

画像処理による 可搬式ナンバープレート自動観測装置の開発

泉 典宏¹・龍野彰男¹・宮本直樹¹・氏島康雄¹

¹正会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ(〒150-0002 東京都渋谷区渋谷1-16-14渋谷地下鉄ビル)

道路事業等において事前事後評価が重視されるなかで、交通流の実態を正確に捉えた質の高いデータの取得が求められている。交通流動を捉える手法のひとつにナンバープレート調査があるが、観測員が目視で行う従来の方法には取得できる情報の限界やデータ構築日数等の課題があった。これらの課題を解決し、迅速に正確なデータを構築できるシステムとして通過車両の映像を画像処理してナンバープレート情報を自動的にデータ構築する可搬式の観測装置を開発した。本装置は、夜間の観測もふくめて必要な箇所に必要な期間の設置観測が可能であり、道路整備の事前事後評価等において、交通流の変化等を的確に把握できるものである。また、地点間のナンバープレート情報を活用することで所要時間の把握も可能である。

キーワード: ナンバープレート調査, 画像処理, 交通流動調査, 所要時間調査, 整備効果

1. はじめに

公共事業に対するアカウンタビリティが求められ、道路整備や交通施策を実施するうえで効率的かつ重点的、効果的な投資を行うための事前事後評価が重視されている現状にあって、交通流動の観測データに対して適切な時期に正確な情報を得ることが求められている。

交通の特性を捉えるための一つの手法としてナンバープレート調査がある。ナンバープレート調査は、交通の流動や道路の利用者特性を捉えるうえで有効な手段として実施されてきたものであるが、従来の目視による観測では、高速で走行する状況や夜間、あるいは長期間のデータを正確に捉えることに課題があった。

そこで、これらの課題を解決し、必要な箇所に必要な時期に設置・観測でき、通過車両の映像を画像処理することでナンバープレートの全情報を正確に読み取り、その場で即時にデータ構築するシステムとして、可搬式のナンバープレート自動観測システム(以下、OC-iという)を開発した。

2. 客観的評価の支援

道路交通施策の立案および客観的評価の流れを図-1に示した。道路交通施策を的確に立案するためには、現況の交通流動の実態を的確に精緻に把握することが必要である。また、施策の効果を事前あるいは事後に客観的に定量的に精緻に分析するには、事前では評価ツールの構築とこれに用いるデータ精

度の確保、事後評価では施策により変化した交通流動を正確に把握するが必要である。OC-iは、これらの実態把握、事前評価、事後評価の各場面において交通流動の正確なデータを提供できるものである。

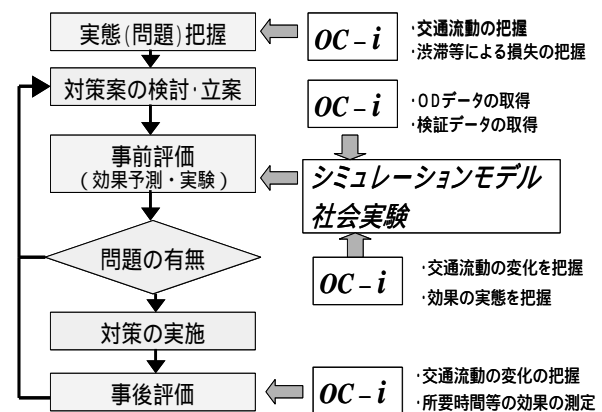


図-1 客観的評価の流れとOC-iの活用

3. 従来の調査における課題とその改善

(1)従来の交通流動データの課題

これまで、ある道路がどういった使われ方をしていのかは、道路交通センサスやパーソントリップ調査の結果を用いる、あるいは各箇所個別に行う人手でのナンバープレート調査によるしかなかった。道路交通センサスの自動車OD調査は概ね5年に

一度、パーソントリップ調査は数年から十数年に一度の調査であり、道路交通施策の立案・評価を行う際にはデータの取得時期が古くなっており適時性を欠く場合があった。また、これらの調査は地域をゾーンに区切ってサンプリングにより調査するものであることから、個別の施策や事業を検討あるいは評価するには、データの抽出率やゾーンの大きさから、十分な精度が確保できない場合があった。

また、人手による観測では取得データの精度や観測期間に限界があった。人手によるナンバープレート調査の具体的な課題としては、a)重交通路線や高速走行する路線ではナンバープレートのフル情報が読めない、b)データ読み取り時およびデータ入力構築時に人手が介在することからヒューマンエラーを内包している、c)人の目で読み取ることから日中しか読めない場合が多い、d)長期間の観測ができない、e)データ構築に時間がかかる等があげられる。

(2) OC-i による課題の解決

OC-i は道路の観測断面を通過する車両のナンバープレート情報を画像処理により自動的に観測できる装置である。

本装置と同様の機能を有する装置としては、AVI装置と呼ばれる各種システムがあるが、固定式の常時観測タイプであるためにその使用は限定的であった。本装置は可搬式という特徴を有しており、必要な断面で必要な期間のみ設置して観測できるものとしたことから、適時、適所での設置、観測が可能である。

前述したこれまでの調査の課題に対して、OC-i はナンバープレートの全情報を高精度に昼夜を問わず長期間にわたって観測することが可能であり、データの構築も読み取った情報をその場でテキストデータとして蓄積できるものである。また、重交通路線や高速走行路線についてもナンバープレートの全情報を高い捕捉率を維持してデータを取得することから、従来のナンバー4桁の情報のみを読み取っているような場合に生じていた偶然マッチングによって生じる誤差やデータ取得率が低い場合の拡大処理による誤差拡大の可能性も排除できる。

つまり、本装置によって取得できる時々刻々のナンバープレート情報は、そのフル情報が得られる点と精度および捕捉率の高さにより、どの車がどこを通過したかが経路を追って把握することができ、時間別、車種別の分析も可能である。前述の客観的評価の流れにおいても、例えば、実態の把握においては車種別の交通流動の把握や渋滞等による損失の把握等、事前評価においては経路データの取得が可能なおことから評価ツールである交通流シミュレーションモデルの入力データや検証用データの取得、社会実験における交通流動の変化および効果の実態を把握するデータ等が得られる。また、事後評価においては交通流動の変化や所要時間等のアウトカム指標による効果の直接測定が可能である。

4. OC-i の概要

(1) システム概要

OC-i のハードウェアは図-2 に示したとおり、CCDカメラ部、近赤外線照明部、PCボード画像処理部から構成され、これらを筐体に一体型として格納している。具体の機器仕様は表-1 に示したとおりである。



図-2 OC-i の機器構成

表-1 OC-i の機器仕様

筐体部：一体型筐体	
消費電力	30VA
寸法	220W × 250H × 230D
重量	10kg以下
環境規格	防雨型JIS C 0920 3等級 瞬間風速 秒速50m対応
塗装	メラニン焼付塗装
カメラ部：近赤外線高精細カメラ	
画素数	1400(H) × 1000(V)相当
消費電力	約4.8VA
ズ・ム調整機能	12.5 ~ 75mm
アイリス調整機能	F1.4 ~ 16C相当(自動制御)
寸法(カメラ)	58(W) × 58(H) × 48(D)
寸法(レンズ)	108(W) × 70(H) × 115(D)
重量(カメラ)	220g
重量(レンズ)	750g
重量(合計)	970g
照明部：高視野角対応 近赤外線LED照明	
発光波長	880nm
消費電力	約30VA
寸法	210(W) × 155(H) × 70(D)
重量	800g
画像処理部：組込型画像処理装置 IP7500EB	
OS	Linux 2.4ベース
画像ライブラリ	IP7500CD(LX)
消費電力	12VA
寸法	182(W) × 42(H) × 141(D)
重量	960g

(2) ナンバープレート読み取り処理の概要

OC-iにおけるナンバープレート情報の読み取り処理の流れは大別して、「車両検知とナンバープレート画像の抽出」、「画像の補正」、「文字データの取得と保存」の3段階に分けられる。各段階の処理を以下に概説する。

a) 車両検知とナンバープレート画像の抽出

近赤外線照射装置によって照らし出される通過車両をCCD近赤外線カメラが連続撮影し、外部環境によって変化する撮影条件を一定に自動調整した画像を処理して、画角に入ってきた移動体を捉え車両を検知する。車両を検知した画像の中から図-3に示したような、ナンバープレートを読み取るのに最適な静止画像を抽出する。



図-3 ナンバープレートを読み取る画面の抽出例

b) 画像の補正

抽出した静止画像からナンバープレート切り出し、その画像を文字認識しやすいように、図-4のイメージで角度等に対して幾何補正する。



図-4 ナンバープレート画像の幾何補正

c) 文字データの取得と保存

幾何補正したナンバープレート画像から文字位置を確定し、パターンマッチング法による文字認識を行って画像情報を文字データに変換する。この処理によって取得したナンバープレート情報をメモリカードにテキスト形式でデータ保存する。

(3) 観測方法

OC-iの検知領域は概ね3m四方であり、ほぼ車線幅と同等である。したがって、ナンバープレートの観測は、図-5に示したとおり、1車線に1基を設置し各車線の通過車両を対象に読み取る方法となる。

設置箇所としては、図-6に例示したような門型柱や歩道橋等の車線上から撮影できる箇所が理想的であるが、路側の電柱等からの斜めの画角での観測も可能である。

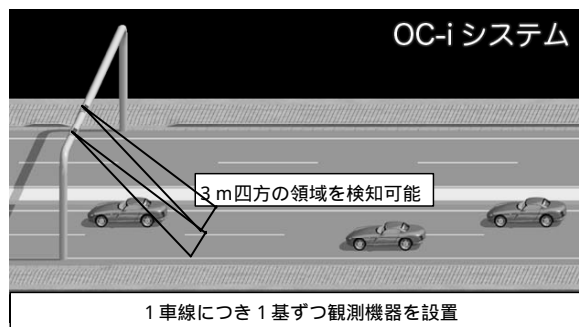


図-5 OC-iによる観測の方法



図-6 OC-iの設置例

(4) システムの特徴

OC-iシステムの特徴としては、人手による観測や従来型のAVI装置と比較して、以下の事項があげられる。

a) 観測条件

OC-iは昼夜を問わず、長期間のナンバープレート情報の収集が可能である。この点で、従来の「目視」によるデータ収集の課題を解消し、データの捕捉率、信頼性が向上している。

b) 取得するデータ項目

OC-iではナンバープレートに関する全ての情報を観測できる。具体的には、ナンバープレートの「陸運支局」、「車種コード」、「ひらがな」、「4ケタナンバー」の全ての情報を読み取ることができる。また、営業用・自家用、大型ナンバー、小型ナンバーを識別して自動的に分類することが可能であり、営業用か自家用か、大型車か小型車かなど、

車両の使用や車種の分類を自動的に識別したデータが得られる。

内蔵したメモリーカードには、これらのナンバープレート情報に加えて、「車両の通過時刻（観測日時、分、秒）」、「観測車両の走行速度」、「観測車線の交通量（ナンバーが読めなかった車両についても別途カウントした情報）」が一連情報として蓄積される。

c) データ構築

幾何学的に補正されたナンバープレート画像から変換して取得した文字データはその場でテキスト形式のデータとしてメモリーカードに保存されるため、これまでの人手で観測していた調査においてデータ構築に要していた多大な期間と労力が解消され、観測直後から解析が可能である。

d) 設置場所を選ばない

小型で持ち運びが簡単にできる仕様としたことから、歩道橋、電柱、照明柱、標識や情報板の門柱などさまざまな箇所への設置が可能である（図-7、図-8 参照）。

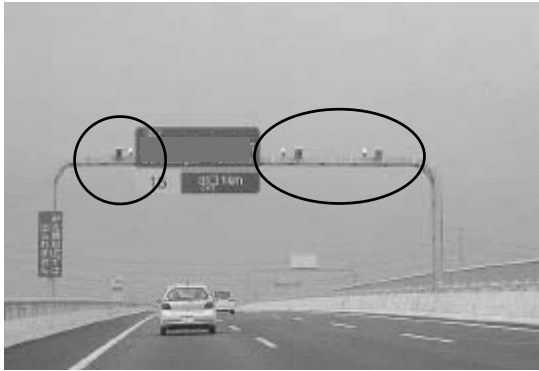


図-7 現地観測状況（高速道路の例）

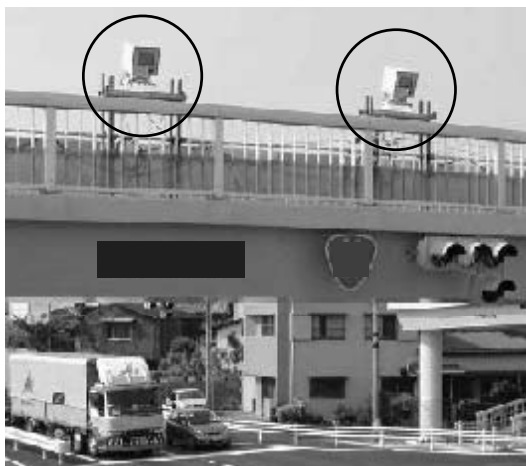


図-8 現地観測状況（一般道の例）

(5) システムの精度

本システムのナンバープレート情報の読み取り精度は、理想条件下での性能は実験値として図-9 に

示したとおり、ナンバープレート全情報を読み取り信頼度として、100%の正確性が確認できている。

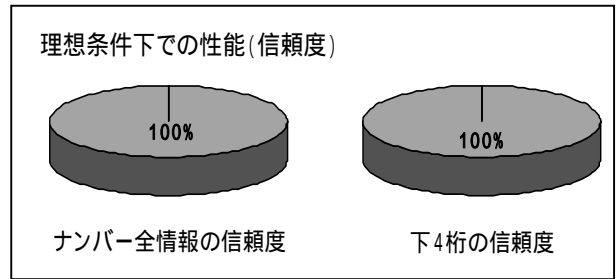


図-9 OC-iのデータ精度（理想条件下）

また、これまで実際の現場で使用した実績をもとに、システムの精度を検証した。検証にあたって用いた指標は以下の3項目である。

a) 捕捉率

別途観測した交通量のうち、本システムでナンバープレート情報（陸運支局+車種番号+平仮名+4桁番号：以下、フル情報という）をデータとして捕捉できた台数の割合を「捕捉率」と定義した。

$$\text{捕捉率} = \frac{\text{カメラでフル情報を捕捉した台数}}{\text{別途観測による交通量}}$$

b) 正解率

本システムでナンバープレートを捕捉した台数のうち、録画していたビデオ画像と照合してナンバープレートの全情報を正しく読み取っていた台数の割合を「正解率」と定義した。

$$\text{正解率} = \frac{\text{フル情報を正しく読み取った台数}}{\text{カメラでフル情報を捕捉した台数}}$$

c) 信頼度

通過した交通量全体に対して、ナンバープレートの全情報を正確に読み取っていた割合と定義した。

$$\begin{aligned} \text{信頼度} &= \frac{\text{フル情報を正しく読み取った台数}}{\text{別途観測による交通量}} \\ &= \text{捕捉率} \times \text{正解率} \end{aligned}$$

これらの指標を用いて検証した結果は、図-10 に示したとおりであり、実際の現場での精度は、捕捉率が80%、正解率が95%、信頼度が75%という状況である。

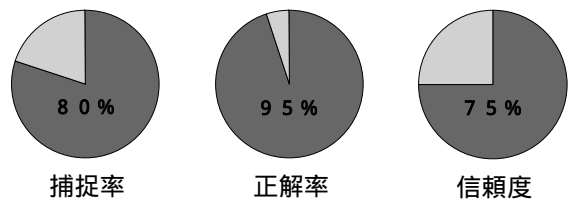


図-10 現場での読み取り精度の実績

理想条件下と比較して現場での読み取り精度が低下した原因は、車両がカメラの画角外を走行（車線変更、路上駐車回避行動等）、渋滞によって前車との車間距離が狭くなりナンバープレートが見えなくなる、ナンバープレートの汚れ・折り曲げ・隠蔽・自発光式、朝日や夕日等の太陽光の反射、悪天候（大雨、雪、霧等の視界の障害）、路面の照り返しや構造物の影が縞状に入る等によって画面内の輝度差が激しくなる状況などであった。

5. 取得データの利活用

(1) 基礎データの作成

4.の(4)で述べたとおり車両の通過時刻とナンバープレート情報が得られることから、以下の基本的な解析が可能となる。

a) 断面の交通特性

ナンバープレートの車種情報、交通量、速度が観測できることから、設置断面の交通量およびその車種構成、車種別交通量の時間変動特性、時間帯別の速度特性、長期観測の場合にはこれらの月変動、季節変動等が把握できる。

b) 観測断面間の車両の動き

本装置を複数の断面に設置することで、ある断面を通過したナンバーの車両が他の断面のどこをいつ通過しているかが、断面間のナンバーのマッチングで把握可能となる。これを集計していくと、断面間の自動車の動きが把握できる。

c) 所要時間

2つの断面間で同一のナンバーが確認できれば、上述の通りある車両がその2断面を走行したということである。この際に各断面の通過時刻が記録されていることから、2点間の所要時間が把握できることとなる。主要路線ではこの2点間の所要時間を得られるナンバー情報が多いことから、時間別の平均所要時間とその変動状況を捉えることも可能である。

(2) 道路交通施策での活用場面

ナンバープレート情報を用いて求められる「断面の交通特性」、「断面間の流動状況」、「断面間の所要時間」の3つの基礎データを応用することで、以下に示した場面での利活用が可能である。

a) 交通流動状況の把握および利用経路の分析

地域間流動の実態として、例えばある断面を通過する交通がどこを通過してきた車両で、その後どの経路を通行したのかといった交通の流動状況とそのボリュームを定量的に捉えることができる。これにより、具体例として例えば以下の分析が可能である。

- ・調査対象地域内における交通流動について、ゾーン間、路線間、地点間などで流動を分析することが可能である（図-11 参照）。
- ・ある断面に着目した利用経路の分析が可能である（図-12 参照）。例えば、自動車公害問題などで注目される大型車両やディーゼル車両などの利用

経路もその実態を把握することが可能である。

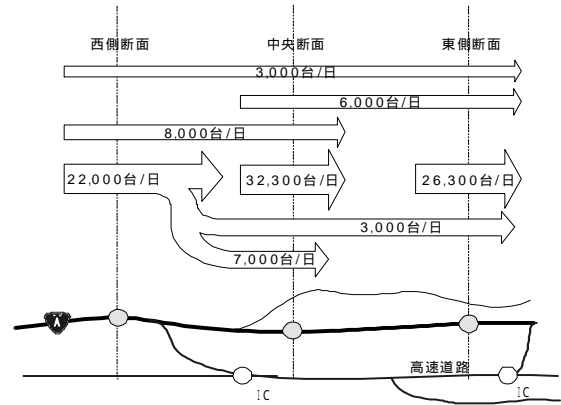


図-11 地点間流動の分析イメージ

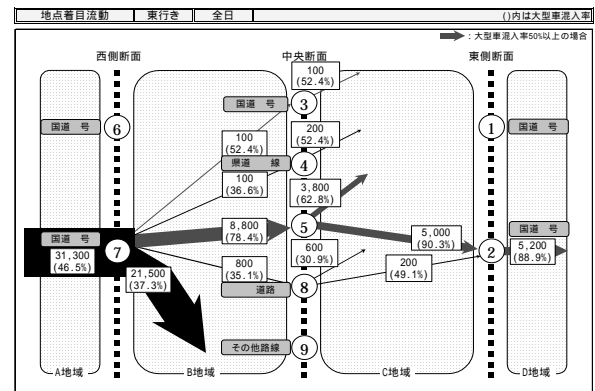


図-12 利用経路の分析イメージ

b) 道路整備等における事前・事後評価

例えばバイパス整備は、計画道路の役割を最大限に発揮できるルートを選定することが望まれる。この場合、市街地を通行する車両のうち、通過交通は何時、どういった経路で渋滞ポイントを経て郊外へ抜けていくのか、またそのボリュームはどの程度かがわかれば、バイパス整備の定量的な事前評価が可能となる。また、バイパス供用後には旧道とバイパスの両断面および起終点断面で観測することにより、通過交通の旧道からの転換状況が把握でき、起終点間の両ルートにおける所要時間の測定もできる。図-13はそのイメージを示したものである。

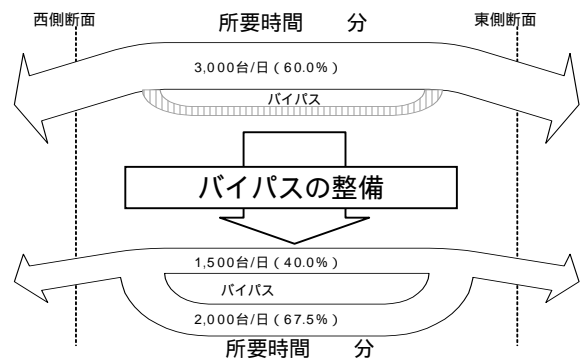


図-13 バイパス整備の事前・事後評価への活用イメージ

c) 渋滞状況の把握

2点間のナンバープレートのマッチングにより、2点間の走行に要する所要時間が逐次リアルタイムで把握できる。したがって、この所要時間の時間変動をとらえておくことで、2点間の区間の渋滞状況が把握できることとなる。

この所要時間データは、道路の交通状況を捉える上でその活用が期待されているプローブデータと両者が補完しあえるものである。具体的には、プローブデータは路線上の位置的な速度変化が捉えられるが、時間軸上でのサンプル数はあまり多くは期待できない。一方、本システムでは路線上の位置的な速度変化は捉えられないが区間の時間的な速度変化を捉えるには十分なデータ量が取得できる。

したがって、各々の特徴を活かして互いに補完することにより、これまでは入手が困難であった箇所別時間別の旅行速度、所要時間の時間的な変動状況が精緻に十分なサンプルで把握できることとなる。

d) 利用者特性の把握

いったん設置したシステムは、自動で観測を続けデータを格納していくことから、従来の人手ではできなかった長期間の観測も可能である。

長期間の観測を行うことで、その断面を通行する車両が日常的に渋滞ポイントを通過している車両かどうか把握できることとなる。つまり、通勤交通など朝夕に利用する車両や日中、業務目的で利用する車両が多い時間帯などの把握が可能である。

具体的な例として、図-14 に示したように観測したナンバープレート情報から朝・夕で同一断面の反対方向のデータをマッチング処理すると1日で帰着する車両が特定できることとなり、これを数日分のデータを用いて分析することにより日常的な通勤利用の車両のボリュームが時間帯別に把握できる。

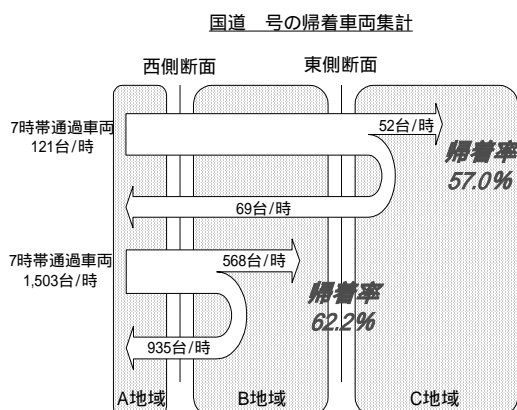


図-14 帰着車両の集計例

e) 評価ツール用のデータ取得

道路の整備・改善・運用検討、その他各種の交通施策の検討立案・事前評価を実施するにあたり、近年では交通流シミュレーションモデルが活用されることが多い。交通流シミュレーションでは入力データとしてスタディーエリアのOD交通量を用意する

必要がある。この際に、既存のデータでは道路交通センサやパーソントリップ調査のODデータしかなく、このデータは前述のとおり地域内の流動を細かく分析するにはデータの詳細性に問題があるため、データ構築にあたっては主要交差点の方向別交通量を追加調査してODデータを作成することが多い。

本システムは必要な断面で各車両のナンバープレートを自動観測できることから、断面間の流動をとらえてシミュレーションの入力ODデータを作成するにも有効である。ひいては精緻なデータがシミュレーション結果の精度にも寄与できることとなる。

(3) 考えられるその他の活用

a) 廃棄物の不法投棄の取締り支援

ナンバープレート情報の自動観測機能は、廃棄物の不法投棄車両の取締りにも活用できると考えられる。具体的には、本システムは無人での長期間の自動観測や夜間の自動観測など、不定期、特に深夜の監視も可能なことから、全国各所の山林や個人の土地あるいは道路に無断で捨てられる廃材・家電製品などの不法投棄が多い場所を対象として本装置を設置し車両のナンバープレートを捉えることで、不法投棄車両の特定および取締りを支援できる。

b) 環境改善施策の支援

東京をはじめとする大都市圏では、粒子状物質（PM）や窒素酸化物（Nox）による大気汚染が深刻な問題となっている。この問題を背景に大都市圏ではディーゼル車の排出ガスを規制する条例が制定され、東京都などではPM排出基準を満たさないディーゼル車の走行が禁止されている。この取り組みの確実な実施のためには啓発活動とともに違反車を特定して改善を促す等の対処が必要である。この改善指導や路上検査において、走行しているディーゼル車のナンバープレート情報を自動的に捕捉することで、違反車の実態把握およびその取締りを支援できる。

6. おわりに

本装置は必要な箇所に必要な時期に観測できる可搬性を確保し、画像処理技術を活用してナンバープレート情報を自動収集できる仕組みを構築したものである。本装置を活用することで、従前から行われてきた人手によるナンバープレート調査が抱えていた課題を解決し、精度面と抽出率を高い水準で維持した品質の高いデータを迅速に取得できるものである。

評価の枠組みのなかで、道路事業における事前・事後の速やかな評価や継続的な評価・改善を行うためには、適所において逐次必要なデータが得られる仕組みが必要であり、この面で本装置は道路事業におけるデータ取得ツールのひとつとして有益なデータの取得に寄与できるものと考えられる。