

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 18 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24360203

研究課題名(和文) 多様化するパーソナルモビリティの共存性評価システムの開発と道路・エリアマネジメント

研究課題名(英文) Development of Compatibility Evaluation Systems for Diversifying Personal Mobilities and Road Management

研究代表者

金 利昭 (KIN, TOSHIAKI)

茨城大学・工学部・教授

研究者番号：40205050

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,000,000円

研究成果の概要(和文)：新しいパーソナルモビリティの位置づけと課題を整理した。特にセグウェイやタンデム自転車及び電動二輪車については共存上の課題と社会的受容性を検討した結果、セグウェイは成人自転車との共存性が高いこと、歩行者と通行帯を分けた方がよいことが判明した。個別の共存性評価手法を精緻化し、新しいパーソナルモビリティの共存条件を求める共存性分析システムとして構成した。中速モードが混在する空間における計画技術を検討した結果、交通主体間の意識GAPを解消するための新たなコミュニケーション方法を確立する必要性を提言した。

研究成果の概要(英文)：Recently in Japan, personal compact transports are remarkably diversifying by reason of social changes such as the needs for high mobility, aged society, and environmental problems. The characteristics are electrification and miniaturization. Then some transports are nearly same in size, performance, and form, though those legal positioning is different. So it is difficult to distinguish the similar modes. Firstly, this paper grasps the tendency of the diversification and traffic problems on road and depicts the points for the compatibility of the transports on the road. Secondly, applicability of three evaluation methods for the road space-BCC・Satisfaction Measurement・Stress Measurement-, is improved. Finally, the traffic conscious gap between one and the other is found, and it is clear that the new communication tools (ring the bell, saying something, etc.) is necessary.

研究分野：交通計画

キーワード：パーソナルモビリティ コンパティビリティ 共存性 自転車 セグウェイ シニアカー 交通規則  
道路再配分

### 1. 研究開始当初の背景

限られた道路空間内には様々な交通手段・利用者が混在し、大きな混乱を引き起こしている。このような現状に加えて今後は電動四輪車等の高齢者対応型モビリティの増加が予想される。さらに立乗りスクーター（セグウェイ）や一人・二人乗り用の超小型電気自動車等の新たなモビリティが開発され、既に社会実験も行われているが、これらの新しいパーソナルモビリティの車両法・道路法・道交法上の位置づけが不明なため通行帯と具体的な共存方法が課題となっている。したがって混乱している現状を整理化するとともに、多様化するパーソナルモビリティを交通計画上に適切に位置づける必要がある。

### 2. 研究の目的

交通手段の共存性を検討する上で最も必要とされているにもかかわらず研究蓄積の少ない共存性評価システムを開発し、これを用いてパーソナルモビリティの共存計画論を構築することを目的とする。具体的な目的は以下の三点である。

- (1) 多様化するパーソナルモビリティの挙動特性と共存性の論点を明らかにする。
- (2) これまで開発してきた個別の共存性評価手法を拡張・精緻化することにより、多様化するパーソナルモビリティの共存性評価システムを開発し、これを用いて歩行者・自転車・自動車との共存性を評価することにより走行空間と運用に関わる共存条件を明らかにする。
- (3) パーソナルモビリティを利活用するために「中速帯」をベースとした計画技術を考案し、共存計画論を構築する。

### 3. 研究の方法

- (1) パーソナルモビリティの動向と問題点・課題の整理：パーソナルモビリティの動向を整理することを目的として、Web ページ検索及びパンフレット収集によって新しいパーソナルモビリティの分析データを収集・整理し特性を把握する。次に、我が国における交通関連の法制度におけるパーソナルモビリティの位置づけと課題を整理し、問題点・課題を明らかにする。さらに文献調査によって海外におけるパーソナルモビリティの位置づけを整理する。
- (2) パーソナルモビリティの挙動特性の把握：代表的なパーソナルモビリティである電動原付、セグウェイ、タンDEM自転車の挙動特性を明らかとすることを目的として、走行実験により車両性能を把握するとともに、共存性評価項目を用いて共存性能を把握する。
- (3) 共存性分析システムの構築と共存代替案への適用：自転車用に開発した BCC (Bicycle Compatibility Checklist)

と意識調査に基づく満足度分析手法、及び心拍変動を用いたストレス分析手法の三つの個別の共存性分析手法を精緻化して共存性分析システムを構築する。

- (4) パーソナルモビリティの共存計画論の構築：自転車を含む中速帯域における共存計画論を検討する。

### 4. 研究成果

- (1) 我が国におけるパーソナルモビリティの動向と問題点・課題

パンフレットの収集やWeb検索、及び展示会の観覧等の方法によりコンパクト交通手段の動向を把握したうえで、代表的な66種のコンパクト交通手段を分類・整理することによってコンパクト交通手段の全体像を把握するとともに問題点を抽出した。また道路交通法と道路運送車両法における位置づけを整理し、諸元データを比較することで車両特性を把握し、最後に道路交通における共存性の問題を考察した。結果を以下に列記する。

コンパクト交通手段に関わる資料の収集・整理により新しい三タイプのコンパクト交通手段の存在を確認した。第一グループは立ち乗りのスクーター、第二グループは1人乗り用パーソナルモビリティ、第三グループは縦2人乗り超小型電気自動車である。

コンパクト交通手段の形状は多様化しており、形状が類似した交通手段でも乗車人数や最高速度などが異なる交通手段があるために、類似の交通手段をグループ化することによって通行帯を決定することは容易ではないと考えられる。

道路交通法と道路運送車両法では車両の分類名称が異なる場合があることや、ほぼ同じ性能の原付とミニカー（普通自動車）の法定速度や交通規則が異なり安全上の問題がある。

コンパクト交通手段の共存性を考察した結果、特に以下3点を指摘した。第一に、2人乗り超小型自動車は従来の自動車と比べて安全性が大きく異なり、通行空間におけるすり抜け・追い越しなどの危険性が高く、現在の道路空間はコンパクト交通手段を有利に利用できる交通環境ではないと考えられるため、普及にあたっては十分慎重な検討が必要である。第二に、Winglet や Segway などの立ち乗りスクーターは、歩行者と比べれば全高も高く形状が異なり、重量、速度、挙動、威圧感等において明らかに異質な特性を持つ交通手段であることから、歩道空間を利用することについては共存性という観点から十分慎重に考える必要がある。第三に、安全性の異なる多くのコンパクト交通手段を共存性という観点から考察した結果、解決策としては、第三の通行帯である中速帯を整備すること、またシェアードスペースやコンパク

ト交通手段の通行可能地域や道路を限定するという考え方があることを提示した。

## (2) 海外におけるパーソナルモビリティの位置づけ

### 立ち乗り型パーソナルモビリティ

欧州各国においては、主としてセグウェイを対象として想定された立ち乗り型パーソナルモビリティについての法制度の検討がこれまでにされており、現在イギリス以外の主要国では立ち乗り型パーソナルモビリティの公道通行が認められている。しかし、国によって立ち乗り型パーソナルモビリティの位置付けは異なっており、歩行者扱いのフランス、自転車的一种と扱われるスウェーデン、既存車両の枠組みの中に位置付けられたスイスなどの他、ドイツは現段階では新たな車両として区分を設けている。セグウェイの利用実態は、フランスやドイツの一部で観光や警備用として導入されてはいるものの、個人の移動手段として自転車等のように普及していると言える状況ではない。そのため、セグウェイが関連した事故や社会的な課題が浮き彫りになるような状況にもなっていない。

### 座り乗り型パーソナルモビリティ

座り乗り型パーソナルモビリティは、特にイギリスでショップモビリティとしてシニアカーの普及が進んでいる。イギリスでは、時速 6km/h を超える高速型シニアカーは公道の通行が許可されており郊外等で利用されている。また、ドイツやオランダ等でも、時速 6km を超える高速型のものは法制度が整備されている。いずれの国においても、最高速度がおおむね時速 6km の座り乗り型パーソナルモビリティは歩行者として扱われ、歩道を通行するものとして位置づけられているが、最高速度が時速 6km を超える性能を有するタイプの場合は、歩行者として扱われるものであっても、自転車道や車道の通行が原則となっている。

## (3) セグウェイの挙動特性

セグウェイが実際の道路空間を走る際にどのような問題があるのかを明らかにすることを目的に、挙動を把握するための挙動実験を行いつつ、社会的受容性を把握するための模擬実験を通じたアンケート調査を実施した。

セグウェイの挙動実験から得られた結果を以下に示す。まず、セグウェイが車道を通ることを仮定した実験では、問題視されていた後方確認時に本体がぶれるといったことは少なく、追い越す際の自動車との距離の 5 人の平均は 54cm となった。次に、水平な場所と勾配のある場所での比較実験では、前後の移動幅の 5 人の最大平均に違いはなく、両方とも約 60cm 移動している結果となったため、1 分以上停止する際にはセグウェイから降りること危険性

は低くなる。最後に、セグウェイが車道を通ることを仮定し実験を行ったが 5 人とも問題がなかった。

受容性模擬実験の後に威圧感、発生音、速度等についてアンケートを実施した。その結果、歩行者がセグウェイとすれ違う・追い越される時に威圧感があると感じた人数が半数を超えたのはセグウェイの速度が 15[km/h]の時であった。セグウェイの発生音は 10[km/h]まで静かと感じた人数が半数を超えた。しかし「存在を知らせるために音を大きくした方が良い」との意見も多い。セグウェイと自転車の威圧感を比べるとセグウェイの方が威圧感があると答える人が多いが、「セグウェイに慣れていない」等の理由もある。半数以上の 9 名が歩道でのセグウェイの通行に反対し、残りの 7 名も 10[km/h]の速度制限を設けたうえでの賛成が多かった。自転車道での通行に反対する者はいなかった。以上の実験結果より、挙動上は問題は少なく様々な通行帯に対応できると考える。しかし、受容性を考えると歩行者とは通行帯を分けた方が良いことが考えられる。

以上より、セグウェイは、共存性分析から「成人の自転車」との共存性が高いこと、及び受容性実験から歩行者と通行帯を分けた方が良いことがわかった。よって、セグウェイの公道走行を認める場合には、自転車通行帯を共用することが妥当と判断できる。

## (4) 電動バイクの共存性

電動系パーソナルモビリティの一つとして最近販売が行われている電動バイクに着目し、道路交通状況への適合性を明らかにすることを目的として利用時の挙動・意識を比較分析を行った。具体的には、高齢者と若年者を対象に、電動アシスト自転車と電動バイク、原付バイクと電動バイクで同じ道路交通環境を走行した場合の挙動を観測して、道路状態、利用手段、高齢者・若年者の走行挙動、運転者認識（プロトコル）を比較して、高齢者モビリティとしての電動バイクの道路交通状況への適合性を分析した。結果、高齢者の電動バイク利用時の特徴として以下のことが明らかになった。

上り坂で速度差が大きいため追い越しを気にする。

片側 1 車線の準幹線道路では車道内の轍に気がとられ、自転車等への注意に欠ける傾向がある。

自転車レーンを有する準幹線道路では、レーンのため車道が狭くなることにより追い抜きに対して恐怖感が生じる。

細街路では自転車や原付以上に車とのすれ違いに緊張する傾向が見られた。

高齢者用のモビリティとしての電動バイクには、原付に比べて自動車より低速でかつ安定性に欠けることから、現状の道路交

通環境では自動車との共存性が不足していることが明らかになった。このため自転車レーンを高質化した中速帯を用いて自転車との共存を図るなどの方向が考えられる。

#### (5) タンDEM自転車の共存性

タンDEM自転車を用いた視覚障害者の街中への進出、並びにスポーツ・レクリエーション・コミュニケーション促進の可能性を検討することを目的として、タンDEM自転車を利用したイベントにおいてアンケート調査を行い、日常の交通行動とタンDEM自転車の利用可の可能性を検討した。走行実験により乗車時の安全性を把握するための基礎的な挙動分析を行い、今後の公道走行を想定した実験に向けて評価の視点等を明らかにした。結果は以下の通り。

アンケート調査では、現在の視覚障害者の外出状況から、タンDEM自転車の利用による日常変化の期待があることがわかった。その一方で、走行中のバランスやパイロットを誰に任せるかといった課題もあることがわかった。

走行実験では、発進時は前後2つのペダルが1つに連結されているため少しバランスを崩し、ハンドルが左右に大きく振れ、車体・パイロット・ストーカーは同じ挙動を示すことがわかった。発進後およそ15秒後には、ハンドル・車体は共に安定した挙動を示していた。定速走行時は、曲がる際に視覚障害者に対して口頭での情報伝達の有無で挙動に差異が生じる。情報伝達有りでは右左折時に車体・パイロット・ストーカー共に同じ挙動を示していることが分かったが、情報伝達無しでは右左折時に車体とパイロットは同じ挙動を示すものの、ストーカーはこの2つと逆方向に大きく傾いている。ペダルへの負荷は、発進時から停止時までパイロットとストーカーではペダルの踏み込みのタイミングの違いで多少差異はあるものの、ほとんど同じ値になる。停止時では、ハンドル操作のふらつきは走行時と比較するとほとんど変化は見受けられず、乗車者体のふらつきに影響は見受けられなかった。

#### (6) 三つの評価手法の特徴と留意点

これまでパーソナルモビリティ評価手法として開発してきた三つの評価手法、すなわちBCC(Bicycle Compatibility Checklist)、満足度評価手法、ストレス計測手法との特徴と適用上の留意点を明らかにすることを目的に、事例分析を行った。

BCCは専門家の利用を想定した客観的評価であり、物理的整備水準と共存性(コンフリクト)の評価が可能で多項目かつ詳細な項目設定により自転車走行空間の問題発見に優れている。しかし項目間の重みづけがないために要因の影響力を定量的に計

測することは困難で、総合評価の信頼性は十分とは言えない。このためBCC総合評価では利用者が志向する自転車通行空間と一致しない場合が起こる。

満足度評価は利用者の視点からの主観的評価であるために、実際の通行帯選択行動と関連づけることができる。しかし走行経験や交通教育などにより利用者の意識が変化した場合には、当然満足度評価も変化することになる。また一部の特定要因に総合評価が左右される可能性があるため、改善可能な一部の問題点であるにもかかわらず区間全体が低く評価される危険性があると言える。

ストレス計測手法は利用者の生体反応を用いた評価であり、満足度調査では捉えられない無意識のストレス反応を捉える可能性を有している。簡便に全区間的及び局所的評価を行える可能性があるが、現段階では適用方法が未確立であるため他の評価手法と合わせた補完的な適用可能性が有効と考えられる。

#### (7) 新しいパーソナルモビリティの社会的受容性の検討

平成25年度に実施した全国7都市圏のWEB調査データ(3700サンプル)を用いて、パーソナルモビリティであるのシニアカーや電動原付、セグウェイが中速帯である自転車レーンを走行することに対する社会的受容性を検討した。この結果、三交通手段とも、賛成・反対が3割で同程度で、わからないという回答が4割を占めた。

#### (8) パーソナルモビリティの共存計画論

パーソナルモビリティが混在する共存空間では錯綜や危険を回避するために意思を伝え合うコミュニケーションが必要だと考えられる。そこで、水戸市の自転車歩行者道において、コミュニケーションの取りづらい追い越し・追い越され事象の観察調査とアンケート調査を行うことで、当事者間の意識GAPを把握し、新しいコミュニケーション方法を検討した。その結果、自転車利用者と歩行者では安全な追い越し方法について意識GAPがあること、歩行者属性によりコミュニケーション行動(ベルを鳴らす、声掛け等)を使い分ける必要があることを明らかにした。

歩行者を追い越す際に顕在的コミュニケーションを行う自転車利用者は7.3%であり、45.5%の歩行者がコミュニケーション行動に対し反応を返さなかった。このことから、現在のコミュニケーション方法は改善する必要があると考える。

自転車利用者は歩行者の側方距離が1m以内の時、意識している速度よりも速い速度で追い越している。

自転車利用者の約6割はコミュニケーション行動を行わない追い越しが歩行者にと

って良いと考えているが、歩行者の5割以上はコミュニケーション行動を行う追い越しを望んでおり、自転車利用者と歩行者には意識GAPがあるといえる。事前コミュニケーションとして「コミュニケーション用の音」と「声かけ」を状況によって使い分けることを提案した。事後コミュニケーションとして感謝の言葉を表す決まり文句や動作を新たに考案し普及させることを提案した。

#### 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 29 件)

金利昭、自転車利用者のストレス計測に関する研究、土木計画学・講演集、査読無、No.51、2015、8P. CD-ROM

平井隆太郎・金利昭、ウォーカー・ランナー・サイクリストが混在するレジャー交通の実態分析、土木計画学・講演集、査読無、No.51、2015、6P. CD-ROM

門馬綾子・金利昭、自転車 - 歩行者間の追い越し・追い越され事象における当事者意識GAPと交通コミュニケーション方法に関する基礎的研究、土木計画学・講演集、査読無、No.51、2015、7P. CD-ROM

吉田長裕、欧米における中速・低出力パーソナルモビリティ施策の動向、交通工学、査読無、Vol.50、No.2、2015、pp.28-32

金利昭、自転車レーンと自歩道の併用整備とその是非、第49回土木計画学・講演集、査読無No.49、2014、3P. CD-ROM

金利昭・矢澤拓也、車道型自転車通行空間における利用実態と意識の昼夜間比較分析 国道463号線「埼大通り」をケーススタディとして -、土木計画学研究・講演集、査読無、Vol.49、2014、CD-ROM

渋谷大地・金利昭、心拍間隔を用いたストレス計測による自転車レーンの整備評価、第49回土木計画学・講演集、査読無、No.49、2014、8P. CD-ROM

中嶋悠人・山中英生・真田純子、スポーツサイクル・シティサイクル利用者のルール認知および運転態度の比較分析、土木学会論文集D3(土木計画学)、査読有、Vol.70、No.5、2014、I\_747-I\_754、

岡田卓也・吉田長裕、道路交通条件と個人の知識・経験を考慮した自転車利用者の歩車道選択要因に関する分析、土木学会論文集D3(土木計画学)、査読有、Vol.70、No.5、2014、pp.I\_665-I\_672

渋谷大地・金利昭、ストレス計測手法を用いた歩行者・自転車・自動車混在時の走行環境評価に関する研究、土木計画学研究・講演集、査読無、Vol.48、2013、CD-ROM

中根優仁・金利昭、セグウェイの特性分析と共存条件に関する研究、土木計画学

研究・講演集、査読無、Vol.48、2013、CD-ROM

山中英生・屋井鉄雄・金利昭・吉田長裕・鈴木美緒、自転車利用を促進する道路空間構成の提案--- 多様な主体の「共存」を目指す行政の取組を後押し ---、道路、査読無(依頼論文)、No.867、2013、PP.20-24

中嶋悠人・山中英生・真田純子、スポーツサイクル利用者の特性と増進に向けた施策、土木計画学研究・講演集、査読無、Vol.47、2013、CD-ROM

松尾涼平・山中英生、高齢者モビリティとしての電動バイクの道路交通状況への適合性に関する研究、土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集、査読無、Vol.19、2013、PP.261~262

大川高典・吉田長裕、自転車利用空間における利用者の視線・挙動特性に関する実験的研究、土木学会論文集D3(土木計画学)、査読有、Vol.69、No.5、2013、PP. I\_571~I\_578

吉田長裕・畑中克好、イギリスにおける交通安全施策の推進~計画の義務付け、推進体制と技術支援、教育とトレーニング~、道路、査読無、通巻869、2013、PP.58~62

金利昭・高崎祐哉、新しいコンパクト交通手段の特性分析と共存性の課題、土木学会論文集D3(土木計画学)、査読有、Vol.68、No.5、2012、PP. I\_893-I\_902

金利昭、自転車走行空間に係わる三つの評価手法の適用性比較 BCC・満足度評価・ストレス計測手法、交通工学、査読有、Vol.47、No.4、2012、PP.10-15

山中英生、自歩道における自転車通行空間分離施策の分析 -徳島駅前地区192号の施策事例から- 交通科学、査読有、Vol.42、No.2、2012、PP.7~14

山中英生、持続的な自転車環境整備にむけて、交通工学、査読無、Vol.47、No.4、2012、PP.3-4

[学会発表](計 31 件)

金利昭、自転車利用者のストレス計測に関する研究、第51回土木計画学研究発表会、2015年6月6日、九州大学(福岡県・福岡市)

平井隆太郎・金利昭、ウォーカー・ランナー・サイクリストが混在するレジャー交通の実態分析、第51回土木計画学研究発表会、2015年6月6日、九州大学(福岡県・福岡市)

門馬綾子・金利昭、自転車 - 歩行者間の追い越し・追い越され事象における当事者意識GAPと交通コミュニケーション方法に関する基礎的研究、第51回土木計画学研究発表会、2015年6月6日、九州大学(福岡県・福岡市)

金利昭、自転車レーンと自歩道の併用整

備とその是非、第 49 回土木計画学研究  
発表会、2014 年 6 月 7 日、東北工業大学  
(宮城県・仙台市)

金利昭・矢澤拓也、車道型自転車通行空  
間における利用実態と意識の昼夜間比  
較分析—国道 463 号線「埼大通り」、第  
49 回土木計画学研究発表会、2014 年 6  
月 7 日、東北工業大学(宮城県・仙台市)  
渋谷大地・金利昭、心拍間隔を用いたス  
トレス計測による自転車レーンの整備  
評価、第 49 回土木計画学研究発表会、  
2014 年 6 月 7 日、東北工業大学(宮城県・  
仙台市)

山中英生・中嶋悠人・真田純子、マラソ  
ン・スポーツサイクル愛好者からみた自  
転車利用増進施策、第 49 回土木計画学  
研究発表会、2014 年 6 月 7 日、東北工業  
大学(宮城県・仙台市)

山中英生、観光面から自転車・モビリテ  
ィの活用を考える、モビリティを活用し  
たまちづくりセミナー(招待講演)、2012  
年 11 月 12 日、時事通信ホール(東京都・  
中央区)

吉田長裕、海外における自転車交通政策  
とその動向について、第 89 回交通工学  
講習会(招待講演)、2012 年 11 月 6 日、  
建設交流館グリーンホール(大阪府・大  
阪市)

山中英生、自転車まちづくりと利用環境  
整備、自転車利用環境向上会議 2012 in  
金沢(招待講演)、2012 年 10 月 12 日、  
金沢市文化ホール(石川県・金沢市)

吉田長裕、諸外国における自転車政策に  
関する話題提供、交通科学研究会地域交  
流会(招待講演)、2012 年 8 月 6 日、あ  
おっさ会議室(福井県・福井市)

金利昭、多様なモビリティニーズと自転  
車の活用、第 88 回交通工学講習会『安  
全で快適な自転車利用環境創出に向け  
て』(招待講演)、2012 年 7 月 6 日、東京  
科学技術館サイエンスホール(東京都・  
千代田区)

渋谷大地・金利昭、自転車走行空間に係  
わる三つの評価手法の評価手法の適用  
性に関する研究 BCC・満足度評価・  
ストレス計測手法の比較、第 45 回土  
木計画学研究発表会、2012 年 6 月 3 日、  
京都大学(京都府・京都市)

吉田長裕、地方分権下における自転車政  
策と空間設計に関する制度比較、第 45  
回土木計画学研究発表会、2012 年 6 月 3  
日、京都大学(京都府・京都市)

吉田長裕、子供から高齢者までの自転  
車利用者の心理行動特性を踏まえた安全  
対策の研究、国際交通安全学会(招待講  
演)、2012 年 4 月 13 日、経団連会館(東  
京都・千代田区)

時代の道路空間の在り方に関する基礎  
的研究、日本交通政策研究会、日交研シ  
リーズ A-612、pp.1-37、2014 年 12 月  
金利昭編著、道路交通環境のストレス計  
測に関する研究、日本交通政策研究会、  
2013 年、163P.

金利昭、他 27(10 番目)、自転車利用環境  
整備のためのキーポイント、日本道路協  
会、p.49、pp.89-90、p.92、p.95、p.131、  
2013 年

金利昭編著、生体ストレス指標を用いた  
道路交通環境の評価手法に関する研究、  
日本交通政策研究会、2012、75P.

金利昭、他、自転車通行空間・計画整備  
事例集、土木学会自転車政策研究小委員  
会、2012 年、CD-ROM

〔その他〕

茨城大学機関リポジトリホームページ

<http://ir.lib.ibaraki.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

金 利 昭 (KIN TOSHIAKI)

茨城大学・工学部・教授

研究者番号：40205050

### (2) 研究分担者

山中 英生 (YAMANAKA HIDEO)

徳島大学・ソシオテクノサイエンス研  
究部・教授

研究者番号：20166755

吉田 長裕 (YOSIDA NAGAIRO)

大阪市立大学・工学研究科・講師

研究者番号：20326250

〔図書〕(計 5 件)

金利昭、古明地哲夫、吉田長裕、新しい