

平成 21 年 6 月 5 日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19360228
 研究課題名（和文） スマートモビリティネットワークの地域展開に関する研究
 研究課題名（英文） A Study on Expansion of Smart Mobility Network into Local Communities
 研究代表者
 原田 昇（HARATA NOBORU）
 東京大学・大学院工学系研究科・教授
 研究者番号：40181010

研究成果の概要： 本研究課題は、新たなモビリティサービス「スマートモビリティネットワーク」を地域に展開するために必要な技術と手法を見定め、開発することを目的としている。特に IT を活用した自転車共同利用に着目し、千葉県柏キャンパス地区を舞台に実装・実験運用したシステムの運用と利用実態を把握するとともに、利用行動モデルを構築してポート配置変更に関するシナリオ分析を実施した。また、転居を契機に新たに地域に加わった人の生活活動・交通行動の変容過程をパネル調査から明らかにした。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	10,600,000	3,180,000	13,780,000
2008年度	5,100,000	1,530,000	6,630,000
年度			
年度			
年度			
総計	15,700,000	4,710,000	20,410,000

研究分野：都市交通計画，都市圏交通戦略，交通まちづくり，交通需要分析，交通行動分析
 科研費の分科・細目：土木工学 ・ 交通工学・国土計画

キーワード：スマートモビリティネットワーク，交通まちづくり，グループ行動理論，自転車共同利用システム，交通行動変容

1. 研究開始当初の背景

近年の情報通信・位置計測等の新技術の進展によって、より洗練された交通情報サービスを構築するとともに、地域を構成する個人の交通行動規範とそのつながりに着目した新たなモビリティサービスを導入・展開する可能性が高まっている。

研究代表者らはこうしたサービスを「スマートモビリティネットワーク（SMN）」と名付け、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の補助を受けて「東京大学柏キャンパスにおける通勤・通学マネジメ

ント事業」（平成 18 年度）を実施する中で、その適用に着手してきた。この事業は、郊外型キャンパスである東京大学柏キャンパスと鉄道駅の間でオンデマンドバスサービスや自転車共同利用システムを導入するとともに、キャンパスへの自動車アクセスの抑制（駐車許可基準の強化）と教職員・学生への啓発活動を実施して、交通エネルギー消費の削減効果を調査したものである。

このような取り組みを大学キャンパスと鉄道駅の間だけでなく地域に普及促進していくためには、次のような点に着目した要素

技術の開発が必要と考えられる。

まず、従来のモビリティマネジメントとは異なり、SMN は社会的規範の形成過程や個人人間マッチング行動の成立過程の理解を下敷きにする点が特徴と言える。従って、地域における交通行動規範の形成過程を追うことが重要である。

また、プローブパーソンなど高精度の行動データが逐一収集・蓄積されれば、時々刻々の状況変化に応じてサービスを調整したり、即時的な行動オプションを提案したり、ひいては望ましい交通行動を引き出すことが可能になりうる。こうしたデータを活用したサービス供給を指向することが重要である。加えて、ポイント制度などによる需要制御の可能性を検討することも重要である。

2. 研究の目的

本研究課題では、上記 NEDO 事業の成果を下敷きにして、SMN を地域へ導入・展開するための技術と手法を確立し、対象地域のエコライフを支える交通サービスとしての効果を検証することを目的とする。

3. 研究の方法

SMN の定義と課題の整理

コアメンバーの討議を通じて SMN の定義を明確化するとともに、「交通まちづくり」を念頭に置いて SMN の課題を整理した。

SMN 研究のための基礎理論の検討

SMN 研究のための基礎理論と位置づけられるグループ行動理論やエコポイントを考慮した行動理論等について、プロジェクトメンバーによる研究会や、土木学会・交通まちづくり研究小委員会（代表：原田）と共同開催した交通まちづくり手法部会において議論し整理した。

SMN の実装：自転車共同利用システム

SMN の具体例として、本研究課題では情報通信技術・位置情報技術を組み入れた自転車共同利用システムに着目する。第一に、その先進事例として、フランス・パリの Vélib' の計画や運営の実際を調査し整理した。第二に、柏キャンパス地区で実装した自転車共同利用サービスの利用実態を分析し、ポート選択 + 交通手段選択モデルを構築し、ポート配置の変化が利用に及ぼす影響を分析した。

生活の場の変更とモビリティ変化の分析

新たに地域に暮らす人々の交通行動規範の形成過程を把握するため、柏キャンパス地区の駅前新築マンションへの転居世帯を対象として、転居前後の生活活動・交通行動に関するパネル調査を実施し、その変化の実態を分析した。また、東京大学柏キャンパスの

大学院新入学予定者を対象に、情報提供による通学行動の変容の可能性を検討した。

4. 研究成果

SMN の定義と課題の整理

SMN の定義

まず、SMN の定義を「利用者行動理論を下敷きにした、環境と健康に優しい新たなモビリティサービスを実現する市民参加型の仕組み。オンデマンドバスや共同利用自転車などを様々な認証技術で包括的に管理・運用するとともに、エコと健康の見える化技術を援用することで個人の交通行動の変容を実現する」ものと明確化した（図 1）。

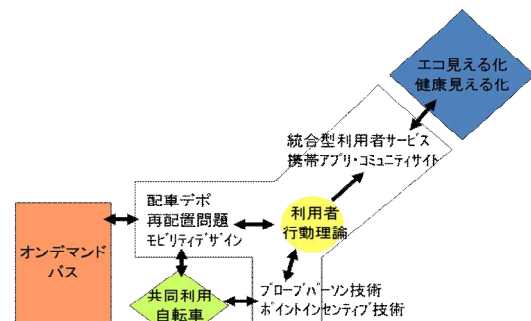


図 1 SMN の概念図

課題の整理：交通まちづくりと SMN

SMN は、まちの目標の実現を指向した新しい交通計画「交通まちづくり」や「モビリティデザイン」の有用な構成要素になりうる。そこで、交通まちづくりとモビリティデザインの理念と事例を踏まえ、SMN に求められる課題を整理した。

SMN のような仕組み（自転車の共同利用やオンデマンドバス、あるいは交通エコポイント）をまちづくりの現実に対応させていくことは思いのほか難しい。街で繰り広げられている一人十色と多相化した個人の価値観と複雑な移動活動パターンに対応した SMN をデザインしていくことが求められているといえるだろう。このとき、基本となる視点は市場のメカニズムを再設計することにある。プレイヤーを明確化し、互いに依存しあうペイオフマトリクスを正確に推計し、サービス設計をすることが求められている。このための基礎理論として、ゲーム理論を援用した多主体進化ゲーム型行動モデルの枠組みが必要とされている。こうしたモデルを援用しつつ、IT を活用した SMN を実際の交通まちづくりの現場に外挿していくことが課題と言える。

SMN 研究の基礎理論：グループ意思決定

交通まちづくりには多くのアクターが関わっており、それぞれに時にはコンフリクトが生じる目標を有している。個人がグループ行動における自分の効用を最大化しようと

するであろうが、コンフリクトが生じる場合、その最大化の実現が難しくなる。というのは、グループとしての結果を実現するために、個人の効用だけではなく、その個人のグループ意思決定における相対的影響力、個人間の相互作用を無視することができないからである。したがって、Win-winの交通まちづくりを目指すべきであろうが、多くの場合においてコンフリクトの解消にはアクター同士の協調が必要となる。協調は、グループ行動における個人の相対的影響力や選好を調整したり、構成員間のポジティブな相互作用を促したりすることを意味する。しかし、このような協調関係が自動的に生じる保証はどこにもない。協調のための戦略と意思決定方法が必要である。協調行動はまたタスクの特性や関わるグループの特性によって異なる。よりよい交通まちづくりのために、対象とする時間スケール（長期や短期）、空間（都心や郊外）、そして状況（市民参加の成熟度や財政状況、他の社会経済情勢の変化）に応じてコンフリクトを解消するためのツールや方法を模索する必要がある。

一方、市民生活行動について、世帯を基本的な生活単位とするため、世帯構成員間の相互作用を無視して市民の生活行動を表現することができない。前述のような協調行動は世帯にも見られる。世帯行動の場合、世帯構成員が、世帯における役割、予算決定権、問題解決、説得や交渉などの戦略を駆使し、世帯としての行動を意思決定すると言われている。戦略によって異なる意思決定方法が使われる。

また、個人は社会的動物であるように、世帯や組織も社会的動物である。よって、交通まちづくりに関わる各アクターの行動を理解・表現するため、そのアクターを取り巻くソーシャルネットワークの影響を無視することができない。この場合、社会的相互作用モデルの適用が有効であろう。

このように社会性とグループ性の視点から交通まちづくり政策の立案・実施を行うことが重要であるにもかかわらず、都市・交通分野におけるグループ行動の調査・モデリング手法に関する研究はまだまだ初期段階に位置づけており、未解決の課題は山積みである。今後、社会心理学、行動経済学などの多くの分野の知識や理論を援用しながら、いろいろな状況におけるグループ行動について、実証的な研究を引き続き重ねていくことが必要である。

SMNとしての自転車共同利用システム

パリ・Vélib'の計画・運営の実例

欧州を中心に導入が進む自転車共同利用事業の代表例としてパリのVélib'を取り上げ、現地ヒアリング調査や文献調査を通じて

情報を収集し、その背景、運営の実例、ならびに計画手法などを整理した。特に需要予測に基づいたステーションの場所や自転車設置数の配置計画手法に着目し、パリ市都市計画局・APURの報告書をもとに整理した。

計画手法を要約すると、200mメッシュ単位の集中トリップ数を4目的（住宅関連、通勤関連、商業関連、施設関連）ごとに算出、合計し、現地の導入可能空間の調査と併せてステーションの配置と規模を決定するというものである。ステーションのデザインや形状についても、車道上、歩道上などの設置場所に応じたガイドラインがまとめられている。

配置計画に地区の「移動需要」のデータを用いていること、「移動需要」を「地区内施設の集人能力」と捉えて国勢調査などの数値データを用いていることは、本手法の特徴と考えられる。ただし、総自転車台数は「9000台」と事前に与えられている。APUR報告書で移動需要から検討・決定されたものではなく、また「ステーション1451箇所、自転車20600台」という現在のシステム規模に相当するものではない点に留意が必要である。

不明確な点は残されているが、本手法は、我が国の事例でみられるように「市有地の置ける場所に置く」、「人が集まるところに適当に置く」といった手法と比べれば合理的であることは明白である。自転車共同利用システムの計画を考えるに先立ち、Vélib'の計画手法を理解しておくことは有用であろう。

自転車共同利用システムの実装と評価

柏キャンパス地区では、羽藤らを中心として、ポート5ヶ所（東大柏キャンパス内に4ヶ所、柏の葉キャンパス駅に1ヶ所）・自転車50台規模の自転車共同利用サービスが実装された(図2)。



図2 共同利用自転車ポート配置図

これは、携帯電話により自転車共同利用情報を取得し、レンタル自転車を予約するシステム、自転車に装着したアクティブタグから発せられる電波によりレンタル自転車状況を確認するシステム、利用者の利用実績に応じてポイントを合算・減算し、移動に伴う消費カロリーなどの情報を配信するシ

ステム、の3つから構成される。利用者は、携帯電話やウェブを通じて専用サイトにアクセスし、自転車のレンタルを要請する。レンタルを要請したポートに設置されたリーダーアンテナで自転車の有無を認証した後、自転車がある場合はその自転車ナンバーと鍵番号がメール配信され、自転車のレンタル手続きが完了する。

まず、プローブパーソン技術によって収集された生活・活動データ（55日間にわたって実験に参加した20人分）とRFIDタグリーダーに記録された自転車の利用実績データ（82人分）を用いてサービスの利用実態を分析し、行動パターンの多様性とそれに伴うポート需要の偏りを確認した。具体的には：

- ・ 駅～東大間のトリップ時間は15分以下と短く、出庫ポートと返却ポートが同じ場合は40分以上の長時間利用が多い。
- ・ 各ポートの自転車流入量と流出量を時間別に集計すると、流入・流出の転換期である11-14時、23-6時には自転車が一台も存在しないポートの出現リスクが高まる。需要の偏りを補正しない仮想的な状況を想定すると、所定の自転車台数で全ポートの在庫を維持することは困難である。
- ・ モニターの「連続率」（あるトリップで自転車を返却したポートと、次のトリップで自転車を借りるポートが一致している確率）の平均は0.7であり、平均レンタル回数が多いモニターほど1に近づく。

次に、長期観測モニター20名の1週間分のトリップデータから、行き・帰り・往復のポート選択+交通手段選択モデルを推定した。このうち往復NLモデルを用いて、共同利用自転車のポートの配置を変更した場合の利用者数のシナリオシミュレーションを行い、以下のことを示した（表1）。

- ・ 50m以内の近接した位置にあるポートの削減は、共同利用自転車の利用者数にあまり影響を及ぼさない。
- ・ 駅周辺のポートの配置によっては、バスへの交通手段転換者が増加する。

表1 各シナリオにおける利用者数の変化

	シナリオ			
	0	1	2	3
ポートB	14	26 (+86%)	69 (+393%)	11 (-21%)
ポートC	15	-	-	13 (-13%)
ポートD	17	21 (+24%)	-	18 (+6%)
ポートE	28	27 (-4%)	-	24 (-14%)
徒歩	2	2 (+0%)	3 (+50%)	2 (+0%)
バス	33	33 (+0%)	37 (+12%)	41 (+24%)

シナリオ0：現況

シナリオ1：ポートCを排除

シナリオ2：ポートC,D,Eを排除

シナリオ3：ポートAを駅徒歩5分の場所へ移動

本実験では自転車のレンタル料を無料としたため、値段による効用を加味できなかった。

た。料金設定は重要な評価項目であり、ポイント効果も含めた個人の交通手段の選択傾向を考慮した構造のモデルを構築して採算性の評価を行うことが今後の課題であるといえよう。

生活の場の変更とモビリティ変化の分析

SMNの導入が進む柏キャンパス地区は、つくばエクスプレスの開業に伴い沿線開発が活発に進められているエリアで、「知」、「緑」、「健康」、「環境」などのキーワードに基づくまちづくりが展開されつつある。自家用車を使わず区内での活動を主体とするような生活スタイルの実現可能性が十分にある一方で、東京都市圏郊外部の一般的な街と同様に、自動車を多く利用するような生活スタイルの魅力も高い地区と考えられる（図3）。



図3 柏キャンパス地区周辺地域

本研究課題では、柏の葉キャンパス駅前の新築マンションへの入居が決定した世帯を対象に、転居前後の生活活動（買物、娯楽、飲食、学習の4種類）・交通行動を追うパネル調査を実施した。パネル調査は、転居前の活動・行動実態調査、転居前時点における転居後の活動・行動意向調査、転居後の活動・行動実態調査、から成る（図4）。



- ① 転居そのものによる活動・行動変更意向
- ② 詳細情報の提供の有無による意向の差異
- ③ 転居（そのもの）による活動・行動実態の変化

図4 調査・分析のポイント

このデータをもとに、転居前実態と転居後意向（と）ならびに転居前実態と転居後実態（と）の比較分析を行った。また前者では、街の魅力を伝える情報の提供によって転居後の活動場所を区内へ誘導し、自動

車利用意向を抑制する可能性について、詳細なタウン情報を提供した群と簡易な情報のみを提供した群の比較を通じて検討した。

第一に、と の比較分析からは次のことを明らかにした。

- ・ 柏の葉地区への転居後には、上記の生活活動を自動車利用意向の低い自宅近所で主に行おうという意向を持つ人が、転居前の活動実態より増加する。このことから、転居に伴って活動圏域のコンパクト化と非自動車交通手段の利用の増加が促され、これらの活動における自動車利用の削減に寄与する可能性がある。
- ・ 転居前・遠方活動時に自動車を多く使っている層は、そうでない層に比べて、転居後の自動車利用意向が強く、かつ転居後に活動圏域を拡大させる意向も強い。
- ・ そのような層に対して、柏の葉地区の詳細なタウン情報を提示するとともに、徒歩や自転車ですらすらという生活スタイルを提案することによって、一部の生活活動項目に関してではあるが、活動圏域のコンパクト化と拡大の抑制、自動車利用の抑制につながる可能性がある（表2）。

表2 詳細タウン情報の提供の有無による活動・行動意向と意識の差

項目	詳細情報提供群 平均[観測数]	簡易情報提供群 平均[観測数]	t値と 差の有意性	◆	
					平均[観測数]
近所での活動意向	買物	3.00 [26]	3.17 [23]	-0.90	
	娯楽	3.05 [25]	2.74 [23]	1.40	>
	飲食	2.96 [25]	2.83 [23]	0.70	
	学習	3.00 [23]	3.09 [21]	-0.35	
近所活動時の自動車利用意向	買物	1.85 [26]	1.83 [23]	0.10	<
	娯楽	1.77 [26]	1.91 [23]	-0.70	
	飲食	1.54 [26]	1.91 [23]	-1.82	<<
	学習	1.79 [24]	1.86 [21]	-0.28	
遠方活動時の自動車利用意向	買物	2.65 [26]	3.00 [22]	-1.39	< >
	娯楽	2.65 [26]	2.99 [22]	-1.31	<
	飲食	2.52 [25]	2.73 [22]	-0.79	
	学習	2.39 [23]	2.60 [20]	-0.75	
生活活動に関する意識	よりよい活動場所があれば遠くでも行きたい	5.28 [26]	5.78 [23]	-1.30	<
	お気に入りの場所に繰り返し通いたい	6.19 [26]	6.13 [23]	0.22	
	色々な所に行ってみよう	5.85 [26]	6.09 [22]	-0.82	
	用事はなるべく近くで済ませたい	6.19 [25]	5.74 [23]	1.31	> >

平均：4 or 7段階の回答得点の平均値

欄：転居前実態に基づく有意性検定結果

>>, >: 詳細情報提供群が大(5%有意, 10%有意)

<<, <: 簡易情報提供群が大(5%有意, 10%有意)

第二に、と の比較分析からは次のことを明らかにした。

- ・ 転居に伴う有意な変化として、買物活動の回数自体の増加、近所での買物・娯楽活動の増加、近所での買物・娯楽・飲食時と遠方での買物時における自動車利用の減少が見られる。
- ・ 飲食・学習活動の実行場所（近所/遠方）と、各活動を遠方で行う時の自動車利用率（高い/低い）に関して、転居前の習慣の

違いが転居後も持続する傾向がある。一方、買物・娯楽活動の実行場所と、各活動を近所で行う時の自動車利用率については、転居前の傾向に関わらず転居後には有意差が見られなくなっている（表3）。

- ・ 転居前居住地が鉄道駅から遠かった人は転居後には近所での活動を増やし、近所活動時の交通手段として自動車を使う機会を減らしている。

表3 転居前後の近所率と自動車率

活動	転居前の活動場所	平均近所率		転居前の自動車利用率	平均自動車率	
		左: 転居前	右: 転居後		左: 転居前	右: 転居後
買物	近所主体	高い	83%	高い	88%	22%
		低い	83%	低い	3%	11%
	遠方主体	高い	19%	高い	99%	63%
		低い	77%	低い	2%	17%
娯楽	近所主体	高い	80%	高い	81%	3%
		低い	69%	低い	1%	3%
	遠方主体	高い	10%	高い	92%	78%
		低い	69%	低い	2%	26%
飲食	近所主体	高い	81%	高い	89%	30%
		低い	62%	低い	3%	14%
	遠方主体	高い	11%	高い	92%	53%
		低い	47%	低い	0%	22%
学習	近所主体	高い	93%	高い	100%	0%
		低い	55%	低い	0%	0%
	遠方主体	高い	2%	高い	90%	60%
		低い	21%	低い	0%	33%

近所率：近所での活動頻度 / 全活動頻度

自動車率：自動車の利用頻度 / 全手段利用頻度

転居前の活動場所の「近所主体」「遠方主体」と自動車利用率の「高い」「低い」は、それぞれ近所率と自動車率が50%以上か未満かによって区分した。

このような転居前後の活動・行動パネル調査は、転居に伴う生活スタイルの変化を追い、それをより望ましい方向へ誘導する可能性を検討する1つの足がかりとして有意義と考える。今後も転居後の行動実績データを継続的に収集して、時間の経過に伴い人々が新たな環境にどう適応し、どういった生活活動・交通行動をとるようになるのかの変化を解明していくことが重要であろう。

今後の展望

以上、本研究課題ではSMNの定義、理論と分析手法の整理、実装、評価を実施し、その有用性を再整理するとともに、SMNを具体的に展開するための基礎的ツールを整えることができた。

今後は、SMNを核とする革新的交通サービスの提供を通して、新しいモビリティデザインに基づくまちを造りあげていきたい。具体的には、自転車共同利用を、柏キャンパス地区で実証実験を積み重ねているオンデマンドバスと組み合わせるとともに、その利用促進と連携した活動・交通自己診断システムを普及させ、利用会員の増加を通して地域のモビリティデザインを支える担い手を育て、環境負荷の小さい交通と生活スタイルの定着を図ることを構想している。

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8件)

Mosa, A., I., Harata, N. and Ohmori, N. : A simultaneous model for household interactions in daily inhome and out-of-home physical and virtual activity participations, ICT use and social behavior, Transportation Research Record, in press, 2009. (査読有)

Zhang, J., and Fujiwara, A. : Representing intra-household interaction in transit-oriented residential choice behavior using stated preference approach, Transportation Research Record, in press, 2009. (査読有)

羽藤英二 : メカニズムデザイン 横浜 - フランス - 金沢, 交通工学, Vol.44, No.2, pp.31-39, 2009. (査読無)

Zhang, J., Kuwano, M., Lee, B. and Fujiwara, A. : Modeling household discrete choice behavior incorporating heterogeneous group decision-making mechanisms, Transportation Research Part B: A Special Issue "Household Behavior Modeling", edited by H. Timmermans and J. Zhang, 43, 230-250, 2009. (査読有)

渡辺美穂, 羽藤英二 : 自転車の共同利用サービスの実装とその評価に関する研究, ITS シンポジウム論文集, CD-ROM, 2008. (査読有)

高橋理, 高見淳史, 大森宣暁, 原田昇 : 郊外駅周辺地区への転居予定者の生活交通行動意向とタウン情報提供の効果に関する分析 - 千葉県柏市・柏の葉地区を例に -, 都市計画論文集, No.43-3, pp.781-786, 2008. (査読有)

羽藤英二 : 自転車空間のモビリティデザイン, 交通工学, Vol.43, No.2, pp.4-12, 2008. (査読無)

藤井敬士, 渡辺美穂, 羽藤英二, レポートリーグリッド法を用いた体験型自転車イベントの効果分析 - 柏の葉を事例として -, 土木計画学研究・講演集, Vol.36, CD-ROM, 2007. (査読無)

[学会発表](計3件)

Zhang, J., and Fujiwara, A. : A Comparative modeling analysis of household time allocation behavior using a large-scale national time use

data in Japan, 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C, January 11-15, 2009. Soo, J., Zhang, J., Ottens, H. F. L., and Ettema, D. : Household time allocation and Interaction: A comparison of households with and without young children, 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C, January 11-15, 2009. 渡辺美穂, 羽藤英二 : 柏の葉自転車街づくりの取り組み - 自転車共同利用サービスの導入, 2008 都市計画学会ポスターセッション, 2008年5月16日.

6. 研究組織

研究代表者

原田 昇 (HARATA NOBORU)
東京大学・大学院工学系研究科・教授
研究者番号 : 4 0 1 8 1 0 1 0

研究分担者

なし

連携研究者

森川 高行 (MORIKAWA TAKAYUKI)
名古屋大学・大学院環境学研究科・教授
研究者番号 : 3 0 1 6 6 3 9 2
谷口 守 (TANIGUCHI MAMORU)
岡山大学・大学院環境学研究科・教授
研究者番号 : 0 0 2 1 2 0 4 3
高野 伸栄 (TAKANO SHIN EI)
北海道大学・大学院工学系研究科・准教授
研究者番号 : 6 0 2 2 1 3 5 5
牧村 和彦 (MAKIMURA KAZUHIKO)
計量計画研究所・研究部・交通研究室長
研究者番号 : 9 0 4 1 9 0 7 8
張 峻屹 (ZHANG JUNYI)
広島大学・大学院国際協力研究科・准教授
研究者番号 : 2 0 2 8 4 1 6 9
羽藤 英二 (HATO EIJI)
東京大学・大学院工学系研究科・准教授
研究者番号 : 6 0 3 0 4 6 4 8
山本 俊行 (YAMAMOTO TOSHIYUKI)
名古屋大学・大学院工学系研究科・准教授
研究者番号 : 8 0 2 7 3 4 6 5
大森 宣暁 (OHMORI NOBUAKI)
東京大学・大学院工学系研究科・講師
研究者番号 : 8 0 3 2 3 4 4 2
谷口 綾子 (TANIGUCHI AYAKO)
筑波大学・大学院システム情報工学研究科・講師
研究者番号 : 8 0 4 2 2 1 9 5
高見 淳史 (TAKAMI KIYOSHI)
東京大学・大学院工学系研究科・助教
研究者番号 : 4 0 3 0 5 4 2 0