

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：14501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26630275

研究課題名(和文) インフラの再定義と社会的・工学的効果のみえる化ー持続社会設計学の構築を目指してー

研究課題名(英文) Redefinition of Infrastructure and Visualization of Social and Engineering Effects
- Toward Construction of Sustainable Social Design -

研究代表者

山崎 寿一 (YAMAZAKI, JUICHI)

神戸大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：20191265

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：生活と国土の基盤となる次世代インフラの再定義・新たな概念の検討を目的に、神戸大学内の異分野交流、国内外における連携研究のネットワーク形成を推進した。共通テーマとして次世代の環境ビジョンとそれに至る社会戦略を設定し、持続的環境設計学の構築に向けた研究目標に向かって、(1)震災復興に現れた新たな社会インフラ問題、(2)ビックデータを用いたスマートインフラ評価、(3)レジリエントな建築・土木構造の次世代融合研究企画及び国際的ネットワークの構築、(4)インフラ整備のみえる化を推進すべく民間、官公庁とのコラボレーションを進め、研究ネットワークづくりを推進した。

研究成果の概要(英文)：This study aims to consider the redefinition and a new concept of next-generation infrastructure that becomes the foundation of life and national land. Interdisciplinary exchanges in the Kobe University and network formation of collaborative research in Japan and overseas have been promoted. Environmental vision of the next generation and social strategy that leads to it has been set as a common theme. Toward the research goals for the construction of sustainable environmental design studies, to promote the following four points; (1) new social infrastructure issues that appeared on the earthquake reconstruction, (2) evaluation of smart infrastructure using big data, (3) the next generation fusion research project of the resilient architecture and civil engineering structure, and construction of an international network, (4) visualization of infrastructure development, the research network development was promoted through collaboration with the private sector and the public agencies.

研究分野：地域計画・農村計画

キーワード：インフラ サステナビリティ レジリエンシー 国土 震災復興 みえる化

1. 研究開始当初の背景

本研究の研究母体は、2014年度からスタートした神戸大学自然科学系先端融合研究環の重点研究チーム(次世代インフラ融合研究、代表・山崎寿一)である。この研究チームは、21世紀COE(「安全と共生のための都市デザイン戦略」代表重村力、2003年-2008年)の研究成果を発展継承して設立されたものである。本研究では、建築と土木、計画と構造の連携組織によって、対象を「国土」と「インフラ」に設定し、サステナブルでレジリエントな社会設計(社会システム、国土のデザイン)の新規分野開拓を目標において研究企画を構想した。

国土強靱化法案が2013年末に成立し、新たな公共事業の在り方、東日本大震災からの復興想定外の巨大災害への対応が重要課題となった。また高度経済成長期に建設された大量のインフラストックの老朽化が顕在化し、その診断(モニタリング)と多機能化・高度化を図った再整備、さらに社会の情報化・スマート化に対応した社会システムの構築が緊急の課題となった。このような状況の中で、「インフラ」に焦点を定めた本研究は、社会的要請に応えるものと確信し、研究を推進することにした。

また2008年に制定された国土形成計画では、公共の在り方が根本的に見直され、公と私の中の「新たな公」に対する期待が明記された。国土計画をはじめとする各種計画、政策は、国民・市民・地域住民の生活の質と地域社会の活性化の向上に目標を定め、それを達成する手段として社会基盤の整備を進めている。その中で、公共事業によって整備する社会基盤が「狭義のインフラ」と考えられてきた。しかし現代及び近未来においては、従来のインフラ整備の考え方、その評価方法には限界があり、根本的に見直す時期にさしかかっているという認識から、研究企画を着想した(次世代インフラの再定義の必要性)。

公共事業に偏重したインフラ整備論は、公共事業の増大による経済成長という幻想が見え隠れしている。生活・地域、社会、経済、環境の基盤を整えるのは公共事業だけではない。近年、コモンズ理論が注目され、コミュニティの力、新たな社会共通資本の効用が再評価されているが、インフラの社会的効果を評価するオルタナティブな方法の開発が必要である。

このような状況認識から、本研究では、インフラの社会的・工学的・経済的効果(インフラ効果)のみえる化を研究課題に設定して研究をスタートさせることにした。

2. 研究の目的

本研究は、神戸大学自然科学系大学院の重点研究チーム(2014年4月発足「次世代インフラの融合研究」代表山崎)のコアスタッフを中心とする研究組織によって推進するもので、新たな研究領域の開拓を目指してい

る。建築と土木、計画分野と構造分野の連携を進め、共通の研究対象である社会基盤「インフラ」に焦点を当てて研究を進め、その成果をレジリエントでサステナブルな社会設計のための新たな研究領域(持続社会設計学)の新規開拓につなげたいと考えた。ここでは、生活の質と地域の活性化の向上に寄与すべく次世代インフラの再定義と、インフラ(社会システム・構造システム・管理システム)の社会的・工学的・経済的効果の「見える化」の手法・評価方法の開発を重点課題に研究を進めることとした。

3. 研究の方法

交付申請書の研究実施計画に基づく研究の展開

本研究は、挑戦的な萌芽研究であり、これまで個別に研究を進めてきた神戸大学建築学専攻、市民工学専攻の構成員が、新たな研究のプラットフォーム(今回の共同研究)で連携することによって、目標を共有化し、融合研究の構図を描き、新たな研究分野(持続社会設計学)の構築を目指して取り組む。本研究では融合研究課題の発見・設定、国際的融合研究拠点の形成に重点を置くものであり、次のステージでは大型の基盤研究、新研究領域につなげる目標を掲げた。

平成26年度は、研究の第一段階として、現在進めている個人科研等の成果を題材とした総合討論、国際シンポジウムや国内研究会の企画を通じて研究目的の共有化を図り、新たな融合研究の課題を発見・検討した(全体研究)。

キックオフミーティング(協力メンバーを加えた全体会議:担当山崎)を行い、1)現在進めている個人科研等の成果を題材とした総合討論、及び2)次世代インフラ融合研究のシエマ・構図の構築のための目標・研究シナリオの討論を行った。また、「サステナブルでレジリエントな環境創成」をテーマにキックオフ国際セミナーを開催した。

第二段階として、研究グループによる課題研究の推進を行った。課題研究は、1)コミュニティ、ソフトインフラを含むインフラの再定義(社会・居住環境インフラ担当:山崎)、2)スマート社会インフラと次世代インフラの社会的効果のみえる化評価(スマート社会インフラ担当:井料、小池、喜多)、3)次世代耐震構造物の技術開発と国際共同融合研究拠点形成(レジリエント構造システム担当:孫、藤谷)、4)次世代インフラのトータルマネジメントとみえる化理論(トータルインフラマネジメント担当:芥川)である。

また、これまでの研究フィールドにおいて「次世代インフラ概念」探求という視点から事例の再評価、識者からの専門的知識の提供を受けた(災害による被災地、過疎地、関連学会や研究会での資料収集)。

平成27年度は、引き続き、研究の第二段階の4つの研究グループ1)コミュニティ、ソ

フトインフラを含むインフラの再定義(社会・居住インフラ担当:山崎)、2)スマート社会インフラと次世代インフラの社会的効果のみえる化評価(スマート社会インフラ担当:井料、小池、喜多)、3)次世代耐震構造物の技術開発と国際共同融合研究拠点形成(レジリエント構造システム担当:孫、藤谷)、4)次世代インフラのトータルマネジメントのみえる化理論(トータルインフラマネジメント担当:芥川)の課題研究を推進した。

研究グループのテーマに即した国際ワークショップを開催し、研究組織のメンバー、国内外の招待研究者の参加を想定した討議の場を設定した。

第三段階では、次世代インフラの「みえる化理論」を総合的に検討し、第四段階で持続的社会設計学を目指した研究分野の組織的・理論的体系化の構図を描いた。

第三段階、第四段階に対応して、国際シンポジウム「持続社会設計学の構築に向けて-レジリエントでサステナブルな未来社会のみえる化」を開催し、研究の総括、次の研究ステージへつなげた。

4. 研究成果

平成26年度は、研究グループ全体として、(1)学内における研究体制の強化、(2)次世代インフラの理論フレームの設定、(3)国際的研究拠点の形成むけた準備を目標に研究を行い、あわせて分担テーマに関する個人研究を進めた。

具体的には、(1)に関連して、神戸大学の自然科学系大学院の横断組織である研究環(部局)の重点研究チームと今回科研チームとの連携を図り、「次世代インフラ融合研究チーム」を組織し、その研究フレームを検討・構築した。(2)については、「次世代インフラ融合研究」の新規研究分野の開拓にむけて、研究フレームとそれを構成する分担テーマを設定した。その内容は神戸大学自然科学系の大学院生を対象とする授業(「先端融合科学特論III」)において講義した。(3)については、次世代インフラ融合研究(科研および学内重点研究)のスタートとしてキックオフ国際セミナーを実施するとともに、海外からのゲスト研究者(招聘は別予算)を交えた国際研究集会を開催し、国際共同研究への基盤を整えた。2014年5月にはドイツ・シュツットガルト大学のエクハルト・ハーン名誉教授を招いて、「サステナブルでレジリエントな環境創成-持続的社会的未来を描く」をテーマに、次世代インフラの戦略的概念について討議した。また8月には中国・重慶大学李教授を客員教授として招聘し、国際ワークショップ「レジリエントな持続的社会的設計」をテーマに「レジリエント」で「サステナブル」なハイブリッド構造物の設計法の構築を中心テーマに検討した。

個人研究については、本研究の分担テーマにそった萌芽的研究を実施し、できるだけ学

術論文にその成果をまとめるよう心掛けた。

平成27年度は、前年度の研究蓄積を踏まえて、1)総合、社会・居住環境インフラ、2)スマート社会インフラ、3)レジリエント構造システム、4)トータルマネジメントインフラの4分野において、神戸大学内での研究打ち合わせと国内、海外との連携ネットワーク形成のための資料収集、研究打ち合わせを行った。あわせて研究組織構成員の担当課題に関して研究の深化、高度化を目指した挑戦的、萌芽的研究を推進した。

全体としての成果は以下の通りである。

1)総合、社会・居住環境インフラでは、今年度の共通テーマに次世代の環境ビジョンとそれに至る社会戦略を設定し、ドイツ、ドルトムント大学名誉教授をゲストとして国際セミナーを行った。また重点課題として、震災復興後に現れた新たな社会インフラ問題の実態把握を行った。

2)スマート社会インフラでは、ビッグデータやバーチャルリアリティなどの研究や新規インフラ整備の効果を定量的に分析するための分析モデルの構築・応用を行った。交通行動や生活行動に関する実態調査データをそれぞれ提案したモデルを用いて分析・評価し、利用者の視点からのインフラ整備運用評価を確認した。

3)レジリエント構造システムの研究として、新たなRC造耐震壁の開発やアルタイムハイブリッド実験システムの構築に成功し、研究の高度化を追求した。さらに中国西南交通大学、鄭州大学、成都理工大学との国際共同研究の輪を広げ、レジリエントな建築・土木構造の創出を目指した国際研究ネットワークを構築した。

4)トータルインフラマネジメントでは、OSV(On-Site Visualization)研究会を運営し、「光を使って安全・危険情報をリアルタイムに原位置に視覚的に表示する」方法論を発展させ、可視化情報を有効利用した地盤構造物の安全度判定、みえる化のシステムを開発した。この研究組織は海外にも拡大し、インドネシアをはじめとする国際的なネットワーク形成にもつながっている。

以下担当課題別の成果を示す。

総合、社会・居住環境インフラ(山崎)

萌芽研究を総括し、次の研究企画を構想するために、関連学会、研究会での情報収集と研究ネットワークの形成に重点をおいた活動を展開した。ここでは生活と国土の基盤となる次世代インフラの再定義・新たな概念の検討を目的に、神戸大学内の異分野交流、国内外における連携研究のネットワーク形成を推進した。

共通テーマとして次世代の環境ビジョンとそれに至る社会戦略を設定し、持続的環境設計学の構築に向けた研究目標に向かって、震災復興に現れた新たな社会インフラ問題、ビッグデータを用いたスマートインフ

ラ評価、レジリエントな建築・土木構造の次世代融合研究企画及び国際的ネットワークの構築、インフラ整備の見える化を推進すべく民間、公官庁とのコラボレーションを進め、研究ネットワークづくりを推進した。

山崎の担当課題として震災復興におけるコミュニティインフラの役割に着目した調査研究を実施した。ここでの研究成果を踏まえて次年度(平成 28 年度)科研申請を行った。

スマート社会インフラ(井料・井料・喜多)

スマートインフラ構築をビッグデータやバーチャルリアリティなどの最新の技術を活用し実現するための研究を行った。まず、ビッグデータで観測される現況の交通状況を用いた制御方法の評価のために必要な交通シミュレーションの改良を行い、それによるスマートインフラ制御の評価を行った。また On-site Visualisation 技術の事前評価のための技術検討を行った。特に、バーチャルリアリティ(VR)システムを用いた実験における問題となる仮想環境下での災害や事故等のリスクの反映手法を複数提案し、それを評価する実験を行った。(井料)

新規インフラ整備に関して、その効果を定量的に分析するための基礎データの収集・整理、分析モデルの構築・応用を進め、その結果から高速鉄道整備の効果およびその災害脆弱性分析などを行った。その成果は 8th the Urban Mobility India Conference 招待論文などで公表した。(小池)

「交通ネットワーク評価のためのアクセシビリティ評価法」の構築を、「公共交通サービスにより確保されるアクセシビリティ評価法」と「階層型道路ネットワークのサービス水準評価法」という 2 つの側面から理論的・実証的に進めた。交通行動や生活行動に関する実態調査データをそれぞれ提案したモデルを用いて分析・評価し、いずれも利用者の視点からのインフラ整備運用評価が概ね的確に行うことを確認した。(喜多)

レジリエント構造システム(孫・藤谷)

ウルボン 1275 を主筋に用いることで、想定外の巨大地震を受けても、安定的な耐震応答と優れた復元性および修復性を併せ持つ鉄筋コンクリート柱の性能を定量的に検証しつつ、初期剛性・終局耐力・靱性のいずれにも優れた斬新な RC 造耐震壁の開発に成功した。また、代表者として中国西南交通大学の国際共同研究基金、鄭州大学力学科学学院の趙軍院長と共同で鄭州市国際共同シーズ研究助成金、指導する博士後期課程学生が成都理工大学国家重点研究施設の公募研究助成金を獲得し、中国の高等教育機関との国際共同研究の輪を広げ、レジリエントな建築・土木構造の創出を目指した国際研究ネットワークを構築した。(孫)

振動台を用いた制御の演算も同時に行うことが可能リアルタイムハイブリッド実験システムを構築した。これによって、一般のパッシブ制御だけでなくセミアクティブ

制御の振動制御構造についても、速度依存性やモデル化の不確定性の他、時間遅れの影響も実現象として取り込んだ、極めて現実に近い応答を評価することが可能になった。今後、このシステムを利用して、多様な手法で建築構造物の安全のみならず機能性を向上させる研究を発展させていくことができる。(藤谷)

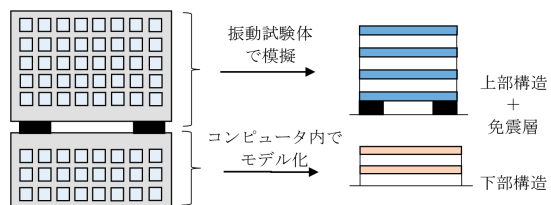


図 1 想定モデル概念図

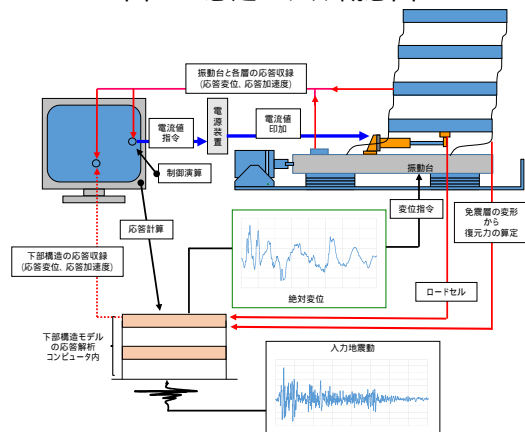


図 2 ハイブリッド実験概念図



図 3 振動台によるリアルタイムハイブリッド実験

トータルインフラマネジメント(芥川)

芥川真一が 2010 年 1 月に設立した OSV (On-Site Visualization) 研究会は、センサーメーカー、測量、自動車制御、建設、コンサルタント、印刷、ベンチャー企業などの多彩な特徴を持った 70 社を超える会員で構成されている。そこでは、「光を使って安全・危険情報をリアルタイムに原位置に視覚的に表示する」方法論を軸にして活発な産学連携活動を展開されている。この活動の内容は重点研究チームで与えられている課題とも合致しており、原位置での可視化情報を有効利用した地盤構造物の安全度判定は、国土交通省建設技術研究開発制度採択課題(H24~26)「On Site Visualization のコンセプトに基づく低コスト・低消費電力型モニタリングシステムの開発」で実施している盛土、トンネル、地滑り、トンネルと既設高速道路の近接施工、危険岩盤斜面などの安全管理に適用さ

れ、その普及活動が持続的に展開されている。また、2015年度には民間との共同で JICA の開発途上国の社会・経済開発のための民間技術普及促進事業に採択され、「インドネシア国ジャカルタ MRT における安全管理対策のための OSV 計測技術の普及促進事業」を実施し好評を得た。

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33件)

Atsushi KOIKE, An Integral part of Economic Growth, Traffic Infra Tech, 2016

Cai G., Sun Y., Takeuchi T., and Zhang J., Proposal of a complete seismic shear strength model for circular concrete columns, Engineering Structures (IF = 1.87), Elsevier, Vol. 100, 399-409, 2015、査読有

Hu H., Sun Y., and Takeuchi T., Experimental study of seismic performance of steel-plate retrofitted concrete mullion walls in apartment buildings, Proc. of Int. Conference on the Regeneration and Conservation of Concrete Structures, Nagasaki, Paper No.F10018 (10 pages, DVD-ROM), 2015、査読有

Sargsyan Grigor、竹内崇、田中祐太郎、孫玉平、レジリエントな円形 RC 柱の耐震性能に関する研究、コンクリート工学論文集、Vol.37、No.2、187-192、2015、査読有

Akutagawa, S. and Machijima, Y., A new optical fiber sensor for reading RGB intensities of light returning from an observation point in geo-materials, Proceedings of the 49th US Rock Mechanics / Geomechanics Symposium held in San Francisco, CA, USA, Paper No. ARMA 15-784, 2015

S Akutagawa Y Machijima T Katayama , A new method for interpreting changes in arbitrary engineering quantities by using optic fibre, Proceedings of the FMGM 2015, Sydney, Australia, 439-452, 2015

野村貢、戸本悟史、西條敦志、木村定雄、芥川真一、MEMS 技術によるトンネル内付属物保全モニタリングシステムの研究、土木学会論文集 F1 (トンネル工学) 特集号、2015、査読有

小松剛士、井料隆雅、森光、杉森千恵、リグレット理論を用いた回遊行動のモデリングと実験的アプローチによる検証、土木計画学研究発表会・講演集、51、2015: 12 pages.、査読無

Atsushi Koike, Keisuke Sato, Armington Elasticities in the Multi-Regional Trade for the Transport Policy in Japan, Uddevalla Symposium 2014 - Geography of Growth - The Frequency, Nature and Consequences of Entrepreneurship and Innovation in Regions of Varying Density, Revised papers presented at the 17th Uddevalla, 507-521, 2015

小池淳司、定金乾一郎、古市英士、片山慎太郎、高速道路のリダンダンシー効果が地域経済に与える影響分析、土木学会論文集 D3 (土木計画学)、Vol. 71, No. 5, 201-208, 2015、査読有

浜中聡士、喜多秀行、四辻裕文、Jian XING、平井章一：カーブ区間の速度超過事故に対するインシデント確率の推計、第 35 回交通工学研究発表会論文集、pp.8、2015、査読有

喜多秀行・辻皓平・四辻裕文：公共交通に支えられた活動機会の計測法と整備水準評価への利用、交通工学論文集、Vol.1、No.2、116-122、2015、査読有

喜多秀行・浅香遼・渡邊友崇・辻谷純・四辻裕文：円滑性と安全性に着目した道路の性能評価指標、土木学会論文集 D3、Vol.71、No.5、985-999、2015、査読有

喜多秀行、辻皓平、四辻裕文：公共交通に支えられた活動機会の計測法と整備水準評価への利用、交通工学論文集、第 1 巻、第 2 号(特集号 A)、査読有、2015、116-122
竹内崇、張建偉、藤永隆、孫玉平、付着強度の低い超高強度鉄筋を主筋に用いた逆対称曲げ RC 柱の耐震性能に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文集、査読有、Vol.36、No.2、2014、109-114

汪俊華、竹内崇、小山智幸、孫玉平、Seismic Behavior of Circular Fly Ash Concrete Columns Reinforced by Ultra High Strength Rebars and Steel Plates、コンクリート工学年次論文集、査読有、Vol.36、No.2、2014、115-120

渡邊友崇、喜多秀行、浅香遼、四辻裕文：遅延ストレスと事故リスクに着目した走行環境の認識・評価モデル、第 34 回交通工学研究発表会論文集、査読有、2014、425-428

榎本甫、桑野将司、小池淳司、災害時のソーシャルメディアと帰宅行動の関連性分析、土木学会論文集 D3(土木計画学) Vol.70、No.1、102-112、2014、査読有

小池淳司、佐藤啓輔、空間的応用一般均衡モデルにおける地域間交易モデルの特性分析 - Armington アプローチと確率型空間価格均衡アプローチ -、土木学会論文集 D3 (土木計画学) Vol.70、No.5 (土木計画学研究・論文集第 31 巻)、173-186、2014、査読有

[学会発表](計25件)

岡田朋大、山崎寿一、山口秀文、集落の地区別に見た被災10年後の空間変容 輪島市門前町道下(とうげ)集落 2015年調査より、平成28年度日本建築学会近畿支部研究発表会、2016.6.25~6.26、大阪保健医療大学1号館、大阪工業技術専門学校6号館(大阪府)

張然、宮崎毬加、山崎寿一、山口秀文、農村地域の高齢者交流拠点“たまり場住宅”の変容に関する考察 輪島市門前町道下(とうげ)集落 2015年調査より、平成28年度日本建築学会近畿支部研究発表会、2016.6.25~6.26、大阪保健医療大学1号館、大阪工業技術専門学校6号館(大阪府)

Yotsutsuji, H., T. Matsumoto, K. Yonemura and H. Kita: An experimental study on the effect of sequential transverse and lateral markings on perceived speed in curved road, Proc. of the 3rd Int. Symp. on Future Active Safety Technology Toward zero traffic accidents, Gothenburg, Sweden, 2015.9.9-11

伊藤麻衣、吉田昇平、藤谷秀雄、佐藤友祐: MR 回転慣性質量ダンパーを用いた中間階免震建築物のセミアクティブ制御(その1リアルタイムハイブリッド実験による解析モデルの検証), 日本建築学会近畿支部研究発表会、2015.6.27~6.28、大阪保健医療大学1号館、大阪工業技術専門学校6号館(大阪府)

丸尾純也、藤谷秀雄、伊藤麻衣: 回転慣性質量ダンパーによる連結制振構造の基本特性とセミアクティブ制御 - 可変減衰と可変回転慣性質量によるセミアクティブ制御 -, 日本建築学会近畿支部研究発表会、2015.6.27~6.28、大阪保健医療大学1号館、大阪工業技術専門学校6号館(大阪府)

吉田昇平、藤谷秀雄、伊藤麻衣、佐藤友祐: 中間階免震建築物のMR 回転慣性質量ダンパーによるセミアクティブ制御, 第14回「運動と振動の制御」シンポジウム(MoViC2015)講演論文集 C107, 日本機械学会、5 pages, 2015.6.22~6.24、栃木県総合文化センター(栃木県)

山口淳也・喜多秀行: 外出頻度推計モデルの実証分析, 平成27年度土木学会関西支部年次学術講演会, 摂南大学(大阪府), 2015.5.30

安永恒平・喜多秀行: 活動機会の地域間格差に関する実証分析, 平成27年度土木学会関西支部年次学術講演会, 摂南大学(大阪府), 2015.5.30

Kita, H. and H. Yotsutsuji: Assessing the Level of Activity Opportunities Secured by Rural Public Transport Services: The Capability Approach, Paper presented at HDCA2014, Athens, Greece, 2014.9.2~9.5

〔図書〕(計1件)

井原健雄、喜多秀行、高塚順子、他、(公社)日本交通政策研究会、地方都市の交通政策と運輸行政の在り方(2)、2015、109

〔産業財産権〕

取得状況(計1件)

名称: 新しい粘性可変制振架構
発明者: 趙軍、張香成、孫玉平
権利者: 鄭州大学
種類: 特許
番号: ZL-2015-2-0851419.9
取得年月日: 2016年3月23日
国内外の別: 国外

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山崎 寿一(YAMAZAKI, Juichi)
神戸大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 20191265

(2) 研究分担者

孫 玉平(SUN, Yuping)
神戸大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 00243915

藤谷 秀雄(FUJITANI Hideo)
神戸大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 10344011

芥川 真一(AKUTAGAWA, Shinichi)
神戸大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 70231850

井料 隆雅(IRYO, Takamasa)
神戸大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 10362758

小池 淳司(KOIKE, Atsushi)
神戸大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 60262747

喜多 秀行(KITA, Hideyuki)
神戸大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 50135521

(3) 連携研究者

()

研究者番号: