

# AI カメラ検出による自動車ナンバープレート の常時観測データを用いた OD 交通量推計 に関する研究

柳川 篤志<sup>1</sup>・高尾 秀樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 中央復建コンサルタンツ（株）（〒533-0033 大阪市東淀川区東中島4-11-10）

E-mail:yanagawa\_a@cfk.co.jp

<sup>2</sup>正会員 中央復建コンサルタンツ（株）（〒533-0033 大阪市東淀川区東中島4-11-10）

E-mail:takao\_h@cfk.co.jp

都市計画、交通計画を検討する上で交通量データ、とりわけ OD 交通量は情報としてのニーズが高い一方で、実地の調査による把握が実務上困難であることが多い他、推計においても滞在という移動行為における不連続部分を捉える必要があり、多くの課題を抱えている。近年、ICT 技術等の発達によりプローブカーデータ等の交通量観測データを用いた OD 交通量推計手法に関する研究が多くなされているが、OD 交通量推計の精度向上の課題は依然として存在している。

そこで本研究は、大阪の夢洲エリア周辺に自動車ナンバープレートを識別する定点カメラを複数台設置し、夢洲エリア周辺における OD 交通を長期間に亘り、より直接的に観測・推計するものである。本研究結果により、ナンバープレートにより識別できる車両属性情報を含む OD 交通量の推計結果を得ることができた。

**Key Words:** traffic survey, od matrix estimation, camera detection, car registration plate

## 1. 研究の背景と目的

近年では交通量調査における ICT 活用が進んでおり、交通量調査の省力化が進んでいる。主には AI カメラ等で自動車をカメラ映像から識別しカウントするものや、ナンバープレートを識別する手法などがある。省力化は近年の交通量調査員の人出不足の解消や自治体が交通量調査を行う際の費用削減を目的となっていることが多く、今後も交通量調査の機械化・自動化の重要性は非常に高いと考えられる。一方、カメラ技術等を用いた交通量把握は今後スーパーシティやデジタルツイン都市という文脈においても注目されるとも考えられ、これらの活用シーンでは交通量調査という 1 回のものでなく、交通量の常時観測、そして渋滞対策等の施策とも一体となった取り組みとなることが期待される。

常時観測ではトラフィックカウンターデータも存在しているが、断面交通量しか計測できず大型車、小型車の属性が分からないという制約があることや、観測機器の維持管理が不十分であることから正確なデータを取得することがそもそも困難であるという問題点も存在してい

る。

本研究では、夢洲、咲洲、舞洲地区周辺に新たにカメラを設置し自動車交通を常時観測するものである。本研究は常時観測データによる当該エリアの交通特性を分析をすることで、今後スーパーシティやデジタルツイン都市実現を見据えた交通管理施策に資することを目的とする。

## 2. 既往研究と本研究の位置づけ

### (1) カメラデータによる交通量調査

カメラをもしいた交通量調査に関する研究では木下<sup>1)</sup>らはトレイルカメラを用いて簡易交通量調査手法を実施している。トレイルカメラによる画像認識により歩行者、自動車の観測を行っている。自動車に関しては対象の形から軽自動車、普通乗用車、トラックなどの車種分類を行っている。

ナンバープレートを対象とした交通量調査に関しては小篠<sup>2)</sup>らの研究があり、ハンディカムカメラを路側に設置することでナンバープレートを識別しナンバープレート調査の自動化と流動分析を行っている。精度について

はナンバープレートの認識正誤率は95%と高い。当該研究はナンバープレート認識システムを構築することに重点が起きているため、カメラ自体はハンディカムカメラが用いられている。このためバッテリー交換の問題や路側に一時的に設置しているという点で、短時間の交通量調査となることが調査の制約といえる。

**(2) ナンバープレートによる OD 交通量の推計**

ナンバープレートによる OD 交通量の推計手法に関しては田中<sup>3)</sup>らの研究があり、首都高速道路に設置されたナンバープレート自動識別装置 (AVI) とデジタルビデオカメラ (VTR) による撮影、調査員による調査でナンバープレート調査を行い、AVI や VTR にの精度を比較検証している。AVI や VTR によるものはナンバープレートデータをマッチングさせることで OD 分布が分かり、そのサンプルデータを車両感知器による断面交通量と突き合わせることで拡大補正し、OD 交通量を推計している。

**(3) 本研究の位置づけ**

以上、カメラを用いた交通量調査やナンバープレートの読み取ることによる交通量調査研究をレビューした。カメラを用いたナンバープレート調査などはカメラは単日の交通量調査としての手法が多く、常時観測によるモニタリングとしては行われていない。これはカメラの設置場所や使用機器の特性から困難であったといえる。また OD 交通量の常時観測では首都高速道路のランプ上という限定された場所でしか計測されていない。また OD 交通も高速道路のランプ間の OD であり、一定のエリアにおける一般交通の OD 交通量を計測調査は行われていない。

そこで本研究の目的として特定エリアの一般交通を対象としてナンバープレートの識別による OD 交通量の推計とその交通分析を行うこととする。

**3. 分析手法**

**(1) ゾーニングとカメラの設置**

夢洲臨海部のエリアを計7ゾーンに分割し、そのそれぞれのゾーン境界 6 断面に 2 方向で車両を撮影するカメラを設置した。1 台のカメラに対し 2 車線の撮影ができ、南港大橋は片側 4 車線であるため計 14 台のカメラを設置した。

**(2) カメラデータについて**

今回設置したカメラデータは撮影した映像でカメラがナンバープレートを認識し、その認識されたナンバー

プレートデータが、検出日時、撮影カメラのデバイス番号とともにサーバー上に保存される形式である。カメラデータはサーバーから CSV で取得することができ、本研究ではこのデータを分析対象とする。

また車両ナンバーから分かる車種分類は表-2 のように設定した。

表-1 カメラデータレイアウト

カメラデータ	データ形式
検出日時	yyyy-mm-dd HH:MM:SS
車番	4桁ナンバープレート
デバイス名	整数

表-2 車両分類方法

分類番号	車種分類	車種大分類
1	普通貨物自動車	大型
2	普通乗合自動車	大型
3	普通乗用自動車	小型
4	小型貨物自動車	小型
5	小型乗用車及び小型乗合自動車	小型
6	小型貨物自動車	小型
7	小型乗用車及び小型乗合自動車	小型
8	特殊用途自動車	小型
9	大型特殊自動車	大型
0	大型特殊自動車 (建設)	大型

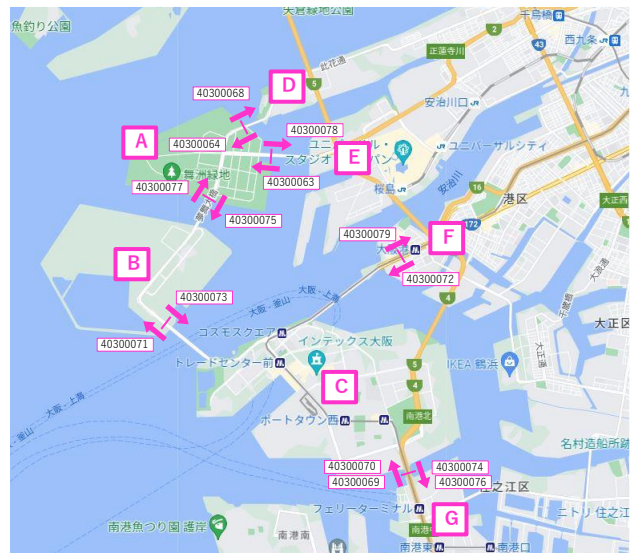


図-1 カメラ位置とゾーニング

**(3) OD 表の推計**

OD 表推計までの流れは図である。

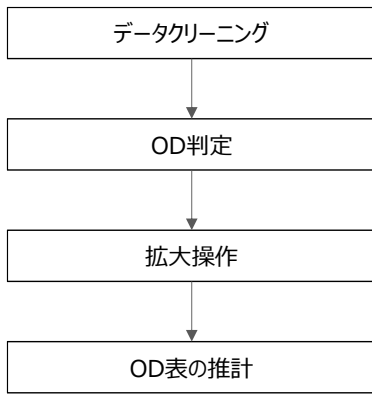


図-2 分析フロー

a) データクリーニング

カメラは道路脇の照明中などに設置されており、道路脇から車両を斜めに撮影する。また1台のカメラは2車線分を撮影しナンバープレートを検出するが、撮影中に手前の車線を走行する車両と奥の車線を走行する車両とが被るや、大型トラックに隠れて小型車両が走行するなどナンバープレートがブラインドとなることがある。また車両の走行速度が速くなるとカメラの認識率も下がる傾向にある。そのためカメラのナンバープレートの認識率は100%ではなく、データが取得されていないことがある。そのためある車両車両に着目した場合、走行ルートが実際にはあり得ないルートを通る場合がある。そのためそのようなデータを持つデータはカメラ検出の2点間のペアで除外した。

b) OD 判定

続いて OD 判定であるが、これはあるゾーンからあるゾーンへ移動が通過であったか滞在であったかを判定するものである。つまり、あるゾーンからあるゾーンへ移動にかかる所要時間がある閾値を超えていれば滞在（そのゾーンに目的があった）、超えていなければ通過と判定する。閾値の設定は2つのカメラデータによって算出される各車両の所要時間分布から設定する。夢洲、舞洲、咲洲の臨海部は道路ネットワークが限定的であり、移動ルートを一意に想定した。また、移動時間分布を確認したところ小型車よりも大型車の方が移動に要する時間を多い傾向にあり、そのため今回は大型車の移動時間分布の中央値の時間を2倍したものと設定した。ただし、CとF間の移動時間分布では、大型車両の分布形状がなだらかとなっており、中央値の2倍の値は明らかに通過に要する時間を超えていたため、CとF間だけは小型車の移動時間分布の中央値の2倍の時間を閾値に設定した。

臨海部以外の移動ルートは移動ルートを一意に決定することが難しいため、グーグルマップの経路検索により計測し、その時間に一定のマーヅンを持たせてゾーン間の移動判定に係る閾値を設定した。設定は以下のように

した。

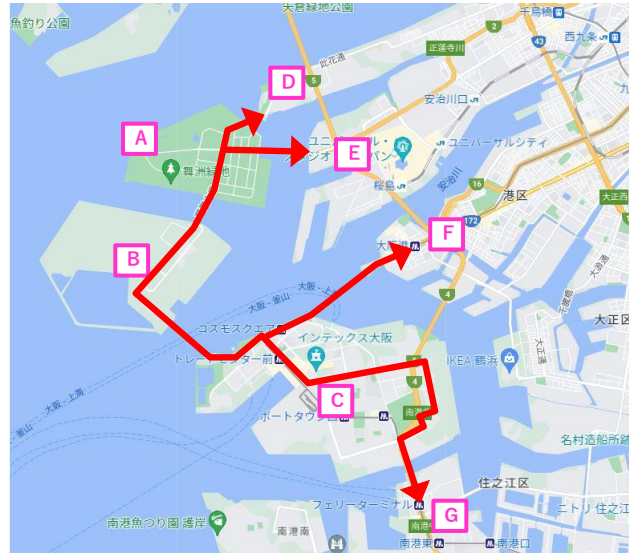


図-3 臨海部想定ルート

表-3 滞在判定の閾値の設定の仕方

最短通過時間	滞在判定の補正処理
30分未満	+ 15分
30分以上	50%増し

c) 拡大操作

b)の OD 判定により車両のトリップデータ作成されるがこのデータはカメラが検知したサンプルデータであるため、これを交通量として分析するために拡大補正を行う。拡大補正係数はカメラの車両検出率の逆数を取ったものなどもあるが、カメラ設置と類似した箇所にトラフィックカウンター（以下、トラカン）が設置されているため、カメラデータのサンプルで得られる交通量に対して、トラカンデータを突き合わせ補正係数を算出することとする。

この拡大操作を行うための拡大層については交通特性上、異なると考えられる「時間別」、「曜日別」であるため、これらのそれぞれのカテゴリーに対して拡大係数を付与する。大型車、小型車の車種も交通特性が異なると考えられるが、トラカンデータは車種区分がないため今回は考慮しない。拡大前の OD 交通量と突き合わせるトラカンデータは夢咲トンネル入口に設置されたものと、咲洲トンネル西に設置されたものとする。

d) OD 表の推計

以上よりトラカンデータと交通量を突き合わせ算出された拡大係数は4断面、各曜日(祝日含む8種)、各時間(24時間)の組み合わせ計768種となる。拡大補正で用いたトラカン断面以外を通る OD 交通については、各4

断面の平均値を拡大補正係数とした。以上より拡大された OD 表が推計された。

#### 4. 集計結果

##### (1) 記述統計

今回分析対象とするカメラデータは 2022 年 7 月 3 日～2022 年 9 月 17 日までの 77 日間である。取得した車両データのレコード数は 6,134,967 レコードであり、このうち、クリーニング後のレコードは 5,306,174 (生データの 86.5%) であった。

##### (2) OD 表の検証

拡大後の OD 交通量がトラカンデータと整合しているかの検証を行う。検証ではトラカンデータの拡大補正で使った夢咲トンネル（北向き，南向き）のデータと咲洲トンネル西（咲洲⇒港区，港区⇒咲洲）に加えて，拡大補正で使っていない咲洲トンネル西（夢洲⇒咲洲），大阪出入国管理局西（北向き）のデータと比較する。それぞれのトラカン断面で 2022 年 7 月 3 日～2022 年 7 月 31 日の 1 時間ごとの断面交通量データで検証を行った。x 軸がトラカンデータ，y 軸が拡大後のカメラデータである。結果は図4～9 である。

表4 トラカンデータと OD 推計データ検証

トラカン計測位置	計測地点番号	相関係数	MAE	RMSE
夢咲トンネル（北行き）	8158	0.99	11.4	23.3
夢咲トンネル（南行き）	8159	0.97	13.8	31.7
咲洲トンネル西（咲⇒港）	8958	0.99	18.9	30.9
咲洲トンネル西（港⇒咲）	8959	0.96	36.8	51.6
咲洲トンネル西（夢⇒咲）	8960	0.97	18.4	36.7
大阪入国管理局西（北行き）	8955	0.99	41.6	65.5

※赤は拡大操作で使ったトラカン断面

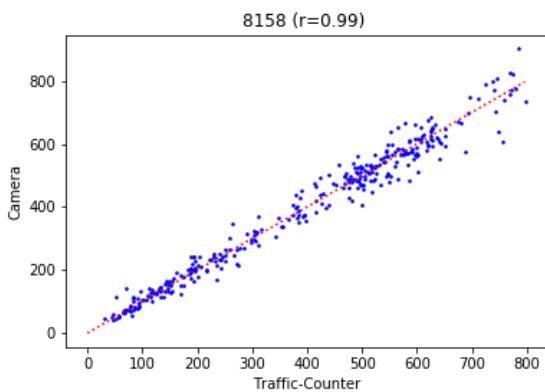


図4 夢咲トンネル（北側）

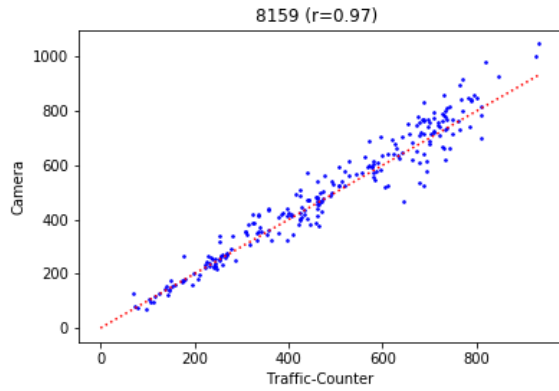


図5 夢咲トンネル（南側）

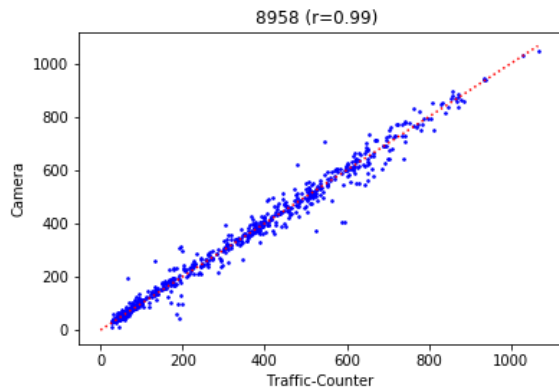


図6 咲洲トンネル西（咲⇒港）

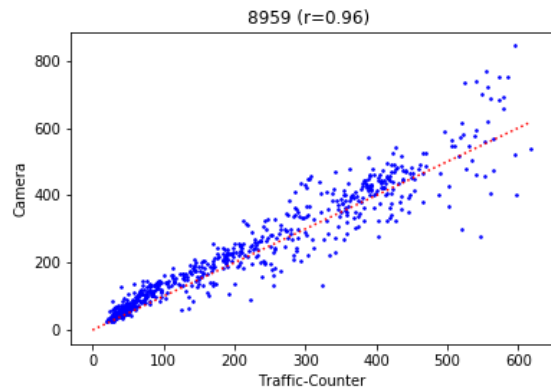


図7 咲洲トンネル西（港⇒咲）

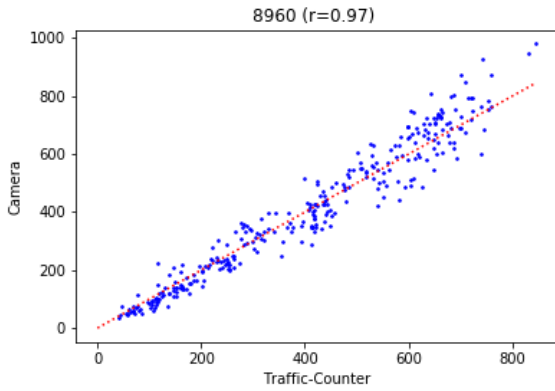


図-8 咲洲トンネル西 (夢⇒咲)

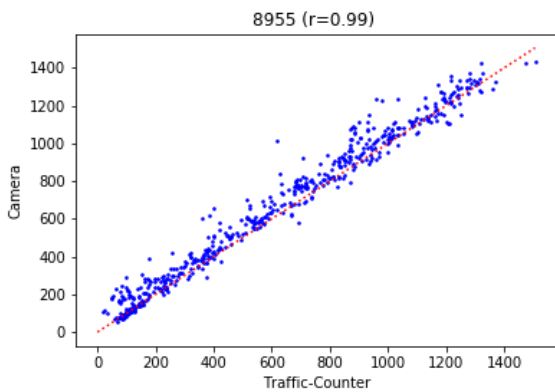


図-9 大阪入国管理局西 (北向き)

(3) 基礎集計

集計は曜日別、車両属性別、時間帯別で基礎集計分析を行った。また時間帯別は平日の交通量が最も多かった木曜日の平均値で集計した。

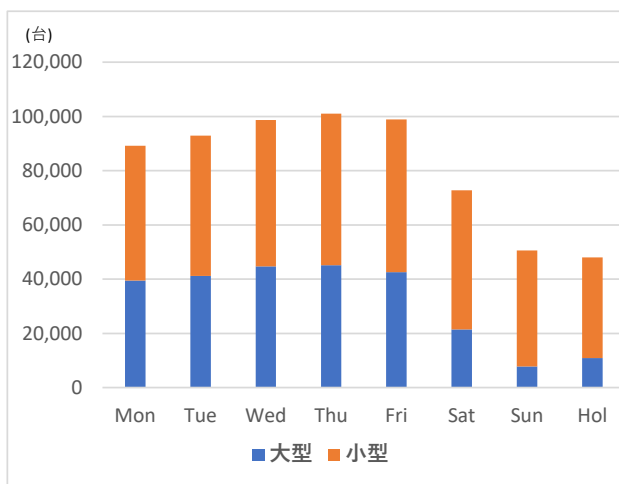


図-10 曜日別エリア計平均交通量

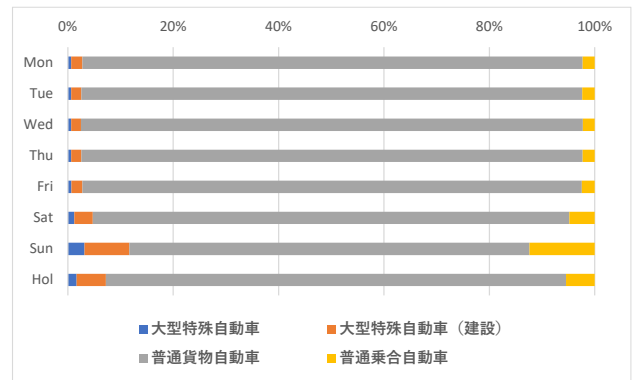


図-11 大型車車種割合

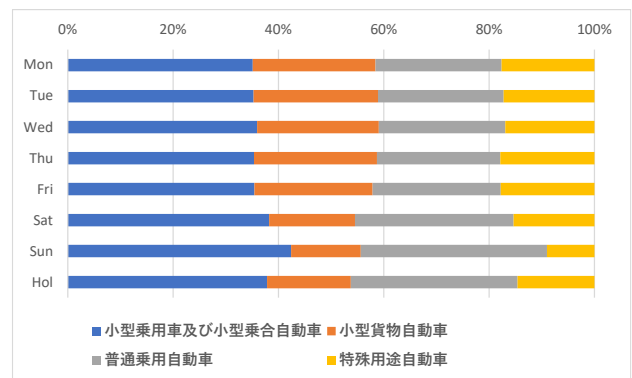
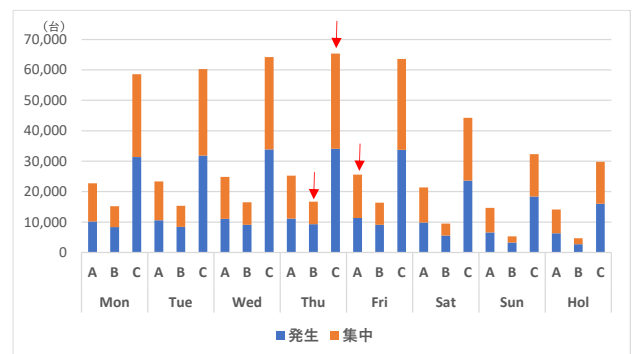


図-12 小型車車種割合



※赤矢印は週の最大値

図-13 臨海部曜日別発生集中量

表-5 大型車OD表

	A	B	C	D	E	F	G	発生	
A		33.7	607.1	135.5	689.5	2828.4	40.9	140.1	4475.2
B	852.5		223.5	4327.1	54.2	262.4	87.1	561.0	6367.8
C	427.8	2120.2		192.2	82.3	213.4	1952.2	8651.2	13639.3
D	473.4	103.6	68.6		152.4	316.3	50.7	218.1	1383.0
E	3576.5	676.9	164.8	336.8		128.8	69.2	479.4	5432.5
F	90.5	162.4	1980.0	48.5	47.6		52.0	283.6	2664.6
G	297.2	518.6	8974.2	200.6	276.7	383.4		543.6	11194.3
集中	5751.7	4412.21	15842.3	1564.36	4073.6	2635.48	1087.7		45156.6

※強調は 1000 台/日以上

表-6 小型車 OD 表

	A	B	C	D	E	F	G	発生
A	32.6	769.5	49.9	1613.7	4067.8	36.6	92.6	6662.8
B	1332.7	55.9	1072.2	68.6	255.6	73.0	93.7	2951.7
C	590.6	1195.1	79.3	73.3	230.7	6073.7	12184.0	20426.7
D	1510.7	310.8	36.8	257.4	306.2	137.0	208.4	2767.2
E	4353.1	307.6	39.5	250.9	399.1	117.1	227.4	5694.6
F	151.2	99.4	3922.2	38.5	71.5	263.5	399.4	4945.7
G	405.7	217.3	10257.1	178.6	221.0	671.2	448.7	12399.6
集中	8376.5	2955.57	15457	2480.93	5551.99	7372.12	13654.1	55848.2

※強調は 1000 台/日以上

表-7 大型車混入率

	A	B	C	D	E	F	G	発生
A	50.9%	44.1%	73.1%	29.9%	41.0%	52.7%	60.2%	40.2%
B	39.0%	80.0%	80.1%	44.1%	50.7%	54.4%	85.7%	68.3%
C	42.0%	64.0%	70.8%	52.9%	48.1%	24.3%	41.5%	40.0%
D	23.9%	25.0%	65.1%	37.2%	50.8%	27.0%	51.1%	33.3%
E	45.1%	68.8%	80.7%	57.3%	24.4%	37.1%	67.8%	48.8%
F	37.4%	62.0%	33.5%	55.7%	40.0%	16.5%	41.5%	35.0%
G	42.3%	70.5%	46.7%	52.9%	55.6%	36.4%	54.8%	47.4%
集中	40.7%	59.9%	50.6%	38.7%	42.3%	26.3%	44.3%	44.7%

※強調は 50%以上

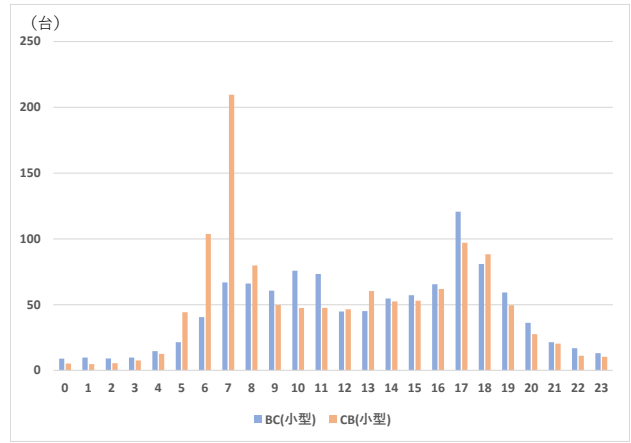


図-15 BC・CBの時間帯別交通量（小型車）

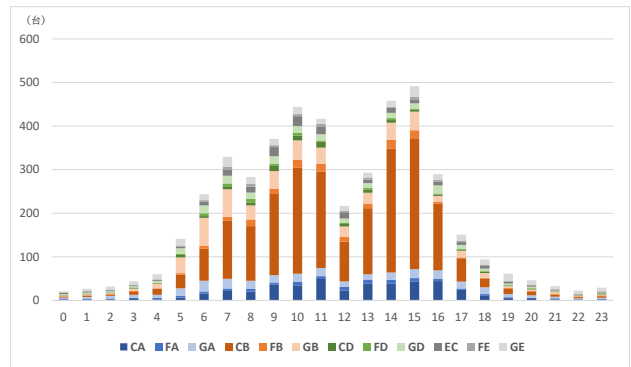


図-16 夢咲トンネル（北行き）時間帯別交通量（大型車）

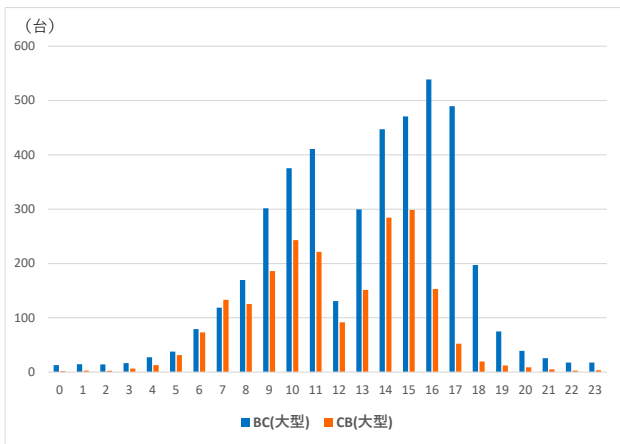


図-14 BC・CBの時間帯別交通量（大型車）

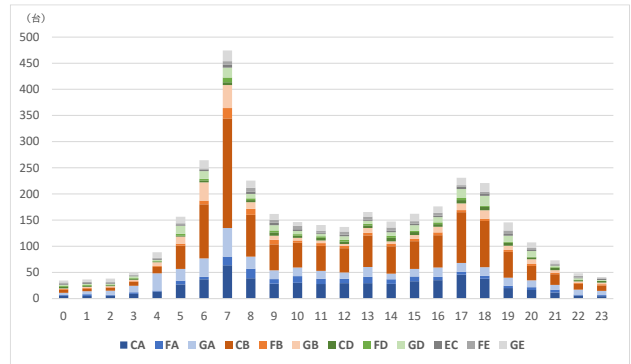


図-17 夢咲トンネル（北行き）時間帯別交通量（小型車）

## 5. 考察

### (1) データの精度検証

トラカンデータとカメラデータとはいずれの断面においても高い相関が見られ、また MAE も夢咲トンネル、咲洲トンネル西（咲⇒港）、咲洲トンネル西（夢⇒咲）では 20 以下となり精度が高いと言える。ただし、咲洲トンネル西（港⇒咲）は相関係数がやや低く MAE も高くなっているのは、咲洲トンネル（西向き）に設置しているカメラがトンネル入口の高いところに設置しており、

カメラの検出率が低くなっていることが影響していると考えられる。また大阪入国管理局西は交通量が多いため MAE も大きくなっている。

## (2) 基礎集計

エリア全体の曜日別交通量は木曜日が最も多くなっており、土日祝は交通量が少なくなっている。また車両属性別では平日では大型車混入率が 40%程度高くコンテナターミナルが立地する夢洲周辺の特徴が現れている。土日祝は大型車混入率も低くなっている。

大型車、小型車の内訳では大型車は大半が「普通貨物自動車」となっている。小型車は 4 分類が等分に近いが、「小型乗用車及び小型乗合自動車」、「普通乗用自動車」の割合が高くなっている。

臨海部の発生集中量は咲洲の発生集中量が多くなっている。

平日木曜日における OD 交通量は大型車は CG 間、BC 間の交通量が多くなっており、夢洲コンテナターミナルや咲洲の港湾物流関連の交通が多いことから影響していると思われる。小型車は C、F、G の交通量が多く、咲洲や内陸部で一般住人が多いため一般交通が多いこと影響していると考えられる。

時間帯別では、小型車は C から B への交通量が 7 時台でピークを取っており通勤等の車両が多いことが分かる。また大型車は 10 時台、15 時台の前後で交通量が多く、業務での交通が多くなっていると思われる。

夢咲トンネル北行き断面に着目した集計では夢洲へ向かう交通（赤系統）以外に夢洲を通過する交通があるということがわかる。

## 6. 結論

### (1) まとめ

交通量観測はトラフィックカウンターなど断面交通量を把握する手法がこれまで多くなされてきたが、今回ナンバープレートによる常時観測を複数の地点で行うことで複数のカメラ間での同一車両のマッチングを行うことができるようになり、その結果断面交通量だけでなく、一定の前提のもと個々の車両の OD も把握することがで

きた。またナンバープレート情報により車両属性も詳細に把握することができ、大型車の混入率を OD 別で把握することができた。またトラカンデータとの検証では一定の精度があることが確認され、本研究手法による交通量常時観測は一定の妥当性があると考えられる。

### (2) 今後の課題

また今回は車両を前方から撮影しナンバープレートを取得するためナンバープレートが車体の後方のみについている二輪車を検知することはできない。今後は車両を後方から撮影し二輪車を含めた交通量観測が行える技術の開発も課題である。

また OD 表作成では大型車所要時間分布における中央値の 2 倍の値を滞在・通過の閾値として設定したが、今後は分布モデルを想定して閾値を設定することも考えられるため今後の検討課題である。

また今回はカメラ設置から 2 ヶ月程度であったため、今後通年のデータを取得し、今回分析を行った「時間変動」、「曜日変動」、意外に「季節変動」などより大きい周期での傾向分析を行うことも必要である。

**謝辞：**今回車両観測のためのカメラ設置とデータ取得では株式会社大林組の全面的な協力の下に行うことができた。本論文の末筆ながらご協力頂いた関係者の方々に感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) 木下義昭, 濱村秀亮, 中村秀明: トレイルカメラと AI を用いた簡易交通量調査の無人化, pp.345-355, インフラメンテナンス実践研究論文集 VOL.1 No.1, 2022.
- 2) 小篠耕平, 菅原宏明, 藤井純一郎, 大久保 順一, 岡野 将大: 路側からの撮影動画を用いた車種別車両計測とナンバープレート認識の複合認識システムの開発および流動分析への適用可能性検証, pp.233-238, 第 41 回交通工学研究発表会論文集, 2021.
- 3) 田中芳和, 村上康紀, 井上浩, 桑原雅夫, 赤羽弘和, 小根山裕之, pp.49-58, 交通工学研究会 vol.36 No.1, 2001.

## A STUDY ON OD TRAFFIC VOLUME ESTIMATION USING CONTINUOUS OBSERVATION DATA OF CAR LICENSE PLATES DETECTED BY AI CAMERA

Atsushi YANAGAWA, Hideki TAKAO

On conducting urban planning and transportation planning, traffic volume data, especially, information on OD traffic volume is in great demand. However, it also has many issues, because it is usually difficult to catch reality of the situation through on-site studies, and it is also required to understand discontinuous

part included in behaviors of stay produced by travelers' movements during the estimation. Recently, thanks to the development of ICT technology, we have seen many studies on OD traffic volume prediction methods using traffic volume measurement data, such as Probe-Car data. However, we still have issues, including a requirement for more improvement in the precision of OD traffic volume prediction.

Thus, on this study, we have installed several fixed cameras in order to distinguish license plates around the Yumeshima area to directly measure and estimate its OD traffic there for a longtime period. As a result of this study, we have obtained an estimation of OD traffic volume including attribution information of vehicles which can be distinguished by their license plates.