

2013 年度卒業研究

スマートフォンを利用した道路交通状況の分析

指導教員 渡辺 恭人

学籍番号 1040138

氏名 柊木 秀文

提出日：2013 年 12 月 16 日

## 目次

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 第 1 章 | 背景・目的   | 3  |
| 1-1   | 背景  | 3  |
| 1-2   | 目的  | 3  |
| 第 2 章 | 現状と問題点  | 4  |
| 2-1   | 市川松戸線の現状                                      | 4  |
| 2-2   | 市川松戸線の問題点                                     | 5  |
| 第 3 章 | 関連研究・調査                                       | 11 |
| 3-1   | 国土交通省道路交通センサス                                 | 11 |
| 3-2   | 2011 年度卒業論文 只松 隼「プローブ情報システムを利用した道路交通の分析と改善検討」 | 13 |
| 第 4 章 | プローブ交通情報を用いた道路交通状況の分析                         | 19 |
| 4-1   | 道路交通の分析手法                                     | 19 |
| 4-2   | データ収集方法                                       | 21 |
| 4-3   | 16 年式日産キューブを使用したデータ収集(失敗)                     | 25 |
| 4-4   | 24 年式スバルインプレッサを使用したデータ収集(成功)                  | 27 |
| 4-5   | 収集したデータの分析                                    | 34 |
| 4-6   | 平成 23 年の市川松戸線の時空間図 B との比較                     | 38 |
| 第 5 章 | まとめ   | 41 |
| 5-1   | まとめ   | 41 |
| 5-2   | 今後の課題   | 41 |
| 参考文献  |   | 43 |

## 第1章 背景・目的

### 1-1 背景

道路交通とは地域経済の活性化にかかせないものであり、渋滞により、国や地域の経済に多大な影響を及ぼしてしまう。本学(千葉商科大学)の近くには、千葉県道1号市川松戸線という幹線道路が存在し、現在未完成の東京外郭環状道路(通称：外環)の千葉県区間の代替道路となっており、日中は混雑している。

そのために、市川松戸線沿いの学生や先生に予想外の渋滞で遅刻するなどの影響が出ている。また、学校関係者だけではなく、市川松戸線を利用して通勤する人たちや運搬業者にも影響が出ていると思われる。

本研究では、既存の道路の混雑状況はどうかを分析するために、情報収集を行い、問題点の分析を行う。手順として、実際にフィールドワークによる調査、実車走行による情報の収集を行い、現在の道路の混雑状況を分析する。

### 1-2 目的

スマートフォンと Bluetooth 機能を使用してプローブ情報を収集することで、無線でスマートに交通状況を把握し、現在の状況を分析することにより、道路交通状況の改善ができることを目的とする。

## 第2章 現状と問題点

### 2-1 市川松戸線の現状

千葉県道1号市川松戸線とは、松戸市小山の国道6号と千葉県道5号松戸野田線・千葉県道54号松戸草加線との交点である松戸二中前交差点を起点とし、千葉縣市川市市川の国道14号と千葉県道60号市川四ツ木線との交点である市川広小路交差点を終点とする主要地方道である。また、千葉県が道に対する愛着を持てるようにと、主要な国道や県道を対象とし1987年(昭和62年)度および、1988年(昭和63年)に愛称を制定した24の道路の一つである。その愛称名は松戸街道。道路は片側1車線、両側2車線の道路である。路線バスの通行ルートでもあり、一時間に10本程度運行している。

フィールドワークにより千葉県道1号市川松戸線のバス停の状態を調査した結果を表2.1.1に示す。

表 2.1.1 「市川松戸線のバス停の状態」

|        | 上り方面 | 下り方面 |
|--------|------|------|
| 松戸二中   | △    | △    |
| 浅間台    | △    | △    |
| 上矢切    | ×    | ×    |
| 中矢切    | ○    | △    |
| 下矢切    | ×    | ×    |
| 矢切駅    | ○    | ○    |
| 栗山坂下   | /    | ×    |
| 栗山     | ×    | ×    |
| 小学校    | ×    | ×    |
| 公民館    | ×    | ○    |
| 国立病院   | ○    | ○    |
| 和洋女子大前 | ○    | ○    |
| 真間山下   | ○2   | ×    |
| 国府台駅   | ○    | ○    |
| 本町通り   | ○2   | ×    |

- ※ ×は図 2.2.1 のように路肩幅が狭い
- △は図 2.2.2 のように路肩幅が広い
- は図 2.2.3 のようにバスが停車する場所がある
- 2 は二車線になっている
- ／はバス停なし

千葉県道 1 号市川松戸線のバス停をフィールドワークにより調査した結果、表 2.1.1 の×が連続している箇所、バスが乗降中の際後続の車両が詰まり、より混雑することが分かった。

## 2-2 市川松戸線の問題点

問題点は、現在未完成の東京外郭環状道路(愛称：外環)の千葉県区間の代替道路となってしまうことや、バス停が直接道路に面している箇所があり、乗降中の際、他の車両の交通の妨げになってしまっていることである。他にも要因はあり、慢性的に渋滞が発生してしまっている状態である。



図 2.2.1 「平成 25 年市川松戸線 上り 下矢切バス停付近」



図 2.2.2 「平成 25 年 市川松戸線 上り 浅間台バス停付近」



図 2.2.3 「平成 25 年 市川松戸線 上り 和洋女子大前バス停」

市川松戸線には図 2.2.1 のような路肩幅が狭いバス停が数多く存在し、乗降中の際に後続の車両が、対向車も来ているため追い越しできず、車両が増加するにつれて渋滞の原因になるのではないかと考えた。また、図 2.2.2 のような路肩幅が広いバス停も存在し、この場合は少し余裕が生まれるので、追い越しする際にすれ違いが可能である。図 2.2.3 のようなバス停が理想で、乗降中の際でも追い越しがスムーズに行える。



図 2.2.4 「平成 25 年 市川松戸線 国道 298 号線(東京外郭環状道路)との合流地点」

図 2.2.4 の市川松戸線と国道 298 号線(東京外郭環状道路)との合流地点では、千葉や東京の一部への抜け道としても使用されることもあり、普通自動車に限らず、大型自動車や中型自動車の利用も多い。また、国道 298 号線から見て右折したすぐ先に信号機があり、右折する際に先の信号機が赤信号のため進まず、車線に入りきらないと分かりながらも無理やり合流しようとする車両が多々目撃され、ひどい時には反対車線も塞いでしまうほどである。



図 2.2.5 「平成 25 年 市川松戸線 じゅん菜池緑地入口」



図 2.2.6 「平成 25 年 市川松戸線 じゅん菜池緑地入口付近」



図 2.2.5 のじゅん菜池緑地入口では、じゅん菜池緑地方面への右折レーンはなく、右折する車両は譲ってもらうか、時差式信号機なので、その差異を利用して右折するしかない。また、国分操車場行、北国分駅行の路線バスもじゅん菜池緑地入口を右折するし、数多くの他の車両も右折するため、後続の車両を停車させてしまう。また、図 2.2.6 の手前の普通自動車のように市川松戸線に合流する際に無理に合流して、対向車線まで一時的ではあるが塞いでしまう状況である。



図 2.2.7 「平成 25 年 市川松戸線上り 真間山下バス停付近」

市川松戸線の上り車線では、真間山下のバス停付近から図 2.2.7 のように 2 車線になる。そのおかげか、ここからは少し渋滞は緩和される。



図 2.2.8 「平成 25 年 市川松戸線 市川広小路交差点一つ手前交差点」

図 2.2.8 の交差点では下り方面に向かう車両がよく右折するが、道幅が広がっているため、車両同士のすれ違いが可能であり、走行速度は多少落ちるが、スムーズに通行できる道路構造になっている。また、時差式信号のため右折車はその差異を利用して右折する。

### 第3章 関連研究・調査

#### 3-1 国土交通省道路交通センサス

市川松戸線に関する道路交通状況の調査の一つとして、国土交通省が行っている道路交通センサスがある。平成22年度の道路交通センサスの統計データを使用して、分析を行う。

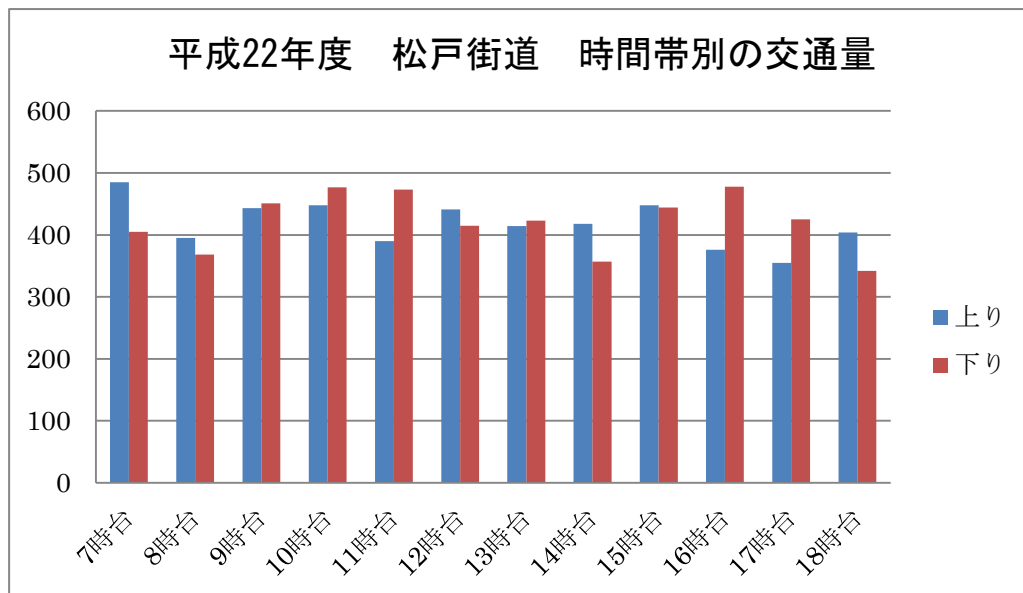


図 3.1.1 「平成22年度道路交通センサス 時間帯別交通量」(参考文献【1】より引用)

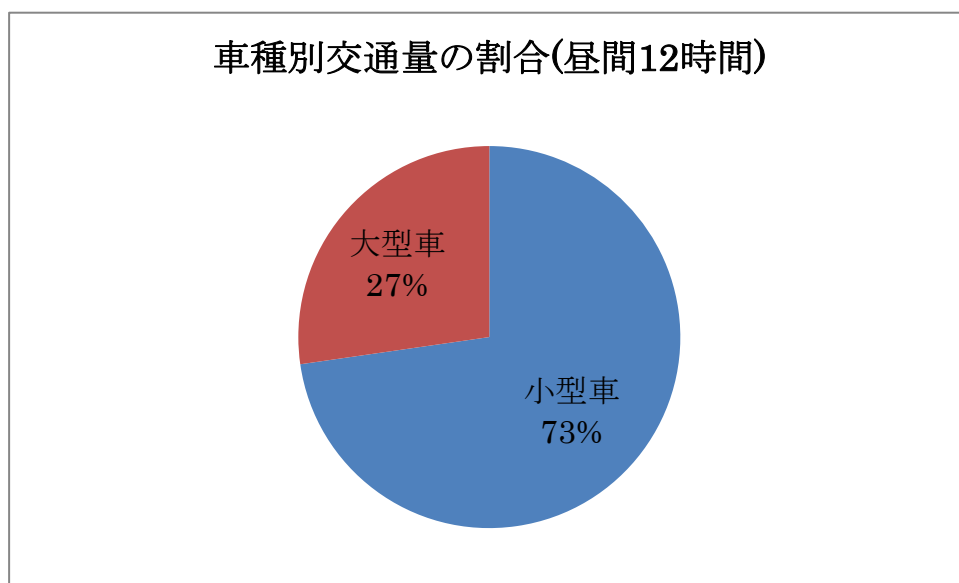


図 3.1.2 「平成22年度道路交通センサス 車種別交通量の割合」(参考文献【1】より引用)

| 松戸駅(平日)          |  |
|------------------|--|
| 系統名: 松11         |  |
| 2013年08月01日 改正   |  |
| 行先名: 矢切駅經由 市川駅行き |  |
| 時                | 分  |
| 5                | 30 45 58                                     |
| 6                | 08 15 22 28 33 38 43 48 53 58                |
| 7                | 02 06 10 14 18 22 26 30 34 38 42 46 50 54 58 |
| 8                | 03 08 13 18 23 28 33 38 43 48 53 58          |
| 9                | 03 08 13 18 23 28 33 38 43 48 53 58          |
| 10               | 03 08 14 20 26 32 38 44 50 55                |
| 11               | 00 07 14 21 28 35 42 49 56                   |
| 12               | 03 09 15 21 27 33 39 45 51 58                |
| 13               | 05 12 19 26 32 39 46 53 59                   |
| 14               | 05 11 17 23 29 35 41 47 53 59                |
| 15               | 04 09 14 19 24 29 34 39 44 49 54 59          |
| 16               | 04 09 14 19 24 29 34 39 44 49 54 59          |
| 17               | 04 09 14 19 24 29 34 39 44 49 54 59          |
| 18               | 05 12 19 26 32 39 46 53 59                   |
| 19               | 06 13 20 27 34 41 48 55                      |
| 20               | 03 12 22 32 42 52                            |
| 21               | 01 11 21 31 41 53                            |
| 22               | 06 21 36 51                                  |
| 23               | 深夜   |
|                  | 06 22 43                                     |
| 0                | 深夜 深夜  |
|                  | 04 24  |
| 1                |  |

矢切 矢切駅行き  
深夜 深夜バス(深夜バスは運賃が倍額になります)

図 3.1.3 「京成バス 矢切駅經由市川行き 時刻表」(参考文献【2】より引用)

| 市川駅(平日)               |   |
|-----------------------|---|
| 系統名: 松11              |   |
| 2013年08月01日 改正        |   |
| 行先名: 国立病院・矢切駅經由 松戸駅行き |   |
| 時                     | 分   |
| 5                     |   |
| 6                     | 06 18 31 43 51                            |
| 7                     | 00 06 11 16 21 26 31 36 40 44 48 52 56    |
| 8                     | 00 04 08 12 16 20 24 28 32 36 41 46 51 56 |
| 9                     | 01 06 11 16 21 26 31 36 41 46 51 55       |
| 10                    | 00 05 10 15 20 25 30 35 40 45 51 57       |
| 11                    | 03 09 15 21 27 33 39 45 51 58             |
| 12                    | 05 12 19 26 33 40 46 52 58                |
| 13                    | 04 10 16 22 28 35 42 49 56                |
| 14                    | 03 09 16 23 30 36 42 48 54                |
| 15                    | 00 06 12 18 24 30 36 41 46 51 56          |
| 16                    | 01 06 11 16 21 26 31 36 41 46 51 56       |
| 17                    | 01 06 11 16 21 26 31 36 41 46 51 56       |
| 18                    | 01 06 11 16 22 27 32 38 43 50 57          |
| 19                    | 04 10 17 24 31 37 44 51 58                |
| 20                    | 04 10 17 24 31 38 45 55                   |
| 21                    | 05 14 24 33 43 52                         |
| 22                    | 02 13 24 39 53                            |
| 23                    | 深夜 深夜 深夜 深夜                               |
|                       | 07 25 38 52                               |
| 0                     | 深夜 深夜 深夜 深夜                               |
|                       | 13 34 54                                  |
| 1                     |   |

●: 松戸駅經由 松戸営業所 行き  
深夜: 深夜バス(深夜バスは運賃が倍額になります。)  
●深夜: 深夜バス 松戸駅經由 松戸営業所行き

図 3.1.4 「京成バス 国立病院・矢切駅經由松戸駅行き 時刻表」(参考文献【3】よ

り引用)

図 3.1.1 から読み取れることは、平成 22 年度の上り線で交通量が一番多い時間帯は 7 時台で、下り線で交通量が一番多い時間帯は 16 時台ということである。図 3.1.2 の小型車と大型車の割合から見ても、小型車が 73% と多く、一般車が多いことが分かる。このことから、通勤や通学が関係していると考えられる。また、図 3.1.3、図 3.1.4 から分かるように、この時間帯はバスの本数も増えているので、より増加していると考えられる。

9 時台から 11 時台、15 時台も交通量はあるが、これは主婦層が買い物に出ているのではないかと考えられる。

### 3-2 2011 年度卒業論文 只松 隼「プローブ情報システムを利用した道路交通の分析と改善検討」

2011 年 11 月 25 日に 6 時～20 時まで市川松戸線を実車走行し、分析した研究がある。この研究で使用された実験環境や当時の道路構造との比較をする。

#### ・実験環境の比較

只松 隼氏の平成 23 年の実車走行実験では、図 3.2.1 のように OBD II コネクタから有線でパソコンに繋ぎ、車両からの情報を収集している。また、GPS も Globalsat-BT-338 という機器を別で用意し、Bluetooth で接続して、データを収集している。今回の実験では、図 3.2.2 のように OBD II コネクタに ELM327 を取り付け、Bluetooth でスマートフォンと接続するので、無線で行える。また、GPS はスマートフォンから取得できる。

以上のことから、平成 23 年の実車走行実験は OBD II コネクタからパソコンに有線で繋ぎ、GPS データを違う機器で取得し、パソコンに送るといったような手間を要したり、機器を数種類用意したりしたが、今回は無線で 2 種類の機器しか使用しないので、簡単に実験を行える環境ということになる。



図 3.2.1 「平成 23 年 実車走行実験環境」 (参考文献【4】から引用)



図 3.2.2 「平成 25 年 実車走行実験環境」

### 道路構造の比較



図 3.2.3 「平成 22 年 市川松戸線 下り 上矢切バス停付近」 (参考文献【4】より引用)



図 3.2.4 「平成 25 年 市川松戸線 下り 上矢切バス停付近」

図 3.2.3 と図 3.2.4 の道路構造を比較すると、3 年間の間に市川松戸線下り上矢切バス停付近では変化はない。



図 3.2.5 「平成 22 年 市川松戸線 上り 上矢切交差点付近」(参考文献【4】より引用)



図 3.2.6 「平成 25 年 市川松戸線 上り 上矢切交差点付近」

図 3.2.5 と図 3.2.6 の道路構造を比較すると、3 年間の間に市川松戸線上り上矢切交差点付近の道路構造に変化はない。



図 3.2.7 「平成 22 年 市川松戸線 下り 国道 298 号線(東京外郭環状道路)との合流地点」(参考文献【4】より引用)





図 3.2.8 「平成 25 年 市川松戸線 下り 国道 298 号線(東京外郭環状道路)との合流地点」

図 3.2.7 と図 3.2.8 を比較すると、3 年間の間に市川松戸線下り国道 298 号線との合流地点付近の道路構造の変化はない。



図 3.2.9 「平成 22 年 市川松戸線 上り 国道 298 号線(東京外郭環状道路)との合流地点」(参考文献【4】より引用)



図 3.2.10 「平成 25 年 市川松戸線 上り 国道 298 号線(東京外郭環状道路)との合流地点」

図 3.2.9 と図 3.2.10 を比較すると、市川松戸線上り国道 298 号線との合流地点付近の道路構造の変化はない。

## 第4章 プローブ交通情報を用いた道路交通状況の分析

### 4-1 道路交通の分析手法

#### ・プローブ交通情報について

プローブ交通情報とは、車両のもつ様々なセンサーデータ(車両の速度から渋滞・混雑情報、ブレーキから燃費情報など)をリアルタイムの道路交通情報とする仕組みである。日本ではVICSという渋滞や交通規制などの道路交通情報をリアルタイムに送信し、カーナビゲーションなどの車載機に文字・図形で表示する情報通信システムが普及している。VICSユニットの出荷台数は2013年9月末現在では3958万台を突破している。

(参考文献【5】、【6】を参照)

プローブ交通情報は、走行中の車両から情報を収集し道路交通情報を生成することができるため、広範囲な道路を対象とした道路交通情報の生成・提供が可能である。

#### ・VICSについて

VICSとはVehicle Information and Communication Systemの略である。VICSは、VICSセンターで編集、処理された渋滞や交通規制などの道路交通情報を図4.1.1のFM多重放送、電波ビーコン、光ビーコンの3つのメディアを通じてリアルタイムに送信し、カーナビゲーションなどの車載機に文字・図形で表示するシステムである。FM多重放送では、全国に設置されているVICS-FM放送局からFM放送波を利用して、県単位の広域情報を提供している。電波ビーコンは、高速道路に設置され、電波(準マイクロ波)により、ITSスポットでは進行方向の前方1,000km程度の高速道路の道路交通情報を中心に提供している。光ビーコンは、主要な一般道に設置され、光(近赤外線)により、30km程度先までの一般道の道路交通情報を中心に提供している。平成8年4月に東京圏で情報提供をスタートさせ、今では全国的にサービスが普及している。しかし、VICSは主に道路のセンサーから情報を取得するためセンサーのある主要道路に限って情報が提供される。(参考文献【5】を参照)

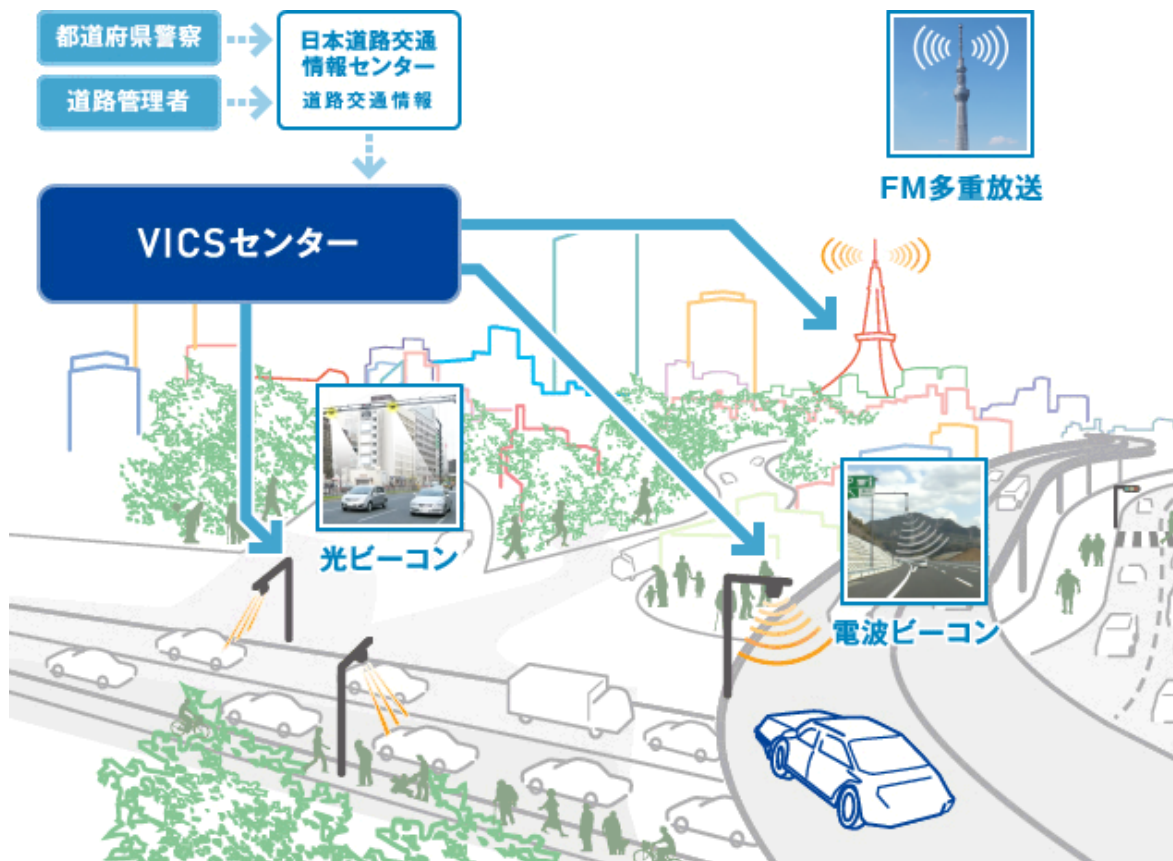


図 4.1.1 「VICS の仕組み」(参考文献【5】より引用)

・渋滞予測以外のプローブ情報の利用

プローブ情報は、ただ単に渋滞が予測できるだけではなく、車両が持つ速度計やブレーキ、ワイパーなどを制御している様々なセンサーデータから、渋滞や天候、危険箇所などの情報を集めることができるので、通信機能と組み合わせることで、いつ、どこで、どのようなことが起きているのかを把握することができる。例えば、車両のワイパーの動作状況から雨の範囲を特定できれば、地域住民に雨が迫っていること伝えることができる。また、土砂崩れなどで道が寸断された場合でも、どこの道が寸断されたのか把握することができるのである。一台一台から集められるプローブ交通情報は限られているが、塵も積もれば山となるので、全国を走っている車両から情報を集めることができれば、高精度の情報を広範囲で収集することができる。また、今現在走っている車両をセンサーとして使用するため新たな設備投資が不要というメリットもある。

日産自動車では、電気自動車リーフに搭載されているカーナビゲーションシステムの通信機能で取得したプローブ情報を編集・加工し、契約者同意のもと損害保険ジャ

パンのドラログへ提供するということを発表した。このプローブ情報をどのように利用するのかというと、PAYD(Pay As You Drive：走行距離連動型保険)やPHYD(Pay How You Drive：運転行動連動型保険)と呼ばれる、走行距離や運転行動と連動したUBI(Usage Based Insurance：利用ベース保険)への適用である。新たな自動車保険への関心は高まっており、プローブ情報を活用することで、走行距離に応じた保険料金を設定できる。また、搭載されている通信機能付きカーナビを用いて盗難時の追跡を行う盗難追跡サービスなどの付帯サービスの提供も可能となる。

ホンダでは、プローブ情報であるインターナビを活用したSAFETY MAPを一般公開している。これは危険スポット情報で、まずは埼玉県からということで、埼玉県警本部から提供された交通事故情報やゾーン30情報に加えて、ホンダのインターナビによる急ブレーキ多発地点などを分かりやすく地図上に表示するものである。また、地域の安全活動に活用できるように作られたソーシャルマップでもあり、運転者だけでなく自転車や歩行者の立場からも危険エリアを確認し、共有することもできる。

#### 4-2 データ収集方法

交通状況のデータの収集方法として使うツールは、ELM327とandroid用アプリケーションソフトTorque Lite(OBD II&Car)と車両を使用し実車走行をして情報を収集する。

- ・ELM327について

ELM327はELM Electronicsというカナダの企業が作ったOBD-IIの通信を簡単に行えるようにするICチップである。この機器は自動車のOBD-II診断コネクタから車両の様々なデータを読み出すことができ、取得したデータをパソコンやスマートフォンへ転送する機器である。

- ・Torque Lite(OBD II&Car)について

Torque Lite(OBD II&Car)とは、車のOBD IIエンジン管理システムに接続するために、ELMのアダプタから取得したデータをスマートフォンで可視化するアプリケーションソフトである。

このアプリケーションソフトからは、油温、油圧、水温、スピードなど様々なデータが取得できる。今回取得したデータはGPSからのスピードとOBDからのスピードで

ある。設定方法は起動するごとに下記の操作を行う。



図 4.2.1 「Torque Lite (OB2 II & Car) のメニュー画面」

まず、その他をタッチする。

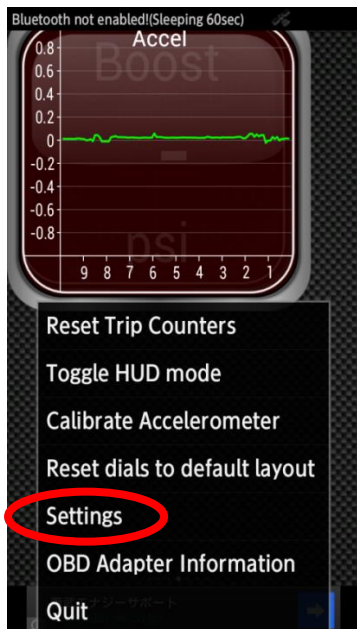


図 4.2.2 「Torque Lite (OB2 II & Car) のその他画面」

次に Settings をタッチする。

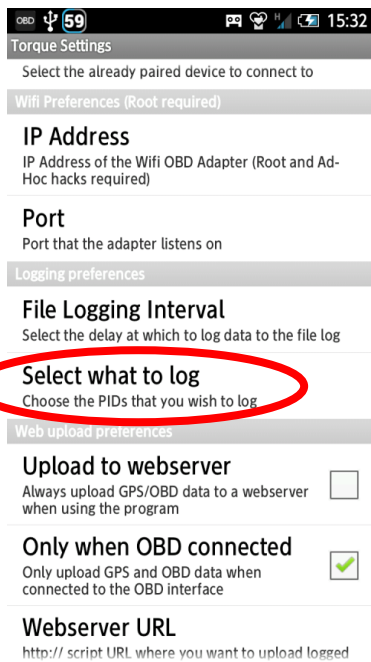


図 4.2.3 「Torque Lite (OBD II & Car) の Settings 画面」

次に Select what to log をタッチする。

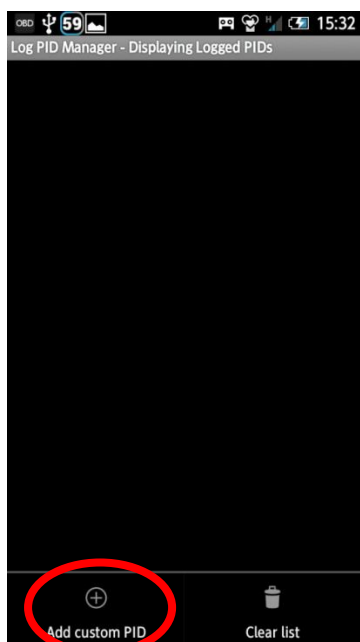


図 4.2.4 「Torque Lite (OBD II & Car) の Select what to log の画面」

次に Add custom PID をタッチする。

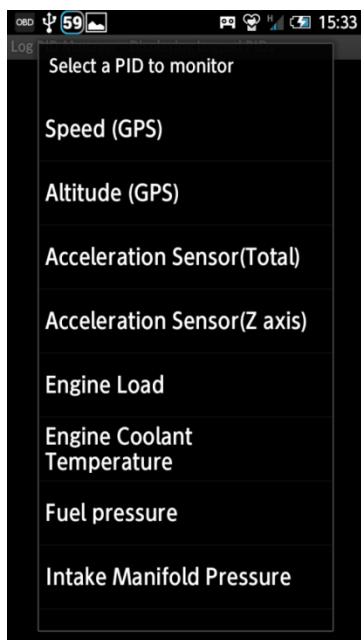


図 4.2.5 「Torque Lite (OBD II & Car) の取得データ選択画面」

最後に、図 4.2.5 のようにたくさん出てくるので、その中から取得したいデータを選択する。今回は Speed (GPS) と Speed (OBD) を選択する。これで取得したいデータの設定は完了する。

他にも「OBD Info-san! トライアル版 (日本語表記)」などの類似のアプリケーションソフトはたくさん出ているが、無料のアプリケーションソフトの中では、星 5 つ中 4.3 (2013 年 12 月 13 日現在) と他のユーザーからの評価が高く、また、表示するメーターの種類を選択することができるという使いやすさの面から英語表記しかないが、今回は「Torque Lite (OBD II & Car)」を使用した。

- ・ OBD について

OBD とは On Board Diagnostics の略であり、第一世代の車載コンピュータ診断装置のことである。

車両自身が排出ガス装置の異常を検知し、異常発生時に運転手に知らせるとともに、その異常内容を記憶する装置である。

米国カリフォルニア州が自動車から排出される有害ガスを中心とした大気汚染が深刻化したために、自動車から排出される有害物質を最小限に抑えることを目的に、カリフォルニア州大気資源局 (California Air Resources Board : CARB) によって、1988 年に開発された。



- ・ OBD-II について

OBD-II とは On Board Diagnostics II の略であり、車載コンピュータ診断装置の二世  
代目のことである。1996 年以降米国で販売する自動車に取り付けを義務付けられた車  
両診断を行うための規格。OBD では通信プロトコルなどが標準化されていなかったの  
で、OBD-II では点検コネクタや通信プロトコル、故障診断コードなどを標準化したのであ  
る。

日本では 2002 年頃から OBD-II コネクタが採用され始めた。しかし、OBD 規格とは異  
なるメーカー独自のコネクタや通信方式が容認されていたので、2002 年以降に製造さ  
れた車両でも、標準化はされていなかった。日本で国際的にほぼ標準化を終えたのは  
2006 年のことである。

#### 4-3 16 年式日産キューブを使用したデータ収集(失敗)

##### 16 年式日産キューブを使用した実車走行

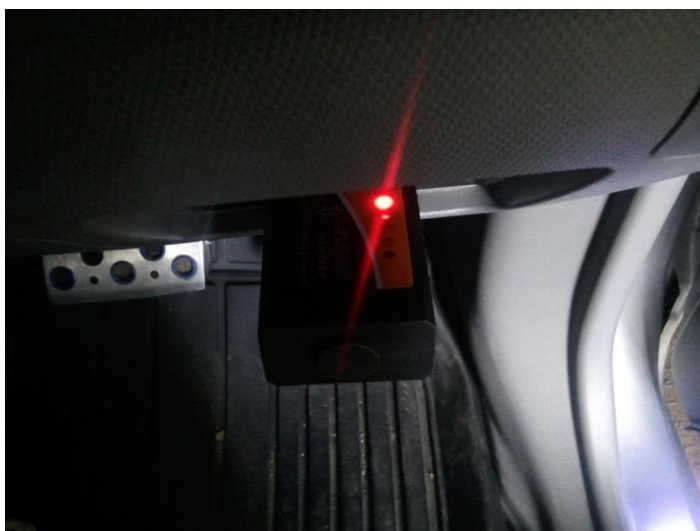


図 4.3.1 「キューブ BZ11 の OBD II コネクタと ELM327 の接続」

まず、図 4.3.1 のように ELM327 を日産キューブの OBD II コネクタに接続し、エンジ  
ンをかける。



図 4.3.2 「GALAXY S SC-02B の Bluetooth 設定画面」

次に、図 4.3.2 のように ELM327 と GALAXY S SC-02B とを Bluetooth で接続しペアリングし、Torque Lite (OBD II &Car) を起動したが、図 4.3.3 のようになった。

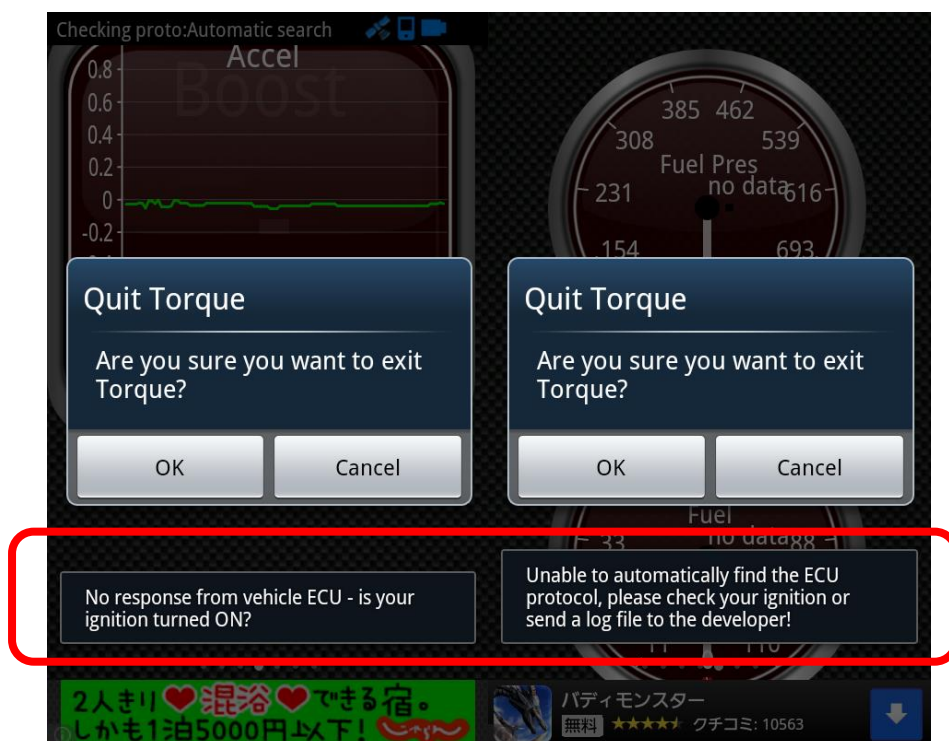


図 4.3.3 「Torque Lite (OBD II &Car) の注意表示」

図 4.3.3 の線で囲った注意書きが出てくる。

エンジンをつけてから接続するというやり方も試したが結果は同じだった。推測としては、OBD II コネクタがついていても、日本では 2008 年 10 月以降に生産された乗用車から、世界的に展開されている OBD 規制と肩を並べるレベルに到達したため、2008 年以前の乗用車は通信プロトコルが標準と違い通信が出来なかったと考えられる。

#### 4-4 24 年式スバルインプレッサを使用したデータ収集(成功)

- ・ 24 年式スバルインプレッサを使用した実車走行

スバルのインプレッサを選択した理由としては、バルのインプレッサは、ラリーも行っているため、通信プロトコルが世界共通になっているという可能性があるからだ。

本番の前に Torque Lite(OBD II & Car) を起動させ市川松戸線をテスト走行し、データは収集できているか確認したところ、スピードなどのデータがきちんと収集できていたので、インプレッサを使用することにした。

- ・ 使用する端末の検討

続いて使用する端末を検討することにした。端末はタブレット端末の Nexus 7 とスマートフォンの GALAXY S SC-02B の 2 種類を用意した。比較内容は、GPS の精度である。比較方法は、市川松戸線を 2 往復ずつし、それぞれの端末から取得した GPS データを Google Earth にて、Nexus 7 は赤色の線、GALAXY S SC-02B は青色の線で表示し、目視にてどちらがよりきちんと道路上を走行しているかを確認する。

比較した結果、図 4.4.1 のように GALAXY S SC-02B(青線)の方が Nexus 7(赤線)より精度が高かったため今回は GALAXY S SC-02B(青線)の方を使用することにした。

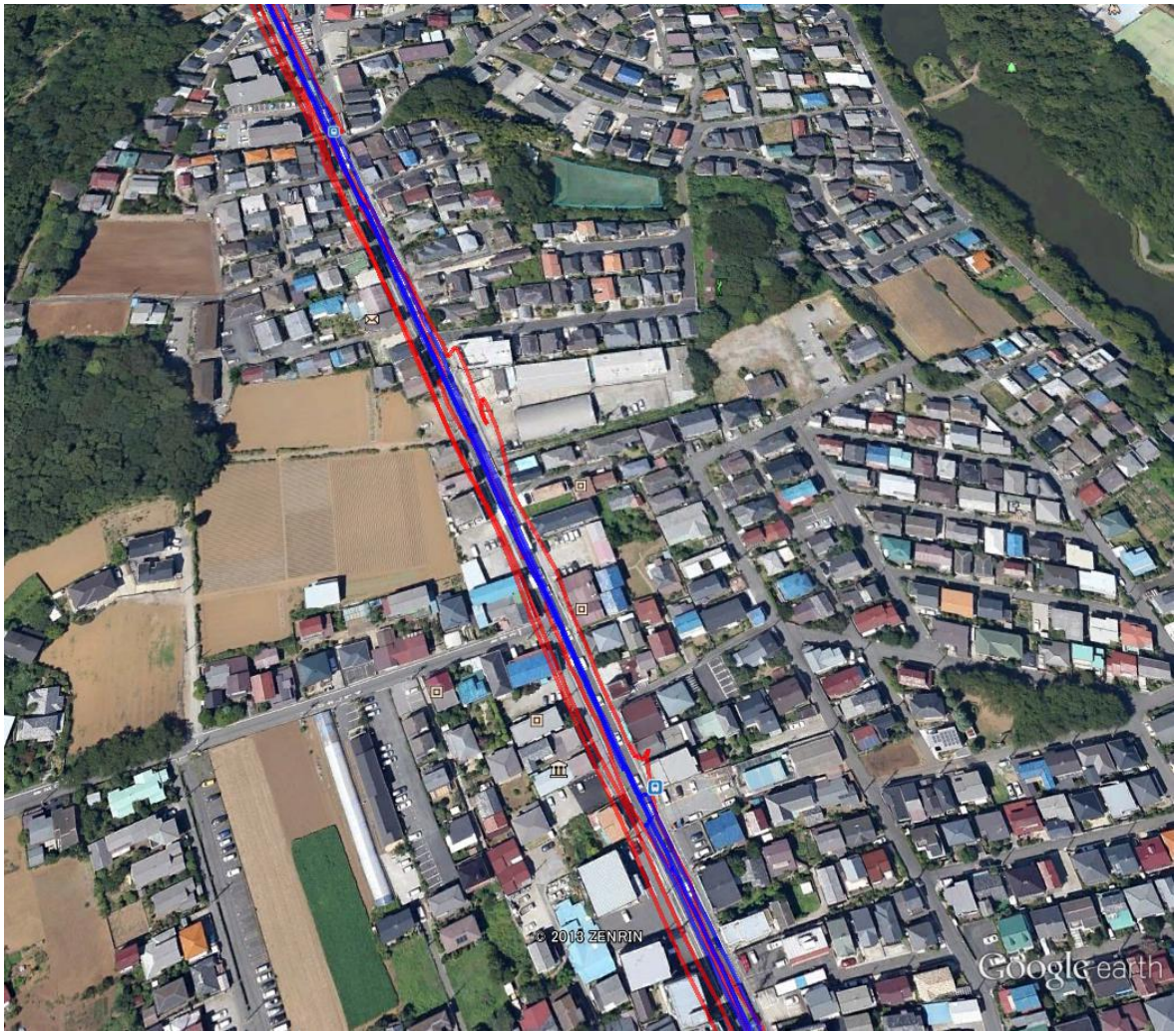


図 4.4.1 「Nexus 7 と GALAXY S SC-02B の GPS 精度比較」

- ・インプレッサでの実車走行

キューブの時と同様に図 4.4.2 のように OBD コネクタに ELM327 を差し、エンジンを掛ける。

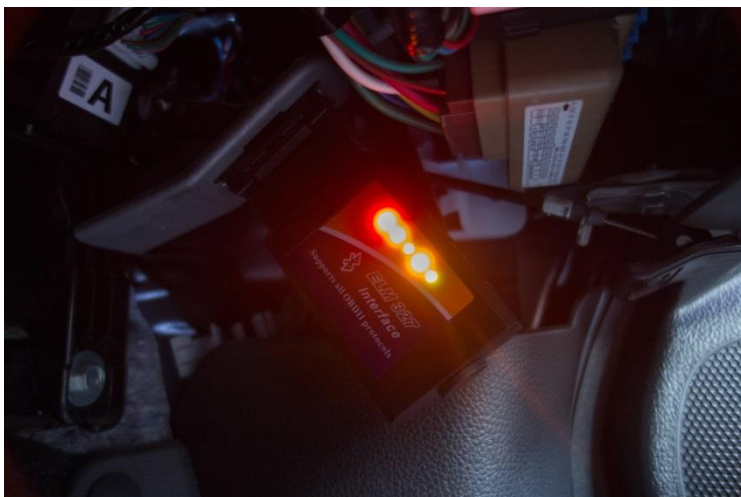


図 4.4.2 「インプレッサの OBD II コネクタと ELM327 の接続」

インプレッサの OBD コネクタと ELM327、また、GALAXY S SC-02B との接続を確認したら、図 4.4.3 の Toggle Logging をタッチし、図 4.4.4 のように「Trip logging enabled」と出たら情報が記録できるようになるので、実車走行を開始する。

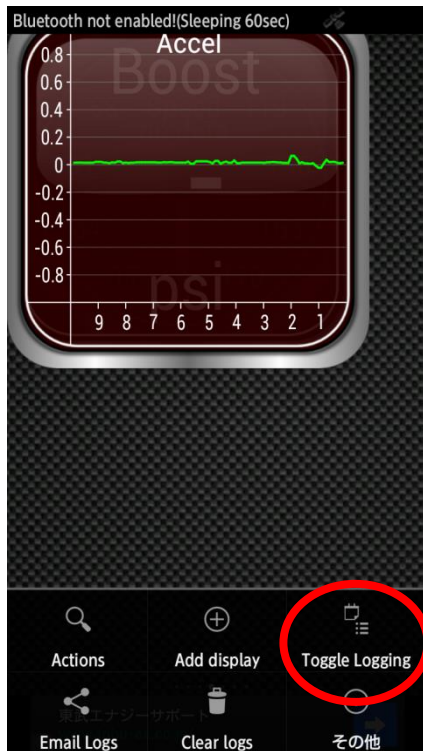


図 4.4.3 「Torque Lite (OBD II & Car) のメニュー画面」

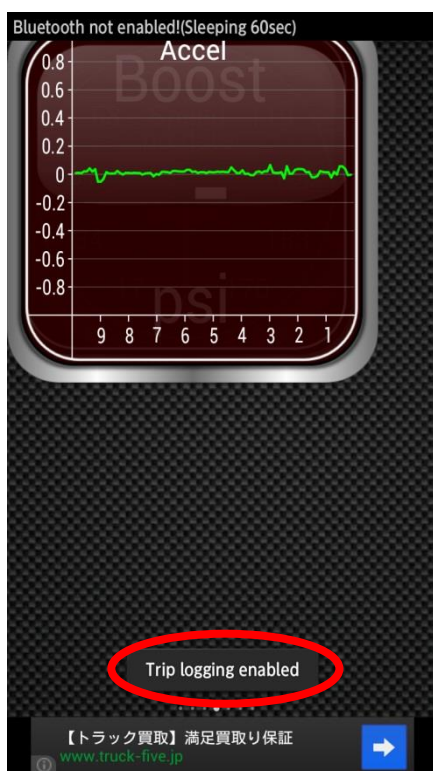


図 4.4.4 「Torque Lite (OBD II & Car) の記録開始表示」

6時24分からインプレッサによる実車走行を始めた。

今回走行するルートは、松戸市小山の国道6号と千葉県道5号松戸野田線・千葉県道54号松戸草加線との交点である松戸二中前交差点を起点とし、千葉縣市川市市川の国道14号と千葉県道60号市川四ツ木線との交点である市川広小路交差点を終点とする千葉県道1号市川松戸線(愛称名：松戸街道)を走行し、情報収集を行う。



図 4. 4. 5 「実車走行ルート」

実車走行中の走行方法としては、他の車両との流れに沿った走行をする。ただし、信号停止は必ず行い、安全を確認して走行するものとする。また、停止により前の車両との間隔が開いたとしても、無理に追いつこうとはせず、安全な速度で走行する。駐停車している車両や、バス停に停車中のバスがいた場合は、追い越しをよしとするものとする。

実車走行中の様子は図 4. 4. 6 のようにスマートフォンを置いておくだけである。

メリットとしては、ELM327 と Bluetooth で繋いでいるので、配線などが無く、スマートに情報収集ができる。

デメリットとしては、ディスプレイが点灯し続けるので、スマートフォンのバッテリーが持たず、図 4. 4. 6 のように充電しながらではないといけないということである



図 4.4.6 「実車走行中の様子」

本実車走行は 19 時 51 分終了した。往復回数は 16 往復である。

終了時には図 4.4.3 の赤丸の部分をタッチし、図 4.4.7 のように「Trip logging stopped」と出たら記録終了である。

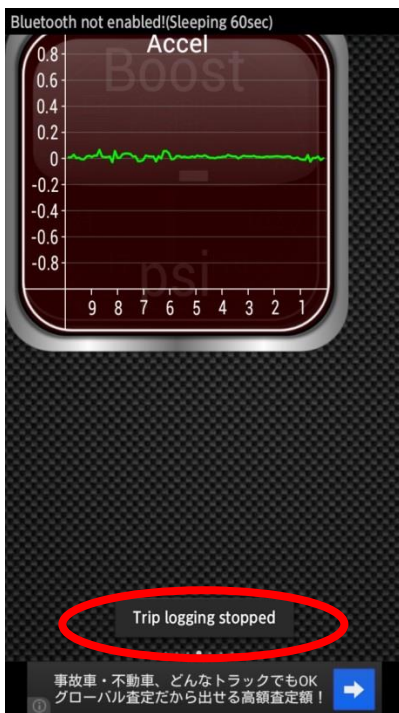


図 4.4.7 「Torque Lite(OBD II & Car)の記録終了表示」

その後、保持したデータを送信するが、方法が二つある。

まず、Web にアップロードする方法がある。この方法だと、1 秒ごとにデータが webserver に送信される。送信されるデータは、時刻と GPS、OBD のデータ、端末を識



別する Torque User id も暗号化され送信される。しかし、データが 1 秒ごとに送信されるので、常時データ通信が行える環境であり、料金も気になるところではある。

もう一つの方法としては、最後にまとめてメールにて送信する方法である。この方法は走行が終了したら、図 4.4.8 の「Email logs」をタッチし、図 4.4.9 の「KML Lines (Google earth)」、「KML Points (Google earth)」、「CSV (Comma separated values)」のそれぞれをタッチし、メールにて送信するという方法である。

私が選んだのは走行終了後メールにて送信する方法である。この方法の方が、常時データ通信が行われているのか、料金はどのくらいになるのか気にせずに行えるからである。



図 4.4.8 「Torque Lite (OBD II & Car) のメニュー画面」

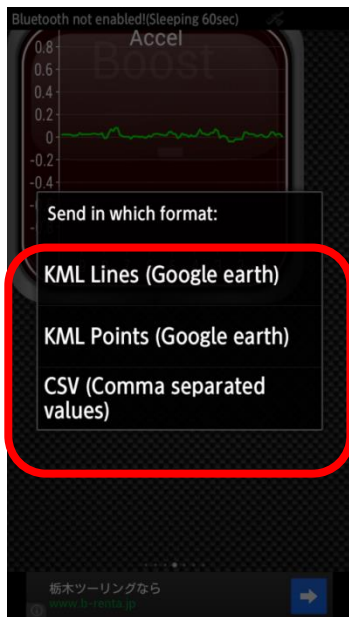


図 4.4.9 「Torque Lite (OBd II & Car) の送信する記録データの選択画面」

#### 4-5 収集したデータの分析

- ・ 走行結果

期間：2013年11月26日火曜日 6時～20時

区間：千葉県県道1号市川松戸線(市川広小路交差点～松戸二中前交差点) 4.8km

走行回数：上下17回

記録データ項目：記録日、時分秒、走行速度、GPS測位位置

- ・ 時空間図 A

実車走行したデータから、出発時刻を横軸とし、縦軸に距離とした時空間図(以下、時空間図 A)を作成した。

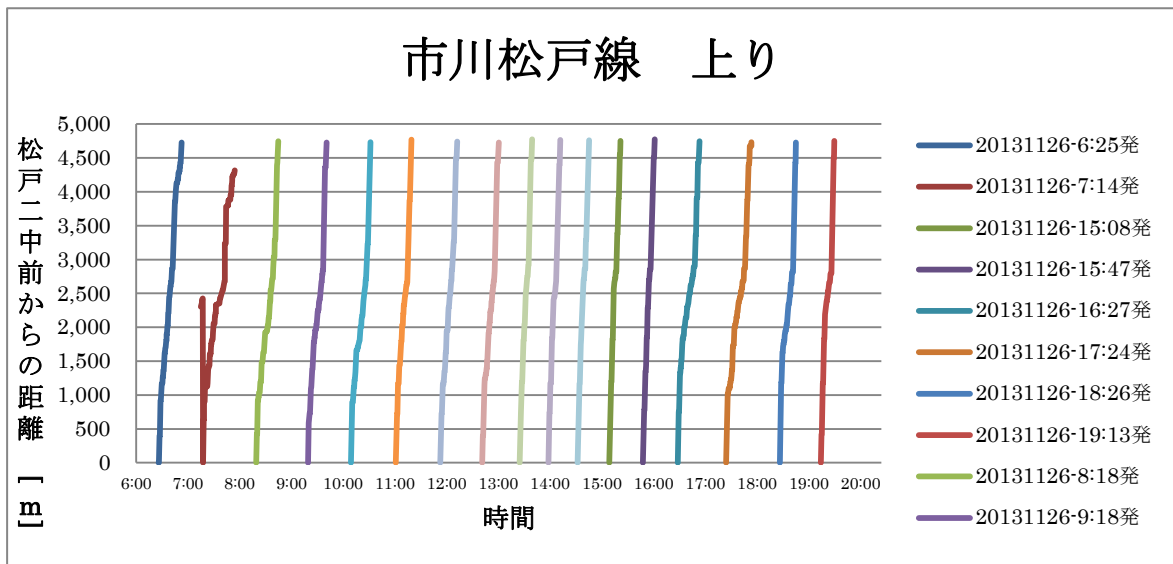


図 4.5.1 「平成 25 年 市川松戸線 上り 時空間図 A」

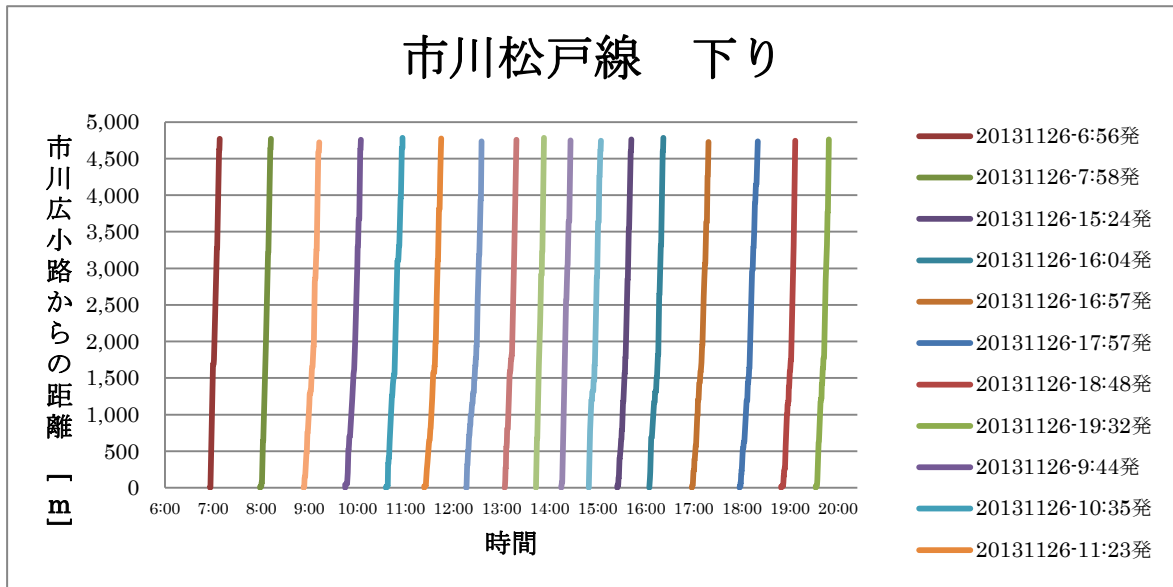


図 4.5.2 「平成 25 年市川松戸線 下り 時空間図 A」

図 4.5.1 と図 4.5.2 を比較すると、上りの方は緩やかに斜めっていて、下りの方はほぼ傾きもなく急であることが読み取れる。したがって、全体的に上りの方が下りよりも速度が遅く、時間を要していることが分かる。

図 4.5.1 の 20131126-7:14 発の線が 2 つに分かれてしまう状態になっているが、他の時間帯と同じように走行していたので、なぜこのようになったのかは原因不明である。

・時空間図 B

上りと下りの実車走行したデータを同時刻に出発したとして、その距離の経過をグラフ化した時空間図(以下、時空間図 B)を作成した。

時空間図 B を作成することにより、各走行トリップ間での違いがより明確になるとともに、走行区間の交通状況が距離別で読み取れる。

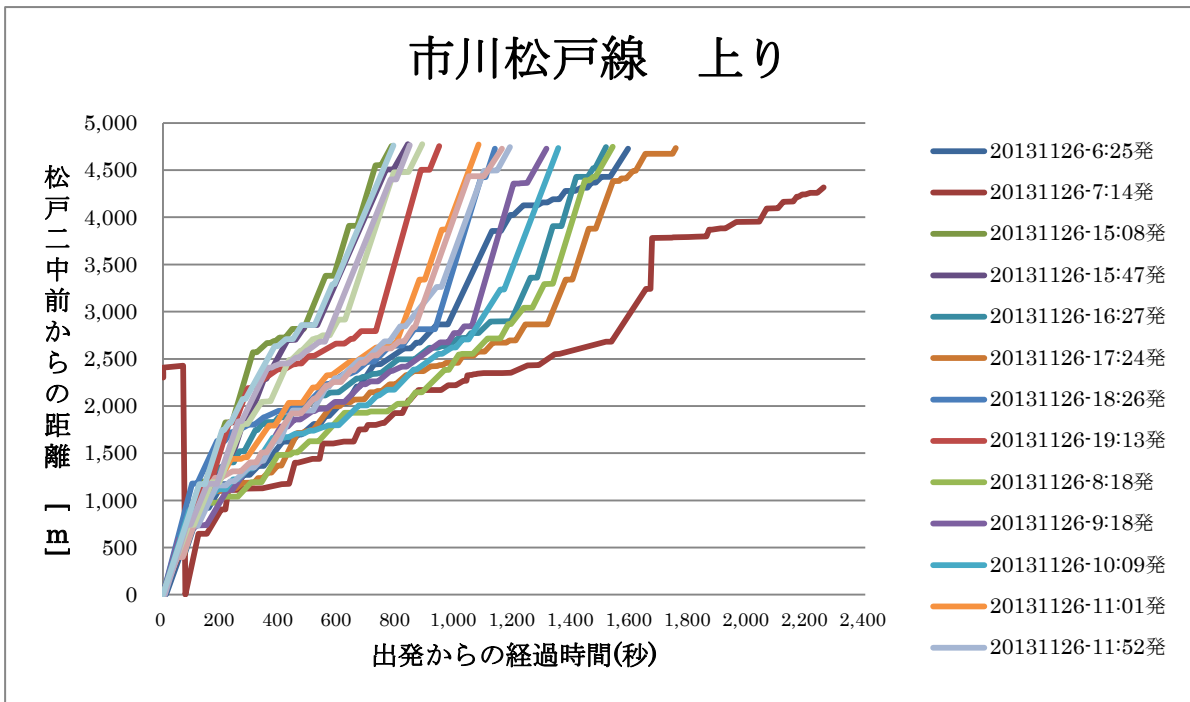


図 4.5.3 「平成 25 年 市川松戸線 上り 時空間図 B」

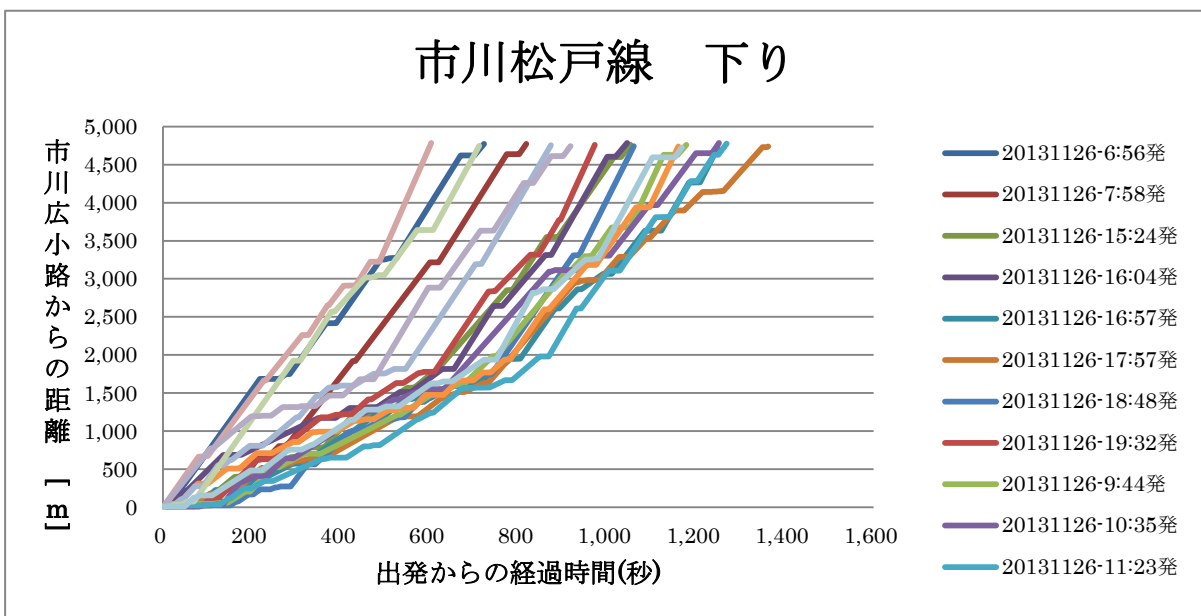


図 4.5.4 「平成 25 年 市川松戸線 下り 時空間図 B」

表 4.5.1 「市川松戸線 主要信号距離程」

|    | 交差点名   | 上り    | 下り    |
|----|--------|-------|-------|
| 1  | 市川広小路  | 4.8km | 60m   |
| 2  | (バス通り) | 4.6km | 180m  |
| 3  | (真間川北) | 4.0km | 760m  |
| 4  | 真間山下   | 3.9km | 860m  |
| 5  | 和洋女子大前 | 3.4km | 1.4km |
| 6  | 里見公園入口 | 3.1km | 1.7km |
| 7  | 国立病院前  | 3.0km | 1.8km |
| 8  | 公民館前   | 2.8km | 2.0km |
| 9  | 栗山     | 2.1km | 2.7km |
| 10 | 栗山坂下   | 1.9km | 3.0km |
| 11 | 下矢切    | 1.4km | 3.4km |
| 12 | 中矢切    | 1.2km | 3.6km |
| 13 | 上矢切    | 780m  | 4.0km |
| 14 | 浅間台    | 430m  | 4.4km |
| 15 | 松戸二中前  | 100m  | 4.8km |

図 4.5.3 を見ると、1,000m のあたりの中矢切付近まではどの時間帯も一定の速度で走行できていることが分かる。しかし、1,000m あたり過ぎから 3,000m あたりの国立病院前付近までは、ほとんどの時間帯で走行速度が遅くなっており、3,000m あたりを過ぎてしまえば、市川広小路まで、ある程度の走行速度を維持できている。以上のことから、上り線はほとんど時間帯に左右されることなく、中矢切付近から国立病院前付近までが混雑している状態であることが分かる。中矢切から混雑する理由としては、市川松戸線に国道 298 号線(東京外郭環状道路)が合流するためだと考えられる。また、表 2.1.1 を見ると、栗山、小学校、公民館と立て続けにバス停が直接道路に面しており、路肩幅も狭いため、乗降中の際に後続の車両が追い越すことができず、混雑してしまうのではないかと考えられる。3,000m を過ぎてから走行速度が維持できる理由と

しては、4,000mあたりの真間山下付近から二車線になるからではないかと思われる。

図 4.5.3 の 20131126-7:14 発の線は他のとは違う感じになっているが、他の時間帯と同じような走行をしているので、なぜこのような状態になってしまったのかは原因不明である。

図 4.5.4 を見ると、ほとんどの時間帯で開始直後の市川広小路から 2,000m あたりの国立病院前付近までが走行速度が遅く、混雑している状態であることが分かる。2,000m あたりの国立病院前を過ぎてしまえば、松戸二中前まで、ある程度の走行速度を維持できている。以上のことから、下り線はほとんど時間帯に左右されることなく、市川広小路から国立病院前付近までが混雑している状態であることが分かる。市川広小路付近から混雑している理由としては、市川広小路の交差点のところで、市川松戸線に船橋方面から合流する車両と東京方面から合流する車両との譲り合いが起きることと、次の交差点で道幅は多少広い構造にはなっているが、右折レーンがなく、走行速度が落ちてしまうからではないかと考えられる。2,000m あたりの国立病院前付近までが混雑している理由としては、国立病院先のところにじゅん菜池緑地入口方面に向かう道路があり、右折する車両が多く見られるのに、右折レーンがなく、道幅も狭いことで、後続の車両が詰まってしまい混雑していると考えられる。

上りと下りで共通して見られる点は、表 4.5.1 で見られるように、国立病院前付近の信号の間隔が狭いということである。また、片側 1 車線の路肩幅が狭い箇所も多々あり、そういう箇所では自転車や逆走する自転車、原動機付自転車、駐停車している車両を追い越せず、走行速度が落ちてしまうのである。

#### 4-6 平成 23 年の市川松戸線の時空間図 B との比較

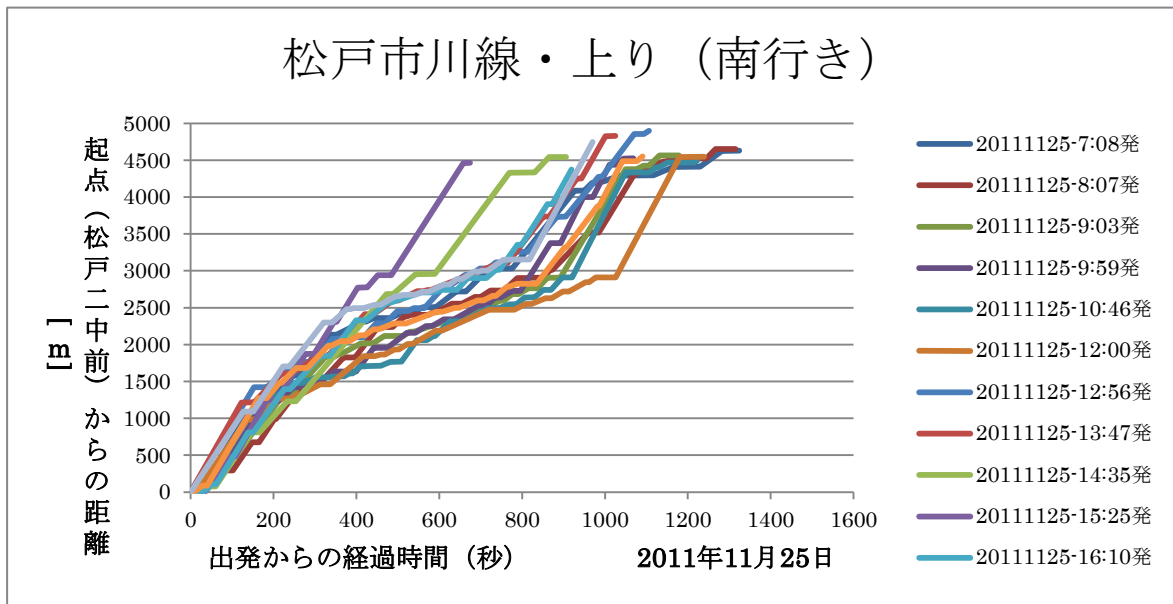


図 4.6.1 「平成 23 年 市川松戸線 上り 時空間図 B」(参考文献【4】より引用)

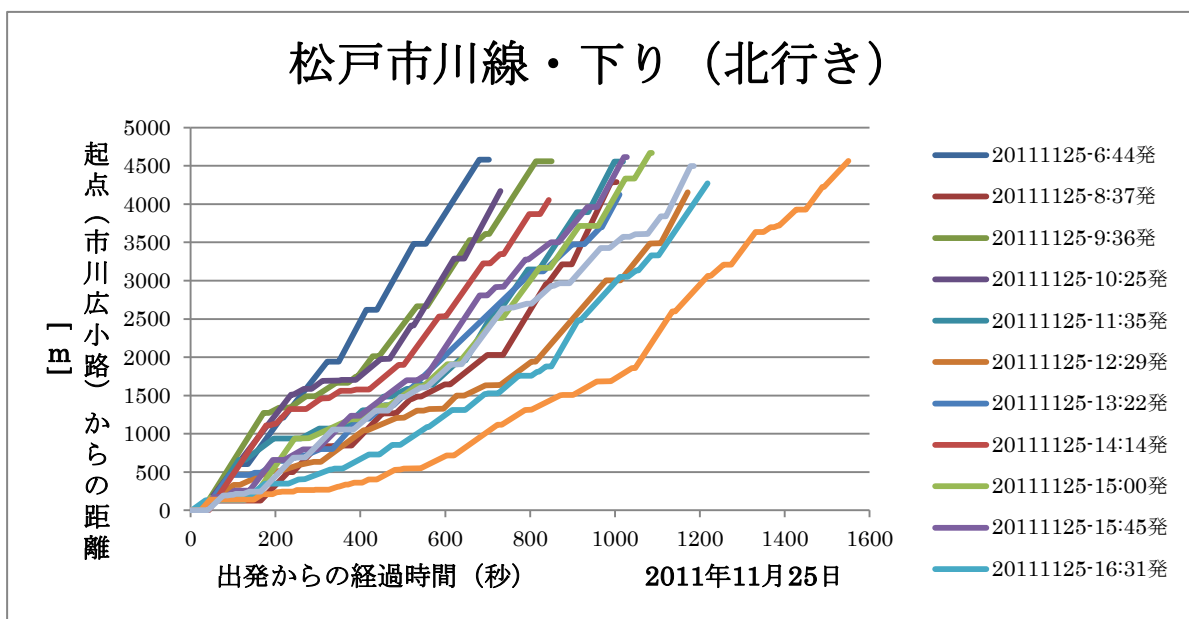


図 4.6.2 「平成 23 年 市川松戸線 下り 時空間図 B」(参考文献【4】より引用)

図 4.5.3 と図 4.6.1 を比較してみると、市川松戸線上りは、1,000m あたりの中矢切付近から 3,000m あたりの国立病院前までが混雑しているというのはほぼ一緒である。しかし、図 4.5.3 は到着する時刻に大幅な差があるのに対し、図 4.6.1 はそこまで差はなく、まとまっているように見える。平成 22 年から平成 25 年の間に道路構造の変化はないということは、交通量の変化だと思われる。平成 23 年は交通量が時間帯に左右されず、ほぼ一定だと考えられ、平成 25 年は時間帯により交通量が増減するという

ことになる。

図 4.5.4 と図 4.6.2 を比較してみると、市川松戸線下りは、開始直後の市川広小路から 2,000m あたりの国立病院前付近まで混雑しているというのはほぼ一緒である。しかし、図 4.5.4 は到着する時刻にそこまで差はなくまとまっているように見えるのに対し、図 4.6.2 は到着する時刻に大幅な差が生まれている。平成 22 年から平成 25 年の間に道路構造の変化はないということは、下りもまた交通量の変化だと思われる。平成 23 年は交通量が時間帯に左右され、平成 25 年は時間帯により交通量はほとんど変化せず一定であると考えられる。



## 第5章 まとめ

### 5-1 まとめ

本学(千葉商科大学)の近くに存在する千葉県道 1 号市川松戸線は日中いつも混雑しており、道路利用者や経済に影響を及ぼしている。そのため市川松戸線が混雑する原因を分析するために、道路構造についてのフィールドワークによる調査、既存の道路交通データの収集、実車走行によるプローブ情報の収集を行い、収集したデータを分析した。フィールドワークによる調査によって得られた道路構造の状態は、平成 22 年の道路構造と比較した。既存の道路交通のデータの収集では、平成 22 年の道路交通センサスをもとにグラフを作成し、分析を行った。実車走行によるプローブ情報の収集については、市川松戸線を 17 往復して得たプローブ情報データを分析し、また、平成 23 年に収集されたプローブ情報データと比較して分析を行った。

分析結果から混雑する理由としては、道路構造に問題があると考えられる。市川松戸線上りじゅん菜池緑地入口の箇所に右折レーンがないこと。ほとんどの箇所で道路の幅が狭いこと。バス停にバスが停車していても、後続車がスムーズに追い越しできるスペースを確保しているバス停が少ないことがあげられる。混雑が解消できると思われる道路構造の改善案としては、市川松戸線上りじゅん菜池緑地入口の箇所に右折レーンの設置、上下線とも言えることだが道路の幅を広くすることや、バス停にバスが停車していても、後続車がスムーズに追い越しできるスペースを確保しているバス停を増やすことで混雑は解消できるのではないかと考えられる。しかし、市川松戸線には民家などの建物が隣接している箇所が多いので、右折レーンの設置や道路の幅を広くすること、バス停のスペースを広くするという事は難しいが、この案が実現できれば混雑の解消に期待ができる。また、現在未完成の東京外郭環状道路が開通すれば、交通の流れが変わるので交通量が減少し、市川松戸線の混雑は解消されるのではないかと期待できる。

### 5-2 今後の課題

今回の実車走行によるプローブ情報の収集で起きた、図 4.5.1 の 20131126-7:14 発の異常な値についての原因究明を行うことで、もっと正確で信頼できる情報が収集できると期待できる。また、実車走行によるプローブ情報の収集は一週間行い、天候も

関係してくるのか比較すると、新たな発見があるのではないかと考えられる。しかし、研究者自らが長時間運転し、情報収集活動を行うことは現実的には無理がある。

今後は、今回は Web にアップロードする方法を使用しなかったが、確実に通信が行える状態にし、できればバス会社に協力してもらい情報収集し、Web にアップロードされたデータを自動的に分析できる仕組みを作れることが望ましい。

## 参考文献

- 【1】 平成 22 年度全国道路・街路交通情勢調査（道路交通センサス）  
<http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/>  
2013 年 12 月 12 日
  
- 【2】 京成バス 時刻表(松戸駅)  
[http://www.keiseibus.co.jp/jikoku/bs\\_tt.php?key=03006\\_11a](http://www.keiseibus.co.jp/jikoku/bs_tt.php?key=03006_11a)  
2013 年 12 月 12 日
  
- 【3】 京成バス 時刻表(市川駅)  
[http://www.keiseibus.co.jp/jikoku/bs\\_tt.php?key=02001\\_01a](http://www.keiseibus.co.jp/jikoku/bs_tt.php?key=02001_01a)  
2013 年 12 月 12 日
  
- 【4】 只松 隼「プローブ情報システムを利用した道路交通の分析と改善検討」  
2012 年 1 月 25 日
  
- 【5】 VICS  
<http://www.vics.or.jp/index1.html>  
2013 年 12 月 12 日
  
- 【6】 カーナビ・VICS の出荷台数 - 国土交通省  
[http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/pdf/vics/navi\\_vics.pdf](http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/pdf/vics/navi_vics.pdf)  
2013 年 12 月 12 日
  
- 【7】 岩橋 努「ユビキタス時代におけるモバイル通信・ITS 技術テキスト—携帯  
端末による無線通信と高度道路交通システム」日本理工出版会、2008 年
  
- 【8】 神尾 寿「自動車 ITS 革命!」ダイヤモンド社、2004 年

【9】 交通工学研究会「道路交通技術必携（2007）」建設物価調査会、2007年

## 謝辞

本研究を行うにあたり、丁寧にご指導をしてくださった渡辺恭人准教授に大変感謝しております。論文の構成から研究のための資材提供までしてくださりました。また、テスト走行時にも同乗していただき、協力してくださいました。そのおかげで本研究を進めることができたと感じており、感謝の気持ちでいっぱいです。

最後に、私の卒業研究に関わってくださった全ての方に感謝を述べさせて頂きます。謝辞とさせていただきます。