

# 生活道路を対象とした交通ビッグデータの マップマッチングアルゴリズムの開発

光安 皓<sup>1</sup>・金木 大輔<sup>2</sup>・中込 浩樹<sup>3</sup>  
金田 穂高<sup>4</sup>・大槻 知彦<sup>5</sup>・土生 恭祐<sup>6</sup>

- <sup>1</sup>正会員 パシフィックコンサルタンツ株式会社 交通政策部 (〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番地 テラススクエア 15F)  
E-mail:akira.mitsuyasu@ss.pacific.co.jp
- <sup>2</sup>正会員 パシフィックコンサルタンツ株式会社 交通政策部 (〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番地 テラススクエア 15F)  
E-mail:daisuke.kaneki@ss.pacific.co.jp
- <sup>3</sup>正会員 パシフィックコンサルタンツ株式会社 交通政策部 (〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番地 テラススクエア 15F)  
E-mail:hiroki.nakagome@ss.pacific.co.jp
- <sup>4</sup>非会員 株式会社ゼンリンデータコム ネットサービス本部 (〒108-6206 東京都港区港南 2-15-3 品川インターシティ C 棟 6 階)  
E-mail:h\_kaneda@zenrin-datacom.net
- <sup>5</sup>非会員 株式会社ゼンリンデータコム モバイル開発本部 (〒108-6206 東京都港区港南 2-15-3 品川インターシティ C 棟 6 階)  
E-mail:t\_otsuki@zenrin-datacom.net
- <sup>6</sup>非会員 株式会社ゼンリンデータコム ネットサービス本部 (〒108-6206 東京都港区港南 2-15-3 品川インターシティ C 棟 6 階)  
E-mail:k\_habu@zenrin-datacom.net

近年、交通状態のモニタリングや災害時の道路啓開状況の把握等に交通ビッグデータの活用が注目され、幹線道路を中心にデータ活用が進んでいる。一方、生活道路に着目すると、疎なデータの密な道路網へのマッチングが技術的に困難といった理由によりデータ活用はあまり進んでいない。

そこで我々は、離散的なデータからより密な道路網に対する移動体の流動状況を分析、把握する技術の開発を行った。具体的には、既往のマップマッチング技術をベースとして、密な道路網（生活道路）に対応したアルゴリズムを開発した。また、予め走行経路が明らかな車両からの収集データを用いることでアルゴリズムの精度確認を行った。最後に、抜け道利用交通の把握をはじめとする各種交通課題把握の可能性を示し、地域が抱える諸問題解決に向けた技術の活用案を整理した。

**Key Words:** map matching, big data, ETC2.0, residential street

## 1. はじめに

### (1) 交通ビッグデータの動向

センシング技術、通信技術等の発展に伴って車両等の移動体から位置情報等に関するデータ収集が一般化している。収集されたデータは日常的な交通状態のモニタリング<sup>1)</sup>や新規道路の供用効果の把握<sup>2)</sup>、災害時に通行可能な道路の把握<sup>3)</sup>（例：通れたマップ）等、多目的に活用されるようになってきている。特に、高速道路や国道等の幹線道路においてはデータ活用が推進されてきているものの、生活道路についてはデータ活用が進んでいないのが実情である。この理由としては、分析に利用されるデータが緯度経度情報となっており、各種集計を行うにはハンドリングしにくいという理由が挙げられる。

### (2) 生活道路における分析ニーズ

全国交通死亡事故者数は近年急速に減少傾向にあり、2016年には3,904人となった。しかし、そのうち約半数が歩行中の事故であり、さらにそのうち約半数が自宅から500m以内の生活圏で発生している。また、国土交通省では2016年から「生産性革命プロジェクト」<sup>4)</sup>を推進しており、その1つである「ビッグデータを活用した交通安全対策」の中で生活道路の安全対策が掲げられているなど、生活道路の安全確保が大きな課題となっている。生活道路での交通事故を防ぐためには、ドライバー・歩行者双方の安全確認の徹底だけでなく、周辺地域に用事のない通過交通(以下、抜け道利用交通)を如何にして排除するかがポイントとなる。

そのためにも、まずは生活道路における走行実態把握が必要となるが、一般的にはナンバープレート調査等の大規模な調査が必要となり、面的に広がる生活道路を対象として網羅的に調査するのは現実的でない。そこで、交通ビッグデータを活用した通過交通実態把握、生活道路における走行速度調査、急ブレーキ等の発生箇所把握等が期待されている。

### (3) 生活道路分析を実施する上での課題

一般的に収集されるデータは緯度経度情報となっており、各種集計を行うにはハンドリングしにくい形式となっている。データのさらなる利活用を促進するためには、道路リンクへの関連付け（マップマッチング）を行い、利用者が分析しやすい形式で提供することが必要である。しかしながら、一般的に流通するデータの多くは幅員の広い道路（幹線道路）へのマップマッチングは実施されているものの、幅員の狭い道路（生活道路）へのマップマッチングは対応していないことが多い。

この理由として、収集されるデータの空間分解能よりも密な道路網に対してマップマッチングを実施すると、取り得る経路が複数生じてしまい、もっともらしい経路を選択することが困難であることや、幹線道路に比べて道路網が密であることから、経路推定時のコンピュータ負荷が大きくなること等が挙げられる。

### (4) 研究目的

このような背景を踏まえ、我々は、空間分解能が疎なデータによる、より密な道路網（生活道路）を対象とした移動体の流動状況を把握し、そこで発生する様々な交通課題の解決に資するサービスの実現することを目的として、ETC2.0 データのような離散的に取得される交通ビッグデータを対象とした生活道路も含めた全道路マップマッチング技術の開発を目指した。

## 2. 基本事項の整理

### (1) ETC2.0 データとは

本稿では代表的な交通ビッグデータとして、国土交通省が整備を進める ETC2.0 データを取り扱うこととした。

ETC2.0 データとは ETC2.0 対応カーナビ/車載器を搭載した車両から収集される車両の経路情報等に関するデータである。ETC2.0 データには大きく分けて走行履歴情報と挙動履歴情報が存在し、走行履歴情報は車両の時刻、位置情報、速度等が 200m おきまたは 45° 以上の方位角変化があったときにデータが生成される。挙動履歴情報は前後加速度、左右加速度、ヨー角速度の 3 種類に区分され、各々が予め設定された閾値を超える値がカーナビ側で取得されたときにデータが生成される。

ETC2.0 データはカーナビ側で生成された後に、高速道路上や直轄国道上に設置された ITS スポットと呼ばれる路側装置において DSRC 通信を介して収

集される(図 1 参照)。その後、中央装置において、DRM ネットワークにおける基本道路（幅員 5.5m 以上）を対象としたマップマッチングを行っており、旅行時間、旅行速度の生成や各種統計値の算出を行っている。ただし、基本道路未満の道路（幅員 5.5m 未満）、いわゆる生活道路と呼ばれるような道路に対するマップマッチングは行われていないのが現状である。



図 1 ETC2.0 データの収集の仕組み(国土交通省 HP より引用)

### (2) マップマッチングとは

GPS あるいは自律航法またはその両方により算出された位置情報を地図データを用いてその誤差を修正し、最適と思われる位置に補正することを指す。具体例として、マッチングさせる為の道路ネットワーク情報を選択し、その上に位置情報をプロットさせる。走行経路特定のため、位置情報をマッチングさせる対象リンクをサブネットとして抽出を行い、そこから二条リンクや一方通行等の情報を考慮し、走行経路の特定を行うといった手法が挙げられる。一般的にマップマッチングが活用されている場面は、カーナビゲーションによるリアルタイムなマップマッチング処理が挙げられる。カーナビゲーション機能における自律航法とは、GPS の他に車両から取得された角速度、走行距離および CAN データなどを用いてリアルタイムで行われる。このため、ナビゲーション中の自車位置は GPS の遮蔽物となるトンネル、建物群がある場所でも走行道路上に正確に表示されている。

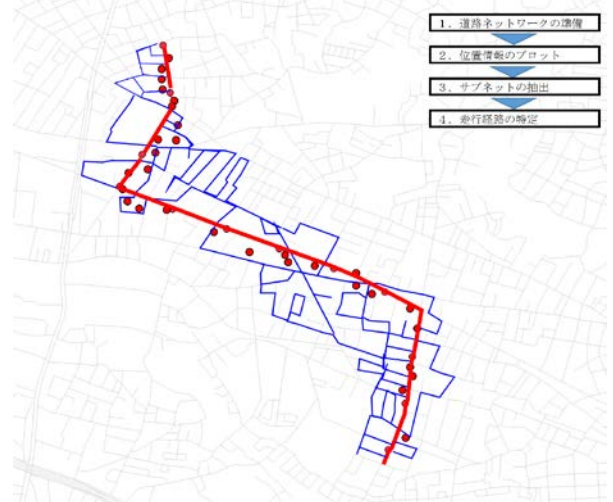


図 2 一般的なマップマッチングの例

### 3. 生活道路を対象としたマップマッチングアルゴリズムの開発

#### (1) 課題認識

生活道路も含めたマップマッチングを行う上で、最も問題となるのは生活道路の道路網の密度に対し、ETC2.0 データが十分に多頻度とはいえない点である。この問題を解決するため、マップマッチング時に取得されたデータを補い、道路網の密度に対応できるようにした。

#### (2) 生活道路マップマッチングのアルゴリズム

生活道路マップマッチングのアルゴリズムは、当初以下のような Step で実装した。後述する問題を解消するため、現在は追加の Step が実装されている。

**Step1:** 各走行履歴情報(図 3)について、最寄の道路リンクを特定する。(図 4)

**Step2:** 各トリップについて、走行履歴情報から得られた道路リンクの間を埋めるルートの生成を試みる。(図 5)



図 3 Step1 実施前の測位点及びリンク



図 4 Step1 実施後のリンク

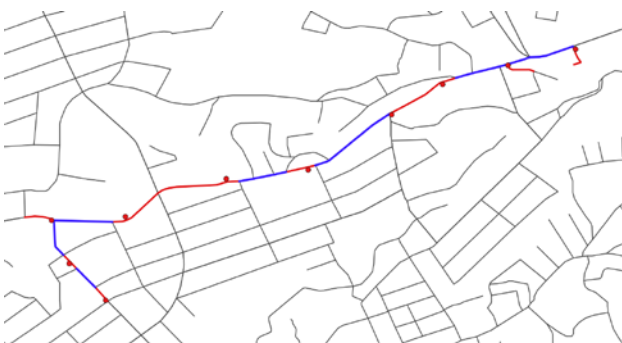


図 5 Step2 実施後のリンク

#### (3) 開発時の工夫

道路網が密になったために起きるもう一つの問題として、誤差の影響が相対的に大きくなるということがあった。疎な道路網であれば数メートル程度の位置の誤差は大きな問題にならないが、道路同士の間隔が狭くなると数メートル違えば異なる道路にマッチングされてしまうことがしばしば発生する。(図 6)この問題を解決するため、誤マッチングを検出し、訂正するステップを追加した。

その結果、生活道路マップマッチングのアルゴリズムを以下のように改良させた。

**Step1:** 各走行履歴情報に対し、最寄の道路リンクを特定する。

**Step2:** 各トリップについて、走行履歴情報から得られた道路リンクの間を埋めるルートの生成を試みる。このとき、長い走行距離が必要または方位角の変化が大きいルートは生成しない。

**Step3:** 各トリップについて、生成されたルートを検証する。リンクを逆走しているまたは 1 本のルートとして完成していない等のルートについては、走行履歴情報の一部を無視してルートの再生成を試みる。**Step4:** Step2 と Step3 を繰り返すことで、各トリップをルートとして完成させる。(図 7)

誤った道路リンクとの紐付けとして最も多いものが、二条リンクで対向車線に紐付けてしまうことである。これについては、対向車線情報を保持し、適宜参照することで、正しいリンクに修正することとした。

また、Step3 において、1 本のルートとして生成できなかった場合の走行履歴情報の選択については、無視される走行履歴情報が極小になるように走行履歴情報を選択している。

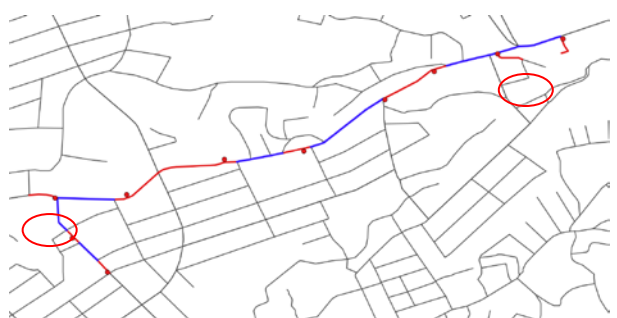


図 6 赤丸の部分がミスマッチ



図 7 Step3 によって誤りを削除した上で Step4 によって完成したトリップ



#### 4. 開発アルゴリズムの性能確認

前章で説明した開発アルゴリズムの性能確認を主目的として、ETC2.0 データを模したプローブデータと実走行経路との比較によるマップマッチング機能の精度検証を行った。精度検証は幹線道路と生活道路を含む多種多様な条件の道路を対象とした。その中でも、一般的に正しい経路へのマップマッチングが特に難しいとされる複雑な道路形状として、高速道路のランプ周辺や高速道路と並行する側道等を対象として精度検証を行った。その結果を表 1、表 2 に示す。なお、表の上段は真値（実際に走行した経路）を示し、下段はマップマッチング結果（データ上の経路）を示す。

表 1 に示すのは、高速道路の側道を西向きに走行し、アンダーパスを通過した後、反対側の側道を東向きに走行している例である。ポイントとしては東向きの側道の脇にスマート IC の入口が存在しているが、結果は実際に走行した側道上に正しくマップマッチングされていた。

表 2 に示すのは、高速道路の側道を南向きに走行し、一旦国道に出た後、IC から高速道路に流入する経路を走行している例である。この例についても高速道路に隣接する側道を走行している点がポイントであるが、結果は実際に走行した側道上に正しくマップマッチングされていた。

これらの結果から、このような複雑な道路構造、近接した並行道路でも問題なく正しいマップマッチングが実施可能であることが確認された。

表 1 マップマッチング精度検証結果その 1

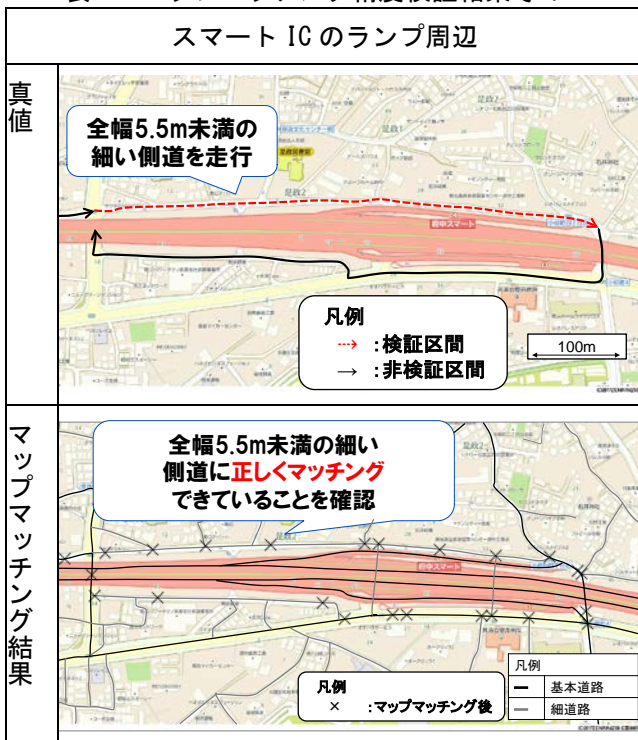
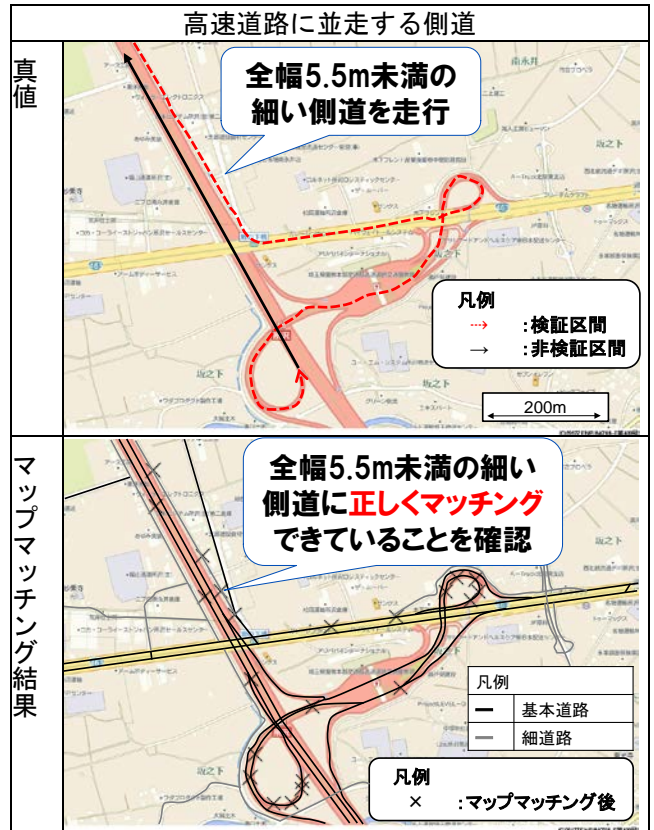


表 2 マップマッチング精度検証結果その 2



#### 5. 適用事例

実エリアを通行する車両を対象に、ETC2.0 データの走行履歴情報を用いて、生活道路を含む全ての道路にマップマッチングを行った。

通常の ETC2.0 データは基本道路のみがマップマッチング対象となっており、当該エリアにおいて取得されたデータ（1 か月分）を台数ベースで図化すると図 8 のようになる。同じデータを用いて、生活道路も含めた全道路を対象としたマップマッチングを実施すると、図 9 のようになる。図 8 と図 9 を比較すると、データが取得された道路の密度が明らかに違うことが一目でわかる。

このように、生活道路を含めたマップマッチングを行うことで生活道路も含めた車両流動を把握することができ、様々な分析に活用できる可能性があると言える。

ここで、活用可能性の一例として、生活道路における抜け道利用交通の抽出を行ってみる。なお、背景として、以下を念頭に置いている。

- 生活道路の多くはエリアに居住する住民の歩行空間または自転車走行空間としての利用がメインであり、通学路やゾーン 30 に指定されていることも多い。
- したがって、そのような道路に外々交通が不必要に流入することで、地域の交通安全環境が損なわれる可能性があると考えられる。

図 9 と同じエリアを対象として、エリアに起終点をもたない交通（外々交通）を抽出し図化したものを図 10 に示す。外々交通のみを抽出すると、幹線

道路に並行する道路や幹線道路同士を結ぶ道路に外々交通が流入している様子がわかる(破線矢印で示した路線)。

これら路線には生活道路が含まれている(赤い破線矢印)。生活道路は、本来は地域交通のみの利用に限定すべきであり、外々交通が流入すべき道路ではない。この結果から、当該エリアにおける特定の路線において、地域の交通安全環境が損なわれている可能性が示唆された。

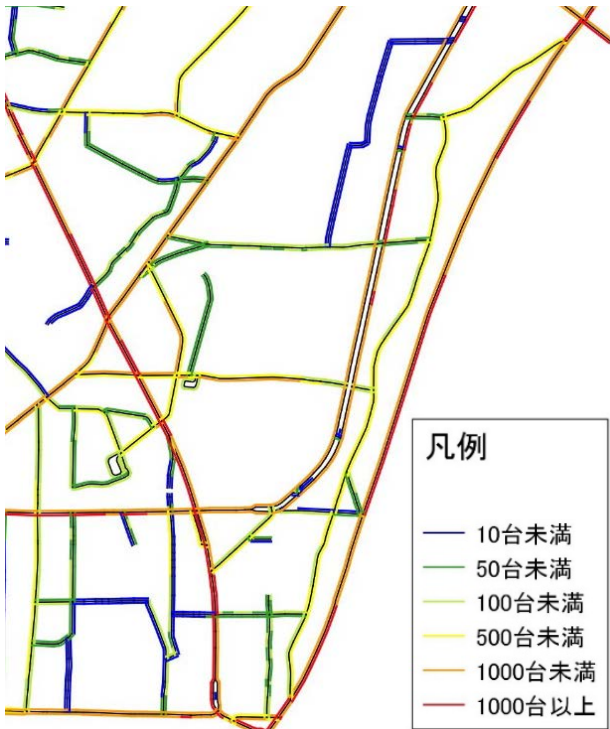


図 8 基本道路のみを対象としたマップマッチング実施例



図 9 生活道路も含めたマップマッチング実施例



図 10 当該エリアにおける外々交通のみを対象としたマップマッチング実施例

## 6. おわりに

### (1) まとめ

本論文では、ETC2.0 データのような離散的に取得される交通ビッグデータを対象とした生活道路も含めた全道路マップマッチング技術の開発に焦点を当てて、その概要を紹介した。

2 章では、マップマッチングに関する基本事項やマップマッチングに用いたデータの概要等について概説した。3 章では、生活道路を対象としたマップマッチング技術の基本アルゴリズムや開発する上での工夫等について整理した。4 章では、サンプルデータを用いて開発したアルゴリズムの精度確認を実施した結果を掲載した。5 章では、実データを用いて抜け道利用交通の抽出を例とした交通課題抽出に向けた活用例を示した。

### (2) 今後の展開

5 章で示した活用例については分析の深度化の余地が大いにあると考えられる。例えば、抜け道利用交通を時間帯別や車種別に行うことで、地域が抱えている交通課題の絞り込みが可能になると考えられる。また、抜け道利用交通の速度分析や急減速データを分析することで危険挙動の抽出を行うことも可能であると考えられる。

今回のマップマッチング結果と他のデータを組み合わせることで、更なる分析の深度化が図れるものと考えている。例えば、通学路のデータや歩道整備状況等を重ね合わせることで、安全対策をより重点的に実施すべき箇所を明確にできると考えられる。

また、今回は ETC2.0 データのみを対象としてマップマッチングを実施したが、他のプローブデータ(物流車両等)を用いた精度検証を行い、様々な交通分析への適用可能性を探っていく方針である。



**謝辞**

本論文中で紹介した ETC2.0 によるマップマッチング実施例は、国土交通省より貸与いただいたものである。ここに謝意を表す。

**参考文献**

- 1) 松田奈緒子, 牧野浩志, 吉村仁志, 山田康右, 堀口良太: ETC2.0 プローブ情報を活用した環状高速道路の交通状態把握手法に関する研究, 第 54 回土木計画学研究発表会, 2016.
- 2) 田中良寛, 鹿野島秀行, 佐治秀剛, 牧野浩志: 道路プローブデータによる圏央道開通効果分析, 第 12 回 ITS シンポジウム 2014, 2014.
- 3) 水谷友彰, 井坪慎二, 鳥海大輔, 牧野浩志: ETC2.0 プローブデータ活用による災害時通行可能ルートの把握可能性検討, 第 14 回 ITS シンポジウム 2016, 2016.
- 4) 国土交通省生産性革命プロジェクト: 国土交通省ホームページ, [http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/point/sosei\\_point\\_tk\\_000021.html](http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/point/sosei_point_tk_000021.html), 2016.

## Development of map matching algorithm for traffic big data for residential street

Akira MITSUYASU, Daisuke KANEKI, Hiroki NAKAGOME  
Hodaka KANEDA, Tomohiko OTSUKI, Kyosuke HABU

In recent years, utilization of traffic big data has attracted attention for monitoring traffic conditions and grasping the road obstacle elimination situation at the time of disaster, data utilization is progressing mainly on trunk roads. On the other hand, in case of a residential street, data utilization has not progressed so much due to technical difficulty in matching sparse data to a dense road network. Based on this background, we developed a function to analyze and grasp the flow condition of a moving object from a discrete data to a denser road network. Specifically, we developed an algorithm corresponding to the residential street network based on the past map matching technology. In addition, accuracy of the algorithm was confirmed by using data collected from vehicles which traveling routes were clear in advance. Finally, we showed the possibility of grasping various traffic problems, including grasping the traffic using bypath, and organized the utilization plan of the technology to solve various problems the region has.