

## 歴史文化都市の防災技術プロジェクト

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：大窪 健之、深川 良一、吉富 信太、宗本 晋作、

棚橋 秀光（客員協力研究員）、佐藤 英佑（客員協力研究員）、

斎藤 幸雄（斎藤建築構造研究室）、藤井 義久（京都大学・教授）、

藤原 裕子（京都大学・研究員）、中治 弘行（鳥取環境大学・教授）、

須田 達（金沢工業大学・准教授）、瀧野 敦夫（奈良女子大学・准教授）、

松本 慎也（近畿大学・准教授）、向坊 恭介（鳥取大学・助教）、

大岡 優（都城工業高等専門学校・講師）、藤本 将光、石田 優子

### 1. 防火環境整備技術の開発【大窪 健之、金 度源】

#### 研究目的

##### (1) 地域防災情報ネットワークの開発

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、情報共有システムの開発と実践配備を目指す。今年度は加悦重伝建地区での社会実験で地域固有の適応性能について検証しながら、火災と健康障害以外の発災情報も共有できるよう高機能化の可能性についてニーズの把握を行う。

##### (2) 高機能型市民消火栓の開発

消防隊が即座に対応できないような大規模災害時には、消火活動の遅れは日本の歴史文化都市にとって致命的な被害となる。しかし現状の公設消火栓はプロの消防士が3人がかりで操作する必要があるなど、市民一人の力では取り扱いが不可能である。このため、地域に取り残された市民の力だけで最低限の消火活動が可能にするために、特別な訓練を要することなく日常的に散水などに利用することのできる、市民一人で操作が可能な高機能型市民消火栓を開発する必要がある。

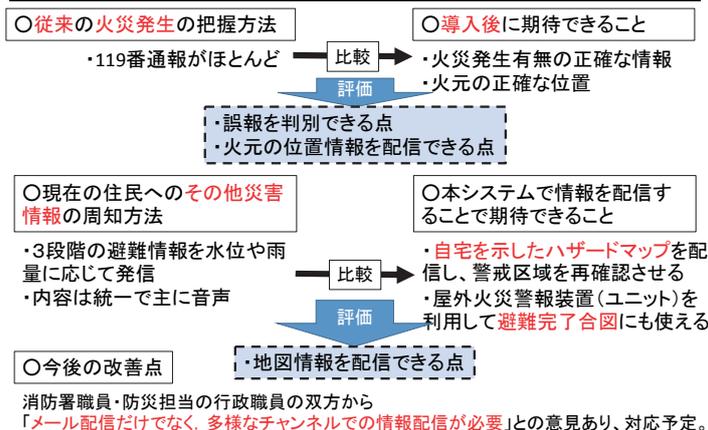
#### 研究成果の詳細

##### (1) 地域防災情報ネットワークの開発

加悦重要伝統的建造物群保存地区での防災訓練において、改良型市民消火栓の試作機を持ち込んで実際に住民に操作していただいた。その結果得られた意見をもとに改良方針を整理した。併せて、火災と急病以外の災害情報配信に活かすために、行政の防災担当および文化財担当の双方に聞き取り調査を行った。この結果、図に整理されるように、火元の正確な場所の把握、自宅の場所を明示したハザードマップ配信、避難完了信号の発信など、あらたな可能性に対して期待が寄せられており、次年度以降の開発方針を明確化することができた。

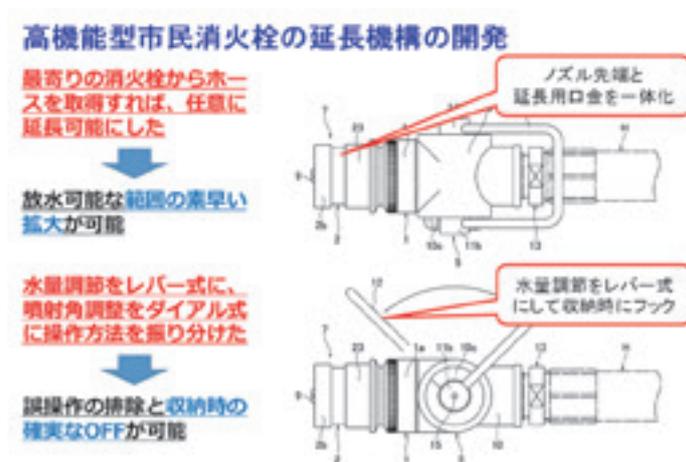
研究成果の一部は、大窪健之・岩井渉・金度源・林倫子：「災害情報を即時共有する地域防災情報システムの機能拡張と地域特性に着目した配信方法の検討～与謝野町加悦重伝建地区を対象として～」(報告)、歴史都市防災論文集 Vol. 10、pp.179-186、2016年7月等の学術報告として、社会に公表した。

★与謝野町(加悦)防災行政への聞き取り結果と従来比較



(2) 高機能型市民消火栓の開発

防災設備の日常時利用の促進に向けた技術開発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。さらに市民消火栓ではホースの重さの問題から1本当たりの長さが30m程度に制限されるため、カバー範囲が限定されてしまう問題がある。このため、付近の市民消火栓からホースを持参すれば、ノズルを取り外すことなくそのままワンタッチで延長が可能な機構を開発した。これにより、万一ホース延長が足りない事態となった場合にも、柔軟に延長して素早く消火活動を継続することが可能となった。



研究成果の一部は、特許申請につながっており、研究面でも、大和田智彦の平成16年度修士論文「ホース延長を考慮した市民消火栓の配置計画に関する研究 -京都市清水周辺地域を対象として-」として整理され、今後学会への論文投稿を経て、広く社会に貢献していく予定である。

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

今後は、火災発生情報や急病発生情報だけでなく、洪水や土砂災害、津波などの危険情報についても即時的な配信を可能とする機能の実装と、スマートフォンによる地図情報の配信や電話による音声通知以外にも、既存の防災放送やサイレンなどと連動した多角的な情報配信によ

り、市民への確実な情報伝達機能の実装を目指す。

## (2) 高機能型市民消火栓の開発

今後は、これまで実施してきた、即時的にほかの収納箱から取り出したホースを使って延長可能なホースシステムと、直観的に操作できる回転ドラム型収納箱の試作をふまえ、照明機構やサイン表示などデザイン面での改善を加えて現場での社会実験を行う。

## 2. 伝統木造建築物の耐震改修技術の開発【鈴木 祥之、棚橋 秀光、佐藤 英佑】

### 研究目的

#### (1) 伝統木造建築物の耐震改修法の開発

高山市、与謝野町などの伝建地区などの伝統構法木造建築物などを引き続き調査し、耐震改修法を開発する。耐震改修法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。

#### (2) 2016年熊本地震および2016年鳥取県中部地震による木造建築物の被害調査と耐震改修

2016年熊本地震による木造建築物の被害調査を実施するとともに被害状況を把握するとともに、被災した伝統木造建築物の耐震改修を提案する。

### 研究成果の詳細

#### (1) 伝統木造建築物の耐震改修法の開発

高山市では、高山市伝統構法木造建築物の耐震化マニュアルに基づいて高山町家や農家型住宅などの耐震改修を実施するとともに、耐震化マニュアルの普及と耐震改修の促進を図った。与謝野町加悦伝統的建造物群保存地区においては、伝統木造建築物の耐震改修法を実務者が実践的に使えるように実務者講習会を7月30日、31日、8月6日、7日の4回シリーズで開催した。地区内で改修予定の伝統木造住宅を会場にして耐震診断を行い、耐震補強など改修案を検討した。



ちりめん街道内で改修予定の伝統木造住宅を会場にして実施した実務者講習会の様子

## (2) 2016年熊本地震および2016年鳥取県中部地震による木造建築物の被害調査と耐震改修

2016年熊本地震による木造建築物の被害調査を実施するとともに被害要因などを分析した。また、被災した伝統木造住宅や神社建築物の耐震補強設計を行い、耐震改修案を提案した。また、2016年鳥取県中部地震による木造建築物の被害調査を実施し、被害状況を把握するとともに耐震改修の検討を行った。



被災した伝統木造住宅

大きく傾斜した神社本殿

### 今後の研究計画・展開

高山市、与謝野町などの伝建地区などの伝統構法木造建築物などを引き続き調査し、耐震改修法を実務者が実践的に使えるように改良するとともに講習会・セミナーを実施し、耐震改修法の普及・促進を図る。2016年熊本地震によって被災した伝統構法木造建築物の耐震改修案を具体化する。また2016年鳥取県中部地震によって被災した木造建築物の耐震補強・改修を進める。

## 3. 清水寺、タイ・アユタヤおよび熊野古道における地盤災害調査・観測・変状予測【深川 良一、藤本 将光、石田 優子】

### 研究目的

清水寺に関しては、引き続き重要建造物後背斜面内地下水流動特性の把握、斜面安定性評価のためのモニタリングシステムの開発等を目指す。タイ・アユタヤ、熊野古道に関しては、現地の地盤特性や降雨特性を把握し、それを反映させた地盤変形解析（圧密解析あるいは斜面安定解析）を実施する。さらに以上の現地調査および変形解析結果を踏まえた防災対策を提案する。

### 研究成果の詳細

タイ・アユタヤでは、ワット・クラサイ寺院の仏塔周辺2箇所で地盤調査を実施し、仏塔北側に向かって緩い粘土層が厚さを増しており、仏塔の傾斜方向と整合することを確認した。国外に土サンプルを持ち出すことが許可されないため、現地カセサート大学と協議を重ね、室内土質試験を発注した。また、地下水位の変動が仏塔化の地盤変状に与える影響を解析するために、ボーリング孔を利用して、雨期と乾期を含む1年間の地下水位計測、補正のための大気圧計測、雨量計測を開始した。

熊野古道では、4箇所で地下水位を計測し、地質構成や標高の差に寄らず、地下水位低下時に破碎帯付近で急に降下速度が加速するという変動特性が似ていること、ただし計測地点

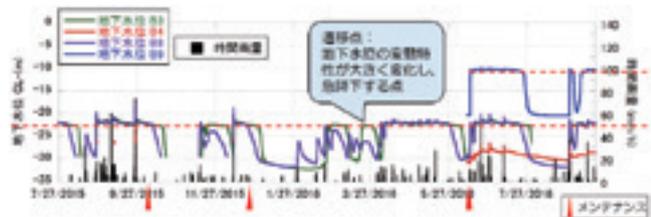
付近に大きな亀裂の発生した箇所については地下水位の変動が多点と異なり緩やかに下降し続けること等を定量的に示した。また、観光客の安全に向けて、どのような防災情報のニーズがあるかアンケート調査を実施し、また横垣峠を対象として必要とされた防災情報や、危険な箇所、有事の際の一時退避場所等を示した「観光防災マップ(案)」を作成し、またその有効性検証のためのアンケート調査票も作成、地元自治体と調査および公開に向けての協議を開始した。



アユタヤ地盤調査



アユタヤ地下水位計測



熊野古道「横垣峠」地下水位変動グラフ



熊野古道「横垣峠」観光防災マップ(案)

#### 今後の研究計画・展開

タイ・アユタヤでは、カセサート大学に依頼した土サンプルの室内土質試験結果が出た後、パラメータを設定して、圧密沈下解析を実施する。緩い粘土層のパラメータのみ、感度分析をすることで、約700年前からの仏塔載荷により基礎地盤が不同沈下を発生した現象の再現シミュレーションを試みる。また、地下水位、大気圧、雨量計について、メンテナンスを行い、モニタリングを継続する。

熊野古道では、雨量、風向風速、地下水位の計測を継続し、崩壊が発生するような降雨イベントの捕捉とその時の各データ取得に備える。また、有効性検証アンケートの結果に基づいて観光防災マップを改良し、地元自治体と協議の上、一般に公開する。マップは、行程の半分の作成が完了しているので、残りの半分についても現地踏査に基づいてマップを作成し、和歌山県や田辺市の教育委員会、観光協会、民間業者と連携を図り、観光防災マップの普及活動に取り組む。

#### 4. 伝統的木造建築物の構造特性の解明【吉富 信太】

##### 研究目的

本研究課題の目的は、伝統的木造建築物の構造特性の解明のためのシミュレーションや実測

に基づく手法を提案することにある。特に剛性の低い床構面を有する伝統的木造建築物の振動特性の詳細な分析はこれまでに十分になされていない。本年度は、伝統的木造塔状建築物の詳細な解析モデルを構築したシミュレーション、古民家の振動計測調査に基づいた振動特性の分析に加え、柔な床を有する多層多構面モデルの構面単位での構造特性の推定手法を提案した。

**研究成果の詳細**

建物の微動計測により建物の構造的な特徴を推定する手法に関する既往の研究では、1層を1質点として扱うことが一般的である。しかしながら、剛性の低い屋根面を有する古い木造建築物の振動特性についての検討は十分ではない。今年度は、大分県耶馬溪にある茅葺古民家の小屋裏に多数の振動計を設置して振動計測を多点で同時にすることにより、建物全体の固有周期のみならず、ねじれや屋根面の変形などの特性について分析した。対象建物とセンサーの設置個所を図1に示す。常時微動、起振機加振により振動計測を行い、得られた振動性状の例を図2に示す。図より、木造古民家の床面のねじれや変形を伴う複雑な振動性状が確認された。

上記のような振動特性は古い伝統的木造建築物特有の性質である。古い建物の耐震性能の把握のためには、こうした実建物の振動計測に基づいて、建物全体だけでなく部位別の耐震性能



図1 振動計測対象と計測点

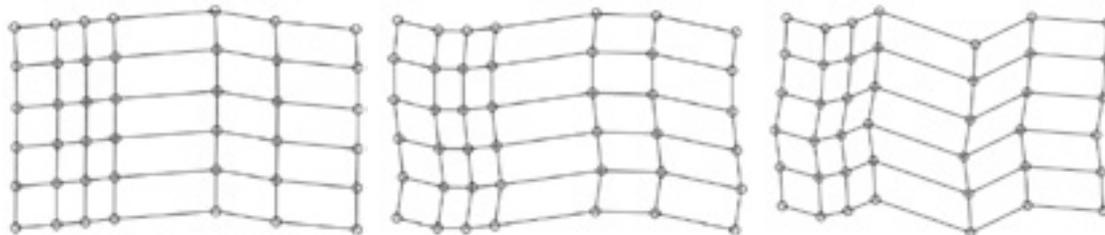


図2 計測された振動性状の例

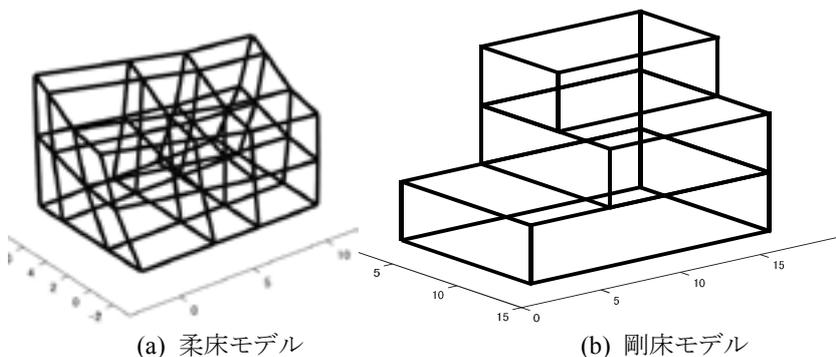


図3 多層多構面モデル

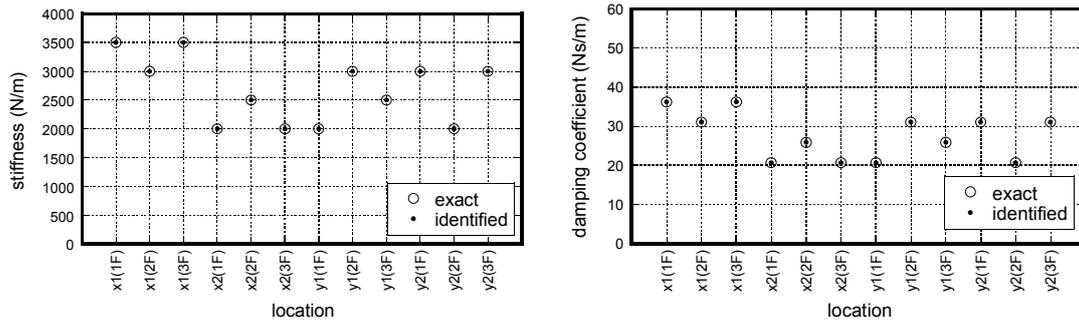


図4 各構面の剛性と減衰の推定結果例

を把握できることが望ましい。そこで、図3に示すような多層多構面でモデル化される建物の各構面の振動を計測することにより、各構面別の剛性と減衰を推定する手法を提案した。シミュレーションにより本手法の妥当性を検証した結果を図4に示す。提案手法により、柔床モデルでも剛床モデルでも精度よく推定できることが示された。

#### 今後の研究計画・展開

今後さらに多数の実測データを収集することにより、提案手法の妥当性を検証する。また、伝統木造建物特有の非線形性を考慮した構造特性の推定法に拡張する。さらに、こうした手法を通じて得られた伝統的木造建物の構造特性を反させた立体詳細解析モデルを構築して、伝統的木造建物のモデル化の確立に向けた取り組みを多面的に行う。

### 5. 宇奈月温泉の歴史的建築物の活用提案や京都の中心での記憶の街ワークショップの実施、福島 of 仮設住居の住まい方調査韓国大邱市やスンチヨンの再開発案の作成【宗本 晋作】

#### 研究目的

宇奈月温泉の再生拠点として、地域性を分析し、駅前 of 歴史建造物の活用計画を提案し、地元 of 合意形成を図りながら実施案を作成することを目的とする。

京都 of 昔の街並みや歴史資料と地域住民 of 記憶を繋ぐアーカイブをつくる方法を試行するべく、「思い出ポイントング」と呼ばれるワークショップに参加し、模型を用いて京都 of 繁華街 of 中心とも云える立誠学区 of 住民 of 街区 of 記憶を収集することを目的とする。

韓国 of 大邱市やスンチヨン等 of 歴史街区 of 再開発のために、再生 of きっかけとなる建築 of 在り方を提案し、想定した敷地に合わせた建築を設計し、試行することを目的とする。

#### 研究成果の詳細

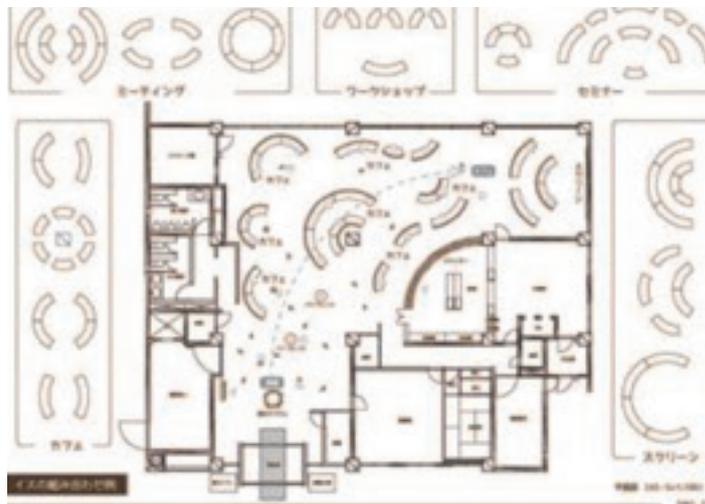
宇奈月温泉駅近く of 歴史的建造物の活用提案として、立山黒部ジオパーク of ジオと地域 of 宝物を素材にして、観光客と地域の人々が交流する場を提案した。

交流の場では、宇奈月 of 魅力を積極的に語り合う空間とするため、個人同士 of コミュニケーションだけでなく、複数で訪れる観光客同士、つまりグループ間 of 交流を促すための提案が求められた。

そこで円弧の形状 of 交流を促進する家具を配することを提案した。合わせて地域・ECO of

発信拠点として、ジオや小水力発電、熱利用ヒートボイラー、薪ボイラーなどを発信する場を提案した。

これらの内容を地元の方々に提案し、実現させることとなった。2017年3月末に竣工予定。



提案したプラン



円弧形状のグループ間交流を促進するための家具



提案した空間



現地での発表の様子

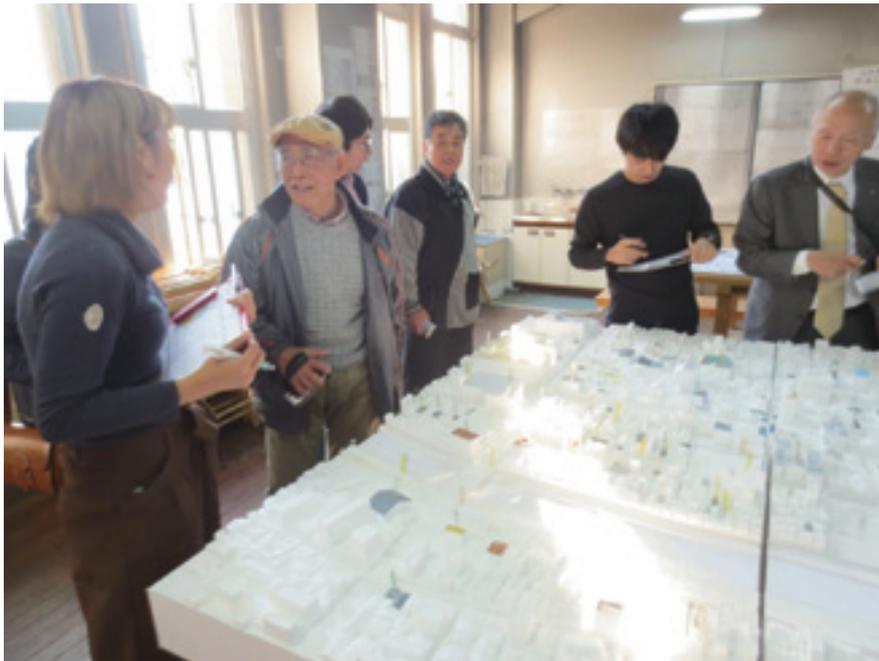
京都の昔の街並みや歴史資料と地域住民の記憶を繋ぐアーカイブをつくる方法を試行するべく、「思い出ポイントング」と呼ばれるワークショップに参加した。昭和50年頃、今から約40年前の立誠学区の街を縮尺1/400の白模型で復元した。準備した模型を用いて2016年11月に5日間に渡り、地域の方々からヒアリングを行い、同時に記憶を辿りながら、模型を着色する作業を行った。白模型は色鮮やかな「思い出」の街に作り上げられ、同時にヒアリング内容を記録シートにて収集した。来場者は287人に上り、得られた記録は623に上った。



模型につけられたインデックス



ワークショップで得られた着色模型



ワークショップの様子

調査から大邱市大邱駅周辺、スンジョンどちらの街区も、周辺地域の建物が老朽化し、住民が少なくなっていること、住民が戻るきっかけになる拠点施設がないことが問題視された。そのような街区に対して、地域のランドマークとなる建築が再生のきっかけになるとして、建築のランドマーク性について仮説を立て試行した。敷地はどちらも大通りに面した空地とした。ランドマークの形成には、形態の象徴性、認識レベルでの記号性、場所性、認知性（視認性）が必要とされるとして、どちらも具体的な提案をまとめた。

- ・象徴性：シンボルとして特別な意味が付加された対象であり、演出効果が施される対象も

ランドマークとして強く認識される。照明やイルミネーション等によるライトアップにより、その対象を認識させると、人々の注意を惹きつけるランドマークとなる。

- ・記号性：空間のサインに相当するもので、相対的に空間認知を物理的に促進させる対象もランドマークとして認識される。ランドマークは視覚的な注意機能により情報を提示し、人は行動の目的により情報を取捨選択する関係にある。
- ・場所性：ランドマークの場所性は対象の絶対的位置と相対的位置により示される。その場に何らかの意味を付加し、空間的特異点、意識の転換点をつくりだし、場の特性に関連づけられた視覚対象であることが求められる。
- ・認知性（視認性）：色彩や形、明暗により視覚的に捉えられる対象であり、景観の一要素として空間イメージや原風景として認知されることが大切である。人の視力と距離の関係、ランドマークの色彩や形態に関する心理学的検討も必要とされる。

試行した結果を以下に示し、提案をまとめた。



大邱駅周辺の歴史街区の再開発の提案



スンチョンの歴史街区の再開発の提案

#### 今後の研究計画・展開

宇奈月温泉の建造物再生については、提案した計画の有効性について3月末に竣工した建物を調査し成果を検証する。京都の昔の街並みや歴史資料と地域住民の記憶を繋ぐアーカイブをつくる方法については、継続してワークショップを実施する。4月1日、2日に実施予定。また記憶の収集と共に、GISデータと関連付けてアーカイブ化を図る。韓国の歴史街区再生では、今後、継続して歴史的な街区を再生するための手法を適用し試行することにより、ランドマークとなる建築を提供する再生手法の有効性を探る。