

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*

An Analysis of Route Choice Behaviors of Bicycle Users Based on IC Tag Data*

杉山 宏祐**・小川 圭一***

By Kosuke SUGIYAMA** and Keiichi OGAWA***

1. はじめに

滋賀県草津市南草津地区は立命館大学（学生数：約17,500名）をはじめとする玉川小学校（児童数：607名）、玉川中学校（生徒数：443名）、玉川高等学校（生徒数：792名）などの教育機関やパナソニックグループ（従業員数：約4,500名）などの企業の施設、住宅地が隣接しているため、1日であわせて9,000名弱の通勤・通学自転車が通行している地区である。また、この地区は国土交通省および国家公安委員会が指定する「くらしのみちゾーン」と「あんしん歩行エリア」に指定されており、面的かつ総合的に死傷事故防止対策を講ずることで事故抑制を目指した地区でもある。

立命館大学では自転車通学者に対し、最寄り駅であるJR琵琶湖線（東海道本線）南草津駅から大学までの通学経路として地区の外周道路である県道平野草津線、かがやき通りの2つの幹線道路を推奨しているが、その幹線道路においても十分な自転車走行空間の整備がなされているとはいえず、歩道及び車道の路肩幅員は狭いままである。また住宅地内の道路は幅員が狭く信号のない交差点も多い。しかしながら、これらの道路を通学路としている児童も多く、また通勤・通学自転車の多くは住宅地内の生活道路に進入しており通勤・通学者同士の事故や地区住民との事故・トラブルが多発している。近年ではこの地区内の交通事故発生件数における歩行者・自転車の事故の割合は上昇している。

そこで本研究では国土交通省により採択された社会実験を通してこの地区が抱える自転車交通の現状と課題を把握すると同時に、この地区に居住する住民や通学路を通行する児童の安全と、自転車での通勤・通学者の安全を両立するための方策を検討することを目的とする。

*キーワード：歩行者・自転車交通計画

**学生員、立命館大学大学院理工学研究科創造理工学専攻

***正員、博(工)、立命館大学理工学部都市システム工学科

(滋賀県草津市野路東1-1-1、TEL:077-561-5033、E-mail:kogawa@se.ritsumeil.ac.jp)

また、自転車交通の実態把握の方法としてICタグとアンテナを用いた計測システムを構築し、計測システムとしての実用性の検討をおこなう。

2. 社会実験概要

(1) 実験システム概要

今回の実験システムは電柱や街路灯などにUHF帯アンテナを設置し、自転車には車輪のスポークに反射板として取り付け、そのICタグを取り付けた自転車がアンテナ受信範囲内（半径約2m）を通過すると、その情報をアンテナが受信しID番号と通過時刻を記録するというものである。これにより、複数箇所のアンテナを通過した自転車を照合することによって、対象地区における自転車の通行経路を推計することができる。

(2) 実験方法

今回の実験では南草津地区内の通勤・通学者の利用経路を把握するため主要な通勤・通学経路上の電柱や街路灯（7箇所）と立命館大学駐輪場（2箇所）にアンテナを設置した。

アンテナ設置箇所については下の図-1に示す。



図-1 アンテナ設置場所

IC タグは、自転車通勤・通学をしている立命館大学の学生、玉川中学校、玉川高等学校の生徒、パナソニックグループの従業員と、徒歩で通学する玉川小学校の児童に配布し、自転車通勤・通学者には自転車のスポークに、児童にはカバンに設置してもらった。また、立命館大学の学生に関しては出発地によって5つのエリアに区分している。

実験は2009年11月～2010年1月におこなった。

(3) 通学経路の推定方法

通勤・通学経路は、その自転車の出発地、受信履歴の残ったアンテナの位置、受信時刻などの計測データから推定する。南草津駅を起点、立命館大学を終点とした場合、以下のとおり経路1～経路7に分類することができる。また下の図-2に各経路を示す。

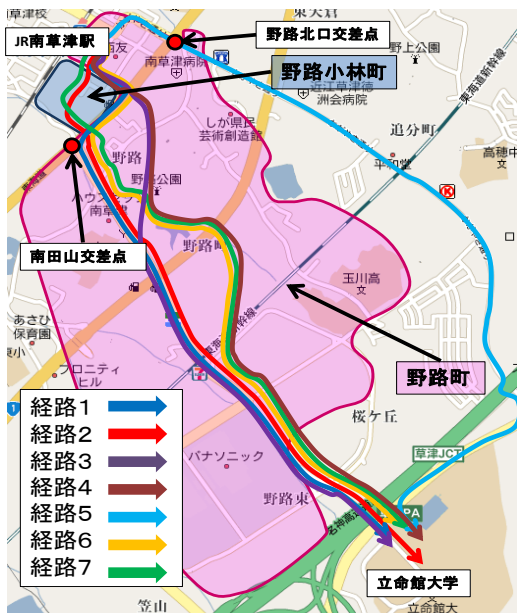


図-2 各経路

経路1：アンテナC, D, E, Fに受信履歴があり、アンテナA, B, Gにはない場合、国道1号線→南田山交差点→県道平野草津線→市道桜ヶ丘西線を通行する通学経路を推定できる。

経路2：アンテナB, C, D, E, Fに受信履歴があり、アンテナA, Gにはない場合、野路小林町内→南田山交差点地下道→県道平野草津線→市道桜ヶ丘西線を通行する通学経路を推定できる。

経路3：アンテナA, D, E, Fに受信履歴があり、アンテナB, C, Gにはない場合、野路町内→県道平野草津線→市道桜ヶ丘西線を通行する通学経路を推定できる。

経路4：アンテナA, E, Fに受信履歴があり、アンテナB, C, D, Gにはない場合、野路町内→市道桜ヶ丘西線を通行する通学経路を推定できる。

経路5：アンテナGに受信履歴があり、アンテナA, B, C, D, E, Fにはない場合、野路北口交差点→かがやき通りを通行する通学経路を推定できる。

経路6：アンテナE, Fに受信履歴があり、アンテナA, B, C, D, Gにはない場合、国道1号線→南田山交差点→野路町内→市道桜ヶ丘西線を通行する通学経路を推定できる。

経路7：アンテナB, E, Fに受信履歴があり、アンテナA, C, D, Gにはない場合、野路小林町内→南田山交差点地下道→野路町内→市道桜ヶ丘西線を通行する通学経路を推定できる。

このうち大学が推奨している経路は経路1および経路5であるが、これらは幹線道路である国道1号線、京滋バイパスを横断する必要があるため、多くの自転車が信号待ちを避けて住宅地内へ進入し、幹線道路を地下道で横断する経路を利用しているのが現状である。

上述の経路1～7のうち、経路2、経路7が野路小林町内の生活道路を通行している経路、経路3、経路4が野路町内の生活道路を通行している経路であり、通行抑制を検討すべき経路であるといえる。また、経路1、経路2は幹線道路である県道平野草津線を通行している経路であるが、車道の路肩幅員が狭く、多くの自転車は歩道上を通行している。このため、児童の下校時間帯にはC地点付近において児童との錯綜が発生することから、対策を検討する必要があるといえる。

3. 実験システムの有効性について

(1) 調査概要

今回の社会実験で用いる実験システムの計測データが有効に活用できるかを把握するため、そのシステムの精度検証をおこなう必要があり、ここでは計測システムで設置したアンテナがICタグを取り付けて通行する自転車をどの程度計測できているのか、アンテナの計測率を調査した。

調査場所は図-1に示すB地点（南田山交差点地下道）とC地点（県道平野草津線・野路7丁目）である。調査日時はB地点が2009年12月18日（金）8：00～9：00、12：00～13：00、18：00～18：30、C地点が2010年1月13日（水）15：00～16：00である。

B地点においては自転車交通量が多いと考えられる朝、昼、夕方時間帯別で5分ごとの自転車通行台数を調査員の目視により計測した。C地点においては玉川小学校の全学年の児童が同時に下校する水曜日の15：00～16：00に、同様に5分間ごとの自転車交通量を目視により計測する。

(2) 計測精度調査場所の選定理由

B地点は幅員が狭く、歩行者・自転車・自動二輪車が錯綜する非常に危険な地点である。また、今回の社会実験の目的の一つである野路小林町への進入台数を計測するために重要な地点であるため、この地点での計測精度を確認する必要がある。特に幅員が狭いためアンテナと自転車の距離がはなれることなく保たれるので、この地点において計測精度の調査をおこなうことで今回の実験システム自体の計測精度を検証できると考えられる。

C地点は玉川小学校の児童が数多く利用する歩道橋付近であり、歩行者と自転車の錯綜状況を調査するために重要な地点である。C地点のアンテナは他の地点と比べ歩行者と自転車の両者を同時に計測することが多いと考えられ、その計測精度の調査をおこなう必要があると考えられる。

(3) 調査結果

調査結果に基づく実験システムの計測率を下の表-1、表-2に示す。

表-1 B地点における実験システムの計測率

時刻	アンテナ	タグ装着	計測率(%)
	受信台数(台)	実測台数(台)	
8:00~9:00	220	219	100
12:00~13:00	124	129	96
18:00~18:30	113	115	98

表-2 C地点における実験システムの計測率

時刻	アンテナ	タグ装着	計測率(%)
	受信台数(台)	実測台数(台)	
15:00~16:00	48	66	73

表-1よりB地点においてはいずれの時間帯も十分な計測率が得られており、今回の実験システムは有効であると判断できる。

表-2よりC地点はB地点に比べて計測率が低くなっている。これはC地点のアンテナは歩道橋を利用する歩行者と歩道を通行する自転車の両者のICタグを受信するためにアンテナを歩道からわずかに歩道橋方面に傾けて設置しているためと考えられる。またB地点とC地点はともに狭い幅員であるが、B地点は測定範囲外を通行できない地下道であり、C地点は歩道に歩行者がいる場合、歩行者を避けて測定範囲外の車道を通行する自転車も多いことも計測率低下の原因であると考えられる。

4. 南草津地区における通学環境の現状

(1) C地点での自転車交通量

2009年11月12日(木)の計測データをもとに、自転車と児童が錯綜する危険性があるC地点での現状における自転車交通量を下の図-3に示す。

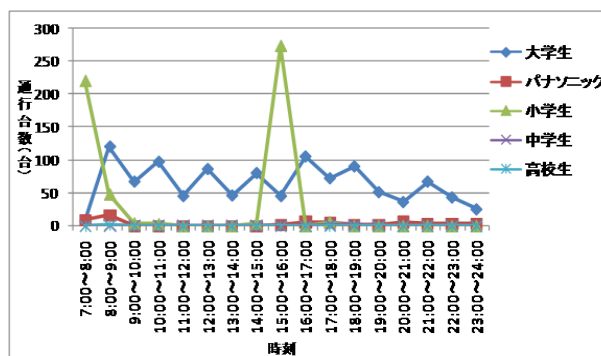


図-3 C地点における自転車交通量

(2) C地点での錯綜状況

C地点(県道平野草津線・野路7丁目)において同じ時間帯に通学児童と大学生の自転車が通行していることから、両者の錯綜の可能性が考えられる。そこで児童の登下校によって錯綜の危険性が大きいと考えられる時間帯において、5分間ごとの通学児童と大学生の自転車の交通量を見ることにする。錯綜の危険性はその歩道の幅員が狭いほど高く、両者が同一方向に進行している場合より対向方向に進行している場合のほうが高いことがわかっている^{1,2)}。ここでは児童、自転車のいずれも受信履歴がC地点のみの場合を「C地点のみ」、C地点に受信履歴がありそれ以前にB地点の受信履歴がある場合またはその後D地点、E地点、F地点のいずれかに受信履歴がある場合を南草津駅から玉川小学校、立命館大学方面に向かって通行していると判断して「駅方面から大学方面」に、C地点に受信履歴がありそれ以前にD地点、E地点、F地点のいずれかに受信履歴がある場合またはその後B地点の受信履歴がある場合を玉川小学校、立命館大学から南草津駅方面に向かって通行していると判断して「大学方面から駅方面」に分類して、方向別の通行人数と通行台数を推計する。結果を下の表-3、表-4に示す。

表-3 C地点における通行人数

時刻	駅方面から 大学方面	大学方面から 駅方面	C地点のみ
7:45~7:50	11	0	3
7:50~7:55	34	10	100
7:55~8:00	35	12	14
8:00~8:05	31	5	2
合計	111	27	119
時刻	駅方面から 大学方面	大学方面から 駅方面	C地点のみ
15:00~15:05	0	0	7
15:05~15:10	8	33	22
15:10~15:15	0	0	5
15:15~15:20	0	0	0
15:20~15:25	0	0	0
15:25~15:30	0	0	0
15:30~15:35	0	0	0
15:35~15:40	0	0	0
15:40~15:45	0	0	0
15:45~15:50	0	0	0
15:50~15:55	6	35	34
15:55~16:00	26	41	56
合計	40	109	124

表-4 C地点における自転車交通量

時刻	駅方面から 大学方面	大学方面から 駅方面	C地点のみ
7:45～7:50	0	1	0
7:50～7:55	2	0	0
7:55～8:00	0	0	0
合計	2	1	0
時刻	駅方面から 大学方面	大学方面から 駅方面	C地点のみ
15:00～15:05	4	2	0
15:05～15:10	2	0	0
15:10～15:15	0	3	0
15:15～15:20	0	2	1
15:20～15:25	1	3	0
15:25～15:30	3	2	0
15:30～15:35	2	4	1
15:35～15:40	3	0	0
15:40～15:45	2	5	0
15:45～15:50	1	1	0
15:50～15:55	0	1	0
15:55～16:00	1	1	0
16:00～16:05	0	1	0
16:05～16:10	5	3	0
16:10～16:15	0	2	0
合計	24	30	2

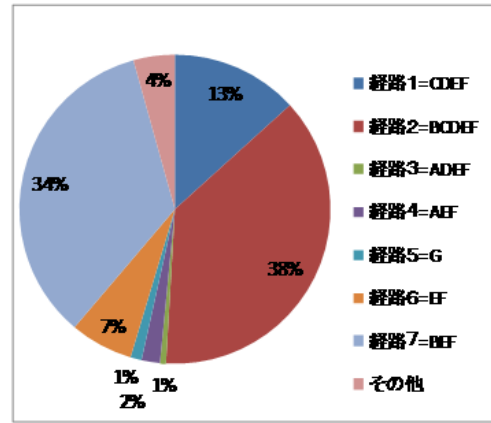


図-5 属性2における各経路割合

表-3, 表-4をみるとC地点において児童の登校時間帯ではほぼ大学生の自転車は通行しておらず錯綜はないことがわかる。児童の下校時間帯においても自転車の交通量は大きくなく児童と大学生の自転車の対向方向での錯綜と同一方向での錯綜はそれぞれ1回ずつのみであった。このことから児童と自転車の錯綜の危険性は自転車の交通量が要因とは言えず、C地点の歩道幅員の狭さに大きな影響を受けていると考えられる。

(3) 現状での通学経路

自転車のICタグと複数のアンテナ受信履歴から、現状での通勤・通学経路と各経路の自転車交通量を推定する。今回の実験では立命館大学に自転車を利用して通学しているすべての学生にICタグを配布したが、ここでは国道1号線より琵琶湖側を出発地としている学生(属性1)とJR南草津駅前駐輪場を出発地としている学生(属性2)を対象として2009年11月9日(月)の計測データから2.(2)で分類した経路1～経路7の現状での交通量を推定し、各経路割合を下の図-4, 図-5に示す。

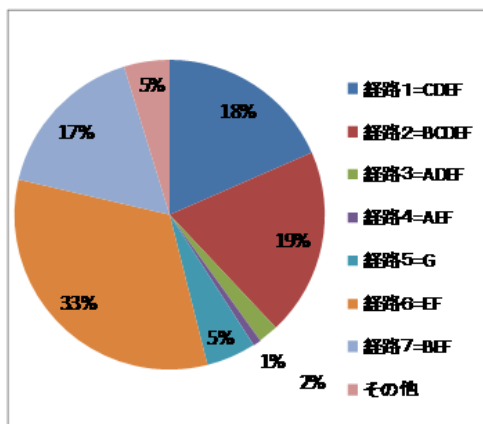


図-4 属性1における各経路割合

属性別でみると、属性1についてもっとも割合の大きい経路は経路6であるが、B地点を通行する経路2、経路7を合計した割合は経路6の割合より大きいことがわかる。属性2についてはB地点を通行する経路2がもっとも大きい割合であり、経路7と合計すると約72%の学生が野路小林町内に進入していることがわかる。

また、属性1の約53%の学生が、属性2の約44%の学生が野路町内(経路3, 4, 6, 7)に進入しているが、住宅地内の生活道路を通行する経路(経路3, 4)ではなく、住宅地の外周部に近い十禅寺川沿いの経路(経路6, 7)を通行している学生が多い。

かがやき通りを通学経路とする学生(経路5)は属性1では約5%、属性2では約1%にとどまっている。

5. 現状の課題への対策と社会実験によるその効果分析 ～野路小林町への自転車流入抑制実験～

(1) 社会実験概要

野路小林町的生活道路への自転車流入を抑制するため、2009年11月26日(木)、11月27日(金)両日も8:30～10:00の期間において南草津駅前駐輪場から野路小林町へ進入する道路で交通規制(交差点の指定方向外進入禁止)をおこない、その間の自転車の通行経路を把握する。交通規制を実施した位置は下の図-6で示す。



図-6 進入禁止区間の周辺図

(2) 抑制中の通学経路の推定と通行量の推計

2. (2) で示したように属性1、属性2を対象に経路1～経路7の抑制中の交通量を推定し、下の表-5、表-6に示した。

表-5 2009年11月26日(木)の各経路の自転車交通量

経路(属性1)	交通量	経路(属性2)	交通量
経路1=CDEF	20	経路1=CDEF	123
経路2=BCDEF	11	経路2=BCDEF	23
経路3=ADEF	1	経路3=ADEF	1
経路4=AEF	0	経路4=AEF	0
経路5=G	4	経路5=G	1
経路6=EF	31	経路6=EF	33
経路7=BEF	6	経路7=BEF	17
その他	10	その他	12
合計	83	合計	210

表-6 2009年11月27日(金)の各経路の自転車交通量

経路(属性1)	交通量	経路(属性2)	交通量
経路1=CDEF	14	経路1=CDEF	132
経路2=BCDEF	15	経路2=BCDEF	36
経路3=ADEF	0	経路3=ADEF	1
経路4=AEF	1	経路4=AEF	1
経路5=G	4	経路5=G	2
経路6=EF	26	経路6=EF	29
経路7=BEF	13	経路7=BEF	28
その他	2	その他	20
合計	75	合計	249

表-5、表-6より属性別でみると属性1は経路6がもっとも多い交通量となり属性2は経路1がもっとも多い交通量となった。1日目(11月26日)と2日目(11月27日)で比較すると、属性1は経路1、経路6ともに交通量が減少しB地点を通過する経路2、経路7が増加している。属性2についても同様に経路2、経路7の増加がみられる。1日目と2日目で交通量に変化が生じた理由として1日目はわかりやすい経路を選択し、2日目は1日目の経験をもとに新たな経路を選択する学生が多かったためと推測できる。

c) 抑制前と抑制中の比較

現状(2009年11月9日(月))と抑制時(2009年11月26日(木)、11月27日(金))の8:30~10:00の各通学経路の選択割合を属性1と属性2を対象に図-6~図-9に示し、比較する。なお、通行抑制中(11月26日、11月27日)の選択割合については2日間の交通量をあわせたものである。

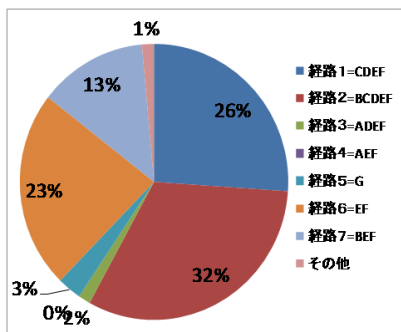


図-6 属性1の各経路の選択割合(現状)

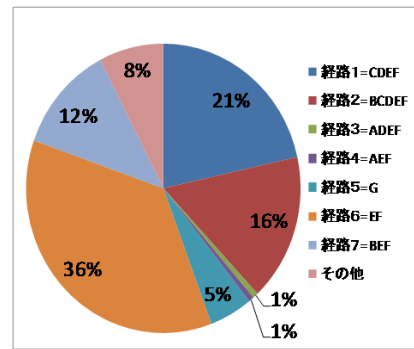


図-7 属性1の各経路の選択割合(通行抑制中)

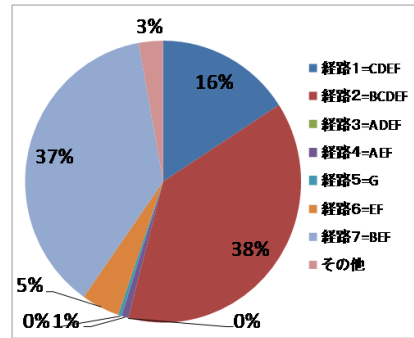


図-8 属性2の各経路の選択割合(現状)

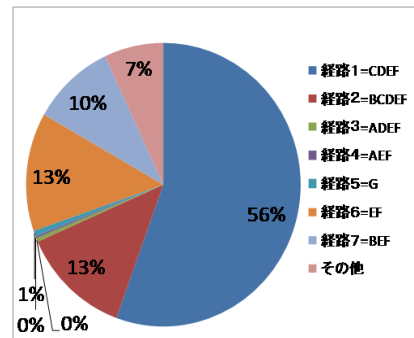


図-9 属性2の各経路の選択割合(通行抑制中)

最後に、図-6~図-9をもとに属性1、属性2の各々について、現状と通行抑制中の各経路の選択割合を地図上に示したものが図-10~図-13である。



図-10 属性1の自転車の通学経路(現状)



図-11 属性1の自転車の通学経路（通行抑制中）



図-12 属性2の自転車の通学経路（現状）



図-13 属性2の自転車の通学経路（通行抑制中）

現状と抑制中とを比較すると、図-9～図-12よりB地点を通過する自転車は属性1では約17%、属性2では約52%減少している。属性1は抑制前の調査では経路2がもっとも選択割合が大きかったが、通行抑制中は経路6の割合がもっとも大きくなった。また、属性2はB

地点を通る経路2、経路7の割合が約75%であったが、通行抑制中は経路1の割合がもっとも多くなり半数を超えた。このことから属性2について経路2を利用していた学生の多くは経路1に移行したと予測でき、抑制の効果はあったと考えられる。また、B地点を通行している属性1の学生も、多くは野路小林町内を通行しているのではなく、JR琵琶湖線の北西側から十禅寺川沿いに通行していることが推測される。これらのことから社会実験中の野路小林町内の通行抑制効果はあったと判断できる。

6. 結論

今回の社会実験で用いた実験システムは計測率調査の結果、高い計測率を示しており、有効であると判断できる。ただし設置場所の条件によって計測率が変化することから設置場所の条件に応じた計測率の把握と交通量の補正方法の検討が必要である。また、今回の社会実験ではアンテナは歩道の片側のみ設置しているため、より正確な交通量を把握するためには複数のアンテナを組み合わせるなど設置方法の検討も必要である。

今回の調査や実験より現状での立命館大学学生の通学経路は、多くの学生が市道桜ヶ丘西線を利用し、また生活道路へ進入して通学している現状が明らかになった。この課題への対策として実施した野路小林町への自転車流入抑制実験では通学経路の割合が大きく変化し、大学が推奨する通学経路の割合が大きくなったことから実験効果はあったと判断できる。ただし、この実験は2日間の8:30～10:00のみ実施したものであり、また2日間のデータを比較すると、1日目と2日目で変化があったことから、一時的な社会実験による経路誘導だけでなく、通勤・通学の自転車利用者に対して継続的な経路誘導をおこなっていくための効果的な方策を検討することが必要である。

謝辞：本研究は、国土交通省による社会実験「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」により得られた調査結果に基づくものである。社会実験の実施主体である玉川地区交通・安全対策協議会の皆様と、実験にご協力いただいた玉川小学校、玉川中学校、玉川高等学校、パナソニックグループ、立命館大学の皆様に感謝の意を申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 小川圭一, 押川智亮：自転車交通に対する交通錯綜指標の適用性に関する研究, 交通科学, Vol.36, No.2, pp.20-28, 2006.
- 2) 小川圭一, 押川智亮：占有空間を考慮した自転車交通の錯綜現象分析, 第26回交通工学研究発表会論文報告集, pp.225-228, 2006.