

衛星データを利用した幹線道路の交通状況の把握*

A study on grasping method of traffic condition of arterial roads by using of satellite picture data*

諸田恵士**・井坪慎二**・塚田幸広**・東俊孝***

By Keiji MOROTA**・Shinji ITSUBO**・Yukihiko TSUKADA**・Toshitaka AZUMA***

1. はじめに

交通混雑の原因となるボトルネック箇所の抽出や、対策の事前事後の効果測定に際し、定量的に道路の混雑状況を把握する必要があり、その際には周辺道路の混雑状況を含めた面的な把握が必要である。このような面的な交通状況の把握を考えた際に、従来からの路線単位の旅行速度調査や定点観測の交通量調査が行われてきたが、これらの調査方法は、精度が高い一方で、コストも高く、精度のニーズとコストとのトレードオフを考慮した効率的な調査手法を検討する必要がある。

簡易に面的に交通状況を把握する方法として、航空写真¹⁾²⁾を用いた手法は検討されている。また、衛星データ³⁾を用いた移動体の速度の推定は行われているが、交通量も含めた交通状況把握の面での実用可能性について検討した事例は無い。

そこで本研究は、撮影済みで既存の高分解能衛星データを用い、まず、車両の判別精度を把握し、高解像度の衛星画像の目視判読から、簡易に車両がどの程度判別できるかを明確にした。その上で、主に幹線道路上で渋滞長や車種判別等の道路交通状況に加え、断面交通量の把握を試みた。

2. 対象領域および使用データ

(1) 対象領域および観測時期の選定

衛星データを用いた交通状況のモニタリングを実施しようとする場合、対象領域と観測時期の選定段階で以下の問題点が考えられる。

①対象領域の問題

- ・都市部での高層ビルの陰の影響
- ・高速道路の高架や立体交差による影響



図-1 検討対象エリアの衛星画像

② 観測時期の問題

- ・太陽高度が低い時期は、ビル影の影響が顕著になる
- ・晴天率が低い時期は、衛星観測の機会が減少する
- ・雲が発生している場合、判読不能な車両が発生する

以上のことから、高層ビルや高架道路が少なく、幅員が広い幹線道路が存在することを考慮し、つくば市を対象地域に選定した。さらに、推計した断面交通量をトラフィックカウンター（以下、「トラカン」とする）による交通量データと比較検証を行うため、トラカンの設置箇所を含むように対象エリアを絞り込んだ。（図-1）

(2) 使用する衛星データ

画像からの車両判別にあたっては、現在、利用可能な商業衛星の中で解像度が最も優れている、高分解能衛星 QuickBird によるつくば市内の最新の状況を観測した 5km × 5km の領域の衛星データを使用した。主な諸元は以下のとおりである。

名称：QuickBird データ
(パンシャープデータ、アーカイブ画像)
範囲：5km × 5km (25km²)
観測年月日：2005年2月6日
空間分解能：0.60m

*キーワード：高分解能衛星データ、交通調査

**正員、国土技術政策総合研究所

(茨城県つくば市旭1番地、
TEL029-864-4472、FAX029-864-3784)

***正員、国土情報技術研究所

(東京都渋谷区南平台町16-28 グラスシティ渋谷
TEL03-6311-8351、FAX03-6311-8355)

図 - 1 に対象エリア全体の衛星画像を示した。ここでは、カラー合成画像上に道路網を重ね合わせている。また、断面交通量の精度比較に用いるトラカンの設置位置 (No.1 ~ No.5) も図上に示した。使用するデータは2005年10月3日から10月9日の1時間帯交通量である。

3. 検討手順

(1) 車種の推定

図 - 1 に示したNO. 1およびNO. 3付近において、衛星データ上で判別した車両の車長を計測し、大型自動車、小型自動車の2車種の分類を試みた。具体的な実施手順を以下に示す。

- STEP1: 衛星データを用いたカラー合成画像の作成
- STEP2: カラー合成画像の目視判読により車両を認識
- STEP3: 画像処理ソフトの計測機能を利用して、車長を計測
- STEP4: 車長4.75mを基準に、小型自動車・大型自動車を分類

(2) 渋滞箇所・渋滞長の推計

カラー合成画像の目視判読から渋滞箇所を特定し、渋滞長の計測を試みた。今回は、信号による停止長を渋滞長として計算した。具体的な実施手順を以下に示す。

- STEP1: 衛星データを用いたカラー合成画像の作成
- STEP2: カラー合成画像の目視判読により、渋滞箇所を把握
- STEP3: 画像処理ソフトの計測機能を利用して、渋滞長 (停止長) を計測

(3) 駐車場利用率の推定

カラー合成画像の目視判読から屋外の駐車場エリアを特定した後、全駐車スペースに占める駐車台数を利用率として計算した。具体的な実施手順を以下に示す。

- STEP1: 衛星データを用いたカラー合成画像の作成
- STEP2: カラー合成画像の目視判読により、駐車エリアを把握
- STEP3: 駐車スペース内の車両の有無を判断し、全駐車スペースと駐車台数を把握
- STEP4: 全駐車スペースに占める駐車台数を駐車場利用率として計算

(4) 断面交通量の推定

図 - 1 中のNo. 1 ~ No.5の地点において、衛星データから1分間の断面交通量を推定を行い、同じ時間帯のトラカンデータと比較することで、検出精度を把握した。衛星データを推測される交通量は、衛星が日本上空を通過する午前10時30分前後である。具体的な実施手順を以下に示す。

- STEP1: 衛星データを用いたカラー合成画像の作成
- STEP2: 衛星データの取得日時の把握
 - ①2005年2月6日 (日)

②日本標準時 10:36:56

- STEP3: 衛星データから推定可能な1分間の断面交通量の時間帯を確定「10:36:26~10:37:26」
- STEP4: 車両速度を50km/hと仮定 (衛星データでは各車両の速度推定は困難なため)
- STEP5: トラカン設置箇所 (図 - 1 中No.1 - No.5) を中間点として設定し、1分間の断面交通量を求める延長を計算 (図 - 2)
 - ①速度: 50km/h → 50000m/h → 13.8m/s
 - ②延長: 828m (設置箇所を中間点とする前後414m: 13.8m/s × 30s)
- STEP6: カラー合成画像の目視判読から車両台数をカウント
- STEP7: 休日 (2005年10月9日) の10-11時に観測されたトラカンデータより1分間の断面交通量を計算
- STEP8: 上記したSTEP 6 とSTEP 7 の値を比較し、検出精度を把握

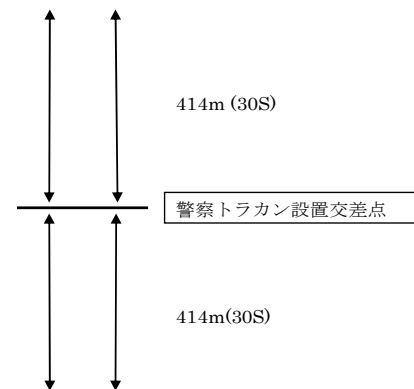


図-2 1分間の断面交通量を求める延長

4. 検討結果

(1) 車種の推定

図 - 3 に示すように衛星画像から認識された車両の車長を計測し、この値から大型自動車と小型自動車の2車種に分類した。図 - 3 はNo.1付近の拡大画像であり、車長を推計した結果、図中の表のとおり車種は分類された。高解像度の画像から車両を明確に認識ができるため、ある程度の精度で車種判別が可能であると考えられる。

(2) 渋滞箇所・渋滞長の推定

図 - 4 に示すとおりNo. 2付近の3車線レーンにおいて、信号待ちによる渋滞長 (停止長) を試験的に計測した。その結果、右折レーン49m、直進レーン30m、左折レーン27mという結果が得られた。道路上の車両については認識が可能であるため、衛星データを活用した渋滞長のモニタリングができる可能性を示すことができた。

(3) 駐車場利用率の推定

図 - 4 内に撮影されている大型商業施設の屋外駐車場を対象に、駐車スペース、駐車台数および駐車場の利用率を推定した。表 - 1 に推定結果を示したが、駐車車両



エリア番号	トラカン番号	読取エリア	車両番号と車長(m)													
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
NO.1	35(上り)	A	4.47 (小型)	4.83 (大型)	4.41 (小型)	4.68 (大型)	4.99 (大型)	4.06 (小型)								
		B	5.36 (大型)	5.04 (大型)	4.02 (小型)	4.95 (大型)	3.84 (小型)	3.93 (小型)	4.16 (小型)	3.56 (小型)	3.96 (小型)	4.53 (小型)	4.20 (小型)	4.09 (小型)	4.59 (小型)	4.89 (大型)
	36(下り)	C	4.73 (小型)	2.54 (小型)	2.59 (小型)	2.17 (小型)	3.03 (小型)	2.25 (小型)	3.57 (小型)	4.22 (小型)	4.92 (大型)					
		D	4.45 (小型)	4.68 (小型)	4.26 (小型)	5.07 (大型)	4.45 (小型)	3.86 (小型)	3.10 (小型)							
NO.3	33(上り)	K	3.20 (小型)	3.90 (小型)	4.61 (小型)	3.13 (小型)	3.00 (小型)	2.88 (小型)								
		L	3.00 (小型)	3.42 (小型)	3.99 (小型)	2.72 (小型)	3.39 (小型)	6.31 (大型)								
	34(下り)	M	5.06 (大型)	3.26 (小型)	3.05 (小型)	6.07 (大型)	5.06 (大型)	3.05 (小型)								
		N	2.54 (小型)	4.20 (小型)												

図 - 3 車種の推定結果 (No.1 付近)

を明確に認識することができ、屋外駐車場利用台数の計測についてもある程度の精度で行うことが可能であると思われる。

(4) 断面交通量の推定

前述の方法により試行的に衛星データから1分間の断面交通量を推定し、表 - 2にトラカンデータと比較した結果を示した。その結果、衛星データからの推計値とトラカンの計測値は近い値を示したが、衛星データとトラカンデータの観測時期が異なるため、今後は、同時期の交通量データを用いて再度に検討することが課題である。

5. まとめ

本研究では、衛星データから道路上の車両判別を行いやすい地点として都市部から離れた郊外の地域を対象に、高分解能衛星データの目視判読を行った。道路上の車両を明確に認識することができ、渋滞長および駐車場利用率を推定することが可能であることがわかった。さらに車種判別を行い、加えて、1分間の断面交通量の推定を行った結果、ある程度の精度で推定することができた。

以上のとおり、衛星データから交通量、渋滞長等の多

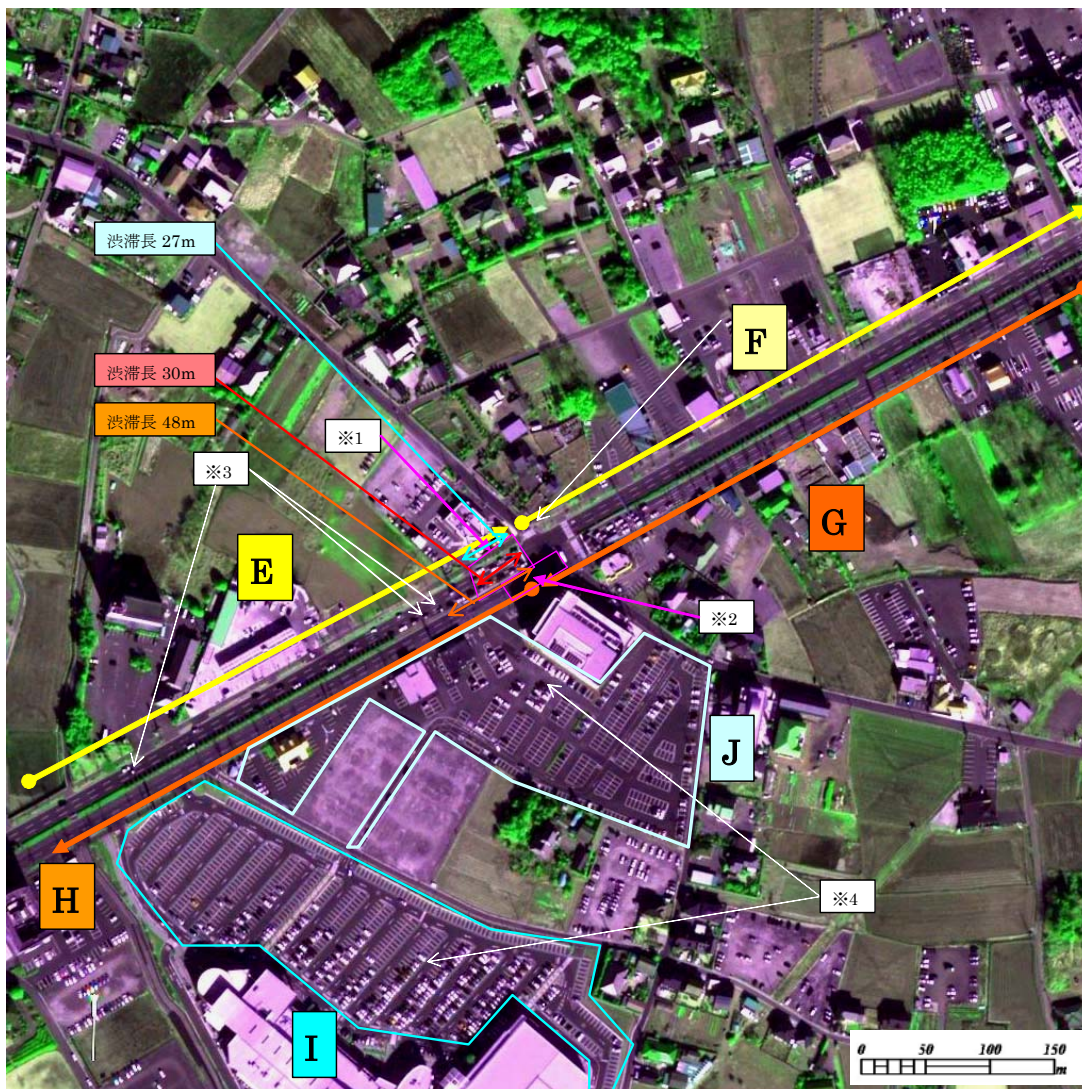


図 - 4 渋滞長及び駐車場利用率の推定画像 (No.2 付近)

表 - 1 駐車場利用率の推定結果

	駐車スペース(台)	駐車台数(台)	駐車場の利用率(%)
駐車場 I	734	262	35.6
駐車場 J	455	131	28.7

表 - 2 断面交通量の推定結果

エリア番号	トラカン番号	A.衛星データ/分	B.トラカンデータ/分	認識率(%) A/B*100	同時間帯平均交通量/h
NO.1	35(上り)	20	17	119	1010
	36(下り)	16	11	144	835
NO.2	37(上り)	32	22	147	1238
	38(下り)	17	20	85	1190
NO.3	33(上り)	12	14	86	884
	34(下り)	8	12	67	810
NO.4	39(下り)	11	11	99	768
	40(上り)	11	17	67	951
NO.5	51(下り)	7	4	167	319
	52(上り)	1	4	29	305

※ 図 - 1 においてつくばセンターへ向かう車線を「上り」とした。

項目の交通状況を把握でき、かつ、周辺道路の状況も含めて面的に捉えられることから、衛星データから交通状況の把握を行うことは、実用可能性があると考えられる。

今後は、衛星観測と同時期の計測データ（交通センサ

スデータ、トラカンデータ）等を利用することで、さらに車種分類、交通量等の推定結果の検証を進めて行くことが課題である。また、衛星データの解像度と車両推定の関係を詳細に把握するために、既往の研究³⁾でその有用性が示されている「パンクロマチックデータ」の検証も実施する必要がある。

参考文献

- 1) 吾田洋一、浅野基樹：航空写真による都市内幹線道路、開発土木研究所月報、No.586, pp.2-10, 2002
- 2) 近藤智之、大林成行、小島尚人：高分解能衛星マルチスペクトルデータを用いた主要交差点における交通密度分析の可能性、土木学会年次学術講演会講演概要集共通セッション, vol.53, pp.428-420
- 3) 恵多谷雅弘、坂田敏文、下田陽久ら：単一シーンのQuickBirdデータを用いた移動体検知の試み、日本リモートセンシング学会誌, vol.24 No.4, pp.357-366, 2004