

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2011～2013

課題番号：23246093

研究課題名(和文)公共交通再構築に向けての新しい交通整備・運営手法に関する研究

研究課題名(英文) A study on new transport operation method towards public transportation reconstruction.

研究代表者

中川 大(Nakagawa, Dai)

京都大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：30180251

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,600,000円、(間接経費) 10,680,000円

研究成果の概要(和文)：近年、わが国の公共交通政策は相対的に遅れ始める事態となってきた。そこで本研究では、公共交通システムの再構築に資するため、新たな整備・運営スキームのメニューを提示するとともに、小規模システムながら新たな運営スキームを模索しつつある実際の公共交通プロジェクトにおいて実践を通じた検証を行った。実際に運営スキームを構築して運営するとともに、利用者データを詳細に収集することによって、新たな公共交通整備に対する知見を得た。具体的には、京都市南部における「京都らくなんエクスプレス」や、富山県朝日町における「あさひまちバス」の運行を対象として、実際の路線・ダイヤ設計と運行スキームの構築や、データ収集を行った。

研究成果の概要(英文)：In this study, a new operation scheme which contributes to the reconstruction of the public transportation system is proposed, and verified through small scale public transportation projects which are operating at present.

While constructing and operating the scheme, new findings of the new public transport development were obtained by comparing the users data with conventional public transportation. Especially, regarding the vicious circle that reduction of users leads to decrease of convenience, and further reducing the users, empirical analyses are provided to show that vicious circle can be reversed to a virtuous circle, where the convenience of public transport was increased together with increased users. Specifically, case studies of the Kyoto Rakunan Express Bus and the Asahimachi Bus are presented to illustrate the virtuous circle of public transportation with route and timetable design, service scheme construction, and data collection before and after the bus operation.

研究分野：土木計画学・交通工学

科研費の分科・細目：5705

キーワード：公共交通 地方都市 交通政策 バス

1. 研究開始当初の背景

世界の多くの国では、近年、公共交通の充実が急速に進みはじめているが、わが国においては、一部の大都市圏の路線を除いて新たな整備や利便性向上は進んでいない。以前は世界最高水準とも言える公共交通サービスが提供されていたわが国であるが、あらたな整備・改善が停滞してきた結果、世界に遅れをとり始める状況となっている。例えば、都市間高速鉄道においては、わが国の新幹線路線にはもはや表定速度において世界の10位に入る路線はなくなっている。また、在来幹線鉄道の整備も近年はほとんど進んでいないのが現状であり、鉄道近代化の最も基本的な指標の1つである複線化率は先進国の水準を大きく下回り、中国や韓国にもすでに抜かれている。さらに、世界で急速に普及しつつある、LRTやBRTなどの新しい公共交通システムの導入も、計画だけは少なくないもののほとんど実現には至っていない。そればかりか、地方の鉄道やバスは廃止や減便など衰退の一途をたどっている。

環境の時代、高齢化の時代を迎え、世界の交通政策が公共交通を重視する方向に大きく転換しているにもかかわらず、わが国の公共交通に対する財源や制度は従来と変わらず、道路整備をはじめとする他の交通社会資本と比較しても極めて貧弱な状況に留まっており、世界の進展から遅れる事態となっている。

政策面では、交通に関する基本法の整備も進められているが、理念的な段階に留まっており、具体的な財源・制度の改革提言には至っていない。また、これらの議論の基礎となるべき、公共交通の財源や新たな運営手法に関する学術研究も進んでいない。こういった状況を踏まえると、わが国の公共交通の再構築のため、従来型の手法に留まらない新たな財源・運営スキームについての検討を進めていくことは喫緊の課題であるといえる。

2. 研究の目的

近年、急速に公共交通の充実を図る多くの国と比較して、わが国の公共交通政策は相対的に大きく遅れ始める事態となっている。民間事業者に頼るわが国の公共交通政策の限界が露呈し、将来の地域構造の骨格となる公共交通システムの構築が展望できない状況にある。一方、世界的には公共交通の整備・運営手法は多様化しており、民間と公共の利点を活かした新たな手法の導入などによって大きな改善を図っている。そこで本研究では、将来の公共交通の改善に資する基礎的な研究分析を実施するとともに、公共交通システムの再構築に資するため、小規模システムながら新たな運営スキームを模索しつつある実際の公共交通プロジェクトにおいて実践を通じた検証を行う。

3. 研究の方法

公共交通が単なる交通事業としてではなく、都市政策全般においてもたらしている重要度を明らかにするための基礎的な分析を行うとともに、わが国において先行的に試みられている公共交通手法について、実践的な視点から検証する。芽生えつつあるあらたな公共交通運営スキームとしては、鉄道においては、地域にもたらされる便益を評価して存続した万葉線(富山県)等の事例や、コンパクトなまちづくりに向けてのリーディングプロジェクトと位置づけて大きな利便性向上を行った富山ライトレールの例などがあげられる。また、バス交通においても自治体参画型の運営スキームは少しずつ洗練されてきており、地方の公共交通再構築に寄与しつつある。

市民参画型の交通運営スキームとしては、京都市伏見区の醍醐地区における醍醐コミュニティバスなどにおいて実施されており、これらはLRT・BRTシステムへの発展が期待される手法である。このような試みについて、その課題や方向性を整理し、実際の整備・運営に参画することによって公共交通の再生に寄与する。

4. 研究成果

20世紀後半における自動車の急速な普及にともなって、世界の多くの都市圏では都市構造が大きく変化した。市街地が郊外に向かって低密度に拡大し、環境に対する負荷も増大を続けてきた。また、慢性的な交通渋滞や、市街地中心部の活力低下などの都市問題も発生している。これからの社会においては、このような問題を克服して、環境負荷が小さく、魅力と活力に満ちた都市圏を再構築していくことが必要である。

自動車に対応した都市圏づくりが中心となってきた従来の都市交通政策に対して、近年は、徒歩や公共交通を中心とした政策が重視されるようになってきています。都心部の道路構成を見直して豊かな歩行環境を創出する道路空間リアロケーション(Re-allocation)やペDESTリアナイゼーション(Pedestrianisation)、新しい交通モードであるLRT(Light Rail Transit)やBRT(Bus Rapid Transit)の導入による公共交通システムの充実など、新しい政策が世界の多くの都市において急速に普及している。そしてこれらの政策の成果として、都心に賑わいが復活し、魅力的で人が集う活力のある街が再構築されつつある。

本研究では、このような都市と交通の関係を分析する以下のような実証的・実践的な研究を行った。

(1) 交通と都市構造との関係に関する研究
道路や鉄道によって構成される都市交通システムの利便性が都市の構造にどのような影響をもたらしているかについて、都市や交通を数値モデルで表現する都市構造分析

モデルを作成し、様々なシナリオのもとで数値シミュレーション分析を行った。

図-1は、仮想的な都市を用いた分析事例で、都市内の各地点から都心への交通コストの分布を示したものである。道路や鉄道に関する施策が実施されると各地点の交通コストが変化し、それが住宅や商業の立地選択にも影響し、都市構造が変化する。

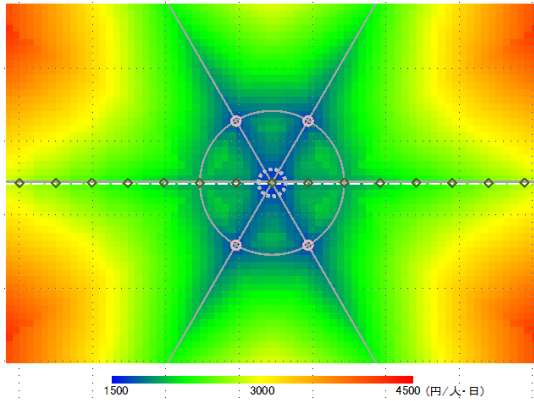


図-1 都市構造分析モデルの出力例
(都市内各地点から都心への交通費用分布)

図-2は、交通の利便性が変化したときに、人口の分布がどのように変化するかを、同じ仮想的都市を対象として分析したもので、鉄道利便性が低下したときの計算事例である。

都心部の人口密度が減少し、都市中心部や鉄道駅から離れた郊外への立地が増加していることがわかる。実際に多くの地方都市では、鉄道の利用者数が減少し、運行本数が減ったり路線が廃止されたりして利便性の低下が起こっているが、このような鉄道の利便性低下は、中心部の活力低下につながる事がわかる。

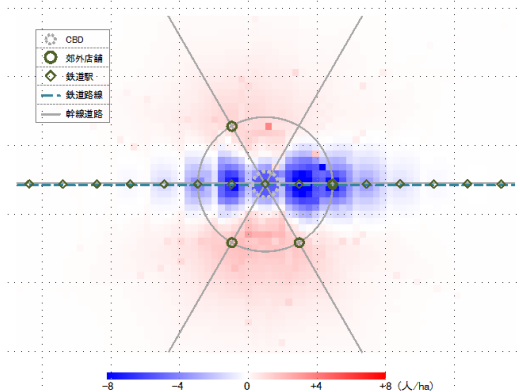


図-2 鉄道の利便性が低下したときの人口密度の変化(都心の空洞化現象がみられる)

図-3は、このモデルを使って、様々な交通施策を実施したときの環境負荷低減への効果を分析したものである。人口10万人、30万人、50万人の人口規模を持つ都市について、「鉄道のサービス水準を高める施策」、「容積率規制を緩和する施策」、「パークアンドライ

ド」をそれぞれ実施した場合の交通エネルギー消費の削減量を示している。交通施策を行うと、人々の交通行動が変化するとともに、人口や商業の分布も変化し、それによって自動車の総利用距離が変化する。低密度に拡大した市街地では自動車利用が多く、環境負荷も大きくなる。この図にあげた施策のうち、鉄道サービス向上施策と容積率規制緩和施策はエネルギー消費量の削減効果が顕著にみられる。単に自動車から鉄道にシフトすることだけではなく、立地変化を通して都市がコンパクト化することによる効果が大きいと考えられる。

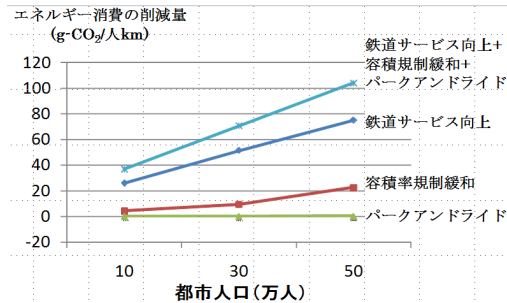


図-3 都市交通施策を実施したときのエネルギー消費の削減量

(2) 市街地の開発時期と環境負荷の関連分析

実際の都市におけるデータを用いて、人口密度や開発時期が交通によるエネルギー消費量にどのように影響しているのかを分析した。人口密度と環境負荷との関係は世界の多くの研究者が関心を持っている事項で、本研究室では大変精緻なデータを収集して分析を行った。

この分析では、土地利用形態や、駅・商業施設等への近接性など、地域の特性を表すデータを収集し、交通エネルギー消費量との関連を調べた。交通行動調査データのある全国61都市の1,784の地区を対象として、GISを用いて膨大なデータベースを構築し、それぞれの地区の開発時期などにも着目して分析した。図-4は、地区の土地利用の現状や開発時期と、乗用車によるCO₂排出量の関係を示したもので、都市的土地利用の割合が大きいほど一人あたりの乗用車CO₂排出量が小さいことが一般的に言えるとともに、1970年代のモータリゼーションの進展時期以降に開発された土地の割合が大きいほど乗用車CO₂排出量が大きいこともわかる。日本の多くの都市では、自動車の普及以前は市街地の中心部や駅の周辺などにコンパクトに居住されていたのに対して、普及以後は、立地が郊外に大きく広がったため自動車利用が格段に増加し、それによって交通エネルギー消費量が増大していることが定量的に示された。

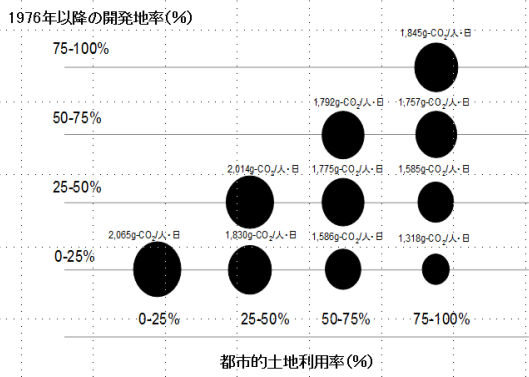


図-4 開発時期と市街地人口密度の関係

(3) 鉄道の運行頻度と都市構造の国際比較
コンパクトな都市を目指す上で、利便性の高い公共交通を整備することが重要といわれているが、多くの地方都市では、鉄道があっても運行頻度が低く、十分に活用されているとはいえない場合も少なくない。そこで、鉄道の利便性の違いによって、周辺の人口変化にどのような差が生じているかを実証データによって把握する分析を行った。

まず、日本の鉄道駅に関しては、大都市圏内の都市を除く人口 10 万人以上の都市にある 2,338 駅を対象として、すべての駅の運行頻度と駅勢圏人口を求めた。図-5 はそれを用いて運行頻度別に駅勢圏人口の変化を示したものである。1 時間に 3 本以上運行されている駅の駅勢圏では人口が増加し、それ以下の駅の場合は人口が減少している。特に、6 本以上の駅の駅勢圏人口は大きく増加している。鉄道の利便性は駅周辺に人口を集積させる効果が大いと言えるが、その一方で、運行頻度が小さければそのような効果がみられないことがわかる。

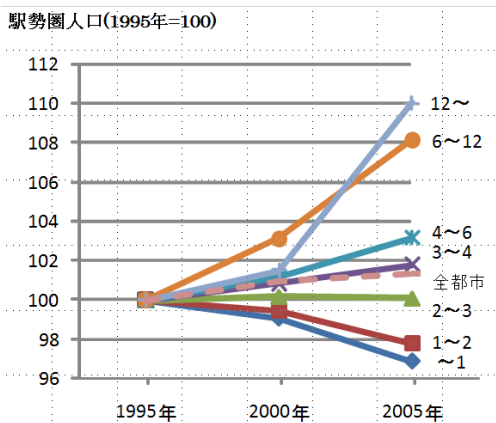


図-5 運行頻度別駅勢圏人口の経年変化 (鉄道駅, 1995年=100)

また、海外の都市においても同様の分析をしている。イギリス・フランス・ドイツを対象として、大都市圏内の都市を除く 10 万人以上の都市圏のすべて(フランス 52、ドイツ

70、イギリス 63 の都市圏)を対象として分析している。図-6 は、ドイツの都市の駅と人口分布を示したもので、運行頻度の高い便利な駅の周辺に人口が集積している状況がわかる。

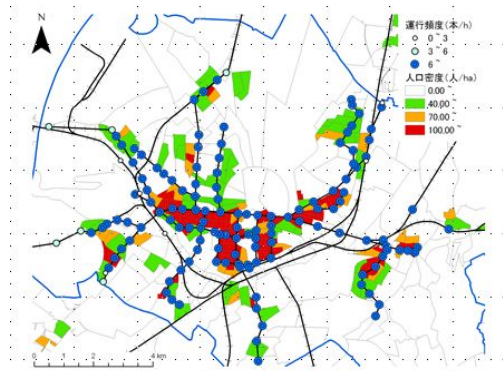


図-6 利便性の高い鉄道駅周辺への高密度地区の分布 (ドイツ・カールスルーエ)

(4) 新たな公共交通スキームに関する実証的研究

一方、実証的な研究も重点的に行った。大都市圏を対象とした実証研究としては、京都において、京都らくなんエクスプレス(R'EX)の実証実験を実施した。R'EX は京都駅と京都市南部のらくなん進都(高度集積地区)を直結するバスとして実証運行を行った。この地域は、京都の新たなものづくりの拠点として企業・工場がある程度立地したものの、自治体や事業者は地下鉄延伸や高規格の路線バス等、新たな公共交通の導入に踏み切れず、地域の発展を妨げる要因の一つとなっていた。そこで、利便性の高い公共交通サービスを提供することにより、通勤や周辺住民の足を確保するとともに、将来的に駅・バス停を中心とした都市構造を導いていくため、本研究グループが中心となり、R'EXの実証運行を行った。

コンパクトな都市構造や利便性の高い公共交通サービスを提供することにより自動車交通の削減や環境負荷の低減に寄与することについては、富山ライトレールの事例のように住民が公共交通利用へ転換するとともに、地域へ与える影響も大きい。

一方、京都市においては周辺地区で市バスの民間委託が進み、様々な参入障壁があるもののタクシー会社や観光バス会社等が路線バス事業へ新規に参入してきている。さらには、都心循環 100 円バス、醍醐コミュニティバス、よるバスなど、商業者が利用促進に協力するもの、交通事業者以外が主導するものなど、多様な主体が参画するバス路線もみられるようになってきた。同時に地域住民・就業者等へ公共交通の利用を促すように働きかけるモビリティ・マネジメントも、民官学連携の取組として進められてきた。全国的にも多様な主体が参画するバス路線の導入、公共交通の利用促進の事例は増えてきており、

その中で大学が地域に果たす役割もますます大きくなってくると考えられる。

そこで本研究では、R'EXの導入にあたって民官学連携によって実施された通勤実態・利用意向調査、路線・ダイヤの検討、バス車体やバス停デザインの選定や、実証運行時に実施された利用促進のための広報や利用者意見の収集、改良策の検討などについて、参画した各主体が果たした役割を整理するとともに、計画段階から継続的に多様な主体が参画し事業を実施することの意義を明らかにした。

(5) 公共交通利便性向上の実証実験

以上の研究成果などから、道路を整備して自動車にとって便利な都市が形成されると環境への負荷が高い都市となり、公共交通を便利にすると都市の集積度が高まり、環境負荷が低減されることが示されているため、実際にそのような状況にある地区において、公共交通の利便性を向上させて、交通行動の変化や都市構造の変化過程を調べることも重要であると言える。そのため実際に公共交通の不便な地域で公共交通の利便性を向上させる実証実験も行ってきた。

富山県下新川郡朝日町では、町内のバスの便数を画的に増加させ、あわせてその意義の広報や利用促進のためのモビリティマネジメントなどを継続的に実施した。朝日町は、人口1万3千人で過疎地にも指定されており、路線バスが全く走っていない町であり、町が運行する公共バスが週68便のみ運行されていたが、それを週378便に大幅に増やす実証実験を実施した。また、関連する調査・広報等を継続的に実施することによって、運行開始から約1年半後には、利用客数2倍を達成した。こういった小規模の町でも公共交通再生の可能性を示したことは極めて大きな成果であると考えられる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計12件)

Ryoji Matsunaka, Tetsuharu Oba, Dai Nakagawa, Motoya Nagao and Justin Nawrocki: International comparison of the relationship between urban structure and the service level of urban public transportation - A comprehensive analysis in local cities in Japan, France and Germany -, Transport Policy, 査読有, Vol.30, 2013, pp.26-39
Hyunsu Choi, Dai Nakagawa, Ryoji Matsunaka, Tetsuharu Oba and Jongjin Yoon: Research on the causal relationship between urban density and travel behaviors, and transportation energy consumption by economic level, International Journal of Urban Science, 査読有, Vol.17 No.3,

2013, pp.362-384

松中亮治, 大庭哲治, 中川 大, 井上和晃: 都市内の小地域特性を考慮した交通身体活動量の経年変化とその要因分析, 土木学会論文集 D3(土木計画学), 査読有, Vol.69 No.3, 2013, pp.216-226

Hyunsu Choi, Dai Nakagawa, Ryoji Matsunaka, Tetsuharu Oba and Jongjin Yoon: Estimating the Efficiency of Transportation Energy Consumption Based on Railway Infrastructure and Travel Behavior Characteristics, International Journal of Railway, 査読有, Vol.6 No.2, 2013, pp.33-44

大庭哲治, 松中亮治, 中川 大, 井上和晃: 交通行動データを用いた都市特性と交通身体活動量の関連分析, 都市計画論文集, 査読有, No.48-1, 2013, pp.73-81

中川 大, 松中亮治, 大庭哲治, 中山偉人: 運行事業者の違いと自治体の費用負担に着目したコミュニティバスの運行費用に関する研究, 土木学会論文集 D3(土木計画学), 査読有, Vol.68, No.5 (土木計画学研究・論文集第29巻), 2012, pp.1_1357-1_1362

松中亮治, 大庭哲治, 中川 大, 長尾基哉: 鉄軌道利便性および歩行者空間分布を考慮した地方都市における都市構造の国際間比較, 土木学会論文集 D3, 査読有, Vol.68, No.4, 2012, pp.242-254

大庭哲治, 松中亮治, 中川 大, 尹鍾進, 牧野夏樹: 中心市街地の空間配分を考慮した公共交通利便性が都市構造に及ぼす影響に関する研究, 都市計画論文集, 査読有, No.47-1, 2012, pp.9-16
森川達也, 中川 大, 松中亮治, 大庭哲治: 開発時期を考慮した都市内小地域の空間配置と交通環境負荷との関連分析, 土木学会論文集 D3(土木計画学), 査読有, Vol67, No5, 2011, pp.1_379-1_387

Hyunsu Choi, Dai Nakagawa, Ryoji Matsunaka, Tetsuharu Oba: Building a database of transportation energy consumption in cities of the world, International Symposium on City Planning, 査読有, 2011, pp.263-272

奥村拓也, 中川 大, 松中亮治, 大庭哲治: 人口密度に着目した都市構造と乗用車保有率との経年的な関連分析, 土木学会論文集 D3(土木計画学), 査読有, Vol67, No5, 2011, pp.1_369-1_377

伊藤孝史, 中川 大, 松中亮治, 大庭哲治: 日・仏・独の地方都市における鉄軌道駅周辺の高齢者の人口分布に関する研究, 都市計画論文集, 査読有, No.46-3, 2011, pp.745-750

〔学会発表〕(計 10 件)

Justin Nawrocki, Dai Nakagawa, Ryoji Matsunaka and Tetsuharu Oba: Measuring urban walkability and its effect on light rail usage: a comparative study of the United States and Japan, 8th International Conference on Urban Regeneration and Sustainability (Sustainable City 2013), 3-5 December 2013, Putrajaya, Malaysia

Sathita Malaitham, Dai Nakagawa, Ryoji Matsunaka, Jongjin Yoon and Tetsuharu Oba : An Analysis of Residential Location Choice Behavior in Bangkok Metropolitan Region: An Application of Discrete Choice Models for the Ranking of Alternatives, THE 10TH EASTS CONFERENCE 2013, 9-12 September 2013, Taipei, Taiwan

Sathita Malaitham, Dai Nakagawa, Ryoji Matsunaka and Tetsuharu Oba : Urban Rail Transit Development Impacts in Developing Countries: A Case Study of Land Price in Bangkok, Thailand, The 13th World Conference on Transport Research, 15-18 July 2013, Rio de Janeiro, Brazil

Dai Nakagawa, Ryoji Matsunaka, Tetsuharu Oba, Mitsuya Matsubara, JongJin Yoon and Toshimichi Murao : Creating of a bus operating scheme in cooperation with various stakeholders, The 13th World Conference on Transport Research, 15-18 July 2013, Rio de Janeiro, Brazil

Hyunsu Choi, Dai Nakagawa, Ryoji Matsunaka, Tetsuharu Oba: International research on the relationship between urban structure and transportation energy consumption according to economic level, Annual Conference of the Australia and New Zealand Regional Science Association International, 2012, Canberra, Australia

中山偉人, 中川 大, 松中亮治, 大庭哲治, 松原光也: 運行事業者の違いに着目した近畿 3 府県のコミュニティバスの運行経費に関する研究, 土木計画学研究・講演集 Vol.46, 2012

Yutaka HONDA, Dai NAKAGAWA, Tetsuharu OBA: Promoting a Policy to Improve the Urban Transportation Environment by a Regional Administrative Organization, International Conference on Energy, Environment and Sustainable Development (EESD 2011), Shanghai, China

永東功嗣, 中川 大, 松中亮治, 大庭哲治, 松原光也: 地方鉄道の存廃が駅勢

圏人口の経年的変化に及ぼす影響に関する研究, 土木計画学研究・講演集 Vol.44

中山偉人, 中川 大, 松中亮治, 大庭哲治: 連行事業者と費用負担方式の違いに着目したコミュニティバスの運行費用に関する研究, 土木計画学研究・講演集 Vol.44

村尾俊道, 中川 大, 松原光也, 松中亮治, 大庭哲治, 尹 鍾進: 日本一のバスシステムを目指すマーケティングの取り組み-京都らくなんエクスプレス(R'EX), 第六回日本モビリティマネジメント会議

〔その他〕

都市地域計画研究室ホームページ

<http://www.urban.kuciv.kyoto-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中川 大 (NAKAGAWA, DAI)

京都大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号: 3 0 1 8 0 2 5 1

(2) 研究分担者

波床 正敏 (HATOKO, MASATOSHI)

大阪産業大学・工学部・教授

研究者番号: 6 0 2 7 8 5 7 0

松中 亮治 (MATSUNAKA, RYOJI)

京都大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号: 7 0 3 0 3 8 4 9

尹 鍾進 (YOON, JONGJIN)

京都大学・大学院工学研究科・特定准教授

研究者番号: 9 0 4 5 0 7 5 9

鈴木 義康 (SUZUKI, YOSHIYASU)

京都大学・大学院工学研究科・非常勤講師

研究者番号: 8 0 5 3 7 8 3 7

村尾 俊道 (MURAO, TOSHIMICHI)

京都大学・大学院工学研究科・非常勤講師

研究者番号: 4 0 5 9 8 8 4 3

大庭 哲治 (OBA, TETSUHARU)

京都大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号: 8 0 4 6 4 1 9 7

松原 光也 (MATSUBARA, MITSUYA)

研究者番号: 2 0 5 5 3 9 0 2

京都大学・大学院工学研究科・特定助教