

(18) ETC2.0車載器の蓄積容量を考慮した RSUの最適配置に関する考察

金井 翔哉¹・今井 龍一²・松島 敏和³・中川 圭正⁴

¹学生会員 東京都市大学大学院 工学研究科 都市工学専攻 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1)
E-mail: gl781704@tcu.ac.jp

²正会員 東京都市大学准教授 工学部 都市工学科 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1)
E-mail: imair@tcu.ac.jp

³正会員 中央復建コンサルタンツ株式会社 計画系部門 (〒102-0083 東京都千代田区麹町2-10-13)
E-mail: matsushima_t@cfk.co.jp

⁴非会員 国土交通省 近畿地方整備局 道路部 (〒540-8586 大阪府中央区大手前1-5-44 大阪合同庁舎第1号館)
E-mail: nakagawa-y86td@mlit.go.jp

ETC2.0 搭載車両の台数は 370 万台を超え、車両の走行・挙動履歴である ETC2.0 プローブ情報のデータ蓄積量は劇的に増加している。ETC2.0 プローブ情報は路側機である RSU と車載器との路車間通信でデータを収集しており、RSU の設置箇所は継続的な道路交通状況モニタリングには極めて重要である。一方、ETC2.0 車載器が蓄積容量を超えずに RSU に到達できる圏域である RSU のカバーエリアは分析されていない。また、将来的な RSU の設置箇所の選定手法は明らかにされていない。

本研究では、ETC2.0 プローブ情報の蓄積容量を踏まえた RSU のカバーエリアを分析した。さらに、RSU の最適配置箇所の選定手法を考案した。そして、実フィールドおよび実データを用いたケーススタディにより、考案手法の有用性を検証した。

Key Words: RSU, Optimal allocation, ETC2.0 probe data

1. はじめに

我が国の道路行政では、既存の道路ネットワークを賢く活用して多様化する交通需要に対応する必要がある¹⁾。交通需要に対応するためには継続的なモニタリングによる多角的観点からの自動車の交通実態の把握が極めて重要である。国土交通省では ETC2.0 プローブ情報を活用した自動車交通の実態把握が行われている。ETC2.0 対応車載器の普及台数は 2018 年 5 月時点で 370 万台を超え²⁾、ETC2.0 プローブ情報の蓄積量は劇的に増加しており、研究事例や活用事例が増えつつある^{3,4)}。

著者らは、新都市社会技術融合創造研究会の下で産官学構成による研究プロジェクトチームを平成 28 年 4 月に編成し、ETC2.0 プローブ情報を用いた自動車の交通流動の総量の把握手法の開発を目的とした研究に 3 カ年計画で取り組んでいる⁵⁾。本研究では、自動車の交通流動の総量の把握手法の開発に先立ち、ETC2.0 プローブ情報の基本特性を分析した⁶⁾。その結果、データ取得

量は地域間格差が大きいことが明らかになった。ETC2.0 プローブ情報は車載器と RSU (Road Side Unit) と呼ばれる路側機 (以下、「RSU」とする。)との路車間通信で収集されているため、継続的なデータ収集には RSU の設置箇所が極めて重要である。この RSU は高速道路および直轄国道に全国で 3,500 箇所設置されているが⁷⁾、地域的な偏りがあり、長距離に渡って RSU を通過しない場合にデータ欠測が生じる可能性が高くなるため積極的な増設が必要だと指摘されている^{8,9,10)}。

ETC2.0 車載器のデータ蓄積容量を超えて RSU に到達した場合、データ欠測が生じるため、自動車の起点、終点、経路およびトリップ数が取得できない。このデータ欠測は時空間的にシームレスな分析に ETC2.0 プローブ情報を用いる際の課題となる。ETC2.0 車載器が蓄積容量を超えずに RSU に到達できる圏域の把握は道路交通分析の的確な遂行および将来的な RSU の増設を考慮すると極めて重要である。本研究では、この圏域をカバーエリアと定義して分析を行った。

これらの状況を踏まえ、本研究では、ETC2.0 車載器の蓄積容量を考慮した RSU の最適配置手法を考案することとした。第 2 章は、RSU のカバーエリアの分析結果を述べる。第 3 章は、RSU の最適配置手法を論ずる。第 4 章は、考案手法の有用性の検証結果を述べる。最後に、第 5 章にて本研究のまとめと今後の展望を述べる。

2. RSU のカバーエリアの分析

本章では、道路ネットワークデータの道路延長を用いて RSU のカバーエリアを分析する。ETC2.0 プローブ情報は路車間通信にてデータが取得されている。ETC2.0 車載器は走行距離 80km 分のデータを蓄積できる。これは、直線走行を続けた場合の蓄積容量であり、ETC2.0 プローブ情報は進行方向変化時もデータが蓄積されることから⁹⁾、現実の道路交通を踏まえたカバーエリアの把握が必要となる。本章では RSU から道路延長で 10km、30km、50km および 80km のカバーエリアを分析した。RSU からのカバーエリアはダイクストラ法による道路ネットワーク上の最短経路探索を用いて算出した。

(1) 使用データ

本研究では、RSU のカバーエリアの分析および最適配置箇所の選定に RSU 台帳および株式会社ゼンリン社の道路ネットワークデータ（以下、「道路 NW データ」とする。）を用いた。分析対象範囲は国土交通省近畿地方整備局管内 2 府 5 県（福井県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県）とした。

(2) 分析結果

図-1にRSUのカバーエリアの分析結果を示す。図-1のAおよびBは、ETC2.0車載器のデータ蓄積容量である80kmを上回っていた。これらの地域はRSUからの道路延長が50kmのカバーエリア圏域外でもあった。RSUから道路延長で50km以上離れている道路が集中しているエリアは車両の右左折といった走行挙動を踏まえるとETC2.0車載器の蓄積容量である80kmを超過してデータ欠測が生じる可能性が極めて高いエリアであるといえる。図-1のA（以下、「空白エリアA」とする。）は日本海に面しており、隣接県のRSUを含めて分析した場合でもETC2.0プローブ情報のデータ欠測の可能性が極めて高くRSU設置の優先度が高い地域である。図-1のB（以下、「空白エリアB」とする）は、分析対象範囲外である三重県などの隣接県のRSUも含めたカバーエリアの把握が必要である。今回の分析対象範囲内のRSUでは空白エリアBはRSU設置の優先度が高い地域である。

表-1にRSUのカバーエリア圏域毎の道路種別毎の道路

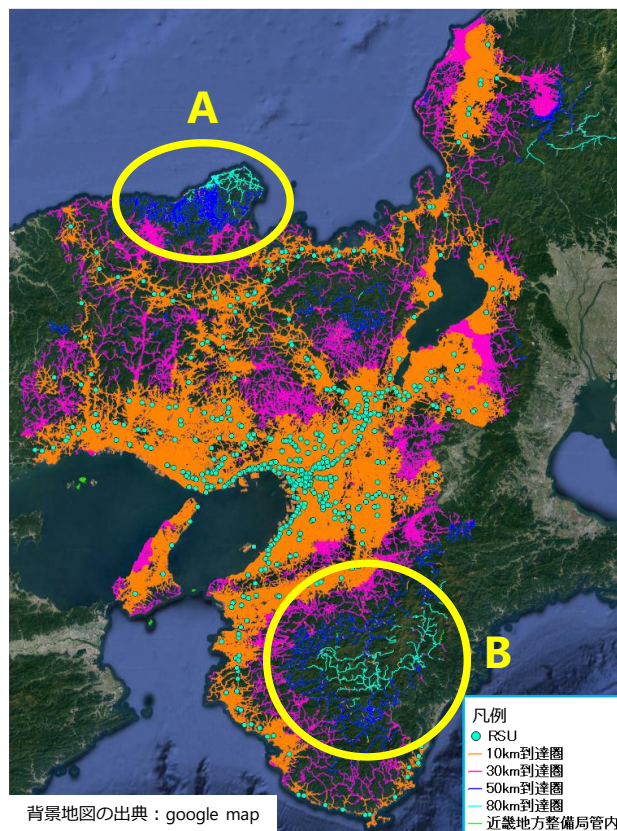


図-1 RSUからのカバーエリアの分析結果

表-1 カバーエリア圏域毎の道路種別毎の道路延長

道路種別	近畿圏全域の道路延長 (km)	カバーエリア圏域毎の道路延長 (km)			
		10km	30km	50km	80km
高速道路	2,450	2,067	2,450	2,450	2,450
直轄国道	705	705	705	705	705
一般国道	7,789	5,181	7,108	7,489	7,738
主要地方道	6,971	4,855	6,574	6,901	6,954
一般都道府県道	7,645	5,136	7,054	7,481	7,632
主要地方道	1,531	1,421	1,531	1,531	1,531
一般道	36,302	29,441	34,747	35,916	36,285
細道路	106,085	87,606	103,565	105,719	106,013
その他	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
合計	169,478	136,415	163,755	168,193	169,309

延長を示す。表-1 より、RSU から 50km のカバーエリアでは近畿圏全域の道路延長の 99% をカバーできていることがわかった。道路種別毎の道路延長では、RSU が設置されている高速道路や直轄国道はカバー率が高く、道路の規格が下がるにつれてカバー率が低下している傾向が明らかになった。

3. RSU の最適配置手法の考案

前章の分析結果より、RSU のカバーエリアを踏まえた最適配置手法を考案した。考案手法のフローを図-2 に示す。まず、RSU データと道路 NW データとを用いた最短経路探索による RSU のカバーエリアを生成する。ここで

は、RSUからの道路延長が80km（ETC2.0車載器の蓄積容量の限界値）のカバーエリアに加えて、車両の右左折といった走行挙動を考慮してRSUからの道路延長が10km、30kmおよび50kmでのカバーエリアの生成する。さらに、RSUのカバーエリア毎の道路種別毎の道路延長を算出する。生成したRSUのカバーエリアは空間的なひろがりから、RSUの設置の優先度を判定できるため、目視によるRSU設置の優先度を判定する。優先度の判定はRSUから50kmのカバーエリア圏域外のエリアが高くなる。将来的なRSUの設置を想定して、優先度が高いエリアの国道以上の規格の道路を抽出する。抽出した国道以上の道路を対象に道路交通センサスの交通量を用いてRSUの新設箇所を選定する。選定基準は、対象路線内の国道以上の規格の路線の結節点がRSU新設箇所の選定結果となる。国道以上の路線が1路線の場合はその路線およびエリア内で最も交通量が多い箇所とする。新設するRSU設置箇所を対象に最短経路探索によるカバーエリアを生成する。生成したカバーエリア毎の道路種別毎の道路延長を算出する。この結果より、新規RSU設置の効果を検証する。

考案手法では対象路線の選定に道路交通センサスの交通量を用いている。空白エリアではETC2.0プローブ情報の車両台数がデータ欠測により、過小評価されることを踏まえ、道路交通センサスの観測交通量を適用している。

4. 考案手法の有用性の検証

本研究では、考案手法を用いてRSUを仮設した際のカバーエリアの分析により、その有用性を検証した。具体的には、空白エリアAおよびBに考案手法を適用して仮設したRSUのカバーエリアを分析した。図-3は空白エリアAにおけるRSUの仮設箇所である。空白エリアAは京都府北部の丹後半島が該当する。空白エリアAにおけるRSUの仮設箇所は空白エリアAの中で唯一の国道である国道178号線上の交通量が最も多い地点であるため選定した。図-4は空白エリアBにおけるRSUの仮設箇所である。この箇所は空白エリアBにある国道168号、国道169号および国道311号の結節点であるため選定した。

本研究では、空白エリアAおよびBにそれぞれ仮設したRSUからの10km、30km、50kmおよび80kmのカバーエリアを分析した。図-5は仮設した2箇所のRSUから道路延長で50kmのカバーエリアである。この2箇所はRSUの設置条件は考慮できていない点に留意する必要がある。表-2は考案手法適用後の仮設した2箇所のRSUからのカバーエリア圏域毎の道路種別毎の道路延長の算出結果である。図-5では考案手法の適用により、従来の空白エリアを十分に補えていることが把握できた。表-2より、RSUから50kmのカバーエリアは仮設した2箇所のRSUで

空白エリアの道路の約半数を補えることがわかった。

5. おわりに

本研究はRSUのカバーエリアを分析し、RSUの最適配置手法を考案した。そして、考案手法の有用性をケーススタディにより検証した。その結果、50kmのカバーエリアを想定した場合、近畿圏では2箇所にRSUを新規配

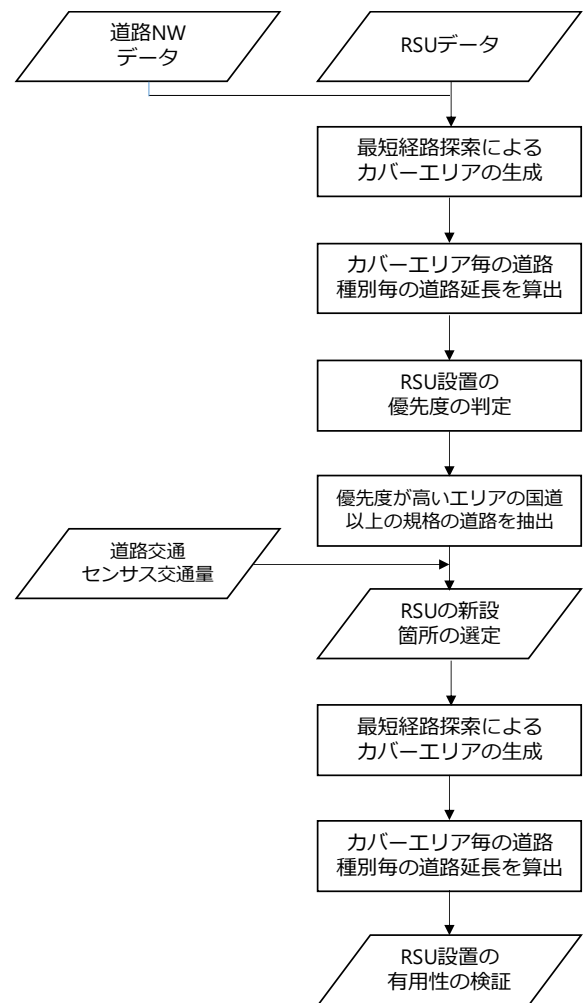


図-2 RSUの最適配置手法のフロー

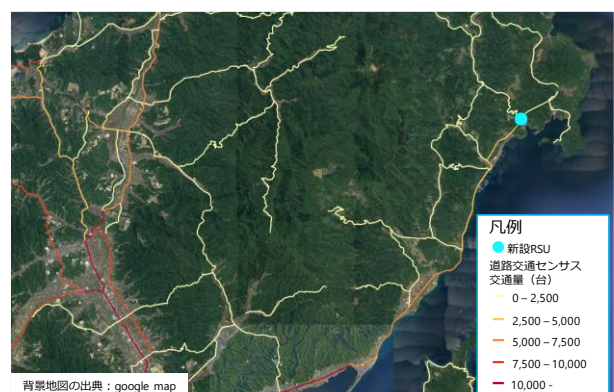


図-3 空白エリアAにおけるRSUの仮設箇所

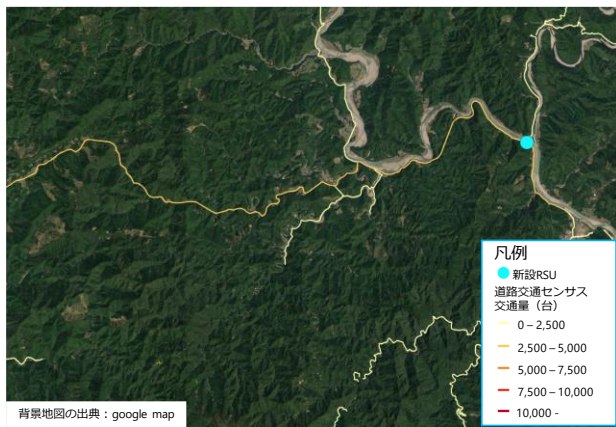


図-4 空白エリアBにおけるRSUの仮設箇所

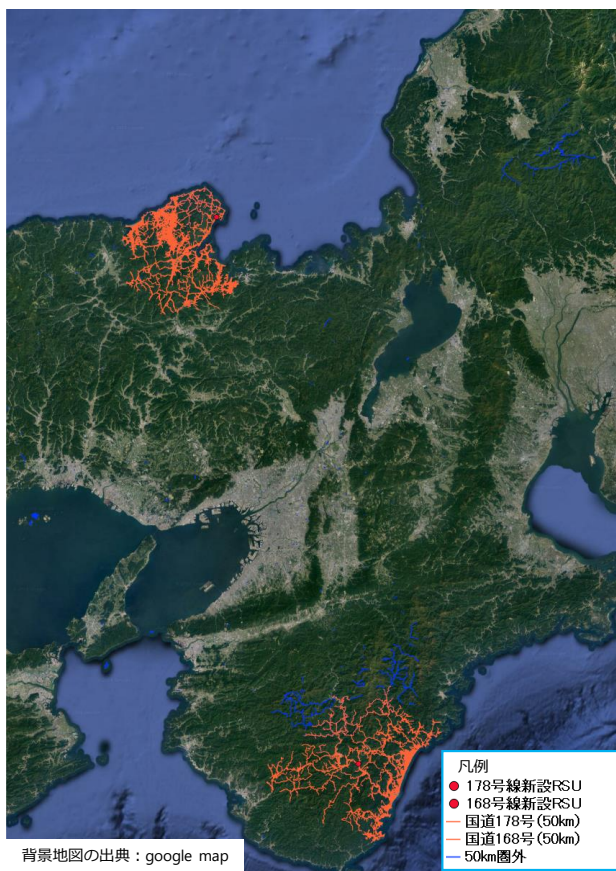


図-5 考案手法適用後のRSUのカバーエリア (50km)

表-2 考案手法適用後の空白エリアの道路延長

RSUからの到達圏域	10km	30km	50km	80km
空白エリアの道路延長 (km)	36,695	6,415	1,454	130
新設RSUで新たにカバーできる道路延長の合計 (km)	207	1,522	725	11
全体の空白リンクに対する新設RSUでカバーできる割合 (%)	0.6	23.7	49.9	8.5

置することで空白エリアの半数を補えることがわかった。考案手法は近畿圏特有の手法ではなく、全国で適用可能な汎用的な手法である。

今後は、道路交通状況や施設配置を考慮した新設RSUの最適配置に資する手法への改良が必要である。そのた

め、全国分のRSUおよび道路NWデータを用いた分析および災害時の幹線道路網の冗長性を踏まえたRSUのカバーエリアの分析が必要である。

謝辞：本研究の成果は、新都市社会技術融合創造研究会の活動の一環である。本研究の遂行にあたり、京都大学大学院の小林潔司教授には貴重なご意見を賜った。国土交通省近畿地方整備局の奥山健一氏（当時）、喜多弘氏、中央復建コンサルタンツ株式会社の中矢昌希氏、田中文彬氏、和田翔氏、高谷祐輔氏には多大な協力を賜った。さらに、株式会社ゼンリン社より道路NWデータの提供を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省：道路を賢く使う取組，<<http://www.mlit.go.jp/common/001098857.pdf>>，（2018.6.14 閲覧）
- 2) 一般財団法人 ITS サービス高度化機構：セットアップ件数の推移-ETC2.0，<<http://www.go-etc.jp/fukyu/etc2/index.html>>，（2018.6.14 閲覧）
- 3) 国土交通省：地域道路経済戦略研究会，<http://www.mlit.go.jp/road/ir-council/keizai_senryaku/index.html>，（2018.6.14 閲覧）
- 4) 牧野浩志・鹿野島秀行・田中良寛・佐治秀剛：ETC2.0 プローブ情報の活用方法の体系化に関する研究，土木計画学研究発表会講演集，土木学会，Vol.51，No.240，2015.
- 5) 松島敏和，今井龍一，金井翔哉，池田大造，中川圭正，奥山健一，喜多弘：人口流動統計を活用した ETC2.0 プローブ情報による道路交通状況モニタリングに関する一考察，土木計画学研究発表会講演集，土木学会，Vol.56，No.20，2017.
- 6) 和田翔，中矢昌希，松島敏和，田中文彬，今井龍一，金井翔哉，大森卓哉，奥山健一，奥田善之：ETC2.0 プローブ情報の基本特性及び交通流動総量の分析に関する取り組み，土木計画学研究発表会講演集，土木学会，Vol.55，No.46-05，2017.
- 7) 国土交通省：ETC2.0 車両運行管理支援サービスについて，<<http://www.mlit.go.jp/common/001209853.pdf>>，（2018.6.14 閲覧）
- 8) 鹿野島秀行，牧野浩志：ETC2.0 プローブ情報による観光交通把握，土木計画学研究発表会講演集，土木学会，Vol.53，No.62-3，2016.
- 9) 三好孝明，長谷川栄一，田中伸治：ETC2.0 プローブ情報を活用したパーキングエリア利用状況の試行的分析，交通工学研究発表会論文集，交通工学研究会，Vol.36，No.20，2016.
- 10) 岸邦宏，飯野靖文，水野一男，宮川香奈恵：レンタカー観光行動分析に対する ETC2.0 プローブデータ活用の可能性と課題，土木計画学研究発表会講演集，Vol.54，No.299，2016.