

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20360227

研究課題名(和文) 新しい自転車対応型道路設計を目指したサイクルレビューシステムの確立

研究課題名(英文) Development of Cycle Review System for Designing Bicycle Friendly Space

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

研究成果の概要(和文)：第一に、自転車交通及び自転車・歩行者混合交通の交通現象や利用者満足度を分析し、自転車・歩行者の分離基準と自転車走行空間のサービス水準を提案した。第二に、海外の評価手法の適用性を検討したうえで、利用主体別、時間帯・目的別に自転車通行帯を評価するチェックリスト方式のBicycle Compatibility Checklist (BCC)を開発した。これを用いて自転車対応型道路の先進事例を評価した結果、自転車道と自転車レーンは概ね良好な整備がなされていることがわかった。最後に、自転車交通計画の目標像を明確にして自転車対応型道路の整備計画方針を作成した。

研究成果の概要(英文)：

The evaluation method for bicycle road space are needed in order to construct the appropriate bicycle road space. First, the evaluation method of level-of-service for the shared use sidewalks is developed. And then the evaluation method of bicycle lane using bicycle users' satisfaction is developed and the service level of bicycle lane is proposed. Second, the Bicycle Compatibility Checklist is developed and the precedent bicycle friendly space are evaluated using this Checklist. Finally the strategy for building bicycle road space is proposed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	5,500,000	1,650,000	7,150,000
2009年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
2010年度	2,500,000	750,000	3,250,000
年度			
年度			
総計	12,500,000	3,750,000	16,250,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学、土木計画学・交通工学

キーワード：自転車道、自転車レーン、自転車歩行者道、コンパティビリティ、共存性、評価手法、BCC、サービス水準

1. 研究開始当初の背景

自転車はこれまで交通計画の上で正当な位置付けを与えられてこなかった。しかし2007年6月の道路交通法改正により自転車の原則

車道通行が確認され、これを受けて国交省「自転車のあり方懇談会」で自転車通行帯整備の推進が打ち出されるに至った。一方、学術研究面では、土木学会土木計画学研究委員会の

自転車歩行者小委員会（H16～H19）が既存研究を体系的に整理した上で、自転車道整備に関わる評価手法が欧米に比べて著しく立ち遅れていることを明らかにした。

2. 研究の目的

本研究は、自転車通行帯整備を推進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自転車通行帯整備の評価手法を確立することを目的とする。

- (1) 自転車対応型道路整備に関して、各地で出現している先進事例を定性的に評価し、「あるべき姿」を明確化する。
- (2) 自転車対応型道路の評価手法・サイクルレビューシステムを確立する。
- (3) 自転車対応型道路の整備計画指針と整備プログラム・合意形成等政策戦略を立案する。

3. 研究の方法

- (1) 先行事例を視察し、定性的評価を行うことにより自転車対応型道路の「あるべき姿」の共通項を見出す。さらに、事例の交通特性を取りまとめ、定性的に評価する。
- (2) サイクルレビューシステムを構成する個別手法（事前評価手法[錯綜手法等]、事後評価手法[Cycle Audit 等]、改善案）を構築する。
- (3) 得られた個別手法を全体システムとして構成し、サイクルレビューシステムとして確立する。

4. 研究成果

- (1) 錯綜分析に基づく自転車走行空間の評価
 自転車通行空間の評価を安全性の面からおこなうため、自転車交通、自転車・歩行者交通の錯綜現象を分析した。具体的には、滋賀県草津市内の市道を調査地点とし、歩道上および自転車道上の自転車交通を歩道橋上からビデオカメラにより撮影した。
 まず、自動車交通の錯綜現象を対象に用いられている TTC 指標を適用し、自転車の回避行動との関係を見た。表 1 に結果の例を示す。これにより、TTC 指標の値によって自転車相互の錯綜現象の危険性を判断する場合には、おおむね 0.4～0.5 秒以下の場合を危険な状況と判断できることが示された。

表 1 TTC 指標の値と回避行動との関係

TTC 指標	観測件数	回避行動	
		ハンドル操作	減速・停止
0.2 秒以下	3	大	大
0.2～0.3 秒	9	大・中	-
0.3～0.4 秒	9	中	小
0.4～0.5 秒	4	小	小
0.5 秒以上	5	小	-

次に、自転車・歩行者の占有空間にもとづき、交通密度と錯綜現象の発生件数との関係を見た。図 1 に結果の例を示す。このように、自転車・歩行者交通量と通行空間の幅員から交通密度を算定することにより、錯綜現象の発生件数による安全性評価をおこなうことができることが示された。

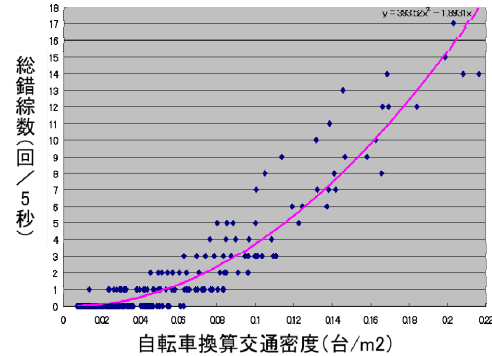


図 1 交通密度と錯綜現象との関係

これらにより、錯綜現象の発生件数を減少させるために必要な自転車通行空間の幅員や、自転車・歩行者の分離を検討するための知見を得ることができた。

(2) 歩行者・自転車交通の分離基準の作成

歩行者・自転車混在交通の交差回数 の推定方法をもとにして、危険感に影響を与える回避幅の影響を考慮できる交錯指標を用いた評価方法を開発した。

自転車歩行者の方向別交通量と速度、幅員を用いて歩行者・自転車の不快度との関係を明らかにすることで、歩行者・自転車の分離必要度を測る尺度を明確にすることができた点に重要性があり、自転車空間整備の緊急度と分離効果を計る科学的で定量的な基準として活用されることが期待できる。

(3) 自転車レーンのサービス水準の設定

自転車利用者の満足度を用いて自転車走行環境を評価し、自転車レーンのサービス水準を設定した。

まず、道路交通環境（レーン幅員、第一車線幅員、第一車線自動車交通量、第一車線自動車速度、大型車混入率、車線数、レーン端と自動車の間隔）が異なる 23 地区の自転車走行環境を、8 人の被験者が期間において 10 回程度の走行を繰り返すことで満足度データを収集し、交通環境と満足度の関係を分析して満足度モデルを構築した。

次に、構築した満足度モデルを用いてさまざまな道路状況における自転車レーン走行環境のサービス水準を設定した（表 2）。これにより、利用者の満足度指標を用いて自転車レーンを評価することが可能となった。

表 2 自転車レーンのサービス水準

一車線線道路				レーン幅員					
車線幅(m)	速度(km/時)	交通量(台/時)	大型車混入率	0.5	1	1.5	2	2.5	
2.75	40	400	0	C	C	B	A	A	
			0.1	C	C	B	A	A	
		800	0	D	C	C	A	A	
			0.1	D	D	C	B	A	
		60	400	0	D	D	C	B	A
				0.1	E	D	C	C	B
	800		0	E	D	D	C	B	
			0.1	E	E	D	C	C	
	3	40	400	0	C	B	A	A	A
				0.1	C	C	B	A	A
			800	0	D	C	B	A	A
				0.1	D	C	C	A	A
60			400	0	D	C	C	B	A
				0.1	D	D	C	B	A
		800	0	E	D	C	C	A	
			0.1	E	D	D	C	B	
3.25		40	400	0	C	B	A	A	A
				0.1	C	B	A	A	A
			800	0	C	C	A	A	A
				0.1	D	C	B	A	A
	60		400	0	D	C	B	A	A
				0.1	D	C	C	B	A
		800	0	D	D	C	B	A	
			0.1	E	D	C	C	A	

サービス水準	対応速度帯	内容
A	80以上	とても良い
B	80~89	良い
C	60~79	改善が必要
D	40~59	多くの改善が必要
E	未測	とても悪い

(4) 海外の評価システムの適用性の検討

チェックリスト方式によるレビューシステムを用意しているイギリス、オーストラリアのシステムをベースに、評価項目を主観・客観別に整理した上で、道路施設、評価項目別に分類した。安全性に特化したイギリス、快適性・利便性に特化したオーストラリアの評価項目を統合し連続性、直接性、快適・利便性、安全性の5分類計49項目からなるレビューシステムを構築した。これを国内6箇所の事例に適用した結果、自転車道は、自転車レーンに比べて若干評価が高くなるものの、いずれのタイプでも交差点部における評価（直接性、快適性、利便性）が低くなった。

この理由として、日本における車道上自転車走行施設では安全性が重視されており、単路区間における走行空間の分離は一定の成果があったものの、交差点では十分な時間空間の制御方法がまだ確立していないためである。また、自動車の走行速度抑制策も十分に用意されていないため、結果として歩道走行が常態化しているものと考えられる。

次に、アメリカ、デンマークで使われている自転車 LOS (Level of Service) の評価式をベースに、自転車の安全性を個別課題として取り上げた。アメリカの自転車 LOS モデルは、元来、自転車事故推定モデルとして発展してきたもので、空間属性と安全性との関係が明確化されることで、客観的な自転車走行空間の評価が可能となる。分析では兵庫県の幹線道路を対象に H17 年道路交通センサスデータを用い、道路区間の交通・道路条件を説明変数として事故件数を目的変数とする回帰分析を行った。モデル推定の結果、車両交通量、自転車交通量とも有意な係数が得られ、道路条件では「幅員 5.5m 以上の信号なし交差点密度」のみが 5% 有意な結果が得られた。自転車事故は、歩道の有無とは関係なく、交通量や無信号交差点の数に依存することから、車道走行の推奨や、交差点などの特定区間に

おける安全対策メニューの確立が重要であることが示唆された(図 2)。対策メニューが具体化され、サイクルレビューシステムに組み込むことで精度向上が期待できる。

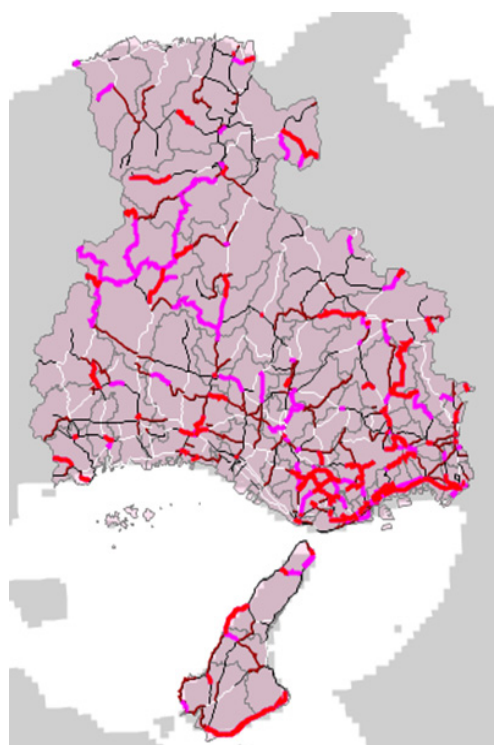


図 2 自転車事故のリスクマップ (赤リスク高)

(5) Bicycle Compatibility Checklist (BCC) の開発

自転車に配慮した道路空間（自転車歩行者道・自転車レーン・自転車道）を、利用主体別（歩行者・自転車・自動車）、時間帯・目的別（通勤・通学・買い物）に評価するチェックリスト BCC (Bicycle Compatibility Checklist) を開発した(表 3、表 4)。特徴は以下の通りである。

- ①利用者の立場で現状の自転車道を実際に評価できるチェックリストである。
- ②「問題発見型のチェックリスト」をベースに、総合的な評価が可能である。
- ③自転車利用者は属性が限定されず、幅広く利用されているため、個人により問題意識が変わってくる。また時間変動も重要である。

そこで、さまざまな主体別に時間帯による交通の変化を反映したチェックリストを作成するため、自転車の区分を「通勤」「通学」「買い物」とした。

このチェックリストを用いることにより自転車通行帯整備の事前事後を定性的に評価することが期待できる。

表 3 BCC の評価項目

評価項目			
基本項目	道路構造	区間長	方向別交通量
	沿道状況	季節変動	ピーク時刻
	道路勾配	時刻変動	バス停位置
	交通量		
I. 自転車道評価	① 道路構造 (6)	⑥ 駐車・駐輪 (3)	
	② 路面 (4)	⑦ 標識・標示 (6)	
	③ 段差・縁石 (5)	⑧ 障害物 (5)	
	④ 交差点・横断 (6)	⑨ その他 (4)	
	⑤ バス停 (6)		
II. 共存性評価	(A) 自転車のコンフリクト (27)		
	(B) 歩行者のコンフリクト (10)		
	(C) 自動車のコンフリクト (8)		
記入欄	付近の施設について	標示について	
	特殊な点・工夫点	交通指導など	

表 4 BCC の評価様式 (一部)

I. 自転車道評価					
調査項目	通勤時間帯	通学時間帯	買い物時間帯	問題点	備考
	自転車利用の目的毎に評価をする。それぞれ、以下のように記入する。 (-)の項目は評価を行わない。				
	評価	評価	評価		
	満足(○) どちらでもない(△) 不満足(×) 該当なし(-)	満足(○) どちらでもない(△) 不満足(×) 該当なし(-)	満足(○) どちらでもない(△) 不満足(×) 該当なし(-)		
問題点があれば記入。 メモとして使用。					

道路構造に関する項目					
1	自転車通行帯が確保されているか?				
2	通行帯の内側を走行できるか?				
3	スピード変化を与えない縦断勾配か?				
4	快適に走行できる横断勾配か?				
5	歩道との往来がスムーズか?	—	—	—	
6	車道との往来がスムーズか?	—	—	—	

(6) BCC を用いた先進事例の評価

各地で出現している自転車対応型道路の先進事例を、開発したチェックリスト BCC と満足度評価手法を用いて評価することにより、先進整備事例の妥当性を検討した。自転車道 10 箇所、自転車レーン 6 箇所、自転車歩行者道 4 箇所の先行事例を評価した結果、自転車道と自転車レーンは整備する際の留意点をほぼ満たしているが、走りたと思う満足度は自転車道のほうが高いことが判明した。

(7) 自転車対応型道路の整備戦略の構築

以上の知見を総合化し、自転車交通計画の目標像を明確にして、自転車対応型道路の整備計画指針を作成した (図 3)。

①根本的に重要なことは、「歩行者優先・自転車は車両」の原則に加えて、道路構造や交通

システム、利用者ニーズの地域性を踏まえた「適時・適材・適所」の原則である。

②二つの原則（「歩行者優先・自転車は車両」と「適時・適材・適所」）の基で、道路・交通管理者や利用者を受容性の高い[自歩道(遅い自転車)と自転車レーン(速い自転車)の併用]により自転車通行帯の選択肢を増やすことは現実的な施策と考えられる。

③現段階では自動車交通流を制限することは極めて困難な情勢であるが、自動車交通を抑制することが可能であれば、その抑制レベルに応じて自転車快適走行レーンを増加させ、順次段階的に歩道から遅い自転車を転換させることができる。そして最終的には、自転車レーンを中速帯として整備して次世代モードを位置づけることが可能と考えられる。

④自転車の周辺に立ち乗りスクーターや電動原

付等の新しい中速モードが登場しているが、これらのモードが早い時期に普及することを想定する場合には、自転車等の中速帯整備を

一層現実的な施策として推進し、歩道や車道にあふれ出す中速モードを中速帯に集約することが最良の策である。

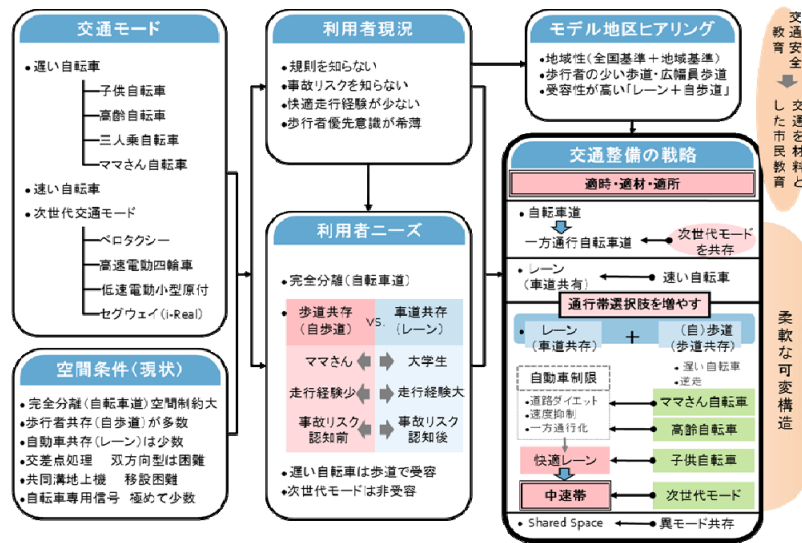


図 3 自転車対応型道路の整備戦略

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 9 件)

- ① 金利昭、生体ストレス指標を用いた新しい道路交通環境評価の可能性自動車交通研究 2010—環境と政策—、査読無、2010、28—29
- ② 亀谷友紀、山中英生、自転車通行空間におけるカラー連続型路面サインの効果分析、交通工学研究発表会論文集、査読有、Vol. 30、2010、317—320
- ③ 山中英生、亀谷友紀、柿原健祐、シケインにおける自転車の走行特性土木計画学研究・論文集、査読有、Vol. 27、No. 3、2010、449—456
- ④ 山中英生、都市交通モードとしての自転車—現状とその改善方向—、道路、査読無、Vol. 835、2010、6—7
- ⑤ 小川圭一、歩道設置道路における自転車の通行位置選択行動に関する分析、交通科学、査読有、Vol. 40、No. 2、2010、63—68
- ⑥ 佐野智哉、日野泰雄、吉田長裕、春藤千之、歩行者からみた自歩道自転車通行帯整備の評価と課題に関する調査研究、交通工学、研究発表会論文報告集、査読有、30、2010、325—328
- ⑦ 金利昭、自転車利用者の満足度を用いた自転車レーンの評価とサービス水準の設定都市計画論文集、査読有、44 卷-3、2009、91—96

- ⑧ 山中英生、四国における自転車の利用促進とその展望、運輸と経済、査読有、Vol. 69、No. 7、2009、25—32

- ⑨ 山中英生、自転車走行空間整備持続ある取り組みにむけて、土木技術資料、査読有、Vol. 51、No. 4、2009、3 頁

[学会発表] (計 2 3 件)

- ① Keiichi Ogawa, An Analysis of Traffic Conflict Phenomenon of Bicycles Using Space Occupancy Index, Seminar on Theory and Application of Pedestrian Travel Culture, 2010 年 12 月 3 日、釜山国立大学 (大韓民国・釜山市)
- ② 小川圭一、自転車通行可の歩道上における自転車・歩行者の通行位置に関する分析、土木学会第 65 回年次学術講演会、2010 年 9 月 1 日～3 日、北海道大学 (北海道)
- ③ 小川圭一、宮本厚、南草津地区における通勤・通学時の歩行者・自転車の安全環境整備のための社会実験、平成 22 年度近畿地方整備局研究発表会、2010 年 7 月 16 日、国土交通省近畿地方整備局 (大阪府)
- ④ 金利昭、木梨真知子、根本奈央子、新しい自転車走行空間の受容性と整備戦略に関する研究、第 41 回土木計画学研究発表会、第 41 回、2010 年 6 月 6 日、名古屋工業大学 (愛知県)
- ⑤ 草野優太、亀谷友紀、山中英生、交差点における高齢者・高校生の自転車に係わるヒヤリハットの分析、第 41 回土木計画学研究発表会、2010 年 6 月 6 日、名古屋工業大学

(愛知県)

- ⑥ 山中英生、亀谷友紀、茂野真裕、高齢者・若年者の電動アシスト自転車の走行挙動特性に関する分析、第41回土木計画学研究発表会、2010年6月6日、名古屋工業大学(愛知県)
- ⑦ 石見拓也、吉田長裕、車道上自転車通行帯を有する信号交差点における自転車と左折車の錯綜分析、第41回土木計画学研究発表会、2010年6月6日、名古屋工業大学(愛知県)
- ⑧ 杉山宏祐、小川圭一、ICタグによる計測データを用いた自転車利用者の経路選択行動分析、第41回土木計画学研究発表会、2010年6月5日～6日、名古屋工業大学(愛知県)
- ⑨ 杉山宏祐、小川圭一、南草津地区での社会実験に基づく自転車利用者の経路選択行動の分析、平成22年度土木学会関西支部年次学術講演会、2010年5月22日、京都大学(京都府)
- ⑩ 吉田長裕、パーソントリップデータの補完による地域別事故リスクの精度検証、土木学会関西支部、2010年5月22日、京都大学(京都府)
- ⑪ 石見拓也、吉田長裕、車道上自転車通行帯を有する信号交差点における自転車と左折車の錯綜分析、土木学会関西支部、2010年5月22日、京都大学(京都府)
- ⑫ 亀谷友紀、山中英生、柿原健佑、シケインにおける自転車走行特性、第40回土木計画学研究発表会、2009年11月21日～23日、金沢大学(石川県金沢市)
- ⑬ 中村真也、吉田長裕、日野泰雄、車道共有型自転車走行施設の評価システムに関する研究、第40回土木計画学研究発表会、2009年11月21日～23日、金沢大学(石川県金沢市)
- ⑭ 金利昭、自転車利用者の満足度を用いた自転車走行環境の評価に関する研究、第39回土木計画学研究発表会、2009年6月13日～14日、徳島大学(徳島県徳島市)
- ⑮ 亀谷友紀、山中英生、柿原健祐、横田周典、坂道と発進時における高齢者の自転車走行特性、第39回土木計画学研究発表会、2009年6月13日～14日、徳島大学(徳島県徳島市)
- ⑯ 横田周典、山中英生、柿原健祐、亀谷友紀、プローブバイクを用いた日仏中の自転車走行空間の特性比、第39回土木計画学研究発表会、2009年6月13日～14日、徳島大学(徳島県徳島市)
- ⑰ 金利昭、BCCの提案と整備事例の評価土木計画学ワンディセミナー、No. 53、2009年3月6日、野口英世会館(東京都新宿区)
- ⑱ 山中英生、自転車の走行性にあつた路面デザイン土木計画学ワンディセミナー、No. 53、

2009年3月6日、野口英世会館(東京都新宿区)

- ⑲ 小川圭一、自転車・歩行者交通の錯綜評価、土木計画学ワンディセミナー、No. 53、2009年3月6日、野口英世会館(東京都新宿区)
- ⑳ 吉田長裕、コペンハーゲン 中速帯の整備とその評価、土木計画学ワンディセミナー、No. 53、2009年3月6日、野口英世会館(東京都新宿区)
- ㉑ 金利昭、Bicycle Compatibility Checklistの作成と自転車道先行事例の評価、第37回土木計画学研究発表会、2008年6月6日～8日、北海道大学(北海道札幌市)
- ㉒ 山中英生、中国の自転車道における交通流特性の評価、第37回土木計画学研究発表会、2008年6月6日～8日、北海道大学(北海道札幌市)
- ㉓ 吉田長裕、海外先行事例の総括、第37回土木計画学研究発表会、2008年6月6日～8日、北海道大学(北海道札幌市)

[図書] (計3件)

- ① 金利昭編著、公益社団法人日本交通政策研究会、ストレス計測に基づく道路交通のコンパティビリティレベルの計測、2010、87P.
- ② 金利昭、他、自転車まちづくりフォーラム実行委員会、(株)地域科学研究会、自転車交通の計画とデザイン『自転車利用空間とコンパティビリティ(共存性)』、2009、152P.
- ③ 金利昭編著、公益社団法人日本交通政策研究会、高齢者対応型交通手段の需要動向と共存性(コンパティビリティ)、2008、68P.

[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 TOSHIKI)
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

小川圭一 (OGAWA KEICHI)
立命館大学・理工学部・准教授
研究者番号：50303508

吉田長裕 (YOSIDA NAGAIHIRO)
大阪市立大学・工学研究科・講師
研究者番号：20326250