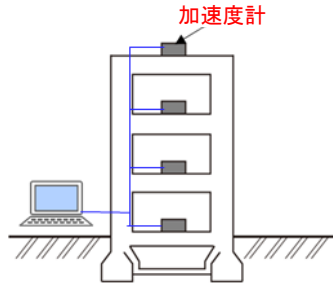


図1 健全性判定システムのイメージ

災害拠点建築物に加速度計を設置し(図1)、大地震後の振動数比の変化(図2)をもとに損傷度合いを簡便に評価

【振動数比】: 被災後の振動数/被災前の振動数

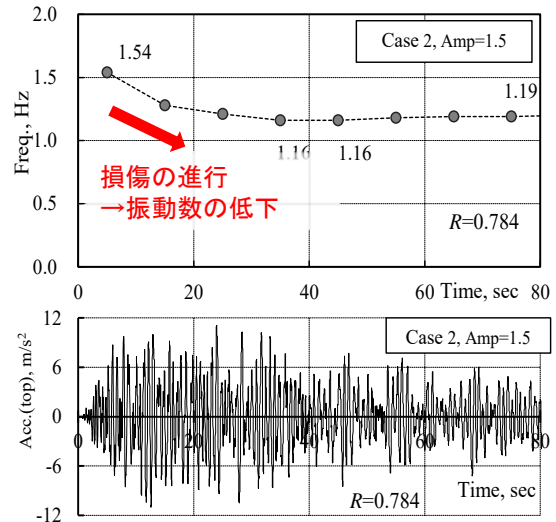


図2 大地震後の振動数の評価の例  
(上段:評価した振動数、下段:加速度)

7



## 6. 研究成果：①構造体の健全性の判定基準の検討

### ①-1 構造健全性判定基準検討のための構造解析

- 振動数比の大きさと各部位の破損状況が「小破」の水準との関係性を複数のモデル建築物を想定して解析
- 10層以下のRC造建築物において、「振動数比が0.55以上」で破損状況が「小破」の水準にとどまる蓋然性が高いことを明らかにした

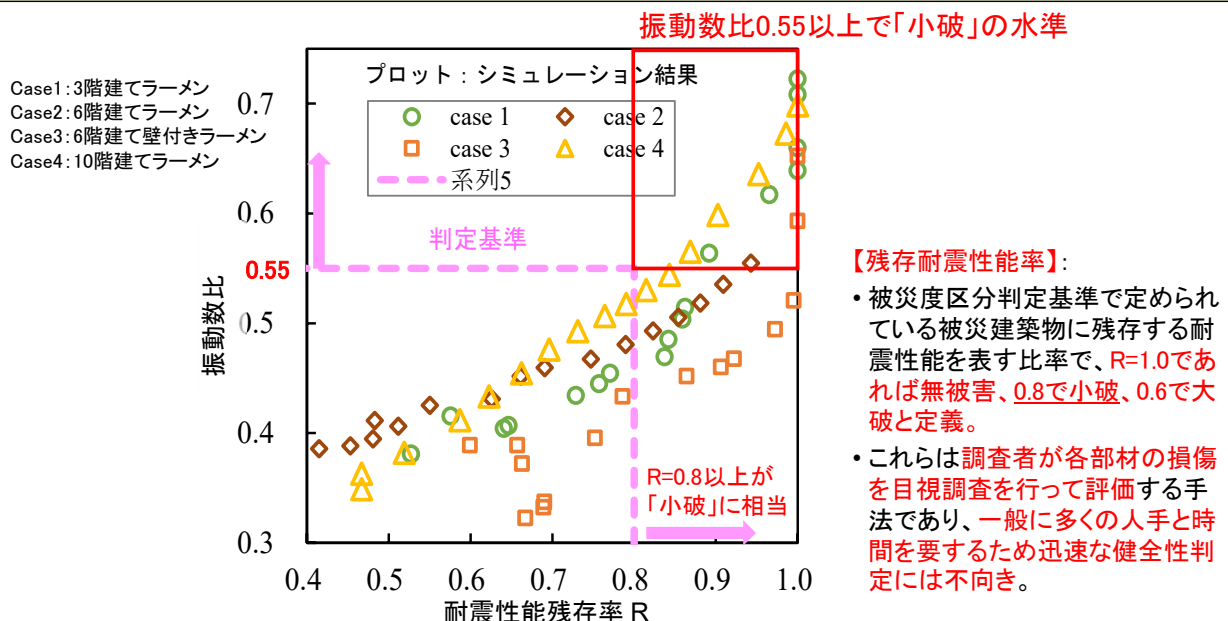


図3 耐震性能残存率Rと振動数比の関係からみた構造健全性の判定

8





## 6. 研究成果：①構造体の健全性の判定基準の検討

### ①-3 構造健全性判定基準の判定システムの導入に関する検討

- 加速度を計測するための専門の機器は高コストであり、かつ、停電時の対応が別途必要となる。
- そこで、携帯型端末に専用アプリを用い、実在建築物3棟に携帯型端末を設置して動作状況を検証。その結果、**計測震度3以上の地震では、高精度強震計と同等の加速度・判定結果が得られることを確認**。
- スマホ等の携帯型端末の利用は、専門家以外でも操作が容易で安価であり、停電時にも手軽に作動するメリットがあり、**信頼性・操作性の高い計測装置として活用できることを明らかにした**。

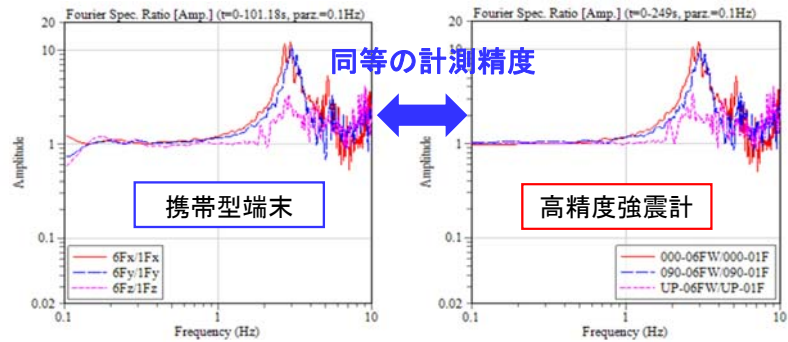


携帯型端末を  
実装した対象  
建築物



携帯型端末

wifiルーター



福島県沖地震(2021/02/13 23:07)での観測結果の例

- 方法: 高価な高精度強震計に替わり、被災判定用の計測装置として使用でき、被災建物内に入らずともデータはクラウド上に転送できる仕組みを利用。  
ただし観測データを用いた被災判定は別途行う必要がある。一般的な判定システムとして実用化するためには別途検討が必要。

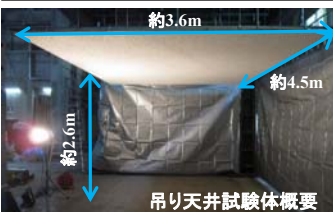
9



## 6. 研究成果：②非構造部材目視点検の高度化

### ②-2 吊り天井の地震時損傷評価の検討

- 非構造部材のうち特に落下に伴う危険が大きい吊り天井について、地震後の天井の垂れ下がりの状況から落下可能性を点検する方法を検討。
- 庁舎等で多く用いられる仕様の天井試験体を設定し、材の接続に用いるクリップについて複数のパターンで外し、その外れ度合いと天井の垂れ下がりとの関係を検証。

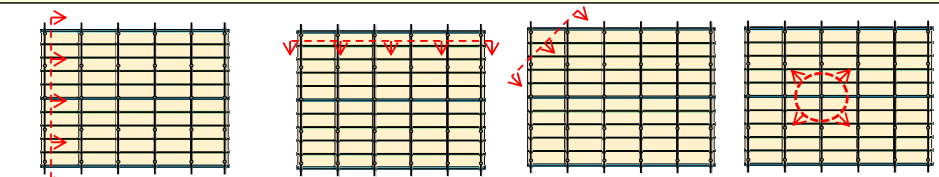


吊り天井試験体概要

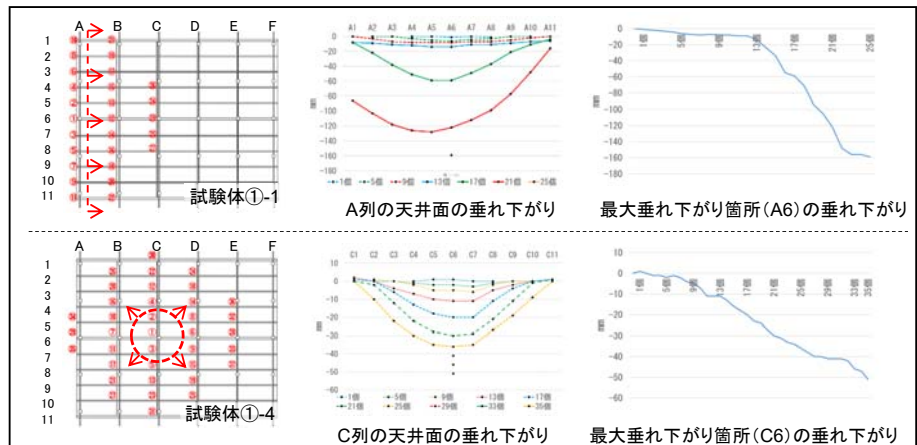
①天井面のクリップを外す



②吊りボルトの吊り元を外す



1.野縁受けに平行な端から外す 2.野縁に平行な端から外す 3.隅角部から外す 4.中央付近から外す  
⇒外す箇所2通り(上記①、②)×外し方4通り(上記)＝8種類の試験体について実験

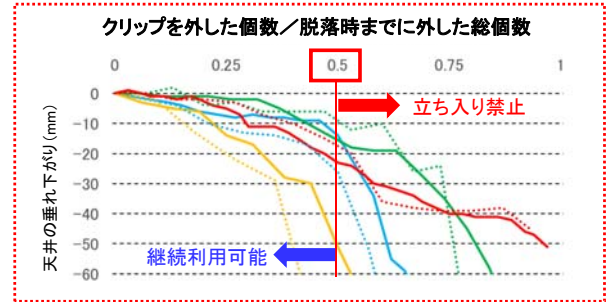


10



## 6. 研究成果： ②非構造部材目視点検の高度化 ②-3 非構造部材の目視点検指針の検討

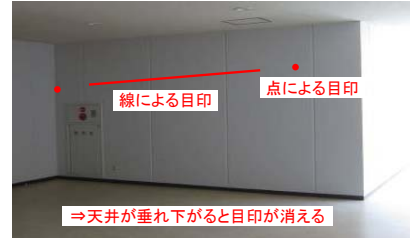
- 吊り天井の材の接続に用いるクリップの5割が残存している(同程度の損傷が生じた場合に脱落に至る可能性のある)状態を建物利用を可能とする健全性が確保されている水準と設定。
- 実験結果から健全性が確保されていると考えられる吊り天井の垂れ下がり幅の最大値(判定値)を部位別に得た。  
⇒ 壁際は15mm、隅角部は50mm、一般部は20mm
- 上記の判定値に照らして、立ち入りの可否を判定するため、垂れ下がり幅を簡便かつ効果的に確認する方法を検討。



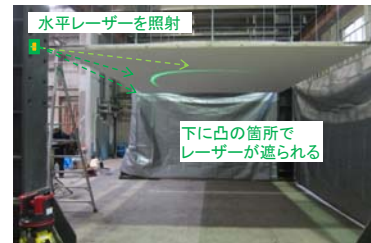
### ■垂れ下がり幅の確認方法

地震で損傷した吊り天井の天井面各所の垂れ下がり幅を以下の方法によって確認し、判定値に照らして立ち入り禁止を判定する。

- 天井高の変化から確認する。
  - 1: 事前に計測点を決めておき、前後の変化を比較。
  - 2: 事後に、床面が水平と仮定して、隣接する計測点間で比較。
- 天井面と隣接部位(壁等)の取り合い箇所事前に付けた目印から確認する(目印を不連続とする場合は、隣接間隔は1m以内。)
- 水平レーザーを用いて確認する(※天井面が水平な場合に適用)。



②取り合い箇所につけた目印からの確認例



③水平レーザーによる垂れ下がり確認例

11



## 6. 研究成果： ②非構造部材目視点検の高度化 ②-3 非構造部材の目視点検指針の検討

- 「①-2:事後に、床面が水平と仮定して、隣接する計測点間で比較」する方法と「③水平レーザーを用いて確認」する方法を実建物で試行した結果、目視のほか、水平レーザーの活用が可能であることを確認。



①-2で確認

F	E	D	C	B	A	
8	1	4	-5	-1	0	1
5	0	-4	-3	2	3	2
11	1	-6	-24	-10	3	3
5	-1	-6	-33	-16	4	4
-4	-1	-5	-11	-1	4	5
-4	-5	-9	-7	5	9	6
-1	-3	-4	0	5	6	7
6	5	5	8	9	5	8

床面から天井面までの距離  
(原点A1の天井高さを基準に換算)

③で確認



水平レーザーによる確認状況 ※天井面から水平レーザー照射面までは15mm



⇒ 判定された垂れ下がり幅について天井裏を確認したところ、吊り天井の脱落につながる損傷を面的に確認。

12



## 6. 研究成果： ③健全性判定手引きの検討

- 研究成果をもとに、「地震を受けた拠点建築物の健全性迅速判定の手引き」(案)を作成。

### ■ 地震を受けた拠点建築物の健全性迅速判定の手引き 目次(案)

1. はじめに	4. システムの信頼性等の検討
2. 構造ヘルスマニタリング(SHM)の手法	4.1 観測データの取得方法
2.1 構造ヘルスマニタリング(SHM)の概要	4.2 システムの導入と運用に関する事例
2.2 民間で採用されている手法・センサ及びシステム等と特徴	5. 非構造部材の点検の高度化の検討
2.3 本研究で取り上げる手法とシステムの特徴	5.1 非構造部材と地震被害
2.3.1 手法:加速度センサによる振動数評価	5.1.1 庁舎等における非構造部材の地震被害
2.3.2 システム:携帯型端末・クラウドサーバ	5.1.2 非構造部材の地震被害の機能への影響
3. 構造健全性判定基準の検討	5.2 非構造部材の地震後点検の検討
3.1 構造解析による検討	5.2.1 庁舎等の地震後点検における非構造部材の扱い
3.1.1 平面フレーム解析	5.2.2 応急危険度判定における非構造部材の扱い
3.1.2 質点系解析	5.2.3 地震後点検の高度化についての検討
3.2 地震記録等の整理	5.3 吊り天井の地震後健全性判定
3.2.1 実建築物の観測記録を用いた判定基準の検討	5.3.1 対象とする吊り天井
3.2.2 振動台実験結果を用いた判定基準の検討	5.3.2 損傷評価のための実験検討
3.3 構造健全性判定基準の構築	5.3.3 吊り天井の地震後の健全性判定方法
3.3.1 健全性の定義	付録1 庁舎の構造等に関する資料
3.3.2 固有振動数(固有周期)を指標とするSHMの判定基準	付録2 部分崩壊形の耐震性能残存率
	付録3 応急危険度判定との関係
	付録4 自治体アンケート

13



## 7. 成果の普及等

### (1) 健全性判定手引きの公表

- 研究成果をもとに、「地震を受けた拠点建築物の健全性迅速判定の手引き」を作成・公表するとともに、講習会等を通じて地方公共団体への普及を図る予定。

### (2) 本課題成果に関する発表論文

- 研究成果は、建築学会の論文として発表

- 國松 要介, 石原 直, 森田 高市, 喜々津 仁密, 佐藤 克哉, 會田 裕昌, 梁川 幸盛, 庄司 正弘: 振動数評価によるRC 造建築物の地震後健全性即時診断に関する研究 その1: 対象モデルと静的増分解析、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅱ、pp. 403-404、2020年9月
- 佐藤 克哉, 石原 直, 森田 高市, 喜々津 仁密, 國松 要介, 梁川 幸盛, 庄司 正弘, 會田 裕昌: 振動数評価によるRC 造建築物の地震後健全性即時診断に関する研究 その2: 時刻歴応答解析と耐震性能残存率、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅱ、pp. 405-406、2020年9月
- 會田 裕昌, 石原 直, 森田 高市, 喜々津 仁密, 國松 要介, 梁川 幸盛, 庄司 正弘, 佐藤 克哉: 振動数評価によるRC 造建築物の地震後健全性即時診断に関する研究 その3: 振動数と耐震性能残存率の関係、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅱ、pp. 407-408、2020年9月
- 脇山善夫: 損傷を模擬した吊り天井試験体の天井面垂れ下がりの計測実験(その1)レーザー距離計による計測等、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 95-96、2022年9月
- 森田高市: 損傷を模擬した吊り天井試験体の天井面垂れ下がりの計測実験(その2)画像のディープラーニングによる天井垂れ下がりの検知、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 97-98、2022年9月

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
拠点建築物のうち焦点を絞る建築物の範囲を明確にするとともに、各自治体との連携や計測システムの経済的な面も検討しつつ研究を進められたい。	本課題は迅速な復旧対応のための建築物への立ち入り可否を判定する技術開発を行うものであることから、公開情報の調査に基づき、1) 中小の地方自治体の庁舎であって、2) 中層RC造建築物を主対象として検討し、 <b>小規模な自治体に関して地震時の点検体制やSHM導入の意向等について現状調査を行った。</b>
非専門家による判定だけでなく、各地の専門家の活用も必要であり、各自治体と連携して進めるべきである。	過去の地震被害時の状況や自治体の専門職の配置を踏まえると、拠点建築物の地震直後の使用可否判定に専門家の立ち合いを求めることが難しい現状があり、今回の開発では、 <b>建築の専門家ではない建物管理者等が行う判定を補完する技術的な支援となるように技術資料を整備した。</b>
対象となる拠点建築物以外についても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。	本課題のアドオンとしてPRISMの検討の中で、拠点建築物以外の民間建築物(オフィスビル等)も対象としており、 <b>拠点建築物以外への構造健全性判定基準の応用も期待できる。</b>
構造健全性判定基準及び判定システムの信頼性の検討については、既往の研究や過去の地震データを加味したうえで、研究を深めて頂きたい。	<b>既往の実大震動実験データや強震記録データを活用して、構造健全性判定基準及び判定システムの検討を行った。</b>
簡易な計測技術の開発は有用なので、コスト面での検討に取り組んで頂きたい。システムそのものの開発ではなく基準としての考え方や閾値を示すべきである。	現状普及している強震観測技術を調査したうえで、導入費が比較的安価な <b>携帯型端末(MEMS型)の活用を前提とした。一般に使える計測技術や評価システムとしての開発は本課題では対象としていない。</b>

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(施策への反映・効果等)	目標の達成度	備考
地震を受けた拠点建築物の健全性迅速判定技術の開発	地震を受けた拠点建築物の健全性迅速判定の手引きの作成	構造健全性判定基準 ・判定の工学的基準の作成	健全性迅速判定の手引きを公開し、本課題で想定した中小の自治体で策定する発災後対応のマニュアル等に反映される。	○	
		判定システムの信頼性等確保方策 ・判定基準を導入する種々のシステムにおける信頼性・確実性・安定性の確認	同上	○	
		非構造部材目視点検指針 ・既存技術資料の整理 ・知見が乏しい部材について実験等による技術資料の収集	同上	○	

<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

- 発災直後に拠点建築物の健全性を迅速に判定することにより、地震直後の災害復旧対応に迅速かつ円滑に取りかかることができる。また被災程度の大きい建築物への専門家派遣など、地震後の対応をスムーズにできる。
- 判定システムの信頼性・確実性・安定性の検討を踏まえた留意点を提示することで、民間での開発が進むとともに、各自治体への導入が進む。

16

- 応急危険度判定と被災度区分判定の対応関係について、乱数による仮定の計算に基づいて比較した。応急危険度判定では損傷度0～Ⅲの部材の有無を無視しているため両者に明確な関係は見出せないものの、大まかな対応関係があることを把握。(図1)
- 日本建築防災協会「応急危険度判定基準に基づく構造モニタリングシステム技術評価」における「KA閾値」を参照し、割線剛性低下率を検討。降伏点割線剛性を初期剛性の1/3と仮定し、性能曲線上の「小破」の限界点を通る割線剛性(図2中の $\omega_{KA}^2$ )の初期剛性に対する比から振動数低下率を評価すると、0.6から0.4の範囲となり、時刻歴応答解析から得た健全性の判定基準と概ね整合することを確認。

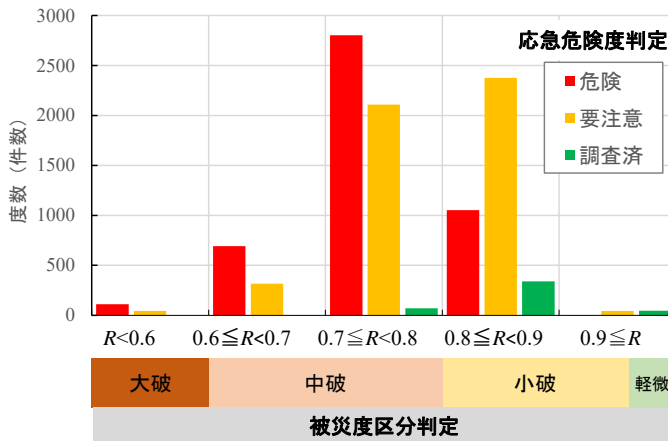


図1 応急危険度判定と被災度区分判定の比較

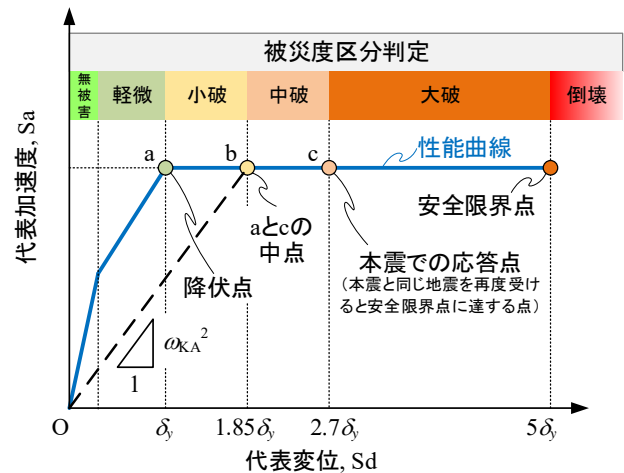


図2 性能曲線と被災度区分の関係 (安全限界変位が  $5\delta_y$  の場合)

## 事前評価時の指摘事項

研究の実施にあたっては、拠点建築物のうち焦点を絞る建築物の範囲を明確にするとともに、各自治体との連携や計測システムの経済的な面も検討しつつ研究を進められたい。

☞ インターネット上の情報について、人口数十万人規模※の市町村(計151)の庁舎について階数や構造等を調査

※ 人口が10万人超、20万人未満の市町村

## 市町村の庁舎の構造等について

- 市町村の庁舎は、主に低中層のRC造と考えてよさそうである。
- 耐震補強を施したものが必ずしも多いわけではない？その理由としてコンバージョンや建替え(新築)が進んでいることが挙げられる。

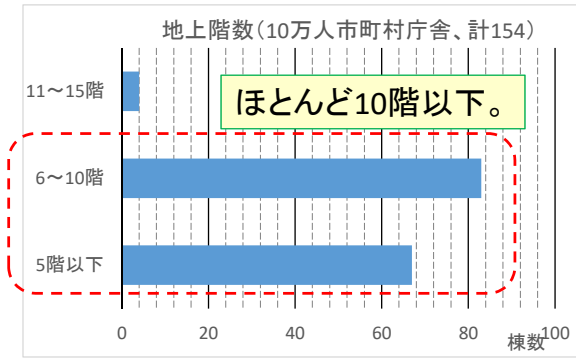


図 地上階数

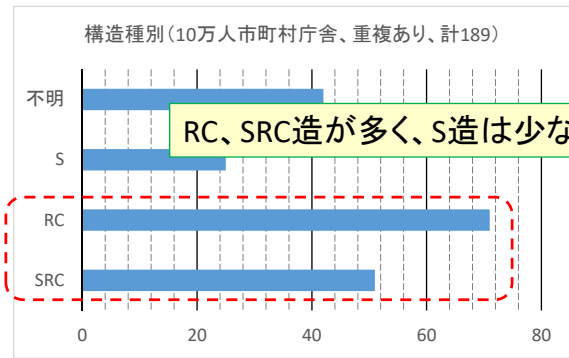


図 構造種別

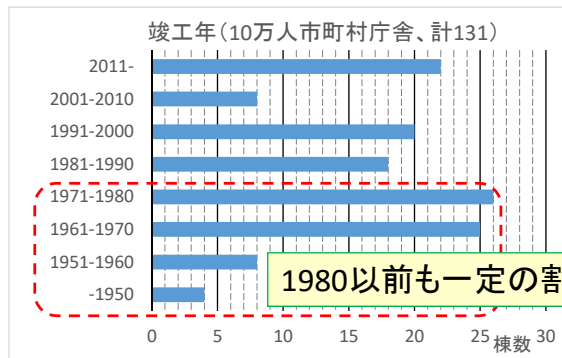


図 竣工年

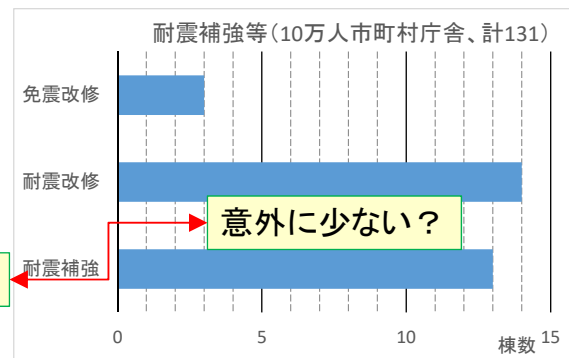


図 耐震補強等

# 地方都市における都市機能の 広域連携に関する研究

研究代表者	:	都市開発研究室長 石井 儀光
課題発表者	:	都市開発研究室長 石井 儀光
関係研究部	:	都市研究部
研究期間	:	令和元年度～令和3年度
研究費総額	:	約32百万円
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

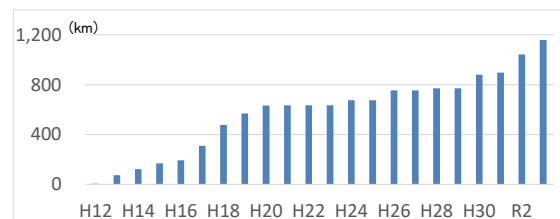
- 人口減少が深刻な地方都市では、都市生活を支える都市機能の需要(人口)が減少
- サービス供給の効率性が著しく失われ、一人あたりの維持費が高額に
- 地方公共団体単独では、都市機能を維持することが困難に
- 複数の地方公共団体で連携し、都市機能に対するまとまった需要量を確保することで都市機能を維持する広域連携が求められている

### 課題

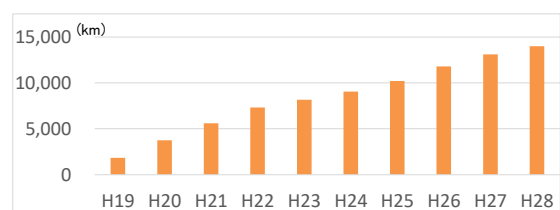
- 大規模な都市を中心とする「連携中枢都市圏」や「定住自立圏」での取り組みが進む一方で、広域連携する都市機能の種類や傾向、課題に関する知見が不足。
- 広域連携により、住民の移動距離・時間の増加が懸念されるが、移動実態に照らしてどのような課題が生じるか予測する方法が不足。
- 公共交通不便地域の増加により、現状は自動車で移動している住民が、高齢化により公共交通を利用しようとする際に公共交通が利用できない事態が予想される。



鉄道を軸とした広域連携のイメージ  
(「立地適正化計画作成の手引き」より)



鉄道廃止路線長の推移(H12からの累積)



バス廃止路線長の推移(H19からの累積)



## 2. 研究開発の目的・目標

### 目的・目標

人口減少が進む地方都市における都市機能の広域連携に関する地方公共団体の検討の参考となる資料を作成するため、以下の検討を実施。

- 都市機能の**広域連携の傾向・課題の明確化**
- 人流ビッグデータ等を用いた、**1)住民の広域移動の実態把握、2)公共交通利用の課題把握**
- 都市機能の広域連携に向けた**公共交通利用時の移動特性の改善方策の把握**



手引きの作成

地方都市における広域連携の計画策定の推進を支援することを目的とする。

### 必要性

- 消防や処理施設等に関する**従来型の広域連携と違い**、住民が広域連携施設に向いてサービスを利用するタイプの広域連携では、**施設を利用する住民の広域移動が必要**。しかしながら、そのような広域移動についての**実態や課題についての知見が不足しているため**、その把握が必要。**人流ビッグデータの活用によりDXの推進にも寄与する**。
- 人口減少が著しい地方都市では、高齢化により**自家用車の利用が難しくなる住民の増加が予想されることから**、今後の広域連携推進のためには**公共交通利用時の移動特性の改善方策**の検討が必要であり、**グリーン社会の実現にも寄与する**。
- なお、**まち・ひと・しごと創生総合戦略(2018改訂版)**(H30.12.21閣議決定)において、基本方針として「**地域間連携の推進**」が示されている。また、地方都市が地方版総合戦略を策定するために必要と考えられる政策パッケージの1つとして、「**まちづくりにおける地域連携の推進**」が掲げられている。  
※第2期**まち・ひと・しごと創生総合戦略(2020改訂版)**(R2.12.21閣議決定)の4つの基本目標のうち1つである「**ひとが集う、安心して暮らすことができる魅力的な地域をつくる**」においても、具体的取組として、「**地域間連携による魅力的な地域圏の形成**」が掲げられている。

3



## 3. 研究開発の概要

### 研究開発の概要

- **人口減少**が深刻な**地方都市**において、地方公共団体単独では維持できない都市機能を分担して整備する**広域連携**の仕組みが求められている。
- しかしながら、広域連携によって、**公共交通**を利用して広域連携施設にアクセスする住民の**移動時間の増加等**については知見が不足している。
- そこで、地方都市における**都市機能の広域連携**の検討を、**主に住民の公共交通利用時の移動特性の観点から支援**するため、以下の研究を実施し、その**成果を手引きとして取りまとめた**。
  - 都市機能の広域連携の傾向・課題の明確化と事例集の作成
  - 人流ビッグデータ等を用いた広域移動の実態把握および公共交通利用の課題把握
  - 広域連携に向けた公共交通利用時の移動特性改善方策の把握と事例集の作成

4





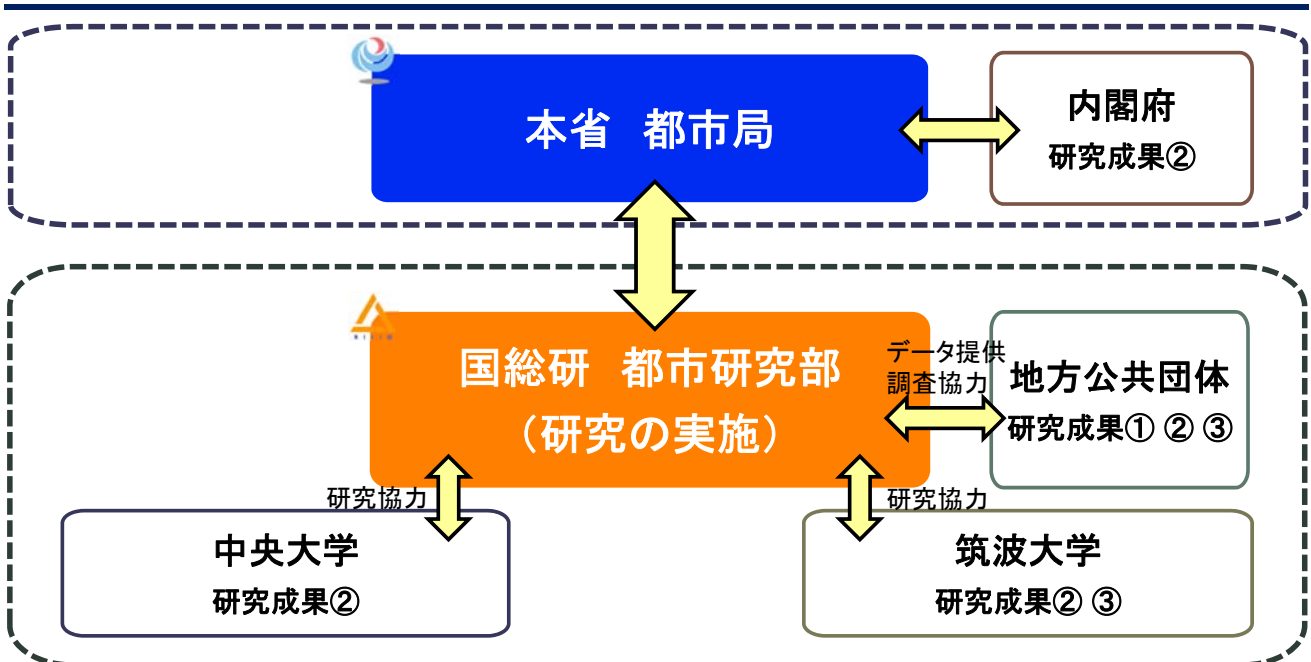
## 4. 研究のスケジュール

区分(目標、テーマ、分野等)		実施年度			総研究費
		H31	R2	R3	研究費配分
	(研究費[百万円])	11	11	10	総額32
①	都市機能に応じた広域連携の傾向・課題の明確化				約10 [百万円]
②	ビッグデータ等を用いた移動の実態および課題の把握				約12 [百万円]
③	広域連携に向けた移動特性改善方策の把握				約10 [百万円]

5



## 5. 研究の実施体制



### 効率性

広域連携の事例収集や課題把握等は地方公共団体と連携して実施した。また、公共交通移動の実態把握については、時空間ネットワーク分析の第一人者である中央大学の田口教授と連携して実施するとともに、広域でのライドシェアの実践面と理論面での知見を有する筑波大学の太田教授と連携して実施した。また、人流データの分析については、(株)NTTドコモとの共同研究等による知見を有する国総研都市研究部の都市施設研究室と連携して実施した。また、ラストワンマイルの交通対策に関する検討についても、同研究室と連携して実施した。

6

- 広域連携の制度である**連携中枢都市圏**や**定住自立圏**に加え、**立地適正化計画**において市町村を跨ぐ**広域の方針**を示している都市圏の中から、具体的なビジョンや方針を策定している**約150圏域**を対象とした机上調査とアンケート調査を行い、具体的な連携施設の概要を調査し、調査カルテを作成した。
- 公共交通に対する施策をセットで実施している好事例等については、ヒアリング調査を実施した。
- 調査カルテの分析とヒアリング調査から広域連携の傾向・課題を明確にし、事例集※を作成した。

- 都市機能の広域連携を実施している都市圏において、具体的な連携施設を有するのは**約75%**

表 都市機能の広域連携施設(分類別)を有する都市圏の割合

分類	割合(%)	施設の例
生活施設	22.9	子育て支援施設、消費生活センター等
医療施設	22.0	病院、病児保育施設等
文化施設	19.5	ホール、図書館、スポーツ施設等
産業施設	5.1	ビジネスサポートセンター等
教育施設	3.4	大学、教育研究所等
その他	5.9	観光案内所、交流施設等

- 都市機能の広域連携において、**公共交通施策**が実施されているのは**約50%**に止まる

※事例集の構成についてはスライドP.21を参照

- 広域連携施設の整備事業において広域からの公共交通の改善を行った事例

- 再開発により病院とバスターミナルを一体で整備(秋田県大仙市)



- 病院建替え時に、隣接する商業施設跡地に移転
- 既存のバスターミナルの位置を病院に隣接するように移動し、一体的に整備することで、遠方からの公共交通利用による通院の負担を軽減

### ■ 広域連携の傾向

- 広域連携している**都市圏を構成する市町村数**は平均で**5.6市町村**。最大で34市町村
- 都市圏の**人口規模**は平均**約30万人**。最大で約260万人(12市町村)、最小で約3万人(5市町村)
- 都市圏の**可住地面積割合**は平均で**約38.1%**と全国平均32.9%よりやや高い。
- 広域連携している**都市機能(施設)**を有している都市圏は全体の**約75%**。
- 利用者が施設を来訪して利用するタイプの広域連携施設を有する都市圏では、連携する**市庁舎間の直線距離**の平均値は**約30km**(最大値は約113km)で、**公共交通を乗り継いで市町村間を移動できる**(都市圏の中で、一部には公共交通だけで移動できない市町村も含まれている)

### ■ 広域連携の課題

- 都市機能の広域連携施設を有する都市圏の**約82%**は、広域連携施設数が**1施設のみ**に止まる
- **公共交通施策**を実施している(検討中を含む)都市圏は**約50%**に止まる
- 広域連携施設のほとんどが、中心都市の施設を連携都市が利用する**単一方向の連携**であり、**双方向の連携**(千葉市と周辺市の保育所の相互利用等)や**多核型の連携**(山口市・宇部市の複眼型等)は**限られている**。

- 各連携市町村からの広域連携施設の利用者実態を把握する場合、病院のように利用者住所が把握できる場合を除いて、通常は利用者へのアンケート調査等を行わねばならず、**広域利用の実態把握が困難**。
- ↓
- 近年データ整備が進む**人流ビッグデータ**の活用可能性を検討するため、市販されている12種類のデータ仕様について情報を収集した。それらデータの**特徴**や**利用時の留意点**等について、地方公共団体が広域連携の検討時に活用する観点から整理した。
  - GPSによる人流ビッグデータを用いた広域利用実態把握の**ケーススタディ**を行った。

表 市販されている12種類の人流ビッグデータの概要一覧

	A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	H社	I社	J社	K社	L社
方式	携帯電話基地局データ	GPS							GPS+ビーコン	Wi-Fi		
位置情報精度	提供されているメッシュの境界では誤差が発生する可能性あり	数m～数十m程度							GPS: 数m～数十m程度、ビーコン: 数cm～数十m程度	店舗単位で把握可能 (Wi-Fiアクセスポイントの設置密度に依存)		
取得可能な最小空間単位	125mメッシュ(都市部のみ) 500mメッシュ(通常)	50mメッシュ	125mメッシュ、ポリゴン単位も可能	125mメッシュ(マップ)、10m(施設別)	10mメッシュ、ポリゴン単位も可能	半径10m	特定の施設単位	GPSで得られた点毎	125mメッシュ	ポイント毎	部屋単位	Wi-Fiアクセスポイント単位
取得可能期間	2013年以降	2017年以降	最長7年前	2018年7月以降	直近2年分	契約日の13ヶ月前まで	2018年8月以降	1～2年前以降	2019年7月以降	1年前から	2018年以降	2017年1月以降
取得可能な属性	性別・年代(5歳単位)・発地別	一部性別、発地	性別・年齢・発地別	性別・年代・発地別	性別・年代・推定居住地	性別・年代・推定発地属性(町丁目単位)	性別・年代(サンプル数10以下は不可)・居住地	年齢・性別・推定居住地	性別、年代、推定居住地	推定年齢・性別・居住地	年齢・性別・推定居住地	年齢・性別・推定居住地

### ■ 主なデータの特徴および広域連携検討時の利用に関する留意点

#### ● 携帯電話基地局データ

- 市町村全域間などの**広域の人流**は把握可能だが、**施設単位での把握が不可能**。
- GPSデータに比べてサンプル数が多いため、**予測精度が高い**。しかし、**少人数エリアのデータが除外**されるため、人口の少ない連携市町村からの移動人数がカウントされない可能性もある。
- 滞在時間別の人流(例えば、1時間以上施設に滞在した人数)は分からない。

#### ● GPSデータ

- 広域連携施設単位での人流の把握が可能**だが、複合ビル内の施設については把握できない(ビーコンやWi-Fiデータによる補完で把握可能なデータもあるが施設が限定される)。
- 携帯電話基地局データと比べると全般的にサンプル数が少なく予測精度が低いもの**、携帯電話基地局データと比べると少人数エリアのデータも把握しやすい傾向がある。
- 滞在時間別の人流を把握できるデータもある。

#### ● 携帯電話基地局・GPSデータ共通

- 若年層(15歳未満等の一定年齢以下)のデータの取得ができない場合があり、図書館や子育て支援施設等を利用している**若年層の人流を把握できない場合がある**。
- 人流データを販売している各社が、サンプルデータから人流の推計を行う際に使用する拡大係数については原則非公開のため、**地域による誤差の程度は不明**。

### ■ GPSデータを用いた、広域連携施設の広域利用実態把握のケーススタディ

- 施設を指定して移動量を計測できるタイプのGPSデータを用いて、**広域連携施設(89施設)**の利用者について、広域連携の**圏域内の市町村**からの**利用割合等**を算出した。
- **圏域内**の利用率が最も高いのは**医療系施設(89.1%)**で、利用率が最も低いのは**教育系施設(64.9%)**であった。
- 広域連携に参加している市町村以外からの**広域の利用**も見られることから、それらの市町村を連携に加えて規模を拡大することも期待される。

表 広域連携の圏域内居住者と圏域外居住者の利用率の比較(施設種類別)

施設の種類	圏域内居住者の利用率		圏域外居住者の利用率	
	中心都市	それ以外	中心都市	それ以外
生活	83.4%	74.8%	8.6%	16.6%
医療	89.1%	69.5%	19.6%	10.9%
文化	73.0%	65.5%	7.5%	27.0%
教育	64.9%	59.9%	5.0%	35.1%
産業	83.9%	64.1%	19.8%	16.1%
その他	74.0%	62.7%	11.3%	26.0%
全体	80.9%	69.2%	11.8%	19.1%

- データ期間:  
2021/10/01~  
2021/12/31
- 来訪時間:  
08:00~22:00
- 滞在時間  
15分以上の利用  
者をカウント

➡ 人流ビッグデータの活用により、従来のアンケート調査に比べて、**広域利用実態調査の低コスト化が期待できる。**

- 連携市町村から広域連携施設までの**公共交通**による所要時間と**自動車移動**による所要時間との**比較分析**等を行い、広域連携施設への**公共交通による移動の課題**を把握するとともに、課題の**改善方策**や**改善効果**についても明らかにした。

- **公共交通**を利用して**連携市町村から広域連携施設まで移動**する場合の**最短所要時間**を調査

※平日の午前7時出発を想定



- **利用交通手段が鉄道のみ**の場合、**徒歩時間が長い(平均約29分)**ことが課題

<改善方策>

鉄道駅までの移動を支援するような**フィーダー交通**の整備が求められる

- **バスと鉄道を乗り継ぐ**場合は特に、**乗り継ぎの待ち時間が長い(平均約40分)**ことが課題

<改善方策>

乗り継ぎを考慮した**時刻表の設計**や、**快適に待てる乗換拠点**の整備が求められる

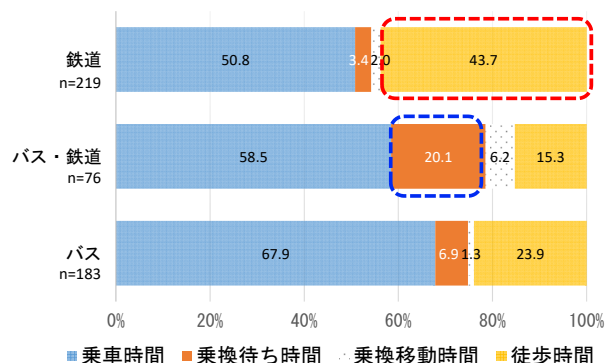


図 公共交通による移動所要時間の内訳 (利用交通手段別)

※移動所要時間の算出方法

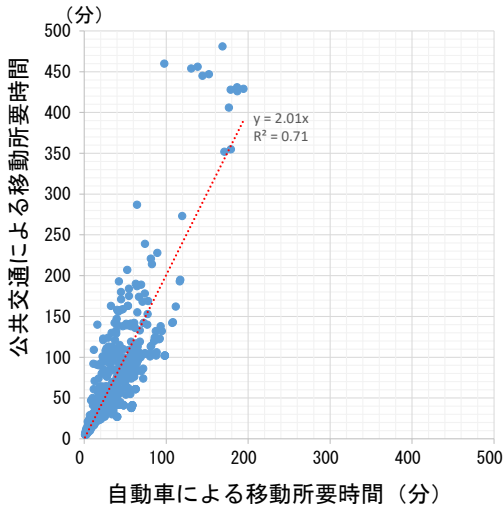
連携市町村の本庁舎を市町村の代表点とし、広域連携施設までの公共交通による移動時間をジョルダン乗換案内を用いて算出

■ 改善効果の検討

仮に、公共交通による移動で乗り換え待ち時間が0になると、2割程度の所要時間の改善が可能になる。

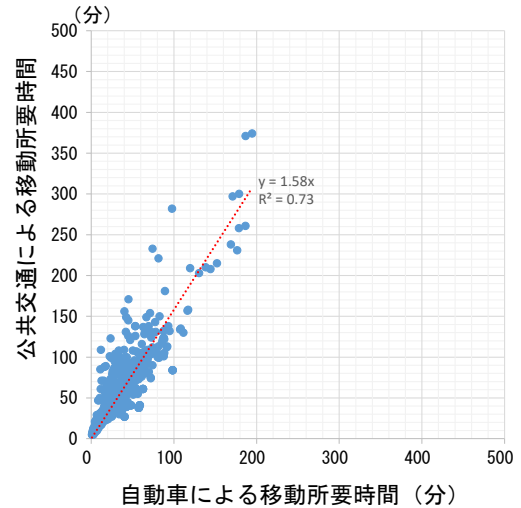
<現状>

公共交通による移動所要時間は自動車による所要時間の約2倍



<乗り換え待ち時間0の場合>

公共交通による移動所要時間は自動車による所要時間の約1.6倍



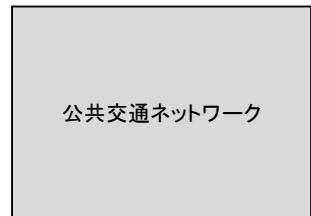
- 地方公共団体が広域連携施設への公共交通による移動特性改善方策を検討する際の参考となるように、以下の観点から事例を収集・分析し、事例集を作成した。
  - 交通結節点で乗り継ぎの待ち時間を快適に過ごすための待合スペースの工夫や、ダイヤ改善、公共交通ネットワークそのものの見直し等の事例を抽出した(21事例)
  - 新たなモビリティ等を活用した公共交通のアクセス性の改善事例(実証実験を含む)を抽出した(14事例)

- 百貨店内にバス待合スペースやバス車両接近情報システムを設置した例(北上市)

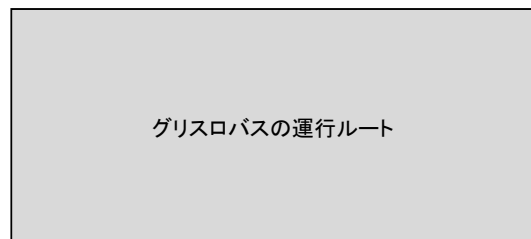


(出典:国交省第39回総合的交通基盤整備連絡会議 資料)

- 市内の公共交通ネットワークの全面的な見直しを実施した例(飛騨市)



- 既存の路線バスネットワークを補完する位置づけで、グリーンスローモビリティによる乗合運行を実施した例(福山市)







## 6. 研究成果:③ 広域連携に向けた移動特性改善方策の把握 (2/3)

- 交通結節点で乗り継ぎの待ち時間を快適に過ごすための**待合空間の工夫**や、**ダイヤ改善**、**交通ネットワークそのもの見直し事例**等の一覧(21事例)

#	事例	サービス提供者	地域	結節交通	区分	主たるポイント	結節点機能の改善					交通サービスの運用改善			
							機能乗換	機能待合	機能提供	機能その他	再編	運賃	その他	その他	
1	岐阜大学医学部附属病院	岐阜大学医学部附属病院	岐阜県岐阜市	BRT・バス	物理的/路線・ダイヤ	交通機関間連携・施設接続の改善	●	●	●	●	●	●	●	●	
2	八戸中心街ターミナル	八戸市	青森県八戸市	バス	物理的/路線・ダイヤ	交通機関間連携	●	●	●	●	●	●	●	●	
3	北上まちなかターミナル	北上市	岩手県北上市	バス	物理的/路線・ダイヤ	交通機関間連携	●	●	●	●	●	●	●	●	
4	せせらぎバスセンター	ときがわ町	埼玉県ときがわ町	バス	物理的/路線・ダイヤ	交通機関間連携	●	●	●	●	●	●	●	●	
5	道の駅和紙の里ひがしちが	東秩父村	埼玉県東秩父村	バス	物理的/路線・ダイヤ	交通機関間連携	●	●	●	●	●	●	●	●	
6	さいたま新都心バスターミナル	さいたま市	埼玉県さいたま市	バス・シェアリング	物理的	交通機関間連携	●	●	●	●	●	●	●	●	
7	道の駅とみうら枇杷倶楽部	駒ちば南房総	千葉県南房総市	高速バス・バス	物理的	交通機関間連携	●	●	●	●	●	●	●	●	
8	観光情報館ふれあい処つしま	対馬市	長崎県対馬市	バス・シェアリング	物理的/路線・ダイヤ	施設接続の改善	●	●	●	●	●	●	●	●	
9	足利赤十字病院・アピタ足利店	足利赤十字病院・アピタ足利店	栃木県足利市	バス	物理的/路線・ダイヤ	施設接続の改善	●	●	●	●	●	●	●	●	
10	岩手県立高田病院	岩手県立高田病院	岩手県陸前高田市	BRT・バス	物理的/路線・ダイヤ	施設接続の改善	●	●	●	●	●	●	●	●	
11	和田ふるさと館	佐倉市	千葉県佐倉市	バス	物理的	施設接続の改善	●	●	●	●	●	●	●	●	
12	hocco	小田急バス㈱	東京都武蔵野市	バス・シェアリング	物理的	施設接続の改善	●	●	●	●	●	●	●	●	
13	バスの駅	京都市	京都府京都市	バス	物理的	待ち環境の改善	●	●	●	●	●	●	●	●	
14	バス待ち処までまて	龍ヶ崎市	茨城県龍ヶ崎市	バス	物理的	待ち環境の改善	●	●	●	●	●	●	●	●	
15	地域公共交通ネットワークの全面的見直し	飛騨市等	岐阜県飛騨市	鉄道・バス	路線・ダイヤ	路線再編	●	●	●	●	●	●	●	●	
16	都心循環線の開設と共同運行化(えきまちループ)	広島電鉄㈱等	広島県広島市	鉄道・バス	路線・ダイヤ	路線再編	●	●	●	●	●	●	●	●	
17	前橋市内乗合バス事業共同経営計画	関越交通㈱等	群馬県前橋市	バス	路線・ダイヤ	路線再編	●	●	●	●	●	●	●	●	
18	西鉄大橋駅を乗継拠点とした路線再編	西日本鉄道㈱等	福岡県福岡市	鉄道・バス	路線・ダイヤ	路線再編・運賃施策	●	●	●	●	●	●	●	●	
19	八戸市営バスと南部バスの共同運行	八戸市交通部、南部バス㈱等	青森県八戸市	バス	路線・ダイヤ	路線再編・運賃施策	●	●	●	●	●	●	●	●	
20	3町村が連携したコミュニティバス路線の再編(南秋地域広域マイタウンバス)	五城目町、八郎湖町、大湯村	秋田県五城目町、八郎湖町、大湯村	バス	路線・ダイヤ	路線再編・運賃施策	●	●	●	●	●	●	●	●	
21	インターネットによるバス経路検索の充実	中津川市等	岐阜県中津川市	鉄道・バス	路線・ダイヤ	情報提供	●	●	●	●	●	●	●	●	

15



## 6. 研究成果:③ 広域連携に向けた移動特性改善方策の把握 (3/3)

- 新たなモビリティやシェアリングサービス等**を活用した公共交通のアクセシビリティの改善事例(実証実験を含む)の一覧(14事例)

#	事例	サービス提供者	地域	代表技術	運用車両					システム・運用等			幹線・支線	
					連節バス	BRT	DMV	グリスロ	超小型M	パーソナルM	自動運転	デマンド配車		シェアリング
1	鹿島鉄道跡地バス専用道化事業(かしてつバス)	石岡市・小美玉市(事業委託:関鉄グリーンバス㈱)	茨城県石岡市・小美玉市	BRT	●									幹線
2	ツインライナー	神奈川中央交通㈱	神奈川県藤沢市ほか	連節バス	●									幹線
3	ひたちBRTにおける中型自動運転バスの走行実証実験	茨城交通㈱	茨城県日立市	BRT・自動運転	●					●				幹線
4	渋沢栄一 論語の里 循環バスの自動運転化	深谷観光バス㈱、埼玉工業大学	埼玉県深谷市	自動運転						●				幹線
5	阿佐海岸鉄道DMV(Dual Mode Vehicle)	阿佐海岸鉄道㈱	徳島県海陽町ほか	DMV		●								幹線
6	なかとんぱらライドシェア	中頓別町	北海道中頓別町	ライドシェアリング								●		幹線・支線
7	SMART MOVER	広島電鉄㈱	広島県広島市	AIオンデマンド							●		●	支線
8	横に動くエレベーター「ナビヤアルマ」	境町(事業委託:BOLDLY㈱、㈱MACNICA)	茨城県境町	自動運転			●			●	●			支線
9	グリスロバス	福山市(事業委託:靱鉄道㈱)	広島県福山市	グリスロ			●							支線
10	鶴川団地活性化プロジェクト	社会福祉法人悠々会	東京都町田市	グリスロ			●				●			支線
11	チョイモビココハマ	日産自動車㈱、横浜市	神奈川県横浜市	超小型M				●				●		支線
12	千代田区コミュニティサイクル事業(ちよくる)	千代田区、㈱ドコモ・バイクシェア	東京都千代田区(他区と相互乗り入れ実施)	コミュニティサイクル					●			●	●	支線
13	金沢市公共レンタサイクル「まちのり」	金沢市(運営主体:㈱日本海コンサルタント)	石川県金沢市	コミュニティサイクル					●			●	●	支線
14	電動キックボード公道実証実験(柏の葉ema)	㈱EXx	千葉県柏市	電動キックボード						●			●	支線

※5番の阿佐海岸鉄道DMVの事例は徳島県と高知県に跨って運行している事例

16



## 7. 成果の普及等

- 実施済みの取組
  - 公共交通の利便性の評価手法と可視化手法に関する成果の一部を、内閣府の「i-都市再生ガイドダンス 別冊」(令和3年4月)に反映。
- 今後の予定
  - 以下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「都市機能の広域連携検討の手引き(仮称)」として公表予定。
    - 広域連携の事例集
    - 人流ビッグデータを用いた広域利用実態の把握手法
    - 公共交通によるアクセス性の評価手法
    - 公共交通の乗り継ぎ改善等に関する事例集
  - 本省都市局の「立地適正化計画作成の手引き」等に反映予定(調整中)。
  - 事例集については、本省と連携して地方公共団体に積極的に周知する。
- 発表論文等
  - 石井儀光(2022)「広域連携施設への公共交通によるアクセス性」  
(日本オペレーションズ・リサーチ学会2022年秋季研究発表会アブストラクト集)
  - ライドシェアの効率性等について、筑波大学の太澤教授の研究室と連名で審査付き論文を投稿済み(審査中)

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
中心都市に施設や人を集める考えと今回の広域連携の考え方では、概念の違いが出てくるため、色々な代替案についても考慮して、検討していただきたい。	中心都市に集まることに限らない事例(千葉市の双方向の連携や山口県央連携都市圏の複眼都市等)についても調査検討を行った。
ビッグデータの活用だけでなく、具体的な地域、自治体を選定し、うまく連携して研究を進めていただきたい。また、GPS等により個人の移動経路に関する調査を行う場合には、個人の同意を得る方法も留意されたい。	地方公共団体と連携することで、地方公共団体の個人に着目した利用者調査結果を活用するとともに、今回は、広域連携施設でのアンケート調査と人流ビッグデータを組み合わせた検討を実施した。
事業主体として、自治体や連合体だけでなく、地域コミュニティも含め、住民の中で事業性や採算性を踏まえた持続可能な地域活動に取り組めるようなノウハウや仕組みづくりについても検討いただくことを期待する。	地域コミュニティが行政支援に依存せずにショッピングセンターや事業所と連携してコミュニティバスを運営している事例等についても、広域連携の事例以外にも含めて調査・検討を行った。

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
広域連携の事例集地方都市における広域連携の計画策定の推進を支援する	① 都市機能に応じた広域連携の傾向・課題の明確化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・連携中枢都市圏や定住自立圏、立地適正化計画の広域の方針を示している都市圏のアンケート調査等を行い、調査カルテを作成した。</li> <li>・調査カルテの分析やヒアリング調査等により、広域連携の傾向や課題を明確にし、連携事例集を作成した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・広域連携の傾向や課題の整理結果や、広域連携の事例集は都市機能の広域連携の検討において地方公共団体による活用が期待される。また、既に広域連携施設を有する圏域についても、新たな種類の広域連携施設の設置を検討する際に地方公共団体による活用が期待される。</li> </ul>	○	
	② ビッグデータ等を用いた移動の実態および課題の把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1)一般に入手可能な人流ビッグデータの特徴や制約条件等について整理した。</li> <li>・1)人流ビッグデータによる、広域連携施設利用者の移動実態についてのケーススタディを実施した。</li> <li>・2)広域連携施設への公共交通および自動車移動による所要時間の比較分析等を行い、公共交通による移動の課題を把握した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1)人流ビッグデータの活用により、広域連携施設の利用実態を容易に把握できるようになることから、KPIとして地方公共団体による活用が期待される。</li> <li>・2)公共交通の時刻表データを用いた移動の利便性評価により、高齢化により自動車利用が困難な住民が増えた場合の影響を予測し、公共交通施策を検討する際の資料として地方公共団体による活用が期待される。</li> </ul>	○	
	③ 広域連携に向けた移動特性改善方策の把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>・広域連携における移動特性を改善するため、施設整備・空間整備に関連する改善方策やダイヤ改善方策、新たなモビリティの活用等に関する事例集を作成した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・広域連携施設への公共交通による移動に課題を抱える地域において、地域の状況に応じて、施設整備や空間整備、ソフト改善を行う際に地方公共団体による活用が期待される。</li> </ul>	○	

<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

都市機能の広域連携の事例を収集し、傾向・課題の明確化を行った。また、人流ビッグデータ等を用いた住民の広域移動の実態把握方法および公共交通利用時の広域移動に関する課題の把握方法を整理するとともに、地方公共団体が広域連携施設への公共交通による移動特性の改善方策を検討する際の参考となる事例集を作成した。これらの成果をとりまとめた手引きにより、都市機能の広域連携の計画検討における地方公共団体の調査コストの削減や円滑な計画検討を支援することで、都市機能の広域連携の推進に寄与するものである。

19



## 参考:「都市機能の広域連携検討の手引き(仮称)」の目次構成(案)

- 一連の調査結果を踏まえ、地方公共団体が都市機能の広域連携を検討する際の手引きとして取りまとめた。

### 1. 広域連携の現状把握

- 広域連携施設の種類と設置状況
- 広域連携施設の傾向と課題
- 広域連携施設の事例集

### 2. 人流ビッグデータによる広域連携施設の利用実態把握手法

- 人流ビッグデータの概要
- 調査対象に応じたデータ選択時の留意点
- ケーススタディ

### 3. 公共交通による広域連携施設のアクセス時間等の把握手法

- 時刻表情報等を活用した公共交通アクセス時間等の把握手法
- ケーススタディ

### 4. 公共交通による広域連携施設のアクセス性改善事例集

- 公共交通の乗り継ぎ空間やダイヤ等の改善事例集
- 新たなモビリティ等を活用したアクセス性改善事例集

20





■ 「都市機能の広域連携検討の手引き(仮称)」中の広域連携施設の事例集の記載項目(案)

1. 広域連携都市の概要

- 都市圏名と構成市町村名
- 人口世帯数・面積
- 広域連携の項目とKPI

2. 広域連携施設の概要

- 広域連携施設の名称・概要
- 広域連携に利用している制度
- 広域連携市町村との公共交通アクセス
- ビッグデータによる広域連携施設利用者の居住地分布

3. 広域連携に関する先進事例

- 広域連携実現に向けた検討の経緯(連携のきっかけ)
- 連携市町村との合意形成時の調整内容と工夫
- 費用便益分析等(初期費用、運営費用、費用分担割合等)
- 広域連携の継続に向けたマネジメント
- 広域連携のための公共交通の改善内容

# 水害時の被災リスクを低減する 既存戸建て住宅の予防的改修方法に関する研究

研究代表者	: 住宅研究部長 眞方山 美穂
課題発表者	: 住宅生産研究室長 岩田 善裕
研究期間	: 令和2年度～令和3年度
研究費総額	: 約20百万円
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

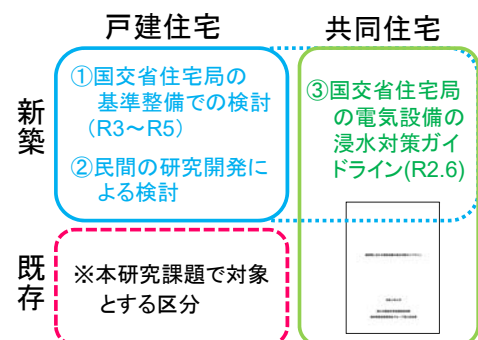
- ・近年、大雨に伴う洪水等によって多くの住宅が被災する水害が多発。
- ・気候変動を踏まえ、あらゆる関係者が協働して流域全体で行う総合的かつ多層的な水害対策の要求。
- ・豪雨災害発生時に、住宅被害を最小限に抑え、水害後の避難者数を減少させ、早期復旧に繋げることが必要。



水害による被災建物棟数の推移  
(水管理・国土保全局河川計画課資料より)

### 課題

- ・浸水被害の低減には浸水想定区域からの移転も選択肢だが、既存戸建住宅の敷地移転は、居住者の意向等により困難。
- ・新築住宅を中心に国交省住宅局による検討（右下図の①や③）や民間の研究開発（②）が実施。しかし、既存戸建住宅の被害程度を抑える予防策の検討に遅れ。



各住宅区分における検討状況



## 2. 研究開発の目的・目標

### 目的・目標

- ・ 既存戸建住宅の水害時の被害を低減するための予防的改修手法の適用に関する技術資料を整備。
- ・ 過去の被災住宅の現地調査及び文献調査を踏まえて、被害低減や被災後復旧期間を短縮できる要因及び改修要素技術を整理。
- ・ 整理した改修要素技術を適用するケーススタディを実施して、予防的改修の効果を検証。

### 必要性

- ・ 水害による戸建住宅の被害を低減するための技術は、新築住宅に適用するものが公共・民間において先行し、既に数多く存在する既存戸建住宅への対策は未検討。既存戸建住宅の耐浸水性を向上させるための技術的対応策の検討が急務。

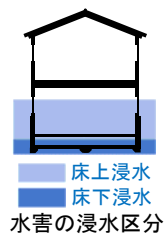
3



## 3. 研究開発の概要および研究フロー

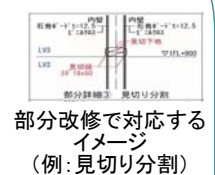
### ①被害状況と復旧事例に関する実態調査

- ・ 過去の豪雨災害等で浸水被害を受けた戸建住宅の復旧事例を対象。(※流失は対象外)。
- ・ 災害の概要、被害の程度、復旧工事に関わった生産体制、復旧スケジュール、復旧・改修の工夫・知恵等について居住者や工務店等を対象に現地調査を実施。



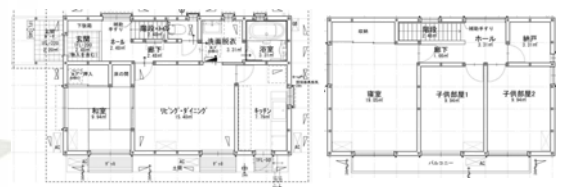
### ②改修要素技術の検討

- ・ 被災事例から、復旧の範囲や容易性、居住再開時期に影響を及ぼした建築技術的要因を分析・整理。
- ・ 海外の文献調査から浸水対策の考え方を整理。
- ・ 国内の文献調査から耐浸水性を高める改修要素技術を整理。



### ③予防的改修のケーススタディ

- ・ 代表的な在来軸組構法(木造)のモデル住宅を2タイプ試設計。
- ・ 浸水深レベルに応じて、耐浸水性を高める予防的な改修の効果をケーススタディで検証。

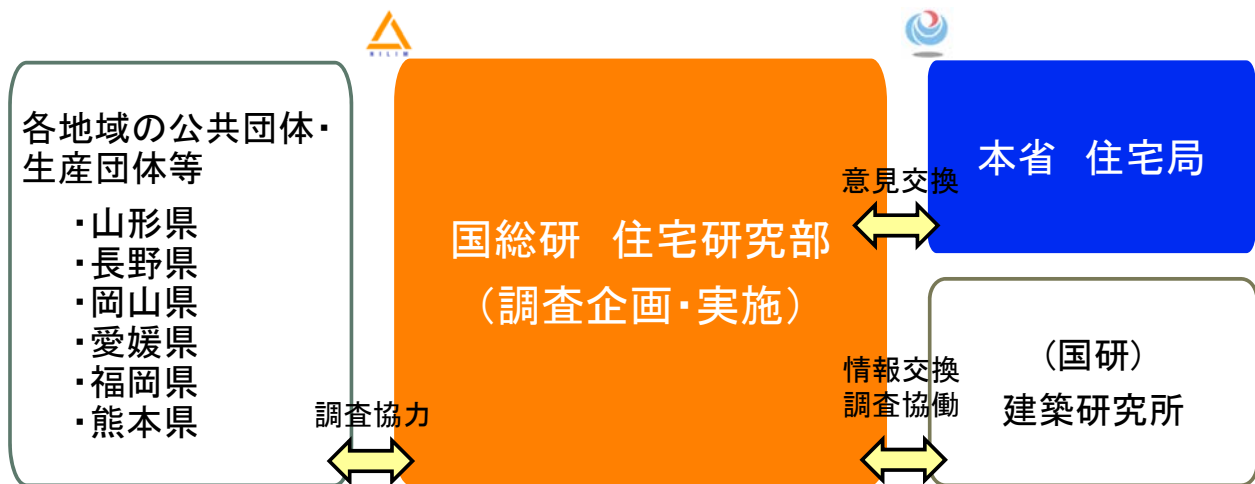


モデル住宅のケーススタディによる検討

4



## 4. 研究の実施体制



### 効率性

- ・新築住宅について対策ガイドライン等を検討している本省住宅局の担当者と意見交換をするとともに、建築研究所の研究者とは被災事例についての情報交換や調査協働を行い、技術動向の把握を含めて効率的な検討を実施。
- ・被災事例の現地調査は、各豪雨災害の被災各県の関係団体に調査物件の連絡等について調査協力を得て、効率的に実施。

5



## 5. 研究成果:① 被害状況と復旧事例に関する実態調査

洪水で被災した戸建住宅について、被災状況に応じた復旧の実態把握や、災害後の復旧の範囲や容易性、もしくは居住開始時期に影響を与えた建築技術的要因について検討するために、近年の洪水による被災事例を調査。

■調査地域 ※( )内は当該地域での調査戸数(7地域、総計22戸)。

- ・平成30年7月豪雨  
愛媛県大洲市(5)、岡山県倉敷市真備町(3)、広島県安芸郡坂町(1)
- ・令和元年台風16号  
長野県長野市・千曲市(3)
- ・令和2年7月豪雨  
山形県村山市・河北町(4)、福岡県大牟田市(4)、熊本県人吉市(2)

■調査対象

被災住宅の居住者、被災住宅の復旧工事実施者、関係組織(行政・団体)

■調査内容

- 1) 被害状況(住宅の被災状況、被災者の避難状況)
- 2) 復旧工事内容、スケジュール(工期、生活再開時期)
- 3) 復旧工事の費用、施工体制
- 4) 今後の水害に備えた復旧工事の工夫

6



## 5. 研究成果:① 被害状況と復旧事例に関する実態調査

### ■ 調査対象及び調査結果の一覧

水害	地域	事例	氾濫流の態様			建築概要			工事概要				避難生活				
			浸水深	水流	浸水継続時間	構造	建築年	階数	被災から工事完了まで (月) 0 2 4 6 8 10				復旧 レベル	避難場所	工事中の 滞在場所		
平成30年 7月豪雨	愛媛県 大洲市	A邸	1FL+1.3m	不明	不明	木造軸組	2007	2階	応急 乾燥 補修	■					原状復旧	不明	不明
		B邸	1FL+0.3m	不明	不明	木造軸組	2013	2階	応急 乾燥 補修		■				原状復旧	不明	自宅2階
		C邸	1FL+0.8m	水流なく上昇	1日程度	木造軸組	2003	2階	応急 乾燥 補修			■			原状復旧	自宅2階	自宅2階
		D邸	1FL+2.2m	水流なく上昇	四半日程度	木造軸組	1979	1階	応急 乾燥 補修				■		改修	自宅その他 (別棟2階)	自宅1階・ 自宅その他 (別棟2階)
		E邸	1FL+1.0m	不明	不明	木造軸組	1980	2階	応急 乾燥 補修				■		改修	不明	不明
令和元年 台風19号	長野県 長野市	F邸	1FL+0.1m	速い流れ	1日程度	木造軸組	1965	2階	応急 乾燥 補修			■		改修	自宅2階	自宅2階	
		G邸	1FL+1.0m	緩やかな流れ	1日程度	木造軸組	2001	2階	応急 乾燥 補修			■		原状復旧	自宅2階	その他 (アパート)	
	長野県 千曲市	H邸	1FL+0.45m	緩やかな流れ	半日程度	木造軸組	2016	2階	応急 乾燥 補修			■		原状復旧	親戚・知人宅	仮設住宅	
令和2年 7月豪雨	山形県 村山市	I邸	1FL +0.5~0.6m	緩やかな流れ	1日程度	木造軸組	1980	2階	応急 乾燥 補修			■		原状復旧	自宅2階 ⇒親戚・知人宅	自宅2階	
		J邸	1FL+0.1m	水流なく上昇	半日程度	木造軸組	1935	2階	応急 乾燥 補修			■		原状復旧	自宅2階	自宅2階	
	山形県 河北町	K邸	1FL+0.1m	不明	不明	木造軸組	2000	2階	応急 乾燥 補修			■		原状復旧	不明	不明	
		L邸	床下浸水	水流なく上昇	不明	木造軸組	1990	2階	特になし 応急 乾燥 補修 特になし 特になし					特になし	親戚・知人宅	自宅1階	

7



## 5. 研究成果:① 被害状況と復旧事例に関する実態調査

### ■ 調査対象及び調査結果の一覧

水害	地域	事例	氾濫流の態様			建築概要			工事概要				避難生活				
			浸水深	水流	浸水継続時間	構造	建築年	階数	被災から工事完了まで (月) 0 2 4 6 8 10				復旧 レベル	避難場所	工事中の 滞在場所		
令和2年 7月豪雨	福岡県 大牟田市	M邸	1FL+0.1m	水流なく上昇	四半日程度	木造軸組	1991	2階	応急 乾燥 補修						不明	自宅2階	自宅2階
		N邸	1FL+0.7m	水流なく上昇	四半日程度	木造軸組	1987	1階	応急 乾燥 補修			■		改修	親戚・知人宅	親戚宅・その他 (知人の空き家)	
		O邸	1FL+0.7m	水流なく上昇	半日程度	木造軸組	1977	2階	応急 乾燥 補修			■		改修	自宅2階	自宅2階	
		P邸	1FL+0.7m	水流なく上昇	半日程度	木造軸組	2003	2階	応急 乾燥 補修				■		原状復旧	自宅2階 ⇒避難所	自宅2階
平成30年 7月豪雨	岡山県 倉敷市 真備町	Q邸	1FL+1.2m	緩やかな流れ	1日程度	木造軸組	2008	2階	応急 乾燥 補修			■		原状復旧	避難所	仮設住宅	
		R邸	1FL+1.8m	不明	不明	軽鉄+木軸	1978	2階	応急 乾燥 補修			■		原状復旧	避難所	親戚宅	
		S邸	1FL+3.2m	不明	4日程度	木造軸組	2006	2階	応急 乾燥 補修				■		原状復旧	その他 (店舗駐車場)	仮設住宅
令和2年 7月豪雨	熊本県 人吉市	T邸	1FL+1.5m	速い流れ	四半日程度	木造軸組	2006	2階	応急 乾燥 補修			■		原状復旧	その他 (アパート2階)	自宅2階	
		U邸	1FL+3.0m	速い流れ	半日程度	木造軸組	1978	1階	応急 乾燥 補修				■		原状復旧以下	避難所	みなし仮設 (ホテル)
平成30年 7月豪雨	広島県 坂町	V邸	1FL+0.01m	速い流れ	2日程度	木造軸組	1972	2階	応急 乾燥 補修			■		原状復旧	自宅2階	自宅2階	

- ・床下浸水でも空調室外機等の被害はみられる。
- ・浸水深が低くても内壁(断熱材含む)・枠付き建具は全面的な交換になる例も。
- ・早期の適切な乾燥の有無が、以降の工期にも大きく影響。  
(後々のカビ発生等、衛生面の問題にも関係)

8



## 5. 研究成果:① 被害状況と復旧事例に関する実態調査

各復旧事例では、被害を踏まえて、次の水害時に被害を低減したり、復旧しやすい工夫を施した改修をして備えている。



FL+1mの浸水であったが、内壁全高を張替える被害となったため、部分的な補修で対応できるように見切り材を入れて内壁(壁内の断熱材を含む)を腰高で区分。



浸水で既製品扉の建具枠(合板)が変形し、全面交換となったため、再利用が可能な無垢材による造作で建具枠を構成。



空調室外機が水没し、復旧に時間を要したため、取り付け金具を用いて外壁の上方(1階軒高)に設置。



被災時に床下の排水が困難であったため、ベタ基礎の立上り下部に水抜き穴を設置(平常時はキャップ止め(左写真))。



## 5. 研究成果:② 改修要素技術の検討

### ■被災住宅の実態調査を踏まえた、既存戸建住宅対応のための建築技術的要因の整理

		i) 復旧の範囲縮小	ii) 復旧の容易性向上	iii) 居住再開の早期化	
各部構法	基礎	外周の基礎開口を閉鎖すれば、基礎高まで、床下浸水を回避できる。	ベタ基礎は、蓋付の水抜き孔を設ければ、排水が容易になる。	-	
	外壁	土塗壁+仕上げ	仕上げの補修・補強をすれば、短時間の浸水時には土壁の損傷を抑制できる。	-	-
		木摺+モルタル	ひび割れ補修をしておけば、モルタル内部のメタルラスの腐食を抑制できる。	-	-
	床組	根太+荒床(和室)	-	取り外ししやすい荒床とすれば、泥出しなどの初期対応が容易になる。	床下点検口等を増設すれば、乾燥期間を短縮できる。
		根太+合板	-	床下点検口等を増設すれば泥出し作業・乾燥がしやすくなる。	
		根太+フローリング 厚板合板+フローリング	-	-	
	断熱(壁)	GW、RW充填	繊維系断熱材は、見切り材で分割すれば、低水位の浸水時に復旧範囲を縮小できる。	撤去容易な内壁材にすれば、断熱材の撤去、洗浄が容易になる。	-
		フローリング/ボード充填/現場発泡	-	取り外ししやすい外壁材にすれば、断熱材撤去、洗浄が容易になる。	
		繊維系外張	-	-	
	断熱(床)	床断熱	発泡ボード系断熱材に交換すれば、断熱材の吸水を抑制できる。	-	-
浴室	在来工法	ひび割れ補修をしておけば、泥水の仕上げ内部への浸入を防げる。	-	-	
	ユニットバス	-	壁の裏面確認用の点検口を設けると、被害の把握と処置の判断がしやすくなる。	-	
材料	床材	土間・タイル仕上げ	交換不要のため復旧範囲を縮小できる。	復旧が洗浄・消毒のみで済む。	-
	造作材	枠材	交換不要のため復旧範囲を縮小できる。	枠交換の手間が不要となる。	-
	逆流防止措置	屋内の浸水被害を軽減できる。	-	-	-
設備	設備の上方設置	設備機器の浸水が回避できる。	-	2階で起居できるようにすれば、復旧しながら早期の居住再開が出来る。	

i) 復旧範囲の縮小、ii) 復旧容易性の向上、iii) 居住再開時期の早期化 の観点から  
既存戸建住宅における事前対策として効果的な建築技術的要因を部位毎に整理。

基礎 : ①開口の閉鎖、②水抜き孔の設置

内外装 : ③点検口設置、④取り外し可能な仕上材、⑤断熱材の分割化、⑥再利用等可能な材料

設備 : ⑦逆流防止措置、⑧設備の上方設置、⑨生活空間の上階設置





## 5. 研究成果:② 改修要素技術の検討

既存戸建住宅の耐浸水性を高める改修要素技術について検討・整理するために、以下の文献調査を実施。

### ■海外文献調査

一定の知見蓄積を有するアメリカ、イギリス、ドイツで公表されている技術資料より、浸水対策の考え方の枠組みを整理（主な参照資料は以下）。

米：FEMA P-312 Homeowner's Guide to Retrofitting -Six Ways to Protect Your Home From Flooding-

英：BS85500-2015 Flood resistant and resilient construction -Guide to improving the flood performance of buildings

独：A Primer on Flood Protection ~ Protecting property and building wisely

⇒浸水対策の考え方はほぼ共通。

いずれも「1. 浸水回避（高床化）」を基本（第一優先）に「2. 浸水防止」「3. 浸水許容」を次善策・補完的な位置付けの対策として提示。

### ■国内文献調査

建築関係の学術論文、雑誌記事及び同論文・記事で参照されている製造業者等のウェブサイトを検索し、新築対応を含む浸水対策技術について整理。

11



## 5. 研究成果:② 改修要素技術の検討～海外文献調査～

### ■海外文献調査に基づく浸水対策の考え方の整理

米・英・独の技術資料（ガイド・手引き）に共通する考え方を踏まえ、浸水対策の考え方及び各考え方に対応する建築技術的要因を整理。

考え方		建築技術的要因
1. 浸水回避	浸水深以上の高さに居住階床面を設置し、住宅内部への浸水を防ぐ	・機器・資材・家財の上方設置による浸水の防止（床レベルごと）
2. 浸水防止	建物外周を防水化し、住宅内部への浸水を防ぐ	・基礎の止水性の向上 ・排水管からの逆流による浸水の防止
3. 浸水許容	点検・洗浄・排水・乾燥の容易化	・基礎の排水性の向上 ・床下空間へのアクセス性と換気性の向上 ・取り外しやすい内壁材・外壁材による壁内乾燥の容易化
	家財・設備等被害の軽減	・壁の繊維系断熱材・壁仕上げの上下の区画による被害範囲の限定 ・洗浄・再利用可能な素材による撤去・更新の縮小 ・機器・資材・家財の上方設置による浸水の防止（財物ごと）
	生活継続対策	・2階での生活継続が可能となるよう、炊事・入浴・排泄・睡眠に必要な機能を確保する ・住設機器、就寝空間の配置変更による生活継続性の向上
4. 外周障壁	敷地内への浸水を防ぐ	・排水管からの逆流による浸水の防止

12



## 5. 研究成果:② 改修要素技術の検討～国内文献調査～

1.浸水回避	3.浸水許容	3.2.3壁仕上の見切り分割 3.2.3.4壁勝ち納まり	3.4.1.5地下室からの屋内避難ルートの確保(内部階段、避難はしご)
1.1浸水を避ける	3.1点検・洗浄・排水・乾燥の容易化	3.2.3.5耐水性の高い金物・釘の採用(ステンレス製/亜鉛めっき製)	3.4.2家財の移動防止
1.1.1居住階の浸水回避	3.1.1洗浄の容易化	3.2.3.6電線管/EPSSの採用	3.4.2.1転倒防止金物/突っ張り棒等
1.1.1.1高基礎化	3.1.1.1床下有効高さの確保	3.2.3.7配管固定	4.外周障壁
1.1.1.2ピロティ化	3.1.1.2室内側通気層の設置(巾木・廻り縁脱着)	3.2.3.8家財運搬の円滑化	4.1敷地への浸水を防ぐ
1.1.1.3浮上・係留措置	3.1.1.3無垢フローリングの採用	3.2.4.1階段の緩勾配化/拡幅/踊り場拡張	4.1.1敷地の防水化
2.浸水防止	3.1.1.4押出法ポリスチレンフォームの採用	3.2.4.2中二階の設置/スキップフロア	4.1.1.1水防堤
2.1浸水を防ぐ	3.1.1.5建具・建具枠・家具・階段・天井等への無垢材の採用	3.3生活継続対策	4.1.1.2出入口止水板
2.1.1基礎の防水化	3.1.1.6ホーロー製/ステンレス製キッチン/アイランドキッチンの採用	3.3.1.2階での生活機能の確保	4.1.1.3土のう
2.1.1.1床下換気口止水板(手動式)	3.1.1.7浴室のホーロー製	3.3.1.1LDK・浴室・トイレの2階設置	4.1.1.4水のう
2.1.1.2床下換気口止水板(自動式)	3.1.1.8エコキュートの電気部高所設置	3.3.1.2シンク・浴室・トイレの2階設置	4.1.2下水道の逆流防止
2.1.1.3ネコ土台による床下浸水口高さの引上げ	3.1.2排水の容易化	3.3.1.3重ね2世帯住宅	4.1.2.1逆流防止弁の採用
2.1.1.4ネコ土台への止水テープ貼り	3.1.2.1基礎への水抜き孔設置(立上り面/底面)	3.3.1.4重要家財の2階設置(仏壇等)	4.1.3敷地内降雨の排水
2.1.1.5基礎断熱による床下浸水口の非設置	3.1.2.2基礎への釜場設置	3.3.1.5.1.2階の分電盤回路分割	4.1.3.1排水ポンプ
2.1.1.6基礎配管廻りの止水処理	3.1.2.3基礎底盤の水勾配	3.3.2停電対策	5.その他
2.1.1.7基礎打継ぎ部の止水材設置	3.1.3乾燥の容易化	3.3.2.1太陽光発電+蓄電池	5.1地盤の嵩上げ
2.1.2外壁の防水化	3.1.3.1床下点検口の増設	3.3.2.2太陽光発電+蓄電池+電気自動車+V2H	5.1.1盛土、嵩上げ
2.1.2.1透湿防水シートと基礎の連続による止水ライン形成	3.1.3.2荒床+畳の採用	3.3.2.3大容量蓄電池	5.2敷地内設備の被害軽減
2.1.2.21階のRC造化/1階外壁のRC造化	3.1.3.3外壁通気構造の採用	3.3.2.4太陽熱冷暖房	5.2.1囲障の設置
2.1.2.3外周止水シート巻き	3.1.3.4真壁造の採用	3.3.2.5プロパンガス発電機	5.2.2ガスボンベへの固定
2.1.3開口部の防水化	3.1.3.5腰壁の無垢材脱着パネル化	3.3.3ガス途絶対策	5.2.3貯湯タンクの固定
2.1.3.1止水サッシの採用	3.1.3.6筋交い耐力壁の採用	3.3.3.1カセットボンベ備蓄	5.2.4浄化槽の浮上防止
2.1.3.2止水ドアの採用(玄関ドア・勝手口)	3.1.3.7建具・家具の扉シズ化	3.3.3.2太陽熱給湯	5.3構造安全性の確保
2.1.3.3止水板の採用(玄関ドア・勝手口・掃出窓)	3.1.3.8床下送風設備の設置	3.3.4断水対策	5.3.1流通への配慮
2.1.3.41階への掃出窓の非採用	3.2家財・設備等被害の軽減	3.3.4.1ベットのボルト備蓄	5.3.1.1保有水平耐力(耐力壁量)の確保
2.1.3.51階への玄関ドアの非採用(2階玄関)	3.2.1屋内設備の浸水回避	3.3.4.2給水タンク	5.3.1.2部材耐力の確保(基礎・土台・アンカーボルト・柱・間柱・耐力壁・柱頭柱脚接合金物)
2.1.3.6給排気口の高所設置	3.2.1.1コンセントの高所設置	3.3.4.3電気給湯器貯水タンクへの取水口設置	5.3.1.3基礎の転倒/滑動防止
2.1.3.7給排気口の集約化(全熱交換器)	3.2.1.2エアコンの天井設置	3.3.4.4空気から水をつくる製水器	5.3.2浮力への配慮
2.1.4排水管の逆流防止	3.2.1.3分電盤の2階設置	3.3.4.5非常用浄水器	5.3.2.1建物重量の削減(基礎・外壁・屋根等/RC造化)/積載重量の削減(基礎内砕石敷)
2.1.4.1逆流防止弁の採用	3.2.1.4電気給湯器(エコキュート)の2階設置	3.3.5下水道破断対策	5.3.2.2柱頭柱脚接合金物の強化
2.1.4.2止水部材の漏水対策	3.2.2屋外設備の浸水回避	3.3.5.1携帯トイレ備蓄	5.3.2.3床頭柱脚接合金物の採用(基礎断熱の非採用)
2.1.5.1基礎ビット+排水ポンプの設置	3.2.2.1屋外コンセント	3.3.5.2浄化槽利用による非常時生活排水処理槽の設置	5.3.2.4空気溜まりの脱気措置(1階天井換気口・2階床換気口)
2.1.5.2.1.1扉への排水孔の設置	3.2.2.2電気設備の高所設置(架台・壁掛け・高土間)	3.3.5.3簡易排水貯留設備+逆流防止弁	5.3.3.1建物周囲の土間コンクリート敷/舗装/杭/柱状改良
2.1.5.3床面へのガラの設置	3.2.2.3ガス給湯器	3.4避難円滑化	
2.1.5.4障板への排水孔の設置	3.2.2.4電気給湯器(エコキュート)	3.4.1垂直避難・屋外避難の確保	
2.1.6開口部の損傷防止	3.2.2.5太陽光発電用パワーコンディショナー、蓄電池、電気自動車充電器	3.4.1.12階建て以上にする	
2.1.6.1強化合わせガラスの採用	3.2.3.1壁断熱材の見切り分割	3.4.1.2陸屋根、緩勾配屋根	
2.1.6.2開口部へのシャッター/雨戸/雪囲い類の設置	3.2.3.2壁下地の見切り分割	3.4.1.3小屋裏空間+はしご+屋根への避難口(天窓)	
		3.4.1.4下屋/バルコニー+タラップ	

13



## 5. 研究成果:② 改修要素技術の検討～国内文献調査～

### ■改修要素技術の整理(例)

国内文献調査、メーカーヒアリング等から技術概要、導入時の注意事項等を整理。

要素技術	自立作用	既存適用	合併施工	備考
2.1.1 基礎の防水化				
2.1.1.1 床下換気口止水板(手動式)	×	○	—	・一定の漏水を生じ得る ・床下換気面積を減じる点に留意を要する ・継続的な点検・メンテナンスを要する
2.1.1.2 床下換気口止水板(自動式)	○	○	—	・現状では非普及の技術
2.1.1.6 基礎配管廻りの止水処理	○	○	—	・経年に伴うメンテナンスを要する
2.1.2 外壁の防水化				
2.1.2.1 透湿防水シートと基礎の連続による止水ライン形成	○	△	○	・現状では非普及の技術
2.1.3 開口部の防水化				
2.1.3.1 止水サッシの採用	○	△	○	・現状では非普及の技術(メーカーによる技術開発中) ・外壁取合い部の納まりも非普及技術 ・FIX窓・外開き窓・縦滑り窓に限定される
2.1.3.2 止水ドアの採用(玄関ドア・勝手口)	○	×	—	・JIS規格あり(JIS A 4716) ・対応浸水深3.0m程度 ・漏水対策や木造外壁との納まり開発が必要 ・住宅用として断熱性・意匠性に課題
3.1.3 乾燥の容易化				
3.1.3.1 床下点検口の増設	○	○	○	・点検・排水・洗浄/維持管理にも有利 ・居住者自身で撤去、乾燥しやすく、早期の乾燥につながりやすい

自立作用：発災前の設置作業等の人的介入を必要としない

既存適用：既存戸建住宅(木造)への適用可能性あり

合併施工：性能向上改修との合併施工により合理的な改修の可能性あり

14





## 5. 研究成果:③ 予防的改修のケーススタディ

### ケーススタディ対象住宅の仕様 (試設計の基本仕様・構法)

	Aタイプ	Bタイプ
階数 延べ面積/ 敷地面積	2階建て 100㎡/180㎡	2階建て 100㎡/180㎡
想定建設年	1985年頃	2010年頃
1階床高	GL+0.5m	GL+0.6m
構造・ 躯体構法	木造在来 軸組構法	木造在来 軸組構法 (合理化構法)
耐力壁	筋交い (接合部補強 金物なし)	構造用面材 (接合部補強 金物あり)
基礎 床下換気	布基礎(H300) 床下換気口	ベタ基礎(H400) ネコ土台
屋根	桧瓦葺き4寸 勾配(小屋裏 収納なし)	桧瓦葺き4寸 勾配(小屋裏 収納あり)
外壁 通気層	モルタル外壁 吹付塗装 直張り構法	窯業系サイディン グ外壁 外壁通気構法
断熱・防露	S55旧省エネ 基準 壁:GW50mm	H11次世代省 エネ基準 壁:HGW100mm
床組	根太床 (合板不使用)	根太レス床
住宅設備	キッチンユニット 在来浴室	システムキッチン ユニットバス
備考	新耐震基準 準拠	2000年耐震基準 準拠



15



## 5. 研究成果:③ 予防的改修のケーススタディ

予防的改修のシナリオとして、以下の4つのレベルの想定浸水深と各浸水レベルへの対応方法を設定して改修効果を検証。

- CASE1: 頻発する床下浸水に対して、軽微な対策で「浸水防止」を実施。
- CASE2: 一定の浸水深に対して、敷地レベルでの対策を実施。
- CASE3: 一定の浸水は許容し、被災後の早期復旧のための対策を実施。
- CASE4: 一定の浸水は許容し、被災後の生活継続のための対策を実施。

浸水深	対策の主な考え方	改修計画の概要	概念図
CASE1 1FL -0.2m	浸水防止	CASE1: 床下浸水防止改修案 ・床下換気口止水板(Aタイプのみ) ・屋外設備高所設置	
CASE2 1FL +0.3m	外周障壁	CASE2: 敷地外周防水化改修案 ・RC塀による水防堤設置 ・車両出入口部止水板(脱着式) ・逆流防止弁、排水ポンプ	
CASE3 1FL +0.9m	浸水許容 修復容易化	CASE3: 修復容易化改修案 ・水抜き孔設置(Bタイプのみ) ・床下点検口の増設 ・腰壁のパネル化、製作建具への変更 ・屋外設備・コンセント・分電盤高所設置	
CASE4 1FL +2.0m	浸水許容 生活継続対策	CASE4: 住宅設備浸水回避改修案 ・浴室、トイレ、キッチンシンク、分電盤を 2階配置	

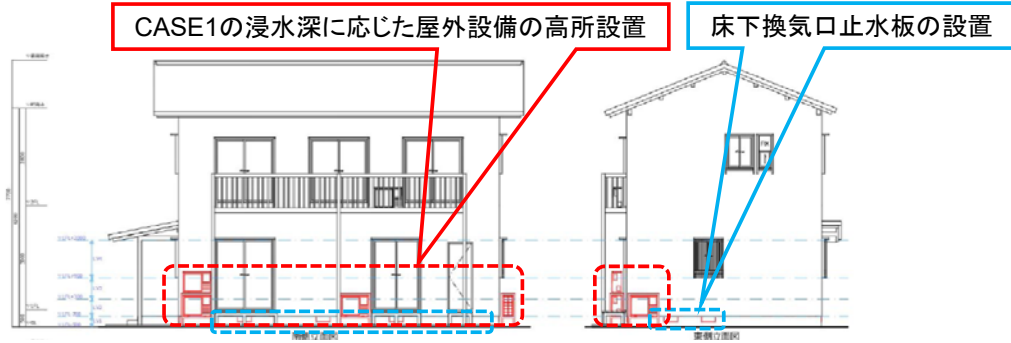
※建物内に水を入れない「浸水防止」は、床上浸水に対して新築戸建住宅で効果が検証された普及技術が限定的であり、ケーススタディのCASE2以上の浸水深対策としては扱わない。

16

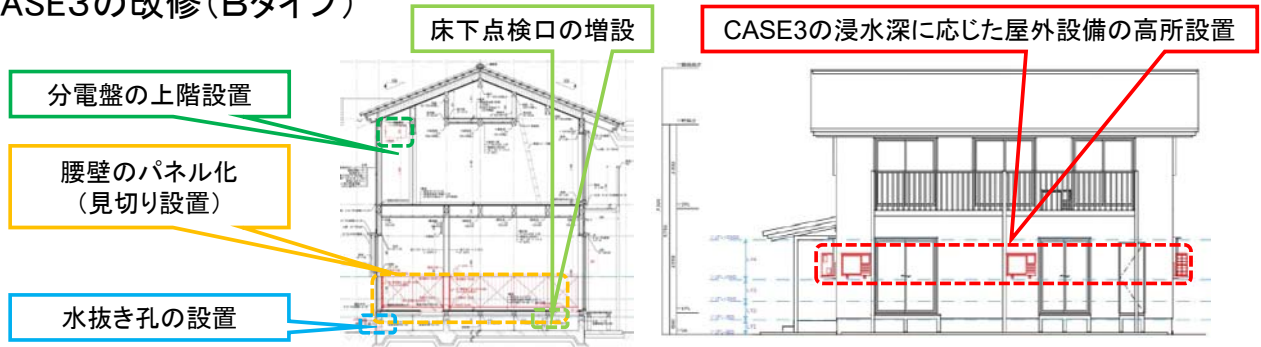


## 5. 研究成果:③ 予防的改修のケーススタディ

### ・CASE1の改修(Aタイプ)



### ・CASE3の改修(Bタイプ)



17



## 5. 研究成果:③ 予防的改修のケーススタディ

- ・ 予防的改修の効果について、改修費用と工期を指標に検討。
- ・ 予防的効果 = (未対策の場合の復旧費用) - (予防的改修をした場合の復旧費用)

CASE	改修内容	改修費用	工期	
		改修費回収率 (予防的効果) 改修費	居住再開 時期の 目安	居住再開ま での期間の 短縮効果
A タ イ プ	CASE1 床下浸水防止改修案	179.70%	2日	▲0.7ヶ月
	基本プランのまま			
	CASE2 敷地外周防水化改修案	48.10%	2日	▲3.0ヶ月
	基本プランのまま		3.1ヶ月	
B タ イ プ	CASE3 修復容易化改修案	25.30%	3.1ヶ月	▲0.2ヶ月
	基本プランのまま		3.3ヶ月	
	CASE4 生活継続可能化改修案	21.10%	2日	▲3.4ヶ月
	基本プランのまま		2.5ヶ月	
A タ イ プ	CASE1 床下浸水防止改修案	179.70%	2日	▲0.7ヶ月
	基本プランのまま		0.8ヶ月	
	CASE2 敷地外周防水化改修案	48.10%	2日	▲3.0ヶ月
	基本プランのまま		3.1ヶ月	
	CASE3 修復容易化改修案	25.30%	3.1ヶ月	▲0.2ヶ月
	基本プランのまま		3.3ヶ月	
	CASE4 生活継続可能化改修案	21.10%	2日	▲3.4ヶ月
	基本プランのまま		2.5ヶ月	
B タ イ プ	CASE1 床下浸水防止改修案	60.50%	2日	▲0.7ヶ月
	基本プランのまま		0.8ヶ月	
	CASE2 敷地外周防水化改修案	48.40%	2日	▲3.0ヶ月
	基本プランのまま		3.1ヶ月	
	CASE3 修復容易化改修案	24.80%	3.1ヶ月	▲0.1ヶ月
	基本プランのまま		3.2ヶ月	
	CASE4 生活継続可能化改修案	21.10%	2日	▲3.3ヶ月
	基本プランのまま		3.4ヶ月	

改修費用の回収という観点からは、CASE1の床下浸水防止改修が最も効果的。

居住再開までの期間短縮の観点からはCASE2, CASE4で効果が大きい。CASE1でも一定の効果が見込める。

(CASE3で居住再開時期の早期化効果が小さいのは改修案においても被災時の復旧工事中は仮住まいを要するため)

※改修に係るコスト及び人工は、復旧事例の実態調査や積算資料等を基に算出。

※上記の試算には、家具等の損害額、職人調達に要する日数、応急対応の遅れに伴う乾燥期間の長期化等の影響は含んでおらず、実際の被災時の状況を考慮するとより効果は大きくなると予想される。  
(乾燥不十分によるカビ発生リスク等、健康被害リスクの低減効果等も)

※ただし、各CASEで想定している浸水深を超える浸水があった場合、その対策効果は望めない点に注意。

18



## 6. 成果の普及等

- ・研究成果①～③の内容は「既存戸建住宅の水害時の被害低減のための予防的改修の適用に関する技術資料」(構成案は以下のとおり)として取りまとめ、公表予定。既存戸建住宅における浸水対策の考え方、予防的改修のための建築要素技術、改修効果(例)等について、地方自治体や工務店等の関連業界、損害保険業界に技術情報として提供する。
- ・上記資料は、地方自治体、業界団体を通じて、住宅の所有者・居住者への情報提供、啓発等、既存戸建住宅の予防的改修の普及・促進のための資料としての活用も期待される。
- ・本研究で収集・整理した資料及びデータは、本省住宅局における新築も含めた耐浸水対策検討の基礎資料としても提供、活用される。

<p>「既存戸建住宅の水害時の被害低減のための予防的改修の適用に関する技術資料」の構成(案)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>はじめに             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 背景・位置づけ</li> <li>1.2 研究の構成</li> </ol> </li> <li>水害時の戸建住宅の被害状況及び復旧事例             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 調査概要</li> <li>2.2 被災状況及び復旧状況</li> </ol> </li> <li>既存戸建住宅への予防的改修の考え方・適用技術             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 既存戸建住宅の予防的改修の考え方</li> <li>3.2 予防的改修のための建築要素技術</li> </ol> </li> <li>既存戸建住宅への予防的改修の効果             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 効果の評価について</li> <li>4.2 ケーススタディ(試算例)</li> </ol> </li> <li>まとめ</li> </ol> <p>参考資料: アンケート調査票(工務店向け/居住者向け)</p>
--

19



## 7. 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
既存戸建住宅の水害時の被害を低減するための予防的改修手法の適用に関する技術資料の整備	現地調査及び文献調査を踏まえて、被害低減や被災後復旧期間を短縮できる要因及び改修要素技術について整理する	<p>現地調査より、被害復旧の工事内容、費用、工期、人工等を収集し、復旧範囲、復旧容易性、居住再開時期に与える影響の観点から分析・整理した。</p> <p>現地調査を踏まえて、既存戸建住宅で建物への事前の対策として効果的な建築技術的要因を抽出した。</p> <p>海外文献調査から浸水対策の考え方の枠組みを検討するとともに、国内文献調査で収集した改修要素技術を同枠組みの観点から整理した。</p>	<p>現地調査を踏まえた復旧実態、浸水対策の考え方の枠組みを含めて整理した対策技術、既存戸建住宅へのケーススタディ及び予防的改修の効果検証について、国総研資料等の技術資料として作成・公表する。</p> <p>収集・整理した基礎的データは国土交通省関連の耐浸水対策検討に活用されるとともに、公表する技術資料は地方自治体や関連業界等で既存戸建住宅の予防的改修等の普及・啓発を進める際に参照する技術資料として活用される。</p>	○	
	整理した改修要素技術を適用したケーススタディにより予防的改修の効果を検証する	<p>抽出した改修技術要素を踏まえて、既存戸建住宅2棟を設定して費用や工期等の検討を含めたケーススタディを実施した。</p> <p>ケーススタディを踏まえて、予防的改修の効果に関して費用及び居住再開時期の観点から定量的に効果を検証した。</p>			

<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

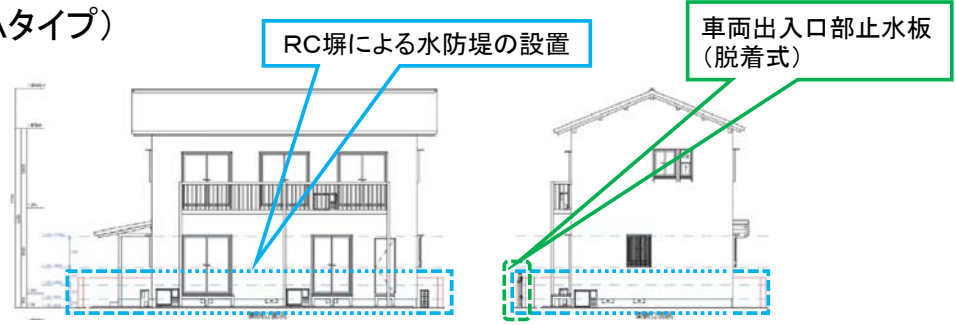
既往の技術的知見が少なく、現状の耐浸水対策技術の開発において国土交通省の取り組みや民間の開発において重点的な対象とはなっていない既存戸建住宅について、被災後復旧に関する技術情報を取りまとめるとともに、既存戸建住宅への事前対策として効果的な建築技術的要因の整理、ケーススタディによる費用や工期等の観点からの効果検証を通して、既存戸建住宅の予防的改修等を検討する上で活用できる技術資料を取りまとめることができた。

20



・CASE2の改修(Aタイプ)

逆流防止弁、排水ポンプの設置



・CASE4の改修(Aタイプ)

