

2011年度 卒業研究

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

指導教員：渡辺 恭人

0840024

只松 隼

提出日 : 2012年 1月 25日

## 目次

### 第1章 背景・目的

#### 1-1 背景

#### 1-2 目的

#### 1-3 本論文の構成

### 第2章 現状と問題点

#### 2-1 道路交通の分析手法

#### 2-2 位置情報の取得方法と交通情報の提供方法

### 第3章 市川・松戸線の現状と関連調査

#### 3-1 市川松戸線概要と現状

#### 3-2 過去の関連調査

### 第4章 プローブ情報を用いた道路交通状況の分析

#### 4-1 道路交通状況の分析手法

#### 4-2 市川松戸線における道路構造の変更点

#### 4-3 データ収集の方法

#### 4-4 収集プローブデータの概要

#### 4-5 収集したプローブ情報の分析

#### 4-6 平成17年度の時空間図との比較

### 第5章 まとめ

#### 5-1 まとめ

#### 5-2 今後の課題

### 参考文献

## 第1章 背景・目的

### 1-1 背景

道路交通は国や地域において血管のようなものである。交通の状況が、国や地域の経済や社会に大きな影響を及ぼす。本学の近隣には県道1号線という幹線道路が存在し、現状では未完成の東京外郭環状道路の千葉区間の代替道路となっており、日中は混雑している。

本研究では、この道路の状況を分析するために、詳細な情報収集を行い、問題点の解明を行う。手順としては、道路の構造や事物について実際に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、これらから道路の状況を詳細に分析する。分析結果から渋滞箇所ならびにその原因について検討し、改善方法の提案を行う。

### 1-2 研究目的

既存の道路においてプローブ情報を収集することにより、道路交通の状況をより正確に把握し、状況の改善に向けた提案を行う。地域の動脈ともいえる幹線道路の改善提案により、地域交通の円滑化に資することを目的とする。

### 1-3 本論文の構成

本論文の2章では、県道1号市川松戸線を分析するための分析手法について述べる。3章では調査対象である県道1号市川松戸線の現状と過去について述べる。4章では、実車走行によって収集されたプローブデータの分析、市川松戸線の過去との比較について述べる。5章では本研究のまとめを述べる。

## 2章 現状と問題点

### 2-1 道路交通の分析手法

#### (1)プローブ交通情報

プローブ交通情報は、実際に自動車が行った位置や車速などの情報を用いて生成された道路交通情報である。また車速から生成される渋滞・混雑情報以外に、ワイパーから天候情報、ブレーキから燃費情報とさまざまな情報生成が期待されている。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・図形で表示する画期的な情報通信システムから提供される道路交通情報が広く一般に普及しているが、主に道路のセンサーから速度情報を取得してい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ている。しかし、プローブ交通情報の場合実際に走行している車から情報を収集し道路交通情報を生成するため、広範囲な道路を対象とした道路交通情報の生成・提供が可能となる。

#### (2)プローブ情報ネットワーク

自動車を“走るセンサー”に見立てて、渋滞状況や天候の変化、危険箇所などの情報を集める仕組み。これが人工衛星や監視カメラなどを補う情報収集インフラとして注目が集まっている。複数の自動車が協調して「探索する」ことから、プローブ情報ネットワークと呼ぶ。自動車には速度計やブレーキ、ワイパーやエアコンなどを制御する様々なセンサーが備わっている。これらとカーナビゲーションシステム、携帯電話の通信機能を組み合わせることで、「いつ、どこが、どのような状況にあるのか」を把握できる。

個々の自動車から集められる情報は少ないが、数十万台からの情報を集約すれば人工衛星よりも高精度な情報を広い範囲で収集できる。自動車をセンサーとして使うため、新たな設備投資が不要という利点もある。



図 2. 1. 1 「東日本大震災直後の自動車通行実績（プローブ統合交通情報）」（ITS Japan 作成）

プローブ情報ネットワークの効果が初めて実証されたのは、2007年7月に発生した新潟県中越沖地震。道路が至るところで寸断され、救援物資をスムーズに運び込めない状況を救った。一般のドライバーから集めた走行情報を分析し、地震の翌日には道路の寸断状況を把握。首都圏から最短時間で救援物資を運ぶルートを見つけ出すことができた。その後、各自動車メーカーおよびカーナビゲーションメーカーの製造するカーナビゲーションシステムは通信対応となり、プローブ情報に関する機能の普及が進みつつある。その結果、2011年の東日本大震災直後からの通行可能道路の情報について、Honda、パイオニア、トヨタ、日産が通信カーナビで匿名かつ統計的に収集した通行実績情報を使用し、図 2. 1. 1 のような地図情報が提供された。（文献【1】、【2】、【3】を参照）

現在は渋滞回避情報の提供などドライバー向けサービスが中心だが、地域住民に災害や事故の危険を通知する情報サービス基盤としても活用できる。例えば、ワイパーの動作状況を基に降雨範囲や雨の強さを特定できれば、集中豪雨が迫っていることを地域住民に知らせられる。日産自動車は、見通しの悪い路地での事故を防止するシステムを開発している。路地に接近中の歩行者の携帯電話から収集した位置情報と自動車の位置・速度情報を基に、事故の可能性を予測する。危険を察知したときは、ドライバーに注意を促す。ドライバー向けのサービスも拡充している。ホンダは全国の警察と協力し、車上荒らしや盗難などが多発する危険地域を予測してドライバーに通知するサービスを始めた。現在は、自

自動車メーカーが個別にプローブ情報ネットワークを構築しているが、集めた情報の互換性はない。国土交通省は2012年度を目安にプローブ情報ネットワークを官民で相互利用するための情報基盤構築の検討を始めている。トヨタ自動車とホンダ、日産の大手3社は、プローブ情報ネットワークの標準化や普及促進策を検討するワーキンググループを発足させた。

国内では現在、約7500万台の自動車が走っている。このうち走るセンサーとして情報を収集できる自動車は2008年末時点で約100万台。この台数が増えるにつれ、情報収集インフラとしての威力が増す。

## 2-2 位置情報の取得方法と交通情報の提供方法

本節では、交通状況分析に必要な情報の一つとして、位置情報を取り上げ、その取得方法の現状と問題点について述べる。

### (1) GPS

人工衛星を利用して自分が地球上のどこにいるのかを正確に割り出すシステム。米軍の軍事技術の一つで、地球周回軌道に30基程度配置された人工衛星が発信する電波を利用し、受信機の緯度・経度・高度などを数cmから数十mの誤差で割り出すことができる。米国防総省の管理するGPS衛星は高度約2万kmの6つの軌道面にそれぞれ4つ以上、計24個以上が配置され、約12時間周期で地球を周回している。約7年半で寿命を迎えるため、毎年のように新しい衛星を打ち上げて軌道に投入しており、概ね30個前後の衛星が常時運用されている。GPS衛星は高性能の原子時計を内蔵しており、1.2/1.5GHz帯の電波で時刻を含むデータを地上に送信している。(文献【4】を参照)

GPS受信機は複数のGPS衛星からの電波を受信してそれぞれとの距離を割り出すことにより、現在位置を測定することができる。3つの衛星が見えるところでは緯度と経度を、4つの衛星が見えるところではこれに加えて高度を割り出すことができる。

衛星が発信する電波に含まれる時刻データは暗号化されたものと暗号化されていないものの2種類があり、暗号化されたデータは米軍しか利用することができない。誤差は数cmから数十cmと言われており、精密誘導兵器などに利用されている。民生用に利用できるものは暗号化されていないデータで、故意に精度が落とされているため誤差は10m程度となる。誤差をより小さくするため、正確な位置の分かっている地上の基準局から電波を発信

し、これを利用して位置情報の補正を行う「DGPS」という技術が実用化されており、誤差を数mに縮めることができる。

過去には米国防総省が安全保障上の理由から民生用GPS信号の精度を100m程度まで落としたことがあり、各国政府は位置情報をアメリカ政府に依存する状態に危機感を覚えていると言われている。EU各国は共同でGPS同様の人工衛星を利用した位置測位システム「Galileo」を推進しており、中国などにも参加を呼びかけている。ロシアも旧ソ連時代から「GLONASS」と呼ばれる位置測位システムを推進している。

GPSの民生利用は航空機や船舶などの航行システムで行われてきたが、近年の半導体技術の急激な発達に伴い機器の小型化・低価格化が進み、情報技術の進展から地図を表示するコンピュータシステムなども安価に提供されるようになったため、カーナビゲーションシステムや携帯電話に広く組み込まれるようになり、位置情報を利用した様々なサービスが提供されるようになっている。

#### (2)D-GPS(Differential GPS)

位置の分かっている基準局が発信するFM放送の電波を利用して、GPSの計測結果の誤差を修正して精度を高める技術。基準局でGPSによる測量を行い、実際の位置とGPSで算出された位置のずれを中波やFM放送などの地上波で送信することにより、GPS衛星からの信号により計測した結果を補正する。通常のGPSでは100m程度の誤差が生じるが、DGPSによっておおむね5m程度に誤差が軽減される。ただし、100mの誤差は米国防総省が提供していたGPSに安全保障を理由として故意にノイズが混入されていたために発生したものであり、ノイズ混入が行われなくなった現在ではDGPSを採用しなくても誤差は10m程度までに収まる。

#### (3)A-GPS(Assisted GPS)

A-GPSの“A”は補助されているという意味の英語、assistedの頭文字から来ている。そのため、A-GPSのことを日本語ではアシスト型GPSとも言うこともある。その名の通り、地球上空を飛行している人工衛星からの電波を利用して端末内の位置を計測する全地球測位システムGPSを改良し、携帯電話などのデータ通信を補助的に利用して測位する。A-GPS端末では、携帯電話の電波の届いているエリアであれば、地球上のどこでも市街地で5～10m程度、建物内で20m程度以内の誤差で、現在地を確認できる。携帯電話では、多くの

機種で A-GPS を利用した位置測位が利用できるようになっており、いろいろなサービスで位置情報を活用できる。

位置情報を活用したサービスとしては、NTT ドコモの i コンシェルや i アプリなどと連携して居場所にあわせて天気情報などを配信してくれるオート GPS などがある。また、ソフトバンクモバイルの携帯電話では、iPhone も A-GPS に対応しており、さまざまな iPhone アプリでも利用されている。au では、以前から多くの機種で、A-GPS の一種である gpsOne というクアルコム開発の位置情報取得技術を搭載している。対応機種では、EZ ナビウォークの「今いる場所の地図」「周辺検索」「乗換案内」などの機能で、現在地を確認するといった使い方ができる。

また一般的な GPS では、搭載機器で自分の位置を知るためには、最低 3 個以上の GPS 衛星からの信号を捕捉して利用する。電波の速度は高速で一定なため、衛星の位置関係がわかっているなら、あとは 3 個以上の衛星からの電波受信で、タイミングのずれを計ることで自分のいる位置を特定できる。ただし、衛星だけを使って位置を測位する方式には、測位に時間がかかってしまう。GPS 測位では、衛星から距離を測るための「時刻信号」と、衛星の位置を知るための「全衛星軌道データ (アルマナックデータ)」「衛星軌道データ (エフェメリスデータ)」を捕捉して利用する。しかし、2 つの軌道データは、衛星からは 30 秒周期、50bps という伝送レートで送られている。このことから純粋に GPS だけの現在地測位には、少なくとも 30 秒はかかることになる。

さらに、実際にはまず衛星を探して、そこからアルマナックデータを受信し、全衛星の位置を把握し、それから他の衛星を探してエフェメリスデータを取得し、これを複数回繰り返す。以上のことを行う初期状態では、分単位の時間が必要になってしまう。A-GPS では、アルマナックデータ、エフェメリスデータの衛星軌道データを携帯電話のデータ通信で取得する。端末は、サーバーから軌道データが得られれば、あとは衛星からの時刻信号さえ取得できれば、測位できるようになる。

携帯電話では、もともと通話のために常に基地局と通信しており、一般的には数 km、最大でも数十 km 程度の範囲にいることが常にわかっている。そこで、A-GPS 端末から測位したいと要求があった場合、携帯電話事業者は、そのおおよその位置で計測できそうな衛星の軌道データなどを選んで送ることができる。これによって、これまでの GPS と違っていつでも、非常に短い時間で現在位置を測位できる。

携帯電話から要求を受けて、基地局の位置情報を元に A-GPS サーバーが軌道データを端



末に送信する。端末は、衛星からの時刻信号を受け、現在の位置を測位する。ちなみに、GPS では、受信した衛星軌道データはある程度期間が経過すると、有効起源が切れてしまう。ずっと使わなかった GPS 機器を久しぶりに使おうとしたら、測位できるまでかなり待たされる、ということが理論上、あり得る。一方、A-GPS の場合は、長期間電源をオフにしている、再計測にかかる時間はそれまで大きくならない。もっとも GPS 端末によっては、この問題を解決するため定期的に衛星データを自動受信するものなどもある。

一般的な GPS に比べ、A-GPS には他にもメリットがある。そのうちの 1 つが屋内での計測。これまでの GPS では、遮蔽物、たとえば、部屋の中にいるなど、ビルの壁に囲まれていると測位ができないことがあった。A-GPS では、比較的ノイズに影響されにくい時刻信号のみを受信すればよい、壁など電波を反射するものがあつた場合誤差が出やすくなるものの、従来は測位できなかった室内でも、窓に近ければ測位できるようになるケースがある。

ただし、A-GPS にも、その仕組み上、デメリットが存在する。たとえば、携帯電話のデータ通信の仕組みを使うため、携帯電話のサービスエリア外では利用できない。また測位をする際には、携帯電話の通信料が発生することになる。(文献【5】を参照)

#### (4)GPS 測位の誤差要因

携帯電話やテレビなどにおいて、基地局から送信された電波が建物や地形などの障害によって反射・回折し、端末が複数の経路から同じ電波を受信してしまうことをマルチパスという。多重波伝送路とか遅延波とも言われる。マルチパスが生じ、端末が複数の経路からの電波を受信してしまうと、複数の経路距離が異なる経路の電波を受信するため、波形に位相のずれが生じてしまう。このため、受信した電波にノイズが生じてしまい、符号の復号ができなくなってしまうこともある。

携帯電話では、相手の話す声がこだましているような印象を受けたり、都心部のビル街で圏外となってしまうたりする場合にマルチパスが発生している。テレビ放送では、画面上の映像が重なり合って表示される「ゴースト」現象が生じている場合がマルチパス障害である。

そのために携帯電話では、マルチパスの位相差を修正することのできるレイク受信方式が、2.5G 世代以降の携帯電話で用いられている。また、無線 LAN では IEEE 802.11a 規格に、使用する周波数帯域内でマルチパスが生じる周波数帯を避けてデータ転送を行う変調

方式として、OFDM(直行周波数分割多重)方式が用いられている。OFDM は地上波デジタルテレビ放送でも利用される予定である。(文献【6】を参照)

#### (5)VICS

Vehicle Information and Communication System 道路交通情報通信システム。道路わきに設置された発信機を経由し、VICS センターから送られてきた自分の車の位置、渋滞、事故、駐車場の混雑状況などに関するさまざまな情報を、専用の受信機を利用して走行中の車のカーナビ画面に表示する情報通信システム。

FM 多重放送や道路上の発信機から受信した交通情報を図形・文字で表示するシステムのこと。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リアルタイムに送信し、カーナビゲーションシステムに用意されている地図の上に重ね書きして表示する。(図 2.2.1 参照)



図 2.2.1 「VICS の成り立ち」

大半の高速道路と都市圏の一般道路を対象に、渋滞・工事等の情報を提供するほか、駐車場の混雑状況などを表示する機能も備える。渋滞情報を表示する際には、道路を一定区間ごとに細分化して区間ごとに渋滞情報を配信しているが、道路や信号機の増設に伴って区間の変更が行われると、3年を目処に変更前の区間に対する情報提供が打ち切られる。

VICS の利用には専用の受信機が必要となるが、サービス自体の使用料は無料。現在販売されているカーナビゲーションシステムはほとんどが VICS に対応しており、受信機を併せて用意することによって、サービスの利用が可能となっている。

高度道路交通システム(ITS)の一環として、警察庁、総務省、国土交通省などが共同で

推進しており、財団法人道路交通情報通信システムセンターがシステムの開発・運用にあ  
たっている。(文献【7】を参照)

### 3章 市川・松戸線の現状と関連調査

本章では、本研究における道路交通状況調査の対象道路である県道1号線（市川松戸線）についての現状と、過去に行われた関連の調査状況について述べる。

#### 3-1 市川松戸線概要と現状

市川松戸線は千葉県市川市市川の国道14号・千葉街道との交点である市川広小路交差点を起点とし、松戸市小山の水戸街道、流山街道との交点である松戸二中前交差点を終点とする主要地方道。通称は松戸街道とされており、片側1車線、両側2車線の道路である。また一時間に約10本程度の路線バスが通行しており、バス停が直接道路に面している場所もあるためか、後続の交通を何度か停止させてしまう箇所もある。また、東京外環自動車道や国道14号・6号・298号線に接続していることからか、旧街道にもかかわらず慢性的に渋滞が発生してしまっているところも見受けられる。

#### 3-2 過去の関連調査

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。本節では、平成17年度と平成22年度の道路交通センサスの統計データを使用し、比較、分析を行う。

##### (1) 交通量の比較分析

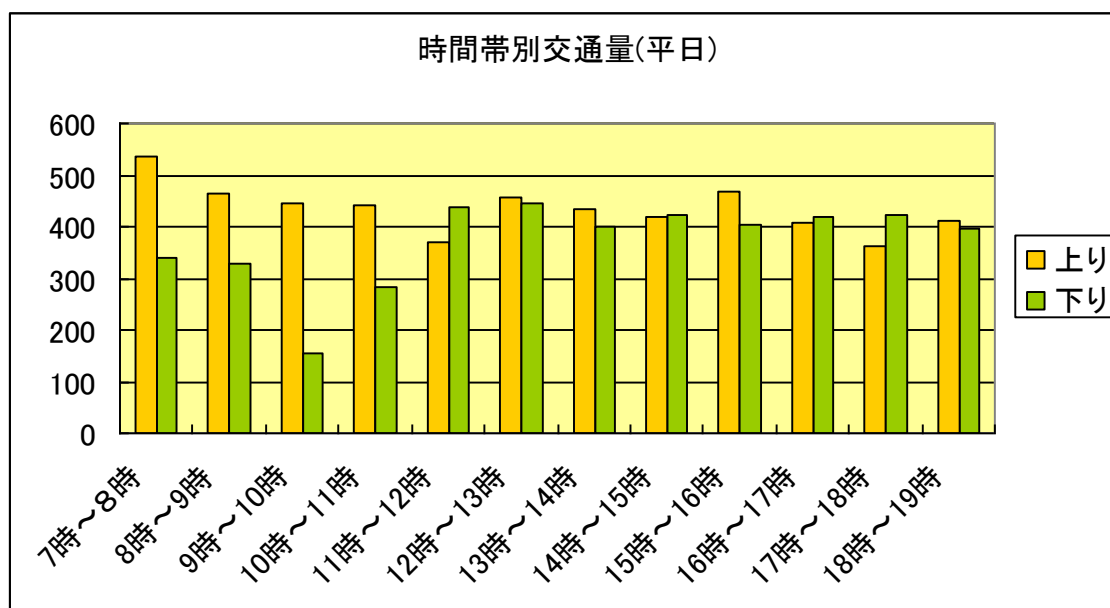


図 3.2.1 「平成 17 年度道路交通センサス 時間帯別交通量」(参考文献【8】より引用)

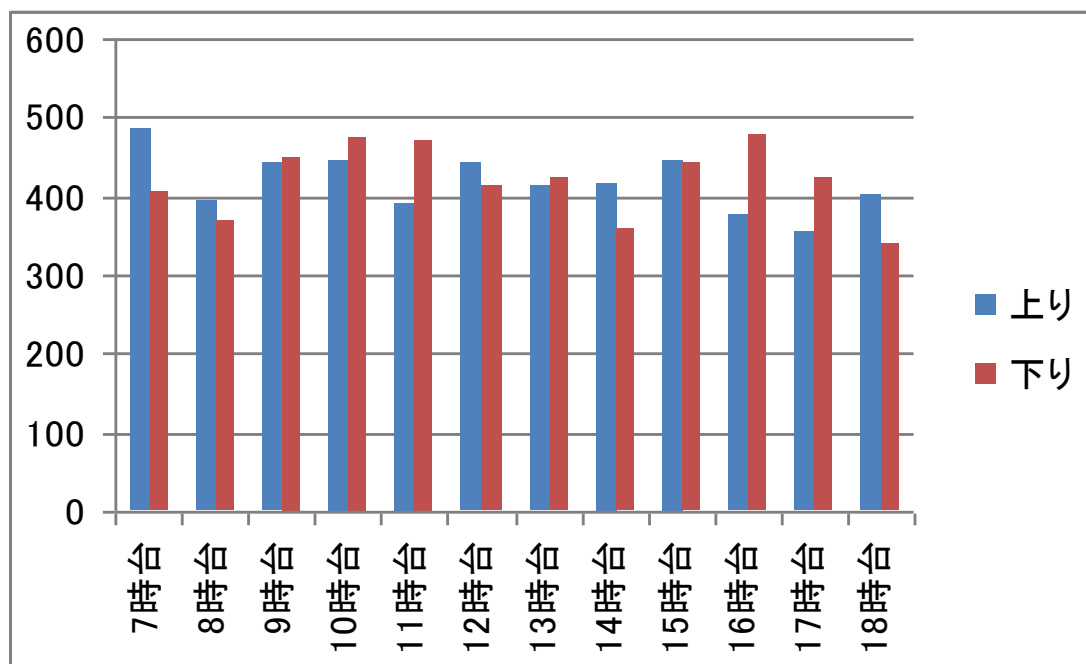


図 3.2.2 「平成 22 年度道路交通センサス 時間帯別交通量」

平成 17 年度の上り線の交通量の最も多い時間は 7 時から 8 時、下り線の交通量の最も多い時間は 12 時から 13 時となる。上り線は早い時間を中心に交通量が多く、これは通勤や通学などの人たちの車が増えるための増加だと考えられる。下り線は、最も交通量の多い時間が 12 時から 13 時であり、午前中は少なく午後から交通量が増すようだ。車種別で見ると約 60%が乗用車であり、この午前と午後の交通量の変化は通勤や通学が影響していると考えられる (図 3.2.1 参照)。

平成 22 年度の上り線の交通量の最も多い時間は 7 時台であり、下り線の交通量の最も多い時間は 16 時台である。平成 17 年度の道路交通センサスと比べると、上り線の交通量はあまり変化がないが、下り線が大きく変化していることがわかる。また平成 17 年度の下り線に比べ、平成 22 年度の下り線は午前中の交通量が全体的に多くなっている。上り線の交通量はあまり変化が見られないが、下り線の 9 時台と 10 時台は 2 倍から 3 倍にもなる (図 3.2.2 参照)。

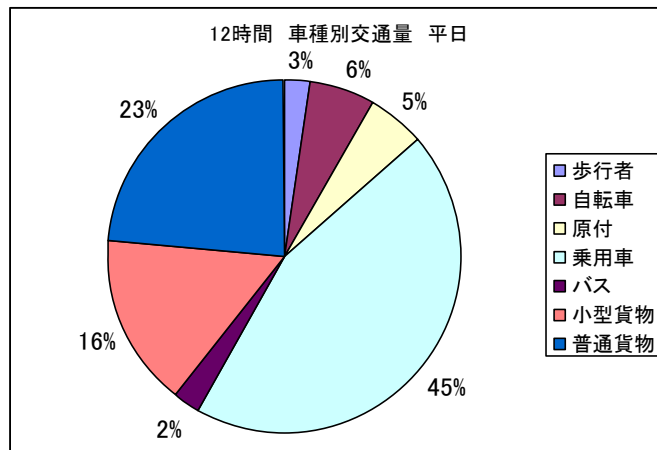


図 3.2.3 「平成 17 年度道路交通センサス 車種別交通量」(参考文献【8】より引用)

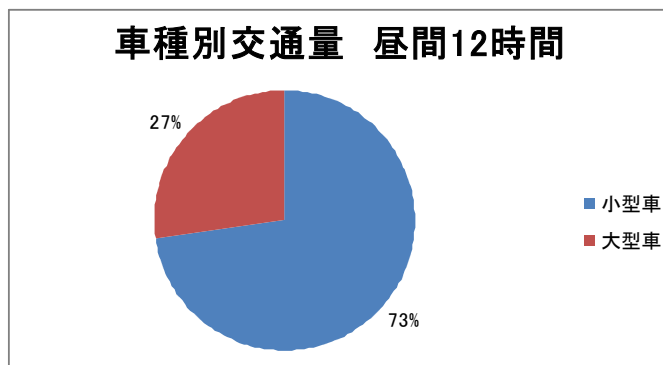


図 3.2.4 「平成 22 年度道路交通センサス 車種別交通量」

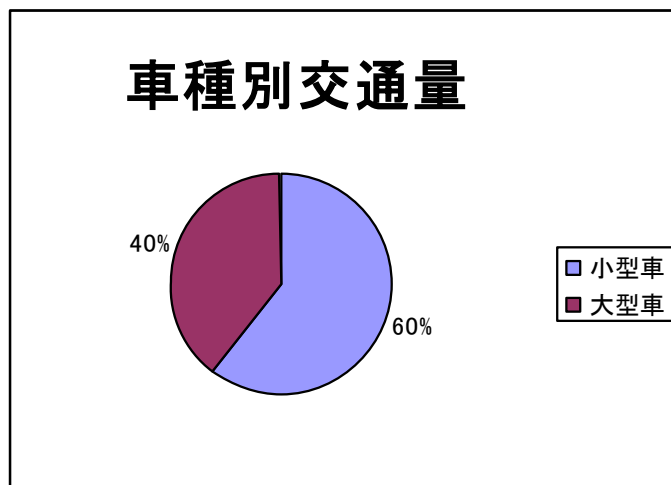


図 3.2.5 「平成 17 年度道路交通センサス 車種別交通量」

また、道路交通センサスを車種別に見てみる。図 3.2.3 は平成 17 年度の道路交通セン

サスだが平成 22 年度の道路交通センサスとは違い車種が細かいため、平成 22 年度の道路交通センサスと同じように図 3.2.5 で小型車と大型車の二つの種類に分けて表示した。乗用車と小型貨物を小型車にまとめ、バス、大型貨物を大型車にまとめた。

図 3.2.4 から平成 22 年度は小型車が全体の 73%を占め、図 3.2.5 からわかる平成 17 年度の 60%に比べると小型車での利用者が多くなったことがわかる。これは東京外環自動車道の影響で大型車ではなく、一般の乗用車の利用が多いからではないか。そのためか、国道 1 号線の平均旅行速度にも影響を及ぼし変化が出た。平成 17 年度の平均旅行速度は 19.2km であったが、平成 22 年度の平均旅行速度は 15.1km に下がっている。これは東京外環自動車道の影響も考えられるが、一般の交通量が増加したために全体の平均旅行速度が下がったと考えられる。

## 第4章 プローブ情報を用いた道路交通状況の分析

本章では、3章で予備的に調査した県道1号線（市川松戸線）の道路交通状況をより詳細に分析するため、プローブ情報を用いた道路交通状況の分析を行う。

### 4-1 道路交通状況の分析手法

プローブ情報システムでは、基本的に、車両の位置情報とセンサー情報を利用する。特に、道路交通状況の分析では、センサー情報として速度情報を利用する。しかし、位置情報、速度情報ともに、その収集方法は複数有り、それぞれに長所と短所がある。本節では、位置情報を実測してその値に基づき適切な収集方法を選択する。

位置情報の収集には車両の速度等の状況を考慮すると、2章で述べたようにGPSの利用が前提となる。GPSのいくつかの方式を比較検討することにより、使用するGPSを選択する。

GPSに関連する位置情報取得手法の比較した結果を表4.1.1に示す。このうちD-GPSについては、利用する環境の構築が難しいため利用を見送った。GPSとA-GPSでは、後発のA-GPSにより多くの利点が見られるが、利用できる装置が3G回線を利用可能な携帯端末等に依存するという欠点も有り、そういった制限のないGPSの汎用性が評価される。この二つに関しては実測して比較評価を行った上で選択する。

表 4.1.1 「位置情報取得手法の比較」

方式	概要	長所・短所	精度
GPS	衛星からデータだけで測位	<ul style="list-style-type: none"><li>アシスト不要</li><li>測定に数十秒必要</li></ul>	10m～20m (地域、季節、時刻により変動)
A-GPS	衛星からの時刻信号と、モバイル網からの補正データなどで測位	<ul style="list-style-type: none"><li>測定が早い</li><li>アシスト情報を得るために通信が必要</li></ul>	数m～数10m
D-GPS	基準局でのGPS測位により衛星ごとの誤差成分を検出し補正情報として送信。この補正情報で補正し、測位	<ul style="list-style-type: none"><li>精度向上</li><li>地上基準局が必要</li><li>補正データ受信手段が必要</li></ul>	数cm～1m



県道 1 号線の調査をするにあたって使用する GPS の制度を把握するために、二つの GPS を車に設置して走行した。今回使用した GPS は Bluetooth 接続の GPS 「Globalsat-BT-338」と「SamsungGalaxyS」の A-GPS である。この二つの GPS から取得できたデータを GoogleEarth で表示し、GPS は青色の軌跡で表示させ、A-GPS は赤色の軌跡で表示させ目視でその差異を確認する。

二つの GPS から取得したデータを表示し、GPS と A-GPS の精度を比較した。図 4. 1. 2、図 4. 1. 3、図 4. 1. 4 の表示した軌跡を見てみると、GPS の軌跡は滑らかな線でほぼ道路上に表示されており、たまに一部分が道路ではないところを測位してしまっている。A-GPS の軌跡はある程度の道路上を表示するが、全体的に直線的に表示されており、よく道路ではないところを測位してしまっている。以上のことを踏まえ、今回の実車による走行実験は Bluetooth 接続の GPS 「Globalsat-BT-338」を使用することにした。



図 4. 1. 1 「GPS 精度調査実験の状況（車内）」



図 4. 1. 2 「GPS (青色) と A-GPS (赤色) の比較 1」



図 4. 1. 3 「GPS (青色) と A-GPS (赤色) の比較 2」



図 4.1.4 「GPS（青色）と A-GPS（赤色）の比較 3」

## （2）速度情報の収集方法

速度情報の取得には、車軸のパルス情報を取得する方法と、GPS などからの速度情報を取得する方法などがあるが、より精度の高い交通情報分析を行うためにはパルス情報を基本とした速度情報を利用することが望ましい。ここでは、速度情報等の車両情報をリアルタイムに取得する仕組みとして OBD について取り上げ、調べた結果について述べる。

### OBD

OBD とは On-board diagnostics の略で、自動車に搭載されるコンピュータが行う自己故障診断のことを言う。

一般に OBD により故障と診断された場合、コンピュータは故障を示すランプを点灯することでドライバーに故障を伝え、故障内容を表す故障コードを記録する。整備士は故障コードを専用の機械を用いて読み出すことで故障箇所をすぐに特定することができる。

### OBD2 とは

1996 年以降アメリカで販売される車に義務つけられた点検用の規格である。従来オンボードダイアグノーシスと呼ばれる自己診断機能があったが、その表示方法や点検コネクタは各メーカー独自のもので専用の機器や専門知識を必要とし一般ユーザーには手が届かなかった。OBD2 ではその点検コネクタや通信プロトコル、故障診断コード等を標準化した。

欧州では 2001 年からコネクタを OBD2 装備することが義務つけられたが 1996 年頃から OBD2 定義に盛り込まれた通信プロトコルが使われている車もある。日本では 2002 年頃から OBD2 コネクタが付けられるようになった。日本の場合 2006 年時点ではメーカー独自のプロトコルを使う車もあるが国際的にはほぼ標準化を終えたと言える。

この結果自己診断機能を使える汎用の機器が安価に発売されるようになり専門家でもなくても容易に使える機器が増えた。またそれらの中には単なる診断機にとどまらない機能を持つ製品もある。

現状において一般利用者の車両から速度等のオンボード情報を取得する装置としては、最も普及しており、入手も比較的容易である OBD2 を利用することが適切であるといえる。しかし、OBD2 は国際標準化された規格ではなく、業界における標準であることは留意する必要がある。すなわち、OBD2 のコネクタが装備されているからといって、共通のデータが収集できるとはかぎらないのであり、筆者の平成 14 年式トヨタ VOXY においても、共通的なデータが収集できず、その原因の発見に苦慮したところである。本来は、自動車製造会社が自社の車両の効率的なメンテナンスのために利用しており、自社専用のデータフォーマット等を採用しがちだからである。

#### 4-2 市川松戸線における道路構造の変更点

道路交通状況の調査分析にあたっては、道路構造などフィールドにおける調査も重要となる。本節では、前回調査から 5 年を経過した市川松戸線において、変更があったかどうかについて、目視で確認を行った結果について述べる。

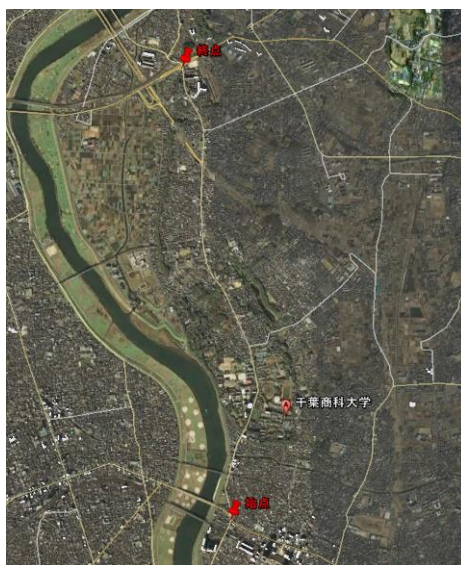


図 4.2.1 「市川松戸線全体図」

(1) 調査状況



図 4.2.2 「市川松戸線」

今回は、市川松戸線を車両にて走行し、前方をビデオカメラにて撮影し、過去の画像と比較することで、変更点を検出した。



図 4.2.3 「平成 17 年の市川松戸線下り側 右折レーン増設前」



図 4.2.4 「平成 22 年の市川松戸線下り側 右折レーン増設後」



図 4.2.5 「平成 22 年の市川松戸線上り側 右折レーン増設後」

図 4.2.3 は平成 17 年に撮影された市川松戸線の一部である。信号はあるが右折レーンがなく、右折する車両が多いと後続の車を停車させてしまう作りなのが分かる。図 4.2.4 は図 4.2.3 とまったく同じ場所だが、右折レーンを設けて車両がスムーズに流れるようになった。図 4.2.5 も図 4.2.4 と同じように右折レーンを設け交差点全体が広がっている。今回の調査では、この部分について停止時間が短くなっていることが予想される。



図 4. 2. 6 「平成 22 年の市川松戸線下り側 東京外郭環状道路付近」



図 4. 2. 7 「平成 22 年の市川松戸線上り側 東京外郭環状道路付近」

図 4. 2. 6 と図 4. 2. 7 は東京外郭環状道路付近の写真である。以前は東京外郭環状道路が市川松戸線付近まで開通していなかったが、東京外郭環状道路が開通してからは千葉や東京の一部への抜け道として使用されるようにもなり、トラックなどの大型貨物のみならず、一般の乗用車による利用も多くなっているように思える。道路交通センサスのデータを平成 17 年度と 22 年度で比較しても、交通総量は増加しており、この交差点からの流入によるものと予想される。

#### 4-3 データ収集の方法

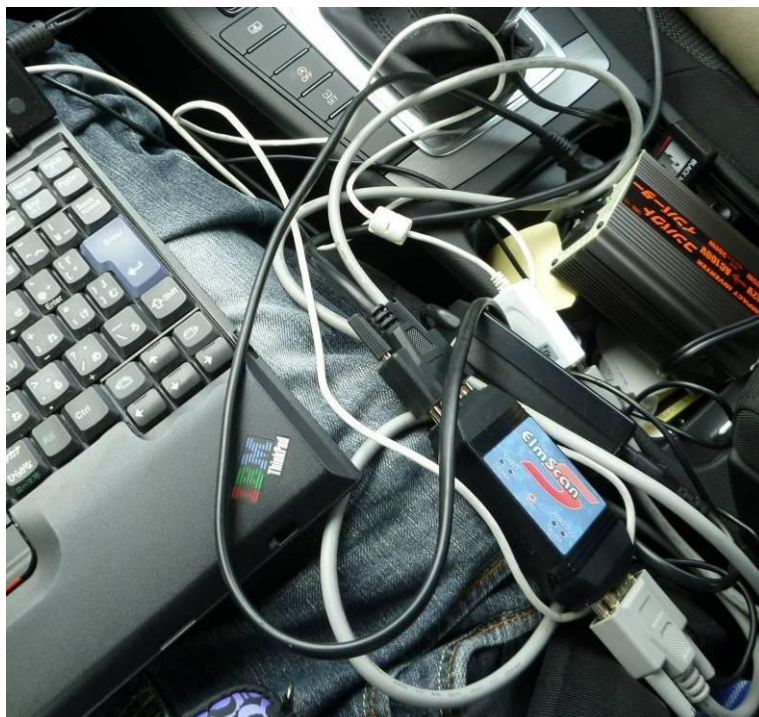


図 4.3.1 「実車走行実験環境」

##### ELM327 について

ELM327 とは車両の OBD2 のいたフェースコネクタを通じて、パソコンと接続してデータの取得が可能となる機器である。Elm electronics 社の ELM327 とチップを搭載したデバイスで USB 接続のタイプと Bluetooth タイプのものがある。

##### プローブ情報収集環境の構築

###### ・ハードウェア環境

車両 : Volkswagen Passat TSI confortline

速度情報収集装置 : OBD-II (ELM327)

位置情報収集装置 : GPS (Globalsat-BT-338)

###### ・ソフトウェア環境

OBD-Logger : <http://obd-ii-logger.software.informer.com/1.1/>

NMEAmonitor



・収集データ分析用ソフトウェア

平成 17 年度現代 GP プロジェクトで使用された解析プログラムを使用（参考文献【8】より引用）

走行結果

期間：2011 年 11 月 25 日 6 時～20 時

区間：千葉県県道 1 号線（市川広小路～松戸二中） 4.8km

走行調査日時	2011 年 11 月 25 日 6 時～20 時
走行回数	上下 14 回
データ項目	記録日、時分秒 走行速度（OBD2） GPS 測位位置（NMEA）

プローブデータ取得にあたって、以下の手順に従った。

1. 県道 1 号の両端に起終点判定用の発着ゾーンを設ける
2. 起点から終点までの位置情報と走行速度データの取得

4-4 収集プローブデータの概要

(1) 速度データ（OBD2）

OBD2 からの速度データについては、ODB Logger を使用した。データファイルは安全のため出発時に新規ファイルとして保存することとした。また、上りと下りでフォルダを分けた。表 4.4.1.1 にデータの一部を示す。

表 4.4.1.1 「Vehicle speed」

6:45:47	
Vehicle speed (km/h)	27
6:45:47	
Vehicle speed (km/h)	27
6:45:47	

Vehicle speed (km/h)	27
----------------------	----

ODB2 からの出力は毎秒ではないため、同じ秒で複数のレコードが存在する。

(2) 位置情報 (GPS)

位置情報は GPS を使用し、NMEA monitor でデータをファイルに保存した。速度情報と同様に、出発時に新規ファイルとして生成し、上りと下りでフォルダを分けた。表 4.4.2.1 にデータの一部を示す。本データは NMEA フォーマットである。

表 4.4.2.1 「GPS データ」

\$GPGGA, 213640.000, 3543.8459, N, 13954.0908, E, 1, 10, 0.9, 31.4, M, 39.3, M, , 0000*63
\$GPGSA, A, 3, 03, 30, 31, 06, 13, 16, 23, 21, 19, 07, , , 1.6, 0.9, 1.2*33
\$GPRMC, 213640.000, A, 3543.8459, N, 13954.0908, E, 0.02, 351.82, 241111, , *02
\$GPVTG, 351.82, T, , M, 0.02, N, 0.0, K*6F

作業工程

収集されたデータを分析するために平成 17 年度に現代 GP プロジェクトの「インターネット自動車と地域課題」で使用されたプログラムを利用する必要があり、規定のデータフォーマットに合わせる必要があった。フォーマット例を表 4.4.2.2 に示す。

表 4.4.2.2 「データフォーマット」

#	0) 日付	yyyy/mm/dd
#	1) 時刻	hh:mm:ss
#	2) 車両番号	整数
#	3) 経度	実数(度)
#	4) 緯度	実数(度)
#	5) 高度	実数(m)
#	6) GPS 状態	整数
#	7) ウィンカー	下位 0 桁…左, 1 桁…右
#	8) 瞬間速度	実数(km/h)
#	9) 累積距離	整数(m)
#		

```
# 各軌跡データの先頭にメタ行を挿入する.
#
#      TRAJ=2309.054.0095.0908, RECNUM=109, ...
# フォーマット例)
# yyyy/mm/dd, hh:mm:ss, domain, host, 経度(1/1000 秒), 緯度(1/1000 秒), 経度方向, 緯度方
向, GPS 状態, 速度(0.1km/h),
#      右ウィンカー, 左ウィンカー, オドメーター, 平均速度(0.1km/h)
#2007/3/14, 18:48:34, iits , localhost , 503656626, 128689140, 2, 2, 3, 60 , 0, 0, 0, 0
```

規定フォーマットに適合させるために、収集データに対して以下の作業を行った。

1. 時間や方向ごとに分けて保存してもらった速度データを、すべて結合して一つのファイルにした。表 4.4.4.3 にデータの一部を示す。

表 4.4.4.3 「speed.csv」

7:10:57	15
7:10:57	13
7:10:57	14
7:10:57	14
7:10:57	15
7:10:58	16
7:10:58	16
7:10:58	17
7:10:58	17
7:10:58	18
7:10:58	16
7:10:58	16

2. 時間や方向ごとに分けて保存してもらった GPS データを、すべて結合して一つのファイルにした。表 4.4.4.4 にデータの一部を示す。

表 4.4.4.4 「gps.csv」

10:39:24	7
10:39:25	9

10:39:25	10
10:39:25	11
10:39:25	13
10:39:25	9
10:39:25	10
10:39:25	11
10:39:25	13
10:39:26	13
10:39:26	14
10:39:26	15

3. それぞれのデータで、同じ時刻のデータは重複データとして削除した gps.csv の時刻データから、speed.csv の時刻データに一致するものを vlookup で検索し、gps と速度のデータを対応づけた。表 4.4.4.5 にデータの一部を示す。

表 4.4.4.5 「gps.xlsx」

2011/11/25	17:44:19	17:44:19	35.75154	139.902335	0
2011/11/25	17:44:20	17:44:20	35.75163	139.902288	4
2011/11/25	17:44:21	17:44:21	35.751717	139.90224	11
2011/11/25	17:44:22	17:44:22	35.751802	139.902193	15
2011/11/25	17:44:23	17:44:23	35.751883	139.902145	21
2011/11/25	17:44:24	17:44:24	35.751965	139.902098	23
2011/11/25	17:44:25	17:44:25	35.752043	139.902052	26
2011/11/25	17:44:26	17:44:26	35.752118	139.902007	28
2011/11/25	17:44:27	17:44:27	35.752192	139.901963	31
2011/11/25	17:44:28	17:44:28	35.752262	139.901923	33
2011/11/25	17:44:29	17:44:29	35.752328	139.901885	35
2011/11/25	17:44:30	17:44:30	35.75239	139.90185	37

4. gps.xlsx をプローブデータ分析用プログラムに入力するために、フォーマットを変更した。表 4.4.4.6 にデータの一部を示す。

表 4.4.4.6 「CUCProbe2011.11.25.001.csv」

2011/11/25	9:43:22	iits	localhost	503646300	128708827	2
2	3	0	0	0	0	
2011/11/25	9:43:23	iits	localhost	503646148	128709079	2
2	3	0	0	0	0	
2011/11/25	9:43:24	iits	localhost	503646012	128709295	2
2	3	10	0	0	0	
2011/11/25	9:43:25	iits	localhost	503645893	128709486	2
2	3	50	0	0	0	
2011/11/25	9:43:26	iits	localhost	503645788	128709640	2
2	3	120	0	0	0	
2011/11/25	9:43:27	iits	localhost	503645695	128709766	2
2	3	160	0	0	0	
2011/11/25	9:43:28	iits	localhost	503645623	128709871	2
2	3	200	0	0	0	
2011/11/25	9:43:29	iits	localhost	503645562	128709946	2
2	3	240	0	0	0	
2011/11/25	9:43:30	iits	localhost	503645497	128710033	2
2	3	260	0	0	0	
2011/11/25	9:43:31	iits	localhost	503645418	128710126	2
2	3	290	0	0	0	
2011/11/25	9:43:32	iits	localhost	503645310	128710252	2
2	3	310	0	0	0	
2011/11/25	9:43:33	iits	localhost	503645176	128710404	2
2	3	330	0	0	0	
2011/11/25	9:43:34	iits	localhost	503645029	128710558	2
2	3	350	0	0	0	
2011/11/25	9:43:35	iits	localhost	503644870	128710720	2
2	3	360	0	0	0	
2011/11/25	9:43:36	iits	localhost	503644708	128710879	2
2	3	370	0	0	0	

2011/11/25	9:43:37	iits	localhost	503644561	128711023	2
2	3	370	0	0	0	0

5. 分析用プログラムに4. のデータを入力して、それぞれ方向別に時空間図用データを出力した。表4.4.4.7にデータの一部を示す。

表4.4.4.7 「TimeSpace0\_1.csv, TimeSpace1\_0.csv」

0_1.0.0.20111125.001	6:44:49	6:45:19	6:46:43
0_1.0.11.20111125.001	11:35:42	11:36:18	11:37:36
0_1.0.13.20111125.001	12:29:18	12:29:46	12:30:59
0_1.0.15.20111125.001	13:22:29	13:23:01	13:24:01
0_1.0.17.20111125.001	14:14:13	14:14:56	14:17:11
0_1.0.19.20111125.001	15:00:16	15:00:33	15:01:03
0_1.0.21.20111125.001	15:45:20	15:45:44	15:46:14
0_1.0.23.20111125.001	16:31:16	16:31:19	16:31:51
0_1.0.26.20111125.001	17:26:52	17:27:16	17:27:38
0_1.0.28.20111125.001	18:32:49	18:33:30	18:34:06
0_1.0.5.20111125.001	8:37:13	8:37:40	8:38:01
0_1.0.7.20111125.001	9:36:01	9:36:29	9:38:53
0_1.0.9.20111125.001	10:25:15	10:25:42	10:29:12

6. 時空間図用データから時空間図を作成した。表4.4.4.8にデータの一部を示す。

表4.4.4.8 「松戸市川線\_時空間図 20111125.xlsx」

20111125-6:44 発	6:44:49	6:45:19	6:46:43
20111125-11:35 発	11:35:42	11:36:18	11:37:36
20111125-12:29 発	12:29:18	12:29:46	12:30:59
20111125-13:22 発	13:22:29	13:23:01	13:24:01
20111125-14:14 発	14:14:13	14:14:56	14:17:11
20111125-15:00 発	15:00:16	15:00:33	15:01:03
20111125-15:45 発	15:45:20	15:45:44	15:46:14
20111125-16:31 発	16:31:16	16:31:19	16:31:51

20111125-17:26 発	17:26:52	17:27:16	17:27:38
20111125-18:32 発	18:32:49	18:33:30	18:34:06
20111125-8:37 発	8:37:13	8:37:40	8:38:01
20111125-9:36 発	9:36:01	9:36:29	9:38:53
20111125-10:25 発	10:25:15	10:25:42	10:29:12

#### 4-5 収集したプローブ情報の分析

##### (1) 時空間図 A

走行したデータから、実際の出発時刻を横軸とし、縦軸に距離を配した時空間図（以下時空間図 A）を作成した。

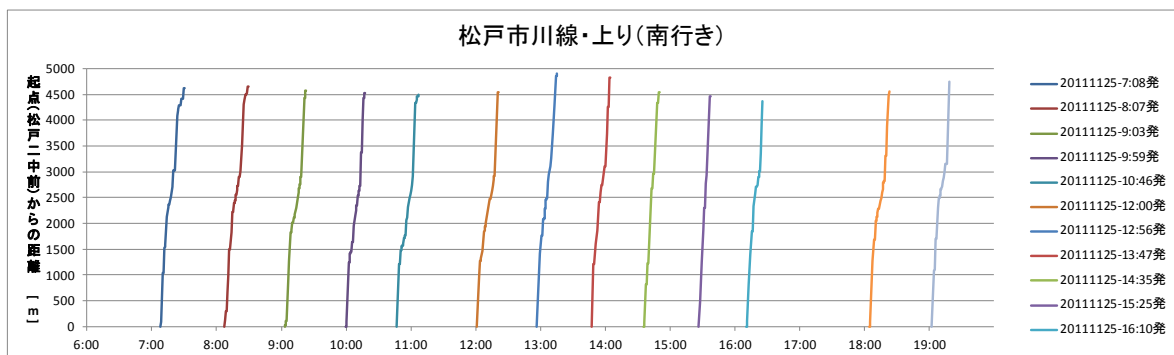


図 4.5.1 「松戸市川線・上り（南行き） 時空間図 A」

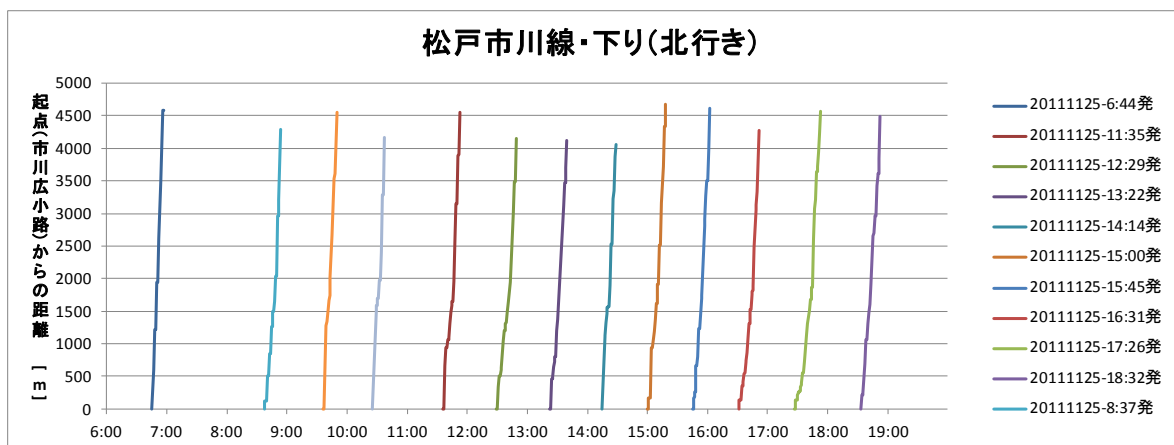


図 4.5.2 「松戸市川線・下り（北行き） 時空間図 A」

この時空間図 A を上りと下りで比較すると、上りのほうがやや傾きが緩やかであり、下りのほうは急であることが読み取れる。したがって、全般的に上りのほうが下りよりも速

度が低く、時間を要していることがわかる。

## (2) 時空間図 B

次に、すべての走行データを上りと下りに分け、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。

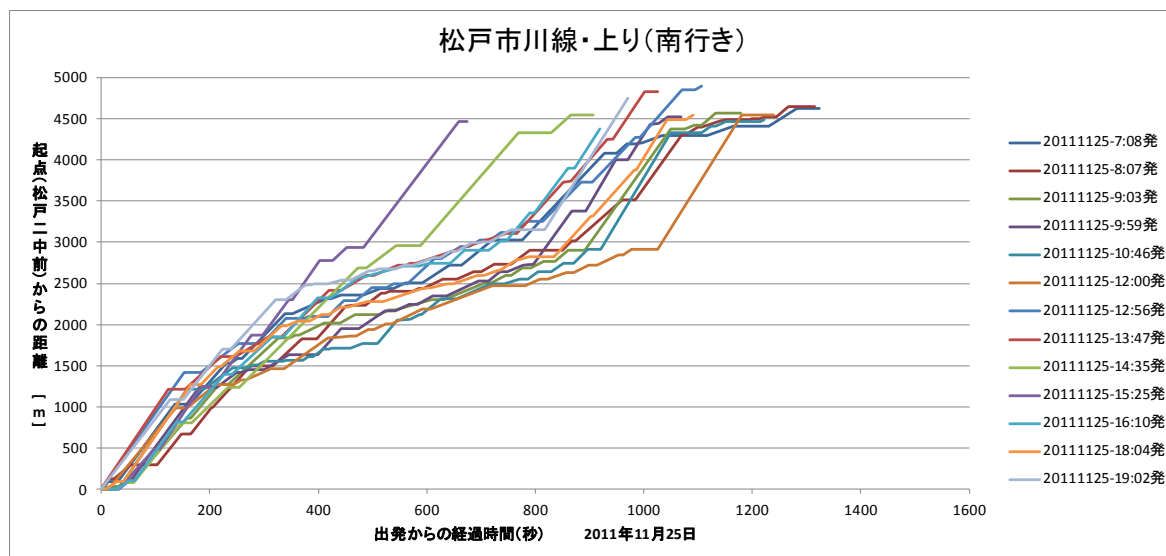


図 4.5.3 「松戸市川線・上り(南行き) 時空間図 B」

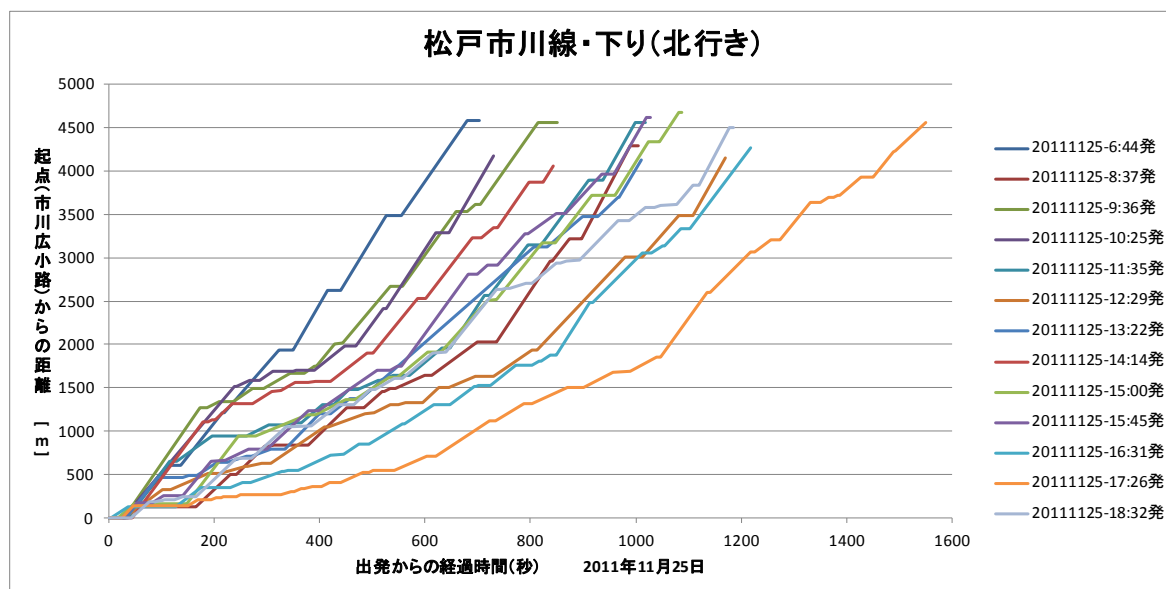


図 4.5.4 「松戸市川線・下り(北行き) 時空間図 B」



表 4.5.1 「市川松戸線 主要信号距離程」

	交差点名	上り（南行き）	下り（北行き）
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	里見公園入り口	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 南行きの上り線の図を見てみると 1500m のあたり、下矢切のあたりまではどの時間帯も変わらずに走行できているのがわかる。しかし、その後の 1500m 過ぎたあたりから 3000m までに当たる、栗山から国立病院付近までがほとんどの時間帯で走行速度が遅くなっており、国立病院を過ぎてしまえば、市川広小路まである程度の走行速度を維持できているように見える。以上のことから、上り線はあまり時間帯に左右されることなく、国立病院あたりがほぼ混雑している状態である。

図 4.5.4 北行き下り線の図を見てみると市川広小路直後から 2000m、国立病院前あたりまでが混雑している様子である。国立病院前を通過してしまえば、あとは 3600m あたりの中矢切の付近で少々混雑しているよううかがえる。下り線の中矢切付近は時間帯に左右されることなく少しの混雑で通行しているが、市川広小路から国立病院あたりまでは通行する時間帯によって、混雑している度合いが違ってくるように見える。朝 6 時から 11 時までは比較的混雑がないように見え、正午から夜までの時間は到着するまでの時間が午前中のグラ

フと大幅に違っている。

南行きの上り線と北行きの下り線、この二つから共通していることが国立病院付近まで混雑しており、国立病院を過ぎてしまえば上下ともある程度の混雑は解消されている様子。国立病院あたりで走行速度が落ちてしまうのは他に比べて信号と信号の間隔が短いのも考えられるが、北国分方面へ抜ける道がそこにあるためかもしれない。市川松戸線は主に片側一車線の道路で、右折レーンも少ない。しかし、その北国分方面へ抜ける道に入るためには下り線の場合だと右折をしなくてはその道には入れない。右折待機をしている車両に後続の車両が詰まってしまい、渋滞が発生してしまうのではないかと考えられる。

#### 4-6 平成17年度の時空間図との比較

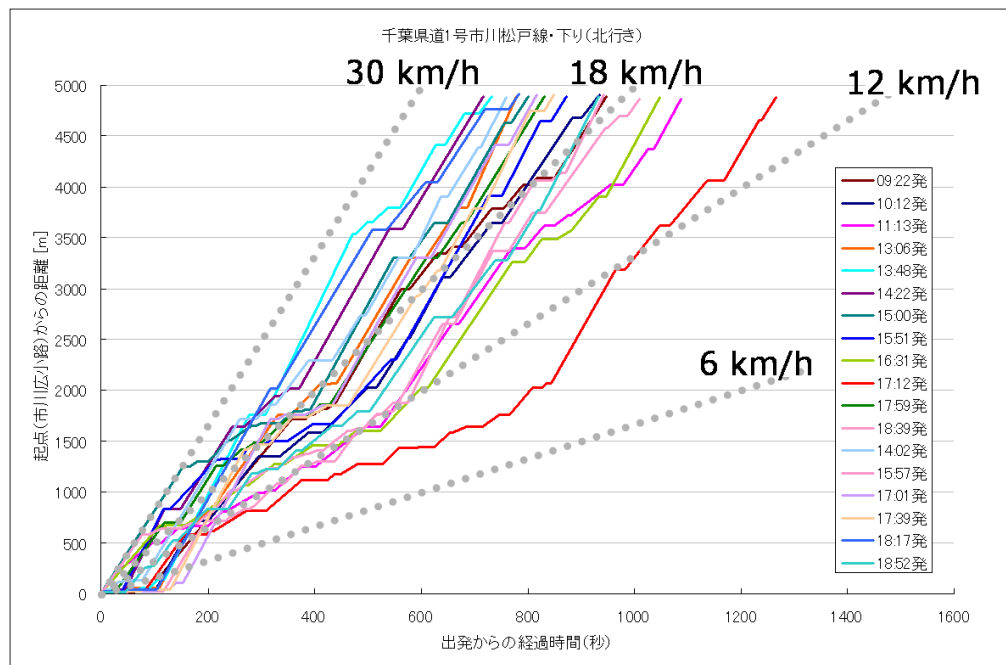


図 4.6.1 「平成17年度市川松戸線下り 時空間図」

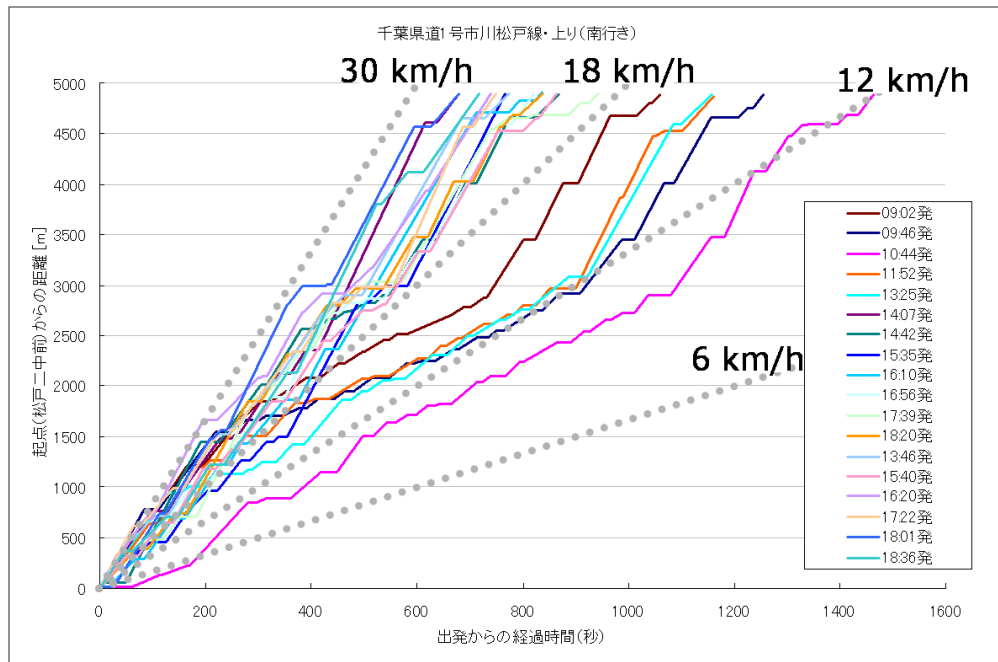


図 4.6.2 「平成 17 年度市川松戸線上り 時空間図」

平成 17 年度の時空間図を見てみると、図 4.6.2 上り線は 1500m あたりの下矢切付近から混雑をし始め、その後は国立病院前あたりを通過してしまえばある程度スムーズに通行できていることがわかる。図 4.6.1 下り線は市川広小路から国立病院あたりまである程度混雑している様子が伺える。そして国立病院を過ぎてしまえば中矢切あたりまではなにもなく、中矢切を過ぎたあたりから混雑しているように思える。ここで上下線ともに 17 年度と 22 年度で変化しているところを考えると、東京外郭環状道路へと続く道付近が下矢切から中矢切、右折レーンが増設された上矢切付近である。

この 5 年間で変化した場所を比較してみると、右折レーンが増設された上矢切付近は、特に渋滞が改善された様子がないように見える。東京外郭環状道路へ続く道ができた下矢切から中矢切付近は、以前に比べ混雑度が増しているように思える。これは東京外郭環状道路へ続く道が作られてから、市川松戸線に流れてくる車両が増えたために、全体の混雑度が増したと考えられる。主に、国立病院付近が上下線ともに混雑しているが、この 5 年間で国立病院付近の道路が変化していることはないため、混雑しているのは変わっていない。したがって、5 年前と変わらず、この国立病院付近の道路改善を具申したい。たとえば、道路の拡張、および右折レーンの設置、直近の中国分方面への一方通行路の一本化による信号の合理化、などの改善案により、長年ボトルネックとなっているこの地点付近で

の渋滞解消が期待される。

## 5章 まとめと今後の課題

### 5-1 まとめ

本研究では、本学の近隣に存在する県道1号線という幹線道路の分析し、分析結果から渋滞箇所ならびにその原因について検討、改善方法の提案を目的として研究を進めてきた。この道路の状況を分析するために、道路の構造や事物について実際に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った。この実車走行によって得られたプローブ情報データを基に平成17年度に収集されたプローブ情報データを比較し、渋滞箇所ならびに改善検討を行った。

### 5-2 今後の課題

本研究における道路交通状況の調査は同じ路線に対して5年の空白があった。これは、以前行われた調査が現代GPという時限のあるプロジェクトで行われたためで、本来このような調査は少なくとも1年間に一度程度行うことが望ましい。しかし、今回のように研究者自らの車両を自らの運転で長時間収集活動を行うことは現実的には無理があり、より簡素かつ低コストの仕組みで収集を行うべきである。

今後は、プローブ情報の収集環境の構築に際して、簡素化、自動化を重視した改善を行うことを課題としたい。機器を車両に接続しただけで収集が開始されることや、収集したデータが自動的に収集サーバーにアップロードされること、さらには、時空間図の作成までシステム化されることなどが考えられる。

## 参考文献

- 【1】「プローブカー情報を利用した災害時の道路情報共有に関する研究」  
<http://risk-mg.iis.u-tokyo.ac.jp/Research/Panel/%E3%81%9D%E3%81%AE%E4%BB%96%E3%81%AE%E8%88%88%E5%91%B3%E6%B7%B1%E3%81%84%E7%A0%94%E7%A9%B6/%E3%83%97%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%83%96%E3%82%AB%E3%83%BC%E6%83%85%E5%A0%B1%E3%82%92%E5%88%A9%E7%94%A8%E3%81%97%E3%81%9F%E7%81%BD%E5%AE%B3%E6%99%82%E3%81%AE%E9%81%93%E8%B7%AF%E6%83%85%E5%A0%B1%E5%85%B1%E6%9C%89%E3%81%AB%E9%96%A2%E3%81%99%E3%82%8B%E7%A0%94%E7%A9%B6.pdf>
- 【2】「ITS（高度道路交通システム）」  
<http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/>
- 【3】「東北地方への物流効率化を支援、ITS Japan が統合プローブ情報を公開」  
<http://ednjapan.com/edn/articles/1103/24/news122.html>
- 【4】GPS について (Wikipedia)  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B0%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%83%90%E3%83%AB%E3%83%BB%E3%83%9D%E3%82%B8%E3%82%B7%E3%83%A7%E3%83%8B%E3%83%B3%E3%82%B0%E3%83%BB%E3%82%B7%E3%82%B9%E3%83%86%E3%83%A0>
- 【5】A-GPS について  
<http://plaza.rakuten.co.jp/righteous/diary/201101300000/>
- 【6】マルチパスについて  
<http://e-words.jp/w/E3839EE383ABE38381E38391E382B9.html>
- 【7】「VICS」TOP ページ  
<http://www.vics.or.jp/index1.html>
- 【8】平成 18 年度 千葉商科大学現代 GP プログラム  
「インターネット自動車を用いた地域課題の調査・分析」報告書，千葉商科大学，2007 年

## 謝辞

本研究を行うに当たり、ご指導をいただいた渡辺恭人准教授にお礼申し上げます。論文の構成から論文の執筆に至るまでご指導いただいたおかげで私以上の論文ができあがり、感謝の念でいっぱいです。

最後に、私の卒業論文を最後までアドバイスしていただいた渡辺恭人准教授にお礼申し上げます。ありがとうございました。

