

令和 4 年 6 月 3 日現在

機関番号：13301

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B））

研究期間：2018～2021

課題番号：18KK0129

研究課題名（和文）イランにおける歴史遺産防災学の研究拠点形成に関する国際共同研究

研究課題名（英文）Joint International Research Aiming for Core of Excellence on Historical Heritage Disaster Prevention Studies

研究代表者

宮島 昌克（MIYAJIMA, MASAKATSU）

金沢大学・地球社会基盤学系・教授

研究者番号：70143881

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,900,000円

研究成果の概要（和文）：10年以上にわたる国際共同研究の実績を基に、カウンターパートの地方にあるユネスコ世界文化遺産である聖タデウス教会の耐震診断・耐震補強の研究を海外研究協力者の若手研究グループと一緒に新たな国際共同研究として行った。すなわち、聖タデウス教会の周辺地盤において屈折法弾性波探査と常時微動計測を行い、地盤動特性を把握した。また、UAVを用いた遠隔建物診断とサーモ・トレーサーを用いた非破壊試験および建物の常時微動計測を行い、建物の動特性把握および耐震診断を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

10年以上にわたる国際共同研究の実績を基に、これをさらに発展させ、カウンターパートの地方にあるユネスコ世界文化遺産である聖タデウス教会の耐震診断・耐震補強の研究を新たな国際共同研究として行うとともに、これまでの実績を歴史遺産防災学という観点から再構築することによって、イランにおいて歴史遺産防災学という新しい学問分野を確立し、Azarbaijan Shahid Madani大学に歴史遺産防災学の研究拠点を形成しようとしている点に社会的意義が認められる。

研究成果の概要（英文）：Based on more than 10 years of international joint research, we conducted a new international joint research on seismic diagnosis and reinforcement of St. Thaddeus Church, a UNESCO World Cultural Heritage site in the region of our counterpart, together with a young research group of overseas research collaborators. In other words, refraction seismic surveys and micro tremor measurements were conducted in the ground around St. Thaddeus Church to understand the ground dynamic characteristics. In addition, remote building diagnosis using a UAV, nondestructive testing using a thermos-tracer, and micro tremor measurement of the building were conducted to understand the dynamic characteristics of the building and to diagnose its seismic resistance.

研究分野：地震工学

キーワード：組積造建造物 イラン 世界文化遺産 耐震診断 耐震補強

1. 研究開始当初の背景

本研究の対象国のイランは日本、トルコ、台湾、米国カリフォルニアに並ぶ世界有数の地震国である。2004年12月に発生したイラン・バム地震では、地震後に世界文化遺産の危機遺産リストに緊急登録された日干し煉瓦(アドベ)造のバムの要塞都市が壊滅的な被害を受けたのみならず、人口約12万人と言われたバム市の約1/4の人命が奪われた。これまでの世界文化遺産の危機遺産リストにはアフガニスタンやイラクといった戦時下あるいはこれに近い状態にある世界文化遺産が登録されてきたが、地震によるものはバムの要塞都市が最初であり、これからもこのようなケースが増えるのではないかと危惧されている。

この地震の翌年、現地の組積造建造物の耐震性能詳細調査を行った結果、歴史的組積造建造物の脆弱性と歴史的な重要性が同居しているイランの歴史的組積造建造物の耐震性向上の緊急かつ重要性を痛感し、Azarbaijan Shahid Madani大学のFallahi准教授と共同研究を開始し、科学研究費の支援のもと、約10年間にわたりユネスコ世界文化遺産に登録されている歴史的組積造建造物の耐震診断と補強法に関する国際共同研究を継続して実施してきた。

2. 研究の目的

10年以上にわたる国際共同研究の実績を基に、カウンターパートの地方にあるユネスコ世界文化遺産である聖タデウス教会の耐震診断・耐震補強の研究を海外研究協力者の若手研究グループと一緒に新たな国際共同研究として行うとともに、これまでの実績を歴史遺産防災学という観点から再構築することによって、イランにおいて歴史遺産防災学という新しい学問分野を確立し、Azarbaijan Shahid Madani 大学に歴史遺産防災学の研究拠点を形成しようというのが本研究の目的である。

3. 研究の方法

地盤動特性の把握のために聖タデウス教会周辺地盤の屈折法弾性波探査と常時微動計測を行う。建物の動特性把握および耐震診断として UAV を用いた遠隔建物診断とサーモ・トレーサーを用いた非破壊試験および建物の常時微動計測を行う。計測機器をわが国から持ち込み、現地の若手研究者と共同で計測することにより、これらの先端計測機器の性能を現地に紹介する。

なお、最終年度に海外研究協力者と共に「歴史的組積造建造物の地震学・地震工学に関するイラン 日本セミナー」を開催し、ユネスコ世界文化遺産である聖タデウス教会の耐震診断・耐震補強に関する研究成果を研究代表者、分担者全員で報告する予定であったが、新型コロナウイルス感染症拡大のため実施することができなかった。

4. 研究成果

(1) 地盤の常時微動測定

聖タデウス教会周辺地盤の常時微動計測を行い、H/Vスペクトル比から地盤の卓越振動数を推定した。聖タデウス教会周辺地盤の計測点を図1に示す。計測点1A及び1Bは計測時間10分、計測点2～8は計測時間15分である。また計測点1Aは地下で計測を行った。明確にピークが確認された計測点3、4のH/Vスペクトル比を図2、3に示す。計測結果から聖タデウス教会周辺地盤の卓越振動数はおよそ8.2Hzであることが示された。これは日本の道路橋示方書では 種地盤に相当し、強固な地盤であると言える。聖タデウス教会の地下構造は、薄い堆積層または岩盤のような工学的基盤に近い性質をもっていると推察される。

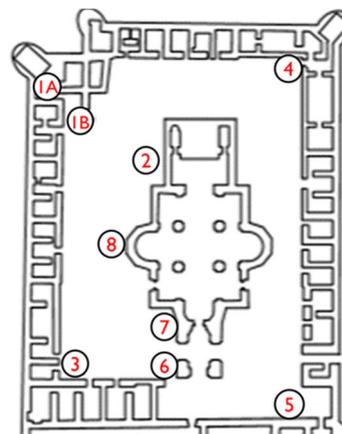


図1 聖タデウス教会周辺地盤の計測点

(2) 建物の常時微動測定

聖タデウス教会の白い石が用いられている西側の塔(以下、白の教会と称す)と黒い石が用いられている東側の塔(以下、黒の教会と称す)の常時微動計測を行った。黒の教会の計測では1階床レベルおよび屋上レベルに各水平2成分の合計4成分の計測を行った。また白の教会の計測では1階床レベルおよび屋上レベルに各水平2成分の合計4成分の計測を塔の北側と東側で2回行った。振動計設置箇所を図4、5に示す。建造物がEW方向、NS方向に立地しており、EW方向が建物の

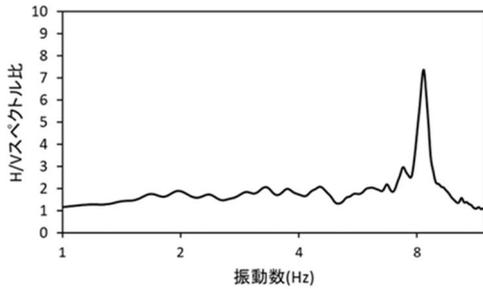


図2 H/V スペクトル比 (計測4)

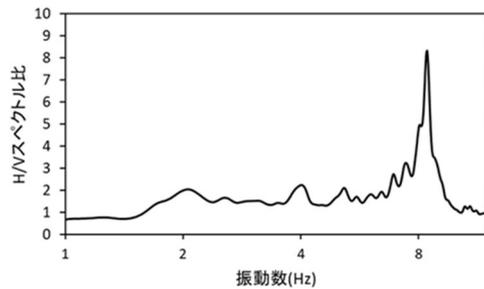


図3 H/V スペクトル比 (計測8)

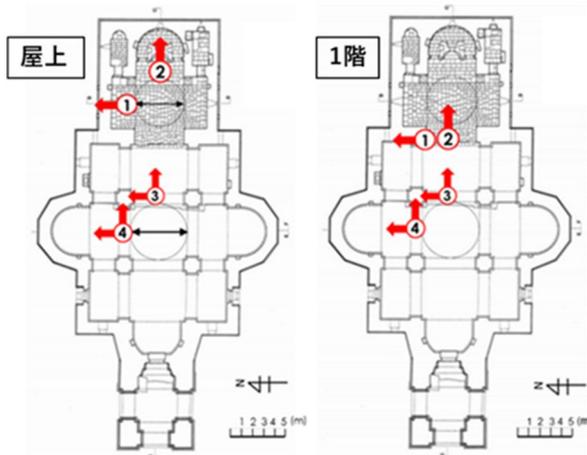


図4 教会計測点(平面図)

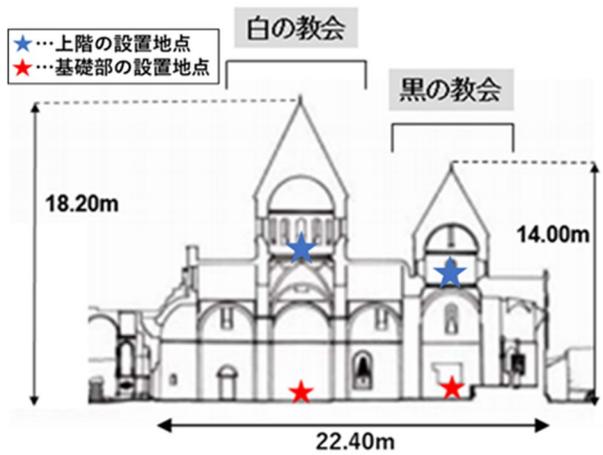


図5 教会計測点(南側立面図)

長辺、NS方向が建物の短辺である。

各計測点における常時微動記録から H_r/H_f ($r=roof$, $f=foundation$) スペクトル比を求め、固有振動数を推定した。 H_r/H_f スペクトル比とは建造物の同一方向における上階のスペクトルを下階(基礎)のスペクトルで除したもので、上下階の各振動数における伝達特性を表すものと考えられる。得られた固有振動数を表1に示す。

黒の教会の卓越振動数はNS方向で9.7Hz、EW方向で10.0Hzである。EW方向とNS方向における固有振動数を比較するとほぼ同程度の値であることが分かった。白の教会の東側における卓越振動数はNS方向で6.9Hz、EW方向で6.9Hzである。白の教会の北側における卓越振動数はNS方向で4.4Hz、EW方向で5.2Hzである。EW方向とNS方向における固有振動数を比較するとNS方向に比べEW方向の方が0.8Hz大きい結果が得られた。

表1 固有振動数と H_r/H_f スペクトル比

	方向	固有振動数(Hz)	H_r/H_f スペクトル比
黒の教会	NS	9.7	4.8
	EW	10	8.2
白の教会(東)	NS	6.9	5.7
	EW	6.9	8.4
白の教会(北)	NS	4.4	3.8
	EW	5.2	2.1

地盤と建物の共振は主に地盤と建物の1次固有振動数の近似性と関係があると考えられるため、これらについて比較する。聖タデウス教会周辺地盤の卓越振動数は8.2Hzと大きく、教会の卓越振動数をみると、黒の教会ではNs方向で9.7Hz、EW方向で10.0Hz、白の教会では東側でNS、EW方向ともに6.9Hz、北側ではNS方向で4.4Hz、EW方向で5.2Hzといずれの塔においてもそれほど近い値ではない。しかし、建物の劣化や地震による建物の損傷によって固有振動数は低下することから、黒の教会の固有振動数が低下したときに地盤の固有振動数に近い値を示す可能性が考えられる。そのような場合、地盤と建物が共振し黒の教会における損壊の危険性が高くなると推測される。

対象建造物物の減衰定数を、ハーフパワー法を用いて求めた。黒の教会、白の教会それぞれの減衰定数を表2に示す。黒の教会ではNS方向で5.5%、EW方向で8.3%という結果となった。また白の教会の東側ではNS方向で7.6%、EW方向で3.2%、白の教会の北側ではNS方向で9.3%、EW方向で3.2%という結果となった。黒の教会ではEW方向の方が大きく、白の教会ではNS方向の方

が大きいという結果が得られた。

一般に組積造は比較的減衰定数が大きく算出されると言われており、今回の解析結果は対応している。小石らの既往の研究では、煉瓦・RC混構組積造建物においてひび割れの有無によりひび割れ前の減衰定数が約4%、ひび割れ後の減衰定数が約6.6%と大きくなるという結果が得られていることから、教会内部に多く見られた半円型の壁面のひび割れによるエネルギー損失や内部減衰が大きくなり減衰定数が大きく評価されたことも考えられる。そのため、黒の教会のEW方向、白の教会のNS方向で減衰定数が大きくなったと考えられる。

表2 減衰定数の算出結果

	方向	減衰定数(%)
黒の教会	NS	5.5
	EW	8.3
白の教会(東)	NS	7.6
	EW	3.2
白の教会(北)	NS	9.3
	EW	3.2

(3) 赤外線サーモグラフィ法を用いた建物外壁調査

赤外線サーモグラフィ法を用いて組積造の表面温度分布を可視化し、剥離等の異常高温部を検出することが可能かどうかを確認することを目的としてサーモ・トレーサーを用いた建物外壁調査を行った。図6に撮影位置を示す。赤丸の数字が外壁の撮影位置を、青四角の数字が後述する内壁の撮影位置をそれぞれ示している。一部の写真の可視画像、赤外線による熱画像写真と赤外線の合成像を写真1示す。局部的に赤くなった熱画像があるが、黒色の部分だけが熱を持って明確に赤くなっており、この画像から剥離部分の検出は困難であった。

(4) 赤外線サーモグラフィ法を用いた建物内壁調査

内壁の撮影結果の一例を写真2,3に示す。写真-2は①下部の合成写真(北西側)、写真-3は②下部の合成写真(南側)である。

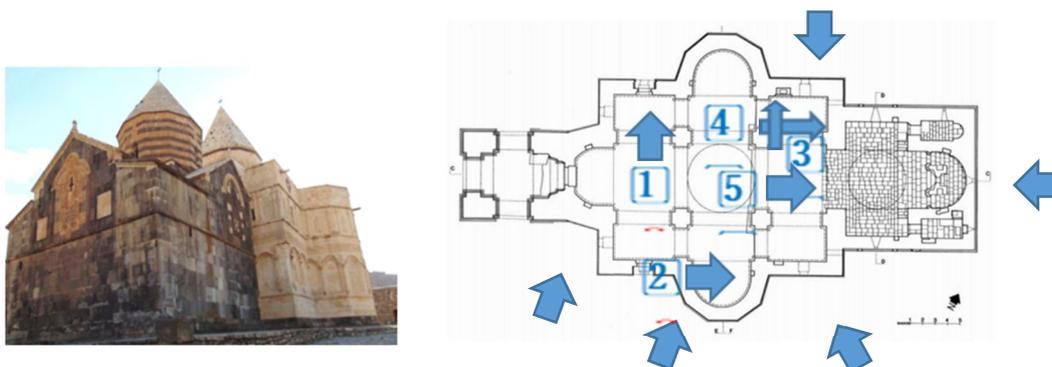
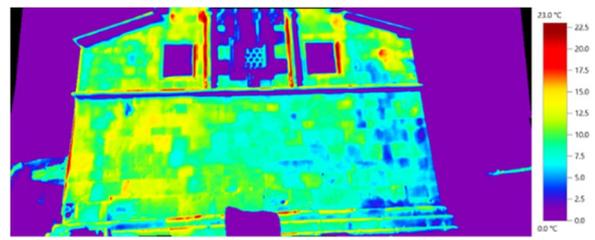
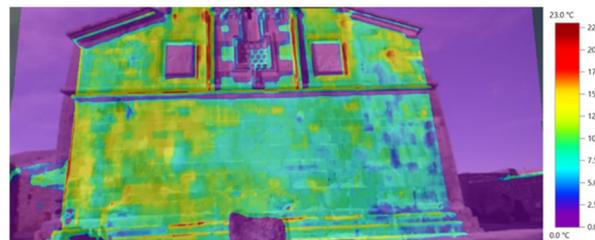


図6 外壁、内壁の撮影位置



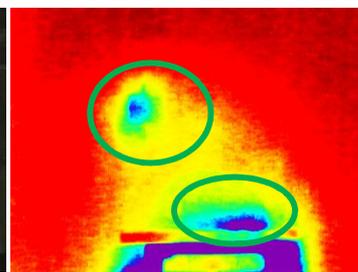
(a) 写真の可視画像

(b) 赤外線による熱画像



(c) 写真と赤外線の合成画像

写真-1 部の合成写真（北東側）

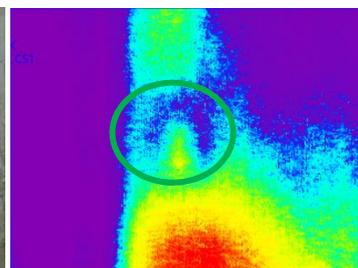


(a) 写真の可視画像

(b) 赤外線による熱画像

(c) 写真と赤外線の合成画像

写真-2 ①下部の合成写真（北西側）



(a) 写真の可視画像

(b) 赤外線による熱画像

(c) 写真と赤外線の合成画像

写真-3 ②下部の合成写真（南側）

写真-2 では ①下部の合成写真（北西側）の○部分が大きく熱画像で空隙または浮石部分だけが熱が低下して明確に青くなり変状があることが明らかとなった。また、写真-3 ②下部の合成写真（南側）では外部からは見ることができないが、扇上の構造物があり、他の部分より熱が低下して明確に青くなっていることが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計27件（うち査読付論文 20件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 西川隼人、高谷富也、池本敏和、宮島昌克	4. 巻 66A
2. 論文標題 小型MEMSセンサの単点測定による木造建物の固有振動数の評価について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 構造工学論文集	6. 最初と最後の頁 315-322
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Karashi, J., Samaei, M. and Miyajima, M.	4. 巻 -
2. 論文標題 Finite-Fault Stochastic Simulation of the 2008 Iwate-Miyagi Mairiku, Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Earth and Space Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/essoar.10506095.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 橋本 隆雄, 磯部 有作, 松尾 拓, 石作 克也	4. 巻 14
2. 論文標題 熊本城内の石垣を対象とした3次元地盤モデルの構築と2次元地震応答解析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 国土館大学理工学部紀要	6. 最初と最後の頁 113-119
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Furukawa, A., Masuda, K. and Kiyono, J.	4. 巻 6
2. 論文標題 Diagonal Compression Test of Mortar Interlocking Masonry Wall with Various Block Shapes and Different Support Conditions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontier in built environment	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fbuil.2020.579366	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Furukawa, A., Kiyono, J. and Toki, K.	4. 巻 1
2. 論文標題 Identification of damage to a two-story historic masonry building in Nepal due to the 2015 Gorkha earthquake using natural frequencies and mode shapes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceeding of the XI International Conference on Structural Dynamics, EURODYN2020	6. 最初と最後の頁 878-888
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.47964/1120.9069	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山木誠也, 古川愛子, 清野純史	4. 巻 -
2. 論文標題 数値解析を用いた鉄道組積橋脚の地震時挙動と鋼板接着補強の効果に関する検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第40回土木学会地震工学研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 B15-1582
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 橋本 隆雄, 中澤 博志, 池本 敏和, 宮島 昌克	4. 巻 -
2. 論文標題 大型振動台実験による石垣補強技術の耐震性評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第40回土木学会地震工学研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 C15-1617
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 吉田雅穂, 市橋有咲	4. 巻 -
2. 論文標題 天守を有する91城の地震リスク評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第40回土木学会地震工学研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 C15-1650
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Aiko FURUKAWA, Hiroki YOSHIKAWA and Junji KIYONO	4. 巻 38
2. 論文標題 Investigation of the Tsujun Bridge damage mechanism during the 2016 Kumamoto earthquake	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 自然災害科学J. JSNDS	6. 最初と最後の頁 1-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Aiko FURUKAWA, Johanes Jefry PRASETYO and Junji KIYONO	4. 巻 38
2. 論文標題 Failure process and load-displacement relationship of rectangular block and interlocking block walls during in-plane lateral loading	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 自然災害科学J. JSNDS	6. 最初と最後の頁 25-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 古川愛子, 花房陸斗, 清野純史, Rishi Ram Parajuli	4. 巻 19
2. 論文標題 ネパール・パタン地区の歴史的組積造建物を対象としたゴルカ地震による固有振動数低下要因の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本地震工学会論文集	6. 最初と最後の頁 2_70-2_86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5610/jaee.19.2_70	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 古川愛子, 八木亮介, 清野純史	4. 巻 41
2. 論文標題 直方型ブロック組積造壁とI型ブロック組積造壁の面内水平載荷試験の数値解析によるインターロッキング効果の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 895-900
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 古川愛子, 花房陸斗, 清野純史, R.R.Parajuli, 土岐憲三	4. 巻 13
2. 論文標題 ネパール・パタンの歴史的組積造建物の漸増動的解析とノンエンジニアド補強効果の検証	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 歴史都市防災論文集	6. 最初と最後の頁 99-106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 古川愛子, 浅野恭介, 清野純史	4. 巻 35
2. 論文標題 インターロッキングによる組積造建物の耐震性向上効果の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木構造・材料論文集	6. 最初と最後の頁 63-71
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 J.J. Prasetyo, A. Furukawa, J. Kiyono	4. 巻 -
2. 論文標題 Dynamic 2D Finite Element Analysis of Interlocking Brick Wall	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 32nd KKHTCNN Symposium on Civil Engineering	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 K. Asano, A. Furukawa, J. Kiyono	4. 巻 -
2. 論文標題 Study on Earthquake Resistance Improvement Effect for Masonry Buildings using Interlocking Blocks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 32nd KKHTCNN Symposium on Civil Engineering	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 西川隼人, 池本敏和, 宮島昌克	4. 巻 75
2. 論文標題 震度増分に及ぼすサイト増幅特性と震源スペクトルの影響に関する基本的考察	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集A1 (構造・地震工学)	6. 最初と最後の頁 373-382
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejsee.75.1_373	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 西川隼人, 野口竜也, 西村 武, 宮島昌克, 香川敬生	4. 巻 75
2. 論文標題 2016年鳥取県中部の地震を対象とした木造建物の最大応答変形角予測式の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集A1 (構造・地震工学)	6. 最初と最後の頁 383-390
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejsee.75.1_383	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 西川隼人, 野口竜也, 宮島昌克, 香川敬生	4. 巻 19
2. 論文標題 微動H/Vの1次ピークの振動数と振幅に基づいた地盤増幅度評価式の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本地震工学会論文集	6. 最初と最後の頁 7_41-7_55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5610/jaee.19.7_41	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Miyajima, M., Ikemoto, T., Fallahi, A., Yamaguchi, K. and Yoshida, M.	4. 巻 -
2. 論文標題 Seismic Diagnosis of St. Stepanos Monastery in Iran	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of 2019 Rock Dynamics Summit in Okinawa	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Hashimoto, T., Ishidukuri, K., Matsuo, T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Analysis of the stone wall damage of Kumamoto Castle by 2016 Kumamoto earthquake using 3D laser scanner and ground survey	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of 2019 Rock Dynamics Summit In Okinawa	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 M. Miyajima, A. Fallahi, T. Ikemoto, M. Samaei, S. Karimzadeh, H. Setiawan, F. Talebi and J. Karashi	4. 巻 2
2. 論文標題 Site Investigation of the Sarpole-Zahab Earthquake, Mw 7.3 in SW Iran of November 12, 2017	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 JSCE Journal of Disaster Factsheets	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 古川愛子, 花房陸斗, 清野純史, R.R. Parajuli, H.R. Parajuli, 土岐憲三	4. 巻 12
2. 論文標題 ネパール・ゴルカ地震によるパタンJhatapoli地区の歴史的組積造建物群の被災度分析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 歴史都市防災論文集	6. 最初と最後の頁 67-74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 古川愛子, 木村翔太, 清野純史	4. 巻 74
2. 論文標題 凹凸のある煉瓦で構成される組積造壁の破壊メカニズムと耐力向上効果の検証	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集A1 (構造・地震工学)	6. 最初と最後の頁 I_699-I_711
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Johanes Jefry Prasetyo, Aiko Furukawa, Junji Kiyono	4. 巻 1
2. 論文標題 Failure Process and Load-Displacement Relationship of Interlocking Brick Walls during Lateral Loading	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the Thirty-First KKHTCNN Symposium on Civil Engineering	6. 最初と最後の頁 22-24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 池本敏和, A. H. Fallahi, 山口謙太郎, 宮島昌克, 吉田雅穂	4. 巻 12
2. 論文標題 イラン・聖ステファノス修道院における建造物及び表層地盤の動特性評価	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 歴史都市防災論文集	6. 最初と最後の頁 75-82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 恒川怜央, 池本敏和, 宮島昌克, 橋本隆雄	4. 巻 12
2. 論文標題 2016年熊本地震における熊本城内の石垣被害および崩壊挙動解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 歴史都市防災論文集	6. 最初と最後の頁 59-66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計14件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 橋本 隆雄, 中澤 博志, 池本 敏和, 宮島 昌克
2. 発表標題 非石塁構造石垣における補強技術の耐震性評価に関する大型振動台実験
3. 学会等名 土木学会第75回年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 橋本 隆雄, 中澤 博志, 池本 敏和, 宮島 昌克
2. 発表標題 石壘構造石垣における補強技術の耐震性評価に関する大型振動台実験
3. 学会等名 第55回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山木誠也, 古川愛子, 清野純史
2. 発表標題 改良版個別要素法を用いた鋼板接着補強組積橋脚の破壊挙動の数値解析
3. 学会等名 土木学会第23回応用力学シンポジウム講演概要集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山木誠也, 古川愛子, 清野純史
2. 発表標題 改良版個別要素法による鋼板接着補強組積橋脚の破壊挙動の数値解析
3. 学会等名 第75回土木学会年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古川愛子, 好川浩輝, 清野純史
2. 発表標題 2016年熊本地震における通潤橋の被災メカニズム分析
3. 学会等名 第39回土木学会地震工学研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ikemoto, T.
2. 発表標題 Collapse behavior of the castle's stone masonry during the 2016 Kumamoto earthquake
3. 学会等名 ETH Zurich-Japan Joint Symposium on Earthquake Engineering
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hashimoto, T., Ishidukuri, K., Matsuo, T.
2. 発表標題 Analysis of damage to stone walls in Kumamoto Castle by the 2016 Kumamoto earthquake, and results of large shaking table test
3. 学会等名 ETH Zurich-Japan Joint Symposium on Earthquake Engineering
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 恒川怜央, 影山亮太, 池本敏和, 宮島昌克, 橋本隆雄
2. 発表標題 地震時における城郭石垣の対策工法に 関する動的模型実験
3. 学会等名 第39回土木学会地震工学研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 許 一鳴, 山口 謙太郎, MISHRA Chhabi, 宮島 昌克
2. 発表標題 煉瓦造建物から採取したコアの載荷試験による煉瓦組積体の力学特性評価 その1 築後約90年の煉瓦造建物から水平方向に採取したコアの圧縮および割裂試験
3. 学会等名 2019年度日本建築学会大会(北陸)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Reo Tsuneawa, Toshikazu Ikemoto, Masakatsu Miyajima, Takao Hashimoto
2. 発表標題 Collapse behavior and Analysis of Stone Retaining Masonry's damage in Kumamoto castle during the 2016 Kumamoto Earthquake
3. 学会等名 International Symposium on Architectural Interchanges in Asia (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 八木亮介, 古川愛子, 清野純史
2. 発表標題 材料強度が組積造壁のインターロッキング機能に及ぼす影響について
3. 学会等名 平成30年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Johanes Jefry Prasetyo, Aiko Furukawa, Junji Kiyono
2. 発表標題 STUDY ON THE LOAD-DISPLACEMENT RELATIONSHIP OF INTERLOCKING BRICK WALLS DURING LATERAL LOADING
3. 学会等名 第73回土木学会年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 好川浩輝, 古川愛子, 清野純史
2. 発表標題 2016年熊本地震における通潤橋の被災メカニズムの解明
3. 学会等名 第73回土木学会年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 恒川怜央、池本敏和、宮島昌克、橋本隆雄
2. 発表標題 2016年熊本地震における熊本城百間石垣の被害状況および2D-DDAを用いた石垣崩壊挙動解析
3. 学会等名 木学会地震工学研究発表会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	清野 純史 (Kiyono Junji) (00161597)	京都大学・工学研究科・教授 (14301)	
研究分担者	山口 謙太郎 (Yamaguchi Kentaro) (10274490)	九州大学・人間環境学研究院・教授 (17102)	
研究分担者	橋本 隆雄 (Hashimoto Takao) (40628814)	国士舘大学・理工学部・教授 (32616)	
研究分担者	池本 敏和 (Ikemoto Toshikazu) (60311677)	金沢大学・地球社会基盤学系・講師 (13301)	
研究分担者	西川 隼人 (Nishikawa Hayato) (60769371)	福井工業大学・工学部・教授 (33401)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	吉田 雅穂 (Yoshida Masaho) (90210723)	福井工業高等専門学校・環境都市工学科・教授 (53401)	
研究分担者	藤生 慎 (Fujiu Makoto) (90708124)	金沢大学・地球社会基盤学系・准教授 (13301)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	アジャミ アリ (Ajami Ali)		
研究協力者	ファラヒ アブドルホセイン (Fallahi Abdolhosein)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
イラン	Azarbaijan Shahid Madani University		