

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 4 月 15 日現在

機関番号：14101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2011

課題番号：22650215

研究課題名（和文）主導的な文化遺産国際協力における耐震工学の役割に関する国際動向

研究課題名（英文）International trend of role of earthquake engineering for international cooperation initiative

研究代表者

花里 利一（HANAZATO TOSHIKAZU）

三重大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：60134285

研究成果の概要（和文）：歴史的建造物が被災した近年の海外巨大地震を対象として、海外研究協力者の協力を得て、被害および修復状況の調査を行い、修復段階における技術動向と課題を把握するとともに、文化遺産国際協力における耐震工学の役割を確認した。とくに、途上国・新興国において、日本の耐震技術が果たす役割が大きく、日本政府もプレゼンスを高めるために同様の認識であることを確認した。また、災害時にこの分野の先進国間の情報共有と技術的な支援協力も有意義である。国際機関ユネスコ・イコモスの動向調査では、歴史的建築物の構造修復と解析に関する国際学術委員会が、文化遺産の地震防災に関する活動を行っており、日本イコモスを代表して出席し、各国の取り組みについて把握した。これらの活動を通じて、国際的なネットワークを再構築することができた。この国際的なネットワークは、今後の主導的な文化遺産国際協力を進めていく上で基礎になる。さらに、東日本大震災による文化遺産の被害状況を英文レポートとしてまとめ、文化遺産国際協力を進める立場から海外に情報発信した。

研究成果の概要（英文）：

Site inspections were conducted to study the present state of restoration of historical buildings damaged by the recent devastating earthquakes that occurred in the overseas countries. Those studies indicated the role of earthquake engineering for proceeding international cooperation to conserve and restore cultural heritages, in particular, for presence of Japan in developing countries. Also, it has been significant for advanced countries to cooperate in such field. International human network was successfully endured through those investigations and ICOMOS International Scientific Committee.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,400,000	0	1,400,000
2011 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,900,000	450,000	3,350,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：文化財科学

キーワード：文化遺産、地震、国際協力

## 1. 研究開始当初の背景

平成 18 年に「海外の文化遺産保護に係わ

る国際的な協力の推進に関する法律」が制定された。この法律は、海外の文化遺産であつ

て、損傷・衰退・もしくはそのおそれのあるものの保護に係わる国際的な協力の推進に関して、基本理念を定め、わが国の国際的地位の向上に資することを目的としたものである。この法律の制定から3年以上経過し、その評価および課題を示す時期になっていた。一方、近年に主としてアジアで発生した大地震では、世界遺産を含む多くの歴史的建築物が被災し、文化遺産の防災対策は人類共通の地球規模の課題として取り扱うことが求められていた。

研究代表者は、近年の海外における地震災害において、文化遺産の調査および修復プロジェクトに構造分野から関わってきたが、活動を通じて、特に途上国に文化遺産災害対策は十分ではなく、わが国の耐震技術に対する期待が大きいことがわかった。しかし、従来は個別の災害対応で国際協力を行ってきた。国際的地位の向上を目指した政策的な面からも、文化遺産の災害対策に対する戦略的な展開・方策が必要になっていた。また、文化遺産国際協力において、耐震工学の視点からのアプローチの例はみあたらず、工学（耐震工学）と社会科学の融合領域の学際的なアプローチが期待されていた。

## 2. 研究の目的

わが国の文化遺産国際協力において、文化遺産の防災対策に関する国際的な活動と戦略に関する現状について、研究代表者が調査・修復活動に携わった地震災害を主な対象とした調査を行い、その課題を抽出し、今後、わが国の防災工学とくに耐震工学が果たす役割を明確にする。さらに、この分野において、国際的に主導的な役割を果たせるように、国際的なネットワークの基礎を構築する。

なお、研究期間中に東北地方太平洋沖地震が発生し、多くの文化遺産が被災した。文化遺産国際協力の一環として、文化遺産の被害状況を国際的に発信し、この経験・知見を共有し、今後の主導的な国際協力への展開を図ることも目的としている。

本研究は挑戦的萌芽研究であり、耐震工学の視点から文化遺産の保護を通じた国際協力の現状を分析するとともに、地球規模の課題対応型研究への展開に向けた国際的なネットワークの基礎を構築するものである。本研究の成果は、次の段階、すなわち地球規模の課題対応の段階を目指し、文化遺産災害対策に日本が主導的な役割を果たすために有用な知見と方策を得ることを目的としている。

## 3. 研究の方法

### 3.1 研究の体制

本研究は、学際的な組織により、各国の専門家も参加した国際的な協力体制で実施す

る。

### 3.2 近年の巨大地震で被災した文化遺産の修復と復興に関するフォロー調査

1999年ギリシャ・アテネ近郊地震、2003年イラン・バム地震、2006年インドネシア・ジャワ島中部地震、2009年イタリア・ラクイラ地震、2011年ニュージーランド・カンタベリー地震による文化遺産の被害および復興状況の調査を海外研究者の協力を得て実施する。

### 3.3 国際機関ユネスコ・イコモス(国際金得物遺跡会議)の動向調査

研究代表者はユネスコの下で責任をもって世界文化遺産の保護活動を行っているユネスコ・イコモスに参加しており、歴史的建築物の構造修復と解析に関する国際学術委員会 ISCARSAH のメンバーである。この国際学術委員会に出席し、各国の動向を把握する。

### 3.4 文化遺産の地震防災に関する海外および日本の動向調査

3.1に示した海外地震災害における外国の修復支援活動をレビューする。さらに、近年の日本政府による文化遺産国際協力事業のうち、災害対策に関係する事業を抽出し、耐震工学の役割に関して政府関係者のヒヤリングを実施する。

### 3.5 国際的なネットワークの構築

以上の研究調査活動を通じて国際的なネットワークの基礎を構築する。

### 3.6 東日本大震災による文化遺産の被害の国際的な発信

本研究の期間内の2011年3月11日に、東北太平洋沖地震が突発的に発生した。この地震でも、地震動や津波で多くの文化財建造物が被害を受けた。3.4において基礎を構築したネットワークを用いて、被害状況を発信し、この経験の共有化を図る。

## 4. 研究成果

### 4.1 近年の巨大地震で被災した文化遺産の修復と復興に関するフォロー調査

#### 1) 1999年ギリシャ・アテネ地震

震源に近いアテネ近郊の組積造世界遺産ダフニー修道院(ビザンチン教会堂)は大きな被害を受けたが、EUの経済的な支援により現在も修復が続けられている。この修道院では、文化省からの委託を受けて亀裂変位と地震に関するモニタリングを文化省の委託を受けたアテネ工科大学(ともに研究協力者)が実施しており、グラウティングによる亀裂修復の効果がわかるとしている。研究代表者の花里は、アテネ・パルテノン神殿およ

び世界遺産ビザンチン教会堂における構造モニタリングを実施または協力している。西欧の地震国のひとつであり、イタリアなどとともに耐震工学の先進国であるが、近年の経済的な問題から文化遺産の保存修復が遅延している。日本の高度な耐震技術に関する期待も大きく、文化遺産国際協力を推進するためにも、EU圏の国であるが、日本も協力すべきであろう。



写真1 世界遺産ダフニー修道院

### 2) 2003年イラン・バム地震

世界遺産中世歴史都市アルゲバムは大規模な土の建築遺産であり、2003年イラン・バム地震で崩壊し、危機遺産に登録されている。地震災害後、フランス、イタリア、ドイツなどによる国際協力の下、修復が始まった。日本も地震直後には、政府としてアルゲバムの緊急支援を行っている。地震後、すでに、約8年を経過しているが、修復事業はいまだ道半ばである。イラン側研究協力者メルダッド・ヘジャジ教授(イスファハン大学)の協力を得て、保存修復状況に関する調査を行うとともに、パイロット・プロジェクトとして、同遺跡バザール内の店舗建築の修復計画を共同で提案した。イラン側の日本の技術協力とくに耐震技術に対する期待は大きく、政治外交的な問題はあるが、フランス・ドイツ・イタリアが支援活動を続けているなかで、わが国の主導的な文化遺産国際協力のためにも、修復事業への技術的な支援を再開することが望まれる。



写真2 世界遺産アルゲバム遺跡

### 3) 2006年インドネシア・ジャワ島中部地震

世界遺産プランバナン寺院群は2006年ジャワ島中部地震で大きな被害を受けた。地震災害直後には、インドネシア政府の要請で、日本政府が派遣した専門家チームによる緊急支援調査が行われた。本研究の研究代表者である花里は構造分野の専門家としてそのチームに加わり、その後も、学術研究として、モニタリング調査を始めとする修復支援をガジャマダ大学(研究協力者)の協力を得て実施してきている。2011年度には、寺院内の8棟の石造モニュメントのうち、最も大規模なシヴァ祠堂を除く7棟の修復事業が完了し、すでに、一般観光客に公開している。一方、この地震で被災した世界遺産の緊急調査がユネスコによって実施され、イタリア人専門家が派遣され、世界遺産遺跡群のひとつセウ寺院の応急対策が行われた。その後は、日本を除く外国による国際協力は行われていない。途上国から新興国になりつつあるインドネシアでは、文化遺産の保存修復分野において耐震工学がようやく関心呼び始めた段階であり、わが国のプレゼンスをさらに高めるためにも人材の育成を含めて技術協力を進めることが望まれる。



写真3 世界遺産プランバナン寺院

### 4) 2009年イタリア・ラクイラ地震

2009年4月にイタリア中部で発生したラクイラ地震では、ラクイラ市およびその周辺地域の歴史的建築物が大きな被害を受けた。イタリアは、文化遺産の構造修復分野では、技術的にも国際的にもトップクラスであり、とくに組積造建築に関する実績は十分である。地震から3年後の2011年3月に、現地の修復事業の技術的な指導者である研究協力者クラウディオ・モデナ教授(パドバ大学)の協力で、修復状況の視察を行った。ラクイラ旧市街の住民は郊外の被災者住宅に移った後、旧市街の歴史的建築物の修復が進められている。被災した歴史的建築物の修復では、活用を考慮した構造修復計画が重要になる。建築遺産の修復過程は、緊急対策、中期的な対策、さらに恒久対策の3段階に分けることができる。旧市街にあって、すでに教会として使用されている石造教会堂では、中期的な対

策(経過措置)が施されており、その考え方および技術は、東日本大震災で歴史的組積造建築物に顕著な被害を受けた日本にとっても参考になろう。後述するニュージーランドとともに先進国間の知見の共有および文化遺産を災害から守るネットワークの構築は有意義であり、今後も積極的に協力を進めることが望まれる。また、先進国間においても、分遺産地震防災の分野において、日本が果たす役割は大きいことがわかった。



写真 4 経過措置が行われて活用されているコレマジオ教会(13世紀末)

#### 5) 2011年ニュージーランド・カンタベリー地震

2011年2月に発生したニュージーランド・カンタベリー地震では、クライストチャーチ市街で多くの歴史的組積造建築物が被災した。被災状況および修復計画に関する情報を得るために、歴史的組積造建築の修復計画の技術指導を行っている研究協力者ジェイソン・イングハム教授(オークランド大学)と2011年11月に被災地を視察した。被災した歴史的組積造建築物群の修復計画の原案が提示された時期であり、ほとんどの歴史的建築物ではガレキは撤去されたものの応急対策の段階であった。修復計画の立案は、米国の専門家の協力を得て進められていたが、今後、修復事業が本格化するなかで、木骨構造物もあり、日本の協力も期待される。前述のイタリアとともに、先進国間の文化遺産国際協力において耐震工学が果たす役割が大きいことがわかった。

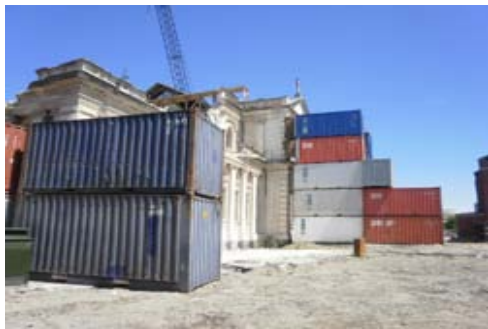


写真 5 コンテナを用いた石造カトリック教会(19世紀)の緊急対策

#### 4.2 国際機関ユネスコ・イコモス(国際記念物遺跡会議)の動向調査

ユネスコの下で、世界遺産等の文化財建造物の保存修復活動を実施しているイコモスでは、歴史的建築物の構造修復と解析に関する国際学術委員会 ISCARSAH が文化遺産の地震防災に関わる活動を行っている。研究代表者の花里は、日本イコモスを代表して、この学術委員会に出席した(2010年6月英国・エジンバラ会議、2010年10月中国・北京会議、2011年5月キューバ・ハバナ会議、2011年11月フランス・パリ会議)。この委員会では、それぞれの国内の文化遺産の災害対策の現状について事例報告とともに、ドイツ等の先進国からは、国際技術協力として実施している事例も紹介された。この国際委員会では、途上国等のイコモスから、歴史的建造物の構造的な保存修復に関わる技術協力要請があれば、国際的なネットワークを通じてその情報を通知し、委員メンバーの派遣等の協力を行うこととしている。今後、耐震対策に関わる問題があれば、主導的な文化遺産国際協力を目指すためにも、協力することが肝要であり、その基礎となる活動を続けている。委員会では、歴史的建造物の構造修復と診断に関する国際的な技術資料の作成を進めており、耐震工学関係の資料原稿の作成を担当する予定である。

#### 4.3 文化遺産の地震防災に関する海外および日本の動向調査

日本政府では、近年、地震災害が続くインドネシアに対する協力が主に行われてきており、2006年ジャワ島中部地震被災文化遺産の保存修復に係る調査協力、文化遺産国際協力としてボルブドール遺跡保存拠点交流事業、西スマトラ州パダンにおける歴史的建造物および町並み復興支援を行っている。これらのなかでは、とくに、2006年ジャワ島中部地震で被災した世界遺産プランバナン寺院の修復支援に耐震工学が役立っている。この修復支援調査では、本研究の研究代表者が耐震工学の専門家として参加しており、インドネシア側の信頼を得て調査を実施している。

近年の地震災害に対する国際協力について、外国の動向をみると、2003年イラン・バム地震では、中世歴史都市アルゲバムの修復にフランス、イタリア、ドイツが協力している。(日本は、当初、政府が協力していたが、現在は政治的な問題から撤退している)2006年ジャワ島中部地震では、オランダおよびイタリアの専門家が調査に派遣されているが、修復支援までは至っていない。2009年イタリア・ラクイラ地震、2011年ニュージーランド・カンタベリー地震では、それぞれ EU 内の協力、米国・オーストラリアとの協力を得て、調査・修復支援が行われている。

#### 4.4 国際的なネットワークの構築

前述の海外調査および国際学術委員会を通じて、国際的なネットワークづくりをさらに進めることができた。前述の調査実施国々のほか、ルーマニア、ペルー、台湾、フィリピンにおいて、文化遺産国際協力について動向を調べ、日本の耐震工学が果たす役割を確認した。

#### 4.5 東日本大震災による文化遺産の被害の国際的な発信

研究期間内の2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、東北地方から関東地方の広域にわたり、数多くの歴史的建造物が被災した。海外からも、この地震による文化遺産の被害に対して高い関心が寄せられた。文化遺産国際協力を進める上で、この災害情報を早く発信することが必須と考え、英文レポートを作成し、日本イコモスから刊行した。この英文レポートは、2011年11月に開催されたイコモス総会において、文化遺産の保存修復に関わっている専門家に配布された。さらに、前述のイコモス国際学術委員会において、東日本大震災による文化遺産の被害状況を報告した。ところで、津波で流失した歴史的建造物は数多くはなかったが、地震動の卓越周期が短周期であったために、土蔵建物や組積造建築物に顕著な被害がみられた。歴史的組積造建築物については、イタリア・ラクイラ地震およびニュージーランド・カンタベリー地震においても大きな被害を受けており、東日本大震災で被災した建造物の修復に向けて、イタリアおよびニュージーランドの専門家を協力者として、国際的な技術指針の策定を目標とする研究提案を行った。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計7件)

1)小柳津菜都美,花里利一,上北恭史他3名:ジャワ島中部地震で被災した世界遺産プランバナン寺院群 その14 構造修復計画立案に向けた地震および亀裂変位のモニタリング調査,建築学会大会講演梗概集,2012年9月(発表確定)

2)Mehrddad Hejazi, Toshikazu Hanazato and Mai Taneichi : Restoration plan of an adobe shop building in the Bam citadel in Iran, Proc. of TERRA2012,2012年4月24日

3)花里紗知穂,花里利一,上北恭史他3名:ジャワ島中部地震で被災した世界遺産プランバナン寺院群 その12 地震と構造安全性に関するモニタリング調査,建築学会大会講演梗概集 ,pp895-896,2011.8.25

4)中谷朱希,花里利一,上北恭史他3名:ジャワ島中部地震で被災した世界遺産プランバナン寺院群 その13 耐震性に関するモニタリング調査と地震応答解析,建築学会大会講演梗概集,pp897-898, 2011.8.25

5)小柳津菜都美,大村真理子,花里利一:海外の地震国における世界遺産組積造建築物の耐震性に関わるモニタリング調査 その3 パルテノン神殿における地震動と被害に関する調査,建築学会大会講演梗概集, pp945-946,2011.8.24

6)Toshikazu hanazato : Outlines of the damage to heritage structures by the Great East Japan Earthquake of March 11,2011,Workshop : Earthquake and Hurricanes Response and Preparedness, ISCARSAH, 2011.5.16

7)Harris P.Mouzakis, Andoroniki Miltiadou, Maria Ioannidou, Toshikazu Hanazato 他7名: Dynamic Performance of Greek Stone Temple in Comparison with Japanese Timber Pagoda, 第13回日本地震工学シンポジウム論文集,pp1436-1443, 2010年11月19日

〔図書〕(計1件)

1)The Great East Japan Earthquake, Report on the Damage to the Cultural Properties, Japan ICOMOS National Committee, 2011,32(pp1-15,,pp31-32)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

花里 利一 (HANAZATO TOSHIKAZU)  
三重大学・大学院工学研究科・教授  
研究者番号: 60134285

##### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

##### (3) 連携研究者

和田 章 (WADA AKIRA)  
東京工業大学・応用セラミック研究所・  
教授  
研究者番号: 90158684

上北 恭史 (UEKITA YASUFUMI)  
筑波大学世界文化遺産専攻・准教授  
研究者番号：00232736

清水 真一 (SHIMIZU SHINICHI)  
国立博物館機構・東京文化財研究所・文化  
遺産国際協力センター・センター長  
研究者番号：70359556