

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究領域「開発途上国のニーズを踏まえた防災に関する研究」

研究課題名「ブータンにおける組積造建築の地震リスク評価と
減災技術の開発プロジェクト」

採択年度：平成28年度/研究期間：5年/相手国名：ブータン王国

平成29年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成29年 5月 1日から平成34年 4月30日まで

JST側研究期間^{*2}

平成28年 6月 1日から平成34年 3月31日まで

(正式契約移行日 平成29年 4月 1日)

*1 R/Dに基づいた協力期間 (JICA ナレッジサイト等参照)

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JSTとの正式契約に定めた年度末

研究代表者：青木孝義

名古屋市立大学・教授

I. 国際共同研究の内容 (公開)

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	H28年度 (10ヶ月)	H29年度	H30年度	H31年度	中間評価 H32年度	H33年度 (12ヶ月)
1. 地震リスク評価						
1-1 地震観測強化		システム改良・機材更新			運用継続	
1-2 震度観測強化		機材更新・改良			運用継続	
1-3 地震増幅度マップの作成		開発・試験			整備運用	
1-4 ハザードマップの作成		情報収集			調査	
1-5 建造物の脆弱性評価		情報収集			脆弱性評価	
1-6 地震リスク評価					地震リスク評価	
2. 耐震化技術の開発						
2-1 常時微動計測		伝統建築形式分類 (国内) 振動特性の把握と系統的分析 (国内)				
2-2 材料実験 (現地)		材料特性の把握		材料改良方法の開発		
2-3 実大試験体静的・動的実験 (現地)	計画	試験体作成 (補強なし)	試験体作成 (補強あり)	試験体作成 (補強あり)	実験	
2-4 構造解析		解析法の開発・検証				
2-5 耐震診断法 (国内)		耐震診断法の確立				
2-6 耐震補強キットの開発		施工法・補強法の開発と提示				
2-7 耐震化指針 (国内)		耐震化指針の提示				
2-8 建築構造基準の提案						建築構造基準の提案
3. 耐震化技術の普及						
3-1 実施体制の確立	既存体制調査	公開実験	ワークショップ	公開実験	ワークショップ	
3-2 教材・普及プログラムの開発		視覚教材作成 (国内)				
3-3 指導者教育 (現地)		プログラム開発 (国内)				
3-4 技術者・施工者教育 (現地)		資料収集、教材・普及プログラム開発 (国内)			講習実施 (現地)	講習実施 (現地)
3-5 住民教育 (現地)					講習実施 (現地)	講習実施 (現地)

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

なし。

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

- ・成果目標の達成状況とインパクト等

H28 年度に策定した H29 年度以降の地震リスク評価、耐震化技術の開発・普及に関する実施計画に基づき、H29 年度は、研究題目 1 「地震リスク評価」(研究グループ A 地震ハザード評価、研究グループ B 地震リスク評価)、研究題目 2 「耐震化技術の開発」(研究グループ C 耐震化技術の開発)、研究課題 3 「耐震化技術の普及」(研究グループ D 耐震化技術の普及) の各研究課題、研究グループの活動を実施した。成果目標の達成状況は、図 1-1 に示すとおりである。

成果目標シート

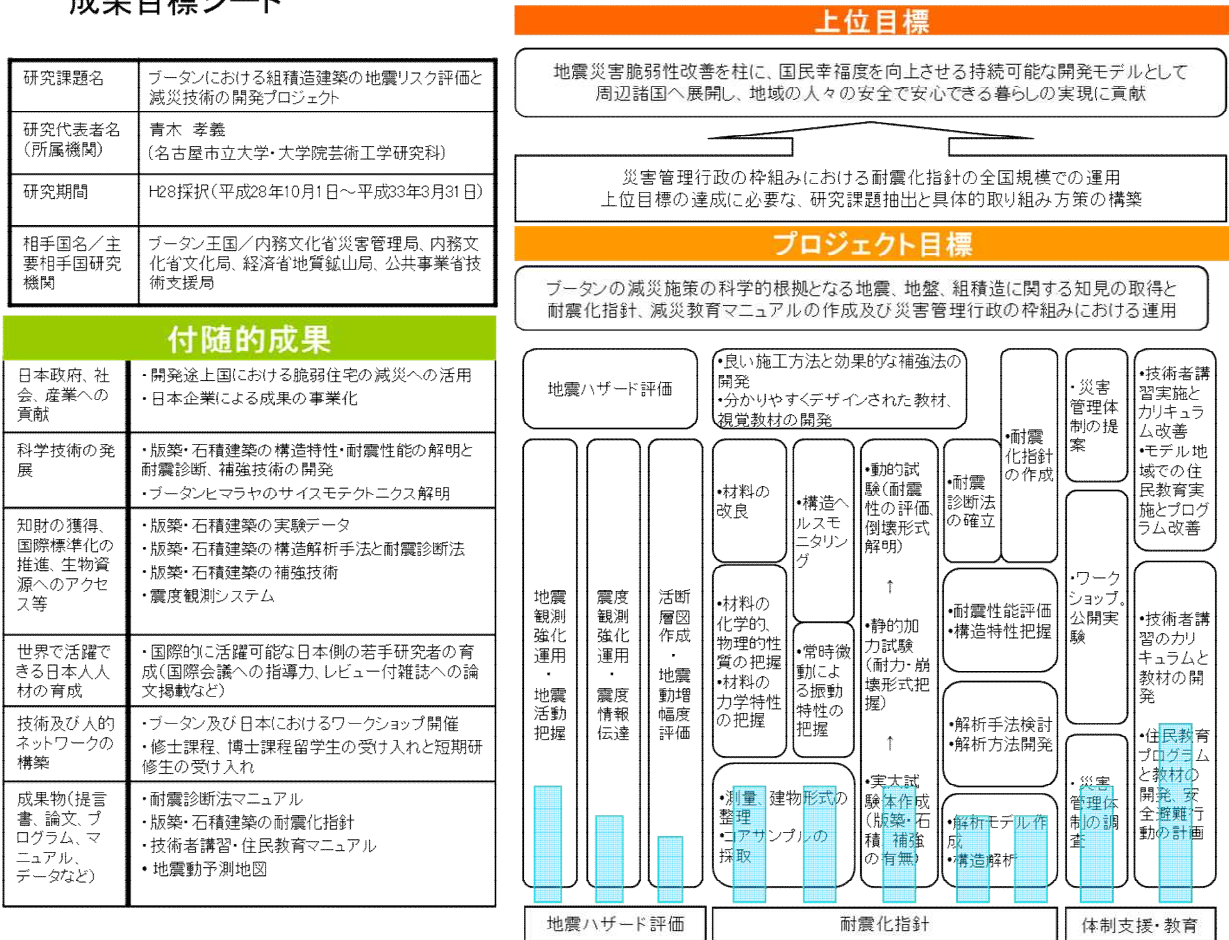


図 1-1 : 成果目標の達成状況

日本側は、名古屋市立大学を中心とした研究運営体制の構築を行い、特に名古屋市立大学ではブータンの隣国であり組積造の専門家である学位を有するネパール人特任助教を採用し、日本大学では日本人 PD 研究員を採用し、研究運営体制の強化を行った。一方ブータン側は、内務文化省災害管理局 (DDM) を中心とした研究運営体制の構築を行い、経済省地質鉱山局 (DGM) では 3 名の若手スタッフを採用し、内務文化省文化局 (DOC) では 1 名の若手スタッフを採用し、研究運営体制の強化を行った。名古屋市立大学と香川大学においては、大学院生、学部生向けのプロジェクト説明会を実施し、学生にプロジェクトへ積極的に参画してもらうことで、プロジェクトを通じた人材育成を計画した。説明

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

会の結果、本研究プロジェクトに興味を持った学生が、それぞれの教員の研究室の学生となり、香川大学の大学院生が構造工学シンポジウムで研究発表を行い、名古屋市立大学の学生は H28 年度名古屋市立大学芸術工学部建築都市デザイン学科論文賞「ブータン王国版築造建築物の耐震性能向上に関する研究」に引き続き、H29 年度は名古屋市立大学芸術工学部産業イノベーション学科作品賞「ブータンの版築造における施工工程のマニュアル」を受賞している。

2018 年 1 月に、内務文化省文化局 (DOC) のスタッフ 2 名を日本に出張させ、研究打合せを行うとともに供与機材の使用方法、メンテナンスのトレーニング、歴史的建造物の保存活用に関する研修を実施した。2018 年 2 月に、経済省地質鉱山局 (DGM) のスタッフ 2 名を日本に出張させ、研究打合せを行うとともに、微動観測の講義・実習を行っている。また、SATREPS 枠の国費留学生として、DOC から 1 名を外国人研究生として受け入れ、これまでの研究成果をまとめた国際雑誌論文の執筆指導を行い、本プロジェクトを通じた博士学位の取得準備を行った。

(2) 研究題目 1 : 「地震リスク評価」

研究グループ A : 地震ハザード予測 (リーダー : 井上公)

① 研究題目 1 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

平成 28 年度までに、ブータン国内に 6 か所からなる高感度地震観測網、および 20 か所からなる震度観測網をほぼ完成させており、ティンプーの DGM のオフィスにてリアルタイムでデータを受信できるシステムの運用を開始している。後述のようにデータのリアルタイムでの受信状況は必ずしも良好とはいえない面もあるが、可能な限り、観測点に出向くなどしてデータを回収しハザード評価に必要となるデータの蓄積を行っている。高感度観測点のうちリアルタイムでのテレメータ観測点は Thimphu、Bumthang、Trashigang、Samtse、Gelephu、S/Jongkhar の 6 か所である。本課題ではこれらの 6 点の観測機器 (デジタイザ他) の更新を予定しており、H29 年度は機器の調達を完了した。調達した機材は H30 年度上半期までに各観測点に設置される予定である。図 2-1 に 2018 年 3 月時点での観測点の分布を示す。後述のオフライン観測点も記載している。

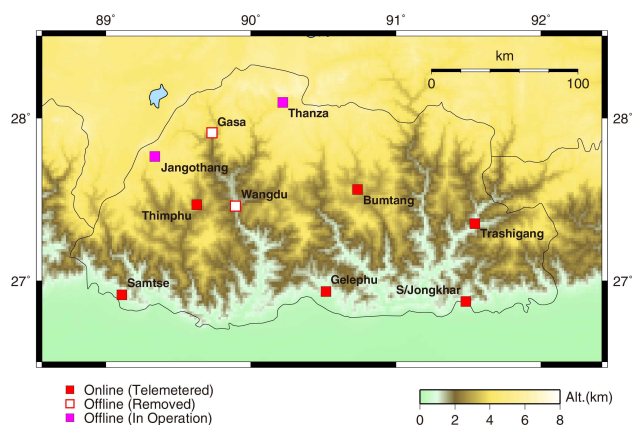


図 2-1 : 2018 年 3 月現在の地震観測点の分布。このうち、□の 2 点は撤収済みのオフライン点を、■は、SATREPS 計画により H29 年度に設置されたオフライン点を示す。

また、これら 6 点のオンライン点のみではブータン全土の均質な地震活動の把握には不十分であるため、これらを補完するためのオフライン観測点の運用も行っている。SATREPS 開始以前には、

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

中西部の Wangdu と北部の Gasa の 2 点にオフライン点を設置して観測を行っていたが、この 2 点には SATREPS とは別プロジェクトであるバンコクに本拠を持つ国際機関である RIMES (Regional Integrated Multi-Hazard Early Warning System for Africa and Asia) によるオンライン地震観測点が設置されることとなり、それぞれ、2017 年 5 月と 12 月に撤収した。SATREPS 計画では新規に北部国境に近い 3 点のオフライン観測点の予定を計画しており、H29 年度はそのうちの 2 点の設置を行った。2017 年 10 月に北西部の Jangothang、2018 年 3 月に北部の Thanza に機器を設置し、観測を開始した。前者は DGM が H31 年度の適切な時期に初回のデータ回収を行う予定であり、後者では 2018 年夏に DGM により初回のデータ回収が行われる予定である。図 2-2 にオフライン観測点設置時の状況を示す。



図 2-2a:2017 年 10 月の Jangodang 観測点設置時の様子。(左)Jangodang から見る Jhomolhari 山 (7314m)。(右) 観測点の設置状況 (標高 4088m)



図 2-2b: 2018 年 3 月の Thanza 観測点設置時の様子。(左) 設置に使用したヘリコプター。(右) 観測点の状況 (標高 4216m)

また、オンライン点 6 点およびオフライン点 2 点からなるネットワークの初期のデータを用いた地震活動の解析も開始した。必ずしも全点が安定稼働している状況ではないが、そのうちの 2016 年 10 月からの 1 年間の preliminary な震央分布を図 2-3 (左) に示す。図 2-3 (右) に示す 1990 年以降の ISC カタログによる震央分布と比較すると、わずかに 1 年の観測データであるにもかかわらず、南西部の帯状の震央分布等、両者には共通の特徴を見ることができることから、観測網が安定稼働すれば比較的短期間に全土の地震活動の把握も可能であるかもしれない。

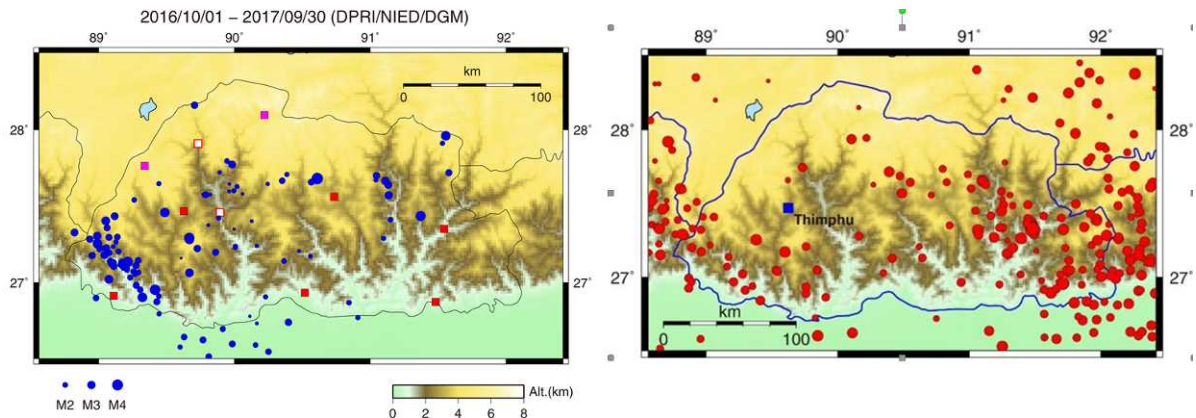


図 2-3: 新設した地震観測網による 2016 年 10 月から 1 年間の震央分布 (左) と ISC カタログによる 1990 年からの震央分布 (右)。ブータン国内の観測網による震央分布は短期間のデータでありながら ISC の長期間のカタログと共通の特徴を示している。

震度観測強化

過去の SATREPS フィリピン課題で開発されてブータン全国 20 県 (Dzongkhak) の県庁舎 (Dzong) に設置されたリアルタイム震度計の維持管理とトラブルシューティングを引き続き行った。停電や、ケーブルが抜かれる誤り、無線 LAN のパスワード変更などのネットワークトラブル、震度計のディスクフルによるシステムの停止がかなりあった。ディスクフルは、震度 1 以上の地震が無かった場合と、空領域が小さくなった場合は波形を記録しないようにプログラムを改良し、かつメモリーカードを大容量のものに交換することによって回避した。これにより震度計の稼働率は 70~80% 程度まで改善した。2017 年 12 月にはフィリピン火山地震研究所の技術者を招聘して、震度データの自動ダウンロードプログラム、アーカイブプログラム、データ処理プログラム等を導入し、使用法の指導を行った。また、H31 年度に計画している 205 か所の簡易震度計の整備に向けて、Raspberry Pi 版の既存プログラムの改造に必要な MEMS センサーのデータ読み込みのテストプログラムの動作試験を行った。

活断層マップ

ブータンでは南部断層地帯の詳細な断層の活動履歴の研究は実施されているが、国全体の地震ハザード評価に必要な活断層マップがない。活断層マッピングの基本手法は地形判読であり、元となるデータはデジタル地形図であるが、残念ながらブータンにはデジタル地形データ (メッシュデータ) が存在しない。最近の JICA 技術協力で NLC (国家土地委員会、日本の国土地理院に相当) がブータン国の南半分の 2.5 万分の 1 スケールの地形図を作成した。しかし、成果物はコンター (ベクトル) データで DEM (メッシュデータ) は作成されていない。コンターから DEM を作成することは可能であるが解像度が失われるため、我々は NLC が所有する古い航空写真を判読して活断層図と DEM を作成する計画を立案した。H29 年度は NLC を訪問しデータ提供の約束をとりつけた。

2018 年 3 月にプナカ周辺の潜在的活断層の予備的野外調査を実施した。地形的な特徴はあるものの、残念ながら明瞭な断層露頭は発見できなかった。また 3 月 24 日ヘリコプターによるタンザ (ルナナ) への地震計設置を行ったが、そのヘリ利用してプナカ~ワンデューにおいて空中写真

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

を撮影し地形モデルを作成した。解析は H30 年度に実施する。

補足：H30 年度の活動になるが、2018 年 5 月に、NLC が所有する古い航空写真のデジタルデータを入手することができたため、活断層の判読作業を開始できる環境が整った。

地震増幅度評価

地震被害と山岳地形の相関を調べるため、ネパール・ゴルカ地震の被害分布データを保有する NSET (National Society for Earthquake Technology) を訪問して協力をとりつけた。NSET はゴルカ県、ヌワコット県、ダディン県、シンドゥパルチョーク県、ドラカ県の詳細被害の GIS データを有している。一方比較する公開地形データは SRTM(90m)と ALOS30mDEM である。JICA によるゴルカ地震の復興支援でより詳細なデジタル地形図が作成されたが、データの所有権は Nepal Survey Department にあって非公開であり、かつコンターデータのみでメッシュデータが存在しないため、すぐに利用できる状況ではない。とりあえず公開データを用いて、長波長の地形と被害の相関を見ることにした。またドラカ県チャリコットにおいては、J-Rapid プロジェクトで実施したヘリコプター空撮による 0.5m 分解能の空中写真があるため、同地域において短波長までの相関を見ることとした。

ハザードマップ

2017年7月3-4日にミャンマーのヤンゴンにおいて、地震ハザード評価の世界標準ツールともいえる GEM(Global Earthquake Model)の OpenQuake のトレーニングワークショップが開催された。カウンターパート職員の第三国への派遣は制度上困難ということであったため、防災科研の別プロジェクト予算で DGM の Jamyang Chopel を派遣し、近隣諸国の地震ハザード研究者と情報交換させるとともに、OpenQuake の使用法を学ばせた。データセットは現時点では新たなものは得られていない。ハザードマップの更新は H31 年度以降に開始される。

②研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

地震観測、震度観測、活断層調査、いずれも現地での活動を通じて OJT を実施している。

日本国内研修としては、H30 年度以降に実施する微動観測を用いた地盤による地震動増幅度マッピングの技術を移転するため、2018 年 2 月に DGM スタッフ 2 名 (Jamyang Chopel, Nityam Nepal) を日本に出張させ、研究打ち合わせと行うと同時に、JICA 筑波センターにて建築研究所の林田研究員を講師として、微動観測の講義・実習を行った。同時期に JICA 集団研修コースに参加していた DGM の Phuntsho Pelgay も一部に参加することができた。

③研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

新たな DGM スタッフの採用が実現されたこと、および NLC (国家土地委員会) に対する JICA 技術協力の成果物である 2.5 万分の 1 デジタル地形図の利用が可能となったことを受け、活断層マッピングの活動を強化した。また NLC の所有する古い航空写真のデジタルデータが入手できることがわかったことも大きな前進であった。古い写真なので最新の地図製作を業務としている NLC には顧みられていないが、地形は基本的に変わっていないため、活断層マッピングにはきわめて貴重な情報源である。

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

④研究題目 1 の研究のねらい（参考）

ブータン全土の地震ハザード評価を、過去の地震データ、本課題により得られる地震活動データ、震度データ、活断層分布、地形地質分布から評価するとともに、将来ブータン地質鉱山局が、観測網の維持とハザード評価モデルの改良を継続していくために必要な技術移転を行う。

⑤研究題目 1 の研究実施方法（参考）

6 か所のオンライン観測点からなる弱震観測網を強化するとともに、北部縁辺に 3 か所のオフライン観測点を設け、データを取得する。また RIMES 計画が同時期に設置した 8 か所の観測データを合わせて解析し、ブータン全土の地震活動を明らかにする。20 か所の震度観測点を運用するとともに、あらたに 205 か所の村に簡易震度計を導入して即時に高密度の震度情報を提供するシステムを導入する。有感地震の震度データをアーカイブ・解析する。ブータン全土の航空写真を分析して、活断層マップを作成する。デジタル地形データを用いて山岳地における地震動の増幅度を評価する。微動観測機材を導入し、パイロット地域での観測により地盤による地震動増幅を評価する。これらの情報を統合して、ブータン全土の地震ハザードモデルの構築と、更新のための技術移転を実施する。

研究グループ B：地震リスク評価（リーダー：高橋典之）

①研究題目 1 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

研究グループ A および研究グループ C の研究成果に基づき、構造物の脆弱性評価および地震リスク評価を行うことを目的としており、当初計画は H32 年度から実施する研究テーマである。本年度は、H32 年度から実施予定の研究が支障なく進められるように、構造物の脆弱性評価およびリスク評価に用いる基本的な構造特性の把握につとめるべく、後述の研究題目 2 「耐震化技術の開発」と連携し、版築造および石造の常時微動計測に伴う建物固有周期の概算、補強プランによる固有周期の変化についての検討を行った（図 3-1、図 3-2）。

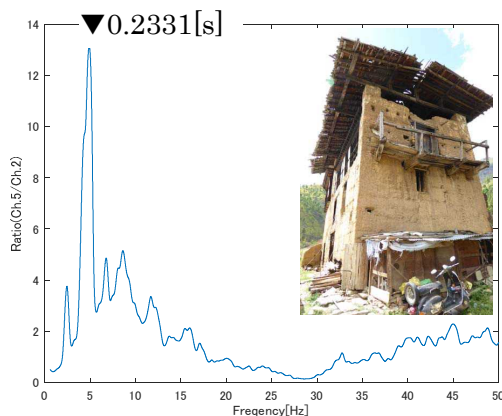


図 3-1：版築造（3 階床レベル面内方向）

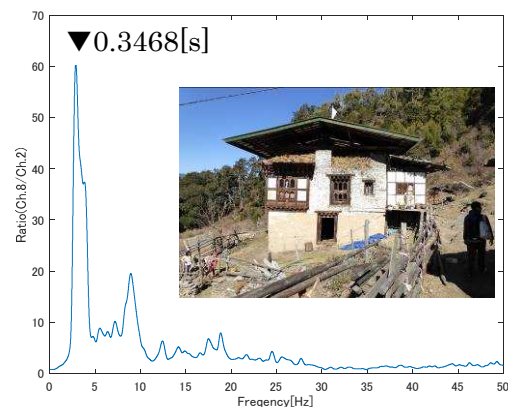


図 3-2：石造（2 階軒高レベル面内方向）

②研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

上述の通り、当初計画では H32 年度から実施する研究テーマであるため、当該年度における具体

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

的なカウンターパートへの技術移転を詳述する状況ではない。ただし後述の研究題目 2「耐震化技術の開発」と連携し、脆弱性評価およびリスク評価に基づく耐震目標値の妥当性検証を将来にわたり内務文化省文化局（DOC）および公共事業省技術支援局（DES）が継続できるように、常時微動計測による構造特性評価技術を現地技術者に教育している（図 3-3、図 3-4）。



図 3-3：現地持参した計測機器（英語マニュアル付）

図 3-4：現地技術者に計測手順を教育

③研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

今年度について特に想定外の展開は無かった。

④研究題目 1 の研究のねらい（参考）

研究グループ C で開発する耐震性能評価法において目標となる耐震性能を定める際の合理的な判断基準を、研究グループ A のハザード評価結果に基づいた脆弱性評価およびリスク評価結果により定めることができるようにする。

⑤研究題目 1 の研究実施方法（参考）

研究グループ C で実施する版築造、石造（マッドモルタル目地，セメントモルタル目地）の構造特性調査、実験結果を通して、構造物の簡易解析モデルの基本データ集約を進める。研究グループ A の成果として得られるハザード曲線に基づき、構造物の地震応答パラメトリック解析による脆弱性評価を実施し、脆弱性評価に対して施工コスト情報を適用することでリスク評価へと展開する。

(3) 研究題目 2：「耐震化技術の開発」

研究グループ C：耐震化技術の開発（リーダー：宮本慎宏）

①研究題目 2 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

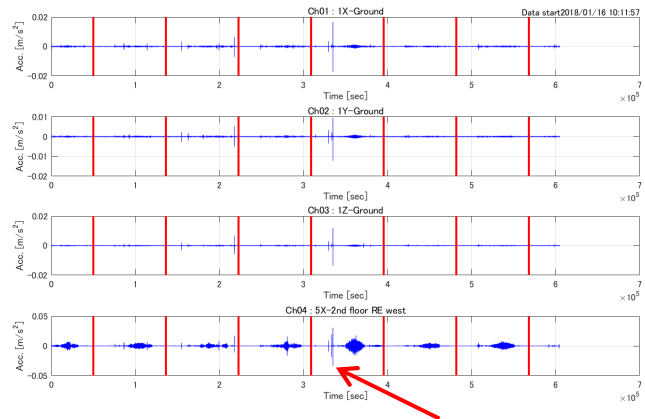
「2-1 常時微動計測」では、構造種別・工法ごとに伝統建築を分類し、各構法、用途、立地を条件に版築造・石造建築の典型例・プロトタイプを定め、そのうち版築造については長期のモニタリング計測を開始した（図 4-1）。

「2-2 材料実験」では、版築の耐震性向上を図ることを目的に、 $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱供試体レベルで、突き固め層数や突き固め回数、消石灰やセメントの添加が版築の材料特性（圧縮強度、引張強度、静弾性係数）に及ぼす影響を検討した。

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

「2-3 実大試験体静的・動的実験」では、H30 年度に実施予定の実大民家の静的載荷実験に向けた準備として、RC 造の反力棟および実大民家試験体の設計を行った。このうち、反力棟内部に設置予定の振動台と実大民家試験体の基礎コンクリートは施工が完了した（図 4-2）。

「2-6 耐震補強キットの開発」では、耐震補強キットの開発および補強した実大民家の試験体設計に向けた準備として、版築造や石造の要素試験体を用いた載荷実験を行った（図 4-3）。版築造ではレイヤの数や版築造ではブロック間の接合強度を高める鉄筋コンクリート造のダボ・楔の有無、石造では目地の種類や壁の一体性を高めるための鉄筋の有無をパラメータとした実験を行った。



(a) 長期モニタリング対象版築造建物

(b) 1 週間の計測加速度（2018 年 1 月 20 日地震）

図 4-1：長期モニタリング対象版築造建物と計測加速度



図 4-2：振動台基礎



図 4-3：要素試験体の載荷実験

②研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

カウンターパートである内務文化省文化局（DOC）の技術者を日本に招聘し、実大実験に必要な機材のメンテナンスに関するトレーニングを実施した。また、常時微動計測や載荷実験による構造特性評価技術を内務文化省文化局（DOC）や公共事業省技術支援局（DES）に所属する現地技術者に教育した。

③研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

実大実験の実施場所の変更に伴い、試験体数が H30 年度と H31 年度の 2 年間で計 8 体から計 6 体

に変更となった。この6試験体の仕様の内訳についてはカウンターパートと継続して協議中である。

④研究題目2の研究のねらい（参考）

簡便で使いやすい実務的な耐震性能評価法の確立とパッケージ化を行うことで、指針の耐震性能基準を満たした建築の普及を目指す。また、本研究課題を通して日本側で開発する耐震補強用部材を電力の安いブータンで生産し、開発途上国における土や石を建築材料とする脆弱住宅の補強キットとして提供する。

⑤研究題目2の研究実施方法（参考）

常時微動測定に基づき版築・石積建築の固有周期の推定式を提案することで振動特性係数を算出する。この値は、最終的には版築・石積建築の必要保有水平耐力の算出に掛かってくるものであり、算出結果をもって耐震性能を評価する。材料実験に基づき材料の特性と材料改良の効果を、各種補強方法の施工実験を実施して施工性を確認し、実大試験体の静的・動的実験により補強効果を検証し、構造解析を実施することで解析法と耐震診断法を確立し、耐震化指針を作成する。耐震化指針は従来とは異なる視覚的で分かりやすい教材を作成する。また、公共事業省が実施している市街地と地方の建築許可の要件に本ガイドラインを加え、公共事業省に建築構造基準の提案を行う。

(4) 研究題目3：「耐震化技術の普及」

研究グループD：耐震化技術の普及（リーダー：青木孝義）

①研究題目3の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

耐震化技術の普及（社会実装）のため実施体制について、カウンターパートである災害管理局（DDM）と打合せを行った。また、版築造の施工マニュアル作成のため、現地で3回のヒアリングを行い、ドラフト版を完成させた（図5-1）。一方、VRによる減災教育教材作成のため、現地で2回の建物調査、ヒアリングを行い、ドラフト版を完成させた（図5-2）。

②研究題目3のカウンターパートへの技術移転の状況

版築造の施工マニュアル、VRによる減災教育教材作成に伴う現地調査やヒアリングを通して、マニュアルや教材作成のノウハウを理解してもらうことができた。H30年度は、特にVR技術のカウンターパートへの技術移転を考えている。

③研究題目3の当初計画では想定されていなかった新たな展開

農村部においては、字が読めない、書けない人が居ることが分かり、施工マニュアルに工夫が必要なことが分かったため、その対策を講じた。

④研究題目3の研究のねらい（参考）

耐震化技術の普及（社会実装）のための実施体制を確立し、研究題目1、2の成果である地震ハザード予測、地震リスク評価、耐震化技術の開発に基づき施工マニュアル、VRによる減災教育教材を開発して、指導者教育、技術者・施工者教育、住民教育をすることで、ブータンにおける地震時

【平成29年度実施報告書】【180531】

の減災に貢献する。

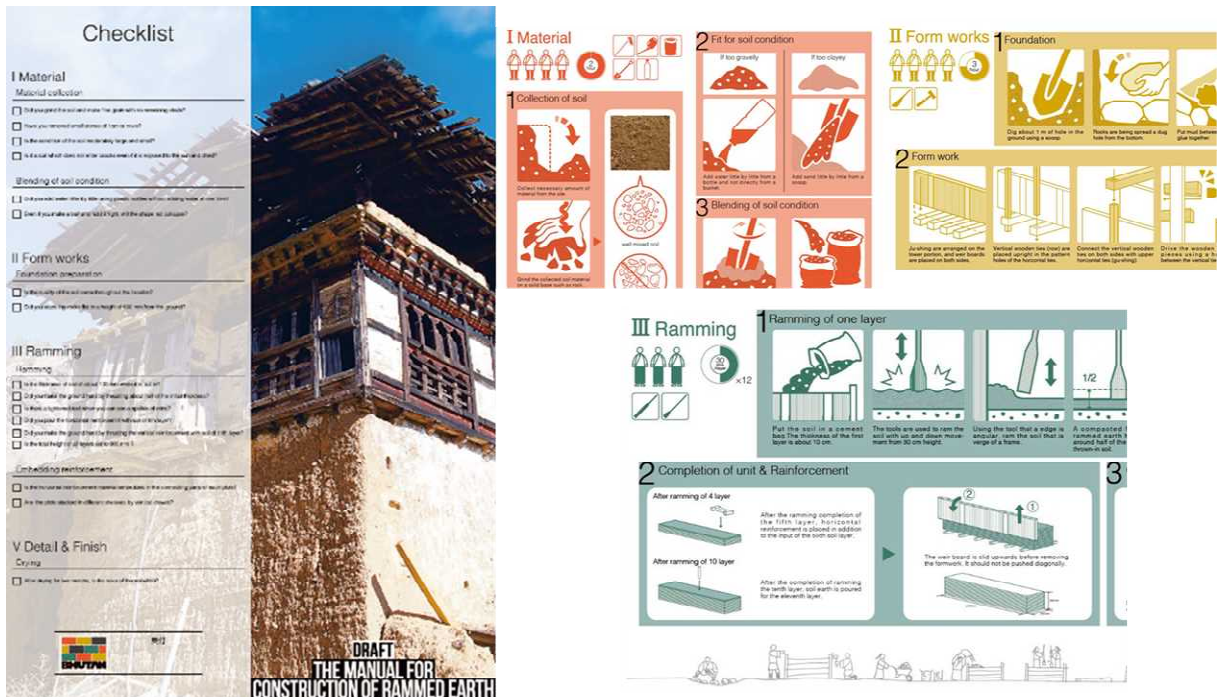


図 5-1 : ドラフト版築造施工マニュアル



図 5-2 : VRによる減災教育教材（ドラフト）

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

地震ハザード評価では、まずブータン全土の地震観測網と震度観測網の強化を行う。新たに得られる地震データと既往の情報を用いて、確率的地震発生予測と地震波増幅度評価を実施することにより、耐震化指針が目指す耐震性能の決定に必要なハザードマップの作成と想定入力地震動の評価を行う。また複数のパイロット地域において常時微動観測と微地形調査を実施し、より詳細な入力地震動評価を行う。この結果に基づき用途地域を指定して都市計画を進めることで、地震被害を軽減できる。さらに、地震記録や地震動予測に基づく地震ハザード予測に基づき地震地域係数を算出し、常時微動測定に基づき版築・石積建築の固有周期の推定式を提案することで振動特性係数を算出する。これらの値は、最終的には版築・石積建築の必要保有水平耐力の算出に掛かってくるものであり、算出結果をもって耐震性能を評価する。材料実験に基づき材料の特性と材料改良の効果を、各種補強方法の施工実験を実施して施工性を確認し、実大試験体の静的・動的実験により補強効果を検証し、構造解析を実施することで解析法と耐震診断法を確立し、建物の脆弱性評価を用いてパイロット地域の地震リスク評価を実施するとともに、耐震化指針を作成する。耐震化指針は従来とは異なる視覚的で分かりやすい教材を作成する。また、耐震化試験体の施工・実験の映像など視覚教材を多用した教育プログラムを実施し、受講者等からのフィードバックを反映させて、研究期間終了後にも継続的に実施できるプログラムに改良する。政府機関の技術者だけでなく民間の設計事務所などに対する地震災害管理体制支援・教育を通して、本研究課題期間にブータンの主要県における耐震化指針の普及と運用、住民の意識向上の強化を図り、将来の地震による建物被害・人的被害の1/4軽減を本研究課題の目標とする。また、公共事業省が実施している市街地と地方の建築許可の要件に本ガイドラインを加え、公共事業省に建築構造基準の提案を行う。

研究期間終了から5年後を目安にブータンや日本の技術者が伝統建築評価・診断を自立して行えることを目標に据え、本研究を通じて必要な人材育成を行うとともに、ブータン王国が設立した伝統建築研究所（RITS : Research Institute of Traditional Structure）への技術支援など、研究体制強化の支援を行う。また、簡便で使いやすい実務的な耐震性能評価法の確立とパッケージ化を行うことで、研究期間終了から10年程度で、指針の耐震性能基準を満たした建築施工や耐震診断ができる業者が官民に広く認知される制度作りを目指す。こうした技術の蓄積と支援を背景に、ブータンにおいて地震災害に対する住民の安全確保を開発計画の中に具体的に反映させる。さらに、脆弱な組積造建築が多い東南アジア、南西アジア、中近東、中南米などの国々に向け災害脆弱性克服を柱とした1開発モデルを提供することを目指す。合わせて、本研究課題を通して日本側で開発する耐震補強用部材を電力の安いブータンで生産し、開発途上国における土や石を建築材料とする脆弱住宅の補強キットとして提供する。

Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

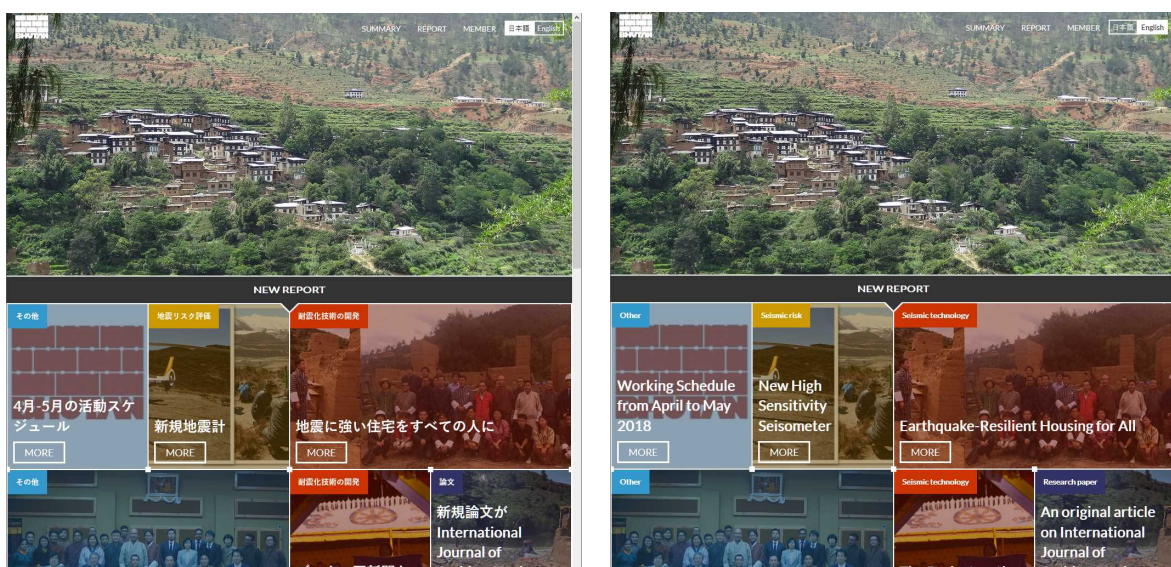
(1) プロジェクト全体

- ・プロジェクト全体の現状と課題、相手国側研究機関の状況と問題点、プロジェクト関連分野の現状と課題。

国内およびブータンの関係する機関が多く、その調整に時間がかかるため、より効率的な連絡方法、調整方法の必要性を感じている。また、ブータンの機関内での情報共有が上手く行われていないため、情報共有を徹底させる必要性を感じている。

- ・各種課題を踏まえ、研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性を高めるために実際に行った工夫。

研究プロジェクトのインパクト、持続性を高めるため、H28年度に作成したホームページの情報更新に務めた（図 6-1）。ホームページの URL は、<http://www.satrebs-bhutan.jp/>である。



(a) ホームページ（日本語）

(b) ホームページ（英語）

図 6-1：ホームページ

- ・プロジェクトの自立発展性向上のために、今後相手国（研究機関・研究者）が取り組む必要のある事項。

相手機関で専門性は異なるが、例えば経済省地質鉱山局（GDM）のスタッフは地質学には詳しいが地震観測に不可欠な情報通信の知識・経験がないため、IT 担当者の採用もしくは経済省の IT 部門による支援の強化が不可欠であると考えます。内務文化省文化局（DOC）のスタッフは版築造とマッドモルタルを使用した石積の構造には詳しいが、公共事業省技術支援局（DES）のスタッフはセメントモルタルを使用した石積の構造には詳しいが、両局とも既存組積造の耐震補強や新築組積造の耐震化に対するアイデアの提案に消極的で、材料実験や試験機器の取り扱いの知識・経験が乏しい。そのため、目的意識を高め、自発的なアイデアの提案を促すとともに、実験担当者の採用や機器メンテナンス担当者の採用が不可欠であると考えます。

- ・諸手続の遅延や実施に関する交渉の難航など、進捗の遅れた事例があれば、その内容、解決プロセス、結果。

静的・動的実験を実施するための用地確保に向けて交渉を継続してきた結果、6月に当初予定より一廻り小さな用地の使用が認められた。用地の変更に伴い、試験体数がH30年度とH31年度の2年間で計8体から計6体に変更となり、この6試験体の仕様の内訳についてはカウンターパートと継続して協議中である。

(2) 研究題目1：「地震リスク評価」

研究グループA 地震ハザード予測（リーダー：井上公）

- ・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用。

従前より問題となっていた部分であるが、地震観測網の稼働率が想定以上に低いままである。これは技術的問題というよりも、観測網の基盤となる通信網を維持する半官半民の通信会社であるBhutan Telecom社（以下、BT）とDGMの間のコミュニケーション不足による部分が大いと考えられる。現在の地震観測網の維持管理には、地震学の基礎的な知識のみならず、通信網やその上に実装されたネットワーク技術の理解が不可欠であるにもかかわらず、DGMの担当者には後者のスキルが決定的に不足している。そのため、トラブルの切り分けやBTへの適切なトラブル対応の指示ができておらず、それが観測網の稼働率の低下につながっている。インターネット技術等の移転は今回のSATREPS計画の範疇外であると認識しているが、その技術なしでは肝心の観測網の維持管理技術を移転できず、何らかの方策を検討する必要があるかと思われる。

一方、震度計の稼働率は、最大7～80%と日本に比べると有意に悪いが、フィリピンと比べると特に悪いわけではない。開発途上国の電源やネットワーク環境には限界があるため、それを前提としたデータ分析と災害時の対応が必要である。停電はUPSで30分程度バックアップしているが、それより長時間の停電による欠測は防ぎようがない。ネットワークの障害は、停電によるものを除くと、県庁舎のネットワーク管理者とのコミュニケーションの改善で対処できる部分がある。

活断層マッピングのための航空写真データの利用や国外への持ち出しに関してはDGMがNLCと約束を取り交わしているが、NLCのデータ公開ポリシーが明文化されていないため、データの取り扱いには十分注意する必要がある。

地震ハザードグループの最大の問題はカウンターパート（DGM地震課）のマンパワー不足であった。H28年度までは地震課長1名の下に2名の若手スタッフがいただけであったが、H29年度はDGMの約束通り、新たに若手スタッフが3名採用された。1名は電気が専門のため、観測施設の維持管理を担当できる。ただし情報通信のバックグラウンドは無いため、ネットワークマネジメントに関しては上述のように引き続き大きな課題をかかえている。

- ・類似プロジェクト、類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓、提言等。

昨年度の報告と重複するが、ブータンの地震観測技術者が運用技術を学ぶために、ネパール、インド（アッサム）などの隣接国の地震観測機関を訪問して、運用のノウハウやSOPを学ぶとともに、将来のデータ共有のための交流を行うことが望まれる。現在SATREPSでは第三国での研修が認めら

【平成29年度実施報告書】【180531】

れていないため、ルールの改正を望むところである。

研究グループ B 地震リスク評価（リーダー：高橋典之）

- ・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用。

当研究を進めるためには、研究グループ A および研究グループ C の進捗が欠かせないものである。その意味で、研究グループ A および研究グループ C の問題点克服がそのまま研究グループ B の推進に直結する。

- ・類似プロジェクト、類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓、提言等。

上述したように、当研究と類似のプロジェクトにおいても、まずはハザードの解明（研究グループ A）、対象構造物の基本的な構造特性の把握と施工コスト情報の集約（研究グループ C）が前段にあって、これをもって脆弱性評価ならびにリスク評価へと展開できることから、まずはその基本情報を入手できるように、先方との調査協力実施体制を確認することが重要である。

(3) 研究題目 2：「耐震化技術の開発」

研究グループ C 耐震化技術の開発（リーダー：宮本慎宏）

- ・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用。

実大実験を行うための用地確保に向けた交渉が滞り、プロジェクトの進行に影響が出てしまった。結果的に実大実験の試験体数に変更となり、全体スケジュールの変更を余儀なくされた。今後はカウンターパートとの密な連絡体制を築く必要がある。

- ・類似プロジェクト、類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓、提言等。

ブータン王国では都市部と地方で手に入る建設材料が異なるため、補強工法を考える際は、地方でも簡単に手に入る建設材料を用い、かつ低コストの工法を開発する必要がある。

(4) 研究題目 3：「耐震化技術の普及」

研究グループ D 耐震化技術の普及（リーダー：青木孝義）

- ・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用。

現地での資料収集とヒアリングに基づき、施工マニュアルと VR による減災教育教材のドラフトが出来上がってきたので、今後は DDM と打合せを行う予定である。

- ・類似プロジェクト、類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓、提言等。

開発途上国における Non engineered 向けの建設マニュアルなどを参考にしつつ、他プロジェクトや外国人研究者との協働できる体制作りが重要である。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

SATREPS 課題で運用の支援と高度化を実施している、京大・防災科研・世銀によるブータン初の地震・震度観測網は、すでに国民への地震情報の提供に一部活用されているため、社会実装に貢献していると言える。

(2) 社会実装に向けた取り組み

地震情報を国・自治体・住民に適時に正確に発信するためには、さらなる改良と高度化が必要である。また情報を受け手が正しく解釈するための、地震や震度の基礎知識に関する教育マテリアルの作成と配布があげられる。地震グループは情報発信の方法の検討を H30 年度に実施する。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

ブータン国初の地震観測網と震度観測網の運用・高度化は日本のプレゼンスの向上に貢献している。

2017 年 9 月 21 日には、ブータン国営放送 BBS テレビの全国放送ニュースで、同日に実施した版築造の引き倒し実験の様子が放送されるとともに、研究代表者とカウンターパートがインタビューに答え、プロジェクトの意義について発信している。2017 年 12 月 26 日には、ブータン国営放送 BBS テレビのトップニュースで、ブータン国皇太后様をご臨席なされた本プロジェクト実験施設建設地鎮祭の様子が放送され、研究代表者とカウンターパートがニュースに生出演し、プロジェクトの意義について発信している。翌 12 月 27 日には、ブータン国皇太后様をご臨席なされた本プロジェクト実験施設建設地鎮祭の様子が、ブータン国新聞 Kuensel 紙のトップに掲載された。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

別添参照

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VIII. その他（非公開）

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2016	小西孝明、宮本慎宏、青木孝義、江原夏季、ペマ、プンツォ・ワンゲモ、ブータン王国における伝統的民家の耐震補強工法に関する実験的研究、構造工学論文集、2017.3、Vol.63B、359-367		国内誌	発表済	
2017	Phuntsho Wangmo, Kshitij C. Shrestha, Mitsuhiro Miyamoto, and Takayoshi Aoki, Assessment of out-of-plane behavior of rammed earth walls by pull-down tests, International Journal of Architectural Heritage, 2018, 13 Feb 2018 published online	10.1080/15583058.2018.1433903	国際誌	発表済	

論文数 2 件
 うち国内誌 1 件
 うち国際誌 1 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 件
 公開すべきでない論文 0 件

③ その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
 公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ	出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項
2017	供与機材3DLレーザーキャナ実機訓練 9/26-9/28 目的:3DLレーザーキャナーの使い方習得 対象:DOCエンジニア7名 講師:シュレスタ特任助教(名古屋市大)		
2017	Microtremor Survey Training 2/26 目的:微動測定の方法論理解と実技習得 対象:DGM3名 講師:大見志郎准教授(京大)・林田巧己主任研究員(建築研究所)		
2017	Active fault and earthquake disaster mitigation 3/9 目的:To understand the mechanism of active fault likely to cause earthquakes. 対象:DGM, DOC, DDM, DES 名 講師:中田高 名誉教授(広島大)		

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2017	国際学会	Shiro OHMI ⁽¹⁾ , Hiroshi INOUE ⁽²⁾ , Jamyang CHOPHEL ⁽³⁾ , Phuntso PELGAY ⁽³⁾ , and Dowchu DRUKPA ⁽³⁾ . (1) Kyoto Uni. , (2) National Institute for Earth Science and Disaster Resilience, (3) The Department of Geology and Mines. Design and Implementation of the National Seismic Monitoring Network in the Kingdom of Bhutan. The Joint Scientific Assembly of the International Association of Geodesy (IAG) and the International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior (IASPEI) 2017, Kyoto, Japan. 1-2 Aug. 2017.	ポスター発表
2017	国際学会	Shiro OHMI ⁽¹⁾ , Hiroshi INOUE ⁽²⁾ , Jamyang CHOPHEL ⁽³⁾ , Phuntso PELGAY ⁽³⁾ , Nityam NEPAL ⁽³⁾ and Dowchu DRUKPA ⁽³⁾ . (1) Kyoto Uni. , (2) National Institute for Earth Science and Disaster Resilience, (3) The Department of Geology and Mines. Design and Implementation of the National Seismic Monitoring Network in the Kingdom of Bhutan. The American Geophysics Union (AGU), Fall Meeting 2017, New Orleans, USA. 11 Dec. 2017.	ポスター発表

招待講演	0
口頭発表	0
ポスター発表	2

② 学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2016	国内学会	江原夏季(名古屋市立大学)、Sewla Lhakhangの常時微動測定と固有値解析、 日本地震工学会、高知工科大学、2016年9月26日	ポスター発表
2016	国内学会	小西孝明(香川大学)、ブータン王国における伝統的民家の耐震性能に関する実験的研究、 日本地震工学会、高知工科大学、2016年9月26日	ポスター発表
2017	国内学会	江原夏季(名古屋大学)、ブータン王国における民家等の伝統的建造物保存修復に関する研究 その7 木材による版築ブロックの水平方向補強方法の一提案、日本建築学会、広島工業大学、2017年8月31日	口頭発表
2017	国内学会	大橋さゆり(名古屋市立大学) et al、ブータンにおける減災教育用VRコンテンツ、 映像表現・芸術科学フォーラム 2018 (Expressive Japan 2018)、東京工科大学、2018年3月16日	ポスター発表

招待講演	0
口頭発表	1
ポスター発表	3

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1													
No.2													
No.3													

外国特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2016	2017/3/24	名古屋市立大学芸術工 学部建築都市デザイン学 科論文賞	ブータン王国版築造建築物の 耐震性能向上に関する研究	江原夏季	名古屋市立 大学芸術工 学部	1.当課題研究の成果である	卒業研究
2017	2018/3/26	名古屋市立大学芸術工 学部産業イノベーション学 科作品賞	ブータンの版築造における施 工工程のマニュアル	奥野雄喜	名古屋市立 大学芸術工 学部	1.当課題研究の成果である	卒業制作

2 件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2016	2016/11/13	ブータン国新聞Kuensel紙	Studying seismic risks to masonry buildings		1.当課題研究の成果である	JICAブータン事務所長とブー タン政府と議事録署名式、プ ロジェクト概要が記事になる
2017	2017/9/21	ブータン国営放送BBSテ レビ	Japanese experts conduct successful pull-down test of rammed earth structures	ニュース全国放送	1.当課題研究の成果である	研究代表者とカウンターパー トがインタビューに答えプロ ジェクト意義について発信
2017	2017/12/26	ブータン国営放送BBSテ レビ	Ground breaking ceremony held for construction of examination facility	トップニュース、研究代表者と CPがニュースに生出演	1.当課題研究の成果である	ブータン皇太后陛下が臨席
2017	2017/12/27	ブータン国新聞Kuensel紙	Examination facility to study Bhutanese traditional structures	トップ記事	1.当課題研究の成果である	ブータン皇太后陛下が臨席

4 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの 招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要
2016	2016/6/30	第1回勉強会	JICA本部 (日本)	10(0)	非公開	JICAとの情報共有
2016	2016/8/18	第2回勉強会	JICA本部 (日本)	10(0)	非公開	詳細計画策定調査に向けた打合せ
2016	2016/9/2	対処方針会議	JICA本部 (日本)	10(0)	非公開	詳細計画策定調査の対処方針に関する打合せ
2016	2016/9/20	JICA詳細計画策定調査全体会議	ティンブー市 (ブータン)	20(9)	非公開	ブータン側との詳細計画 全体会議
2016	2016/11/17	耐震化技術の開発・普及グループ第1 回勉強会	名古屋市立大 (日本)	15(0)	非公開	詳細計画策定調査の結果を共有するとともに、大学院および学部学生に対する説明会開催
2016	2016/12/19	ネパール復興支援の経験共有	JICA本部 (日本)	8(0)	非公開	ネパール復興支援の経験共有と今後の研究推進に関する打合せ
2016	2017/1/7	耐震化技術の開発・普及グループ第2 回勉強会	東工大蔵前会館 (日本)	8(0)	非公開	R/D、MOU締結を受けたH29年度の研究計画に関する打合せ
2016	2017/2/14	耐震化技術の開発・普及グループ第3 回勉強会	日本大学 (日本)	7(0)	非公開	H29年度の研究実施に関する打合せ
2016	2017/3/28	次年度活動計画会議	JICA本部 (日本)	10(0)	非公開	次年度活動計画に関する打合せ
2017	2017/5/15	Commencement Meeting	ティンブー市 (ブータン)	20(12)	非公開	2017年度活動計画承認、プロジェクト運営上の課題と対策を協議。 JICA運営指導調査団が出席。
2017	2017/6/12	Working Group Meeting	ティンブー市 (ブータン)	5(4)	非公開	ブータン側作業部会、活動レビューと次活動計画、課題と対策を共有
2017	2017/7/14	Working Group Meeting	ティンブー市 (ブータン)	7(6)	非公開	活動レビューと次活動計画、課題と対策を共有
2017	2017/9/1	Working Group Meeting	ティンブー市 (ブータン)	9(6)	非公開	活動レビューと次活動計画、課題と対策を共有
2017	2017/11/30	Training Report and Working Group Meeting	ティンブー市 (ブータン)	8(6)	非公開	帰国研修員報告会 兼 活動レビューと次活動計画
2017	2018/1/29	耐震化技術開発グループ会議	日本大学 (日本)	10(2)	非公開	DOC2名を日本へ招へいし供与機材の利用法、活動レビューと次年度計画策定

2017	2018/2/12	Project Management Unit and Working Group Meeting	ティンブー市 (ブータン)	5(4)	非公開	プロジェクトマネージャー会議、JCCの事前協議
2017	2018/2/23	地震評価グループ会議	JICA筑波 (日本)	5(2)	非公開	DGM2名を日本へ招へいし供与機材の利用法、活動レビューと次年度計画策定
2017	2018/3/9	Active Fault and Earthquake Disaster Mitigation in Bhutan	ティンブー市 (ブータン)	20(15)	非公開	DGMでブータンの人々が活断層を正しく恐れるためのセミナーを開催

18 件

②合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要
2017	2018/3/8	2017年度成果報告、2018年度計画承認、現状課題と対策の協議	27	協議議事録についてJICAブータン事務所長、DDMプロジェクトダイレクタが署名合意、研究代表者が証人として署名。JICA本部、DDM、各市大が議事録原本を保存。

1 件

成果目標シート

研究課題名	ブータンにおける組積造建築の地震リスク評価と減災技術の開発プロジェクト
研究代表者名 (所属機関)	青木 孝義 (名古屋市立大学・大学院芸術工学研究科)
研究期間	H28採択(平成28年10月1日～平成33年3月31日)
相手国名/主要相手国研究機関	ブータン王国/内務文化省災害管理局、内務文化省文化局、経済省地質鉱山局、公共事業省技術支援局

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 開発途上国における脆弱住宅の減災への活用 日本企業による成果の事業化
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 版築・石積建築の構造特性・耐震性能の解明と耐震診断、補強技術の開発 ブータンヒマラヤのサイモテクトニクス解明
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 版築・石積建築の実験データ 版築・石積建築の構造解析手法と耐震診断法 版築・石積建築の補強技術 震度観測システム
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 国際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成(国際会議への指導力、レビュー付雑誌への論文掲載など)
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> ブータン及び日本におけるワークショップ開催 修士課程、博士課程留学生の受け入れと短期研修生の受け入れ
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> 耐震診断法マニュアル 版築・石積建築の耐震化指針 技術者講習・住民教育マニュアル 地震動予測地図

上位目標

地震災害脆弱性改善を柱に、国民幸福度を向上させる持続可能な開発モデルとして周辺諸国へ展開し、地域の人々の安全で安心できる暮らしの実現に貢献

災害管理行政の枠組みにおける耐震化指針の全国規模での運用
上位目標の達成に必要な、研究課題抽出と具体的取り組み方策の構築

プロジェクト目標

ブータンの減災施策の科学的根拠となる地震、地盤、組積造に関する知見の取得と耐震化指針、減災教育マニュアルの作成及び災害管理行政の枠組みにおける運用

