

文化遺産防災技術研究プロジェクト

プロジェクト代表者：衣笠総合研究機構・教授 鈴木 祥之

共同研究者：青柳 憲昌、大窪 健之、川合 誠、深川 良一、里深 好文、吉富 信太、
豊田 祐輔、向坊 恭介、宗本 晋作、藤本 将光、石田 優子

【研究計画の概要】

歴史的な伝統の技で創出されてきた建造物をはじめとする文化遺産を災害から守るために防災技術を開発する。具体的には、以下の研究を進める。

(1) 地域防災情報ネットワークの開発【○大窪、川合】

住宅用火災警報器が感知した火災発生情報を地域全体で共有化を図り、地域住民による初期消火や避難活動に迅速に対応できるように試作を行った。今年度は社会実験により検証しながら、地域特性や個人属性に応じて運用可能な形に高機能化をはかり「実用化」を目指す。地域防災情報ネットワークの開発に関連して、センサーネットワークや動体の位置推定技術等の無線ネットワーク利用技術の開発を行う。

(2) 高機能型市民消火栓の開発【○大窪】

防災設備の日常時利用の促進は特別なメンテナンスや防災訓練を不要にできる可能性がある。今年度は、これまで実施してきた市民消火栓のホースの耐久性と収納・水抜きの手間の改善に加え、任意に延長可能なホースと直観的に操作できる回転ドラム型収納箱を試作し、現場での社会実験を行う。

(3) 伝統木造建築物の構造調査と耐震補強【○鈴木、吉富、青柳、向坊】

高山市、倉敷市の伝建地区などの伝統木造建築物や明治座などの地歌舞伎小屋の構造を調査し、耐震補強法を開発する。高山では、町家の構造形式（特に吹抜空間の梁組の構法）の変遷を明らかにし、また耐震化マニュアルを提案したのでマニュアルを実務者が実践的に使えるように講習会・セミナーを実施し、耐震改修の促進を図る。

(4) タイ・アユタヤおよび熊野古道の地盤災害調査【○深川、里深、豊田、藤本、石田】

タイ・アユタヤに関しては、現地の地盤特性を把握し、それを反映させた地盤変形解析（圧密解析）を実施する。また全体の地盤の変形状況を調査する。熊野古道に関しては、引き続き2011年9月の台風12号による被災状況把握、崩壊メカニズムの解明等を目指す。

(5) 錦市場裏側未利用空間、韓国慶州市文化遺産などの防災対策・減災教育【○宗本】

錦市場に並ぶ路面店舗の裏側に多く存在する未利用空間の実態を把握し、防災や防犯、活性化の視点から必要な改善措置を検討する。韓国慶州市文化遺産を災害から守るために地域防災情報ネットワークを構築する。また津波遺構「宮古市たろう観光ホテル」の減災教育への活用を提案する。

【研究成果】

I. 研究成果の概要

(1) 地域防災情報ネットワークの開発

地域防災情報ネットワークシステムのハードウェアを火災や急病の発生情報を誤報による混

乱も無く確実にメール伝達できるように改良した。併せて災害や急病発生時に情報を受信した住民が、どのように行動するべきかを予め相談し、その内容を個人の属性や災害発生場所からの距離に応じて配信するためのソフトウェアを検討し、実用化を図った。

(2) 高機能型市民消火栓の開発

市民消火栓を散水など日常からも利用しやすくすることで、災害時に訓練をしていなくても誰もが利用可能な環境を作り出すとともに、平常時からの市民による維持管理を可能とするため、初めて利用する場合にも直観的な操作が可能のようにデザイン面での改善を試み、ユーザーによる評価を行った。

(3) 伝統木造建築物の構造調査と耐震補強

高山市、与謝野町の伝建地区などでは、伝統構法木造建築物の構造詳細調査に基づく耐震補強法の開発を行った。伝統構法に特有の構法や構造特性を明らかにし、また伝統構法木造建築物耐震化マニュアルを実務者が実践的に使えるように講習会・セミナーを実施し、耐震改修の促進を図った。また、明治座などの地歌舞伎小屋の構造調査し、耐震補強法を開発した。

(4) タイ・アユタヤおよび熊野古道の地盤災害調査

タイ・アユタヤでは、2回の現地調査を行い、Wat Krasai の仏塔について2次元沈下圧密解析を行い、沈下傾斜予測と洪水の影響を検討した。熊野古道「横垣峠」では、降雨計測による誘因分析と現地調査による素因分析を行い、崩壊発生への寄与について考察した。

(5) 錦市場裏側未利用空間、韓国慶州市文化遺産などの防災対策・減災教育

錦市場の裏側に存在する未利用空間の概況を把握した。加えて詳細調査を行った2店舗を中心に、未利用空間の活用を検討し、錦市場の将来像と共に提案した。韓国慶州市の文化遺産については、調査すべき文化遺産を絞るべく、現地の共同研究者と共にその問題点を共有するとどまった。田老の津波遺構のそばに、まちの駅（情報館）として2011年に建設した仮設集会所の再建を企画している。

Ⅱ. 研究成果の詳細

(1) 地域防災情報ネットワークの開発

これまでの課題であった「誤報の場合にも地域全体に配信されてしまう」問題を解決するために、二段階の配信システムを実装した。センサーが火災を検知した際に、最初は隣接家屋や同じ隣保内のみに配信して至急の火災発生確認を促し、誰かが確認した時点で初めて地区内に広く配信することで、情報の正確性を担保した。さらに配信するメッセージについても、職業や年齢など個別の属性と、出火場所から居住場所までの距離等に応じて異なる内容を配信できるようにプログラムを改善した。実践的な機能確認とユーザー評価を行うために、実際の防災訓練の開始の際に当該システムを用いて訓練開催の合図を出すことで社会実験を実施し、配信方法やタイミング、内容についても意見交換を行った。研究の成果を修士論文としてまとめ、広く学会発表を行う予定である。

(2) 高機能型市民消火栓の開発

これまで、従来型の屋内消火栓設備を流用した市民消火栓を使用してきた清水周辺地域の住民に対して、改善型の市民消火栓を用いた操作性に関するモニター調査を行ってきたが、今年度には将来的に導入を検討している加悦重伝建地区の住民に対して、さらなる改善を加えた試

作機による放水体験を実施した。この結果から得られた意見を踏まえて、初見でも直観的に操作可能なデザインを検討し、試作機を用いて学生被験者に対して操作体験と評価会を実施した。この結果、一定の操作性の向上が確認できた。これらの社会実験においては、大学院生が中心となって企画運営を行い、学部学生が被験者として協力するなど、若手研究者の育成に努めた。放水体験会を一般市民に対しても開催した結果、防災意識の向上とともに導入に対する意欲が高まるなど、社会貢献にも寄与することができた。研究成果は修士論文や卒業論文としてとりまとめ、次年度に学会投稿を通して社会への発信を行う予定である。

(3) 伝統木造建築物の構造調査と耐震補強

高山市、与謝野町の伝建地区などでは、伝統構法木造建築物の構造詳細調査に基づく耐震補強法の開発を行った。高山市では、高山町家に特有の構法や土壁、仕口などの性能検証実験を実施して構造特性を明らかにした。また、高山市、与謝野町において、伝統構法木造建築物の耐震改修を促進するために、住民にむけた講演会や実務者講習会を実施した。

明治座では、耐久性調査、木材調査、地盤調査、構造詳細調査などを実施するとともに構造解析、近似応答解析、地震応答解析を実施して耐震性能評価を行った。明治座の文化財的・意匠的価値を損なわない構造補強方法や耐震補強方法など改修技術の開発を行った。

(4) タイ・アユタヤおよび熊野古道の地盤災害調査

タイ・アユタヤでは、2 回の現地訪問により、芸術庁アユタヤ事務所やタマサート大学との調査協力体制を構築し、対象地とする Wat Krasai での地盤調査を行うことができた。博士課程前期および後期課程に進学する学生とともに調査研究を行い、仏塔の 2 次元沈下圧密解析による沈下傾斜予測を行った。成果については今後学会等で発表するほか、仏塔の保存計画策定の参考にタイ王国芸術庁へも報告する予定である。

熊野古道については、2011 年台風 12 号災害で被害が最も大きかった「横垣峠」を対象とし、雨量観測および現地調査から大規模崩壊地、地すべり、表層崩壊、土石流の発生地および非崩壊地での降雨、地質、地形、風化度、地盤構造の崩壊要因の検討を行った。また表層崩壊地について FEM による 2 次元斜面安定解析により再現計算を試みた。これらの研究成果については学会および国際会議での発表を行った他、一連の研究終了後に報告書として取り纏め、和歌山県、三重県教育委員会文化財保護課へ提供する予定である。

(5) 錦市場裏側未利用空間、韓国慶州市文化遺産などの防災対策・減災教育

錦市場全域の未利用空間の利用状況を把握し、防災や防犯、活性化の観点から、それらの空間の活用と周辺への接続を検討し、未利用空間を一体化した時の錦市場の全体像を提案した。さらに錦市場の中心に位置する 2 店舗をケーススタディとして詳細調査を実施し、未利用空間を隣接する駐車場や坪庭に接続させ、抜け道を確保する案を作成した。これにより錦市場の回遊性と安全性が格段に向上すること、また抜け道確保により営業をしたまま裏側から工事を行うことができることを示した。これらの研究作業や成果は、調査から多くの学生と共有しながら図面や模型にまで纏め、京都・東京の 2 か所で実施される建築系の展覧会で発表することにより、若手研究者の育成と研究成果の発信に努めた。展覧会の様子は 2014 年 12 月書籍に掲載された。

Ⅲ. 今後の研究計画・展開

(1) 地域防災情報ネットワークの開発

機能的にはほぼ目指す目標を達成しつつあるため、今後、研究計画開発協力メーカーと共に製品化に向けて最終的な調整を行う。さらにプロセスの地域特性に応じた最適化を図り、火災や急病以外の災害発生情報を統合的に配信できるようにシステムの機能拡充を進める予定である。

(2) 高機能型市民消火栓の開発

実施したデザイン検討結果を踏まえ、今後はさらなる操作の簡易化を目指したデザイン改善を図ると共に、地域住民による日常的な運用や維持管理を推進するための、具体的な仕組みやルール作りの検討を行う予定である。その際には加悦重伝建地区や篠山重伝建地区など個別の地域特性に応じた実用性を重視し、地域に最適化した運用プログラム作りに取り組む予定である。

(3) 伝統木造建築物の構造調査と耐震補強

高山市や与謝野町で伝統構法木造建築物の耐震調査や耐震補強法の開発を進めてきたので、今後は、耐震改修の事例による検討を行うとともに耐震補強技術の普及と耐震改修促進を図る。また、明治座の改修工事に伴う部分的解体に合わせて構造詳細調査や耐久性調査を実施して、具体的な改修方法等を再検討する。

(4) タイ・アユタヤおよび熊野古道の地盤災害調査

今後、仏塔近傍の地盤調査と1年間の雨量、地下水観測を行い、アユタヤ地域における地下水の変動が仏塔や寺院の基礎に及ぼす影響について明らかにする予定である。熊野古道については、全域的な分析結果の整理を進めるほか、横垣峠において引き続き雨量および風向風速観測を行い、崩壊現象の誘因である降雨について、山地における特性を詳細に明らかにしていく予定をしている。また崩壊要因分析を元に、危険な場所と安全な場所の相対評価を行うことで、一次避難場所の策定を試み、観光客の安全に資する予定である。

(5) 錦市場裏側未利用空間、韓国慶州市文化遺産などの防災対策・減災教育

次年度は、詳細調査を実施した店舗を事例として実際に未利用空間の改修を行い、提案内容の成果を検証する。得られた成果は錦市場全体の方針に反映する。慶州は調査対象を絞りこみ、調査を実施、防災ネットワークの検討を行う。宮古市には、市と協働で情報館として2011年に建設した仮設集会所を実際に建設するとともに、展示内容を提案し、減災教育の伝達に貢献する。