

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 14 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2009～2013

課題番号：21254004

研究課題名(和文)キリスト教・イスラーム文化混雑地域の歴史的遺構にみる建築技術の展開と交流

研究課題名(英文) Interaction and Evolution of Architectural Technique in the Region Amalgamated with Christian and Islamic Culture

研究代表者

篠野 志郎 (SASANO, SHIRO)

東京工業大学・総合理工学研究科(研究院)・教授

研究者番号：20108210

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,200,000円、(間接経費) 10,560,000円

研究成果の概要(和文)：東西文明の接点という地政学的な条件を背景に、キリスト教及びイスラームを中心とした独自の建築文化が開花した、アナトリア・カフカース・シリアの各地域に数多く残存する歴史的建築遺構について、現地調査で収集したデータに基づき、建築構成等の意匠的研究に加え、これまで看過されてきた建築構造、建築材料、地震工学等の建築技術の観点から、遺構群を横断した検討とその比較を通じて、その建築的特質を明らかにし、建築文化の交流の一端を明らかにした。また、本課題の研究結果を総合し、アルメニア教会エチミアジンのカトギケ聖堂の補強案を提示した。

研究成果の概要(英文)： The aim of the present project is to illuminate the characteristics of each of the architectural traditions found in the region amalgamated with Christian and Islamic culture and trace their interaction- notably from a structural viewpoint, too often neglected in previous studies- in an attempt to reach beyond differences of religion. As a combined result of several concerned analyses, a proposal of reinforcement of Katoghike church in Etchmiadzin of Armenia has been released to the Armenian Catholicos.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築史・意匠

キーワード：中世 歴史的建築物 キリスト教 イスラーム 建築技術 架構 地震

1. 研究開始当初の背景

アナトリア・カフカース・シリアの各地域は、東西文明の接点という地政学的な条件を背景に、幾多の文明が勃興し、各地で独自の建築文化が開花した。特に、5世紀から14世紀にかけては、アナトリア中部の初期キリスト教及びビザンツ教会の建築、シリアの初期キリスト教建築、東アナトリアからカフカース一帯に分布するアルメニア教会及びグルジア教会の建築、アナトリアに広く残存するセルジューク朝期のイスラーム建築等、多様な建築文化の展開が認められる。これらの建築遺構は、それぞれ崩壊の危機に晒されながらも、現在まで数多く残されている。

これらの建築群に関する学術研究としては、19世紀末から20世紀にかけて、それぞれ悉皆的な調査が行われ、各建築群の建築的特質が明らかにされてきた。ただ、そこでは主に、建築に用いられる細部意匠の検討や図像的解釈による建築平面の類型化など、専ら様式論的・美術史的手法に依拠した研究に偏向しており、構造物として、また空間を構成する立体的な構築物として建築を捉える建築学の観点から、各建築文化の特質を十分に明らかにしてきたとはいえない。またこれらの建築群は、文明の混淆するこの地域の地政学的な性質から、建築文化相互の影響関係が想定されるが、これらの建築群を横断的に比較・検討し、その影響関係を実証的に解明する研究はこれまでなされてこなかった。

2. 研究の目的

そこで本研究では、こうした既往研究における様式論的建築史の姿勢を批判的に捉えた上で、これまでの研究では看過されてきた建築技術という視点から、各建築群の建築的特質を明らかにすることを目的とする。すなわち、これらの建築遺構群に対して建築史・建築構造・建築材料・地震工学等の観点による横断的検討を通じて、当該地域における相異なる建築文化の間になされたであろう交流の一端を明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では、当該地域に現存する歴史的建築遺構の現地調査を悉皆的に行い、現状を把握した上で、そのうち歴史的価値を有するもの、崩壊の危険等の緊急性を要するもの等と判断される遺構を調査した遺構より選定し、建築構造の解析等の検討を重点的に行うものとした。悉皆調査では、写真やビデオの撮影、平面実測を基本作業とし、写真測量、常時微動観測作業、建築材料採取については特定の遺構について適宜行った。

既往の研究では、建築を実際に成立させる建築技術(建築工法や建築材料、部材の構成方法である建築構法、建築構造等)に関する検討も、概説的な指摘を除いては、殆どなされていない。このような建築技術に基づく視点は、各建築群をいわば即物的に捉えるもの

であり、建築空間に付与された宗教的な価値といった建築文化固有の象徴論や意味論に依拠しない点で、建築を考える上で普遍性のある視点といえる。従って、建築技術という指標は、多様な文化の混淆が想定されるこの地域の建築群に対して横断的な検討を行うにあたり有効な指標と捉えられる。

4. 研究成果

(1) 歴史的建築物の現状の悉皆的把握

本調査では、トルコ共和国、グルジア共和国、アルメニア共和国及びシリア・アラブ共和国に残存する建築遺構を踏査し、現状を撮影した写真及び映像データを得るとともに、いくつかの遺構については平面実測データ、写真測量による実測データを収集し、平面図と立面図の作成を行った。

当研究組織において今回が初めての調査であったグルジアについては、東部のカヘティア、中部カルトリア、北西部スワネティ等、2010年から同国全土に亘り、調査を実施した。

一方、グルジア同様、今回初調査となるシリアでは、2009年の2010年の2年間で、ダマスカスの歴史地区に残る建築遺構、アレppo北郊いわゆるDead Citiesに残る初期教会建築群、中部タルトゥス周辺の遺構等にて調査を実施した。その後も調査が計画されていたものの、当該国が内戦状態となったことから2011年以降入国を断念し、情報収集及び協力機関との連絡を図るのみとなった。

アルメニアでは、2009年より毎年継続的に調査を実施した。悉皆的な調査は概ね終了していることから、これまでの調査において、データ確保が不十分な遺構や構造解析を要する遺構について、重点的に調査した。

トルコでは、同国文化観光省の調査許可関連の規則により、調査許可の下りる県の数が一プロジェクトに対して2県に限られることから、当初計画で予定していたアナトリア中部地域での調査を断念し、ワン県及びビトリス県における遺構の調査を2011年及び2012年に実施した。特に当該地域では、初回調査直後の2011年10月に大地震が発生したことから、結果として遺構の地震被害状況についても把握することになった。

(2) 分野ごとの研究成果

建築構成・意匠

これまでの調査研究で検討されてきたドーム部を中心とした架構構成の検討をグルジアの教会建築にも援用できることを確認した上で、各建築群における構成の特質を明らかにした。特に、スキンチとペンデンティヴの使用形式における差異が、アルメニア、グルジア、タオ＝クラルジェティ各地域の地域性として見出された他、チェンギリにおける架構構成の混在は、当該地域の複数の建築文化の交流を示唆するものと捉えられた。

・上述の検討を援用した架構要素の分析をトルコにおける墓廟建築でも行った結果、構成

要素の用法や工法で地域的な差異が顕著に認められ、東方から流入したトルコ民族が、当地に継承されている既存の建築工法や技術を自らの建築に導入したと解釈できた。

建築構造解析

・実地調査に基づき、グルジア教会に特徴的な建築形式のひとつである単廊形式の教会堂について、固有周期を推定し、その耐震性能を評価するための力学モデルを作成した。
・これまでの調査でデータを収集済だったトルコ共和国イシュハン及びチェングリの教会堂遺構について、有限要素モデルを用いた構造解析を行い、耐震性能が極めて低いこと、イシュハンでは腕部上部ヴォールトの修理が耐震性向上に有効なことを明らかにした。
・アルメニア共和国ヴァガルシャパットに残るリプシメ教会堂及びカトギケ（カテドラル）について、有限要素モデルを用いた構造解析を行い、各遺構の耐震性能を評価し、いずれの遺構もドラム部より下部は比較的堅牢であるものの、ドラムより上部に当たる部位が構造上弱いことが判明した。
・建築物の耐震性評価の一手法である常時微動の測定と測定値の分析から、対象遺構の振動特性を明らかにした。特に上述したアルメニア共和国ヴァガルシャパットの2教会については、建築物上部及び下部にもセンサーを設置し、全体的な震動挙動を把握した。

浅層地震探査による地盤構造の推定

歴史的建築物の地震被害対策に必要な、建築物の地震時挙動の理解を目的に、建築の立地する地盤性状に関して浅層地震探査を行い、トルコ共和国ワン及びピトリス地域の遺構所在地における浅層地盤の状況を把握した。2011年の地震による被害の大小とS波速度の大小とに相関がみられ、強震動の特徴と地盤との関連が明らかとなった。

建築材料

当該地域の調査対象遺構 50 棟に用いられている石灰モルタルについて、実際に遺構からそれら建築材料をサンプルとして採取し、成分分析及び強度試験を行うことで、石灰モルタルの性状を明らかにし、考察を行った。ラブル・コア工法が、表層石材部とモルタル骨材部との組み合わせによって組み上げられる特質から、構築当初より最終的に期待される強度を実現できることを明らかにした。

研究成果の社会還元：歴史的建築物の修復プロジェクトへの参画

・前述したアルメニア教会のカトギケにおける構造解析や材料分析を総合し、当該遺構の修復・補強案の検討を行い、構造的に弱いドラムの窓開口部に金属枠をサッシュとして取り付ける案等を耐震性能向上に有効な案として導出した。本案については、アルメニア文化省及びアルメニア教会当局にも提示

しており、今後実現に向けた協議を継続する予定となっている。

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 28 件)

・ 藤田康仁、篠野志郎、黒津高行、元結正次郎、高橋宏樹、守田正志、服部佐智子、吉本憲生、「Rkoni 修道院の調査報告 キリスト教・イスラームの文化混淆地域における歴史建築の研究 24」、日本建築学会関東支部 2013 年度研究報告集 II、pp.777-780、2014 年 2 月 [査読無]

・ Shiro SASANO、Yasuhiro FUJITA、Evolutional Stage of the Church at Bagaran in Genealogy of Armenian Architecture, Hushardzan(Monument), Scientific Research Center of Historical and Cultural Heritage, Ministry of Culture of Republic of Armenia, vol.8, Yerevan, 2013 [審査付]

・ 藤田康仁、「アルメニア正教教会堂建築における外壁面ニッチ構成の特質」、日本建築学会計画系論文集、vol.689、pp.1641-1650、2013 年 7 月 [査読付]

・ 藤田康仁、「初期アルメニア正教教会堂建築教会堂主要部構成内部における上部架構構成 - アルメニア共和国におけるキリスト教建築の研究 4 - 」、日本建築学会計画系論文集、vol.687、pp.2201-2209、2013 年 5 月 [査読付]

・ 守田正志、篠野志郎、地元孝輔、山中浩明、藤田康仁、「ワン湖北東部エルジシュ(Ercis)市近郊の墓廟建築の調査報告 キリスト教・イスラームの文化混淆地域における歴史建築の研究 21」、日本建築学会関東支部 2012 年度研究報告集 II、pp.769-772、2013 年 3 月 [審査付]

・ 篠野志郎、守田正志、藤田康仁、「ゴムキウアンのゲオルギ教会堂における架構統辞形式 キリスト教・イスラーム文化混淆地域における歴史建築の研究 22」、日本建築学会関東支部 2012 年度研究報告集 II、pp.773-776、2013 年 3 月 [審査付]

・ 大谷友香、元結正次郎、篠野志郎、高橋宏樹、藤田康仁、「ラブル・コア工法を用いた教会堂の常時微動計測と固有周期について キリスト教・イスラームの文化混淆地域における歴史建築の研究 24」、日本建築学会関東支部 2012 年度研究報告集 I、pp.393-396、2013 年 3 月 [審査付]

・ 藤田康仁、篠野志郎、黒津高行、元結正

次郎、高橋宏樹、守田正志、服部佐智子、吉本憲生、「6-13世紀創建のグルジア正教教会堂建築におけるドーム部の内部架構構成 - キリスト教・イスラームの文化混淆地域における歴史建築の研究 23」, 日本建築学会関東支部2012年度研究報告集 II, pp.777-780, 2013年3月 [査読無]

・藤田康仁、「内部架構構成からみたトルコ共和国東部チェンギリ・キリセの特質」, 日本建築学会計画系論文集, vol.682, pp.2881-2889, 2012年12月 [査読付]

・藤田康仁、「初期アルメニア正教教会堂建築の教会堂主要部構成内部における上部架構の構築方法 - アルメニア共和国におけるキリスト教建築の研究 3」, 日本建築学会計画系論文集, vol.679, pp.2201-2209, 2012年9月 [査読付]

・守田正志、篠野志郎、藤田康仁、「アナトリア地域における12-15世紀前半創建の墓廟建築のクリプトに関する研究 - キリスト教・イスラームの文化混淆地域における歴史建築の研究 19」, 日本建築学会関東支部2011年度研究報告集 II, vol.82, pp.641-644, 2012年3月 [審査付]

・藤田康仁、篠野志郎、元結正次郎、守田正志、「アルメニア共和国アパラン近郊のアルメニア正教教会堂建築の調査報告 - キリスト教・イスラームの文化混淆地域における歴史建築の研究 17」, 日本建築学会関東支部2011年度研究報告集 II, vol.82, pp.633-636, 2012年3月 [査読無]

・篠野志郎、藤田康仁、元結正次郎、守田正志、樋口諒、「アルメニア共和国トルコ国境沿いに残るバガン教会堂の建築構成について - キリスト教・イスラーム文化混淆地域における歴史建築の研究 18」, 日本建築学会関東支部2011年度研究報告集 II, vol.82, pp.637-640, 2012年3月 [査読無]

・大谷友香、元結正次郎、高橋宏樹、藤田康仁、篠野志郎、「ラブル・コア工法の再現と強度試験について : キリスト教・イスラームの文化混淆地域における歴史建築の研究 20」, 日本建築学会関東支部研究報告集 82(II), 645-648, 2012年3月 [査読無]

・藤田康仁、「初期アルメニア正教教会堂建築における建築壁面の構築方法 - アルメニア共和国におけるキリスト教建築の研究 2」, 日本建築学会計画系論文集, vol.664, pp.1179-1188, 2011年6月 [査読付]

・大谷友香、元結正次郎、藤田康仁、守田正志、篠野志郎、「Ishanの教会の巨視的構造特性について : 東アナトリア地域の中世期建

築遺構における構造的研究」, 日本建築学会関東支部2010年度研究報告 II, vol.81, pp.591-594, 2011年3月 [審査付]

・篠野志郎、藤田康仁、黒津高行、高橋宏樹、元結正次郎、守田正志、「2010年度グルジア共和国キリスト教建築遺構調査報告 : ツウヴァリ型教会堂の遺構 - キリスト教・イスラーム文化混淆地域における歴史建築の研究 6」, 日本建築学会関東支部2010年度研究報告集 II, vol.81, pp.571-574, 2011年3月 [査読無]

・藤田康仁、篠野志郎、黒津高行、元結正次郎、高橋宏樹、守田正志、「初期アルメニア正教教会堂建築における記念建築遺構の調査報告 - キリスト教・イスラーム文化混淆地域における歴史建築の研究 8」, 日本建築学会関東支部2010年度研究報告集 II, vol.81, pp.579-582, 2011年3月 [査読無]

・守田正志、篠野志郎、藤田康仁、山田卓矢、稲村杏子、「シリア共和国における初期キリスト教建築および中世期イスラーム建築の調査概要 - キリスト教・イスラーム文化混淆地域における歴史建築の研究 9」, 日本建築学会関東支部2010年度研究報告集 II, vol.81, pp.583-586, 2011年3月 [査読無]

・山田卓矢、篠野志郎、守田正志、藤田康仁、稲村杏子、「ダマスクスに残る12-16世紀創建の墓廟建築に関する調査報告 - キリスト教・イスラーム文化混淆地域における歴史建築の研究 10」, 日本建築学会関東支部2010年度研究報告集 II, vol.81, pp.587-590, 2011年3月 [査読無]

②1. 篠野志郎、藤田康仁、守田正志、黒津高行、高橋宏樹、「アラガッツ村の聖三位一体教会堂における建築構成の系譜 - キリスト教・イスラームの文化混淆地域における歴史建築の研究 1」, 日本建築学会関東支部2009年度研究報告集 II, pp.633-636, 2010年3月 [審査付]

②2. 藤田康仁、篠野志郎、守田正志、黒津高行、高橋宏樹、「側室のない単廊式ドームホール型教会堂遺構の調査報告 - キリスト教・イスラームの文化混淆地域における歴史建築の研究 2」, 日本建築学会関東支部2009年度研究報告集 II, pp.637-640, 2010年3月 [査読無]

②3. 守田正志、藤田康仁、篠野志郎、黒津高行、高橋宏樹、「カラマンおよびコンヤにおける12-15世紀創建の墓廟建築の調査報告 - キリスト教・イスラームの文化混淆地域における歴史建築の研究 3」, 日本建築学会関東支部2009年度研究報告集 II, pp.641-644, 2010年3月 [査読無]

〔学会発表〕(計 25 件)

・藤田康仁、「カフカース地域の中世キリスト教会堂建築における外壁面ニッチ構成」、中世建築史研究会、早稲田大学、2014年1月25日

・大谷友香、元結正次郎、篠野志郎、武藤厚、藤田康仁、「ラブル・コア工法を用いた教会堂の振動特性について その1 現地における常時微動測定と固有値解析」、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-2、構造 IV、2013、pp.927-928、北海道大学、2013年8月31日

・益田晃宏、三浦徳人、武藤厚、元結正次郎、大谷友香、藤田康仁、「ラブル・コア工法を用いた教会堂の振動特性について その2 エチミアジン大聖堂の3次元モデルによる振動特性の評価」、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-2、構造 IV、2013、pp.929-930、北海道大学、2013年8月31日

・永田航気、元結正次郎、武藤厚、高橋宏樹、大谷友香、益田晃宏、村本駿、藤田康仁、「ラブル・コア工法を用いた教会堂の振動特性について その4 振動特性の同定法とその妥当性」、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-2、構造 IV、2013、pp.933-934、北海道大学、2013年8月31日

・Shiro SASANO, Hiroaki YAMANAKA, Masashi MORITA, Kosuke CHIMOTO, Mete MİRZAOĞLU, Yasuhito FUJITA, "Research on Technical Interaction and Earthquake Disaster Prevention Program to Architectural Heritage in the Eastern Anatolia, -survey in 2012-" THE 35th INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF EXCAVATION, RESEARCH AND ARCHAOMETRY, Mugla Sıtkı Koçman University, Mugla, Republic of Turkey, May 29. 2013

・Yasuhito Fujita, "The External Niches on the Medieval Churches in Armenia and Georgia", Journée d'études sur l'archéologie et l'art de l'Arménie ET DE LA GEORGIE médiévales, Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme (MMSH), Salle Paul-Albert Février 5, rue du Château de l'Horloge, Jas-v de-Bouffan, Aix-en-Provence, France, November 14. 2012

・永田航気・高橋宏樹・大谷友香・元結正次郎・藤田康仁・篠野志郎、「ラブル・コア工法の縮小試験体を用いた強度試験について その1 素材試験および縮小試験の結果」、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-2、構造 IV、2012、pp.999-1000、名古屋大学、2012

年9月13日

・大谷友香、元結正次郎、武藤厚、高橋宏樹、藤田康仁、篠野志郎「ラブル・コア工法の縮小試験体を用いた強度試験について その2 材料・工法の特性を考慮した考察」、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-2、構造 IV、2012、pp.1001-1002、名古屋大学、2012年9月13日

・Yasuhito Fujita, "Research on Technical Interaction and Earthquake Disaster Prevention Program to Architectural Heritage in the Eastern Anatolia", THE 34th INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF EXCAVATION, RESEARCH AND ARCHAOMETRY, HITIT UNIVERSITY, ÇORUM, Republic of Turkey, May 30. 2012

・藤田康仁「初期アルメニア正教会堂建築におけるドーム架構の展開」、地中海学会研究会、東京芸術大学、2012年4月14日

・藤田康仁、「いかにドームを架構するか。アルメニア正教会堂建築におけるドーム架構部構成」、「『建築』としての教会堂」(第2回日本建築学会西洋建築史若手研究者研究発表会)、建築会館、2011年11月19日

・Yasuhito Fujita, "Overview of the Survey on Georgian Churches in 2010, First Japanese-Georgian Workshop of Architectural and Urban Historians, Chubinashvili National Research Centre, Republic of Georgia, September 21, 2011

・篠野志郎、藤田康仁、守田正志、墨津高行、高橋宏樹、元結正次郎、「グルジア共和国のネクレン修道院におけるホール型教会堂の架構形式について - キリスト教・イスラーム文化混淆地域における歴史建築の研究 13 - 」、日本建築学会大会学術講演梗概集 F-2、建築歴史・意匠 2011、pp.685-686、早稲田大学、2011年8月23日

・山田卓矢、篠野志郎、守田正志、藤田康仁、「ダマスクスにおける墓廟の棟数と分布 - キリスト教・イスラーム文化混淆地域における歴史建築の研究 15 - 」、日本建築学会大会学術講演梗概集 F-2、建築歴史・意匠 2011、pp.689-690、早稲田大学、2011年8月23日

・Yasuhito Fujita, "Survey on Historical Architecture in Caucasus and Eastern Anatolia, with Respect to Building-Techniques" JOURNEE D'ETUDES SUR L'ARMENIE ET LA GEORGIE, Travaux et recherches d'art et d'archéologie médiévale, Le Laboratoire d'Archéologie Médiévale en Méditerranée,

Aix-en-Provence, France, December 1.2010

. Masashi MORITA, Shiro SASANO, Yasuhito FUJITA, Mete MIRZAOGU, "Research on Technical Interaction and Preservation Program to the Diversified Architectural Heritage in the Eastern Anatolia", The 31st International Symposium of Excavations, Surveys and Archaeometry. PAMUKKALE UNIVERSITY, DENIZLI, Republic of Turkey, May 25. 2009

. 吉本憲生、藤田康仁、篠野志郎、黒津高行、高橋宏樹、元木健太郎、「アルメニア共和国・タテヴ修道院の調査報告 キリスト教・イスラームの文化混淆地域における歴史建築の研究 5」、日本建築学会大会学術講演梗概集 F-2, 建築歴史・意匠 2010、pp.155-156、富山大学、2010年9月11日

. 稲村杏子、守田正志、篠野志郎、藤田康仁、山中浩明、Hussam Zaineh、「ダマスクス旧市街地に残る16世紀創建のハーン・アル・ザイト(Khan al-Zait)の調査報告 キリスト教・イスラームの文化混淆地域における歴史建築の研究 4」、日本建築学会大会学術講演梗概集 F-2, 建築歴史・意匠 2010、pp.157-158、富山大学、2010年9月11日

. Hussam Zaineh、山中浩明、篠野志郎、守田正志、藤田康仁、瀬尾和太、Estimation of Shallow S-wave Velocity Structure Using Microtremor Exploration in Damascus City, Syria 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-2, 構造 II2010、pp.773-774、富山大学、2010年9月11日

〔図書〕(計 3件)

. 篠野志郎編著、『写真集 東アナトリアの歴史建築 Stone Arks of Oblivion』、2012、彩流社、189頁

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕

研究報告会を通じた研究成果等の開示
研究報告会題名:『研究報告会:越境するローカリズム- シリア・アルメニア・東トルコ・グルジアの歴史建築 -』、開催日時:2013年11月16日、開催場所:東京工業大学蔵前会館ロイヤルブルーホール

6. 研究組織

(1) 研究代表者

篠野 志郎(SASANO SHIRO):東京工業大学・大学院総合理工学研究科・教授、研究者番号:20108210

(2) 研究分担者

瀬尾 和太(SEO KAZUOH):東京工業大学・大学院総合理工学研究科・名誉教授、研究者番号:30089825(2010年まで、後に連携研究者)

元結 正次郎(MOTOYUI SHOJIRO):東京工業大学・大学院総合理工学研究科・教授、研究者番号:60272704

山中 浩明(YAMANAKA HIROAKI):東京工業大学・大学院総合理工学研究科・教授、研究者番号:00212291(2011年より)

高橋 宏樹(TAKAHASHI HIROKI):ものつくり大学・技能工芸学部・准教授、研究者番号:60226876(2010年、2009年及び2011年以降は連携研究者)

元木 健太郎(MOTOKI KENTARO):鹿島建設、研究者番号:60334520(2010年まで)

藤田 康仁(FUJITA YASUHITO):東京工業大学・大学院総合理工学研究科・助教、研究者番号:00436718

守田 正志(MORITA MASASHI):東京工業大学・大学院総合理工学研究科・特別研究員、(2010年まで、後に連携研究者)

(3) 連携研究者

黒津 高行(KUROTSU TAKAYUKI):日本工業大学・工学部・教授、研究者番号:20215114

盛川 仁(MORIKAWA HITOSHI):東京工業大学・大学院総合理工学研究科・教授、研究者番号:60273463(2012年より)

武藤 厚(MUTO ATSUSHI):名城大学・理工学部・教授、研究者番号:90278325(2012年より)

(4) 研究協力者

服部 佐智子(HATTORI SACHIKO):東京工業大学・大学院総合理工学研究科・特別研究員

大谷 友香(OTANI YUKA):関東学院大学・理工学部・助手

山田 卓矢(YAMADA Takuya):東京工業大学・大学院総合理工学研究科・博士後期課程(当時、2009~2012年まで)

吉本 憲生(YOSHIMOTO NORIO)

東京工業大学・大学院総合理工学研究科・特別研究員