

地方整備局等依頼経費

住民参加によるヒートアイランド現象対策の検討

Measures against Heat Island Phenomenon working All Together

(研究期間 平成19～21年度)

環境研究部
Environment Department
道路環境研究室
Road Environment Division

室長 曾根 真理
Head Shinri SONE
主任研究官 井上 隆司
Senior Researcher Ryuji INOUE
研究官 山本 裕一郎
Researcher Yuichiro YAMAMOTO

This study has two purposes. One is to extract counter measures against UHI (urban heat island) based on the communication between residents, business and the local governments. The other is to carry out the extracted measures, and to clarify a result. We extracted and installed the countermeasures against UHI which residents, business and the local governments in city of Osaka and city of Kita-Kyusyu hoped, and measured the temperature of the sites and the anthropogenic heat emissions.

〔研究目的及び経緯〕

ヒートアイランド現象は、平成15年度に環境省が「都市大気の大気汚染」として位置づけるとともに、平成18年4月に取りまとめられた第3次環境基本計画において都市における大気環境問題の一つとして位置づけるなど、公害問題として認知されている。また、国土交通省環境行動計画（平成16年6月策定）においては、ヒートアイランド現象については、原因者が多岐にわたり、因果関係が複雑に絡み合っているため、個別課題への対応のみでは克服が困難であり、より幅広い連携により地域や社会全体として取り組んでいくことが必要であるとしている。

このような背景を踏まえ、本検討では、市民・事業者、行政が相互に協力しなければ解決することが困難であるヒートアイランド対策を題材に、対話を通じて市民・事業者、行政が望むヒートアイランド対策を抽出し、地区全体での取り組みを促すとともに、取り組みの効果を明らかにして、広く社会に普及させていく方策を実証的にとりまとめることを目指している。

本検討にあたっては、具体的な対策実施に対して参加・協力を表明する市民・事業者、行政等の存在が不可避であるため、平成19年度は様々な主体との対話を通じて、調査対象地域（北九州市・大阪市の中心市街地エリア）や参加・協力主体の選定、参加・協力主体の取り組み意欲が高く実行可能な対策施策の検討、対策前の状況を客観的に把握するための事前計測を実施した。平成20年度は、調査対象地域において市民・事業者との対話を通じて対策の実施に至った対象施設（北九州市（業務ビルの屋上緑化）・大阪市（集合住宅屋根への高反射性塗料の導入））について、室内等の気温、消費電力等の事後計測を実施し、当該対策の効果を明らかにした。また、計測結果を市民や関係者に提示して、対策効果の受け止め方や今後の取り組みに対する意識調査を実施した。

〔研究内容〕

平成21年度は前年度に続き、一部未測定の後計測、新規に実施された対策（北九州市（大規模商業施設の屋上緑化、業務ビルの南側窓ガラスの遮熱化・断熱化）の事前事後計測を実施し、取り組みの効果を明らかにするとともに、計測結果に対して市民・事業者等の意識調査を実施した。

また、今後のヒートアイランド現象対策の推進を目的に、市民の環境配慮行動を促し、社会全体に波及させていくためにはどのような視点に留意して協力要請することが効果的であるかについて、人々の行動規定要因等に注目した方法論を検討した。図-1に調査のフローを示す。

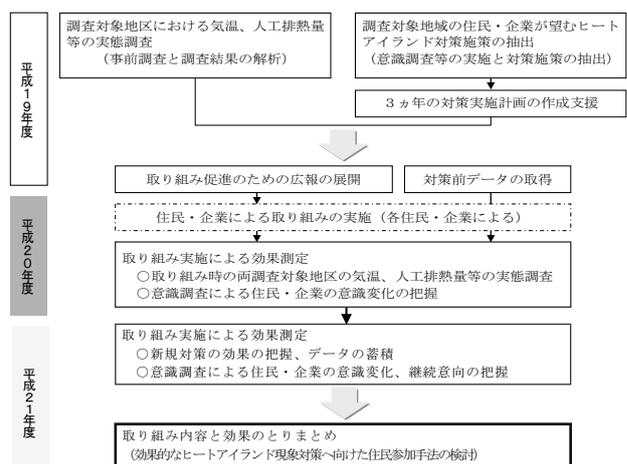


図-1 調査フロー

〔研究成果〕

北九州市小倉地区の大規模商業施設では、平成20年度下期に屋上緑化の取り組みが実施された。対策面積は屋上全面積約4,700㎡（設備・屋上テナントを含む）に対して約1,250㎡である。（図-2）



対策前 対策後
図-2 屋上緑化対策前後の状況

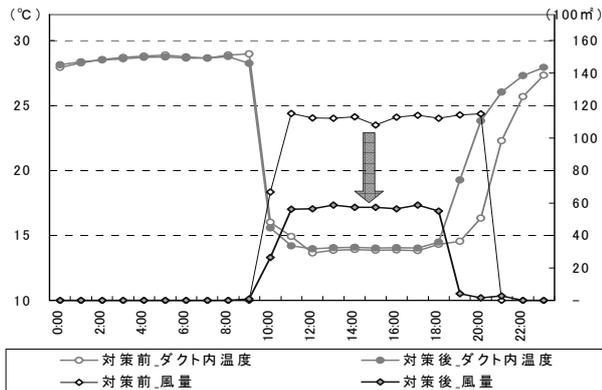


図-3 空調使用量とダクト内温度(真夏日)

屋上緑化の効果の評価指標として、真夏日の空調使用量がある。屋上緑化の完成後、空調使用量(空調面積約3,500 m²)は対策前に比べて約半分に減少しており(図-3)、電力料金に換算すると一日あたり約3.6万円の節約に相当すると試算された。屋上緑化により、階下に伝わる熱量が軽減され、屋根裏温度の上昇の抑制により、空調の使用効率が高まっているためと考えられる。また、冬期(最高気温10~15°Cの日)においても、屋上緑化後は室内温度が保たれている中で空調使用量は減少しており、電力料金に換算すると一日あたり7千円の節約に相当すると試算された。屋上緑化によって屋根部の断熱性が高められ、外気の室内への影響が低減されたためであるとされる。

屋上利用者へのヒアリング調査からは、多くの人が「涼しさ」を実感しており、再来訪の意向も高いことから、集客効果や企業のイメージの向上も期待できることが把握された。

同じく北九州市小倉地区の業務ビルでは、平成19年度実施の屋上緑化に続き、今年度は執務室の南側窓ガラスへのフィルム貼り付けによる遮熱化・断熱化が実施された。

遮熱化・断熱化により、夏期の窓周辺部の表面温度の上昇は4~6°C抑制されており(図-4)、真夏日における執務室の空調等の電力使用量は一日あたり150円(対策前2,041円/日→対策後1,885円/日、空調面積約140 m²)の節約と計測された。

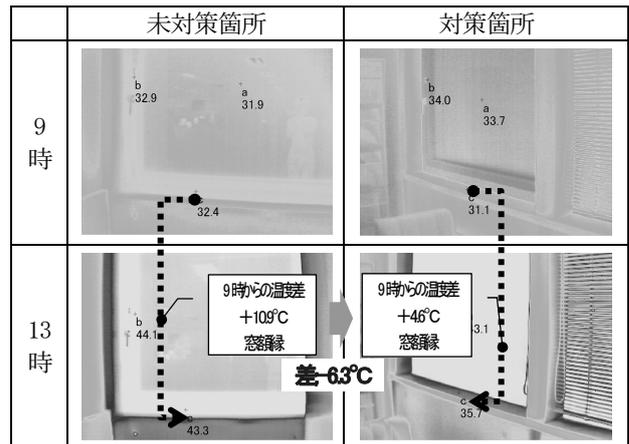


図-4 遮熱・断熱化箇所周辺の表面温度

北九州市と大阪市における3年間の取り組みの経緯を整理し、市民・事業者への協力要請を図り、効果的な合意形成を図るまでのプロセスについて検討を行った結果、今回実施に至ったヒートアイランド現象対策のように地域や参加主体を特定して具体的な取り組みを実施するいわば地域プロジェクトを成功させるためには、プロジェクト対象フィールドとなる地域をとりまく関係主体の想いを反映した体制づくりが重要であることが整理された(図-5)。

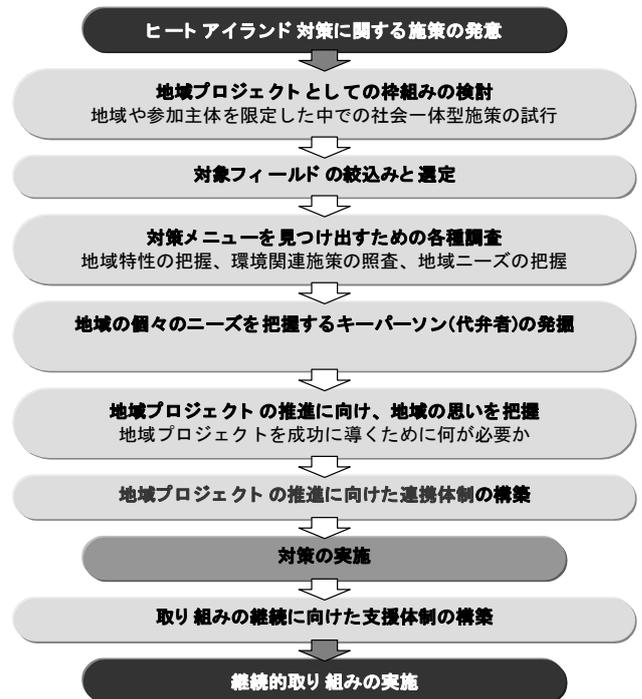


図-5 合意形成プロセスの整理結果

[成果の発表・活用]

これまでの経緯、計測結果、関係者への意識調査を踏まえて市民・事業者等への協力要請手法をとりまとめ、資料として情報発信する予定である。

環境保全措置(動物横断路)に関する実態調査

Actual condition survey on environmental conservation measures: fauna passages

(研究期間 平成 20～22 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室長	松江 正彦
Head	Masahiko MATSUE
主任研究官	武田 ゆうこ
Senior researcher	Yuko TAKEDA
研究官	園田 陽一
Researcher	Yoichi SONODA

To reduce the impact of construction on wildlife and ecosystem, measures should be taken to protect but practical methods for this have not yet been established.→ Also, since the environmental impacts on wildlife and ecosystem are difficult to predict prior to construction, it is often important to monitor them during and after the construction works. The purpose of this study is to collect and summarize the several methods that are currently undertaken as wildlife and ecosystem preservation measures and monitoring during and after construction works.

〔研究目的および経緯〕

道路事業の実施にあたっては、生物多様性の確保、多様な自然環境の体系的保全、人と自然の豊かな触れ合いの確保の観点から、動植物・生態系、自然との触れ合い分野における予測、環境保全措置の検討が重要である。

しかし、検討の際に参考となる「科学的知見や類似事例」については、全般的に不足しており、事業者は予測、保全措置の検討と、効果の不確実性の把握、さらには事後調査計画の立案に苦慮している現状がある。

本研究は、野生動物の道路横断施設におけるモニタリング調査を行うことにより、野生動物の道路横断施設に対する選好性や設置環境による利用頻度とその要因を明らかにし、道路横断施設の設置指針を検討するための生態的情報を明らかにすることを目的とした。本報告では、業務全体の調査内容について示しているが、データ量が多大なため研究成果については道路横断施設のモニタリング調査についてのみ記載した。

〔研究内容〕

(1) 道路横断施設のモニタリング調査

モニタリング調査は、豊富バイパス（北海道）、東富士五湖道路（山梨県）、江津道路（島根県）で実施した。東富士五湖道路では 19 施設 27 箇所、豊富バイパスでは 24 施設 31 箇所、江津道路では 17 施設 17 箇所に赤外線センサーカメラ Field note II 麻里府商事）をボックスカルバート（BC）、パイプカルバート（PP）、橋梁

（BR）、オーバブリッジ（OV）に常設した。調査期間は、2008 年 8 月～2010 年 3 月まで行った。

(2) 哺乳類相調査

哺乳類相は各路線から 250m Buffer 圏内において痕跡調査（食痕、足跡、糞 etc.）により確認し、補足的に赤外線センサーカメラを獣道に設置することにより確認を行った。

(3) 行動圏調査

斜里エコロードでは、道路横断施設に対するニホンジカの利用状況を明らかにするために GPS アルゴス（Lotek 社製）により行動追跡を行った。ニホンジカ（メス・成獣）の捕獲は、斜里エコロード（株）エゾシカファームの協力を得て、囲いわなにより生け捕りにした。捕獲後、GPS アルゴスを装着し、2009 年 1 月 21 日 15 時から 2010 年 3 月 1 日 19 時まで追跡した。

〔研究成果〕

(1) 道路横断施設のモニタリング調査

痕跡調査およびカメラにより哺乳類相を把握した結果、豊富バイパスでは 6 目 10 科 18 種、東富士五湖道路では 6 目 15 科 20 種、江津道路 6 目 9 科 12 種であり（表 1）、道路横断施設内において確認された種は本研究において実施した周辺における哺乳類相調査の結果とほぼ一致した。さらに、道路横断施設に対する野生動物の選好性を明らかにするため、各施設の野生哺乳類の撮影頻度指標（[カメラの撮影枚数] / [カメラ日]）を求め、主成分分析により序列化し、各横断施設に対

する主成分得点の平均と95%信頼区間を図1に示した。BRではシカやイノシシなどの大型哺乳類の利用頻度が多く、その他の多様な中型、小型哺乳類によっても利用される。BCではキツネによる利用頻度が最も多く、その他の多様な大型、中型、小型哺乳類によって利用される。PPでは、テンとネズミ類による利用頻度が最も多く、その他の種では利用頻度が低い。OVでは、キツネによる利用頻度が高いが、その他の種の利用頻度は少ない。

橋梁は大型哺乳類を含めた多様な哺乳類を保全する上で最善の手段である。BCは小・中型哺乳類の多様な種を保全する際に効果的であり、大型のBCでは大型哺乳類にも利用可能である。BCを排水兼用とする際には犬走りを設置することが重要である。PPは、テン、イタチやネズミ類などの種に限定されるが、犬走りを設置することにより低頻度ではあるがキツネやタヌキ等の利用される（その際の開口部のサイズは1m×1m以上は確保する）。その他の生態的な利用としては、コウモリは夏季のねぐらとしてBCを利用する可能性があることから、バットボックスの設置を推奨する。

(2) ニホンジカの行動圏調査

ニホンジカの行動追跡の結果を図2に示す。調査期

間に5698回の測位の内5212地点(91.5%)のGPS地点を取得した。2009年1月21日ニホンジカは、積雪期である2009年1月～4月は越冬地の真鯉地区の海沿いの斜面地付近に分布が集中しており、2009年5月～12月の非積雪期には内陸へ約2kmあたりの山腹一帯に分布が集中していた。真鯉地区周辺のニホンジカは冬季から春季にかけて斜里エコロード周辺に集結する。この理由として、越冬のために法面植生や海岸の雪の解けた後の植物を利用することが考えられ、その時期にロードキルが発生しやすい。道路横断施設と付帯施設が設置されロードキル数は大幅に減少したが、積雪による付帯施設の機能低下が道路侵入の大きな要因となっていることが明らかとなった。

[研究発表]

2010年3月18日の第57回日本生態学会大会にてポスター発表を行った。

[成果の活用]

環境保全措置の設置及び改善指針を作成し、地方整備局等に配布し、事業への活用を図る。また、今後の「道路環境影響評価の技術手法」改訂時に本業務の成果を反映させる。

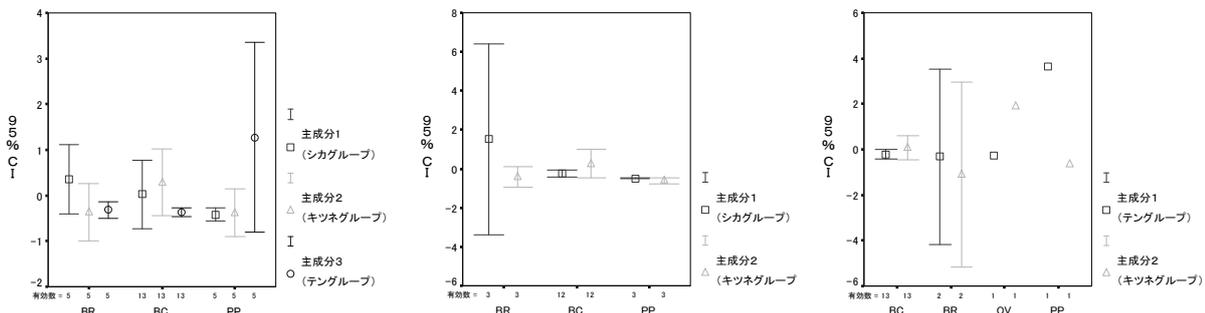


図1 各道路横断施設 (BR、BC、PP、OV) に対する主成分得点の平均と95%信頼区間

表1 各道路横断施設における哺乳類相

目名	科名	和名	豊富BP	東富士五湖道路	江津道路
モグラ	トリガリネズミ	オオアトガリネズミ	○		
		ジネズミ		○	
		ヒメズ		○	
コウモリ	キウガシラコウモリ	キウガシラコウモリ		○	○
	ウサギコウモリ	ウサギコウモリ	○	○	
	ヒナコウモリ	コチンダコウモリ	○		
		モモジロコウモリ			○
ネコ	イヌ	タヌキ	○	○	○
		キツネ	○	○	○
	イタチ	テン	○	○	○
		イタチ	○	○	○
		イイズナ	○		
		アナグマ		○	○
アライグマ	アライグマ	アライグマ	○	○	○
クマ	ツネノフグマ	ツネノフグマ	○	○	
		ヒグマ	○		
ジャコウネコ	ハクビシン	ハクビシン		○	○
ウシ	イノシシ	イノシシ		○	○
	シカ	ニホンジカ	○	○	
		ニホンリス		○	
ネズミ	リス	エゾリス			
		シマリス	○		
		アカネズミ属の一種	○	○	
		ヤチネズミ属の一種	○		
		カヤネズミ			○
		ヌートリア			○
ウサギ	ウサギ	ノウサギ		○	○
		エゾキウサギ	○		

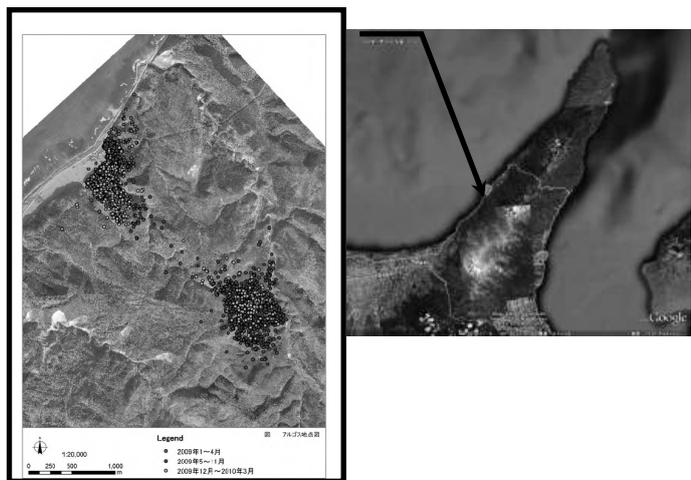


図2 斜里エコロードにおけるニホンジカのGPSアルゴスによる行動追跡の結果(斜里エコロードには12~4月に集中)

道路空間の余剰を活用した平面設計手法に関する検討

A Study on 2-dimensional Design Methods Making Use of Road Space Margins

(研究期間 平成 21 年度)

道路研究部 道路研究室
Road Department Traffic Division

室長 上坂 克巳
Head Katsumi UESAKA
主任研究官 大脇 鉄也
Senior Researcher Tetsuya OWAKI
研究官 濱本 敬治
Researcher Keiji HAMAMOTO
部外研究員 木下 立也
Guest Research Eng Tatsuya KINOSHITA

With regard to proposed trial plans that include the restructuring of road space, traffic flow analysis was conducted using a microsimulator to make a comprehensive evaluation based on quantitative indices such as delays and the number of unpleasant complications from the viewpoint of vehicles, bicycles and pedestrians.

〔研究目的及び経緯〕

都市内の道路では、ボトルネック区間で慢性的な渋滞が発生する一方、その前後の単路部区間等では、交通容量に余裕が出ている。道路の使われ方をよく観察すれば、路上駐車や荷捌き等に路側帯が無秩序に使用されることで車線が閉塞状況となり、交通面での機能を十分に果たしていない場合がみられる。また、歩道内では歩行者の快適性が損なわれている場合がある。この問題に対しては、荷捌きスペース及び自転車駐輪場を設置するなど、適正利用に向けた取り組みを行うと同時に、歩行者と自転車を分離して路上駐車場を考慮した自転車走行空間の確保を行うなど既存道路空間の再構築が必要である。

本研究は、既存の道路空間の余裕(不足)を見出し、ボトルネックの改善を行いつつ、路上駐車場や、自転車走行空間及び歩行環境の創出を図る平面設計手法を提案し、総合評価を行うことを目的とする。

〔研究内容〕

本研究は、歩行者・自転車を扱うので、その交通が多い都市内の幹線道路(自動車交通が中心となる国レベルを連結する道路を除く。)を対象とした。

現状でよく整備されている標準的な平面設計(以下、「標準ケース」という。)と標準ケースの道路空間を有効活用した試行的な再構築平面設計(以下、「再構築パターン」という。)を検討し設定した。

マイクロシミュレーターを用いた交通流動の推計を行い、標準及び再構築パターンに対して遅れ時間や歩道部内の不快な交錯回数といった定量的指標を設定し、

交通機能の評価を行った。また加えて、空間機能の定性的評価もあわせた総合評価を行った。

〔研究成果〕

(1) 再構築設計の検討

制約の多い都市部の再構築パターンのベースとなる標準ケースは、表-1に示すとおりである。

表-1 標準ケースの選定

ケース	道路概要
A	戦後復興期に比較的ゆとりをもって整備された道路幅員約 40m の 6 車線
B	交差点間隔が比較的長く、自動車交通量が多い道路幅員約 25m の 4 車線
C	交差点間隔が短く、歩行者自転車交通量の多い道路幅員約 25m の 4 車線
D	歩行者自転車交通量が多い道路幅員約 15m の 2 車線

再構築パターンは、標準ケースの道路に対して、路上駐車場や自転車走行空間等新たな機能を設定し、再構築する。ここでは、数種のパターンのうち、ケース A を例示する(図-1)。

標準パターンは、シミュレーションの再現性の確認を行うためにデータを取得した道路を参考に、車線数 6 車線+自転車歩行者道としている。

A-1 は単路部構造が路上駐停車のための停車帯と自転車と歩行者を分離した自転車道に割り当てられ、交差点構造は停車帯も自転車道も設置せず自転車歩行者道とし、車道に左折専用車線が設けられるパターン。

A-2 は単路部構造が A-1 と同様であるものの、交差点部構造が自転車の走行位置を明示した自転車歩

行者道に拡幅され、代りに車道に左折専用車線が設けられないパターン。

A-3は単路部構造が沿道アクセス向上を図るため、路上駐車場を確保した副道が設けられ、交差点構造をA-1と同様とするパターン。なお、歩道の有効幅員を減じることとしている。

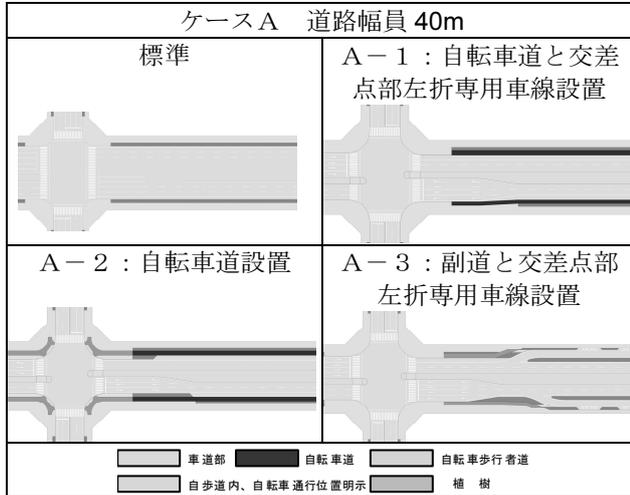


図-1 標準ケースAの再構築パターン

(2) ミクロシミュレーションの実施

(1)で図化した標準及び再構築パターンについて、交通モード別通行空間別に歩行者、自転車、自動車の交通現象を再現できるミクロシミュレーターを用いた交通分析を行った。シミュレーションモデル理論は、車道部が追従理論、歩道部がSFモデルであり、各々を組合せ併用する。

ミクロシミュレーターの再現性確認は、実測データをもとに指標を設定し行った。その指標は車道部を自動車の旅行速度と旅行時間、歩道部を歩行者・自転車の挙動そのものに着目した歩行者・自転車がすれ違うときの接近距離とした。再現結果は実態との乖離があるものの、概ね傾向は再現できていることを確認した。

(3) 評価指標の設定と定義

自動車交通に関しては、交通処理能力が少なくとも現状を下回らないことを設定の基本とする。評価指標は、遅れ時間及び不快な交錯回数とした。

遅れ時間の定義は、歩行者・自転車・自動車1人及び1台当たりに対して、区間内における所要時間とミクロシミュレーションに設定した希望速度で走行(通行)したときの所要時間の差分である。

不快な交錯回数は、歩道部内を対象とした指標であり、区間内における一定距離内(既往研究を参考に対自転車1.25m、歩行者同士1.00m)ですれ違い・追い越した回数である。また、遅れ時間のみを評価指標とした場合、発生しきれない自動車交通を見逃し、流れた交通に対する遅れ時間が算出され、改善された結

果になる場合もあることから、捌け交通量を参考値として考慮する。

(4) 評価結果

表-2にケース別に再構築パターン別の評価結果を示す。車線を減じず路上駐車場や自転車走行空間を確保するB-1及びD-1は、遅れ時間及び不快な交錯回数が標準パターンより優位であり、効果があることがわかった。加えて、6車線のうち上下1車線を減じて空間創出を図るパターンA-1~A-3は、車線利用率から自動車の交通需要がある程度低い道路の場合に有効であることがわかった。また、4車線のうち上下各1車線を減じるパターンCは、遅れ時間及び不快な交錯回数が標準より改善しているものの、捌け交通量にみられる交通需要が処理できない結果となっており、自動車交通に見合わない再構築パターンであることがわかった。歩道部については、車線と歩道の有効幅員を減じ、副道を設置するパターンA-3及びC-3は、不快な交錯回数が標準に比べ悪化しており、幅員と歩行者・自転車交通量によっては分離することが必ずしも歩行者の通行の快適性向上につながらないことがわかった。

表-2 再構築パターン別総合評価

ケース	パターン	車道車線数 (単路部)	定量的評価						定性的評価			
			遅れ時間 (秒/100m台・人)			交錯回数 (回/100m台・人)			[参考] 捌け 交通量比率	施設配置		
			自動車	歩行者	自転車	歩行者	自転車	自動車		駐車	バス	植栽等
A. 6車線 40m	A-0 標準	6車線	29.6	9.7	11.2	6.8	7.0	(1.00)	△ 駐車 なし	△ バス 停車 なし	◎ 連続的	
	A-1 ①自転車道設置 (左折レーン設置)	4車線	10.0	9.5	2.3	5.8	0.6	(0.92)	○ 断片的	○ バス 停車	◎ 連続的	
	A-2 ②自転車道設置	4車線	17.1	9.6	2.0	4.8	0.2	(0.92)	○ 断片的	○ バス 停車	◎ 連続的	
	A-3 ③副道設置	4車線+ 両側副道	11.5	13.5	7.2	15.1	6.0	(0.91)	○ 断片的	○ バス スペース	◎ 連続的	
B. 4車線 25m (自動車が多い)	B-0 標準	4車線	26.6	2.8	2.7	3.4	2.3	(1.00)	△ 駐車 なし	△ バス 停車 なし	◎ 連続的	
	B-1 ④自転車レーン設置	4車線+ 両側自転車レーン	17.5	1.3	0.9	1.8	0.4	(1.06)	○ 連続的	○ バス スペース	○ 断片的	
C. 4車線 25m (歩行者 自転車が多い)	C-0 標準(25m)	4車線	22.3	12.7	15.3	12.1	11.5	(1.00)	△ 駐車 なし	△ バス 停車 なし	◎ 連続的	
	C-1 ⑤自転車レーン設置(2.2m)	2車線+ 両側自転車レーン	14.1	13.1	6.9	12.4	2.4	(0.71)	○ 連続的	○ バス スペース	○ 断片的	
	C-2 ⑥自転車レーン設置(2.5m)	2車線+ 両側自転車レーン	14.1	8.7	4.4	5.3	2.1	(0.71)	○ 連続的	○ バス スペース	○ 断片的	
	C-3 ⑦副道設置	2車線+ 両側副道	36.4	13.5	9.1	15.2	5.4	(0.32)	○ 断片的	○ バス スペース	◎ 連続的	
D. 4車線 15m	D-0 標準	2車線	14.1	6.8	8.0	10.1	7.4	(1.00)	△ 駐車 なし	△ バス 停車 なし	◎ 連続的	
	D-1 ⑧自転車レーン設置	2車線+ 両側自転車レーン	11.6	4.4	3.8	5.8	2.4	(1.04)	○ 連続的	○ バス スペース	○ 断片的	

■ 標準ケースより悪化 □ 変化無し (数字の場合±10%以内) ■ 標準ケースより改善

[成果の発表]

・土木計画学研究発表会(予定)

最近の交通実態調査結果を用いた都市内道路整備検討調査

Research and Investigation of Inner-City Road Construction Based on the Results of Recent Traffic Condition Surveys
(研究期間 平成 21 年度)

道路研究部 道路研究室
Road Department
Traffic Engineering Division

室長 上坂 克巳
Head Katsumi Uesaka
研究官 小林 正憲
Researcher Masanori Kobayashi

The usage conditions, operating methods and problems in relation to community cycle programs in two French cities have been surveyed, showing that the important factors for the success of community cycle programs include ease of use, bicycle quality and maintenance, station density and economic efficiency.

[研究目的及び経緯]

我が国において、CO2 削減等の目的からコミュニティサイクル（以下「CS」という。）の取り組みが各都市で行われようとしている。これまでも我が国でCSの実験等が行われていたものの、成功している事例が少なかったのが実情である。そのような中、パリの「ベリブ」に代表されるようにフランスの各都市のCSが成功を収めている。その中でもベリブ導入のきっかけとなったリヨン都市共同体（以下「リヨン」という。）が実施している「ベロブ」は、2005年からスタートし、現在は安定した運営を行っている。また、オルレアン・ヴァル・ド・ロワール都市共同体（以下「オルレアン」という。）が実施している「ベロプリュス」は、人口約12万人の中規模な都市で運営を行っている（リヨンは人口約47万人）。

本調査では、我が国におけるコミュニティサイクルの導入を検討する際に活用できる情報として、この2都市における利用状況及び運営実態や効果等について調査し整理を行った。

[研究内容及び成果]

ベロブ及びベロプリュスについて、運営担当者に利用状況、運営実態や効果等のヒアリング調査を行った。以下、その結果について記載する。

1. 各システムの概要

ベロブは、2005年5月に開始され、現在は自転車4,000台、340箇所（約300m間隔に設置）のステーションで、24時間・年中無休で営業している（写真-1）。ベロプリュスは2007年6月に開始され、自転車330台、33箇所（約300m間隔に設置）のステーションで、24時間、年中無休で営業している。両システムとも、14歳以上が利用可能で、自転車を利用するためには4種類のいずれかのパスを購入する必要があり、各パス

の料金及び利用料金は表-1の通りとなっている。パスの購入は、クレジットカードや銀行カード等で簡単に支払いができるようになっている。

表-1 各パスの利用料金

バスの種類	バス購入代金	利用料金			
		最初の30分	次の30分	次の時間帯	左記以降
1日バス	V, P: 1ユーロ	V, P: 無料	V: 1ユーロ P: 0.5ユーロ	V: 2ユーロ (60~90分) P: 1ユーロ (60~120分)	V: 2ユーロ/30分 P: 2ユーロ/1時間
7日バス	V, P: 3ユーロ		V: 0.75ユーロ P: 0.5ユーロ	V: 1.5ユーロ (60~90分) P: 1ユーロ (60~120分)	V: 1.5ユーロ/30分 P: 2ユーロ/1時間
1年間バス	V: 15ユーロ P: 20ユーロ	V, P: 無料	V: 0.75ユーロ P: 0.5ユーロ	V: 1.5ユーロ (60~90分) P: 1ユーロ (60~120分)	
公共交通機関と共通のバス (1年間)	V: 15ユーロ P: 10ユーロ		V, P: 無料	V: 0.75ユーロ (60~90分) P: 1ユーロ (60~120分)	

1ユーロ:124円(2010年3月15日現在) ※V:ベロブ、P:ベロプリュス

2. 運営・維持管理と利用実績

1) ベロブ

リヨンはベロブの運営・維持管理のため、JCドコー社と13年契約を結んでいる。これは契約の一部であり、主たる契約内容は、リヨンがJCドコー社に公共空間の屋外広告パネル掲示権を与える代わりに、JCドコーは、ベロブの導入・運営・維持管理を行うこと、2,200箇所のバス待合所の整備・維持管理を行うこと及びリヨンに1,800万ユーロを支払うことになっている。なお、JCドコーは、屋外パネル掲示権で得られる広告収入により、導入及び運営管理費等の諸費用を賄っているものの、かなりの赤字が出ているとのことである。ベロブの運営には、顧客サービス、ステーションの清掃や維持管理、各ステーション間の台数調整、



写真-1 ベロブの自転車(左)とステーションの端末(右)

現場及び修理工場での自転車整備などが含まれ、5～22時の時間帯に約60人が稼働している。毎日、修理工場で80台、現場で250台、合わせて1日平均300～350台の自転車が修理されており、これは、全自転車の約1割に当たる。また、自転車は長距離の走行に耐えられるよう特注で作られており、1台あたりの製造価格は700ユーロで、フランスの一般的な市販自転車(150～200ユーロ)の3倍程度の価格となっている。

2008年の年間総利用実績は、約646万回(1日平均約17,500回)であり、1日1台あたり約4回利用されたことになる。1回の走行距離は平均2km強、走行時間は平均17～18分であり、利用者の9割以上が無料で借りられる30分以内であった。年間定期利用者は約4万人、一時的(1日又は7日)利用者は約1.5万人で、利用者の合計は5.5万人であった。また、一時的利用者に対しては、1日平均で2,000枚のカードを販売している。よって、パス購入代として約200万ユーロ/年の収入があると考えられる。

2) ベロプリュス

オルレアンは、導入・維持管理を全て含め、EFFIA社(フランス国鉄の子会社)と年間87万ユーロで10年契約を結んでいる。運営は、主任1人、アシスタント1人、技術者4人の構成となっており、技術者は、各ステーション間の台数調整、自転車の検査、整備等を行っている。自転車は、市販の自転車を活用し、1台475ユーロになる。メンテナンスの容易さからチェーンではなく、ロットとギアを用いている(写真-2)。

自転車を留める設備には、内部に情報端子と盗難防止装置が取り付けられており、1基260ユーロと



写真-2 ベロプリュスの自転車

なっている。また、1箇所のステーション(10～20台分)を整備するには、ネットワーク接続費用、土木工事の費用等全ての費用を含めて3万ユーロかかっている。

2008年の年間総利用実績は、約11万5千回(1日平均で315回)であり、1日1台あたり約1回とオルレアンの当初の想定1/6程度であった。また、1回の走行距離等はベロブと同様で、ほとんどが30分以内の利用であった。また、年間定期利用者は約1,700人で、一時的利用者は約6,000人であり、パス購入代として約4万ユーロ/年の収入があると考えられる。

3. CSの効果と成功の要因

リヨンでは、CS導入後に自転車(一般の自転車も含む)の交通量が80%増加しており、オルレアンでは、5～10%増加している。アンケート結果によると「ベロブ」では5%、「ベロプリュス」では23%が自動車から自転車に転換している。これらのことより、自転車利用の誘発及び自動車から自転車の転換効果があることが分かった。

また、JCドコーの担当者は、ベロブや他地域の実績より、CS成功(多く利用される)の要因として①利用サービスの簡易性(クレジットカードなどでいつでも、誰でも利用できること)、②自転車の質(頑丈な自転車)、③サービスの質(満足の高い維持管理)、④利便性(ステーションの緻密さ)、⑤経済性(安価での利用)の5つが重要であることが分かったとのことである。

4. 課題

ベロブでは、利用者が自分の自転車ではないため、自転車を手荒に扱う等により自転車が損傷し、修繕費が多くかかっている等の課題がある。また、ベロプリュスは、想定していたより利用が少ない状況となっており、これは都市の中心部にはステーションが密にあるものの、中心部以外の密度は低く利便性に課題があると考えられる(図-1)。



図-1 ベロプリュスのステーション位置

これは都市の中心部にはステーションが密にあるものの、中心部以外の密度は低く利便性に課題があると考えられる(図-1)。

5. おわりに

我が国でCSを導入しようとした場合、問題となるのが費用であると考えられる。リヨンでは導入・維持管理等に8千万ユーロ(約100億円)/13年かかり、パスの売上では3割程度しか賄えていないと想定される。我が国ではフランスほど広告収入が見込めないことから、税金等による補填が必要となると考えられる。

フランスでは、CS導入前後に自転車走行空間の整備を行っている(リヨン、オルレアンとも300km以上整備している)。我が国は、歩行者と自転車が混在しているため、CSを導入して更に自転車が増えた場合、事故の増加等が懸念される。また、我が国はフランスに比べ自転車保有率や自転車分担率が高い等、状況が違うことから、導入にあたってはこれらの問題等の検討が必要と考える。

安全で快適な自転車利用環境の創出に関する検討

Research of Safety and Comfortable Bicycle Space

(研究期間 平成 20～23 年度)

道路研究部 道路空間高度化研究室
Road Department
Advanced Road Design and Safety Division

室長	金子 正洋
Head	Masahiro Kaneko
主任研究官	本田 肇
Senior Researcher	Hajime Honda
研究官	蓑島 治
Researcher	Minoshima Osamu

A social experiment was performed to study the effectiveness of traffic safety facilities and other accessory facilities in creating safe and comfortable bicycle use environments. At the same time it clarified the characteristics of bicycle related traffic accidents in cities. The results clarified that the separation of bicycles and motorized vehicles by raised rib lane markings more effective than normally painted lane marking in separating mopeds and other motorized vehicles from bicycles.

〔研究目的及び経緯〕

警察庁と国土交通省は、平成 20 年 1 月に自転車通行環境整備モデル地区を指定し、歩行者や自動車と分離された自転車走行空間の整備を戦略的に進めている。これまで、国総研においても、これを支援するため、交差点部等を中心とする走行空間の設計の考え方について、平成 21 年に「自転車走行空間の設計のポイント（以下、「設計のポイント」と呼ぶ。）」として一定の整理を行った。

平成 21 年度は、知見の少ない走行空間に設置する交通安全施設等附属物の効果について、地方整備局が実施する社会実験を活用して検討した。更に、市街地における自転車関連事故の特性を整理した。

〔研究内容及び成果〕

1. 自転車レーンの安心感向上方策の検討

平成 19 年の道路交通法改正（平成 20 年施行）及び平成 20 年の道路標識、区画線及び道路標示に関する命令の改正を契機として、自転車専用通行帯（以下、「自転車レーン」と呼ぶ。）の新設による自転車通行環境の整備が行われるようになってきた。しかし、これまで昭和 45 年及び昭和 53 年の道路交通法改正により指定された歩道の自転車通行が認められて以降、一般市民の感覚として、自転車は歩道を走るものであるという意識が定着している。そのため、歩行者と自転車が分離される自転車レーンを整備しても、自転車と自動車とは構造的に分離されないため不安の声が挙がり、実際には通行されない懸念がある。この点を確認するため、車線区分線をリブ付きとした方式を社会実験によ

り、利用者の意識や実際の自転車走行空間の選択傾向の変動を観測することとした。社会実験は、松山市の国道約 250m の幅広の路肩を自転車レーンに想定し、平成 22 年 1～2 月にかけて実施し、期間前半は通常的車線区分線による分離、期間後半をリブ付き車線区分線による分離とした。社会実験状況は写真 1・2 の通りである。

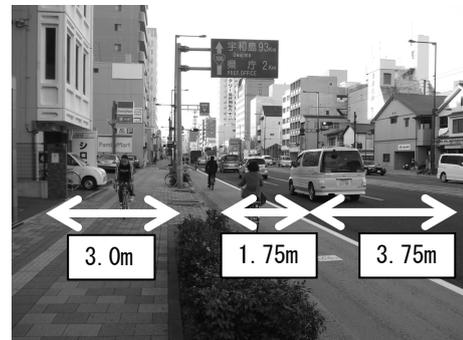


写真 1 社会実験状況

図 1 の通り、ピーク時 2 時間の歩道上における自転車歩行者交通量は、実験前の約 900 人・台から実験中は南向き自転車のほとんどが自転車レーンに転換したため、歩道上は歩

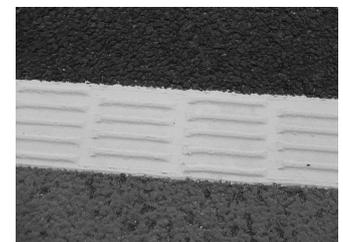


写真 2 リブ付き車線区分線

行者と北向き自転車のみが通行し約 200～300 人・台となった。一方、実験前は二輪車が走行していた路肩部分を自転車が通行し、二輪車は幅広になった第 1 車線を通行するようになり、歩行者と自転車を安全に分離

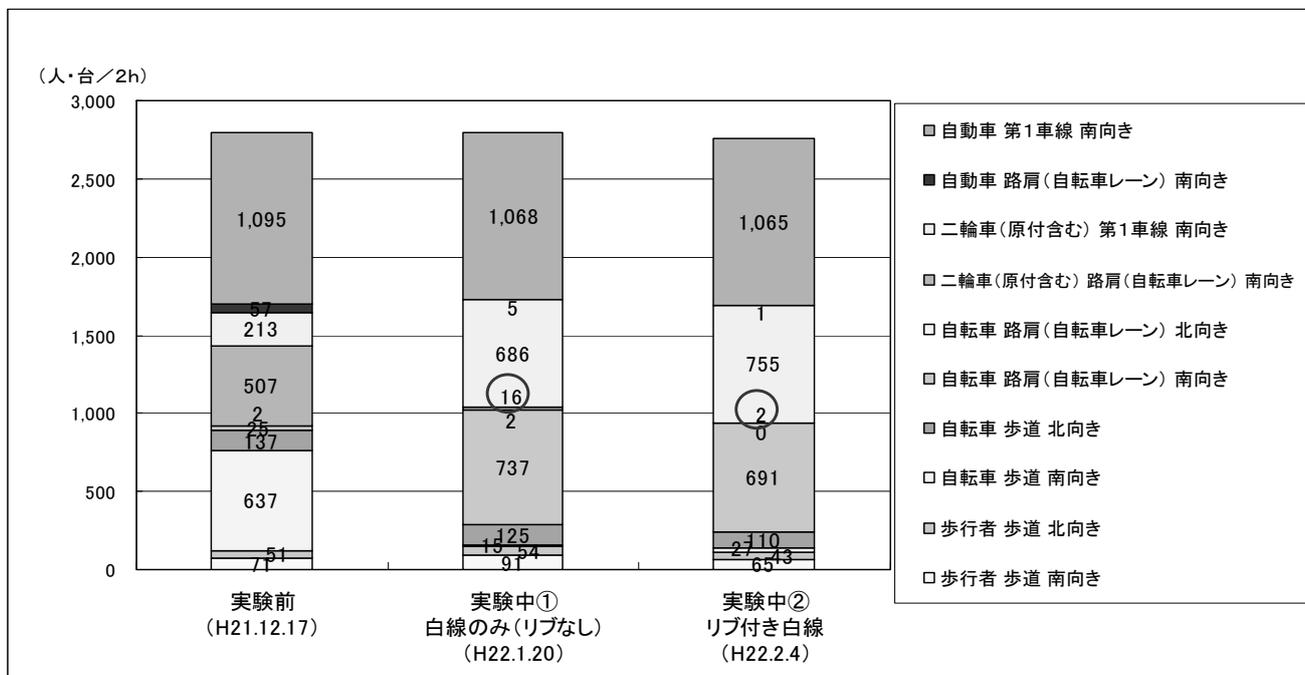


図1 ピーク時(7~9時)通行位置別・方向別交通量

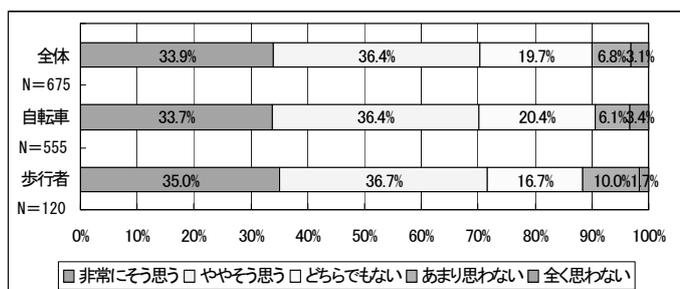


図2 自転車利用者・歩行者の快適性評価

(Q: 歩行者と自転車を分離することにより安心して通行できるようになったと思いますか?)

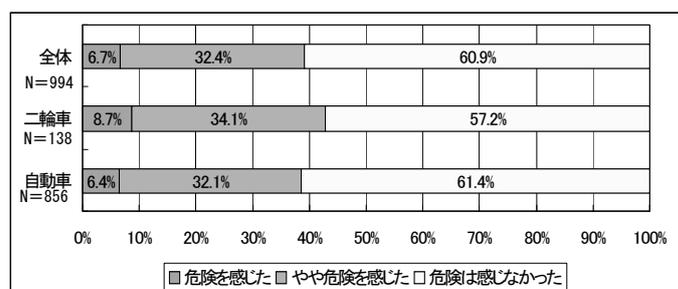


図3 二輪車・自動車の危険性評価

(Q: 自転車レーンを走行する自転車に危険を感じることは?)

するという実験の目的は達成されている。また、図2・図3の通り、歩行者自転車双方の評価は比較的高い結果となるとともに、二輪車・自動車のいずれも過半数が自転車に対して危険を感じていない。但し、自動車と二輪車が同一車線を走行することに対し、過半数が危険を感じていた。一方、リブ付き車線区分線を施工した結果については、図1赤丸囲み数値の通り、自転車レーンに進入した二輪車がリブなしの際(実験中①)に16台/2hであったものが、リブ付きを施工した際(実験中②)に2台/2hとなり、一定の効果があったものと判断できる。

2. 通行空間の案内誘導方策に関する検討

(1) 案内誘導に関する検討

自転車走行空間は、自転車レーン、自転車道、通行位置が指定された自転車歩行者道等多岐に亘っている。都市内でネットワークを形成していくに当たって、これらの異なる形態の空間が交差点部等で接続されるケースが多数考えられる。

そこで、これらの接続箇所において、適切に自転車と歩行者を案内誘導していくことが必要となる。

平成21年度は自転車通行位置が指定された自転車歩行者道と自転車道との接続部等において適切に案内誘導する方策の有効性を検討するため、架空看板、看板柱、路面表示に関する社会実験を行った。

社会実験は、札幌市内において、平成21年10~11月にかけて、図4のような案内看板及び看板柱、図5のような路面表示を用いて利用者の意向を調査するアンケート調査を実施した。社会実験は、6車線道路の北側歩道部において、誘導方式を街区毎に案内看板及び看板柱と変えることで実施し、同じ道路の南側歩道部において、街区毎に路面表示のパターンをマークのみ、マークと文字の併用、文字のみの3パターンとして実施している。

その結果、図6の通り、架空看板と看板柱を用いた案内誘導方法では、架空看板が好まれる傾向にあった。また路面表示については、図7の通り、マークと文

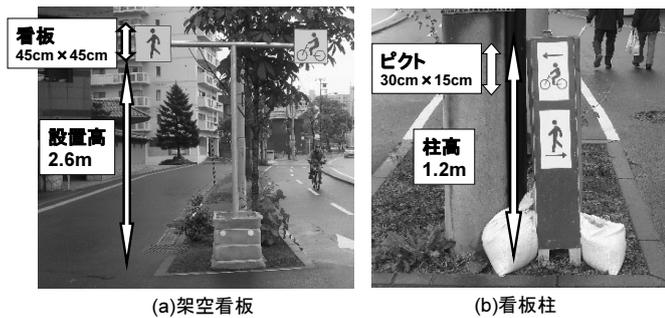


図4 実験に用いた架空看板・看板柱



図5 実験に用いた路面表示 (45cm x 45cm)

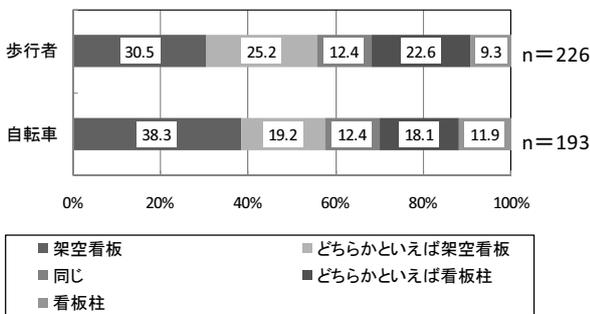


図6 架空看板・看板柱の評価比較

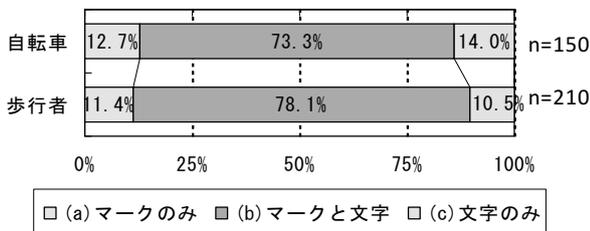


図7 路面表示パターン毎の評価比較

字を併用するパターンが最も好まれる結果となっている。今回のアンケート調査では、設置場所が南北で異なることから、利用者が両者を比較することは難しいと考え、架空看板と路面表示の比較を行う質問を設定しなかった。

なお、平成19年に四国地方整備局香川河川国道事務所において実施されたイメージ写真を用いて架空看板・看板柱・路面表示の中から見やすい案内誘導方式を尋ねるアンケート調査結果¹⁾では、看板柱、路面表示、架空看板の順に見やすいと評価される結果になっており、架空看板及び看板柱の順序も異なる結果となった。従って、引き続き、効果的な案内誘導方法につ

いて、検討が必要である。

(2) 歩行者空間進入防止方策の検討

自転車走行空間の整備を行ったものの、その利用状況が芳しくない事例が一部に見られる。これは、交差点部において、案内誘導が適切でない他自転車走行空間の接続形態が最適なものとなっていない可能性も考えられる。そこで、歩行者空間側にボラード等を設置し、心理的に歩道通行をしにくい環境を創出し、自転車走行空間側へ誘導する社会実験を実施した。

この社会実験は、新潟市内において、平成21年11月に、図8のような4パターンのボラード等の配置の違いによりその進入防止効果を確認することとした。なお、案内誘導による効果を排除するため、あえて案内誘導は実施していない。実験は同一路線上で、街区毎に歩行者空間上のボラード等の配置を変え、それぞれ進行する側の自転車が自転車走行空間を選択する率(適正率)を算出し、図9のような結果が得られた。残念ながら、いずれのボラードを設置した場合も適正率が増加したもののせいぜい5割程度であり、十分な適正率には至らなかった。

この結果から、自転車は自らの走行軌跡が可能な限

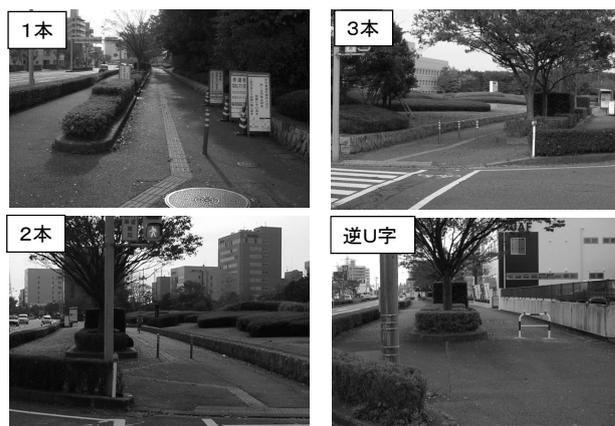


図8 実験で用いた歩行者空間進入防止策

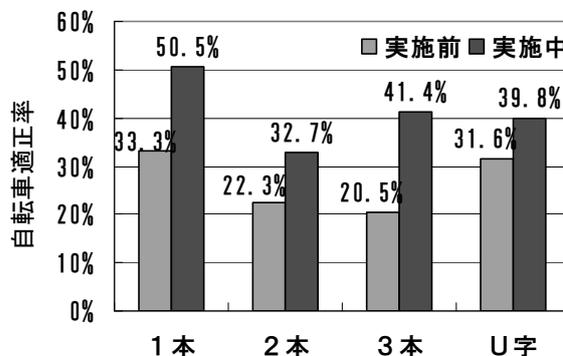


図9 進入防止策の有無及び形式の違いによる自転車通行適正率の変化

り直線的となるように志向する傾向が強く、多少のボラード設置等による障害については、その通行場所を変える程の効果がないことが伺える。なお、仮に自転車走行空間と歩行者空間が全く同一条件となっていれば、適正率が5割になると考えられ、現状では、自転車走行空間が著しく利用しづらい状況となっていると考えられる。

歩道上のボラード設置については、バリアフリーの観点から車いす等の通行も考慮する必要があり、完全に通行を制限するような形では設置できないことから、交差点部では自転車の走行特性（できる限り滑らかかつ最短距離を移動する特性）を考慮した自転車通行空間の接続が必要であることが示唆される。

なお、当該実験区間では、この社会実験後に、自転車横断帯の正面に歩行者空間があった交差点部を、自転車の走行特性を考慮して改良している。具体的には、自転車横断帯を交差点中央側にシフトさせ横断帯幅員を広げるとともに、植栽帯の改良を行い、可能な限り滑らかに走行できるよう大きく形状を変更している（図10参照）。この改良効果については、平成22年度以降に調査が実施される予定と聞いている。



図10 交差点部における改良事例（新潟市）
（左：改良前、右：改良後）

3. 市街地における自転車関連交通事故の発生特性

広島県福山市内中心部の平成17年1月～平成20年8月までの自転車関連事故のうち、自転車交通量調査が実施されている区間（信号交差点間一区間に加え、その前後の信号交差点間一区間を交通状態が等しい区間と仮定し、国道約3.1km、県道約2.1km、市道約7.5kmを対象とした）において発生した死傷事故のうち、自動車対自転車を対象とし、更にその多くを占める出会い頭事故・右折時事故・左折時事故合計130件について、交差点部・単路部別、順走逆走別に自転車交通量により正規化した自転車事故率を算出した。

この結果、表1の通り、交差点部・単路部のいずれにおいても、順走よりも逆走する自転車の事故率が高いことが分かった。特に、表2の通り、無信号交差点や単路における出会い頭事故では、逆走自転車の事故率が順走自転車に比べて5倍以上高いことがわかった。また信号交差点における右折時・左折時事故について

表1 交差点・単路部別自転車事故率

	順走		逆走		事故率比
	件数	事故率	件数	事故率	
交差点	37	0.141	61	0.259	1.8倍
単路部	7	0.371	25	1.479	4.0倍

表2 事故類型別・道路形状別自転車事故率

	順走		逆走		事故率比	
	件数	事故率	件数	事故率		
①出会い頭 無信号交差点	5	0.032	31	0.226	7.1倍	
⑤右左折時 信号交差点	右折	12	0.134	15	0.184	1.4倍
	左折	15	0.168	10	0.123	1.4倍
⑦出会い頭 単路	5	0.281	23	1.442	5.1倍	

※交差点の事故率は（件/百万台）、単路部は（件/百万台・km）（表1・表2共通）

は、左折時についてのみ順走自転車の事故率が高かったものの、無信号交差点における出会い頭事故の逆走自転車の事故率に比べると2/3程度であった。

[今後の課題]

2. で紹介した社会実験の他に、交差点部における自転車と歩行者の分離を目的として誘導線を用いた社会実験を実施した。しかしながら、実験実施地区における自転車・歩行者交通量が少なかったこと等から十分な知見が得られず、引き続き、類似の社会実験を別地区において実施し、誘導線等交差点部における歩行者と自転車の分離方策について検討していく予定である。

また、市街地の自転車関連事故の分析については、限られた事故件数に基づくものであるとともに、交通量調査において、歩道上と車道上を走行する自転車交通量を分離して調査している箇所数が少なかったことから十分な分析が出来ておらず、更なる分析が必要と考えている。

[成果の活用]

安全で快適な自転車走行空間が創出されるよう自転車走行空間整備モデル地区における整備の進捗に併せ、これらの社会実験、整備済地区における走行状況の分析等の成果を基に得られた知見を整理し、各道路管理者にフィードバックすることを検討している。

[参考文献]

1) 「歩道上の歩行者と自転車の分離を目的とする社会実験」結果、国土交通省四国地方整備局香川河川国道事務所記者発表資料、図-8、2008.1.25

http://www.skr.mlit.go.jp/kagawa/press/08_01_25/001.pdf

面的交通安全対策対象地区における効果的交通事故削減手法の検討

Research of Effective Safety Measures in the Area with Higher Risks of Traffic Accidents

(研究期間 平成 21~22 年度)

道路研究部 道路空間高度化研究室
Road Department
Advanced Road Design and Safety Division

室長 金子 正洋
Head Masahiro Kaneko
主任研究官 本田 肇
Senior Researcher Hajime Honda
研究官 蓑島 治
Researcher Minoshima Osamu

Municipalities need the low-cost and effective measures for road traffic safety in the residential area. In this research, we measured the car's speed near the structural device (ex. narrow, chicane and slalom), and then we examined the effective shape of the device.

〔研究目的及び経緯〕

警察庁と国土交通省は、交通事故の多い外周道路とそれに囲まれるエリアを「あんしん歩行エリア」として指定し、5 年に亘り交通安全対策を実施してきた。近年交通事故は減少傾向にあるものの、幹線道路・非幹線道路別に交通事故の削減状況を見ると、幹線道路の方がより交通事故を削減できており、非幹線道路における交通事故発生件数のウェイトが年々大きくなってきている。

本研究では、地方公共団体が生活道路を中心とする面的交通安全対策を効果的かつ効率的に進めるための手引き案を作成することを目的として、交通事故削減に直接寄与すると考えられる自動車走行速度を低減させるための効果的な物理的デバイスの設置手法を中心に検討を行うこととした。特に生活道路で用いられる物理的デバイスとしてハンプに関する研究が充実しているものの、狭さく部、屈曲部（シケイン、スラローム）に関する研究はあまりなされていないため、これらを対象に効果的な形状を検討することとした。

平成 21 年度は、過去にコミュニティーゾーン形成事業等で整備された狭さく、シケイン等の物理的デバイスを走行する際の自動車走行速度を観測し、その道路形状の違い等を指標として分析し、どのような形状が速度低減に対して効果的なのか整理した。

〔研究内容及び成果〕

1. 狭さくにおける速度低減効果

全国に設置された狭さく部のうち、形状の違いや自動車交通量等を勘案し、15 箇所を選定し狭さく形状を測定するとともに、通過する自動車の走行速度を各箇所 50 サンプル分観測した。その結果を表 1 に

表 1 現地観測結果（狭さく）

No.	通行方向	車道幅員 D(m)	狭さく部 幅員 O(m)	狭さく 背面延長 L1(m)	狭さく 前面延長 L2(m)	狭さく部 車道面積 S1(m ²)	狭さく 面積 S2(m ²)	通常部走行速度 (km/h)		狭さく直前走行速度 (km/h)	
								平均値	85% タイル値	平均値	85% タイル値
1	一方通行	4.00	2.10	8.20	0.05	7.81	0.76	38.1	45.0	22.4	31.8
2	対面通行	7.00	3.25	14.75	4.95	38.94	0.64	55.7	67.5	47.9	54.0
3	一方通行	3.10	2.60	7.50	7.50	3.75	0.84	25.1	31.8	24.2	30.0
4	対面通行	5.15	2.55	9.85	0.25	17.20	0.66	50.4	60.0	33.7	49.1
5	一方通行	4.00	3.50	9.05	3.05	3.03	0.92	32.1	38.6	30.9	36.0
6	対面通行	5.00	2.00	18.15	0.05	27.23	0.70	28.6	33.8	25.4	30.0
7	一方通行	6.65	3.05	3.00	3.00	10.80	0.46	26.5	31.8	24.7	30.0
8	対面通行	4.85	2.55	9.05	9.05	20.79	0.53	40.7	45.0	33.4	41.5
9	一方通行	4.35	2.55	4.50	4.50	8.10	0.59	28.9	33.8	23.8	30.0
10	一方通行	3.65	2.75	5.90	4.05	4.46	0.79	31.1	38.6	30.0	36.0
11	一方通行	5.10	2.75	10.50	5.10	18.25	0.66	31.5	36.0	30.2	36.0
12	一方通行	5.45	2.75	6.90	6.90	18.63	0.50	24.7	28.4	24.5	28.4
13	一方通行	5.40	4.35	5.75	3.75	4.99	0.84	30.2	36.0	30.1	36.0
14	一方通行	5.70	4.55	9.40	7.25	9.56	0.82	31.0	38.6	30.1	36.0
15	一方通行	4.95	4.05	12.00	12.00	10.80	0.82	26.5	31.8	26.0	31.9

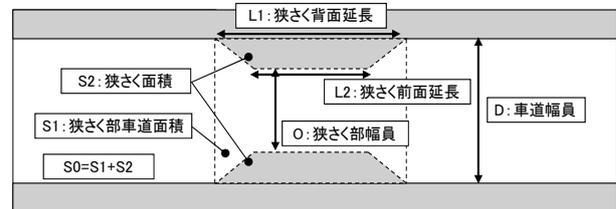


図 1 狭さく形状計測項目

示す。尚、形状指標は図 1 の通り設定している。

この結果を用いて、形状計測指標と狭さく直前速度との単相関分析を行い、比較的相関が高いものについて、形状指標間の相関係数も考慮して、説明変数とする形状指標を抽出したところ、狭さく部幅員 (O) と縮小幅員 (D-O) または、O と狭さく部面積率 (S1/S0) のそれぞれ 2 指標が説明変数として抽出された。そこで、この 2 ケースを説明変数とする重回帰分析を行ったところ、いずれのケースでも重回帰係数が低い結果となり、狭さく部幅員 (O) が狭いほど狭さく直前速度が低くなる傾向があるものの、現段階では速度低減に効果的な形状は見いだせていない。

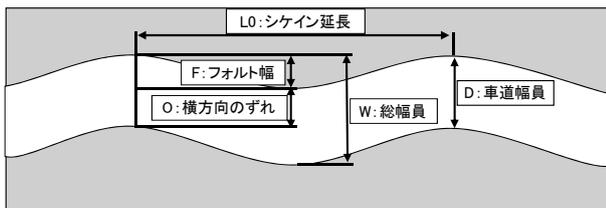
2. シケイン等における速度低減効果

次に全国に設置された屈曲部（シケイン、スラローム）のうち、狭さくと同様に形状の違いや自動車交通量等を勘案し、シケイン 10 箇所、スラローム 5 箇所を選定し、シケイン形状等を測定するとともに、通過する自動車の走行速度を各箇所 50 サンプル分観測した。その結果を表 2 に示す。尚、形状指標は図 2 の通り設定している。

表 2 現地観測結果（シケイン、スラローム）

〔シケイン〕									
No.	通行方向	総幅員 (道路幅員) W(m)	車道幅員 D(m)	フォルト幅 F(m)	横方向の ずれ O(m)	シケイン 延長 L0(m)	屈曲延長 L1(m)	フォルト 延長 L2(m)	区間最大走行速度 (km/h)
									平均値 85%スタイル値
1	一方通行	4.70	3.50	1.20	2.30	38.37	13.15	6.04	26.8 32.8
2	一方通行	4.50	3.50	1.00	2.50	67.26	11.49	22.14	30.6 36.0
3	一方通行	3.50	2.98	0.52	2.46	68.52	10.20	29.25	35.7 41.5
4	一方通行	4.50	3.50	1.00	2.50	52.43	11.98	14.24	29.4 38.0
5	一方通行	6.90	3.90	3.00	0.90	64.92	4.92	30.00	22.4 27.0
6	一方通行	5.00	3.50	1.50	2.00	29.46	9.96	4.78	29.2 33.9
7	一方通行	4.00	3.00	1.00	2.00	45.97	9.59	13.40	27.8 33.9
8	一方通行	5.05	4.05	1.00	3.05	20.01	6.98	3.03	28.7 33.0
9	一方通行	3.00	3.50	1.50	2.00	27.89	11.54	2.41	29.5 36.7
10	一方通行	5.50	3.50	2.00	1.50	49.80	11.03	13.87	25.2 29.1

〔スラローム〕									
No.	通行方向	総幅員 (道路幅員) W(m)	車道幅員 D(m)	フォルト幅 F(m)	横方向の ずれ O(m)	シケイン 延長 L0(m)	屈曲延長 L1(m)	フォルト 延長 L2(m)	区間最大走行速度 (km/h)
									平均値 85%スタイル値
1	一方通行	4.70	3.50	1.20	2.30	34.94	-	-	29.3 33.0
2	一方通行	5.35	3.50	1.85	1.65	23.88	-	-	19.5 23.4
3	一方通行	4.84	4.00	0.84	3.16	36.10	-	-	26.0 31.0
4	対面通行	8.00	4.50	3.50	1.00	59.00	-	-	36.3 41.9
5	一方通行	3.74	3.00	0.74	2.26	32.40	-	-	33.3 39.4



但し、シケインでは、 $L0$ (シケイン延長) = $L1$ (屈曲延長) + $L2$ (フォルト延長)

図 2 シケイン（スラローム）形状計測項目

この結果を用いて、形状計測指標と区間最大速度との単相関分析を行い、比較的相関が高いものについて、形状指標間の相関係数も考慮して、説明変数とする形状指標を抽出したところ、シケイン延長（ $L0$ ）及び F/W の 2 指標が抽出された。そこで、この 2 指標を説明変数とする重回帰分析を行ったところ、重相関係数が低い結果となった。

しかしながら、シケインのみで計測可能な項目があることから、シケインのみを取り出して同様の検討を行ったところ、 F/W 、 $L1$ 、 $F/L0$ の 3 指標が抽出され、これらを用いて重回帰分析を行ったところ重相関係数 $R=0.8598$ となり、比較的よい結果が得られた。

速度抑制への影響度合いを見ると、 F/W が大きな要因を占めることが分かった。

参考に、図 3 に区間最大速度と F/W の関係（単相関）を示す。この結果から、 $F/W=0.37$ 程度以上となると、区間最大速度が 30km/h 以下になることが想定される。つまり、幅員 5.5m 程度の道路の場合、フォ

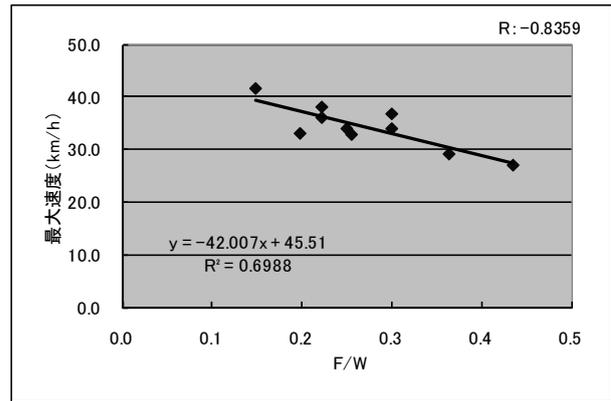


図 3 シケイン区間最大速度と F/W の関係

ルト幅を 2.0m 程度とし、自動車走行空間を 3.5m 程度確保することとなる。

3 生活道路における交通安全対策の好事例と課題の整理

平成 15 年指定のあんしん歩行エリアを有し、生活道路における交通安全対策を実施している地方公共団体 10 団体に対しヒアリング調査を実施し、事業の実施状況、事業実施に当たっての課題及び効果把握している箇所では、その整備効果等を整理した。また、この結果を用いて、手引き（案）の参考資料として使用可能な好事例を整理した。

合意形成等を実施し、複数の物理的デバイスを配置する等面的交通安全対策実施の好事例と考えられる 3 事例（新潟市、鎌ヶ谷市、名古屋市の事例）を抽出整理した。いずれの地区も合意形成を重視した取り組みを行い、新潟市、鎌ヶ谷市では社会実験等も実施した上で事業を実施していた。また、鎌ヶ谷市においては、市内の交通事故データやヒヤリハットデータをデータベース化して整理し、箇所選定に活用していた。

一方、課題として、「指定されたエリアが広すぎて全エリアでの面的対策は困難」、「物理的デバイス設置に対する合意形成が困難」、「予算面で十分な事業実施が困難」等が挙げられた。

〔成果の活用〕

今回の観測結果により、ある程度速度抑制に効果的と考えられるシケイン形状が判明したため、地方公共団体が挙げている課題に対応し、安価で簡易な物理的デバイスを設置した場合でも同様の効果が得られるのか検証した上で、面的交通安全対策の手引き（案）として整理する予定である。また、今回のヒアリング調査により整理した好事例についても、この手引き（案）に盛り込み、交通安全対策を支援していく予定である。

ヒューマンエラーに着目した事故要因分析手法の現場への適用検討

Research on Analysis Technique of Accident that pays attention to Human-Error

(研究期間 平成 20 年度～)

道路研究部 道路空間高度化研究室
Road Department
Advanced Road Design and Safety Division

室長 金子 正洋
Head Masahiro KANEKO
研究官 中洲 啓太
Senior Researcher Keita NAKASU
研究官 尾崎 悠太
Researcher Yuta OZAKI

For effective traffic safety measures, it is necessary to appropriately analyze accident factors by method corresponding to each part. For that, we tried and compared various analysis techniques of accident factors. By the result, we examined an effective usage of each technique and the situation that each technique was able to be used effectively.

【研究目的及び経緯】

幹線道路の交通事故対策では、事故率の高い区間を優先して事故危険箇所として指定し、対策を実施している。事故危険箇所のうち平成 18 年度までに対策を実施した箇所では全体で約 2 割の事故削減効果が確認されている。その一方、個別の箇所では十分な対策効果が得られていない箇所が約 3 割存在している。現在の事故対策の検討は、現地調査および「交通事故対策・評価マニュアル」(以下「マニュアル」という。)に示された対策メニューを参考としながら実施している。しかし、事故対策実施箇所の増加に伴い、従来の経験的な手法では事故要因の特定が困難な箇所や、マニュアル等に示された一般的な対策メニューの適用が容易でない箇所も見られるようになってきている。

こうした状況に対し、着実に事故を削減し、更に効果的に対策を進めるには、正確な事故要因分析に基づく対策立案が重要であると考えられる。このため、国総研では従来の経験則に基づく手法に加え、走行実験やドライブレコーダー等、科学的な分析を取り入れた事故要因分析手法の研究に取り組んでいる。本研究では、そのうち、ビデオ調査・走行実験について事故要因分析手法の高度化に関する調査を行った。

具体的には、箇所に応じた適切な手法で事故要因分析を行うことにより、的確な対策を効率的に立案する手法を開発するために、箇所毎に従来の経験則に基づく手法(以下「予備調査」という。)での調査・定点ビデオ調査・走行実験調査を実施し、各調査の分析結果・特徴等を整理・比較することにより、各調査の有効な使い方・有効な場面を検討した。

【研究内容】

(1) 調査箇所

以下の観点で抽出した箇所(表-1)で調査を行った。

- ・十分な対策効果が得られなかった箇所
- ・道路構造等が複雑で事故要因の分析が難しい箇所

表-1 調査箇所の道路交通環境及び事故発生状況

道路交通環境	<ul style="list-style-type: none"> ・交通量:40,113台/日 ・大型車混入率:20.0 混雑度0.76 ・都市高速道路高架下の往復6車線の単路 ・高速道路入口や細街路が取り付いている。
事故発生状況 (着目した事故発生パターン)	

(2) 予備調査

本調査は図-1 に示す手順で行った。予備調査では、交通事故統合データ及び事故発生状況図により、着目事故発生パターンを設定のうえ現地調査を行い、事故要因分析および対策を立案した。

(3) 定点ビデオ観測

24 時間の定点ビデオ観測を行い、危険事象の発生形態やその頻度を計測し、事故要因分析および対策を立案した。

(4) 走行実験

着目した事故発生パターンを対象とした走行ルートを

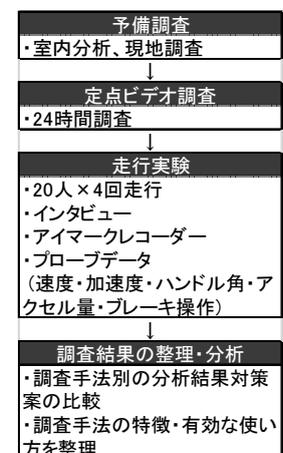


図-1 調査手順

設定し、20名の被験者が4回実走行し、アイマークレコーダーによる注視点の計測、車両操作データ(速度、加速度、ハンドル角、アクセル量、ブレーキ操作)の取得および対象の認知や危険認識に関するインタビューを実施した。以上の結果から事故要因分析および対策を立案した。

【研究成果】

調査の結果を表-2に整理した。各調査の分析結果は以下のとおりである。

(1) 予備調査の結果

対象箇所は、高架下で都市高速道路入口も存在している。事故類型は、車両相互その他の事故が多く発生し、事故発生状況図から車線変更に伴う衝突が多いと推測された。当該箇所の上流区間がカーブで見通しが悪いこと、高速道路入口への案内も少なく分かりづらいことから、これに伴う急な車線変更が主要因と推定された。対策は、手前区間での入口案内をわかり易くすることが考えられた。

(2) ビデオ調査の結果

予備調査で推測したとおり、都市高速入口への急な車線変更に伴う危険事象が観測された。その他に細街路から高速入口に進入する車両に関連するニアミスや、駐車車両により車線変更を繰り返す車両に関連するニアミス等想定外の危険事象も観測された。本調査箇所では、車線変更等の挙動の定量的整理も行ったものの、新たな事故要因の想定には結びつかなかった。

対策案は、細街路から高速入口に進入する車両に関連するニアミスに対しては、細街路の閉塞や飛び出し車両に対する注意を促すカラー舗装や注意喚起看板が考えられた。違法駐車に関連する危険事象に対する取締り強化や、車線変更禁止等の規制が考えられた。

(3) 走行実験調査の結果

インタビュー調査では、「高速の入口が分かりにく

表-3 各調査手法の使用法および有効な場面

調査手法		調査手法の使用法	有効な場面
定点ビデオ調査		・事故図からは想定が難しい危険事象の網羅的な把握、危険事象の発生経過とその頻度を把握することができる。	・事故類型が複雑で、着目すべき事故類型の判別が難しい場合に有効である。
走行実験	インタビュー調査	・運転者の認知や危険認識などの意見を収集することで、内在的な要因を発見することができる。具体的に注意を取られていた対象物など、事故要因の深度化や対策の具体化に繋がる。	・危険事象が生じる主要因の特定できるため、事故要因が複雑で主要因の特定が難しい場合に有効である。 ・内在的要因(安全確認が不十分等)を引き起こす原因を追求することができるため、これが問題となる箇所において有効である。
	アイマークレコーダー	・注視点の観測のみでは新たな事故要因の発見は難しいが、想定した事故要因の確認に用いることができる。また、注意すべき対象物の視認性などが把握できることから、事故要因の深度化や対策の具体化につながる。	
	車両操作データ	・実験という制約上、被験者が注意深く運転することもあり、速度や加速度など車両操作データからは、事故要因分析に用いることは難しい。	-

い」との回答が多く、その理由として「案内標識のわかりにくさ」が多くあげられており、入口を認知できない被験者もいた。また、「沿道の施設が気になる」といった回答もあった。

アイマークレコーダーにより、上記の回答が確認できた。さらに入口を探るような注視点の移動状況や、沿道施設に傾注する状況が観察され、前方に対する注意が不足していると考えられる被験者もいることが確認された。これらの結果から、都市高速入口へ誘導するカラー舗装を用いた対策が有効であると考えられた。

なお、本調査箇所では、車両操作データからは新たな事故要因の想定には繋がらなかった。

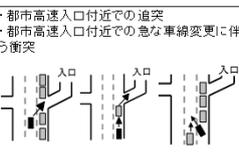
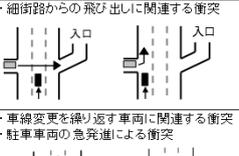
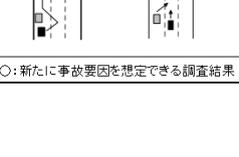
(4) 各手法の使用法・有効な場面

調査結果から、各手法の使用法・有効な場面を検討・整理した。(表-3)

【成果の活用】

現場への普及を進めるため、走行実験調査のマニュアル及び事例集を整備する予定である。

表-2 各調査手法による事故要因分析結果一覧

事故発生パターン	事故要因	予備調査		定点ビデオ調査		走行実験					
		調査結果	対策案	調査結果	対策案	インタビュー	アイマークレコーダー	プローブデータ			
								調査結果	対策案		
・都市高速入口付近での追突 ・都市高速入口付近での急な車線変更に伴う衝突 	都市高速への入口がわかりづらい。	・案内が少ない。 ・入口が目立たない。	・手前区間でのわかりづらい案内(案内標識・路面表示など)	・事故に至る可能性のある危険事象を観測。 ・車線変更台数が多い。	・手前区間でのわかりづらい案内(案内標識・路面表示など) (予備調査と同様)	△「入口がわかりづらい」 △「案内標識がわかりづらい」 △「入口の見落とし」 △「カーブの先の状況がわからなかった」 ○「沿道施設に気をとられる」	□「入口を探る、前方への注意を怠る状況を観測」 △「カーブでの視認性の悪さを確認」 △「沿道施設を気にする視線の動きを観測」	-	-	・手前区間でのわかりづらい案内(追加事項) ・前方への注視があるせよになる状況があるため、カラー路面表示等による案内。	
	手前区間がカーブになっており前方の状況が把握しづらい。沿道施設の看板等に気をとられる。	-	・手前区間がカーブである。	-	-	-	-	-	-	-	-
・細街路からの飛び出しに関連する衝突 	信号制御されていないため、無理に飛び出す	-	-	○ 事故に至る可能性のある危険事象を観測	(追加事項) △ 従道路の閉塞 信号交差点化	-	-	-	-	-	・細街路の閉塞 ・信号交差点化(追加事項) ・飛び出し車両に対する注意を促すカラー舗装や注意喚起看板
	細街路に存在する駐車車両が視認が困難で、飛び出してくると想定していない。	-	-	○ 事故に至る可能性のある危険事象を観測	○ 駐車車両が多い時間帯がある	□「沿道施設に気をとられる」 □「予想外の箇所から車両が出てきた」	△「従道路を注視していない状況を観測」	-	-	-	-
・車線変更を繰り返す車両に関連する衝突 ・駐車車両の急発進による衝突 	第一車線への走行志向があるものの、駐車車両が存在するため、車線変更を繰り返す。	-	-	○ 事故に至る可能性のある危険事象を観測 ・駐車車両が多い時間帯がある	(追加事項) ○ 信号交差点化 車線変更規制	□「第一車線を走っていたが、駐車車両があるため、走行できなかった」	-	-	-	-	・信号交差点化 ・車線変更規制
	ドライバーが駐車車両の急発進を想定していない。	-	-	○ 事故に至る可能性のある危険事象を観測	○ 性的のある危険事象を観測	△「駐車車両が突然発進し驚いた」	-	-	-	-	-

○:新たに事故要因を想定できる調査結果 △:想定された事故要因を補強・確認できる調査結果 □:想定された事故要因を深度化できる調査結果

道路工事における積算の高度化検討

Research on advanced cost estimation system

(研究期間：平成4～)

ユニットプライス型積算方式構築に関する検討

Study on Unit price-type estimation method

総合技術政策研究センター建設システム課
Research Center
for Land and Construction Management
Construction System Division

積算技術係長 伊藤 善裕
Chief Official Yoshihiro ITO

課長 佐近 裕之
Head Hiroyuki SAKON
課長補佐 大上 和典
Deputy Head Kazunori OOKAMI
主任研究官 吉田 潔
Senior Researcher Kiyoshi YOSHIDA
研究官 関根 隆善
Researcher Takayoshi SEKINE

The transition of unit price-type estimation method has been situated as a main pillar of the re-examination of the cost estimation method in cost structural reforms started in FY 2003.

The Ministry of Land, Infrastructure and Transport are making efforts to examine the system and prepare trials. In this study, the setting of unit prices by collecting, storing, and analyzing past unit price data, etc. towards establishment and trial of the Unit Price-type Estimation Method in JAPAN

【研究目的及び経緯】

国土交通省は、公共工事の発注者として公正さを確保しつつ、良質なモノを適正な価格で調達する発注者責任を有しており、新土木工事積算大系の構築・普及や多様な入札方式の導入に取り組んできた。新たな積算方式のユニットプライス型積算方式への転換も、その方策の一つであり、「国土交通省公共事業コスト構造改革プログラム」においても「積算の見直し」の柱として位置付けられ、「積上げ方式」から歩掛を用いない「施工単価方式」への積算体系の転換に向けた取り組みである。

本課題は、ユニットプライス型積算方式の試行結果から導入効果の検証と課題抽出を行い、本格施行に向けた制度構築を目的としている。平成 21 年度は、プライスの分析方法の妥当性の検証とこれまでの試行結果を踏まえ、ユニットプライス型積算方式における諸課題の抽出を行い、解決策の検討を行った。

【研究内容】

1. ユニットプライス型積算方式の流れ

ユニットプライス型積算方式（以下、「本方式」と言う）は、平成 16 年度より舗装工事の一部を対象に試行工事として開始し、道路改良、維持・修繕工事へと段階的に拡大を行っており、平成 22 年度までに全ての工事区分についてユニット化を行うことを計画している。

本方式は、発注者と元請け業者間の総価契約後、ユニット毎に合意された施工単価をデータベース化し、次回以降の工事の積算に用いる単価を改定する際に基礎データとして活用するものである（図-1）。

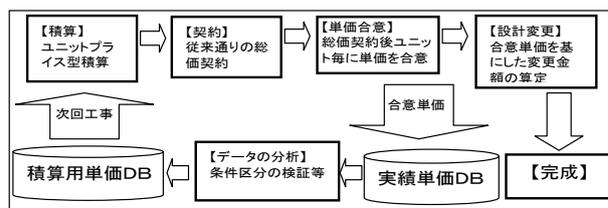


図-1 ユニットプライス型積算方式の流れ

2. プライス分析方法の検証

基礎データとして活用する単価は、予定価格制度によって上限が拘束され歪んだ分布形を示すため、データの分布形の標準化を図る観点からユニットプライスの分析時に落札率及び一般管理費等率によるデータの棄却が行われている。この処理方法の有効性を検証するため、棄却対象と棄却対象外の合意単価の比較を実施した。

現在行われているプライスの分析では、各年度における直轄工事（港湾・空港除く）の落札率の最頻値 $\pm\sigma$ （標準偏差）を外れる工事と一般管理費等率が官積算 $\pm\sigma$ を外れる工事を工事全体に含まれる合意単価の分析から除外しており、平成 19 年度は、落札率で 169 件、一般管理費等率で 106 件、記載不備で 30 件の工事を除外し、集計対象工事は 152 件であった（図-2、図-3）。

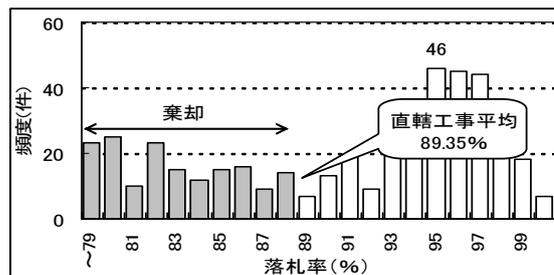


図-2 落札率によるデータの棄却

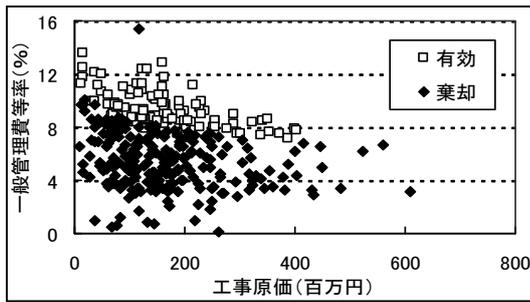


図-3 一般管理費等率によるデータの棄却

平成19年度の掘削ユニット(土砂、障害無し、オープンカット、押土無し、施工数量5万m³未満)の合意単価を用い、棄却対象工事と棄却対象外工事の最頻値を比較すると、落札率による棄却対象の最頻値は、棄却対象外の最頻値より19円/m³低くなったが、一般管理費等率による棄却対象と棄却対象外の最頻値には差がみられなかった(図-4、表-1)。

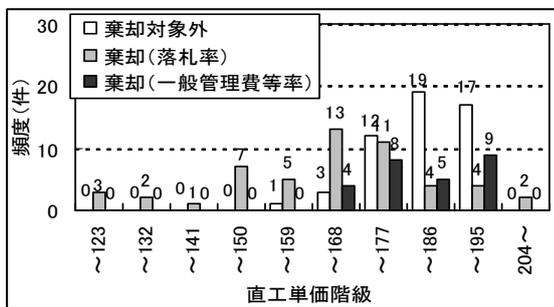


図-4 データの棄却の検証

表-1 最頻値の比較結果

	棄却対象	棄却対象外
落札率	165円/m ³	184円/m ³
一般管理費等率	184円/m ³	

落札率による棄却は、工事の予定価格のデフレ対策として有効に機能しており、今後も継続する必要があるといえる。一方、一般管理費等率による棄却は、受注者が一般管理費等を低めに合意し、直接工事費(ユニット)を高めに合意することで、次回の積算単価を上げようとする懸念があったことから、試行開始当初より実施してきたが、今回の分析では受注者の恣意的な合意行動を伺わせる結果はみられなかったことから、他のユニットの分析結果を踏まえながら、実施については見直すことも必要である。

3. 物価変動の影響の検証

物価変動が合意単価に与える影響を確認するため、積上げ積算と合意単価(最頻値)の経年変化を比較した。各年度の合意単価の最頻値(以下、「合意単価」という。)、土木工事標準歩掛と各年度の機材単価から算出した直接工事費単価(以下、「積上げ単価」という。)、積上げ単価に対象工事の平均落札率を乗じた単価(以下、「積上げ単価(落札率考慮)」という。)を比較すると、合意単価は平成15年度から

17年度までは変動がみられなかったが、平成18年度以降は、積上げ単価と同様の上昇傾向がみられた。これはコストの17.3%を構成する材料費(軽油)の著しい高騰が影響している。合意単価と積上げ単価がほぼ連動して推移していることから、掘削ユニットの場合には、合意単価にコストの変動が適切に反映されていることが確認された(図-5、図-6)。

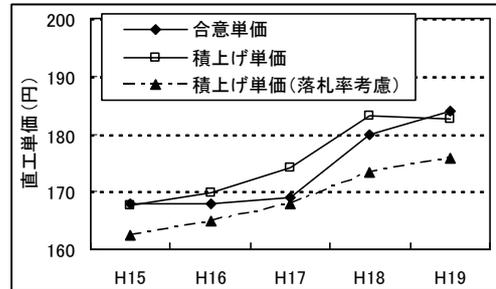


図-5 直工単価の推移

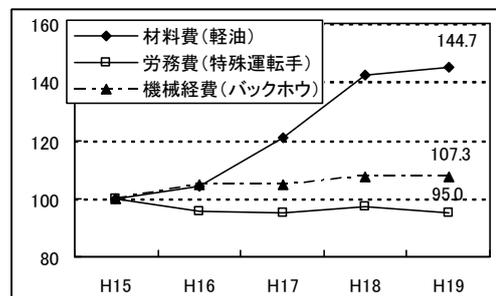


図-6 主な機材単価の推移

4. スケールメリットの反映

本方式における間接工事費の一部は、施工数量に連動せず、直接工事費に対する一定率で設定されており、直接工事費(ユニット)に含まれている。そのため直接工事費が現行(積上げ)積算と同額だった場合、一定規模を超えると現行(積上げ)積算との金額差が大きくなる(本方式の方が高い)という現象が発生する。金額差を解消するため、間接工事費率式の算出方法を見直し、その適用範囲を新たに設定することにより金額差が解消できることが明らかとなった(図-7)。

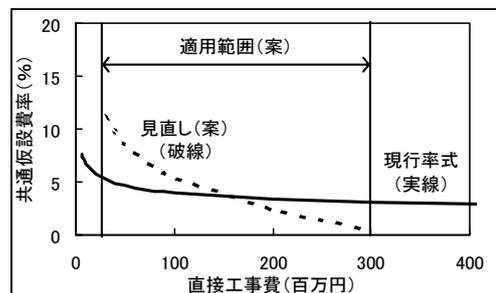


図-7 共通仮設費(率式)の見直し案

5. まとめ

本研究の結果、プライス分析時に落札率による棄却がデフレ防止に有効に機能していること、一般管理費等率による棄却については見直しの必要が確認された。また、物価変動が合意単価に適切に反映されていることも確認された。

道路設計における設計成果の品質確保に関する検討

Study on the improvement of the detail design quality control

(研究期間 平成 21 年度～)

総合技術政策研究センター建設システム課
Research Center
for Land and Construction Management
Construction System Division

課 長
Head
技術基準係長
Chief Official

佐近 裕之
Hiroyuki SAKON
市村 靖光
Yasumitsu ICHIMURA

Design faults do not decrease. So it is important to secure quality of the design result. We investigated the example of the design fault, and we study the improvement method for detailed design quality control.

〔研究目的及び経緯〕

近年の地方整備局における設計業務成果の品質点検結果によると、毎年度 1 業務当たり 20 件程度のミスが発見されており、「許容値のオーバー」等の重大なミスも含まれている。本調査は、既往のミス事例を収集し、その発生要因を分析・整理すること等から、ミスを防止する体制、方策を総合的に検討するものである。

〔研究内容〕

(1)調査概要

これまで実施した設計コンサルタントに対する設計ミスの実態調査から、施工時まで見落とされがちな種類のミスがあることがわかった。このため、設計段階で発見されにくい設計成果の不具合（配筋の不具合等）、現場条件の不一致（土質条件の相違等）等についてより詳細な事例を収集するため、施工者へのアンケート調査を実施した。

調査は、(社)日本土木工業協会に協力を依頼し、64 社から 677 件の回答を得た。調査内容は、①設計成果の不具合事例（工種・部位、発見者、発見時期、不具合の種類、不具合に気づいた端緒、不具合を見つけるために必要な項目、不具合を見逃して施工した場合の影響、対処方法、工事完成への影響、費用負担）、②施工者の立場からの意見（不具合の施工時への影響、不具合が顕著に発生する工種・現場条件、不具合を起こさないためのアイデア等）、③発注者、設計者、施工者による三者会議に関する意見である。ここでは、施工者の立場からの意見について整理した結果の一部を示す。

(2)調査結果

図-1 は、不具合の種類と工事への影響度・発生頻度について、施工者からの回答を整理したものである。「地名、名称等の誤記、欠落」以外の不具合は、いず

れも工期延長や品質不良等への影響が「重大」と指摘されている。また、工事に対する影響が「重大」との回答が 9 割を占める「計算ミスに伴う強度・支持力等の不足」については、発生頻度が「ごく少数」であるとの回答が 8 割を占めており、当たり前ではあるがこの種の極めて重大なミスは、施工前に設計者あるいは発注者が十分チェックしていると考えられる。ただし、発生頻度が「半数程度以上」との回答が少数ではあるが 4%あり、この種の極めて重大なミスが設計段階で見逃されている事実は問題であり、従来の照査方法を精査することも必要であると考えられる。それ以外の不具合については、「ごく少数」または全工事の「半数未満」と答えた割合が高いが、「現地条件の確認不足に伴う不整合」と「実施工が不可能（過密配筋等）」については、比較的発生頻度が高い傾向が見られ、設計段階での改善方策を検討する必要があると考えられる。

図-2 は、不具合の発生しやすい工種を回答数の多かった順に示している。「橋梁」、「道路」が多く、特定の工種を明示せずに「鉄筋」との回答も多く見られる。また、図-3 は、不具合の発生しやすい現場条件を示しており、「軟弱地盤」のような現場条件のほか、「工事条件の調整不足」、「地質の調査不足」、「埋設物の調査不足」など、必ずしも設計者だけに起因しない条件も挙げられている。

図-4 および 5 は、各々発注者、設計者に対する不具合を起こさないための要望を示している。発注者に対しては、「設計図書品質確認」が圧倒的に多く、設計者に対しては、「現地確認の徹底」、「施工に配慮した設計」、「社内照査の徹底」を望む意見が多い。

今後は、これらの結果を踏まえ、発注者の照査体制・方法、発注者と設計者合同での現地確認の方法等について、検討を行っていく予定である。

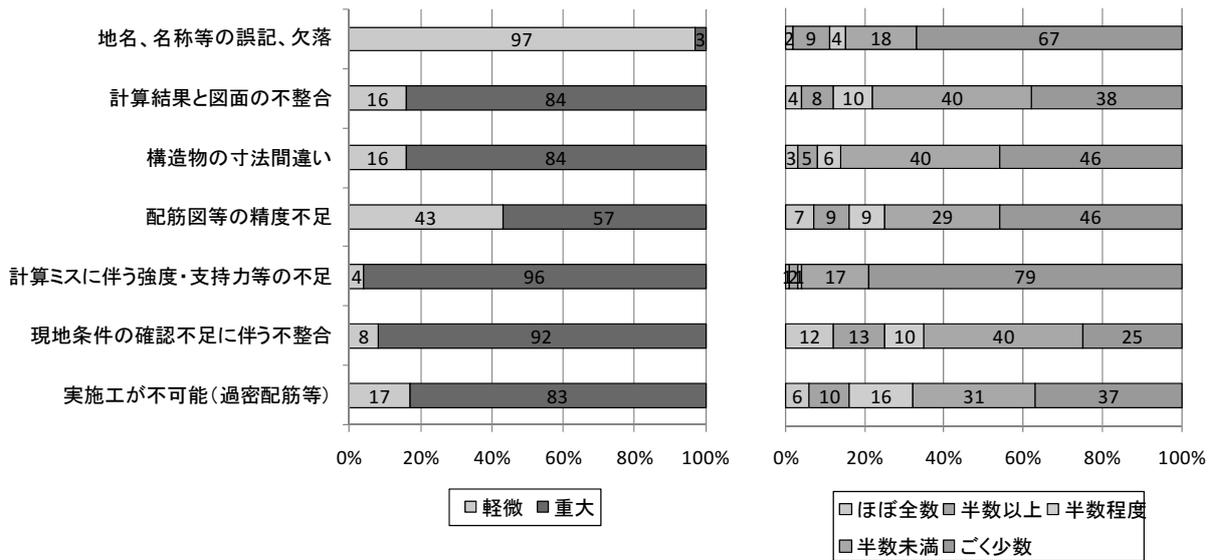


図-1 不具合の工事に与える影響と発生頻度

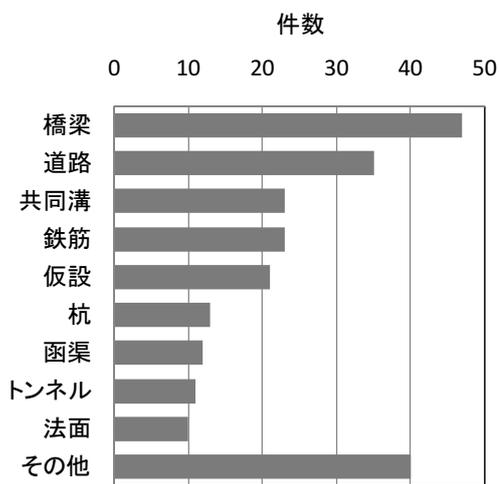


図-2 不具合の発生しやすい工種

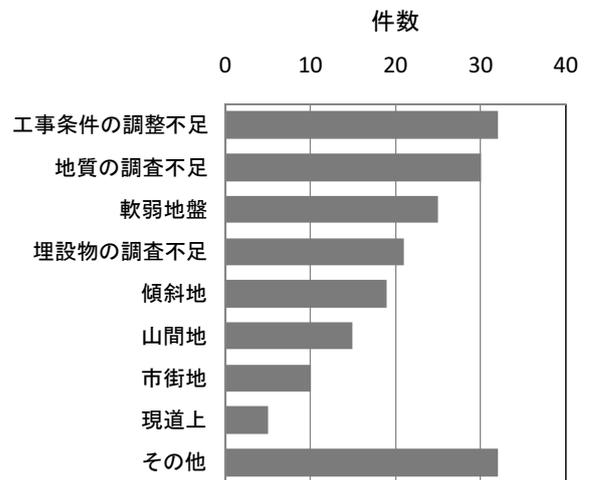


図-3 不具合の発生しやすい現場条件

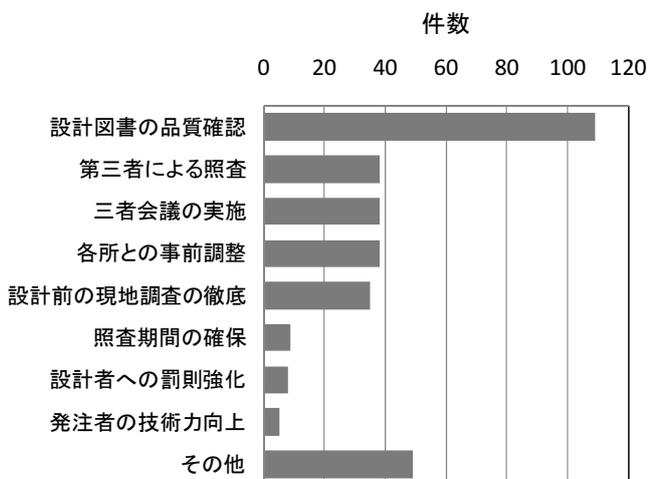


図-4 不具合を起こさないための要望(対発注者)

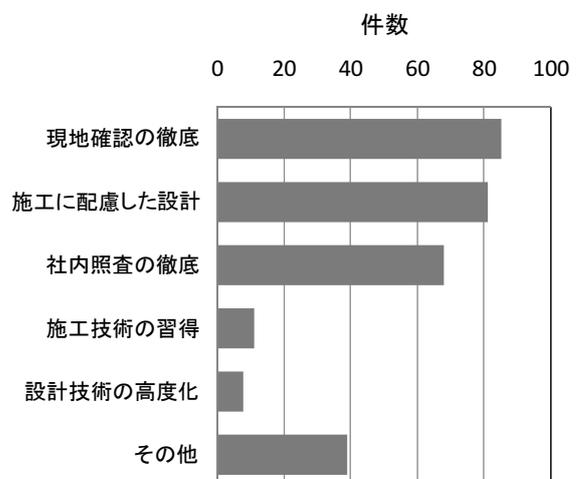


図-5 不具合を起こさないための要望(対設計者)

道路工事の品質確保の促進を図るための調達方式等の検討

Study on the procurement method for promoting quality assurance in road construction

(研究期間 平成 21 年度)

総合技術政策研究センター建設マネジメント技術研究室
Research Center for Land and Construction Management,
Construction Management Division

室長 笛田 俊治
Head Toshiharu FUETA
主任研究官 宮武 一郎
Senior Researcher Ichiro MIYATAKE
研究官 多田 寛
Researcher Hiroshi Tada

The objective of this study is to propose the procurement method for promoting quality assurance in road construction by analyzing the trials of design-build contract, construction management method, value engineering and so on.

〔研究目的及び経緯〕

平成 17 年 4 月に施行された「公共工事の品質確保の促進に関する法律」(以下「品確法」という)第 8 条第 1 項に基づき、「公共工事の品質確保の促進に関する施策を総合的に推進するための基本方針」(以下「基本方針」という)が定められ、平成 17 年 8 月に閣議決定された。

本検討は、品確法及び基本方針を踏まえ、国土交通省直轄工事における品質確保の促進を図ることを目的に設計・施工一括発注方式等多様な調達方式の実施方法の改善等について調査・検討を行うものである。

〔研究内容〕

平成 21 年度は、設計・施工一括発注方式で調達された工事について、同方式の適用が多い橋梁工事を対象にフォローアップ調査(受発注者双方へのアンケート及びヒアリング)を行い、同方式による効果について調査を行うとともに、併せて企業の応札行動の分析を行った。調査を行った工事の概要を表-1 に示す。いずれの工事も高度技術提案型総合評価落札方式が適用されたものである。

〔研究成果〕

(1) 設計・施工一括発注方式による効果

調査を行った工事における効果を表-2 に示す。

今回調査対象としたケースにおける設計・施工一括発注方式の適用による効果としては、3 ケース中 2 ケ

ースが工期の短縮に集約されるものとなった。しかしながら、ケース A では橋長を変更する提案がされている一方、ケース B では橋梁自体は予備設計とほぼ同じとし仮設・施工計画の工夫が主体となっている等提案に大きな差異が見られた。

(2) 各ケースで推定される企業の応札行動

各ケースのヒアリングを通じて、設計・施工一括発注方式の適用されたことによる効果については、競争参加者の応札行動が影響していることが把握された。競争参加者は与えられた入札条件、総合評価項目間でのトレードオフを考慮した提案を行っているものと考えられ、調査したケースでは以下のような応札行動であったと推定される。これらの応札行動の基本は、他の競争参加者に対する優位性の確保と考える。

ケース A: 提案工法や橋長の増加は直接工事費(入札価格)増加のデメリットを認識した上で、現場施工日数短縮を優先した積極的な技術提案を行っている。

ケース B: 総合評価項目に加えて設定された工期内の工事完成を重視。現場条件も工夫の余地が少なく予備設計と同等の橋梁を前提に仮設の工夫を主体とした技術提案を行っている。また、工期内完成のため多少のコストアップを承知の上、湧水に対する耐性の高い工法を提案している。

ケース C: 支間割は自由であるが特殊な条件はなく、一般的な形式により数多く設定された総合評価項目に対応することで応札している。

表-1 調査対象工事

	ケースA	ケースB	ケースC
特性	都市部の恒常的な渋滞がある交差点の立体化.	厳しい工程条件を持つ山間部の渓谷における架橋. 工期が厳しい.	渡り鳥への配慮が求められる平地の河川における架橋.
総合評価項目	・ 現道施工期間の短縮 ・ 現地の条件を踏まえた施工計画の実現性	・ 上下部工設計に係る技術提案 ・ 上下部工施工計画に係る技術提案 ・ 周辺住民の生活環境維持対策 ・ その他上記以外の自由提案	・ 鋼橋の品質耐久性向上 ・ 渡り鳥に配慮した施工計画 ・ 渡り鳥に配慮した設計計画 ・ 維持管理の容易性 他6テーマ
提案の自由度	交差点部の交差点空間, 建築限界を確保すれば橋長, 擁壁区間の延長, 構造形式, 支間割は自由	上部工はコンクリート橋を指定, 隣接橋梁の設計条件を考慮した設計, 土工部条件として隣接橋の橋台への土圧の制約を指定. 支間割は自由	上部工構造は鋼橋を指定, 下部工型式及び支間割りは自由
実際の施工内容 (提案内容)	橋脚, 基礎も鋼製とすることによりプレファブ化する提案 橋による橋長を長くして土工部を短縮した提案	予備設計と同様の支間割で, 下部工及び仮設に関する工夫を提案 下部工及び仮設に係わる提案はリスクの発現を抑制するための提案	各総合評価項目に対応した提案 (設計面からの渡り鳥への配慮に係わる提案としては, 配色, 走行騒音への配慮等.)

表-2 調査対象工事における効果

ケースA	ケースB	ケースC
橋脚, 基礎も鋼製とすることで工場製作範囲を拡大すると共に, 橋長も長く (擁壁区間短縮) することにより現場施工日数を標準の 580 日から 285 日へと削減している. また, 橋長を長くし 1 径間から 3 径間とすることで見通しの良さが確保され景観面での改善が見られた. ただ, コスト面では橋梁区間を長くしたことで費用面ではマイナス要因となっていると受注者は考えている.	工期を総合評価項目としていなかったが, 発注時の工期条件が厳しかったことから, 仮設の工夫の提案がなされ工期短縮を達成している. また, 仮設橋の工夫による河川管理者との協議リスクの削減及び基礎を予備設計の深礎杭から湧水の影響を受けない工法に変更を行い, 工期に関するリスク要因の影響を極力排除している.	本工事の規模や現場条件等の工事特性が一般的であることから, 分離発注で総合評価方式を適用した場合でも同様の提案がなされるという認識であり, 基本的には設計・施工一括発注方式としての効果は小さいとの認識が受発注者双方でなされている.

(3) まとめ

設計・施工一括発注方式の適用を行った工事のフォローアップ調査を実施した結果、同方式の効果について、従来から指摘されているいわゆる適用段階の設計の自由度という点だけではなく、設計・施工条件、総合評価の評価項目と応札者の応札行動（競争参加者の中でどのように優位性を確保するか）との微妙なバランスが大きく影響することが把握された。

[成果の発表]

土木学会学術年次講演会（第 65 回、平成 22 年 9 月開催予定）にて発表を予定している。

[成果の活用]

本調査で得られた成果については、設計・施工一括発注方式の運用における設計・施工条件及び総合評価項目の設定に関して細かい配慮が必要であることを示唆しており、今後もこの点に関する研究が必要である。

道路工事における総合評価に関する調査

Study for the application of Overall Evaluation Bidding Method with Technical Proposal

(研究期間 平成 15～21 年度)

総合技術政策研究センター 建設マネジメント技術研究室
Research Center for Land and Construction Management
Construction Management Division

室 長 笛田 俊治
Head, Toshiharu FUETA
主任研究官 塚原 隆夫
Senior Researcher, Takao TSUKAHARA
研究官 多田 寛
Researcher, Hiroshi TADA

The overall evaluation bidding method with technical proposal has merits such as improvement of quality of infrastructures through the competition not only by price bidding but also by advantage of technical proposal. The objective of this study is to develop measures for generalization and smooth application of the bidding.

[研究目的及び経緯]

平成 17 年 4 月に施行された「公共工事の品質確保の促進に関する法律」において、公共工事の品質は、「経済性に配慮しつつ価格以外の多様な要素をも考慮し、価格及び品質が総合的に優れた内容の契約がなされることにより、確保されなければならない」と規定されており、公共工事の品質確保のための主要な取り組みとして総合評価方式の適用を掲げている。

国土交通省においては、平成 11 年度より大規模かつ難易度の高い工事を対象に、ライフサイクルコストを含めた総合的なコスト、工事目的物の性能・機能、環境の維持や交通の確保等の社会的要請事項に関する技術提案を入札者に求め、これらと価格を総合的に考慮して落札者を決定する総合評価方式を試行してきたところである。公共工事全体の品質の確保のためには、より規模の小さな工事を含め原則としてすべての工事において総合評価方式を適用していくことが求められている。そこで本調査は、そのための具体的方策について検討を行うものである。

[研究内容]

国土技術政策総合研究所においては平成 21 年 1 月に「総合評価方式の活用・改善等による品質確保に関する懇談会」(座長:小澤一雅 東京大学大学院工学系研究科教授)を設置し、総合評価方式の活用・改善や多様な入札・契約制度の導入等、入札・契約に関する諸課題への対応に向けた検討を行っている。今年度は、平成 20 年度における総合評価方式の実施状況をと

りまとめるとともに、平成 20 年度にとりまとめた改善策等の実施結果について、分析・評価を行った。また、設計・施工一括方式等について活用を図るとともに、受発注者間のリスク分担に対するフォローアップを実施した。また、入札契約手続きや審査・評価方法の透明性を確保する観点から、工事の総合評価落札方式等の改善に関する取り組み方針について検討を行った。

[研究成果]

(1) 直轄工事における総合評価方式の実施状況

総合評価方式の普及・拡大、ダンピング防止策、入札契約制度に関する諸課題への確実な対応に資するため、平成 20 年度に同方式により調達された国土交通省直轄工事を対象に、落札者の状況、技術評価の実施状況、実績重視型の導入効果等について分析した。

分析の結果、価格競争と技術競争のバランス(最高得点者が落札した割合について平成 18 年度に対し平成 20 年度は増加したこと)、施工体制確認型の導入による品質確保効果(簡易型・標準型とも、施工体制確認型は施工体制確認型以外に比べ、落札者の応札率(平均)が高く、応札率 75%を下回る応札はほとんど見受けられないこと。平成 18 年度の施工体制確認型実施以前の落札率 70%未満の工事に比べ、平成 19 年度の施工体制確認型の落札率 70%~80%の工事成績評定点が 2.6 点高いこと)等が明らかとなった。

また、実績重視型を導入した工事における公示日

から入札日までの平均所要日数は、実績重視型を導入していない工事に比べ、半数の地方整備局で2週間以上短縮し、3週間程度となっていた。また、工事成績評定点の平均点を比較すると「実績重視型」、「実績重視型以外」とも75点程度であり、実績重視型の導入効果が明らかとなった。

平成22年度は平成21年度の工事を対象に実施状況を分析する予定である。

(2) 総合評価方式の活用・改善等による品質確保に関する検討について

「工事関連データの提供」、「発注者と応札者間における情報交換の場の設置」等の改善方策についてフォローアップを行った。

上記改善方策の試行（工事関連データの提供：20件、情報交換の場の設置：22件）について、工事受注者等から「技術提案作成のための情報収集のための時間・事務負担の軽減が図られる」、「受発注者間の情報共有が図られ、工事内容や発注者の意図等に関する理解が深まっている」等、改善方策を評価する意見がなされており、改善方策の目的が達成できていると考えられる。

今後、平成21年度の取組結果を踏まえ、マニュアルの作成等を行うとともに、引き続きフォローアップを継続して実施していく。

(3) 施工段階から維持管理段階を通じた品質確保・向上に向けた課題について

施工段階と維持・管理段階を通じた調達における課題（「設計・施工・管理の連続性に関する課題」「管理段階に入札参加する業者の減少」「単年度契約による課題」）への改善方策を検討した。

特に設備関係での維持管理において問題意識を持っているため、設備関係を対象に検討を行うこととなった。

その結果、土木構造物や設備の施工と点検を一体とする維持管理付き工事発注方式の枠組みを提示した。

(4) 設計・施工一括発注方式における、受発注者間のリスク分担についてのフォローアップ調査

「設計・施工一括及び詳細設計付き工事発注方式実施マニュアル」（平成21年3月策定）を踏まえ実施された設計・施工一括発注方式の工事における受発注者間のリスク分担について、フォローアップを行った。

フォローアップの結果、当該実施マニュアルに対して「リスク分担の共通認識を得られるようにすることが必要」、「高度技術提案型の総合評価の実施方法について、事例を入れる等の充実を図ることが必

要」等の意見があることがわかった。

今後、マニュアルの周知に努めるとともに、平成22年度以降も引き続きフォローアップ調査し、検討の上、企業の知的財産に配慮しつつ実施事例を盛り込む等、必要に応じマニュアルの充実を図るものとする。

(5) 工事・総合評価落札方式等の改善に関する取り組み方針

「入札契約手続きの透明性・客観性の確保」、「審査・評価方法の透明性・客観性の確保」、「事務の簡素化」等を基本的な方針として、総合評価方式の改善に向けた取り組みについて提案した。

① 技術提案の評価結果について、具体的な評価内容を提案企業に対して通知するとともに、上記通知に対して問い合わせ窓口を各地方整備局に設置することを提案し、今後実施状況のフォローアップを行う。

② 工事難易度の低い工事の入札参加資格要件について、過去の実績の工事量による設定を行わず、（総合評価落札方式の技術評価における）施工能力の評価として行うことを提案し、今後実施状況のフォローアップを行う。

③ その他、技術評価点の配点方針、技術提案の評価方法、施工能力の評価方法、地域精進度・地域貢献度の評価方法については、改善に向けた標準案を提案した。今後、各地方整備局の現状等を踏まえ、運用ガイドライン等の作成を行う。

上記の取り組みについては、各地方整備局の事情、現場の状況を踏まえ、実施していくこととなった。

[成果の発表]

「総合評価方式の活用・改善等による品質確保に関する懇談会 平成21年度検討成果とりまとめ」の公表（平成22年4月予定（<http://www.nilim.go.jp/lab/peg/index.htm>））

[成果の活用]

懇談会報告として調査成果は、上記懇談会の成果に反映された。また、懇談会報告を踏まえ地方整備局等への通知が予定されており、改善方策については、必要に応じて各地方整備局等において実施されることを期待するものである。

道路事業における3次元座標データの適用性向上に関する検討業務

A study about improving availability of three dimensions measurement value data at road construction sites

(研究期間 平成20~22年度)

高度情報化研究センター 情報基盤研究室
Reserch Center for Advanced Information Technology
Information Technology Division

室長	遠藤 和重
Head	Kazushige ENDO
主任研究官	梶田 洋規
Senior Researcher	Hiroki KAJITA
研究官	渡邊 賢一
Researcher	Kenichi WATANABE

We proposed As-built management using RTK-GNSS with 3D design data composed of outline frames of a structure and support software. And this study examined using "Total-station with as-built management data and support software" about "an underground structure", and using at phase of plan, design, maintenance, and management works in road construction sites.

〔研究目的及び経緯〕

現在、国土交通省で積極的に取り組んでいる情報化施工の1つに、出来形計測に際し、従来のレベル・巻き尺に代えて、トータルステーション(以下、TS)に接続されたPC端末に工事目的物(例:盛土)の3次元設計データ(以下、施工管理データ)を入力することで、出来形管理が効率的に行える「施工管理データを搭載したTSによる出来形管理」(以下、出来形管理用TS)がある。

しかし、現場からは導入効果を評価する意見がある一方、TS以外の3次元測量機器の利用要望や3次元測量機器が小規模工事の土工の出来形管理のみに用いるには高価であるとの意見があがっている。

そこで、本研究では、衛星測位技術(米国のGPS等)を用いた3次元測量機器による出来形管理手法の検討を行うと共に、出来形管理用TSの工種拡大や他場面での有効活用について検討するものである。

〔研究内容〕

上記の目的を達成するために、平成21年度は以下の研究を実施した。

(1) RTK-GNSSの導入検討

現在、要領を策定し直轄工事の出来形管理に用いている出来形管理用TSは、機器の性能上、精度確保のために計測距離は3級TSで100m以内(2級TSで150m以内)の制限があり、それを超える場合には、新たな基準点の設置とTSの移設が必要である。

そこで、衛星測位技術(米国のGPS等)を用い、より広範囲の計測が行える「リアルタイムキネマティック法(Real Time Kinematic)によるGNSS測量器(Global

Navigation Satellite System)」(以下、RTK-GNSS)の導入を検討した。

カーナビゲーションシステムのGPSは、出来形管理に必要な精度はないが、RTK-GNSSは2台のアンテナ局を用い精度向上を図っている(図1)。なお、RTK-GNSSは、情報化施工において油圧ショベルなど建設機械の位置検出にも利用されており、同一現場で利用すれば、基地局1つを共有することが可能である。

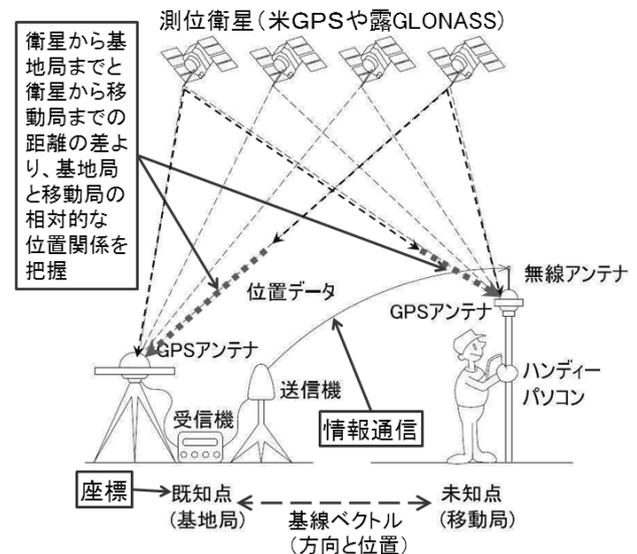


図1 RTK-GNSSによる計測

実験を行った結果、取得データの誤差は、1回の計測では大きな場合があるが、10回平均値だと水平2cm・垂直3cm以内に安定し、土工の出来形計測に利用可能な精度を確保できた。また、より多くのデータで

平均しても、同程度であった。一方、1データ取得に1秒かかるためデータ数が作業効率に影響するが、複数の実工事で意見収集した結果、10回平均なら問題無いとの結果を得た。

TSは距離に比例して精度が低下するが、RTK-GNSSは衛星測位のため距離による精度影響は少なく、100mと1,000mで同程度のバラツキであった。しかし、基地局から移動局への補正データ伝送に免許不要の特定小電力無線を利用しているため、1,000mでは受信が安定せず、500~700m程度が実用的な使用範囲と確認できた(図2)。

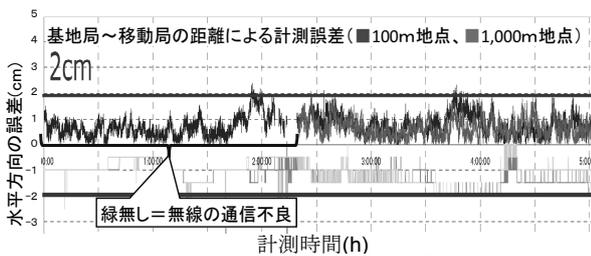


図2 距離による精度への影響

(2) 出来形管理用TSの適用拡大

出来形管理用TSの適用拡大として、工種拡大と共に、3次元座標値を電子データで扱うことから、3次元データの流通を伴う活用場面拡大による効果が期待できる。そこで、出来形管理以外の施工プロセスにおける活用方法を検討した。

1) 工種の拡大

土工と同様に中心線形と横断形状で形状を表現できる地下埋設物(電線共同溝、情報ボックス、ケーブル配管)について、出来形管理手法の検討を行った。その結果、地下埋設物にも適用できることがわかった。

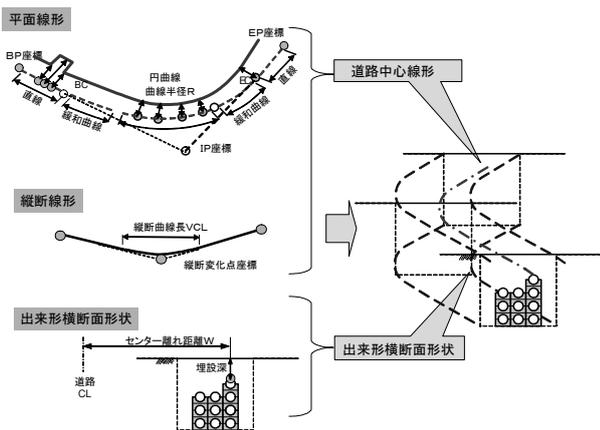


図3 地下埋設物の3次元モデル(イメージ)

2) 利活用場面の拡大

計画~設計~施工~維持管理の各段階で、出来形管

理用TSを利用するために必要な情報項目や取得できる情報に着目し、データ流通性を促進する業務プロセス分析を実施した。出来形管理用TSに必要な機能を追加して開発する内容について、資料(ユースケース図、アクティビティ図など)を作成した。

特に出来形管理用TSを有効に活用できる項目として、図4における出来形計測後の数量算出(土量算出)方法について実証することができた。土量算出は、出来形管理用TSにて取得されるデータを利用することで、効率的な数量根拠の整理が可能となり、契約変更作業などの迅速化や労力低減になることが期待できる。

また、施工者は発注図書と現場条件が異なり数量差異が大きければ変更協議を行えることから、起工測量にも利用すれば発注数量の確認を容易に行える。

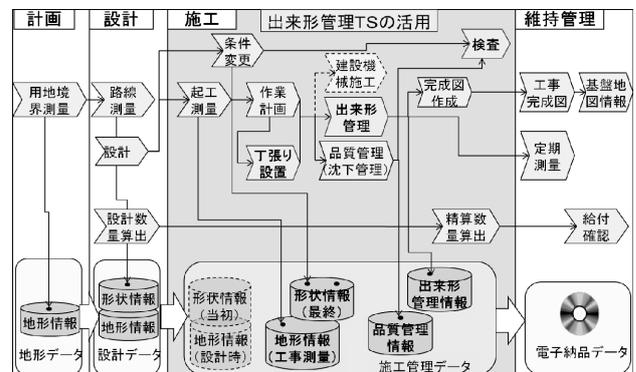


図4 業務プロセス間のデータ流通

[研究成果]

新たな技術を用いた施工管理手法を構築し「施工管理データを搭載したRTK-GNSSによる出来形管理要領(素案)」や「施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領(試行案)(地下埋設物編)」等を作成した。また、土量数量算出への活用の可能性を示した。

[成果の発表]

下記の他に、学会や雑誌等で、順次、発表する予定である。

- 1) 梶田洋規, 渡邊賢一, 遠藤和重: 施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理手法の適用拡大について, 第27回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集, p. 33-36, 2009. 12

[成果の活用]

本研究成果を受け、要領等の策定・公表に向け、業界団体等と意見交換を行っていく予定である。正式な要領等が公表された後、対応した製品開発・販売が民間企業により行われ、施工業者が効率的な出来形管理等を行うツールとして利用可能となる。

東京湾アクアラインにおける ITS を活用した 広域経路選択支援サービスに関する研究

A Study on wide area route selection service using ITS on Tokyo Bay Aqualine

(走行支援道路システム実運用化検討業務)

(研究期間 平成 16 年度～平成 21 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
部外研究員
Guest Research Engineer

畠中 秀人
Hideto HATAKENAKA
坂井 康一
Koichi SAKAI
若月 健
Takeshi WAKATSUKI
山下 大輔
Daisuke YAMASHITA

Proving test of wide area route selection information provision was conducted on Tokyo Bay Aqualine. Wide area route selection information service is possible wider area using by 5.8GHzDSRC. This paper presents outlines and reports on the results of this proving test.

[研究目的及び経緯]

大都市における都市内高速道路では渋滞が頻発するため、目的地への経路が複数存在する場合、分岐部においてどの経路を選択するかによって、所要時間が大きく変わる場合がある。

このため、従来から道路情報板の文字情報やラジオによる音声情報により渋滞情報が提供されているが、ある程度の土地勘がないと理解しづらい等の欠点がある。また、2.5GHz 帯を使用した VICS 簡易図形による渋滞情報提供も行われているが、前方の所要時間の提供はなく、情報提供される範囲も狭いため、都道府県をまたがるような広域な経路選択には参考とはならない。

このため、国土技術政策総合研究所では、都市高速道路等を走行中のドライバにとって、より経路選択の参考となるよう、ITS スポット通信(DSRC)を活用したナビゲーション画面及び音声による情報提供(広域経路選択)の実用化に向けた研究を行ってきた。

[研究概要及び成果]

1. ITS スポット (DSRC) を活用した情報提供

ITS スポット (DSRC) を活用した情報提供には以下のメリットが挙げられる。

- 1) 提供できる情報量が多いため、従来の VICS 情報に比べ広域(例えば都道府県や高速道路会社をまたがる場合など)の道路交通情報の提供が可能。
- 2)ナビゲーション画面による情報提供とともに音声

による情報提供を行うことが可能であり、ナビゲーション画面を必要以上に注視することが避けられる。

これらのメリットを生かしたサービスの早期実現・普及を図るためには、これらの効果や課題を明らかにすることにより、道路利用者や道路管理者に利用のメリットや適用可能性を示していくことが必要である。

こうした背景のもと、広域経路選択情報提供の効果評価に関するモニタ調査を実施することとした。

2. モニタ調査

(1) 調査フィールド

調査フィールドは首都高速道路湾岸線、東京湾アクアライン及び館山道(図1)とした。東京湾アクアラインは、平成21年8月より料金社会実験が実施され、期限付きではあるが、これまで3,000円であった普通車の通行料金がETC搭載車の無線通行に限って800円となっており、渋滞する東京都心部(例えば首都高湾岸線)の迂回ルートとしてこれまで以上に有効活用されることが期待されている。

このため首都高速道路湾岸線と東京湾アクアラインの分岐手前である東扇島(東行き)において、横浜・川崎方面から千葉方面へ向かう車両に対し、ITS スポットによる広域経路選択情報提供(所要時間及び渋滞状況を簡易図形(図2)と音声(図3)により情報提供)のモニタ調査を実施することとした。



図1 実証実験フィールド

アンケート調査、ヒアリング調査及び挙動データの収集を行った。

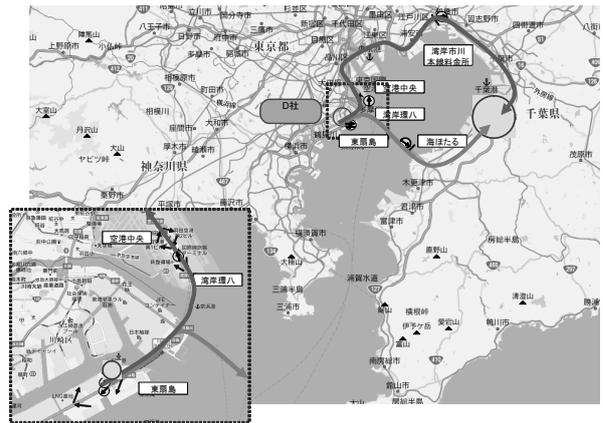


図4 物流業者のルート例

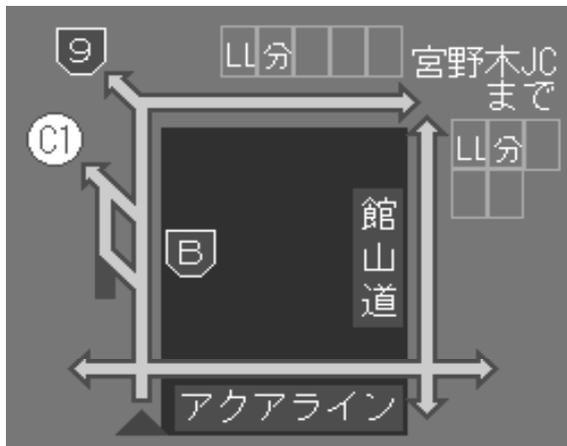


図2 経路案内ビーコンで提供する簡易図形

現在の首都高速湾岸線神奈川地区東行きの情報をお知らせします。
 所要時間のお知らせです。宮野木 JCT まで湾岸線経由で●
 ●分ほど、アクアライン経由で▲▲分ほどかかっています。
 渋滞のお知らせです。湾岸線東行きの■■を頭に 3km 程渋滞しています。以上です。

図3 経路案内ビーコンで提供する音声

(2) モニタの選定

モニタは、東京湾アクアラインと首都高速道路湾岸線を利用する物流車両とし、必要なモニタを 15 車両選定した。選定した物流業者は、館山市、市原市、四街道市、川崎市に所在している計 4 社とした。図4に物流業者が実際に利用するルート例を示す。

(3) 調査方法

調査では、広域経路選択情報提供の受容性、有効性を確認するため、表1の評価項目に関するモニタへの

表1 評価項目

分類	評価項目
広域経路選択情報提供の受容性	情報提供によるドライバーへの影響 (危険な挙動の有無等)
	情報提供に対するドライバーの理解度
	情報提供の確実性
広域経路選択情報提供の有効性	情報提供による経路変更の検討の有無

(4) 調査結果

評価項目に基づく調査の結果、広域経路選択情報によって危険な挙動を示すモニタは見られなかった。また、東扇島(東行き)を通過する際、ほぼ全てのモニタが広域経路選択情報を認知していた。ただし、今回分析対象とした期間(平成22年2月~3月)では、予定された運行経路の渋滞が少なく、広域情報提供を受けた結果、経路を変更したモニタは見られなかった。しかし、同時に行った物流業者4社へのヒアリングでは、内3社が運行効率のよいルートが選択できることを評価しており、調査結果全体を見れば、広域経路情報提供の有効性が示されたものと考えられる。

[成果の発表]

平成22年10月に釜山で開催される第17回ITS世界会議で成果の発表を予定している。

[成果の活用]

広域経路情報提供に関心を持つ高速道路会社等に対し、本研究成果に基づく情報提供、意見交換を行い、サービスの普及を図る。

ITS を活用した交差点における安全運転支援サービスに関する研究

Research of Safety-driving-assist Systems at the accident-prone intersection

(走行支援道路システム実運用化検討業務)

(研究期間 平成 18～21 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for Advanced
Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

畠中 秀人
Hideto HATAKENAKA
鹿野島 秀行
Hideyuki KANOSHIMA
重田 良二
Ryoji SHIGETA

We have conducted research and development of Safety-driving-assist services applying AHS (Advanced cruise-assist Highway Systems) based on the concept of 'Smartway', to integrally realize diverse ITS services through road-vehicle cooperation. As a part of the approach, we have conducted research to provide the information of approaching vehicles on the accident-prone intersection.

[研究目的及び経緯]

交差点における出会い頭事故は事故類型別では 2 番目に発生件数の多い事故類型(重傷事故では最も発生件数の多い事故類型)である。国土技術政策総合研究所(以下、「国総研」という)は、路車協調による安全運転支援システムの開発の一環として、平成 18 年度～19 年度に出会い頭事故発生要因の仮説検討およびその検証と対策の検討、出会い頭事故防止支援サービスの検討およびそのサービスを実現するためのシステム開発を行った。

さらに平成 21 年度は出会い頭事故防止支援サービスの効果検証を行った。

[研究内容および成果]

1. 出会い頭事故発生要因の仮説検証およびその検証と対策の検討

まず、交差点における出会い頭事故の仮説を次のとおり整理した。

- ・出会い頭事故の人的要因の約 75%は安全不確認である。
- ・安全不確認のほとんどは、相手車両が来ないと思いついでいることから生じている。
- ・相手車両がいることをドライバーに伝えることができれば、安全確認を行い、事故を回避できる。

これらのことから、ドライビングシミュレータと実道交差点において、交差点におけるヒヤリハット(事故には至らないものの、事故に至っていてもおかしくない一歩手前の事象)の解析を行った。その結果、非優先道路側に対する情報提供が効果的であることが導

かれた。そこで優先道路側の車両が交差点に近づくと超音波センサがそれを検知し、非優先道路側のドライバに情報板や点滅灯、車載器により交差車両の接近を知らせる対策を検討した。(図 1)



図 1 交差点出会い頭サービスのイメージ

2. 出会い頭事故防止支援サービスの検討およびそのサービスを実現するためのシステム開発

出会い頭事故は小規模な無信号交差点で多く発生しているため、出会い頭事故防止支援サービスは導入がコスト的にも技術的にも容易であることが条件となる。そこで無信号交差点に設置されている道路反射鏡に点滅灯を付設するという簡易な仕組みにより基礎的システムを試作し、動作確認を平成 20 年度までに実施した。

3. 出会い頭事故防止支援サービスの効果検証

平成 21 年度は上記システムに関する効果検証を実施するとともに、路車間通信による車載器への情報提供によるサービスも開発し、併せて検証した。効果検証手順は、以下のとおりである。

(1) 効果検証実施手順の検討

サービスに関する効果検証の準備作業、効果検証結

果の整理作業等を行った。実施手順検討に当たっては、まず国総研構内の実験用模擬小交差点という、コントロールされた状態で、主にサービスの安全性を検証した。次に、実際の交通状況に近いと思われる国総研本館前の交差点において、一般ドライバーによるサービスの有効性の検証を行うこととした。

(2) 効果検証用路側表示器の設置

路側表示器システムを模擬小交差点に設置した。(図2)

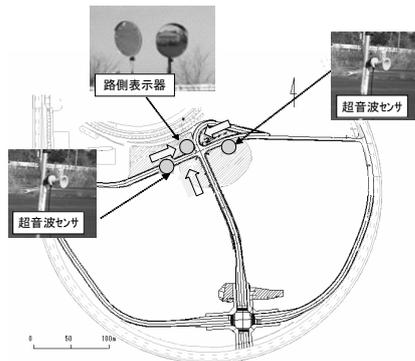


図2 実験用模擬小交差点実験施設に設置した路側表示器システム

実験用模擬小交差点における検証終了後、不特定多数の通行車両による検証を行うため、国総研構内の外周路交差点（研究本館前の交差点）に路側表示器システムを移設した(図3)。移設前に設置・調整しておいた車両挙動収集用カメラと併せて、検証用に車両挙動データの収集を実施した。

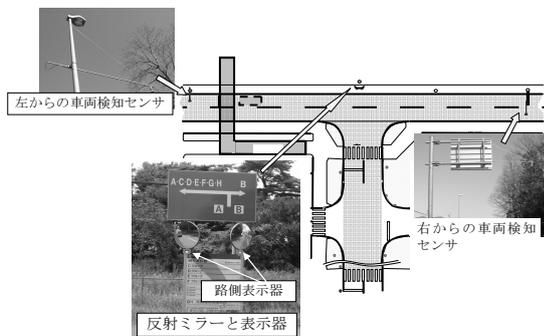


図3 外周路交差点（研究本館前の交差点）に設置した路側表示器システム

(3) 検証データの収集

① 実験用模擬小交差点システムによる検証データの収集

検証データ収集を行うにあたり、被験者を30名募集した。なお被験者条件は、20歳以上の男女とし、更に65歳以上の被験者を10名とした。被験者1名あたり15回の交差点走行を行った。

情報提供内容は、「路側表示器のみ」と「路側表示器+車載器によるもの」の2パターンとし、それぞれに

ついて被験者データの収集を行った。

② 外周路交差点システムによる検証データの収集

路側表示器による情報提供が無い状況で3週間、情報提供が有る状況で3週間程度、合計6週間にわたり、当交差点を通過する不特定多数の車両の挙動を、カメラにより収集した。

さらに情報提供有りの期間中、交差点を通過する不特定のドライバーに対しアンケート調査を実施し、50名分以上のデータを取得した。

(4) 検証結果の整理

出会い頭事故防止支援サービスの有効性、受容性、実用性、HMIの検証結果整理を行った。

○ 有効性の評価

- サービス提供により、ヒヤリハットが1/3に、危険な挙動が1/4に減少したことを実測した。
- サービス提供により、道路反射鏡を視認する割合が増加したことを確認した。

○ 受容性の評価

- 優先道路側車両の交差タイミングや車速の違いに由来する種々のタイミングで警報が出て、非優先道路側車両が確実に止まれることを検証した。
- ドライバが高齢者の場合の評価を行い、有効性は年齢差が少ないものの、警報の判り易さには年齢層による配慮が必要ながわかった。

○ 実用性の評価

- 本システムを構成する簡易な車両検知器、路側表示器などの機能が、実用時の機能として必要かつ十分であることを検証した。
- 車両検知器は、走行方向情報も検知する必要性を確認した。

○ HMI についての評価

- 本実験に使用する路側表示器と車載器のHMIについては、ほぼ受け入れられたが、路側表示器によるサービスを導入する場合には、路側表示器の意味を一般ドライバーへ周知する事前広報が必要ながわかった。

[成果の発表]

- ・ 畠中秀人、山崎勲、平沢隆之、有住正人：『無信号交差点における出会い頭衝突事故の削減に向けた研究』、第27回交通工学研究発表会、pp65-68、2007.11

[成果の活用]

今後はこれまで得られた成果をもとに、道路管理者、交通管理者等に対し、情報提供、意見交換を行い、サービスの適用可能性、実用化に向けた検討の際に活用する。

高速道路サグ部における交通円滑化支援システムに関する研究

Research of Traffic Flow Smoothing Cruise-Assist Systems at Sag Sections of Expressways

(中日本高速道路における ITS 技術の試行調査)
(東名高速における ITS 技術の試行調査運營業務)
(走行支援道路システム実運用化検討業務)

(研究期間 平成 18~21 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for Advanced
Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
部外研究員
Guest Research Engineer

畠中 秀人
Hideto HATAKENAKA
坂井 康一
Koichi SAKAI
若月 健
Takeshi WAKATSUKI
佐藤 章博
Akihiro SATO

We are conducting research and development of traffic flow smoothing cruise-assist services applying AHS (Advanced cruise-assist Highway Systems) based on the concept of 'Smartway', to integrally realize diverse ITS services through road-vehicle cooperation. As a part of the approach, we have conducted research to create a practical lane utilization rate optimization service for sag sections: locations of frequent congestion on intercity expressways in Japan.

[研究目的及び経緯]

我が国の都市間高速における渋滞発生状況の内訳をみると、ETC の普及で料金所渋滞が大幅に減少し、上り坂およびサグ部（勾配が下り坂から上り坂にゆるやかに変化する場所）が約半数を占めるに至っている。そのため、上り坂およびサグ部における渋滞対策の実施が急務となっている。

このような背景の下、高度道路交通システム研究室では、平成 19 年より試行運用を開始した「次世代道路サービス」の一環として、路車協調による走行支援道路システム(AHS : Advanced cruise-assist Highway Systems)の技術を活用したサグ部円滑化走行支援サービスの開発に取り組んできた。

円滑化走行支援サービスとは、道路状況把握センサによって渋滞発生前の道路全体の交通状況を把握し、交通状況に応じて、ITS スポット(DSRC : Dedicated Short Range Communication)により、路側に設置した情報提供アンテナから車内の ITS 車載器を通じてドライバーに情報提供を行い、適切な運転行動を促すことで渋滞削減を図るものである(図 1 参照)。その一環として、渋滞発生前の交通現象として知られる車線利用の偏り

を適切な内容・タイミングの情報提供により均等化し、断面交通容量を効率的に利用することで渋滞を削減する“車線利用率適正化サービス”の実用化に向けた検討を進めてきた。

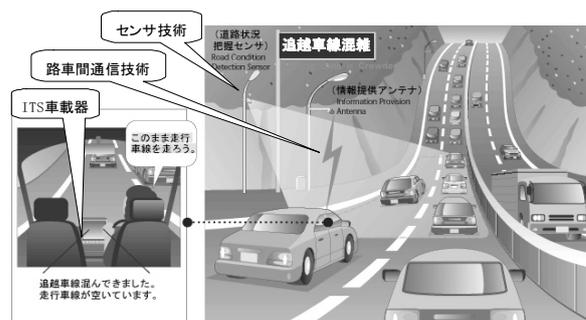


図 1 円滑化走行支援サービスのイメージ
(車線利用率適正化サービス)

[研究内容および成果]

1. 車線利用率適正化サービスの立案

これまでに、車線利用率適正化サービスの具体化に資するための基礎調査として、我が国の代表的なサグ渋滞箇所である東名高速道路(下り線)大和サグ部(片側 3 車線)を対象として渋滞発生前後における交通現

象特性の分析・把握を行った。その結果、サグ区間における渋滞発生前の重交通状況下では、1) 追越車線への車線利用の偏りは、サグの底から約 1.5km 上流で概ね形成される、2) サグの底付近で追越車線への車線変更が多発し、それが減速波を誘発する一要因となる、等の知見を得た。

上記を踏まえ、より一般的なボトルネック地点における車線利用率適正化を目指し、ドライバーに対して3段階で情報提供するサービスを立案した。具体的には、サグ底部より上流において最初に「車線変更依頼メッセージ」により追越車線から走行車線に車線変更を促し、次にサグ底部付近で「車線維持依頼メッセージ」により、走行車線の維持を促し、最後に「サービス終了メッセージ」によりサービス区間の終了を知らせるものである。なお、情報提供を行う方法としては、ITS 車載器を用いたナビ画面による方法の他に、有効と考えられる LED 表示板による方法についても以下に示す実験により検証する。

2. ドライビングシミュレータを用いた実験

立案したサービスを公道で実施するに先立ち、平成 20 年度までに、ドライビングシミュレータを用いた情報提供実験を行った。その結果、情報提供により走行車線への車線変更行動が見られるなど、その効果が確認できた。なお、情報提供したことによる被験者の危険な行動はみられなかった。

3. 東名高速道路大和地区での社会実験

(1) 社会実験の実施

これまでの検討を踏まえ、平成 21 年度にはサービスの実用化に向け、東名高速道路大和サグ部においてサ

ービスに必要な機器の設置、システムの構築を行い、情報提供を試行する社会実験を行った(図 2 参照)。

社会実験では、一般から募集した特定被験者に対し、LED 表示板及び ITS 車載器による情報提供を実施し、サービスの受容性等の検証を行った。また、LED 表示板による情報提供は全ての通過車両に情報提供されるため、そこを通過した一般ドライバーへのアンケート調査やサービス効果の評価等も実施した。

(2) 実験結果

情報提供時の被験者の挙動を分析した結果、急減速、急ハンドル等の危険な挙動はみられなかった。

情報提供を認知した割合は、ITS 車載器による情報提供の方が高く、情報提供による車線変更行動・車線維持行動が見られ、車線利用率の適正化に寄与することを示した。LED 表示板については、当実験では路側に設置したためドライバーから見づらく認知率が低かったが、門型柱や中央分離帯等の見やすい位置に設置できれば効果が期待できると思われる。

【成果の発表】

- ・平成 21 年 11 月に開催された第 29 回交通工学研究発表会にて「ドライビングシミュレータを用いたサグ部円滑化走行支援サービス効果の検証」について論文発表。

- ・平成 22 年 10 月に釜山で開催される第 17 回 ITS 世界会議で成果の発表を予定している。

【成果の活用】

当該サービスに関心を持つ高速道路会社等に対し、情報提供、意見交換を行い、サービスの適用可能性、実用化に向けた検討の際に活用する。

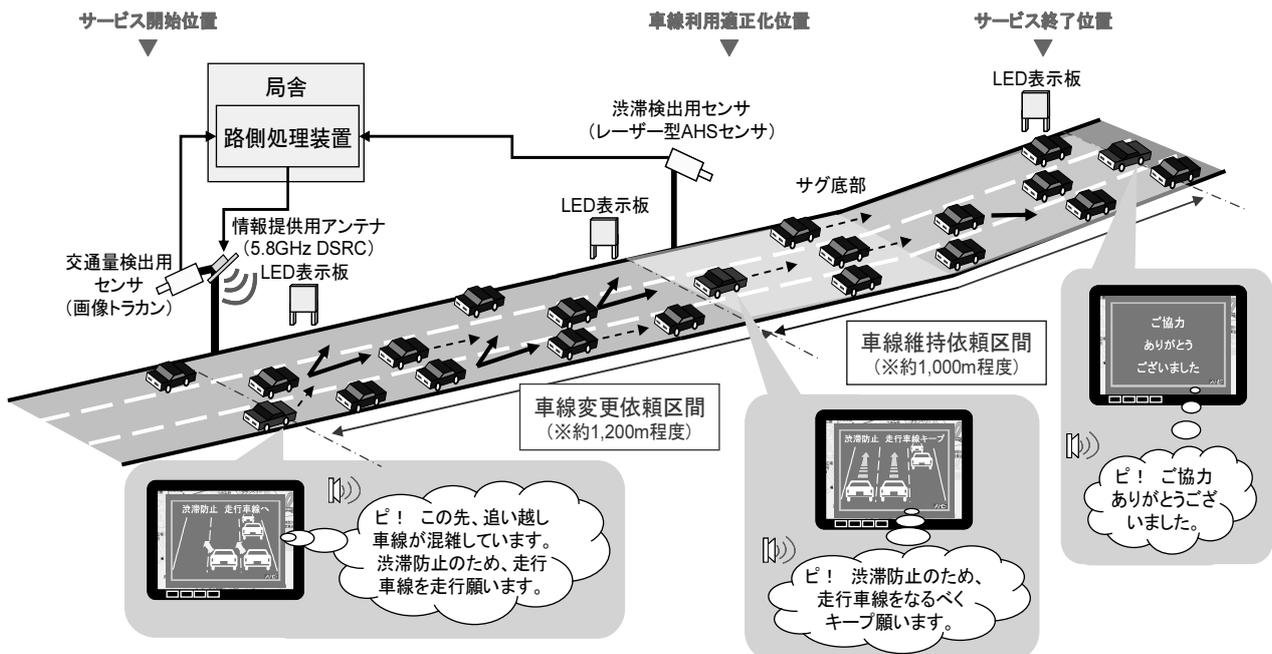


図 2 東名高速道路大和地区での社会実験概略図

首都高速道路における ITS を活用した道路交通情報提供サービス に関する研究

A Study on Traffic information service using ITS on Tokyo Metropolitan Expressway

(首都高における ITS 技術の試行調査)
(首都高における ITS 技術の試行調査運營業務)
(VICS 先行整備路線の現場設備検討業務)
(走行支援道路システム実運用化検討業務)
(次世代 ITS サービスの実現に向けた研究)

(研究期間 平成 16 年度～平成 22 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長	梶中 秀人
Head	Hideto HATAKENAKA
主任研究官	坂井 康一
Senior Researcher	Koichi SAKAI
研究官	重田 良二
Researcher	Ryoji SHIGETA
研究官	上田 善久
Researcher	Yoshihisa UEDA

We have conducted Field Operational Tests on Tokyo Metropolitan Expressway to achieve the ITS service such as traffic information services using the Dedicated Short Range Communication (DSRC), and have completed technical report. We conducted the questionnaire survey by general drivers to evaluate and improve ITS services.

[研究目的及び経緯]

平成 16 年 8 月にスマートウェイ推進会議より、「ITS、セカンドステージへ」の提言がされ、これを受けて国土技術政策総合研究所では、一つの車載器にて多様な ITS サービスを享受できる車内環境の実現に向け、平成 17 年 2 月から平成 18 年 3 月までの約 1 年間、民間 23 社と官民共同研究を実施し、ITS スポットサービスの実現に必要な路側無線装置及び車載器の機能等の検討を行ってきた。官民共同研究の結果を基に、平成 19 年より首都高速道路において ITS スポットサービスにおけるインフラ整備を行い、公道実験を行ってきた。

[研究概要]

平成 20 年度より音声出力型 ITS 車載器による ITS スポットサービスに対し、一般の道路利用者の評価協力者を約 500 名募集し、Web アンケートを行った。

本稿では、平成 21 年度に行った次の 3 つの情報提供サービスの研究結果を報告する。

- ・交通情報提供サービス (以下、「交通情報」とする)
走行地点や進行方向に応じて、その先の渋滞状況などの道路交通情報を音声で提供する。

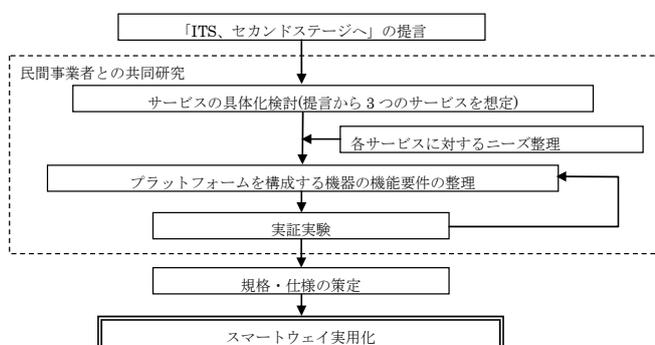


図 1 官民共同研究の位置づけ



図 2 交通情報イメージ

- ・合流支援情報提供サービス (以下、「合流支援」とする)

見通しの悪い合流部において、本線車両に対して、合流してくる車両の存在を合流部の手前で音声により情報提供する。



図3 合流支援イメージ

・前方障害物情報提供サービス(以下、「前方障害物」とする)

見通しの悪いカーブの先の停止車両や渋滞を、カーブへの進入前に音声で情報提供する。

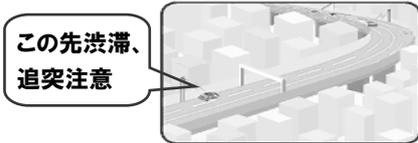


図4 前方障害物イメージ

また、平成 21 年度には、一般に広く普及した際の課題等を把握し、改善に繋げるために、ナビ連携型 ITS 車載器による被験者実験を実施した。

【研究成果】

首都高速道路における実験で実施した情報提供については、一般ドライバーの受容性が高いことが確認できた。

情報提供の要望として、所要時間、渋滞状況の他に、首都高速道路から出口先の一般道路の交通状況に関する情報提供についても多くあった。

(1) 音声出力型

全てのサービスにおいて7割以上が有効性を感じており、ドライバーに対して情報提供サービスが有効であることがわかる。

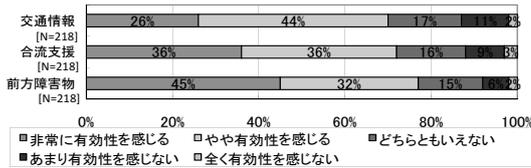


図5 音声出力型の有効性評価

音声のみでの情報提供の場合、視覚に頼らずドライバーが理解できる情報提供内容とすることが求められることが、理解できないモニタが1~2割存在した。

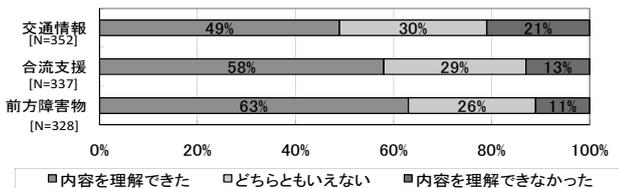


図6 音声出力型の内容理解度

理解できない要因は、音質や音量が適切ではない、あるいは、音声出力前に注意喚起のために発する予告音を聞き流してしまうことによる。

一般販売用の車載器においては、スピーカーをアンテナ側に設ける等、車載器メーカーにて改善を図る方向となっている。

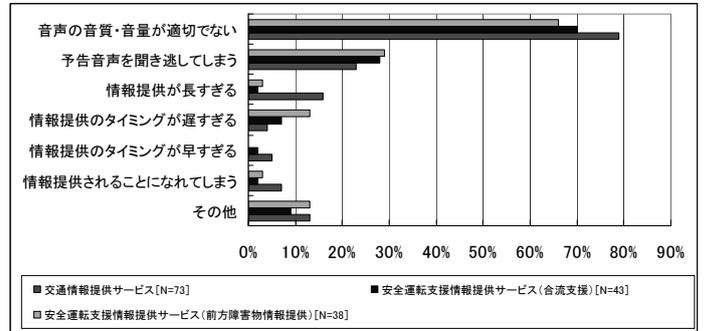


図7 理解できない理由

情報提供のタイミングについては、6割以上のモニタが適切であると回答しており、問題ないことが確認できた。

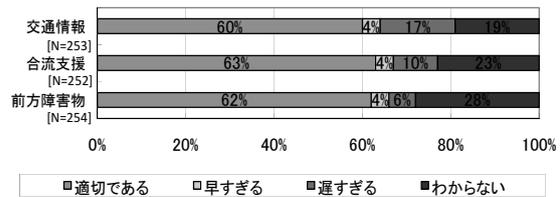


図8 音声出力型の提供タイミング

(2) ナビ連携型

ナビ連携型は音声出力型に比べると、視覚での理解が得やすいため、音声出力型では4割程度の被験者が音声に気付いていない出口案内でも、ナビ連携型では8割の被験者が理解できていた。また、混雑箇所を示す簡易図形について、初めて見ると理解できないドライバーが5割程度(N=12)存在したが、2回目の提供では全員が理解できており、習熟度が増すことで理解できる事が確認できた。

【成果の活用】

首都高における公道実験を踏まえスポット通信サービスの規格・仕様が策定、また改定され、サービスが全国に展開される段階に至っている。高い有効性の確認は行えたが、ドライバー特性に応じた情報提供等、個々のドライバーに合った情報提供についての検討を推進して参りたい。

阪神高速道路における ITS を活用した道路交通情報提供及び安全 運転支援サービスに関する研究

A Study on Road Traffic Information and Safety Driving Assistance Information with ITS Technology on Hanshin Expressway

(阪神高速における ITS 技術の試行調査)
(阪神高速における ITS 技術の試行調査運營業務)
(走行支援道路システム実運用化検討業務)
(ITS 技術の試行調査における評価検討業務)

(研究期間 平成 18 年度～平成 21 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長 畠中 秀人
Head Hideto HATAKENAKA
主任研究官 鹿野島 秀行
Senior Researcher Hideyuki KANOSHIMA
研究官 岡本 雅之
Researcher Masayuki OKAMOTO

Proving test of road traffic information and safety driving assistance has been carried out on Hanshin expressway. For road traffic information, acoustic information with simple diagram, still image information, transit service information were evaluated. Meanwhile, for safety driving assistance, “information on merging assistance” and “information on obstacles ahead” were evaluated. The test results have supported that these service has already reached deployment stage.

[研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所では、ITS を活用した安全運転支援システム及び道路交通情報提供システムについて、実フィールドにおける実証実験を、阪神高速道路を対象として実施してきた。具体的には、3 号神戸線西出カーブにおける前方障害物情報提供、同柳原入口における合流支援、16 号松原線三宅カーブにおけるカーブ進入危険防止、3 号神戸線海老江地区及び 14 号大阪港線波除地区における前方状況情報提供である。

実証実験の結果、安全運転支援システムについては、早期の減速準備行動や注意喚起の効果が確認された。



図 1 実験箇所

また、道路交通情報提供システムについては、静止画像等による情報提供内容が従来に比べドライバーへの経路選択に資することを確認した。これらの研究を通じて、阪神高速道路における情報提供サービスについては、実運用の段階に達していると考えている。

本稿では平成 21 年度に実施した実証実験の概要、結果について報告する。

[研究内容及び成果]

(1) 安全運転支援システム

ここでは、3 号神戸線西出カーブにおける前方障害物情報提供、同柳原入口における合流支援について報告する。本地区における実証実験では、前方状況情報提供と合流支援それぞれのサービスについての効果を確認する実験と、1 つの情報提供装置からこれら 2 つのサービスを同時に提供する実験を 2 通り行った。

まず、サービス単独の実験について、その結果を概説する。前方の渋滞情報提供によって、「注意する気持ちになった」「減速しようとする気持ちになった」という心理的な効果を確認することができた。また、事故多発箇所や合流部への進入速度については、「追突事故多発箇所」「合流部あり」といった静的情報ではあま

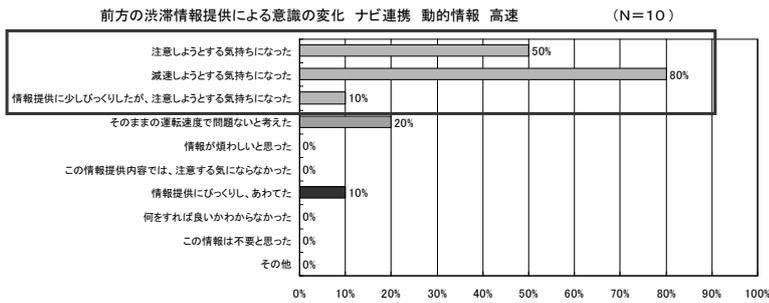


図2 アンケート結果 (前方障害・動的情報)

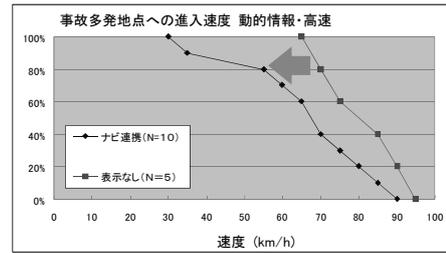


図3 事故多発地点進入速度 (前方障害・動的情報)

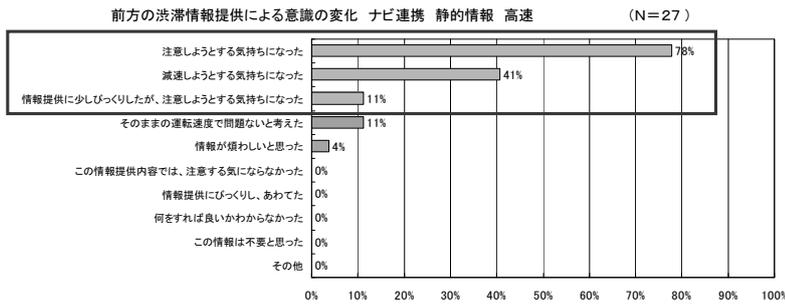


図4 アンケート結果 (前方障害・静的情報)

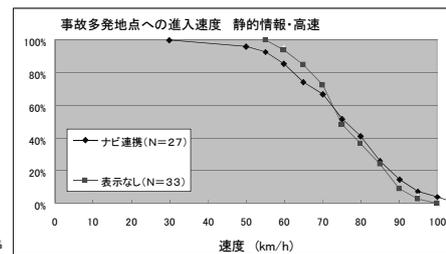


図5 事故多発地点進入速度 (前方障害・静的情報)

り効果が確認できなかったが、「現在渋滞している」「合流車が来ている」といった動的情報を提供することで減速効果が確認できた。前方障害物情報提供に関する実験結果を図2～図5に示す。

(2) 前方状況情報提供システム

ここでは、3号神戸線海老江地区及び14号大阪港線波除地区における前方状況情報提供サービスについて報告する。このサービスは、阿波座合流部における渋滞が多発していることから、その前方状況の情報を提供することで利用者の経路選択に資することを目的としている。

今回、実走行環境下で以下の3つの情報を高速道路上で提供するための実験を行った。(3号神戸線海老江地区における情報提供)

<簡易図形+音声情報>

従来のVICSで提供している情報に加え音声情報(ハイウェイラジオ情報)を付加した情報であり、自車の前方を含めた、周辺道路ネットワークの交通状況を提供することを目的としている。

<静止画>

前方の阿波座付近に特化した静止画であり、自車が進む方向の交通状況をピンポイントで提供することを目的としている。

<乗り継ぎ案内>

阪神高速道路で実施している乗り継ぎサービスにつ

いての情報を提供し、経路選択に資することを目的としている。

まず情報の理解度についてアンケート調査を行った結果、すべての情報について、ほぼすべての被験者が情報に気づき、理解していることが確認できた。また、情報提供を受け、高速道路を降りて乗り継ぎコースを選択した被験者が36名(45%)おり、情報提供による経路選択行動の可能性が示唆された。



図6 乗り継ぎサービスについての情報提供内容

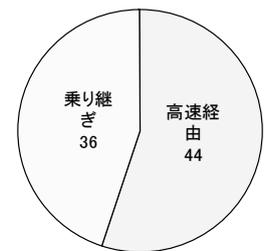


図7 経路選択を行い、乗り継ぎ行動を取った被験者

[成果の発表]

・鹿野島ほか:「カーブ進入危険防止システムの開発と効果分析」,第8回ITSシンポジウム2009,p.11-16,2009

[成果の活用]

本成果は、当該地区におけるITSスポットサービスとして、実用化が図られている。

名古屋高速道路における ITS を活用した安全運転支援サービスに関する研究

A Study on AHS service using ITS on Nagoya expressway

(名古屋高速における ITS 技術の試行調査運営業務)

(走行支援道路システム実運用化検討業務)

(研究期間 平成 18 年度～平成 21 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長 畠中 秀人
Head Hideto HATAKENAKA
主任研究官 鹿野島 秀行
Senior Researcher Hideyuki KANOSHIMA
研究官 岡本 雅之
Researcher Masayuki OKAMOTO

Proving test of automatic selection of AHS service conducted in the Meidocho Junction section and the Higashikataha-Minami Curve section on Nagoya expressway. This system provides information on obstacles ahead service and the prevention of overshooting on curve service. This paper presents outlines and reports on the results of the proving tests.

[研究目的及び経緯]

名古屋高速道路 6 号清須線（平成 19 年度開通）の明道町ジャンクション地区と環状線の東片端南カーブ地区では、カーブ進入時の速度超過による側壁への接触事故や、見通しの悪いカーブ先における渋滞末尾への追突事故等が懸念されていた。そのため、事故抑止を目指して、渋滞発生時に、渋滞状況を事前にドライバーに知らせることで、渋滞末尾への追突事故を防止する前方障害物情報提供サービスを導入した。また、渋滞が発生していない時には、高速で走行している車両に対してカーブに対する注意喚起を促すことを目的としたカーブ進入危険防止サービスを導入した。

平成 21 年度は、導入したサービスの有効性を確認するため、被験者に対して ITS 車載器を用いてカーナビを用いた画像及び音声による情報提供の実験を行い、サービスの評価を行った。

[研究内容及び成果]

1. 被験者実験の概要

(1) 明道町カーブ

明道町カーブにおいては、カメラ速度センサ 1 式、カメラ渋滞センサ 2 式、路面センサ 1 式、DSRC2 式、情報板 1 式にて、前方障害物情報提供サービス、カーブ進入危険防止サービスを提供している(図 1、表 1)。

(2) 東片端カーブ

東片端南カーブにおいて、超音波式のトラカン 3 式、路面センサ 1 式、DSRC1 式にて、前方障害物情報提供

サービス、カーブ進入危険防止サービスを提供している(図 2、表 2)。

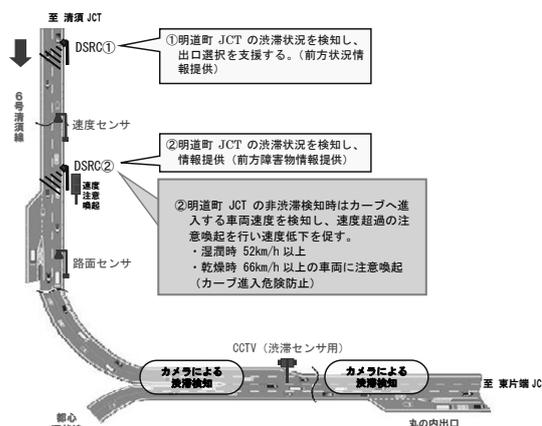


図 1 サービス提供イメージ【明道町】

表 1 提供コンテンツ (ナビ画面+音声)【明道町】

	DSRC①	DSRC②
前方障害物情報提供サービス	 この先1km付近渋滞 都心環状方面 1km 先、明道町 JCT は渋滞です	 この先渋滞、追突注意
カーブ進入危険防止サービス		 この先急カーブ、速度落とせ

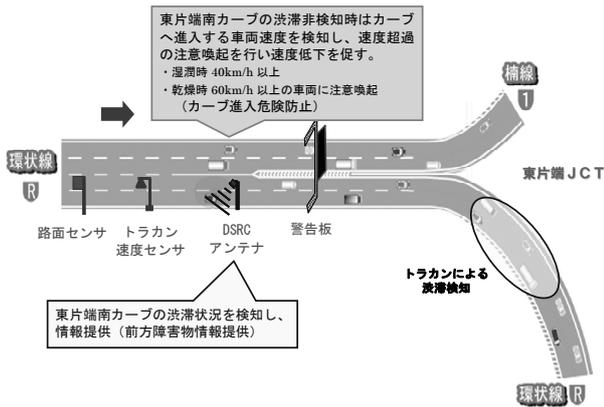


図2 サービス提供イメージ【東片端】

表2 提供コンテンツ (ナビ画面+音声)【東片端】

	DSRC①
前方障害物情報提供サービス	<p>この先渋滞、追突注意</p>
カーブ進入危険防止サービス	<p>この先急カーブ、速度落とせ</p>

(3) 実験期間及び被験者数

実験期間：H21.11.10 (火)～11.24 (火) (平日)
 : 10日間
 被験者数：60名
 総走行数：300走行

2. 実験結果

下記の実験結果よりサービスの有効性が確認された。

(1) カーブ進入危険防止サービス

①意識の変化

情報提供を受けた時、ほとんどの被験者が注意や減速しようという気持ちになった (図3)。

②カーブ進入速度 (車両挙動)

サービスなしの走行と比較し、サービス有りの時は、カーブ進入速度が平均で2～5km/h程度低下した (図4、図5)。

(2) 前方障害物情報提供サービス

情報提供を受けた時、ほとんどの被験者が注意や減速しようという気持ちになった (図6)。

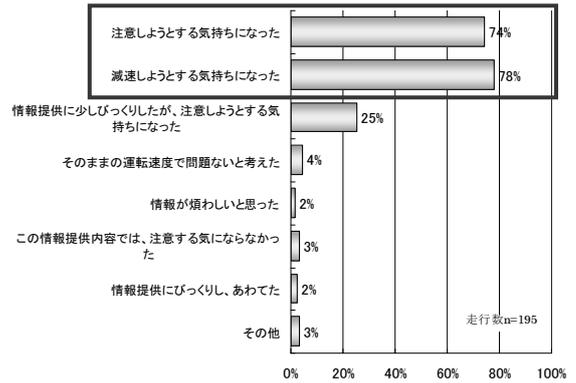


図3 意識の変化 (カーブ進入危険防止)

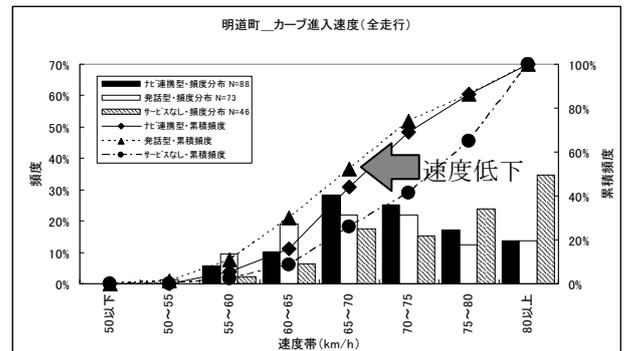


図4 カーブ進入速度 (明道町カーブ)

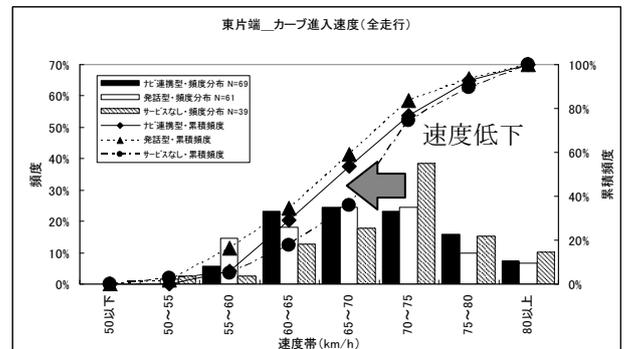


図5 カーブ進入速度 (東片端カーブ)

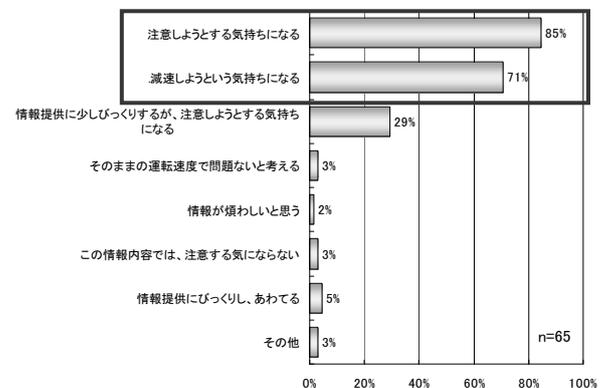


図6 意識の変化 (前方障害物情報提供)