

複数の動線データを用いた道路整備の効果検証 に関する基礎的研究

井星雄貴¹・今井龍一²・濱田俊一³・千葉尚⁴・牧村和彦⁵

¹非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室
(〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

E-mail:iboshi-y8910@nilim.go.jp

²正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室
(〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

E-mail:imai-r92ta@nilim.go.jp

³非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター
(〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

E-mail:hamada-s8810@nilim.go.jp

⁴非会員 一般財団法人 計量計画研究所 社会基盤・経済研究部 社会基盤計画研究室
(〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2番9号)

E-mail:tchiba@ibs.or.jp

⁵正会員 一般財団法人 計量計画研究所 社会基盤・経済研究部
(〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2番9号)

E-mail:kmakimura@ibs.or.jp

道路整備の効果や影響の把握には、交通量調査やプローブデータによる旅行速度などが用いられており、一般的には整備直後の短期の影響を捉えた調査（把握）が多い。一方、昨今は多様な動線データが取得可能になってきており、関東地方の1都7県に着目すると2007年3月にバスICカードが導入され、現在は約345万人/日ものバスICカードデータが蓄積されている。また、民間プローブデータの利活用も進んできており、バスICカードデータや民間プローブデータにより日々の動線が把握できる環境が整ってきている。

本研究では、バスICカードデータおよび民間プローブデータの異なる動線データを用いた道路整備の効果・影響の分析手法を考案し、埼玉県内の道路整備事例（交差点改良）に考案した分析手法を適用して効果や影響を明らかにした。具体的には、区間通過時間の変化やバス定時性の変化などによる影響把握に加え、長期間の影響分析による動線データの利用や効果把握に向けた実務面の課題も考察した。

Key Words : Trail Data, Bus IC Data, Probe Data

1 はじめに

道路整備の効果を計測する場合、整備地点での計測者による交通量調査や、プローブ車両による実走行調査の結果を用いることが一般的である。これらの調査は、実際の状況を直接計測している利点があるが、作業負荷や調査費用がかかるため、通常は整備前後1日程度の調査になることが多い。そのため、調査結果が調査日の状況に大きく影響を受ける可能性も否定できない。また、一般的には整備直後を対象にした調査が多く、短期的な影響を捉える場合が多い。このため、短期的な効果の発現なのか、あるいは長期的な効果の発現なのか、その把握が困難な状況にある。

一方、昨今では、情報技術を活用した動線データの取得・活用が進んでいる¹⁾。ここでいう動線データとは『時空間データとしての移動履歴データ』であり、代表例としてバスICカードデータや民間プローブデータなどが挙げられる。

これらの動線データは効率的に収集が可能であり、広域かつ時系列で取得されているため、道路行政への活用²⁾が注目されている。例えば、プローブデータを用いた分析³⁾により、道路整備の効果が把握されている。ただし、これらの先例では単一の動線データの利用となっており、複数のデータを利用した事例は見られない。現在、様々な動線データの収集が進んでいるのを踏まえると、複数の動線データを用いて道路整備の効果を分析するこ

とにより、新たな知見を広められる可能性がある。

このような状況を踏まえ、本研究の目的は、バス IC カードデータおよび民間プローブデータの2種類の動線データを用いて、道路整備による効果・影響の分析手法を考案することとした。さらに、分析手法の有用性を明らかにするため、埼玉県をモデル地域として、具体的な道路整備事例（交差点改良）に考案した分析手法を適用して効果や影響を明らかにする。

2 複数の動線データを用いた道路整備の効果検証の分析手法

本研究では、バス IC カードデータおよび民間プローブデータを用いて道路整備の効果・影響を明らかにする分析手法を提案する。具体的には、2種類の動線データを用いて対象区間の整備前後の旅行速度の変化と、バス IC カードデータを用いて整備前後の速度信頼性の変化とを分析する。

分析の流れを図-1に示す。この分析手法を適用するには、バス IC カードデータが取得できる区間であり、さらにプローブデータも取得できることが前提条件となる。

まず、分析対象区間の各動線データの取得量およびデータの内容（速度分布など）を確認し、分析期間を設定する。分析では、整備前後の時間帯別平均旅行速度および平均速度の時系列推移を比較する。また、バス IC カードから取得されるデータ量が十分な場合は、平均旅行速度のばらつきに着目した速度信頼性を分析する。

以上の分析から得た結果に基づいて、道路整備の効果を取りまとめる。なお、各実施内容の詳細は、次章以降の埼玉県を対象にした分析を通じて説明する。

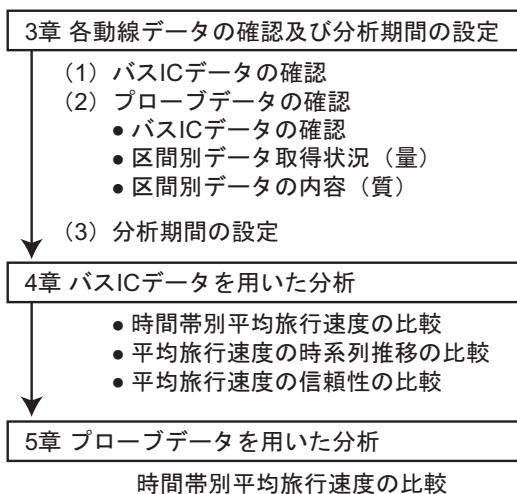


図-1 分析の流れ

3 各動線データの確認

(1) 分析対象区間の選定

本研究では、埼玉県内で近年実施された道路事業のうち、2種類の動線データが取得されている県道 79 号朝霞蔵線で行われた右折帯延伸事業を分析対象とした。

朝霞蔵線は、埼玉県朝霞市内の国道 254 号朝霞警察署前交差点から埼玉県蕨市の国道 17 号錦町 3 丁目交差点までを結ぶ主要地方道である。このうち、図-2に示す北戸田駅北側の国道 298 号と朝霞蔵線とが交差する『北戸田駅入口』交差点への流入方向で、平成 22 年 2 月に右折帯の延伸事業が実施された。この事業により、右折車の走行性向上のみならず、右折車の混雑によって阻害されていた左折車の走行性の向上も期待される。

そこで本研究では、右折帯延伸による左折車の走行性向上効果を計測することとした。

(2) バス IC カードデータ

バス IC カードデータとは、2010 年 12 月 1 日現在、関東地域 74 事業者のバスで利用可能な非接触型 IC カード方式の鉄道・バス共通乗車カード（SUICA・PASMO）で取得されるデータである。

バス乗降時（均一料金区間の場合は乗車時のみ）に、バス IC カードを端末にかざすことで料金収受がなされ、この際に移動履歴データが収集される。移動履歴データは、移動履歴や系統・停留所に関する固有データと、バス停留所間やデジタル道路地図（以下、「DRM」という）間の集計データとで構成⁴されている。

このようなデータのうち、本研究では、系統別のバス 1 台毎のバス停留所間で集計されたバス停留所間の個別データを用いて分析する。



図-2 分析対象箇所

2011年2月時点でのデータ量は、図-3に示すように、月当たりバスICカードの延べ利用回数が約6,500万回/月、日平均利用回数が約345万回である。

朝霞蕨線の北戸田駅入口交差点を左折する路線バスは、2009年時点で4系統である。バスICカードデータを確認した結果、4系統のうちデータが取得されているのは1系統のみであった。しかし、その1系統は表-1に示すようにほぼ全時間帯で1~8台時のデータが取得されていた。データ量は日当たり約50~70台/日、2009年3月の1ヶ月間合計では約2,700台/月であり、分析上、十分なデータ量が確保されていると判断した。

続いて、2009年3月の平日に着目して、全1,983台の時間帯別平均旅行速度の分布を確認した結果が図-4である。速度は10~18km/hの幅で、14~15km/hが最頻値となっている。したがって、バスICカードデータから取得される旅行速度は実勢を反映した速度分布を示していることが確認できる。

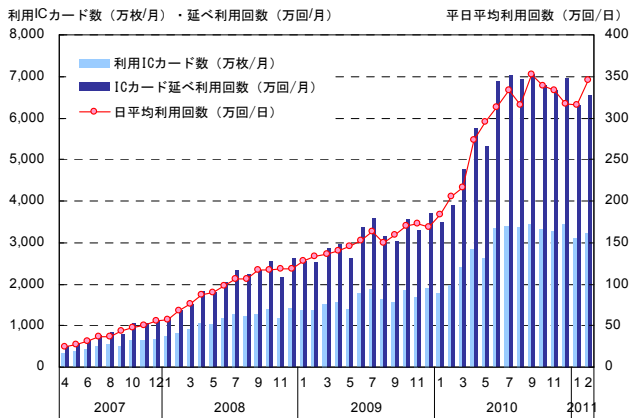


図-3 バスICカードデータの利用状況(平日)

表-1 分析対象区間を走行するバス台数(2009年3月)

2009年3月		時間帯																						総計
日	曜日	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22					
1	日	1	3	2	3	5	4	4	6	3	7	7	3	7	8	2	4	3	72					
2	月	1	4	5	5	2	6	2	4	4	7	4	4	5	8	11	8	6	92					
3	火	1	4	5	5	2	9	2	3	4	5	5	6	3	6	11	9	8	94					
4	水	1	4	5	5	4	5	3	3	4	6	5	4	5	9	11	10	6	95					
5	木	1	4	5	5	3	8	2	3	5	7	7	6	5	8	10	7	6	97					
6	金	1	4	5	4	5	10	3	3	7	6	8	6	5	7	11	9	7	107					
7	土	1	3	3	4	7	6	1	5	3	3	4	7	5	8	8	4	3	79					
8	日	1	3	3	2	2	2	6	4	3	5	8	2	8	7	4	3	3	66					
9	月	1	4	5	5	2	7	4	2	6	4	7	6	6	6	11	10	7	99					
10	火	1	4	5	4	4	7	3	4	4	3	6	6	6	7	10	9	5	94					
11	水	1	4	5	4	2	7	2	5	3	8	6	6	4	6	10	9	7	95					
12	木	1	4	5	4	3	4	2	5	4	6	7	6	6	7	7	8	7	92					
13	金	1	4	5	5	2	8	4	4	6	6	6	5	4	6	9	8	4	93					
14	土	1	3	3	4	5	6	3	5	3	3	5	8	5	5	8	5	3	80					
15	日	1	3	2	2	4	4	3	6	3	6	7	2	7	4	2	4	4	64					
16	月	1	4	5	4	5	7	3	4	5	4	6	3	5	7	10	10	7	95					
17	火	1	4	5	4	4	7	2	5	4	7	6	6	3	9	11	9	7	100					
18	水	1	4	4	5	4	8	4	2	6	6	6	4	5	7	9	9	6	96					
19	木	1	4	5	5	3	7	4	4	4	5	4	5	4	8	11	7	8	94					
20	金	1	3	2	3	4	5	6	5	6	4	5	6	3	7	9	4	3	74					
21	土	1	2	3	3	5	2	3	3	5	2	7	5	4	8	7	4	2	71					
22	日	1	3	3	2	4	3	3	4	3	5	11	3	7	8	3	5	2	70					
23	月	1	4	5	5	2	7	4	3	3	7	5	4	7	11	8	6	6	95					
24	火	1	4	5	4	3	7	2	4	5	4	4	3	3	8	10	10	6	89					
25	水	1	4	5	5	4	8	4	3	4	5	3	6	5	7	10	7	7	93					
26	木	1	4	5	5	3	4	3	2	4	6	5	5	4	6	9	7	7	86					
27	金	1	4	5	5	2	4	2	3	4	8	5	6	4	8	7	8	7	91					
28	土	1	3	3	4	6	2	4	2	4	4	5	8	4	5	6	3	2	69					
29	日	1	3	2	3	3	4	4	4	5	4	5	2	3	8	3	3	3	62					
30	月	1	4	5	5	3	8	2	4	4	6	5	4	6	7	7	6	7	92					
31	火	1	4	5	4	9	3	2	5	5	6	5	5	7	9	8	6	5	94					
平日計		21	84	104	99	66	149	60	72	95	121	118	107	97	151	205	176	138	1,983					
休日計		4	17	30	29	36	40	31	43	43	33	53	22	33	67	73	34	32	707					
総計		25	101	134	128	102	189	91	115	138	154	171	179	130	218	278	210	170	2,690					

(3) 民間プローブデータ

現在、カーナビゲーションシステムの通信機能を利用して走行履歴データを収集し、交通情報として活用するシステムが各自動車会社で進められている。このようなデータのうち、本研究では、自動車会社が会員制でサービスを行っている民間プローブデータ³⁾を用いる。用いる民間プローブデータは15分単位でのDRM区間別平均旅行時間および通過台数である。

本分析で対象とする朝霞蕨線の北戸田駅入口交差点を左折する経路上には、図-5に示すように北戸田駅方向から国道298号までDRMで2リンク(図中のaとb)、左折して国道298号に3リンク(同c~e)、さらに右折して『戸田車庫』バス停過ぎまでの4リンク(同f~i)、合計9リンクが存在する。

この9リンクのうち、2009年3月1ヶ月間のデータを確認したところ、データが取得されているのはa, b, iの3リンクであった。この状況を踏まえ、今回の分析では、データ取得されているa(DRMノード番号で4508→3541)、b(同3541→3542)、i(同3527→4528)の2009年3月の1ヶ月間を対象とした。

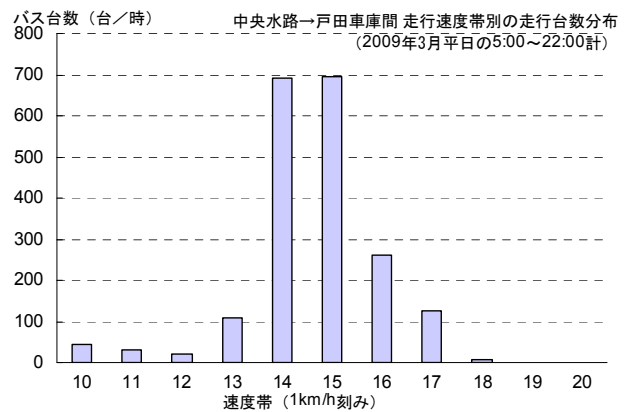


図-4 バスの速度帯別の走行台数分布

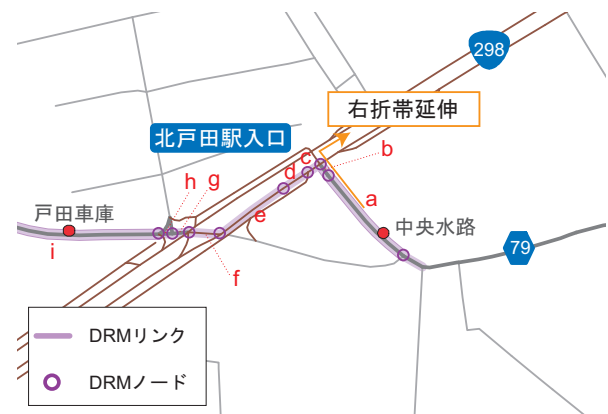


図-5 分析対象区間上のDRMリンク

平休日時間帯別平均走行台数を確認した結果を図-6、平均旅行速度を算出した結果を図-7に示す。図-6を見ると、aおよびbで概ね5~10台/時程度の走行が見られるが、iは1~2台/時程度になっており、データ量としては十分とは言えない状況であることが確認された。さらに図-7の平均旅行速度から、aとbは概ね日中は10km/h前後で夜間の速度が速くなるなど実勢を反映していると考えられるが、iではデータの分散が大きく、かつ欠値も多く見られることが確認された。

以上を踏まえた結果、民間プローブデータの分析対象区間はaおよびbの2リンクと、リンク長が短いことを考慮して2リンクを合わせた約180m区間の平均値として算出することとした。

(4) 分析期間の設定

分析期間は、表-2に示すとおり、整備後の供用が2010年2月であることとデータ取得状況を踏まえて設定した。

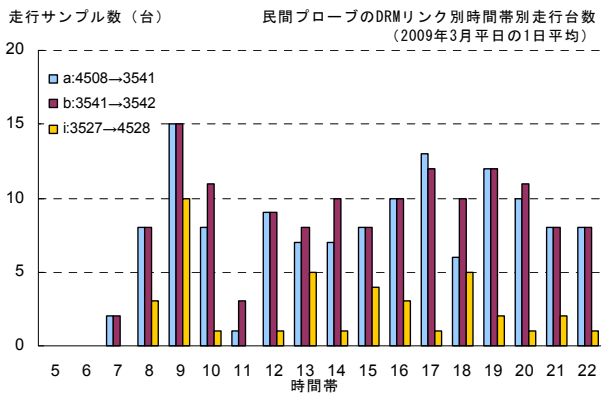


図-6 DRMリンク別時間帯別平均走行台数（平日平均）

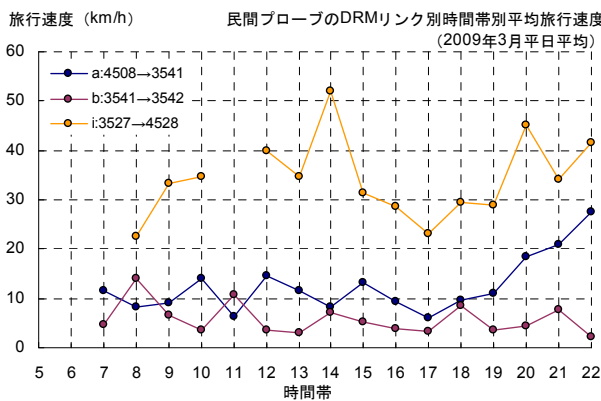


図-7 DRMリンク別時間帯別平均旅行速度（平日平均）

表-2 分析期間

整備後 供用時期	前年同月比較	
	バスICカードデータ	民間プローブデータ
2010年2月	事前：2009年3月 事後：2010年3月 ※平日時間帯別	事前：2009年3~6月 事後：2010年3~6月 ※平日時間帯別

4 バスICカードデータを用いた分析

(1) 時間帯別平均旅行速度の比較

バスICカードデータを用いて整備前の2009年3月平日と整備後の2010年3月平日の時間帯別平均旅行速度を比較した結果を図-8に示す。整備後は、朝の通勤ピーク時間帯である7~8時台で約0.5~0.8km/hの速度上昇が確認された。この結果は、ピーク時間帯の速度上昇を指しており、右折帯延伸による左折車両スムーズ化の効果と想定される。なお、昼間の時間帯では整備前後ともに速度低下が見られるが、整備前後ともに同一の傾向であることから、例えば国道298号を優先とする信号現示の設定など、他の要因が影響していることが考えられる。

20~21時では整備前の平均速度が整備後を上回っているが、整備前の16~17km/hと速度が速いことを考慮すると、整備による影響とは想定しえないと考えられる。

以上より、当該区間での右折帯延伸により、朝ピークにおけるバス走行速度の向上が確認された。

(2) 平均速度の時系列推移の比較

前項では日平均値を比較したが、本項では日別の時間帯別平均速度の時系列推移をヒートマップにより比較した結果を図-9に示す。図に示すとおり、整備後の朝ピーク時間帯では、明らかな速度上昇が確認できる。

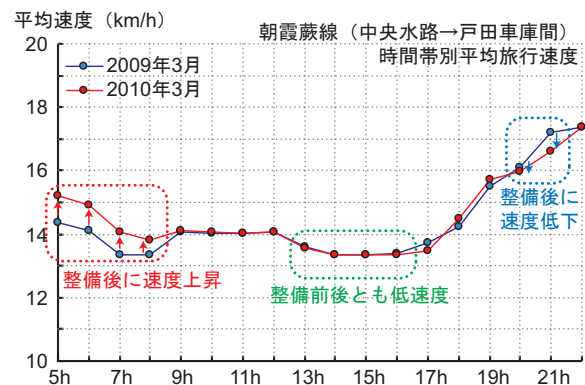


図-8 整備前後の時間帯別平均旅行速度の比較結果

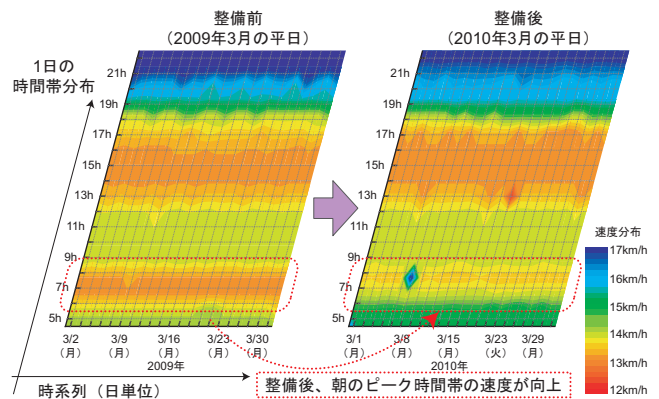


図-9 整備前後の日別時間帯別平均旅行速度の推移

(3) 平均旅行速度の信頼性の比較

整備前後の走行速度帯別のバス走行台数分布を図-10に示す。整備前は10~11km/hが多く16km/h以上は存在しなかったが、整備後は10~11km/hが大幅に減少して14km/hに集中し、16km/h以上も若干数出現している。

すなわち、バスの平均速度が整備前の13.2km/hから整備後は13.8km/hへと上昇するとともに、バス走行速度の標準偏差が整備前の1.56から整備後は1.22へと小さくなっていることから、バスの走行速度の安定性（定時性）が向上したことが確認できる。

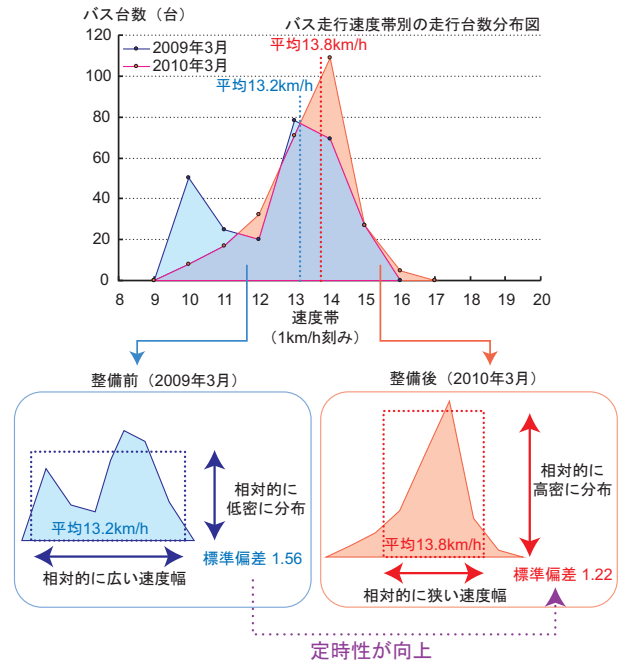


図-10 バス走行速度帯別の走行台数分布

5 プロブデータを用いた分析（時間帯別平均旅行速度の比較）

DRM リンク a および b の平均として算出した平日朝夕ピーク時間帯における平均旅行速度を整備前後で比較した結果を図-11に示す。朝ピークでは3月を除く4~6月の3ヶ月で速度上昇、夕ピークでは5~6月の2ヶ月で速度上昇が確認できる。

6 おわりに

本研究では、バス IC カードデータおよび民間プローブデータの異なる動線データを用いた道路整備の効果・影響の分析手法を考案した。さらに、考案した分析手法を埼玉県内の道路整備事例（交差点改良）に適用し、その効果や影響を明らかにした。本研究により得られた知見を以下に示す。

(1) 朝霞蔭線の右折帯延伸による効果把握

右折帯の延伸により左折交通の整流化がなされた結果、交通が集中する朝ピーク時間帯にバス・自動車ともに旅行速度が上昇していることを2種類の動線データを用いて把握することができた。具体的には、バス IC カードデータでは朝ピークに約1km/hの速度上昇、民間プローブデータでは約4km/h（4月の同年同月比）の速度上昇が明らかになった。

さらに、バス IC カードデータの旅行速度分布から、整備後に旅行速度分布の標準偏差が低下しており、バスの走行定時性が向上したことも明らかになった。

以上より、バス IC カードデータと民間プローブデータの異なる2種類の動線データを用いて、バスおよび一般車両の両方で道路整備による効果が発現していることを確認することができた。この結果、両データを利用することで、交差点改良などの道路事業のマイクロな効果計測の可能性が示唆された。

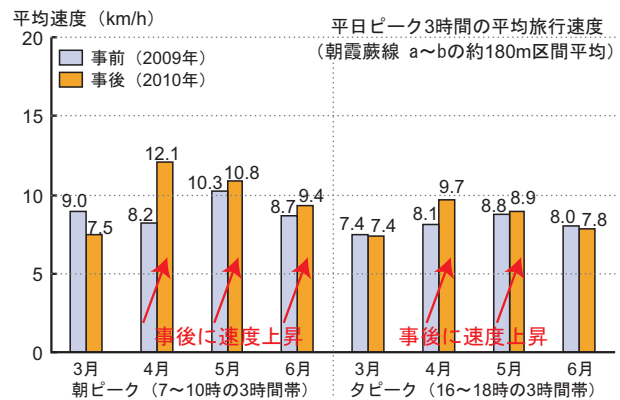


図-11 整備前後の時間帯別平均旅行速度の比較結果

(2) 今後の道路事業の効果把握への適用に際しての課題

バス IC カードデータでは、当該区間を走行している4系統のうち、データが取得されているのは1系統のみであった。また、時期によってデータが取得できていない期間があることが確認された。このことから、系統として存在しているにも関わらずデータが取得できていない場合もあり、分析の際には当該区間および対象期間でのデータ取得状況の確認が必要となる。

民間プローブデータもバス IC カードデータと同様に当該区間のうちデータが取得できていないリンクが存在する場合や、データが存在してもデータ信頼性の低い場合があった。このため、民間プローブデータを用いた分析の際には、データの有無とともに、データの詳細の確認が必須であることに留意が必要である。

(3) 更なる活用の方向性について

前項のような課題はありつつも、時系列で分析可能なデータとして動線データのもつ可能性は非常に大きい。今後は、道路整備による効果の持続性など、経年的な影響のモニタリングへの活用が考えられる。とくにバス IC カードデータは、バス乗客数が把握されていることから、長期的な変化として、道路のサービスレベル向上に伴うバス利用者数の変化を把握するなどの活用が想定される。

謝辞：本研究の遂行にあたり、埼玉県県土整備部道路政策課、埼玉県企画財政部交通政策課、埼玉県都市整備部都市計画課、さいたま市都市局都市計画部都市交通課、関東地方整備局大宮国道事務所計画課の各氏からは、第4章の検討に必要な動線データの提供とともに、貴重なご意見・示唆を賜った。ここに記して感謝の意を表する

参考文献

- 1) 例えば、牧村和彦，中村俊之，千葉尚，森尾淳，布施孝志：バス IC カードを用いた人の動き～交通計画への活用に向けた可能性と限界～，土木計画学研究・講演集，Vol.41，2010.
- 2) 例えば，本田技研工業株式会社：インターナビ・フローティングカーデータを埼玉県に提供～渋滞解消対策などの道路整備に活用～，四輪製品ニュース，2007.
- 3) 橋本浩良，河野友彦，門間俊幸，上坂克巳：交通円滑化対策のためのプローブデータの分析方法に関する研究，平成22年度国土技術研究会，2010.
- 4) 絹田裕一，矢部努，中嶋康博，牧村和彦，齋藤健，田中倫英：バス IC カードデータからの所要時間及び移動履歴へのデータ変換方法に関する検討，土木計画学研究・講演集，Vol.38，2008.
- 5) 今井武：Honda のテレマティクスへの取り組み～プローブ情報による安全・環境への取り組み～，高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 第2回 ITS に関するタスクフォース，資料-5，2010.

BASIC STUDY ABOUT THE EFFECT OF TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE IMPROVEMENT WITH MULTIPLE TRAIL DATA

Yuki IBOSHI, Ryuichi IMAI, Syunichi HAMADA,
Takashi CHIBA and Kazuhiko MAKIMURA