

国-05

デジタルデータを活用した建築物の被災判定 による迅速な復旧促進

官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）

「革新的建設・インフラ維持管理技術/革新的防災・減災技術領域」

【継続事業】

施策説明資料

令和4年3月

国土交通省 国土技術政策総合研究所

国立研究開発法人 建築研究所

資料1「デジタルデータを活用した建築物の被災判定による迅速な復旧促進」の全体像

実施内容（R3年度までの全体像）

施策1：「サイバー上で被災レベルを即時判定するとともに被災建築物の速やかな修復、跡地利用等を支援するシステム（クイックサーベイ）構築のための研究」 ⇒ R3年度以降継続

【事業①】 迅速な被災建築物判定手法及びデータプラットフォームの構築に関する研究

⇒ SHM（構造ヘルスマモニタリング）や3Dレーザースキャナを用いて、人力に依拠しない被災建築物の健全性解析機能を備えたサイバー上のシステムを開発。

・SHM及び飛行体レーザー判定により、被災建築物の迅速な継続使用性の判定を行う。現行の応急危険度判定の効率化にも寄与。

・固定レーザー判定により、中破建築物の損傷度を把握、補修・補強工法等の特定を支援。

施策2：「改修等による仮設住宅等の早期供給（クイックリペア）支援データベースの整備に関する研究」 ⇒ R2年度終了

【事業②-1】 被災RC造共同住宅の迅速な補修補強工法選定支援データベースの構築に関する研究

⇒ 被災度判定に係る専門家の確保が困難な規模のRC造公営住宅を想定して、【事業①】を踏まえ、部材の損傷程度に応じた補修・補強工法とその効果評価手法を開発。

【事業②-2】 既存住宅の住みながら改修可能判断の判定基準に関する研究

⇒ 住みながらの安全性確保改修により継続使用が可能となる被災建築物の判定基準、及び借上げ仮設住宅の合理的な居住性向上改修等により、借上げ復興住宅化が可能な建物の判定基準を開発。

施策3：「復興住宅等の資材調達・早期供給（クイックコンストラクション）支援データベース整備に関する研究開発」 ⇒ R3年度よりバイオ技術領域に移行

【事業③-1】 土地の有効利用に資する木造建築物の高層化技術の開発

⇒ 早期整備と、被災地での用地有効利用の観点から、マスティンバーを活用した高層木造建築物等を対象に、要求性能を満たす部材、接合部、耐力要素を組み合わせて設計例を開発・公表。

【事業③-2】 木質混構造を活用した復興住宅の設計例に関する検討

⇒ 早期整備と、平時と異なる需給環境下での資材調達の観点から、木質混構造建築物等の技術開発を実施し、計画・設計・施工を支援するデータベースを構築・公表。



資料 2 元施策の概要

元施策：「既存鉄筋コンクリート造建築物の地震後継続使用のための耐震性評価手法の開発」(R1～R3, 建研)

- 新耐震以降の既存建築物の地震後の継続使用性確保の観点から、近年の大地震で被害が顕在化している **部位を対象** に地震時の耐震性評価手法を取り纏め、被災建築物の迅速な被災状態の判定法を検討。
- 予算： H30※¹/11,212千円, R1/12,354千円, R2/12,198千円, R3/ 11,252千円,R3執行状況/ 10,150千円, R4概算要求/1,862,221千円の内数（運営費交付金）

実施事項 H30:11,212千円※ ¹ ● 壁付き部材を対象とした損傷低減技術の提案 ● 部材の迅速な損傷評価技術の可能性検討	実施事項 R1:12,354千円 ● ピロティ柱部材を対象とした損傷低減工法の提案 ● 画像を用いた部材の損傷評価手法の提案	実施事項 R2: 12,198千円 ● ピロティ架構に対する補強設計法の提案 ● 画像を用いた部材の損傷評価手法の検証	実施事項 R3:10,150千円 ● ピロティ架構に対する補強設計法の検証およびクリックリペア工法の収集 ● SHM技術に必要な要素試験法の提案	実施事項（案）R4 ○ PRISM課題で提案した被災情報収集サーバを発展させ、それらのデータを用いた技術規準整備手法を検討（R4～継続課題予定）
---	--	---	--	--

H30

R1

R2

R3

R4

PRISM実施期間

【PRISM】：事業①「迅速な被災建築物判定手法及びデータプラットフォームの構築に関する研究」

実施事項 H30:15,835千円 ● 建物全体の点群データ計測手法の検討および収集	実施事項 R1:59,130千円 ● SHM技術レベル調査 ● 建物全体の点群データ計測手法（損傷評価に必要な点群品質を含む）の検討	実施事項 R2:46,807千円 ● SHM判定技術と既往基準における被災情報との関係性検討および被災情報収集システムの検討 ● 架構試験体に対する点群データ計測と損傷評価手法の検討	実施事項 R3: 45,689千円 ● 被災情報収集システムの構築 ● 架構試験体に対する点群データを用いた損傷評価手法の検証 ● 航空および固定レーザースキャナを用いた点群計測マニュアル提示	実施予定事項 R4 ● 被災情報収集システムの検証・改善 ● 点群を用いた被災建物の損傷評価マニュアル提示
--	--	---	--	---

- ・ 点群による損傷評価技術は、**部材レベル（元施策）**で開発した技術を建物全体に応用（PRISM）し、現地計測および被災建築物の損傷評価マニュアルとして元施策の技術資料へ反映することで、社会実装を加速。
- ・ 発災後の補修補強技術は、**部材の補強技術（元施策）**を**架構レベルの適用に展開（PRISM）**し、元施策の技術資料に反映することで補修補強設計法として発展させ、復興技術指針として普及させる。

元施策：「地震を受けた拠点建築物の健全性迅速判定技術の開発」(R1～R3, 国総研)

- **拠点建築物となる中低層庁舎**を対象に、地震発生直後の健全性を迅速に判定するための技術（構造健全性を機器を用いて判定する際の工学的基準等）を開発し、地震直後に自治体等の建物管理者による迅速かつ適確な使用可否判断の実施を支援。
- 予算： R1/12,358千円, R2/10,063千円, R3/10,063千円

実施事項 (R1: 12,358千円)
 ○ **拠点建築物等の地震記録等の整理**
 ○ **拠点建築物における構造健全性判定基準**の検討

R1

実施事項 (R2: 10,063千円)
 ○ **拠点建築物**における構造健全性判定基準の判定システムへの**導入に関する検討**

R2

実施予定事項 (R3: 10,063千円)
 ○ **拠点建築物**における構造健全性判定基準の判定システムへの**導入に関する検討**
 ○ **健全性判定マニュアル**の検討

R3

【PRISM】: 事業①「迅速な被災建築物判定手法及びデータプラットフォームの構築に関する研究」

実施事項 (R1: 10,000千円)
 <迅速なSHM判定システム>
 ○ **一般的なRC造建築物**における加速度記録に基づく**判定基準(案)**の提案

実施事項 (R2: 7,147千円)
 <迅速なSHM判定システム>
 ○ **様々な壊れ方**（建築物全体に損傷が分散する場合や一部に損傷が集中する場合等）を考慮した**判定基準**の提案

実施事項 (R3: 6,184千円)
 <迅速なSHM判定システム>
 ○ **応急危険度判定への活用**に関する**マニュアルの作成**

PRISM実施期間

・ **拠点建築物となる中低層庁舎**を対象としてセンサを用いた被災判定のための評価手法を開発し(元施策)，一般的なRC造建築物にも範囲を拡張するとともに応急危険度判定との関係性をとりまとめ（PRISM），ここでの開発技術により社会実装を加速。

資料3-1「デジタルデータを活用した建築物の被災判定による迅速な復旧促進」の概要

(国立研究開発法人 建築研究所 アドオン：46,686千円/元施策：1,862,221千円の内数（運営費交付金））

背景・現状

■背景・現状：南海トラフ地震が発生した場合、全半壊住宅は最大500万棟、必要な応急仮設住宅は約205万戸と推計（内閣府）されるが、これらの必要全数の新築は困難。このため、既存住宅の継続使用性を速やかに判断し、戻り入居による避難者数の削減や、借上型仮設住宅等としての活用が必要。しかし、被災建築物の損傷程度の把握は、専門家の人力に依拠し、多くの時間を要しているところ。また、復興住宅の新設に際し、平時と異なる建築資材等の需給環境にあることを念頭に、調達可能な資材による早期整備を可能とするための多様な選択肢（工法）を備えておくことが有用。

「仮設・復興住宅の早期整備による応急対応促進」の実施内容

■元施策の概要

- 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（国総研）⇒ 中低層庁舎の健全性判定
- ② 既存鉄筋コンクリート造建築物の地震後継続使用のための耐震性評価手法の開発（建研）⇒ RC壁面部材の損傷探知・特定、RC袖壁の補強工法開発
- ③ 成熟社会に対応した郊外住宅市街地の再生技術の開発（国総研）⇒ 既存RC住宅の耐久性・不具合現象の評価・診断手法等開発
- ④ 木造建築物の中高層化等技術に関する研究開発（建研）⇒ 中層木造建築物実現のための要素技術の開発
- ⑤ 新しい木質材料を活用した混構造建築物の設計・施工技術の開発（国総研）⇒ CLT等を用いた木質系混構造建築物の「プロトタイプ」の技術開発

■テーマの全体像（旧テーマ名称：「仮設・復興住宅の早期整備による応急対応促進」）

- 施策1：「サイバー上で被災レベルを即時判定するとともに被災建築物の速やかな修復、跡地利用等を支援するシステム（クイックサーベイ）構築のための研究」
【事業①】迅速な被災建築物判定手法及びデータプラットフォームの構築に関する研究
- 施策2：「改修等による仮設住宅等の早期供給（クイックリペア）支援データベースの整備に関する研究」 ※ R2年度終了
【事業②-1】被災RC造共同住宅の迅速な補修補強工法選定支援データベースの構築に関する研究
【事業②-2】既存住宅の住みながら改修可能判断の判定基準に関する研究
- 施策3：「復興住宅等の資材調達・早期供給（クイックコンストラクション）支援データベース整備に関する研究開発」 ※ R3年度よりバイオ技術領域に移行
【事業③-1】土地の有効利用に資する木造建築物の高層化技術の開発
【事業③-2】木質混構造を活用した復興住宅の設計例に関する検討

■事業の社会的意義と効果

大災害時における被災者の早期の居住安定の確保、及び仮設住宅・復興住宅の整備戸数適正化等による財政支出の効率化⇒このため公的主体が実施

■SIP防災を踏まえた位置づけ：地震等の「災害発生後の対応」（被災者の早期の居住安定の確保）

研究開発目標

- ① 〈損傷度把握〉被災建築物の即時・迅速、正確な被災レベルの判定：「クイックサーベイ」
⇒ IoT等を活用した健全性判定手法の開発（応急危険度判定の迅速・効率化）、直ちに使用可能と判定された住宅等に1週間以内の戻り入居
- ② 〈ストック活用〉軽微な被災建築物の速やかな補修補強工法等の開発：「クイックリペア」 ※ R2年度終了
⇒ スtock活用による借上仮設住宅の2ヶ月以内の供給実現、損傷が一定範囲内の共同住宅について、3ヶ月以内の再使用の実現
- ③ 〈復興住宅の新規整備〉被災地域における土地の有効利用、平時と異なる資材の需給環境を考慮した、木造・木質復興住宅等の早期整備のための技術開発：「クイックコンストラクション」 ⇒ 復興住宅の最速6ヶ月以内の供給 ※R3年度よりバイオ技術領域に移行

出口戦略

被災建築物の健全性等の判定システムは、今回構築したシステムやSIP4Dを通じて発災時の被災自治体等を支援。技術資料はマニュアルや指針等にとりまとめて全国に展開。

PRISMで推進する理由

○ 地震時等における被災者の早期の居住安定の確保と、被災自治体の財政支出削減に資する体制整備を加速化するため、PRISMで推進する。

元施策がどのように加速されるか

元施策 建築物の耐震レジリエンス性能指向型設計・評価手法に関する研究（建研）
R4要望額/ 1,862,221千円の内数(運営費交付金)

【概要】建築物の耐震レジリエンス性能として、耐震安全性および地震後復旧性を考慮した指標の提案とその計算方法を示し、建築物の耐震レジリエンス要求性能を提案
⇒PRISMの取り組みで構築されたシステムや手法を、元施策課題で現在の基準へ適用させる等、得られた成果を実建物に適用できるまでに発展させ、今後建物群としての新たな被災分析手法の開発へと発展させることで成果を展開する。

戦略の位置付け

■「統合イノベーション戦略 2020」（令和2年7月17日閣議決定）
第Ⅲ部 第6章 （1）安全・安心（大規模な自然災害・感染症の世界的流行等、様々な脅威に対する総合的な安全保障の実現）

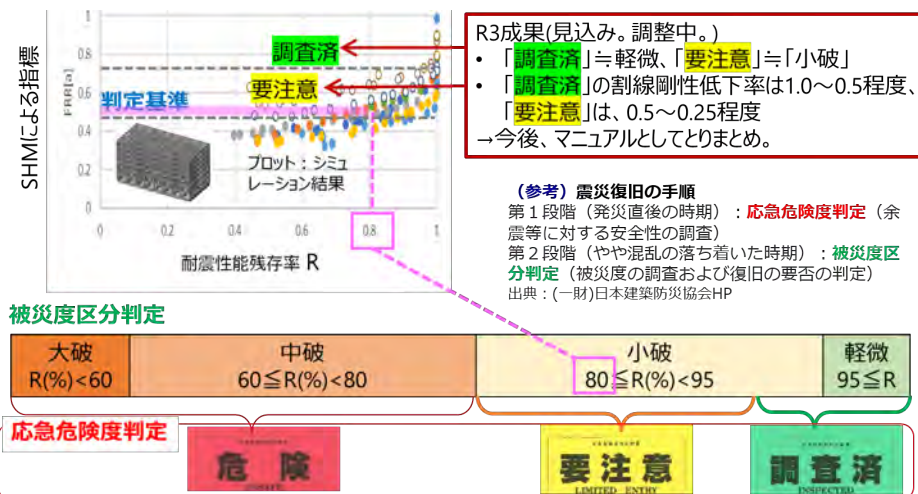
■「『安全・安心』の実現に向けた科学技術・イノベーションの方向性」（令和2年1月21日統合イノベーション戦略推進会議）
3. （2）「育てる・生かす」取組の課題と方向性

<①迅速なSHM判定システム>

○応急危険度判定への活用に関するマニュアルの作成

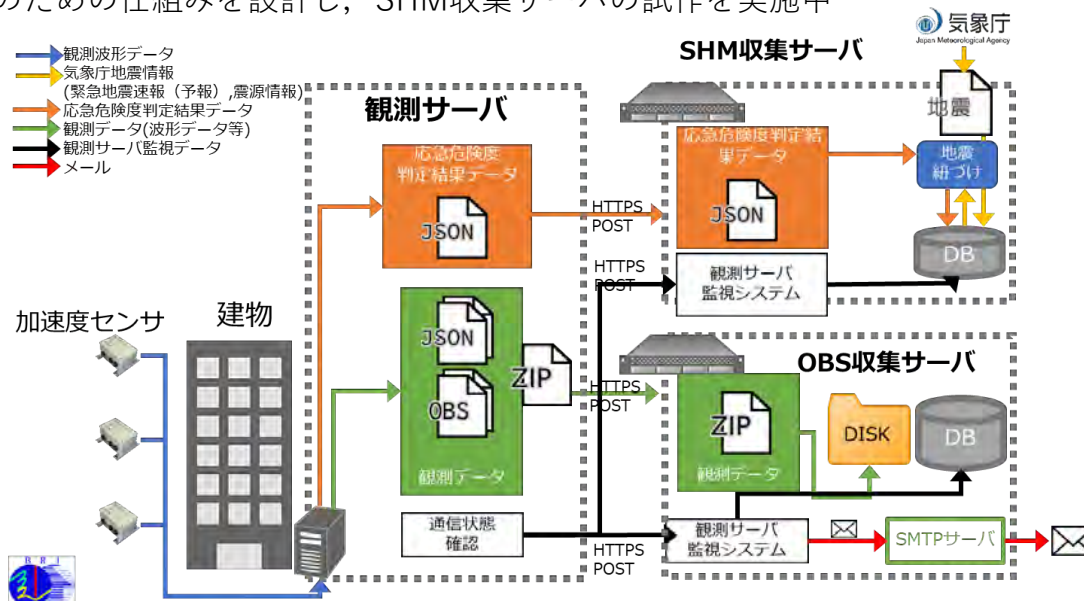
R1, R2：定量的な指標のある被災度区分判定に基づき,SHMによる判定基準を作成

R3：被災度区分判定と応急危険度判定との関係を整理→判定基準を応急危険度判定にも活用



○迅速なSHM判定システム

データ収集を行う実運用のための仕組みを設計し, SHM収集サーバの試作を実施中



<②飛行体レーザー判定システム>

○以下のマニュアル原案を作成し、その結果を反映させてマニュアル案を纏める

[2]航空レーザを用いた建築物の被災特定のための計測手法および損傷評価マニュアル（案）

第1章 総則

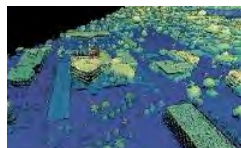
1.1 目的 1.2 適用範囲 1.3 用語の定義 1.4 計測手法

第2章 航空レーザ計測

2.1 概説 2.2 計測のための準備作業
2.2.1作業計画立案 2.2.2標定点の設置
2.3 計測作業
2.3.1 計測作業 2.3.2 調整用基準点の計測
2.4 データ編集作業 2.5 成果物

第3章 航空レーザ計測から得られる点群を用いた建築物の損傷評価

3.1 概説 3.2 被災前に実施する損傷評価手順
3.2.1 評価対象建築物屋根面の特定
3.3 被災後に実施する損傷評価手順
3.3.1 評価対象建築物屋根面（DSM）・敷地地盤（DEM）のデータセットの準備
3.3.2 評価対象建築物屋根面の特定 3.3.3 敷地地盤変位量計測
3.3.4 差分解析による建築物屋根面標高変化計測
3.3.5 差分解析による損傷評価
3.3.6 建築物屋根面損傷評価結果データセット作成
3.4 成果物



<③固定レーザー判定システム>

○以下のマニュアル原案を作成し、内部査読を実施し、その結果を反映させてマニュアル案を纏める

[1]地上型レーザを用いた建築物の被災特定のための計測手法および損傷評価マニュアル（案）

第1章 総則

1.1 目的 1.2 適用範囲 1.3 用語の定義 1.4 計測手法

第2章 地上レーザ計測/事前

2.1 概説 2.2 計測のための準備作業
2.2.1作業計画立案 2.2.2標定点の設置 2.2.3評価参照点の設置
2.3 計測作業 2.4 データ編集作業
2.4.1 オリジナルデータの作成 2.4.2 差分解析に用いるデータ
2.5 建物基本情報の作成 2.6 成果物

第3章 地上レーザ計測/事後

3.1 概説 3.2 計測のための準備作業
3.2.1作業計画立案 3.2.2標定点の設置
3.3 計測作業 3.4 データ編集作業
3.4.1 オリジナルデータの作成 3.4.2 差分解析に用いるデータ
3.5 3次元点群ファイルの作成 3.6 成果物

第4章 損傷評価

4.1 目的 4.2 適用範囲 4.3 評価項目 4.4 評価手順
4.5 標準様式とサンプル表示 4.6その他



＜センサを用いた応急危険度判定情報収集システム＞

○応急危険度判定結果の収集サーバの実運用上の問題改善の実施：

実際の応急危険度判定結果収集作業を踏まえ、令和3年度に提示した収集システムへの反映を行う事で、実運用に向けた検討を進める。

＜センサによる観測データ利活用システム＞

○データ利活用システムの実運用に向けた基本骨格の構築と検証：

令和3年度に設計した観測データ利活用システムを実際に用いるためのデータ収集とそのデータ提供方法を検討し、観測事例を参考にして、将来求められる観測データの利活用方法を纏める。

＜飛行体・固定レーザーによる損傷評価手法＞

令和3年度に作成したマニュアルの検証とその結果をマニュアルに反映させる

○建物群を対象とした計測マニュアルに沿った被災前状態計測の検証：

令和3年度に作成した計測マニュアルに沿って、被災前の計測手法を複数の実建物で検証し、その結果見直すべき改善点や追記する内容をマニュアルに反映させる。

○損傷評価マニュアル手法に基づく汎用ソフトウェアへの展開手法の検討：

地上型レーザースキャナーを用いた場合の損傷評価手法を汎用ソフトウェアへ展開する方法を検討することで、将来多くの技術者が当該評価手法を活用できる基盤を提供のための検討を実施する。

資料 6 PRISM実施に伴う事業効果等

民間研究開発投資誘発効果等

○**財政支出の効率化：最大7.67兆円（国費ベース）** ⇒（内訳）仮設住宅の戸数適正化：最大▲1.43兆円，復興住宅の戸数適正化：最大▲6.24兆円

○**民間貢献額：R3年度実績（見込み）：合計 30,000千円相当**

財政支出の効率化

- 本施策の成果を，被災自治体等が活用することにより，
 - ・ 現状，目視で行っている被災建築物の継続使用性評価における，IoT技術を活用した作業負担の低減及び迅速化
 - ・ 無被害住宅のみならず，軽微な被災住宅も補修・改修して継続使用することにより，戻り入居による避難者数の削減，及び仮設住宅・復興住宅の新規の整備戸数を適正化
 - ・ 復興住宅について，木造・木質系中高層を含む多様な工法の技術資料を整備し，被災地の実情に応じて，復興住宅の早期供給を可能とする整備手法の柔軟な選択が可能となり，被災自治体等における災害対応に係る人的・財政的効率化を図り，**もって財政支出の効率化に資するもの**。
また，現行の応急危険度判定の効率化にも寄与。
- ひと度，首都直下地震レベルの大災害が起きれば，現状（無被害の住宅のみを活用）では，仮設住宅約56.6万戸，災害公営住宅約58.4万戸の新規整備が必要。軽微な被災住宅の補修・改修・継続使用により，仮設住宅の新規整備で最大▲約31.8万戸，災害公営住宅で最大▲約35.7万戸の削減可能性が認められる（一定の想定に基づく試算）。

⇒ **財政支出を削減できるパイは，仮設住宅の戸数適正化で▲1.43兆円，復興住宅の戸数適正化▲6.24兆円（国費ベース）**
このほか，熊本地震における応急危険度判定に係る国費支援実績 約3,200万円（効率化の余地のある財政支出）

■ 借上げ仮設住宅の供給拡大による供給の迅速化，建設仮設住宅の供給量の削減

- 首都直下地震：想定最大被害（都心南部直下・冬タ・風速8m/s）のケース
- 軽微・小破等の被災建物を補修・改修して活用
⇒ 新規整備 約56.6万→約24.8万（▲約31.8万）戸
⇒ 事業費ベース ▲1兆5,900億円^{※1}，
国費ベース ▲1兆4,300億円^{※1}

^{※1} 建設費700万円/戸，補修費200万円/戸の場合。
災害救助法第21条の規定に基づき算出。なお，同条の規定に基づく都県の普通税による収入見込額については，便宜上，当該都県におけるR1年度基準財政収入額（総務省）を使用。
- 既存住宅の活用による供給の迅速化，用地確保難等対策：東日本大震災の場合，約5.3万戸の建設に1年以上

■ 借上げ復興住宅の供給拡大による供給迅速化，建設復興住宅の供給量の削減

- 首都直下地震：想定最大被害（都心南部直下・冬タ・風速8m/s）のケース
- 軽微・小破等の被災建物や借上げ仮設住宅を補修・改修して活用
⇒ 新規整備 約58.4万→約22.7万（▲約35.7万）戸
⇒ 事業費ベース ▲7兆1,300億円^{※2}，
国費ベース ▲6兆2,400億円^{※2}

^{※2} 建設・用地取得費3,000万円/戸，改修費1,000万円/戸の場合。
災害公営整備は，公営住宅法第8条及び激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律第22条の規定に基づき，補助率3/4を適用。改修費は，補助事業（公営住宅等ストック総合改善事業等）の想定で補助率1/2を適用。
- 既存住宅の活用による復興住宅供給の迅速化，用地確保難等対策：阪神淡路大震災では約4.8万戸の建設に5年，東日本大震災では約3万戸の建設に10年の見込み

■ 人力依存脱却により効率化が期待される，応急危険度判定に係る経費の例（熊本地震）

- 熊本地震で活動した応急危険度判定士の延べ人数は6,663人・日（内訳：行政職員5,098人・日，民間判定士1,565人・日，H28年5月25日時点集計）
- 民間判定士の活動経費（応急危険度判定活動に要する費用，移動手段，判定ステッカー・資機材，損害補償及び施設賠償保険，ただし判定士の人件費除く）及び（一財）日本建築防災協会の事務経費の全額を国費補助^{※3}
⇒ **国費ベース 約32,100千円**
^{※3} 内閣府災害関係調査費（熊本地震時限措置）
- 民間判定士の人件費は派遣元によるが，H28年度の最低賃金の全国加重平均（823円/h），実働8h/日とした場合
⇒ 823円×8h×1,565人= 約10,300千円

令和4年度の民間貢献額

- ・ 人件費： 10人・年程度(10,000千円相当)
- ・ 機器等の提供： 地上型レーザースキャナー (10,000千円相当), 点群分析ソフトウェア検証 (10,000千円相当)

⇒ **合計 30,000千円相当**

国研・大学における研究への寄与度

- ピロティ架構の脆弱性評価と耐震改修技術に関する研究
京都大学：強度実験棟での構造物加力試験装置の共用（R2.10月～R3.1月 実績）
- 連層耐震壁の構造性能評価に関する研究
東京理科大学：実大構造物実験棟での構造物加力試験装置の共用（R2.10月～R3.1月, R3.11～ 実績）

国研・大学等と民間企業との共同研究件数・受入金額(単位:千円)等

- 共同研究の相手先未定：点群ソフトウェアを被災判定機能の検討（R4～6年度）10,000千円
- 東京大学他：観測データの活用法に関する検討（R4～6年度）10,000千円