

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 9 月 27 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25242029

研究課題名(和文) 老朽化する都市インフラの選択集中整備に関する理論・実証研究

研究課題名(英文) Theory and Experimental Study of Selecting, Consolidating, and Overhauling Aged Urban Infrastructures

研究代表者

大澤 義明(OHSAWA, Yoshiaki)

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：50183760

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 23,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題は、老朽化する都市インフラ整備の選択集中に関して、独自にデータ収集し、実証分析を実行し、同時に理論的知見を導くことを通じ、施設整備に関する具体的政策を提言することを目的としている。最初に研究基盤を構築した上で、逐次廃止手法の効率性評価、リスク分析における効率性と冗長性とのトレードオフ構造等に関する理論研究・実証研究を展開した。様々な自治体と意見交換・情報収集することから、実装対象を北海道網走郡津別町、茨城県土浦市、茨城県常総市に絞り、研究・理論の自治体への実装を進めた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to propose a policy about improvement and conservation of facilities in relation to "selection and concentration" of aging urban infrastructure by collecting unique data, conducting empirical analysis, constructing theoretical knowledge. After bases for conducting researches were constructed, theoretical research and empirical research on evaluating an efficiency of sequential abolition method, trade-off between efficiency and redundancy in the risk analysis, etc. were developed. Tsubetsu-town, Tsuchiura-city and Joso-city were chosen as objects for implementation by exchanging opinions with local governments and gathering information. The implementation of research results and theories was performed to these local governments.

研究分野：都市計画

キーワード：老朽化 都市インフラ 地方分権 アセットマネジメント フリーライダー コンパクトシティ 人口減少 財政逼迫

## 1. 研究開始当初の背景

昭和30年代から40年代にかけての高度経済成長の時代、急激なモータリゼーションの進行時期も重なり、道路、橋、上下水道、学校、病院、住宅などが集中的に大量に建設された。そうした都市インフラが、耐用年数の目安である50年を越え、更新時期を迎えている。一方で、我が国の人口は2005年をピークに減少している。経済情勢の冷え込み高齢化による社会保障への負担増も相まって国や自治体の財政は悪化しており、これらインフラの整備費用の捻出は国や地方自治体に大きな負担となる。このようなインフラ老朽化への対策として、一部の自治体は専門技術者を採用し早めの点検・補修、補強工事により延命化に着手したり、老朽化の進捗と更新費用を記した白書を作成し公共建築物の総量圧縮に住民の理解を求めたりしている。しかし、前者は一過性の対応で問題の本質の先送りであり、後者についても政策の理論的裏付けが乏しい。また4年ごとに改選を迎える首長にとって、維持管理という地味な作業に本格的に着手するインセンティブはなく、インフラの選択と集中について消極的な自治体がほとんどである。特に問題なのは、更新を検討するのに必要なデータ(建築年、補修時期、耐用年数など)が一次データとして自治体間で散在しており系統的にデータ未整備であり、自治体間比較すらできていないことにある。また、欠損値を多く含む不完全データであり、その計算や分析処理には特別な手法の開発が必要となる。高度成長期に積まれた施設増加に関する研究蓄積は膨大にある反面、公共施設の総量圧縮や更新分散化に関する理論研究も実証研究は過度に不足している。また、地方自治体と大学との連携が弱く、研究成果の自治体還元まで至っていない。以上から、老朽化する都市インフラの選択集中整備を推進するには、数理分析を専門とする研究者を組織し、前例にとらわれない発想や合意形成にも耐えられる方式によった、研究推進や展開が必要と考える。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、老朽化する都市インフラ整備の選択集中に関して、独自にデータ収集し信頼性、網羅性、速達性に優れた実証分析を実行し、同時に定石とも呼べる理論的知見を導き、公共施設整備に関する具体的政策案を提示することにある。限られた予算での整備の優先順位や更新の分散化を判断する上で有用となる、客観性や可視化に優れた基準情報、手法を提供する。現場の要求に答えられる内容を重視する。インフラ老朽化に係るデータベースの構築や空間特性を踏まえた解析アルゴリズムの新規開発などにより基盤を構築する。そして、直面する現実との折り合いの中で達成可能な都市インフラ整備方法を追求する。都市インフラの課題を虚心坦懐に見つめ現場感覚へも配慮し理論・実証

の研究を融合させながら問題解決にあたることによって、地域社会へ知の貢献を行う。

## 3. 研究の方法

### (1) 研究基盤(データ、手法)の構築

#### 空間データの計算支援

本研究ではNPハードな最適配置問題などを大量なデータで計算処理する。地理データには平面グラフ、距離の三角不等式の成立などの特徴がある。また、解くべき問題も施設配置を中心に限られる。時空間特性を活かした欠損値処理を的確に行うなど高速化計算処理手法を開発する。また、これら作業にゲーム、ファイナンス専門家の知見を生かす。

#### 都市インフラの老朽化データベース

茨城県内の都市インフラの建築年、建て替え時期、人件費などの経費、利用率などを独自に収集し整理し二次デジタルデータを作成する。地方財政、建設統計、人口推計、産業統計、工業統計、地価などの自治体データも合わせて購入し、同一インターフェース上で整備する。不動産、施設、人口の研究を踏まえ施設需要量を推計し、各自自治体のポジショニング、強みや弱みを踏まえ、施設整備の方針を明らかにする。

### (2) 数理分析サイクル

#### 逐次廃止手法の効率性評価

学校、病院などの点的施設と道路、橋、上下水道などの線的施設は一緒に議論されることが多い。しかし、これらの性質はいつくかの点で決定的に異なる。例えば、メディアン問題、被覆問題などアクセシビリティ整備効果を評価する標準的な施設配置モデルでは、点的施設での目的関数は劣モジュラ関数となる。結果、逐次最適化(けちけち法)による施設閉鎖と同時最適による施設閉鎖との目的関数ベースでの差異の上限値は抑えられる。一方で、道路、橋、上下水道などの線的施設では建設や延長による効果にはアクセシビリティ指標にて相乗効果が発生し目的関数は劣モジュラ関数にも優モジュラ関数にもならない。点的施設では条件を緩和し、一方で線的施設では条件を厳しくして、目的関数が劣モジュラ関数となる施設モデル群を追求する。これら作業では、離散最適化の知見を特に活用する。

#### 地域単位の大きさや計画時間の長さの影響分析

例えば郵便局やガソリンスタンドでは、対象エリアが狭いと自由度が小さく見直し効果は少なくなる。一方で、広域調整するほど全体の効率性は向上するが領域内で格差が生じる。人口密度の高い都市への配置が集中し、そのしわ寄せで地方は切り捨てられ地域格差という不公平性が生じるのである。このような効率性と地域間格差とのトレードオフ関係を、評価する地域規模という点から整理する。また、高齢化が進み施設の需給状況バランスが大きく崩れている。時間軸上によって施設の耐用年数や人口動態変化に応じ

た最適な施設更新を分析する。都市解析の成果を踏まえる。

#### リスク分析

例えば、阪神淡路大震災や東日本大震災では、費用対効果に優れない地方の高速道路が代替路として復興事業に役立った。効率性と冗長性とのトレードオフ構造の定式化とその解析について、施設最適の研究を踏まえ理論的かつ実証的に検証する。

#### 施設利用の多機能化、複合化の効果

例えば、小中学校を中核とし、高齢者福祉施設、図書館、公民館を併設させる複合化により費用縮減、さらには施設連携による相乗効果も期待できる。これらの結果を追求するために、最適化の実績を踏まえ、住民分布と施設配置という生データを用いて最適化問題を数理計画ソフトで解く。施設の階層構造の意義を理論化する。

#### 自治体広域連携の効果測定

空間解析の研究を踏まえ、道路や上下水道などネットワーク型インフラなどの維持管理など広域連携効果を測定する。地域ごとの最適化の合体と全体最適化とは目的関数ベースで異なる可能性が想定される。国と地方の二重行政のあり方などの地方分権のあり方とも関連し、実務者、理論研究者との融合により新しい展開が期待できる。

#### (3) 現場還元サイクル

##### 現場理解

筑波大学の包括協定、震災復興協定、さらには自治体との連携実績を踏まえ、自治体担当職員との情報交換により選択集中整備における評価関数を吟味し、また社会資本更新の分散化などを検討する。評価関数を追加して多目的評価への切り替えも検討する。

##### 受益者負担課金の導入

最近、整備新幹線の新規着工、高速道路の工事締結解除が決まった。航空網などの基幹交通ネットワークの位置づけも相まって、受益者負担の原則から乖離している。そのため、上下水道管も含めてネットワーク型施設について受益者負担制度のあり方についても検討する。関連して、国からの補助金制度は省益拡大によるものも多く、合意形成を歪める。実際、省益は震災復興でのモラルハザードの一因になっていたことから、補助金制度のあり方についても検討する。

#### (4) 政策提言

##### 政策提言の課題整理

公共施設の総量圧縮に関して自治体が行える方策を、俯瞰的見地から整理し、再構築する。場合によっては整備計画での見直しに対する指摘も行う。

##### 産官学連携

サービスの複合化や自治体の広域連携を分析する。これらは、事業拡大を伴い民間事業者の参入というメリットも発生する。民間企業との連携、また研究メンバーの民間企業や国土交通省など省庁の勤務経験を生かし、PFI や PPP など民間活力についても考察す

る。

#### 4. 研究成果

2014 年度まで、研究者個人の専門性を先鋭化させるために、個人が主体となる研究を中心に進めた。2015 年度は、実装する自治体を絞り、自治体に即したアセットマネジメント像を明確にした。2016 年度は、組織的対応を進めることで、研究・理論の自治体への実装を推進した。

##### (1) 基礎理論の構築

様々に与えられた円の領域を最小の円で包含させる円の配置の最適化モデルに関する基礎理論、アセットマネジメントに関する最適化、ゲーム理論、空間統計学、都市解析に関する基礎理論を構築した。

##### (2) データ構築

道路網や上下水道などのネットワーク施設を、できるだけその機能を損なわせないよう構築した。段階的に縮小するモデルを構成するために、茨城県常総市、高萩市の線的インフラデータベースを構築した。

##### (3) 逐次廃止手法やネットワーク型施設の効率性評価

跨道橋の集約化、過疎地域における持続可能な市町村道維持管理、道路修繕スケジューリングのための数理モデル構築、街路樹削減による緑視率現象の特徴づけ、道路修繕における通行止めの順序、過疎地域での給油所廃止によるアクセス評価、既存ストック転用のための建築図書電子化、成熟都市での集合住宅廃止、道路網階層構造のメンテナンスの合理化、未利用公的不動産の利活用などについて研究を行った。

##### (4) 地域単位の大きさや計画時間の長さの影響分析

人口減少も含め施設の動的配置など最適化、ゲーム論という視点から自治体の規模、施設までの距離分布の動学的考察、など時空間的な視座による研究を展開した。

##### (5) リスク分析効率性と冗長性とのトレードオフ

東日本大震災、鬼怒川水害、熊本地震災害を踏まえ、ネットワークの冗長性の影響、関係主体の離脱ゲーム論的思考、復興計画策定期間の影響分析、風車など自然エネルギー施設立地、不確実性を表す確率分布の推定、周期的に変動する人口分布に対する最適な施設建設・廃止のタイミングと配置、高速バスと電車の運賃・時間データを用いた笹子トンネルの天井板落下事故が交通手段選択に及ぼす影響、道路ネットワークの頑健性評価、高速交通網整備と所用時間短縮効果などの研究を展開した。

##### (6) 成果発表

2014 年 2 月には山梨大学甲府西キャンパスにて科研関係者のみならず、他分野の研究者を交えての研究報告会を開催した。2014 年 11 月には応用地域学会にて、「インフラ維持管理」と題した特別セッションを企画し成

果の一部を発表した。また、研究代表者の研究室が取り組んだ北海道網走郡津別町を題材とした調査・解析・提案が内閣官房まち・ひと・しごと創生本部事務局主催『地方創生政策アイデアコンテスト2015 地方創生担当大臣賞』を受賞した。タイトルは「日本の将来を描写する北海道津別町 若い世代が地域を解析する」であり、インフラ維持管理についても言及した内容となっている。2016年1月には北海道津別町において、科研メンバーに加え全国各地から多岐にわたる分野の研究者が参加する研究報告会を開催した。同時に津別町長も含め津別町職員が参加する情報交換会も行った。2017年2月には立正大学熊谷キャンパスにおいて研究報告会を開催した。その他、国内においては都市計画、地理情報システム、建築、OR、経済学、ソフトウェア科学、環境などの関連学会にて、国外においては地域科学、立地論、ファイナンス、都市デザイン、最適化、制御、CADなどの関連学会にて査読付き論文発表や口頭発表等を行った。

#### (7)自治体との連携

自治体へのヒアリングや視察（茨城県土浦市、桜川市、大子町、神栖市、つくば市、常総市、石岡市、潮来市、北海道津別町など）、新聞（日経、朝日、東京、茨城）などの情報から全国の都市インフラ整備に関する課題を俯瞰的、かつ体系的に整理した。また、北海道津別町にて視察研究発表会を行い、その行政担当者と共にヒアリング、情報交換を実施した。茨城県および茨城県市町村（土浦市、桜川市など）と調整を行った。また、とりわけ鬼怒川水害が発生した常総市において、河川整備インフラに関連する維持管理・情報整備に関して議論を行った。

#### (8) 政策反映

2013年7月につくば国際会議場にて、つくば宿舎廃止問題について、学生提案、プロシージャルモデリングによる提案も含めた市民参加型シンポジウムを開催した。これに併せて日本と北米の公共住宅の整備状況や課題、近年の取り組みに関する調査研究を行った。2015年度において、実装する自治体を北海道津別町、茨城県土浦市、常総市に絞ることで、自治体に即したアセットマネジメント像を明確にした。2016年度は北海道津別町を対象に、アセットマネジメントシステムの実装に関する課題について専門的な観点から検討を行い、その成果を津別町に提供しながら、公共施設等の情報、データ管理及び維持管理データのシステム化と人口減少・過疎化における公共施設の統廃合や再配置計画の策定手法についての支援を検討し、実施した。これらの手法構築は、津別町と同等な地方公共団体を対称とし、全国的にアセットマネジメントシステムを普及展開することを目的としたものである。インフラのうち特に道路の管理に関し、夏期を中心として集中的に現地調査を実施した。そして、調査

結果に基づき、支援手法としてGISを活用したデータベースによる道路維持管理業務、市町村道の維持管理における負担の見直しを提案した。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計70件)

- 1) 張心笛・石井儀光・雨宮護・大澤義明, 緑視率から見た街路樹削減効果に関する数理的考察. 都市計画論文集, 50(3), 2015年, pp. 273-278. 【査読有】
- 2) 盆子原歩・小林隆史・大澤義明, 給油所過疎地域に関する数理的考察. 都市計画論文集, 49(3), 2014年, pp. 603-608. 【査読有】
- 3) 西沢昂・鈴木勉, 築年数と転用を考慮した地域公共施設の動的施設配置問題. 都市計画論文集, 50(3), 2015年, pp. 616-621. 【査読有】
- 4) 鈴木勉, 周期的人口変動下での動的施設配置とコンパクト化の有効性に関する研究. 都市計画論文集, 49(3), 2014年, pp. 591-596. 【査読有】
- 5) 藤倉崇晃・小川一仁・秋山英三, 仲介者と取引するトレーダーの曖昧性忌避とリスク回避—経済実験による検証—. 応用経済学研究, 8, 2015年, pp. 69-94. 【査読有】
- 6) Yonenoh H. and Akiyama E., Selection of opponents in the Prisoner's dilemma in dynamic networks: An experimental approach. *Journal of Theoretical Biology*, 351, 2014, pp. 25-36. 【査読有】
- 7) Kensuke Otsuki, Yusuke Kobayashi and Kazuo Murota, Improved max-flow min-cut algorithms in a circular disk failure model with application to a road network. *European Journal of Operational Research*, 248, 2016, pp. 396-403. 【査読有】
- 8) Yosuke Watanabe, Toshiki Sato, Kiyoshi Ishii, Tomohiro Kudoh, Maiko Shigeno and Akiko Yoshise, Routing and wavelength/sub-wavelength path assignment to maximizing accommodated traffic demands on optical. *International Symposium on Scheduling 2015*, 2015, pp. 202-207. 【査読有】
- 9) Akihiro Tanaka and Akiko Yoshise, An LP based algorithm to test cpositivity. *Pacific Journal of Optimization*, 11, 2015, pp. 101-120. 【査読有】
- 10) Masashi Miyagawa, First and second nearest distances in Archimedean tilings. *FORMA*, 29, 2014, pp. 5-11. 【査読有】
- 11) Masashi Miyagawa, Distribution of the sum of distances to the first and second nearest facilities. *Geographical*

- Analysis, 46, 2014, pp. 321-333. 【査読有】
- 12) Shungo Koichi, Mathematical programming models for road repair scheduling -On aging bridges in Japan-. Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, 10(3), 2016, JAMDSM0046 (12p). 【査読有】
  - 13) Michio Matsubayashi and Shun Watanabe, Generating Schematic Diagrams of MEP Systems from 3D Building Information Models for Use in Conservation. Proceedings of CAADRIA 2015, 20, 2015, pp. 293-302. 【査読有】
  - 14) Shun Watanabe and Haruka Kitada, Generative Grammar of Modern Japanese City Planning. Proceedings of CAADRIA 2014, 19, 2014, pp. 555-564. 【査読有】
  - 15) 温井達也・王尾和寿・渡和由・藤井さやか・花里俊廣, 地域情報による区会分類とその運営目的および事業内容の比較: 地域特性と区会規約の関連性に関する考察(その1). 日本建築学会技術報告集, 23(53), 2017年, pp. 277-281. 【査読有】
  - 16) 田中健一・古田壮宏, Median Share Ratio を用いた公平性からみた施設配置の評価モデル. 都市計画論文集, 51(3), 2016年, pp. 894-900. 【査読有】
  - 17) 田中健一・古田壮宏, 施設までの距離に着目した線分都市における Quintile Share Ratio の導出. 都市計画論文集, 50(3), 2015年, pp. 628-635. 【査読有】
- ほか 53 件
- 〔学会発表〕(計 93 件)
- 1) Donglai Ma, Yoshiaki Ohsawa and Norimitsu Ishii, Analysis of the precipitation change and the relationship with population change in Japan. 日本 OR 学会 2017 春季研究発表会, 2017年3月15日-2017年3月17日, 沖縄県市町村自治会館(那覇市).
  - 2) 小林隆史・大澤義明・竹屋裕樹・湊信乃介, RESAS を用いた地域創生を目指す地域解析 -北海道津別町を事例に-. 日本 OR 学会 2016 春季研究発表会, 2016年3月17日, 慶應義塾大学(横浜市).
  - 3) 川岸卓司・川口明子・小林隆史・大澤義明, 人口減少地域における道の駅の利用状況. 第29回応用地域学会研究発表大会, 2015年11月29日, 慶應義塾大学(東京都).
  - 4) 張心笛・大澤義明, 街路樹削減と緑視率低下との関係 -ランダムな直線による分析. 日本 OR 学会 2015 春季研究発表会, 2015年3月26日, 東京理科大学(東京都).
  - 5) 盆子原歩・小林隆史・大澤義明, 自治体規模からみた給油所過疎地に関する研究. 日本 OR 学会 2013 秋季研究発表会, 2013年9月11日-2013年9月12日, 徳島大学(徳島市).
  - 6) 佐藤祥路・鈴木勉, 歩車混在シミュレーションによる市街地避難処理性能の評価. 日本 OR 学会 2016 春季研究発表会, 2016年3月17日, 慶應義塾大学(横浜市).
  - 7) 西沢昂・鈴木勉, 転用を考慮した公共施設配置再編モデル. 日本 OR 学会 2015 春季研究発表会, 2015年3月26日, 東京理科大学(東京都).
  - 8) 鈴木勉, 周期的人口分布変動と施設配置. 地理情報システム学会講演論文集, 2013年10月26日-2013年10月27日, 慶應義塾大学(東京都).
  - 9) 落合里美・洪澤博幸・宮田譲・櫻井一宏, 豊川流域圏の経済と水環境に関する基礎的研究. 日本環境共生学会第19回(2016年度)学術大会, 2016年9月17日-2016年9月18日, 立正大学(東京都品川区).
  - 10) Katsuhiko Sakurai and Hiroyuki Shibusawa, Simulation Analysis of the Regional Economy and Water Environmental Pollutant Emission for Integrated River Basin Management. 55th Annual Meeting of Western Regional Science Association, 14-17 February 2016, Hawaii (USA).
  - 11) Akiyama, E., Hanaki, H., Funaki, Y. and Ishikawawa, R., Diversity in cognitive ability enlarges mispricing. International Conference on Socio-economic systems with ICT and Networks, 27 March 2016, Tokyo Univ. (Tokyo).
  - 12) 松下芽以・吉瀬章子, 神栖市における津波避難シミュレーションに基づく避難時の移動手段の検討. 日本 OR 学会 2016 春季研究発表会, 2016年3月17日, 慶應義塾大学(横浜市).
  - 13) 横尾知孝・吉瀬章子, Nuclear ノルムを用いた行列ランク最小化手法の協調フィルタリングへの応用. 日本 OR 学会 2016 春季研究発表会, 2016年3月17日, 慶應義塾大学(横浜市).
  - 14) Akiko Yoshise, Some Tractable Subcones for Testing Copositivity. CORS/INFORMS 2015, 16-17 June 2016, Montreal (Canada).
  - 15) Masashi Miyagawa, An approximation for the kth nearest distance and its application to location analysis. 13th International Symposium on Locational Decisions, 16 June 2014, Naples (Italy).
  - 16) Masashi Miyagawa, Joint distribution of distances to the first and the second nearest facilities. International

Conference on Operations Research,  
6-8 September 2013, Rotterdam  
(Netherlands).

- 17) Shungo Koichi, The Dependency of Optimal Road Repair Schedules on Routing Strategies. 28th European Conference on Operational Research, 3-7 July 2016, Poznan (Poland).
- 18) Shungo Koichi, Mathematical Programming Models for Road Repair Scheduling -On Aging Bridges in Japan-. International Symposium On Scheduling, 5 July 2015, Kobe Industrial Promotion Center(Kobe)
- 19) Ken Niitani, Sayaka Fujii, Tomokazu Arita, Location and Development Control of Wind Farms in Japan. 1st International conference of International Alliance for Sustainable Urbanization and Regeneration, 26 October 2014, Chiba (Japan).
- 20) Kohta Takehara, An Asymptotic Expansion Approach around Non-Gaussian Distributions. TMU Workshop on Financial Mathematics and Statistics 2016, 29-30 November 2016, Akihabara Daibill(Tokyo).
- 21) Tomoki Kitazaki and Tomokazu Arita, The Effects of Special Districts for Urban Regeneration Aiming at Sustainable Growth of Matured Megacity Regions in Japan. The International Symposium on City Planning 2014, 7 November 2014, Hanoi (Vietnam).
- 22) 田中健一・椎名香奈, 地中ケーブルの発見に要する掘削距離の分布を導出するための幾何学的確率モデル. 日本 OR 学会 2016 春季研究発表会, 2016 年 3 月 17 日, 慶應義塾大学(横浜市).
- 23) 田中健一・古田壮宏, 施設までの距離に着目した線分都市における QSR とその変種. 日本 OR 学会 2015 秋季研究発表会, 2015 年 9 月 10 日, 九州工業大学(北九州市).

ほか 70 件

〔図書〕(計 5 件)

- 1) 大澤義明・小林隆史・太田尚孝他, 『巨大地震による複合災害 - 発生メカニズム・被害・都市や地域の復興 - 』. 筑波大学出版会, 2015 年, 210p .
- 2) 糸井川栄一・鈴木勉・村尾修・谷口綾子・梅本通孝, 『都市のリスクとマネジメント』. コロナ社, 2013 年, 204p .

ほか 3 件

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

大澤 義明 (OHSAWA YOSHIAKI)

筑波大学・システム情報系・教授  
研究者番号: 5 0 1 8 3 7 6 0

### (2) 研究分担者

鈴木 勉 (SUZUKI TSUTOMU)  
筑波大学・システム情報系・教授  
研究者番号: 0 0 2 8 2 3 2 7

櫻井 一宏 (SAKURAI KATSUHIRO)  
立正大学・経済学部・准教授  
研究者番号: 2 0 5 8 1 3 8 3

秋山 英三 (AKIYAMA EIZO)  
筑波大学・システム情報系・教授  
研究者番号: 4 0 3 1 7 3 0 0

小林 佑輔 (KOBAYASHI YUSUKE)  
筑波大学・システム情報系・准教授  
研究者番号: 4 0 5 8 1 5 9 1

吉瀬 章子 (YOSHISE AKIKO)  
筑波大学・システム情報系・教授  
研究者番号: 5 0 2 3 4 4 7 2

宮川 雅至 (MIYAGAWA MASASHI)  
山梨大学・総合研究部・助教  
研究者番号: 5 0 4 0 0 6 2 7

小市 俊悟 (KOICHI SHUNGO)  
南山大学・理工学部・准教授  
研究者番号: 5 0 5 1 3 6 0 2

渡辺 俊 (WATANABE SHUN)  
筑波大学・システム情報系・教授  
研究者番号: 6 0 2 1 2 3 2 0

堤 盛人 (TSUTSUMI MORITO)  
筑波大学・システム情報系・教授  
研究者番号: 7 0 2 9 2 8 8 6

藤井 さやか (FUJII SAYAKA)  
筑波大学・システム情報系・准教授  
研究者番号: 7 0 4 2 2 1 9 4

竹原 浩太 (TAKEHARA KOHTA)  
首都大学東京・経営学部・准教授  
研究者番号: 7 0 6 1 1 7 4 7

有田 智一 (ARITA TOMOKAZU)  
筑波大学・システム情報系・教授  
研究者番号: 9 0 3 4 4 8 6 1

田中 健一 (TANAKA KENICHI)  
慶應義塾大学・理工学部(矢上)・准教授  
研究者番号: 9 0 4 0 8 7 2 4