

走行イベント単位でのプローブデータ記録方式の効用*

The Advantage of Event-Periodic Data Recording for Probe Vehicle System*

堀口良太**

By Ryota HORIGUCHI**

1. はじめに

本稿では、各種の道路交通状況に関する情報を取得するためのプローブ情報システムで、効率的かつ有効なデータ記録方式を検討するものである。検討にあたっては、(財)自動車走行電子技術協会による「ITSの社会的有効性に係るシステムの実証」¹⁾実験(通称IPCAR)でのプローブ実走行データを用いる。

プローブ情報システムには、ABSの稼働状態のような、各瞬間でのセンサー状態値を、いわゆる「点」情報として収集、活用するような利用方法だけでなく、旅行時間情報提供などのサービスを前提として、プローブデータを時空間上の走行軌跡、すなわち「線」情報として収集、活用することへの期待も大きい。時空間上で記述される走行軌跡は、その傾きが各地点における走行速度を意味しており、信号待ちによる停止や渋滞中ののろのろ運転のような、さまざまな交通状況を読みとることができる。

2. これまでの周期的なプローブデータの記録方式

車両位置や速度などの走行挙動を「線」情報として連続的に記録する際、以下の～の方式がある。

比較的短い間隔(0.1~1秒)で記録する。

比較的長い間隔(数十秒程度)で記録する。

ショートストップ(以下SS)とショートのリップ(以下ST)のような、車両挙動が変化する走行イベントごとに記録する(SSとSTは次節で述べる)。

この方式のように、車両位置を0.1~1秒程度の周期で記録する方式は、そのままでは連続した走行挙動と見なせるので、旅行速度の評価を目的としたプローブ調査だけでなく、車速や加減速度などの運転挙動データを記録して特異挙動の発生状況を調査したり、排気ガスセンサーのデータとともに環境排出指標の時

空間分布を推計したりする目的で採用される。しかしながら、この方式では自然とデータ量が増加するため、多数のプローブを運用するシステム形態では、データ通信や蓄積に要するコストの面で不利が指摘される。

このためオンラインでのプローブデータ収集を試みた平成12年度でのIPCAR実験(IPCAR12)では、データ量軽減を目的として、のように30秒間隔で定期的に車両位置を記録する方式を採用した。この場合、一般的な街路では、長くても数100m程度の走行距離ごとにデータが得られると期待されるため、たとえばワイパースイッチ状態から降雨状況を推定するような目的には、十分な空間解像度のデータを収集できる。

一方、このようなデータを旅行時間や渋滞状況の推定に利用する場合、いくつかの問題が指摘される。たとえば、30秒ごとの車速を用いて渋滞状況を推定する場合、その速度が必ずしもプローブ周囲の交通状況を代表しているとは言えないため、信頼性の高い渋滞情報を生成できないことが挙げられる。これは本来プローブの走行経路に沿った「線」の情報として考えられるべき渋滞状況を「点」の情報からのみ推定しようとするのが原因である。渋滞状況は本来、図1のようにプローブデータをつないだ「線」である走行軌跡の傾き(=平均速度)を用いて推定されるべきである。

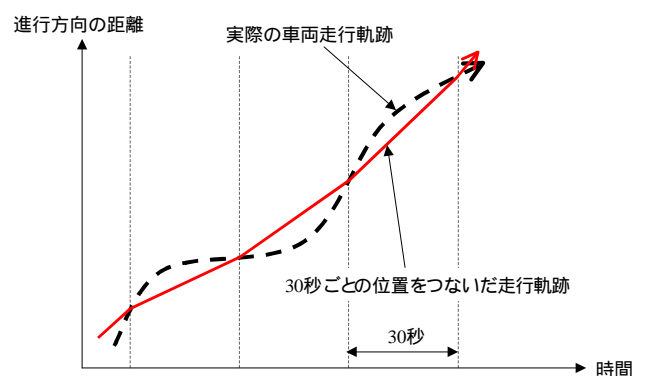


図1：30秒間隔のプローブデータが意味する走行軌跡

また、この方式ではデータ記録のタイミングが車両

*キーワード：プローブ、走行イベント、ショートストップ、ショートのリップ、データ処理

** 正員、工博、(株)アイ・トランスポート・ラボ

(東京都新宿区揚場町2-12 セントラルコーポラス404)

Tel: 03-5261-3077, E-mail: horiguchi@i-transportlab.jp)

【第26回土木計画学研究発表会講演集 岩手大学 2002年11月】
 の走行状態と全く関連づけられていないため、点と点の間でどのように走行したのかを知ることは不可能である。従って停止・発進挙動を考慮することで、自動車交通に起因する排気ガス発生量をより精緻に推定するような目的に対しては、このようなプローブデータの適用は難しい。

2. SS と ST によるプローブデータの記録

前節の方式では、走行挙動とは関係のないタイミングでデータが記録されるため、停止・発進位置などの有用な情報が欠落してしまう。この短所を補いつつ、かつデータ量を大幅に増加させることのない方式として、平成13年度のIPCar実験(IPCar13)では運転挙動が変化する走行イベント、すなわちSSとSTごとにプローブデータを記録する方式を採用した。

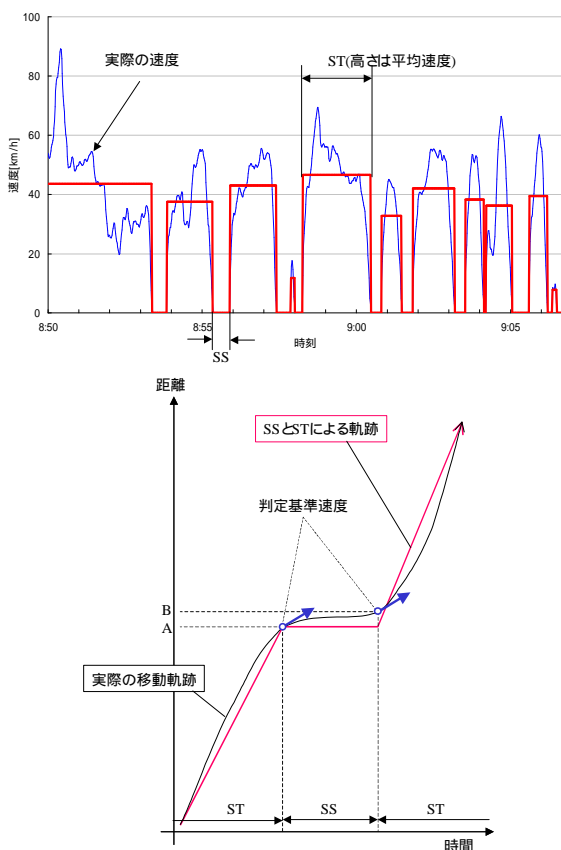


図2：SSとSTによるプローブ走行軌跡の表現

ここで、SSとは「車両停止の位置と発生・終了時刻」を意味し、またSTとは「SSとSSの間で、車両が走行状態にある区間と発生・終了時刻」として定義される。図2にSSとSTの概念図を示す。図からもわかるとおり、SSとSTで走行軌跡を表現することは、時空間上の連続軌跡を停止状態が傾き0の直線である

折れ線で近似する。なお、この記録方式では速度に閾値を設けて、車載機側でSSとSTを判別する。

SSとSTによるプローブデータの記録方式には、次のような利点が挙げられる。

- IPCar12方式よりも停止・発進挙動の情報が含まれており、様々な目的への展開が期待できる。
- 一般的な走行では、データ量はIPCar12と同程度であり、オンラインデータ収集が現実的となる。
- 渋滞で停止・発進を繰り返す区間ではデータが密に記録され、渋滞していない区間ではデータはあまり記録されない。従って渋滞情報に対するニーズが高い区間で、より多くのデータが得られる。
- SSやSTは意味を持った記号であり、プローブ走行状態を解釈しながら、トリップエンドの抽出やデータ欠損区間の除去を目的としたデータクレンジングを行うことができる。また、その他の走行イベントデータも利用して、記号論的解析手法による交通データマイニングへの展開が期待できる。以降において、SSとSTによるデータ記録方式の利点を、具体的に示す。

3. SS と ST によるデータ記録量の考察

IPCar13での集中走行予備実験(11月28日実施)における5時間(7:00~12:00)の走行データを用いて、SSとSTによる記録方式のイベント回数とデータ量を試算する。この時間帯のイベントを集計すると、走行時における単位時間あたりのイベント記録数は図3のようになる。IPCar12では30秒に1回データを記録するので、1時間あたりの記録数は120回であるが、IPCar13の実績は158回でこれを上回る。しかしながら、STとSSだけに限れば115.9回なので、IPCar12に含まれていない、ウイinker(WL/WR/HZ)や駐車ブレーキ(PB)など、SSとSTに並行して記録されたイベント情報の分が増えてしていると解釈できる。

図4はそれぞれST(上)とSS(下)の継続時間頻度分布である。STについては最長30秒で区切って記録する仕様となっているので、それ以上のものは存在しない。従って、30秒未満のSTについては、IPCar12よりも密な間隔で記録されていることになる。

SSの場合も同様に30秒未満のSSはIPCar12よりも密にデータを記録することにつながるが、一方で30秒以上のSSはデータ量を減らすことに寄与する。

集中走行予備実験時における
1時間あたりの各イベント記録数 (合計158[回/時/台])

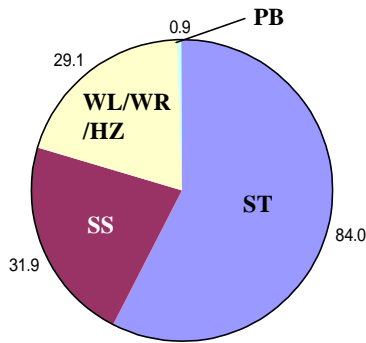


図 3 : IPCar13 でのトリップ中イベント記録頻度

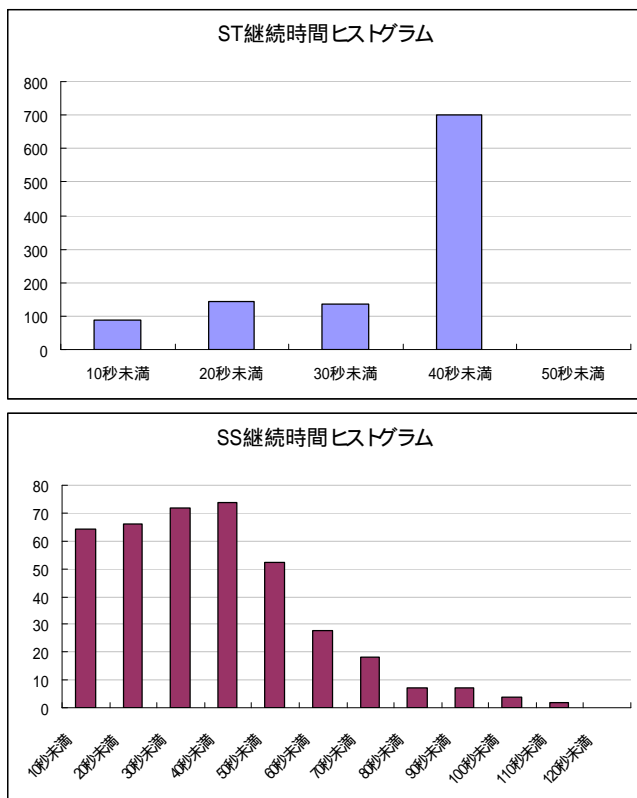


図 4 : ST(上)とSS(下)の継続時間頻度分布

ただし、これはトリップ中での走行時に限った議論である。IPCar13 方式ではエンジン ON 状態での駐停車時のデータ記録量が非常に少ないと期待されるので、この分も考慮する必要がある。

IPCar12 実験での 28 日間におけるタクシー稼働時間の実績値では、1 日のほぼ 70%が稼働時間、すなわちエンジンが ON になっている時間であることがわかっている。このうち、どれくらいが駐停車時間となっているかを、データクレンジングの過程²⁾で推定した。すなわち、「5 分間以上半径 50m の円内にとどまっている」データ区間を、エンジン ON 状態での駐停車と見なすものだが、その割合はタクシーの稼働時

間全体に対して平均で約 15%となっている。

従って、IPCar13 では、SS と ST だけなら稼働時間 1 時間あたりで、 $115.9 \times 85\% = 98.5$ 回の記録機会があることになり、IPCar12 での 120 回と比べて約 18%の削減効果が期待できることになる。この場合、データを持つ情報量を落として記録量を削減するわけではないことに留意されたい。

4 . SS と ST 情報と並行イベント情報の活用

(1) 渋滞区間中の走行パターン抽出

プローブデータを集積して情報処理を行う場合、渋滞区間と非渋滞区間を区別して扱うことは、交通工学上の意味を持つだけでなく、データ通信や蓄積の必要性からも重要な処理である。その際、プローブの区間旅行速度に対して閾値を設け、それにより渋滞判別することも可能だが、閾値をどのように設定するかは地点や状況に依存するため、現実に適切な値を見つけることは大変な作業である。

ここでは道路の安全性評価を目的として、車両の特異挙動を収集するプローブ実験³⁾のデータを用いて、SS と ST の出現パターン分析を試みる。図 5 は横軸に継続時間、縦軸に平均速度を取り、各 ST イベントをプロットした。継続時間が 200 秒未満のものは、平均速度と強い相関があることがわかる。

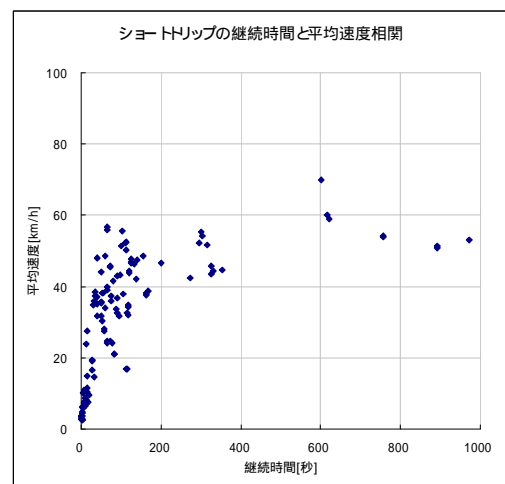


図 5 : ST の継続時間と平均速度の散布図

図 6 は、継続時間が 120 秒以下のものを拡大したものであるが、図中に示した右下がりの直線にそって分布のギャップが見られる。このギャップの左下、すなわち継続時間が短く、平均速度も低い ST が、渋滞中に出現する確率が高いと仮定する。

図 7 は、プローブが走行した国道 246 号・御殿場～

【第26回土木計画学研究発表会講演集 岩手大学 2002年11月】
 秦野区間で、SS 位置を直前 ST の継続時間ごとにシンボルを変えて地図上に表示したものである。図は渋滞している秦野市街地区間を拡大しているが、その区間で短い ST が頻繁に観測される。ST や SS を継続時間で適当にクラスタリングしてやり、プローブ軌跡上でのクラスタ出現シーケンスを分析すれば、渋滞のパターンが抽出される可能性を示すものといえよう。

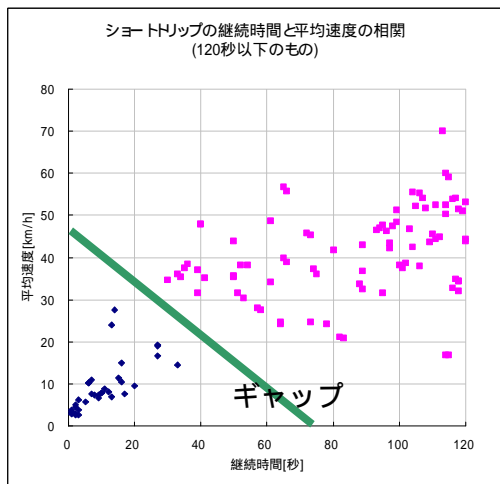


図6：継続時間が120秒以下のSTについての散布図

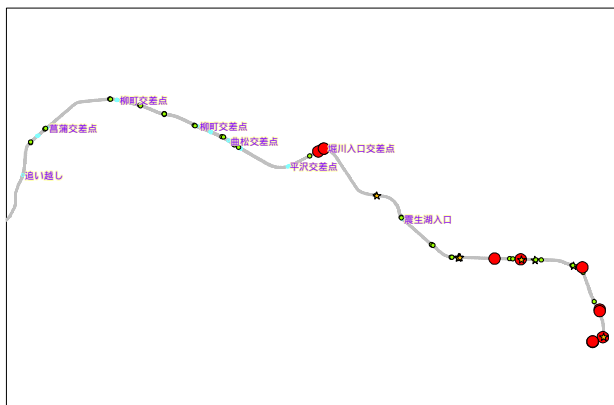


図7：渋滞パターンに分類されたSSの出現位置(直前STが20秒以下... ,直前STが40秒以下... ,それ以外...)

(2) プローブ行動パターンの理解と抽出

図8は、IPCar13において同乗者がプローブの走行挙動を記録したものと、プローブデータを照合したものである。図中には、SS と ST で構成される時空間上の走行軌跡と、パーキングブレーキやウインカーなどの並行イベントも含めたイベント発生状態を併記している。走行軌跡からだけでは、あるSSが信号待ちなどによるトリップ中の停止なのか、それとも別の理由での停止なのか、判別が困難であるが、パーキングブレーキの情報を活用すれば、タクシーが乗降客サービスのため路側に寄せて停車している様子も推測でき

る。

同様に実験では、ウインカーとSSの特定の出現シーケンスが、バス停での停車を意味する¹⁾ことも示されている。このように、並行イベントも活用すれば、トリップエンドを抽出したり適切な走行イベントを選択したりするクレンジング処理が容易になる。

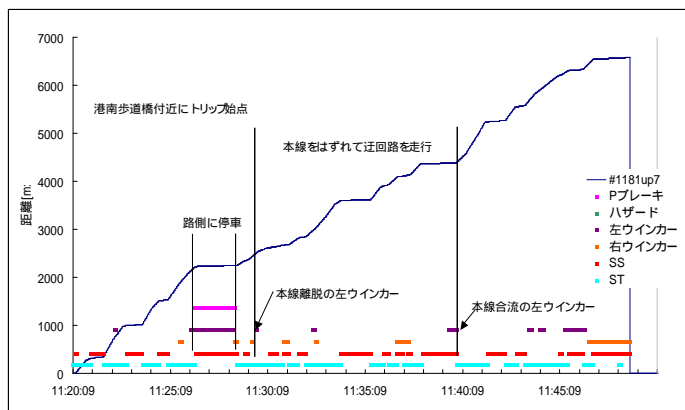


図8：並行イベントによるプローブ走行行動の解釈

5. まとめ

以上において、SS と ST による走行イベント単位でのプローブデータ記録方式の利点を整理し、データ量節減の観点から、その効果を分析した。また、SS と ST の記号性を活用すれば、プローブデータのより高度な解釈が可能になることの実例を示した。

謝辞：本研究の実施にあたり、データを提供いただいた(財)自動車走行電子技術協会と国土交通省関東技術事務所、並びに有用な議論をいただいた IPCar プロジェクト参加者に謝意を表します。

参考文献

- 1) 自動車走行電子技術協会：「ITSの社会的有効性に係るシステムの実証」,平成14年3月
- 2) 堀口良太,ほか：「プローブデータのクレンジング処理と車種別の運行特性分析」,第26回土木計画学研究発表会講演集(今回発表予定),2002
- 3) 国土交通省 ITS 推進室：「プローブカーデータを用いた交通調査の高度化検討業務」,平成14年3月