コネクティッドカーデータによる 同一車両の行動変容に着目した生活道路分析

廣瀬 雅治[1]・桑原 昌広[2]

[1]非会員　トヨタ自動車株式会社　コネクティッド先行開発部 InfoTech
（〒100 - 0004 東京都千代田区大手町 1 丁目 6-1 大手町ビル 6F）
E-mail: Masaharu_hirose@mail.toyota.co.jp

[2]正会員　トヨタ自動車株式会社　コネクティッド先行開発部 InfoTech
（〒100 – 0004 東京都千代田区大手町 1 丁目 6-1 大手町ビル 6F）
E-mail: masahiro_kuwahara_aa@mail.toyota.co.jp

地域住民の安全性向上を目的とした生活道路施策において，個々の車両に着目した中長期的効果分析は，施策効果の詳細を把握する上で重要である．そこで，走行データの同一車両としての紐づけが可能であるコネクティッドカーデータを用いて，横浜市で実施された生活道路施策の中長期的効果分析を行った．生活道路施策エリア内における車速分析により施策前後の車速の変化を確認，変化が大きかった道路において同一車両に着目した運転挙動の変化を分析したところ，交通施策の種類によって施策効果の持続性に違いがあることが明らかとなった．交通施策の効果分析にコネクティッドカーデータを活用した事例として報告を行う．

Key Words: *Residential Road Analysis, Connected Car Data, Transport Policy*

1. はじめに

日本の交通事故発生件数は減少傾向にあるが [1]，一方で道路幅員別の死亡事故件数に関しては高速道路と比較して生活道路（道幅が狭い日常的に利用する道路）の事故件数の減少幅は小さい [2]．したがって生活道路での交通施策対策は重要であり，多くの自治体で生活道路における安全のための交通施策とその効果分析が実施されている．効果分析のための計測は ETC2.0 のデータ活用や [3]，現地における計測など [4]，ある道路に着目した短期間の分析で行われている．こういった従来の分析に加えて，同一車両の振る舞いの変化に着目した広域で中長期的な分析を実施することで，各車両の詳細な行動変化を観測し，施策の影響をより具体的に把握することが可能であると考えられる．

我々は，計測データに対する同一車両としての紐づけが可能なコネクティッドカーデータ [5]を用いて生活道路施策の効果分析を行った．コネクティッドカーデータには車両の走行状態に関するデータが格納されており，固有の ID により中長期間の走行データであったとしても同一車両のデータとして紐づけすることができる．このデータを分析に利用することで，個別の車両に対する中長期的な施策の効果，つまり慣れや持続性などの分析を行うことができる．中長期的な施策の効果は，実施された施策の種別によって様々であると考えられ，その詳細な分析結果は生活道路施策の設計段階において有用な情報であると言える．

コネクティッドカーデータを用いた中長期的施策分析の結果，生活道路全体に対する影響，個別の道路に着目した時系列変化，また施策の種類に依存した効果の差を定量的に評価することができた．加えて，慣れによる施策効果の低減も観測することができた．

本論文ではこれらの分析内容を記述し，生活道路施策の効果分析にコネクティッドカーデータを活用した事例として報告を行う．

2. 関連研究

生活道路における交通施策の起源はボンエルフとされており，1975 年にオランダ政府の政策として採用され，設計の基準が定められた．ボンエルフは生活道路への車の侵入を防ぐため，住民たちが花壇や敷石を置いたのが始まりとされている [6]．日本では 1996 年にコミュニティ・ゾーン形成事業が開始，2003 年に歩行者・自転車の安全対策が必要な地区のあんしん歩行エリアとしての指



図-1 神奈川県横浜市で行われた生活道路施策の詳細

定が始まった [7]．近年ではゾーン 30 をはじめとする生活道路施策によってその設計が規格化されている．ゾーン 30 とは，生活道路における歩行者等の安全な通行を確保することを目的として，区域（ゾーン）を定めて最高速度 30 キロメートル毎時の速度規制を実施するとともに，その他の安全対策を必要に応じて組み合わせ，ゾーン内における速度抑制や，抜け道としての通行の抑制を図る生活道路対策である [8]．これにより，歩行者に対する交通事故のリスクを低減するとともに，車両同士の衝突による事故の重傷化を防止することができる．ゾーン 30 の導入により，交通環境はより穏やかで安全なものとなり，地域住民の生活の質が向上が期待される．

近年，生活道路施策に対する効果分析が実施されている．稲垣らは目視及びビデオ撮影による実態観測で車速やナンバープレートのデータを収集している [5]．また，ETS2.0 を用いた分析が一般的ではあるが [9]，生活道路の通行する普通車両では普及率が低く [10]，また ETC を通過する機会は少ないためサンプリングが小さいことが予想される [11]．つまり，生活道路は ETC2.0 のデータが適用し難しい場所であると考えられる．車両データを対象とした分析が行われる一方で，車ではなく通行人に着目した研究としては友田らの事例がある [12]．この研究では児童 84 名を対象とした視線計測実験とアンケート調査を行い児童の知覚特性を調査，その結果からどの類の交通施策が効果的であるかの分析を行った．また人ではなく街に着目し，住宅道路と都市道路の間の構造の網羅的な調査から，フィールドワークによる定性分析を行った事例もある [13]．つまり生活道路施策分析は（1）車両から抽出したデータの分析 （2）人間の知覚特性の分析 （3）街の構造に注目した分析，という 3 つのアプローチに分類することができる．本研究で我々が実施するコネクティッドデータを用いた分析は（1）に該当し，コネクティッドカーデータを適用することで，これまで使用されてきたデータでは難しかった生活道路の広域かつ中長期的な振る舞いを分析した．従来行われてきた分析をより詳細なものに発展させることが狙いである．

3. 分析対象とデータ特性

分析対象とした神奈川県横浜市南区の生活道路施策の詳細とコネクティッドカーデータに関する説明を記述する．

3.1 分析対象となる生活道路施策

我々は2022年1月に横浜市南区で実施されたゾーン30に着目し [14]，その施策実施の前後における通過車両の変化を分析した．対象エリアの内部には横浜市立大岡小学校があり，子どもの通行が非常に多いことが予想される．また，車速が速く事故の数も多いという報告もある．加えて，エリアの東側に沿って大きな幹線道路があるため，通り抜けの車が多いことも予想される．施策の種類は（1）狭さく （2）「止まれ」の強調表示 （3）交差点カラー舗装 （4）交差点ハンプ （5）ハンプ （6）路側帯拡幅 （7）減速ドットライン （8）交差点カラー枠囲み （9）スラロームの 9 種類であり，また施策エリアに侵入可能な道路にゾーン 30 プラスの標識（標準タイプ，縮小タイプ，路面標示）が設置されている（図-1）

3.2 コネクティッドカーデータ

本分析ではトヨタ自動車が展開するコネクティッドデータを用いて生活道路施策の効果分析を行った [3]．コネクティッドカーデータはエンジン回転数，アクセルやブレーキ等の操作状況，車速，加速度，シフトポジション，走行距離，位置情報などの計測値を格納しており，これまで行われていた効果分析の代替が可能である．データはリアルタイムでサーバーへ送られ，サーバーで管理される．任意の道路リンクと紐づけながら細かい挙動の分析が可能であるため，生活道路を走行する車の分析に適していると考えられる．

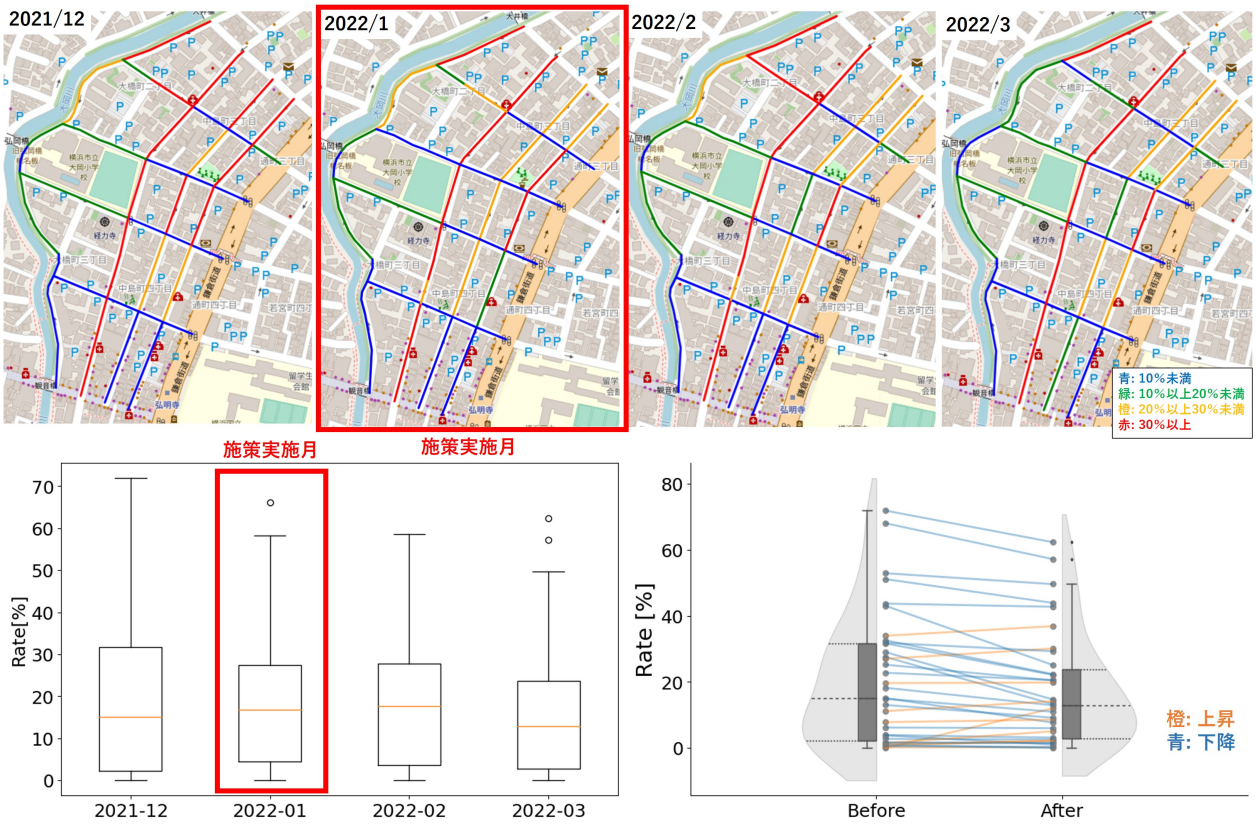


図-2　上段: 30 km/h 超過割合の地図と対応した可視化
下段: 施策エリア道路リンクの 30 km/h 超過割合の月別集計結果（左図）と施策実施前後の推移（右図）

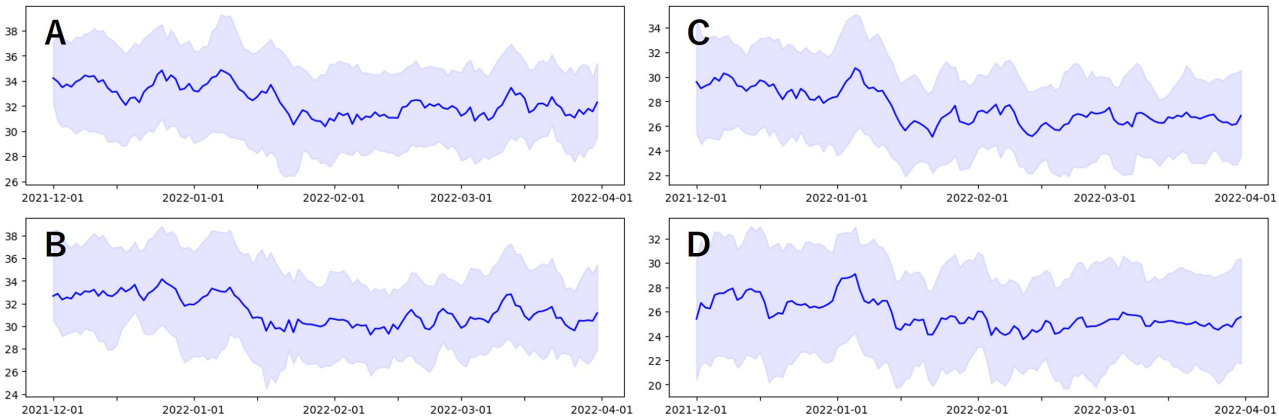
4. 生活道路施策エリア内における車速分析

生活道路内を走行する車両に対して，交通施策前後での車速の変化を分析した．分析は，対象道路リンクの統計量を地図に合わせて可視化する地図上マッピングと，1 つの道路リンクに着目して日毎の統計量の推移を可視化する時系列プロットの，2 通りの方法で実施した．地図上マッピングは，生活道路エリア全体の傾向を把握することを目的としている．時系列プロットは，対象となる施策道路の詳細な変化の確認が目的である．2 つの結果を合わせて，生活道路道路施策の効果を評価した．

地図上マッピングの分析として，各道路リンクにおける 30 km/h を超過したトリップの割合（30 km/h 超過割合）を月毎に算出し，地図上の位置と対応させながら可視化した（図-2 の上段）．10%未満を青，10%以上 20%未満を緑，20%以上 30%未満を橙，30%以上を赤で示している．車速が減少している道路がいくつか確認できる．また大岡小学校の東側に沿って位置する道路では車速が早く，地図上マッピングの結果を見る限りでは，それらの道路に明確な減速効果は見られなかった．図-2 の下段左図はこれらの道路リンクの 30 km/h 超過割合を月毎に集計し，箱ひげ図で可視化したものである．平均に大きな変化は見られないが，第 3 四分位数や最大などは減少している．施策前（2021 年 12 月）と施策後（2022 年 3 月）の 30 km/h 超過割合の変化を図-2 の下段右図に示す．同一の道路リンクを線で紐づけており，施策後に 30 km/h 超過割合増加している道路は橙色の線，減少している道路は青色の線で着色している．全体で減少している傾向が見られるが，30 km/h 超過割合が高い道路リンクで比較的大きな減少傾向が見られる．

より詳細な時系列変化に着目した分析として，道路リンクの車速を一日毎に集計し，平均と四分位点の推移を 4 カ月間に渡って可視化した（図-3 の上段）．この可視化で明確な減速効果が見られた道路は図-3 の上段に示した 4 件（35 件中）であり，他の道路では目視で確認できる変化が見られなかった．A と B の道路リンクでは 3 月に若干の車速の上昇がみられ，特に B においては車速の上昇が比較的大きい．これは減速を促す施策効果に対する運転手の慣れの影響であると考えられる．

これらの分析結果から，ゾーン 30 の対策地域において，車速の抑制効果が確認できたと言える．特に 4 つの道路（特定施策道路）で明確な減速の効果が見られた．公開されている施策情報から特定施策道路に関係する交通施策を調べると，（1）狭さく，（3）交差点カラー舗装，（4）交差点ハンプ，（5）ハンプの 4 種類であり，



No	対策内容
1	狭さく
2	「止まれ」の強調表示
3	交差点カラー舗装
4	交差点ハンプ
5	ハンプ
6	路側帯拡幅
7	減速ドットライン
8	交差点カラー枠囲み
9	スラローム





図-3 上段:施策効果が確認できた 4 ヶ所の道路リンクの日毎の車速平均
下段:4 ヵ所の道路リンクの地図上の位置と対応する交通施策

全ての道路に物理デバイスによる施策が関係していることがわかる（図-3 の下部）．他の道路で明確な車速の減少が見られなかったことから，物理デバイスによる生活道路施策は減速の効果が大きかったと言える．また，慣れの効果が確認できたのは狭さくと交差点カラー舗装の施策が施された道路だった．この結果から，狭さくなどの車速を抑制するための交通施策と比較して，ハンプのように車に物理的振動を与える交通施策は持続性が高いという結果が示唆された．

5. 特定施策道路における車両別持続性分析

4 章で記述した生活道路施策エリア内における車速分析で明らかとなった特定施策道路に着目し，同一車両紐づけによる車両の中長期的な運転挙動の変化を分析した．図-3 上段の車速の減速結果によると 2022 年 1 月 15 日で明確な車速の低下が発生しており，ここを施策開始日とした．施策開始から 2022 年 3 月 31 日までの期間で，慣れの効果が見られた特定施策道路（B）を通過した車両のデータを抽出し，それぞれの車両の通過回数と車速の関係を可視化した．可視化は散布図，散布図と同一車両の紐づけによる折れ線グラフ，散布図と単回帰直線を重ねたグラフの 3 パターンで行い，サンプルの車両は期間中の通過回数が 10 回以上 20 回未満（15），20 回以上 30 回未満（7），30 回以上（9）の 3 クラスに分類した．通過回数が 10 回未満の車両は 297 件あったが，慣れの効果を評価するためには不十分であると判断し，分析から除外した．結果を図-4 に示す．

可視化の結果，単回帰直線の傾きが正である車両（赤色）が傾きが負である車両（緑色）よりも明確に多く，通過回数に関わらず通過回数による慣れの効果がみられることがわかった．特に興味深い傾向として，30 回以上通過した車は 40 回までの通過で緩やかな車速の上昇がみられるが，その後 40 回以上の通過で急激な上昇が見られた．補足ではあるが，慣れの効果が小さかった C や D の道路ではこのような上昇の結果は見られなかった．

今回行った同一車両紐づけによる慣れの効果分析では車の詳細な挙動を知ることができたが，分析対象が一定回数以上通過した車両に限定されるため，分析対象のサンプルは少数に限定された．大まかな傾向を調査する場合，分析対象の絞り込みを行う必要がないため，大きなサンプル数で分析することができるが，今回のように詳細な分析を行う場合，少数サンプルに制限されてしまうことに留意する必要がある．長期間のデータを取得することでサンプル数を確保することができるため，データの取得期間を含めて実験計画を立案することが望ましい．

6. 結論

本論文では同一車両の紐づけが可能なコネクティッド

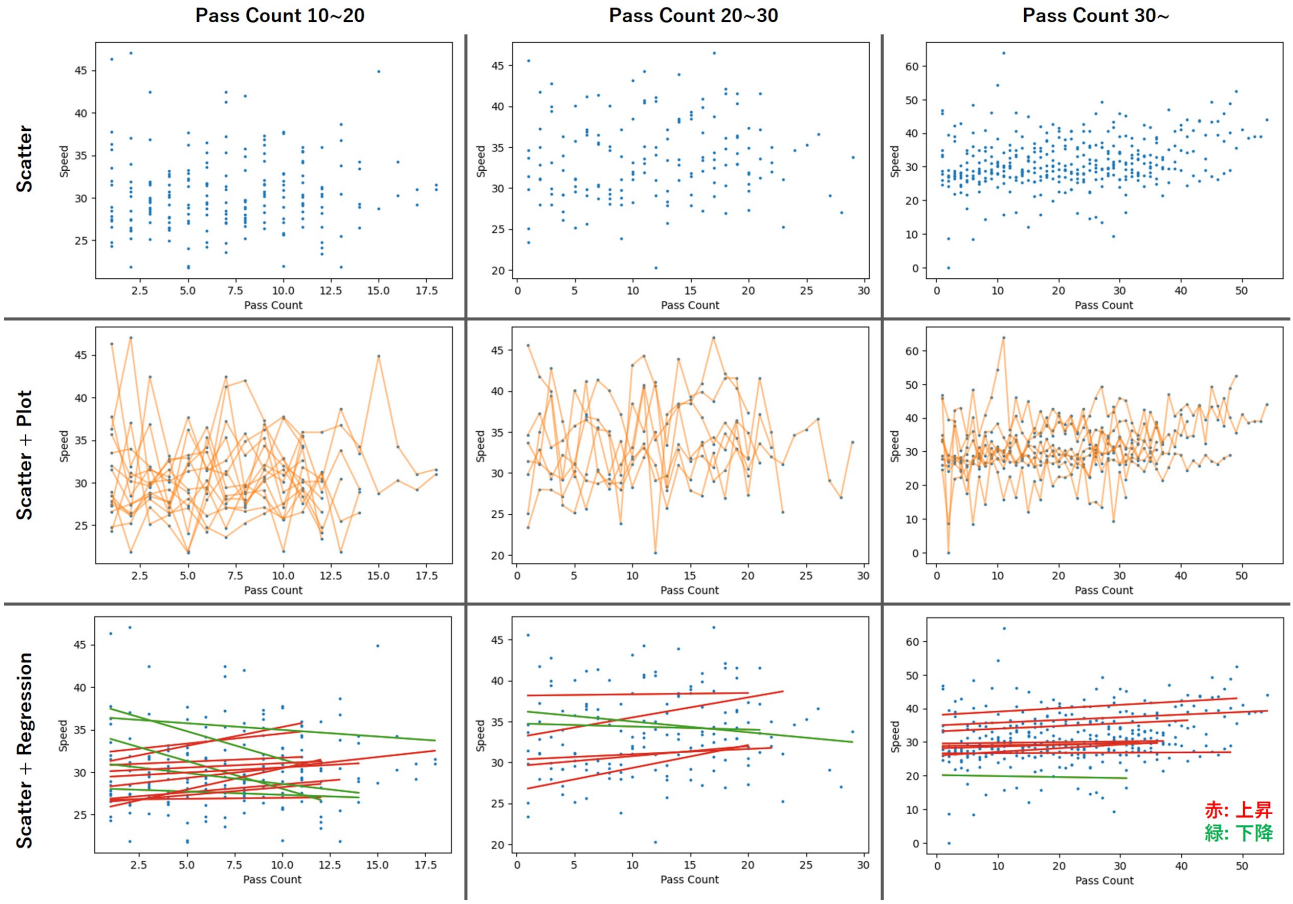


図-4　全部通過回数毎（10~20 回,20 回~30 回,30 回以上）の通過回数と車速の関係の可視化.
上段: 散布図，中段: 散布図と同一車両の紐づけ，下段: 散布図と同一車両毎の単回帰直線

データを用いて生活道路施策の効果分析を行った．施策前後の生活道路内の車速を分析したところ，対策エリア全体で車速が減少している傾向が確認できた．道路毎に変化を確認すると，物理デバイスによる施策が施された 4 つの道路で特に大きな減速効果が見られ，そのうち 1 つの道路で速度の低減効果が中長期的に弱まることが確認できた．同一車両紐づけにより通過回数と車速の関係を確認したところ，施策効果が見られた時期から通過回数を重ねるにつれて，徐々に車速が上昇している様子が確認できた．この結果は車両の慣れによる影響であると考えられる．また，この性質は同一車両を中長期的に紐づけが可能であるというコネクティッドデータの特徴により明らかとなったものである．今後の方針として，車速以外のデータを用いた施策効果分析，生活道路進入車両の分析，施策の費用対効果の定量化を行う予定である．

REFERENCES

1) 内閣府. “令和 5 年交通安全白書（全文）”. 交通安全白書. https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/r05kou_haku/zenbun/index.html
2) 内閣府. “特集「道路交通安全政策の新展開」―第 11 次交通安全基本計画による対策―” . 交通安全白書. https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/r03kou_haku/zenbun/genkyo/feature/feature_02_4.html
3) 加藤宏幸, 玉越直哉. “ETC2.0 を活用した生活道路対策について”. 平成２８年度　中部地方整備局管内事業研究発表会. https://www.cbr.mlit.go.jp/kikaku/2016kannai/pdf/in21.pdf
4) 稲垣具志, 寺内義典, 橘たか, 大倉元宏: 生活道路における地区関係者と抜け道利用者の走行速度比較分析, 土木学会論文集, 70 巻 5 号, pp. I_933-I_941, 2014.
5) トヨタ自動車株式会社. “コネクティッドカーから取得するデータの利活用・保護の取組みについて”. https://toyota.jp/pages/contents/tconnectservice/contents/pdf/toyota_datapolicy.pdf
6) 薬袋奈美子: デンマーク KARTOFFELRÆKKERNE 団地内のボンエルフにおける生活空間利用のための設え. 日本建築学会技術報告集, 26 巻 62 号 pp. 314-318, 2020.
7) 竹本 由美. “近年の生活道路の交通安全対策について”. 国土技術研究センター. https://www.jice.or.jp/cms/kokudo/pdf/reports/act/24th/nikkan2013_03.pdf
8) 警視庁.”「ゾーン 30」の概要”. 警視庁交通局. https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/seibi2/kisei/zone30/pdf/zone30.pdf

9) Ministry of Land, Infrastructure, “Smart Use of Network”, Traffic Management, https://www.mlit.go.jp/road/road_e/p5_%20smartuse.html
10) 国土交通省. “ETC の利用状況”. ETC 利用案内. https://www.mlit.go.jp/road/yuryo/etc/riyou/index.html
11) Ministry of Land, Infrastructure. “What is ‘ETC2. 0’”. Traffic Management. https://www.mlit.go.jp/road/road_e/p1_its.html#a2
12) Mitsuko Tomoda, Haruka Uno, Seiji Hashimoto, Syuji Yoshiki, Takehito Ujihara. :Analysis on the Impact of Traffic Safety Measures on Children’s Gaze Behavior and Their Safety Awareness at Residential Road Intersections in Japan. *Safety Science,* vol. 150, pp.105706, 2022.
13) Manzhen Duan, Hongying Ya, Lin Zhang, Hongmei Jia. :Traffic Safety Analysis of Intersections between the Residential Entrance and Urban Roa. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 96, pp. 1001–1007, 2013.
14) 道路局施設課, 南区南土木事務所, 緑区緑土木事務所, 神奈川県警察. “神奈川県内初!!「ゾーン 30 プラス」を設定しました”. 横浜市記者発表資料. https://www.city.yokohama.lg.jp/city-info/koho-kocho/press/doro/2022/20220809zone30plus.files/20220809_kisyahappyou_zone30plus.pdf

（Received July 1, 2022）
（Accepted November 1, 2022）

BEHAVIOR CHANGE ANALYSIS IN RESIDENTIAL AREA FOCUSING ON IDENTICAL VEHICLES BY USING CONNECTED CAR DATA

Masaharu Hirose, Masahiro Kuwahara

For residential road policies to improve the safety of residents, a medium- to long-term effect analysis focusing on individual vehicles is important to understand the details of the policy effects. Therefore, we conducted a medium- to long-term effect analysis of a residential road policy implemented in Yokohama City using connected car data, which enables the linking of driving data as the same vehicle. First, we confirmed the changes in vehicle speeds before and after the policy. Then, we analyzed the changes in driving behavior of the same vehicles on roads where significant changes were observed. The results showed that there were differences in the persistence of the effects depending on the type of transportation policy. We report this study as an example of using connected car data to analyze the effects of transportation policies.