

大型車両通行マネジメント施策における ITS技術の活用に関する提案と試行

鈴木 彰一¹・築地 貴裕²・鹿谷 征生³・牧野 浩志⁴

¹正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地）
E-mail: suzuki-s92tg@nilim.go.jp

²正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地）
E-mail: tsukiji-t92ta@nilim.go.jp

³非会員 国土交通省国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地）
E-mail: shikatani-y924a@nilim.go.jp

⁴正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）
E-mail: makino-h87bh@nilim.go.jp

貨物車物流の効率化に向け、高規格幹線道路網の整備、物流拠点へのアクセス道路整備等が実施されてきているが、ドライバー高齢化の進展等を踏まえ、さらなる対策が求められている。一方、道路施設の老朽化対策として、適切な維持・修繕とともに、劣化への影響が大きい大型車両の通行適正化が必要とされている。従来、我が国では特殊車両通行許可制度により、大型車両の通行適正化が図られているが、海外諸国では、ITS技術等を用いた通行適正化の取り組みが実施されている。

本稿では、ITS技術を活用し、貨物車物流の効率化と道路施設の老朽化対策を行う、総合的な大型車両通行マネジメント施策と施策評価指標を提案する。また、1,600台余りの物流車両のETC2.0プローブ情報を用いて施策評価指標の算出を試行した結果を報告する。

Key Words : heavy vehicle, freight, aging infrastructure, ITS, ETC2.0 probe

1. 背景と目的

経済、社会のグローバル化に伴い、企業が国家・地域の枠を超えて拠点立地の選択を図る中で、国内各地域の活力を維持していくためには、それぞれの立地競争力を高めていくことが必要である¹⁾。その一環として、立地競争力強化に寄与すると考えられる物流、中でも、貨物輸送（重量ベース）の9割以上を担う²⁾貨物車による輸送の効率化・円滑化が求められている。そのため、これまでも三大都市圏環状道路をはじめとする高規格幹線道路網の整備、国際海上コンテナ積載車両の通行支障区間の解消、空港・港湾をはじめとする物流施設へのアクセス道路の整備、スマートインターチェンジの整備等による既存高速道路ネットワーク有効活用等の施策が実施されてきている。しかし、社会全体の少子高齢化が進む中でトラックドライバーの高齢化が進んでいること¹⁾、労働条件が他業種に比較して劣っている²⁾ため今後は人手不足が想定されること、燃料油脂コストが長期的には

上昇していること等を踏まえ、さらなる貨物車物流の効率化・円滑化を図る対策が求められている。

一方、今後10年あまりの期間において、築後50年以上経過する橋梁が4割を超える状況にあるなど、我が国で高度経済成長期に建設された社会資本の老朽化対策は喫緊の課題であり、維持・修繕の適切な実施とともに、道路の劣化への影響が大きい大型車両の通行適正化が必要とされている⁴⁾。特に、制限値を大きく超える重量の車両は、道路施設の劣化に大きな影響を与えるとされている⁵⁾ことから、従来、特殊車両通行許可制度が設けられ、基準値を超える車両の通行については適正化が図られている。しかし、車両の大型化への対応や、許可手続きの迅速化等による効率的かつ迅速な物流の実現と、悪質違反車両に対する厳罰化による、さらなる通行適正化が必要とされている³⁾。

情報通信技術は近年急速に高度化するとともに、普及が進み、社会の様々な場で活用されるようになってきている。道路交通の分野においても、特に通信技術の高速

大容量化に伴い、従来、道路管理者側からの情報提供が主であった取り組みについても、自動車側情報の収集も行う双方向化が進められている。例えば、汎用的な個人情報通信デバイスとしてのスマートフォンは広く普及し、2014年3月時点で、個人保有率が53%を超えている⁷⁾。道路交通の分野では、これまでも電子料金収受（Electronic Toll Collection：ETC）に使われてきた高速大容量の狭域無線（Dedicated Short Range Communication：DSRC）を、多様なサービスに用いるITSスポットサービス（現在のETC2.0サービス）が2011年に全国の高速度道路を中心に導入され⁸⁾、2015年3月末時点で、56万台を超える対応車載器が普及している。今後、社会に実装されたこれらの情報通信インフラを、道路交通分野における新たな施策に活用することが可能な環境が整いつつあるといえる。

本論文では、上述の背景を踏まえ、ITS技術を活用することで、貨物車物流の効率化・円滑化と、道路施設の老朽化対策としての大型車両の通行適正化を同時に達成していくためのマネジメント施策について提案を行う。以下、2.においてこれまでの大型車両通行マネジメント施策の取り組みと課題について整理する。3.においては、大型車両の通行経路把握、車両の重量計測技術、大型車両の通行マネジメント施策に関する既往の研究について整理した上で本論文の特徴を明らかにする。4.ではITS技術を大型車両の通行適正化施策に導入している海外の事例を分析し、我が国において参考とすべき点を抽出する。その上で、5.においてITS技術を活用し、貨物車物流の効率化と、道路施設の老朽化対策を同時に達成していく総合的な大型車両通行マネジメント施策を提案する。6.では、総合的な大型車両通行マネジメント施策を実施する上での施策評価指標について提案するとともに、実験データを基にした指標の算出試行結果を示す。

なお、本論文における考察、提案等については、筆者の個人見解を表すものであり、所属する組織の方針、見解を表すものではない。

2. これまでの取り組み

(1) 道路ネットワーク整備

貨物車物流の効率化・円滑化を図る上では、都市間および物流拠点間の道路ネットワークの整備を図ることが有効であり、三大都市圏環状道路をはじめとする高規格幹線道路網の整備や港湾、空港、物流ターミナル等の物流拠点へのアクセス道路の整備が進められてきている。また、国際物流の拡大に伴い国際海上コンテナを用いた輸出入が大幅に増加したことに対応するため、国土交通省は2006年に国際海上コンテナ積載車両が積み替えなく通行できる幹線道路ネットワークの確保に取り組むこと

として、「国際物流基幹ネットワーク」を選定し、通行支障区間の解消に順次取り組んでいる⁹⁾。

加えて、道路インフラの老朽化が進む現状を踏まえ、維持管理の効率化等の観点から、規格の高い道路へと大型車両を誘導する考え方が2013年の道路法改正において導入されており、後述する大型車誘導区間の指定、追加が行われている^{10),11)}。

(2) 特殊車両通行許可制度

道路法第47条の2にもとづき、大型車両の通行の適正化を図る目的で、寸法、重量等において一定の基準値を超える大型車両については、特殊車両通行許可制度を設けて適切な道路利用を図ってきている¹²⁾。表-1に特殊車両通行許可制度に関して、これまで実施されてきた主な取り組みを示す。

表-1 特殊車両通行許可制度に関する主な取り組み¹²⁾

1952年(S27) 道路法の制定
1961年(S36) 車両制限令の制定 ・車両諸元の最高限度を制定 (幅:2.5m, 高さ:3.5m, 長さ:12m, 総重量:20t等)
1971年(S46) 道路法・車両制限令の改正 ・特殊車両通行許可制度の導入 ・高さの最高限度引き上げ(3.8m) ・セミトレーラ連結車に係る特例の導入 (総重量最高限度引き上げ:高速自動車国道:34t, その他:27t) (車長最高限度引き上げ:高速自動車国道:16.5m) ・違反車両に対する罰則の直罰化
1993年(H5) 車両制限令の改正 ・車両総重量の引き上げ (高速自動車国道及び重さ指定道路:25t) (隣接荷重に関する規定の導入) ・トレーラ連結車の総重量、長さ制限緩和 (高速自動車国道:総重量36t, 車長18m)
2004年(H16) 車両制限令の改正 ・車高制限の緩和 (高さ指定道路:4.1m) ・手数料の引き下げ
2004年(H16) オンライン申請システムの導入
2008年(H20) 車両重量自動計測装置の運用開始
2009年(H21) 許可期間の延長(2年→1年)
2013年(H25) 道路法の改正 ・大型車誘導区間の指定制度導入 ・大型車誘導区間における許可手続き一元化・迅速化
2014年(H26) 大型車誘導区間の指定 ・33,830kmを指定、運用開始
2015年(H27) 車両大型化に対応した関係省令等改正 ・セミトレーラ駆動軸重の制限値を緩和(11.5t) ・45ftコンテナ等の輸送許可基準見直し(最大18m)

物流事業者の負担軽減の観点からは、申請事務にかかる負担を軽減するため、2004年3月からオンライン申請システムの運用が開始されるとともに、2009年には、それまで最長で1年間とされていた許可期間が2年間へ延長されている。車両の大型化への対応としては、国際海上コンテナを積載するセミトレーラ連結車に対する駆動軸重の緩和や許可上限重量の見直し、重さ指定道路や高さ指定道路において規制値を超える総重量や車高での通行に対し許可を不要とする制度変更等を実施してきている。さらに、2013年に行われた道路法改正を踏まえ、大型車誘導区間（約33,830km）が指定され、2014年10月から、当該区間のみを通行する場合は、国が一元的な審査を行うことで従来20日程度を要していた申請審査・許可発行を3日程度で実施することが可能としている¹⁰。2015年3月には、大型車誘導区間の追加指定が行われており、今後も、順次追加指定が行われていく見込みである。

一方、取締りの強化の観点からは2008年に自動重量計測装置の計測結果に基づく指導警告発出の運用が開始されるとともに、2013年には、違反通行を繰り返す事業者に関し、措置内容を公表する運用が開始されている¹¹。

(3) 課題

貨物車物流の効率化、大型車両の通行適正化に向け、これまで上述の取り組みが進められてきているところだが、依然として以下の課題が残されている。

道路ネットワーク整備については、高規格幹線道路整備や、物流施設へのアクセス道路整備に関する施策効果評価、PDCAサイクルの実施が不十分である点があげられる。効果評価、および評価に基づくPDCAサイクルの実施にあたっては、道路整備後の総合的な時間短縮効果、旅行時間の信頼性向上効果等を、大型車の交通量や、区間毎の旅行速度、経路選択率等を計測・推計し、整備前と比較することで可能となるが、物流車両の実際の走行経路の変化、トリップチェーンとしての時間短縮効果等については、評価するための適切なデータの入手が難しく、迅速かつ十分な評価が困難といえる。たとえば、物流車両を対象とした交通調査としては、全国貨物純流動調査（物流センサス）や都市圏物資流動調査が行われており、道路交通センサスでも、OD調査の中で貨物車を対象とした調査が行われている。しかしながら、いずれの調査も数年おき（物流センサスでは5年おき）に実施されており、また、調査日は特定の日（物流センサスでは3日間）に限定されている。そのため、これらのデータを用いて、道路整備による経路変化やトリップチェーンの変化について正確な効果評価を行うことは困難といえる。大型車両の車種、重量、通行経路、交通量について、より密なデータを用いて、物流道路ネットワーク整備の効果評価を行うとともに、今後の整備および維持管

理の優先順位検討、路上工事計画、災害時の道路復旧計画策定等に用いていくことが課題と考えられる。

特殊車両通行許可制度については、これまでも違反車両に対する取締り強化や申請者負担を減らすような改善措置が図られてきたところであるが、以下の点で課題が残されていると考えられる。

まず、依然として違反者に対する取締りが不十分である点が挙げられる。橋梁設置型の自動重量計測計（Weigh-In-Motion：WIM）を用いた小林¹⁴の調査では、3つの橋梁において、車両重量が50tfを超える車両が日々通行しているとの結果が出ており、また、2011年度の国土交通省の車両重量自動計測装置の計測結果¹³からも、大型車両の33%が、車検証に記された車両総重量を超過し、かつその軸重が10トンを超過している車両であることがわかる。すなわち、特殊車両通行許可制度に違反し、超過重量で走行している大型車両は少ないとはいえず、通行の適正化を図るためには、これらの違反者に対する取締りの強化を、厳しい財政事情の下で効率的に実施していくことが課題といえる。しかし、重量計測基地における引き込み検査は、人員確保・引き込み基地の面積制約の点で実施回数および同時引き込み台数を大幅に増やすことが困難であること、基地の箇所が固定であるため、検査開始後に違法通行車両の回避行動が取られてしまうこと、遵法車両に対しても負担が増加してしまうこと等の課題がある。

一方で、適正利用者に対しては、申請・許可手続きのさらなる簡素化・迅速化を図るとともに、現在は紙媒体で交付されている許可証を容易に、随時確認できる仕組みづくりを進めることで、物流事業者の負担および道路管理者の許可事務コストの削減を図ることが課題である。

さらに、橋梁点検結果データや車両走行状況のモニタリングデータ等を用いることで、車両の大型化に対応した許可基準の合理化、見直し等を図っていくことも、今後の重要な課題と考えられる。

3. 既往の研究

(1) 大型車両の通行経路実態に関する研究

物流効率化の観点から貨物車の利用経路・道路種別等を明らかにする試みとして、柴崎¹⁵は複数の港湾地域、首都圏後背圏における路側交通量調査を実施し、時間帯別交通量や方面別の高速道路利用率等を算出している。本分析は「点」での調査結果を基にしており、車種毎の経路情報とあわせ走行経路という「線」の情報を推定する手法が課題として残されている。

ドライバーや物流事業者を対象としたアンケート・ヒアリング調査等の結果から海上コンテナ車の走行経路や

利用道路種別等について分析した例としては、秋田ら¹⁶⁾の取り組み、関谷ら¹⁷⁾の取り組みがある。小早川ら¹⁸⁾は、アンケート調査結果と首都高ランプ出口における調査により貨物車の待機駐車に関する実態調査を試みている。また、特殊車両通行許可データを用いた分析としては、萩野ら¹⁹⁾や鈴木ら²⁰⁾の取り組みがある。加えて、アンケート調査と特殊車両通行許可データの双方を用いた分析として、野平ら²¹⁾の取り組みがある。アンケート調査は、いずれも3日間程度で実施されており、60~100事業者から1,000~3,500経路程度のデータを収集するにとどまっている。したがって、道路ネットワーク整備を含め、大型車両通行マネジメント施策を評価する上では、季節変動を考慮できていない点やサンプルの数の点で課題が残されているといえる。また、アンケート調査を用いる手法は、継続的な施策評価を行う際には、時間的に連続的・迅速な評価が難しい点についても課題となる。特殊車両通行許可データを用いた分析は、サンプル数の点では、対象とする大型車両を広くカバーできるといえるが、野平ら²¹⁾がヒアリング調査により明らかにしているように実際の走行経路が許可経路とは異なる点が課題となる。

都市圏で実施される物資流動調査の結果から大型車両の通行実態や物流拠点立地の分析を行っている研究としては、兵藤らの取り組み^{22), 23)}や東京都市圏交通計画協議会の分析²⁴⁾があり、約3万事業所から調査票を回収する事業所機能調査と大型貨物車走行実態調査を組み合わせた調査結果を用いている。兵藤ら^{22), 23)}は大型貨物車として特殊大型車両、海上コンテナ車、10トン以上の貨物車を対象として分析を行っており、道路施設への影響度を分析する観点では適切に対象が絞り込まれている。しかし、調査の結果収集できた走行ルートは約600サンプルであること、調査がおおよそ10年に1度と低頻度である点でやはり連続的・迅速な分析実施が困難である点が課題である。

アンケート等のSP調査結果ではなく、位置測位等が可能な車載器を貨物車に設置することで得られる情報を基に、実際の走行実態を明らかにする取り組みとしては、京阪神地域において物流事業者21社の貨物車300台に設置した車載器から1ヶ月間プローブ情報を収集し、道路利用特性や都市内定期配送の走行実態等を分析した横田・玉川らの研究^{25), 26), 27), 28)}がある。田中ら²⁹⁾は、九州地域において、20台の貨物車にETC2.0車載器を搭載し、1年あまりの長期にわたり収集されたプローブ情報を用いて、ボトルネック箇所の推定や事故・災害時等の経路変更状況の把握等を試みている。実際の走行経路情報を用いている点、より多くの経路情報を収集・分析できている点で、前述のSP調査結果を用いる研究の短所を補った取り組みといえるが、車両、あるいは実施時期が限定的であること、対象が地域的に限定されている点で課題

が残されている。さらに大規模にプローブ情報を収集・分析する近年の取り組みとしては、物流事業者約1,500社に43,000台程度導入されている通信型デジタル式タコグラフを用いてプローブ情報を収集し、経路分析に用いることを提案している濱島³⁰⁾の取り組みがある。また、柳木ら³¹⁾は、物流事業者向けに貨物車用GPS車載器販売、運行データの収集・管理・最適輸配送管理システムの提案等のサービスを実施している民間企業が有する、過去12年分の、日本全国で約6,000台分の貨物車プローブ情報を用いて東日本大震災による物流への影響を分析している。民間企業のビジネス事業に伴い、継続的に収集される大規模なデータを用いている点で、これまでの調査に比して、サンプル数やデータ収集期間の点で大きな長所を有しているといえるが、各事業者がサービス提供している物流事業者の特性に偏りが生じている可能性がある点、各企業が独自に収集しているデータを公的な施策評価に継続的に使用していくための仕組みが未整備である点等が課題として残されている。

その他、特殊な状況下における分析としては、ETC-ODデータ、車両感知器データを組み合わせて用い、首都圏高速道路における東日本大震災後の時系列的な大型車交通流変化について分析を行っている和田ら³²⁾の例がある。

(2) 大型車両の荷重に関する研究

橋梁の疲労要因として大型車両の繰り返し荷重に注目し、橋梁部材に設置した装置で収集したデータから荷重を計測するBWIM (Bridge Weigh-In-Motion) を用いて、大型車両による荷重実態、疲労損傷度を分析する研究が行われている。例えば小林ら¹⁴⁾は、3橋にBWIMシステムを構築し、平均で±0.5tf以下の精度を確認した上で、設置箇所における20tf以上の車両の通過台数等について分析を行っている。その結果、路線が同一でも主要な幹線道路を横切ると荷重特性が異なること、路線が異なると交通量が同じでも20tf以上の大型車混入率が大きく異なること、かなりの数の50tf以上の重量車両が走行していることを明らかにしている。小塩・山田³³⁾は国道23号に設置したBWIMを用いて収集した測定結果を基に、日本鋼構造協会の疲労設計指針に基づき疲労損傷度を計算し、疲労損傷の半分以上が大型車両全体の10~20%程度の数の重量車によって生じていることを明らかにしている。小塩⁹⁾は、国道19号に設置したBWIMを用いて収集した測定結果を基に、大型車両全体の19%が重量規制値超過車両であること、車種により重量規制値超過車両の混入率が異なることを明らかにしている。山田ら³⁴⁾は、複数の路線においてBWIMおよび路面設置型WIMを用いて測定した大型車両の重量計測結果を用いて、各路線の等価荷重を計算し、路線毎の荷重実態の違いを明らかにして

いる。高田ら³⁵⁾は、阪神高速道路の料金所に設置されている軸重計等のデータを用い、車両の大型化・重量化が進んでいる傾向を確認するとともに、鋼床版の車線・径間ごとに等価換算軸重を算出し、点検で発見されたき裂との相関分析を行っている。その結果、すべてのき裂タイプにおいて、等価換算軸重との明確な正の相関は認められなかったとして、詳細な構造や溶接仕様、車両走行位置等と等価換算軸重とを包括的に評価する指標の構築が課題としている。藤本ら³⁶⁾は光センサーを用いる方式の新型軸重計について、精度、耐久性等について検証している。いずれの研究も、限られた箇所に設置されたBWIMやWIMで取得したデータを用いて分析を行う段階にとどまっており、大型車両の通行マネジメント施策における広範な導入・データ活用方法については明らかにされていないといえる。

車載型の重量計に関しては、Wakishimaら³⁷⁾が、大型車両のCAN情報を用いる方式について、実道走行によりその精度を検証するとともに、路面設置型のWIMによる計測値と比較することで、実用化水準にあることを明らかにしている。また、豪州では、4.(3)で述べるIAP導入前に、ロードセル方式、エアサス方式計12種類の車載型重量計の精度検証実験³⁸⁾を実施し、±2%あるいは±500kg以内の誤差に収まることを確認している。

その他に、魚本ら³⁹⁾は同じような環境条件下にあるコンクリート構造物のデータに対して耐久設計指針における環境指数の推定に大型車交通量を用い、ニューラルネットワークによる学習を行うことで、大型車交通量がコンクリート構造物の耐久性に及ぼす影響を定量的に明らかにしている。

(3) 大型車両通行マネジメント施策および施策評価に関する研究

大型貨物車に着目し、道路施策効果の評価を試みている研究として、静的な道路ネットワーク情報を用いた試みがある。柴崎ら⁴⁰⁾や杉山ら⁴¹⁾は、海上コンテナ車の通行制約箇所を反映した道路ネットワークを作成し、全国輸出入コンテナ流動調査データのコンテナ詰め出し場所一積卸港湾間のコンテナ流動を基にコンテナ車の台数を推計した値を用いて、通行制約箇所により発生する経済損失額を推計している。この方法では、対象とする海上コンテナ車の、施策実施前後の走行実態を適切に反映した評価を行うことが困難という点で課題がある

一方、土屋ら⁴²⁾は、約8000台の貨物車に搭載されたGPS車載器から得られる、民間事業者のプローブ情報を用いて、道路プロジェクトの整備効果分析を行い、従来方法と比較した長所と、課題について明らかにしている。先に述べた柳木ら³¹⁾の研究同様、民間事業者のプローブ情報を使用している点で、公的に一貫した施策評価を行

うための方法が課題として残されている。

道路施設の維持管理問題を念頭においた大型車両通行マネジメント施策そのものに関する研究として、今泉・羽藤⁴³⁾は、WIMを備えたチェックポイントの概念を基に、道路管理事業者の費用最小化、物流事業者の配送費用最小化を図る問題として定式化を行い、課題点等の考察を行っている。鈴木ら⁴⁴⁾は、2011年に導入されたITSスポットシステム（現在のETC2.0システム）と整備済みの車両重量自動計測装置を活用し、特殊通行許可取得車両の走行状況を確認する方法を提案している。さらに、特殊車両通行許可情報を用いて、ITSスポットによりプローブ情報を収集することが可能な道路延長を計算し、ITSスポットの整備箇所数と大型車両の通行経路把握可能水準の関係を明らかにしている⁴⁵⁾。また、金川ら⁴⁶⁾は、RFIDや無線ネットワークを用いたアセットマネジメントのための情報収集の仕組みを提案をしている。これらの研究はいずれも大型車両通行マネジメント施策全体の中で、具体的にどのように新たな技術・装置等を導入、実装していくかを明確にできていない点で課題が残されている。

(4) 本論文の特徴

本論文では、既往の研究、海外における導入事例および鈴木ら⁴⁷⁾が考察している大型車両通行マネジメント施策に活用が可能と考えられるITS技術とその課題等を踏まえながら、ITS技術を活用し、貨物車物流の効率化と、道路施設の老朽化対策を同時に達成していく総合的な大型車両通行マネジメント施策を具体的に提案する。筆者らの知る限り、この二つの目標に対し同時に解決を目指す総合的な施策の提案を、具体的に行っている例はない。

また、提案する施策案は、継続的かつ大規模に車両の通行情報を収集可能なETC2.0システムを最大限活用する内容であり、期間や対象が限定された情報、あるいは特定の民間事業者に依存した情報源を利用しない点で、これまでに提案されているものとは大きく異なる。

加えて本論文では、既往の研究を踏まえつつ大型車両通行マネジメント施策を評価するための指標案を提案するとともに、ETC2.0システムを利用して継続的に収集されている実験データを用いて、指標の算出を試行する。今後も長期にわたり全国規模で収集可能と考えられる大型車両のプローブ情報を用いて、大型車両通行マネジメント施策を評価する指標を算出した例はこれまで見られない。

4. 海外における事例の分析

(1) 米国における事例

米国では、州境等に設置された重量計測基地における

引き込み・静止荷重計測検査が一般的である。しかし、検査待ち車両による渋滞、物流コストの増加が課題となっていたことから、ITS技術を用いた事前スクリーニングによる検査回避サービスとして、PrePassサービスが導入されている⁴⁸⁾。大型車両の運行事業者は、PrePassサービスの利用登録にあたり、有効な運行資格要件を満たしていることを提示するとともに、米国運輸省の自動車運送安全局（Federal Motor Carrier Safety Administration：FMCSA）の安全評点を提出する必要がある。PrePassサービスに参加している事業者の大型車両は、全米各地（31州）の300箇所以上の重量計測基地において、検査回避サービスを受けることが可能となる。ただし、検査回避サービスにおいては、FMCSAの安全評点により、重量計測基地への引き込み率が変動し、安全評点が低い事業者ほど、高い確率で重量計測基地へ引き込まれ、計測を受けることとなっている。年間のべ5千万台（2012年時点）がPrePassサービスによる事前スクリーニングを受けており、利用事業者数約68,000者、合計約50万台の大型車両がサービスを利用している（2015年2月現在）。

PrePassサービスの実施運営組織であるHELP, Inc.は、有料道路や橋梁の電子料金収受（ETC）サービスを提供するE-ZPassと連携し、PrePass Plusサービスも提供している。PrePass Plusサービスは、PrePassサービス向けの車載器及び利用料支払い口座を使用し、E-ZPassの電子料金収受施設においてETCサービスを利用することが可能なサービスであり、単一の車載器を用いて、複数のITSサービスを利用することが可能な、協調ITSの一つの実現例といえる。

(2) 韓国における事例

韓国では、重量計測基地における有人取締りが広く行われているが、今後、自動重量計測計と車番認識カメラを組み合わせ、無人の高速方式WIMの導入が予定されている⁴⁹⁾。現在、移動取締チームは、チーム長の判断により大型車両の走行特性を考慮した取り締まり計画を立案、実施しているが、今後は設置予定の高速方式WIMで得られるデータを用いて、全国的な取り締まり計画を立案する体制が構築される見込みである。さらに、高速方式WIMで収集されるデータは、舗装管理システム（PMS）、交通管理システム（TMS）、橋梁管理システム（BMS）においても活用される方針である⁴⁹⁾。

また、韓国では、日本と同様に大型車両の運行する経路の出発地・目的地、車両の種類・諸元、積載貨物の情報等を許可申請時に提出することとされており、大部分の申請には、オンライン申請システムが利用されている。今後、オンライン申請された場合には、許可発行後に、申請者自身の許可データを、スマートフォンを用いて確認することができるような、情報流通の仕組みを導入す

ることが予定されている⁴⁸⁾。

(3) 豪州における事例

豪州では、好調な資源貿易や経済成長を背景としたドライバ不足によって、物流車両の大型化・トレイン化が進んでいる。広大な国土において道路施設、特に橋梁への重量超過車両の影響を効率的に防ぐ観点から、従来の通行許可制度に加え、Intelligent Access Program（IAP）と呼ばれる新たな大型重量車両通行管理プログラムの運用が開始されている⁴⁸⁾⁴⁹⁾。本プログラムは任意参加の制度であり、GPS機能、重量計測機能、通信機能を有する車載器を利用することで、通行条件に関する遠隔監視および違反時の規制官庁への通知が行われる。一方で、本プログラム参加車両は、規制重量値の増加等、通行条件の緩和措置を享受することが可能となっている。また、本プログラムで用いられる車載器は、民間サービスにも利用が可能であり、公的認証機関による認証を受けたサービスプロバイダーが運行記録作成等の民間サービスと、通行条件監視の官サービスとを組み合わせ提供する枠組みとなっている。

なお、本プログラムで用いられている車載式重量計を用いた大型車両管理の仕組みは、ITSに関する国際標準化を行うISO/TC204において、ISO15638（TARV）シリーズとして国際標準化作業が進められており、車両重量監視（part12）、重量貨物車両の行政による管理と取締り（part13）のアプリケーションについても標準化が行われている⁵⁰⁾。

(4) 欧州における事例

欧州委員会では、欧州における道路輸送の安全性と公平性を図るため、1985年に積載量3.5トン以上の貨物トラックと乗員9名以上のバスへのタコグラフ（アナログ式）の装着義務化を図るとともに、2006年には、EC規制No.561/2006を公布し新車へのデジタルタコグラフ装着義務化を図っている。しかしながら、不正使用や改ざん等の取締りに多大な費用を要することから、GNSSモジュールを内蔵し、かつ走行中に取締り機関が遠隔でアクセス可能な路車間通信機能を有するスマートデジタルタコグラフの規格化が進められた。これを受けて2014年に公布されたEU規則No.165/2014⁵¹⁾では、スマートタコグラフ仕様が示され、2018年以降に販売される新車両および2030年時点における全対象車両への装着義務が規定されている。本スマートタコグラフ仕様では、車載型重量計測装置とデータをやり取りする通信インタフェースの導入可能性についても記述されている。したがって、将来的には、欧州の大型車両メーカーが既に市販化を行っている車載型重量計の計測データが、スマートタコグラフに随時記録されるとともに、取締り機関が路車間通信によ

り遠隔でそのデータにアクセスし、車両重量を確認する仕組みが構築される可能性も考えられる。

(5) 各国事例で参考とすべき点の抽出

海外の導入事例を踏まえ、今後、日本で実施すべき大型車両の通行適正化施策を検討するにあたり参考となると考えられる点を抽出した結果を以下に述べる。

米国では、車載器を搭載することにより引き込み検査を回避できるサービスが広く利用されている。さらに、FMCSAの安全評価点に応じて引き込み検査率を変化させることで、規制値を遵守する優良事業者に対して優遇措置を与えると同時に、検査の効率化を図っている。我が国においても、固定式計測基地への引き込み計測を行う際に、米国の事例と同様に、遵法優良事業者を優遇する方法を採用することが有効と考えられる。具体的には、走行経路履歴や車両重量を確認することが可能な車載器を搭載している車両は引き込み検査を免除、あるいは検査実施割合を軽減することにより、遵法優良事業者の優遇と、計測検査の効率化を同時に実現することが可能と考えられる。

韓国では、高速方式WIMを大規模に導入し、移動取締の効率化を図るとともに、取得データをPMS, TMS, BMSにも活用していく方針を示している。我が国の直轄国道上のWIMに関してもその取得データの多面的な活用を図る点で参考とすべき点があると考えられる。加えて、韓国では特車許可データをスマートフォンやタブレットPCで活用するための取り組みが進められている。我が国においても、既にオンライン申請によりデジタルデータ化されている特車通行許可経路情報及び通行許可条件情報を、申請者が容易に活用できるデータ形式で提供していくことは、短期的に実施可能で、かつ遵法優良事業者の負担軽減の観点から有益な取り組みと考えられる。

豪州では、車載型重量計を用いて、行政向けの大型車両通行マネジメントのためのサービスに加えて、運行管理や労務管理等の他のサービスを、民間のサービス事業者が提供し、認証機関がサービス事業者の認証・監査を行う枠組みを導入している。今後、我が国でも車載型重量計を導入し、より密な大型車両通行マネジメントを実施し、合わせて重量規制値の緩和を実施していく際には、ビジネスモデルの観点から、一つの車載器を多目的に利用している点を参考にすべきと考えられる。

欧州では、装着義務付けを進める通信機能付きのスマートタコグラフに、既に市販化されている車載型重量計との通信インタフェースを設けることで、大型車両の重量を道路管理者側でも把握できる仕組みを構想している。我が国においても、車載型の重量計を用いたモニタリング方法の導入を検討する際は参考にすべきと考えられる。

5. ITSの活用による総合的施策の提案

(1) 基本的な考え方

貨物車物流の効率化と、道路施設の老朽化対策を同時に達成していくための総合的な大型車両通行マネジメント施策を検討するにあたり、我が国の既存の大型車両通行マネジメント施策および海外における事例を踏まえ、貨物車物流事業者と道路管理者それぞれの行動について定式化を試みる。

まず、貨物車物流事業者が超重量の貨物を運搬する際は、許可を取得し適切な経路を通行する「遵法通行」を行うか、許可を取得せず任意の経路を通行する「違法通行」を行うかの、二肢択一を行うものと単純化し、それぞれの選択を行う場合の効用関数の確定項として、式(1)、式(2)を考える。

$$V_C = k_{1C} \times OC_C + k_{2C} \times PC + k_{3C} \times WSR_C + k_0 \times dummy_C \quad (1)$$

$$V_V = k_{1V} \times OC_V + k_{2V} \times WSR_V + k_{3V} \times FC + k_0 \times dummy_C \quad (2)$$

V_C : 遵法通行時の効用関数確定項

V_V : 違法通行時の効用関数確定項

OC_C : 許可経路輸送費用

PC : 通行許可取得費用

WSR_C : 遵法通行時の引き込み検査頻度

$dummy_C$: 遵法通行ダミー変数

OC_V : 自由経路輸送費用

WSR_V : 違法通行時の引き込み検査頻度

FC : 違反時罰金・不利益

k_{1C}, k_{1V}, k_0 : パラメータ

式(1)における「許可経路輸送費用： OC_C 」は、通行許可を取得可能な通行条件（経路、荷姿）に従って貨物を運搬するために必要な費用であり、燃料費、人件費、車両費、道路利用料金、ドライバーへの経路指示を含めた運行管理費等が含まれるものとする。式(2)における「自由経路輸送費用： OC_V 」は、通行経路や積載条件の制約が無い状態で自由に貨物を運搬するために必要な同様の費用とする。一般に、通行許可条件に従って貨物を運搬する際は、軸数の多い車両を利用したり複数の車両に分載する必要が生じたり、道路構造物強度の観点から通行が望ましくない区間や折進障害箇所等を避けて迂回する必要が生じる場合が多く^{40, 41)}、 OC_C は OC_V よりも大きくなると考えられる。

式(1)における「通行許可取得費用： PC 」は、通行許可を取得するために必要な費用であり、申請を行うための申請資料作成費用、行政書士に対する支払い費用、管

轄が複数の道路管理者にまたがる経路の許可申請の際に必要な申請料等が含まれるものとする。違法通行時には、通行許可を取得しない、すなわち費用ゼロと考え、効用関数の説明変数としない。

式(1)および式(2)における「引き込み検査頻度： WSR_C 、 WSR_V 」は、道路管理者が重量計測基地で実施する引き込み検査の時間的・空間的頻度を表す値である。違法通行車両が回避可能な仕組みが無い環境下では、全ての大型車両は、引き込み検査により一定時間停止させられることとなる。引き込み検査頻度が高ければ高いほど、効用は下がることとなる。

式(2)における「違反時罰金・不利益：FC」は、違法通行を行い、引き込み検査、車両重量自動計測装置等による違法通行摘発を受け、罰金の支払い、あるいは違法事実の公表が行われた場合の、金銭的・社会的な費用である。FCは、道路管理者が実施する取締り活動により違法通行が摘発される割合（違法通行摘発率）と、摘発された際の各種不利益（罰金・不利益）とを乗じた値となっていると考えられる。違法通行時には摘発されることが無い、すなわち摘発率ゼロと考え、効用関数の説明変数としない。

「違法通行ダミー変数： $dummy_C$ 」は、違法通行を行う場合に1、違法通行を行う場合に0とするダミー変数であり、上述の説明変数以外の様々な要因の影響をまとめて表現するものである。

一方、大型車両通行マネジメント施策の観点から、道路管理者が一定の予算制約下で支出する総費用Cは、式(3)のように定式化することができると考えられる。

$$C = C_B + C_M + C_P + C_E \quad (3)$$

- C_B : 物流効率化のための道路整備・改良費用
- C_M : 管理する道路の維持修繕・更新費用
- C_P : 特殊車両通行許可事務に要する費用
- C_E : 違法通行取締り費用

式(3)における「物流効率化のための道路整備・改良費用： C_B 」は、港湾等物流拠点へのアクセス道路整備や、折進障害箇所等の改良等に必要となる費用である。「管理する道路の維持修繕・更新費用： C_M 」は、大型車両が違法通行する場合には増大する費用である。「特殊車両通行許可事務に要する費用： C_P 」は、許可事務を実施する上での道路管理者側での申請内容審査・許可証発行等に要する費用である。「違法通行取締り費用： C_E 」は、特殊車両通行許可の遵守状況の確認および違反者の取締りに要する費用であり、引き込み検査の実施に要する費用、車両重量自動計測装置の整備・運用費用等である。

次に、これまでの我が国における大型車両通行マネジメント施策が、式(1)～(3)において与える影響を考察する。道路管理者は C_M を抑制するために特殊車両通行許可制度を設けるとともに、違法通行が多くなるように、式(1)で表される V_C が式(2)で表される V_V よりも大きくなるよう取り組んできた。具体的には、規制緩和や、 C_B を投じて迂回区間・箇所を減じることで OC_C と OC_V の差を縮小させたり、 C_P を投じてオンライン申請システムを導入したり、許可期間の延長等を行うことでPCを減じている。また、 C_E を投じて、重量計測基地を整備し引き込み検査を実施することや、車両重量自動計測装置による違法通行取締りを実施することで摘発率を上昇させるとともに、違反事実の公表等によりFCを増加させているといえる。しかしながら、3.で概観したように、これまでは個別の施策を評価するための詳細なデータを収集することが困難であり、PDCAサイクルによる施策評価・見直しが不十分であった可能性がある。

4.で分析した海外の施策事例についても、式(1)～(3)において与える影響を考察する。米国の事例はITS技術を用いて、車載器搭載車両の WSR_C を大きく低下させ、 WSR_V との差を生じさせることで違法通行の効用を高めているといえる。また、違法通行車両に対する集中的な引き込み検査が可能となることから、 C_E を相対的に減少させることにも成功している。車載器搭載が前提となることから、PCが上昇しているとも考えられるが、利用する車載器をETCサービスと共用することで、相対的にPCの増大を抑制している点も効果的であるといえる。韓国の事例では、 C_E を投じハイスピードWIMを展開することでFCを増加させる取り組みといえる。加えて、取得データを移動取締実施計画やPMS、BMSに活用することで C_M を減少させる取り組みといえる。特車許可データの提供により事業者の運行管理費用を減少させる取り組みは OC_C を減少させる取り組みといえる。豪州では、国土条件からWIMを用いた施策では C_E が過大になるとの判断から、車載型重量計の搭載を条件とした許可制度を設けている。積載重量の優遇措置を設けることで OC_C を減少させるとともに他のITSサービスと共用できる車載器を用いることでPCを相対的に低くすることもできている。

以上の考察を踏まえ、ITS技術によるモニタリングと組み合わせた形で優遇措置を受けられる制度を新たに設け、あわせてデータの収集・活用、集中的・効果的な違反者に対する取締りを実施することで、違法通行を行うよう事業者の行動変化を後押しする総合的大型車両通行マネジメント施策を、以下(2)～(4)で具体的に提案するとともに、それぞれの具体施策が式(1)～式(3)において与える影響について明らかにする。

(2) 遵法車両の負担軽減・優遇措置

総合的な施策の一つ目の柱として、特殊車両通行許可制度において、通信機能を有する車載器等を用いて通行経路把握が可能な車両に対して、許可申請手続きを簡素化する優遇措置を新たに設ける。具体的には、既に整備が進んでいるETC2.0システムの特定期間情報収集機能²⁹⁾、⁴⁴⁾を用いることとし、ETC2.0車載器を装備し個車毎の許可条件遵守状況についてモニタリングを受けることを条件に、通行許可制度の簡素化を行う特例制度を設ける。簡素化の内容としては、現在は個別経路毎の許可申請・交付の手続きを、一定の道路網、例えば大型車誘導区間の全体に対して、起終点、および経由地点等を特定しない形で認める等、大幅に簡素化する。これらの施策により、ETC2.0車載器の搭載費用を相殺可能な程度、当該優遇措置を利用する車両のPCを減少させる。加えて、当該優遇措置に参加し、モニタリングを受けるためのETC2.0車載器を搭載している大型車両については、重量計測基地における引き込み検査の対象外とする。これにより、WSR_Cをゼロにすることが可能となる。同時に、引き込み検査対象を、ETC2.0車載器を搭載せず通行モニタリングを受けていない車両に集中化・重点化することが可能となるため、C_Eの相対的な削減とともにWSR_Vを増大させることとなる。これらはいずれも遵法通行を増加させることにつながる。

なお、現状、ETC2.0車載器は、協調ITS車載器として安全運転支援や道路交通情報提供等の多様なアプリケーションを利用可能であるものの、路側で収集可能な情報は通行経路情報に限られる。したがって、車両重量については、鈴木ら⁴⁴⁾が提案するような方法により、道路管理者が自動重量計測装置設置点において収集する情報を、通行経路情報と統合し、許可遵守状況の確認を行う必要がある。

あわせて、大型車通行誘導区間以外についても、許可に要する期間を短縮するため、主要道路情報のデータベース化の促進、通行許可にかかる審査体制の集約化・効率化を行う。また、違反実績の無い者に対する許可期間（現行2年）の延長も検討する。これらにより、PCのさらなる減少、C_Pの削減を実現することができる。

長期的には、4.(3)で示した豪州における導入事例や4.(4)で示した欧州のスマートタコグラフと車載型重量計に関する事例を参考に、常時、通行経路と車両重量のモニタリングが可能となる車載器を搭載することを条件に、通行経路に対する許可そのものを不要としたり、重量制限値の緩和を可能とする優遇制度を新たに設けることを目指す。これにより、PCを大きく減少させるとともに、OC_Cを減少させることが可能となり、C_Pも同時に削減できる。なお、車載器による重量計測結果を基に通行モニタリングを行う際には、データ改ざん等に対する不正監

視の観点から、必ず路側での重量計測を合わせて実施する必要がある。ETC2.0システムと自動重量計測装置を用いたモニタリングの仕組み作りにあたっては、車載型重量計の導入時にも活用可能な形での路側装置配備、システム構築を行うよう留意する必要がある。

(3) 違法車両の取り締まり強化

総合的な施策のもう一つの柱として、老朽化が進む道路施設への大型車両通行の影響軽減を図るために、特殊車両通行許可制度に違反する車両、特に重量を大幅に超過する大型車両に対しては、取締り、指導等を強化する施策を実施する。

具体的には、2008年の本格運用開始から7年余りが経過している既設の自動重量計測装置について、適切な機器更新や補修を通じ、設備稼働率、データ取得率の向上を図る。また、異なる道路管理者間で連携し、並行する道路において同時に引き込み検査を実施することや、違反車両・事業者に関する情報の共有を進めることにより、違法車両取締りの徹底を図る。そのうえで、違反を度々繰り返す違反車両や、大幅な重量基準値超過の違反車両に対しては、是正指導に加えて告発を積極的に実施する。さらに、既存の路側計測装置や5.(2)で述べた施策実施に伴い新たに収集される365日24時間の、車種、重量を含めた大型車両の通行経路データ、交通量データを有効に活用し、効果的な位置、時間帯での引き込み検査の実施や、コードラインとなるような箇所での自動重量計測装置の増設、引き込み検査用の重量計測基地の整備、あるいは廃止等を進める。これらの取り組みはWSR_VおよびFCを増大させることとなり違法通行時の効用を減少させる。

長期的には、5.(2)で述べた優遇制度の利用割合が高まった段階で、4.(4)で示した欧州の事例を参考に、一定規模以上（車両総重量が20t以上になり得る車両等）の大型車両に対し、通行経路記録機器、車載型重量計測機器および通信機能を備えた車載器の設置義務づけを検討する。これにより、C_Eを大幅に低減させることが可能となると考えられる。

(4) データ分析・活用

既にオンライン申請システムにより電子化されている許可情報を用い、現在紙媒体で交付されている許可証の電子情報を各事業者が容易に活用できるような仕組みを構築することで、スマートフォンやタブレット端末等を用いてドライバが自らの走行すべき経路の確認を容易に行うことができるようなサービス²⁹⁾を実現する。あわせて、道路網に対する包括的な許可経路の中で、物流事業者自身が効率的な運行計画立案を行えるような仕組みを構築する。これにより、OC_Cを減少させることが可能と

表-2 施策評価指標等の案

なる。また、主要道路情報のデータベース化促進による審査の自動化、詳細な道路地図を用いた折進時の交差点審査の自動化を図る。これらの施策実施により、PC、C_pを減少させることが可能となる。

ITS技術を用いて5.(2)、5.(3)の各施策を実施していくことで、広範囲の大型車両通行データを連続的に取得することが可能となる。また、長期的には、車載型重量計の導入により、さらに広範囲にわたる通行車両重量のデータを用いることが可能となる。このデータを分析・活用することで、各種の大型車両通行マネジメント施策の評価を随時実施し、PDCAサイクルを回すことにより改善を図る。具体的には、合理的な車両重量規制値の見直しを実施したり、国際物流基幹ネットワーク整備の評価や大型車誘導区間の追加指定路線の抽出等にあたって必要となる調査に活用するための方法を確立し、継続的にPDCAサイクルを回していく。これらの取り組みにより、OC_Cの減少、C_Bの相対的な削減が実現できる。また、同データを用いて、より効率的・効果的な道路施設の点検、維持修繕・更新の優先順位の検討に活用する方法を確立することで、C_Mの低減を図ることが可能となる。

6. 施策評価指標算出の試行

(1) 施策評価指標案

5.で提案した、ITSの活用による総合的な大型車両通行マネジメント施策は、実施に伴い大型車両の通行に関するデータを常時、大規模かつ広範囲に収集することが可能であり、そのデータを活用し、施策評価を行うことで、より効果的な施策の見直し、実施が可能となる。

短期的に取り組みが可能と考えられるETC2.0システムを用いた遵法通行車両のモニタリングにおいても、自動重量計測装置での重量計測結果と組み合わせることで、表-2に示すような施策評価指標等を算出することが可能と考えられる。

例えば、大型車誘導区間利用率として、大型車両が実際に走行している経路のうち、大型車誘導区間の占める割合を指標として算出することにより、大型車誘導区間の設定区間が適切なのかどうかを定量的に評価することが可能となる。また、大型車誘導区間で、走行度数が高い区間を、大型車誘導区間に設定すべき優先区間として抽出するとともに、指定後は、追加指定が適切であったかどうかについて、即座に評価を行うことも可能となる。許可内容に違反する車両の数を基に、違反走行度数を道路区間毎に算出することで、引き込み検査等を実施すべき箇所を定量的に明らかにすることが可能となる。

また、トリップの発着点に着目して、距離、あるいは

(1) 大型車両通行モニタリング施策の評価指標
<ul style="list-style-type: none"> ・大型車誘導区間利用率 ・道路種別利用率 ・道路リンク毎全体走行度数(ランキング) ・道路リンク毎違反走行度数(ランキング)
(2) 道路ネットワーク整備評価
全体評価 <ul style="list-style-type: none"> ・地域別、道路種別走行量割合 ・走行数・走行長・走行時間(各種統計値) ・起点/終点分布図 拠点へのアクセス性評価指標 <ul style="list-style-type: none"> ・方面別走行数・走行長・走行時間(各種統計値) ・時間圏域図 ・利用経路図(経路選択割合) ・ボトルネック箇所(ランキング) 地域間・地点間の接続性評価指標 <ul style="list-style-type: none"> ・経路別利用割合、所要時間、時間信頼性 ・迂回率(時間・距離) ・階層的道路利用率 ・ボトルネック箇所(ランキング) 環状道路整備効果評価指標 <ul style="list-style-type: none"> ・大型車両通過率/迂回率 ・環状道路周辺区域アクセス分布 ・都市間/都市内移動率
(3) アセットマネジメント支援のための指標
<ul style="list-style-type: none"> ・道路リンク/橋梁毎大型車両通行等価軸数
(4) 運転状況評価指標
<ul style="list-style-type: none"> ・連続運転時間、停止時間の統計値 ・待機駐車エリア、待機駐車時間 ・危険運転挙動発生箇所分布

時間的な迂回率を算出したり、利用道路の階層的な違いを分析することで、物流効率化の観点から、大型車通行が可能な区間となるよう優先的に道路整備を図る箇所の候補を抽出していくことも可能になると考えられる。

以下では、国土交通省が実施中の大型車両経路確認実験により得られたデータを用いて、大型車誘導区間利用率を試行的に算出した結果を示す。

(2) 大型車両経路確認実験の概要

国土交通省では、2014年からETC2.0を用いて大型車両の通行経路を確認する技術について検証実験を実施している。協力モニタ事業者の大型車両に、ETC2.0車載器を設置し、特定プローブ情報を収集するとともに、運行日報を収集して経路確認技術の検証を行っている⁵³⁾。通常のETC2.0プローブ情報は、個車を特定することができず、通行経路を確認することが不可能であるが、本実験では、特定プローブ情報²⁹⁾を収集することで、個車の通行経路を確認・分析している。

2014年11月に収集された、計1,615台のモニタ車両の特定プローブ情報を基に走行数を算出した結果を表-3に、車検証情報から車両総重量が20トン以上になりうる車両の走行数を二次メッシュ毎に表したものを図-1に示す。2014年11月時点では、ETC2.0車載器からプローブ情報を収集する路側機は、主に高速道路上（北海道を除く）に約1,600基が配備されている。しかし、走行データは、高速道路沿線に限らず広く収集されていることが分かる。これは、ETC2.0車載器において、プローブ情報が蓄積され、路側機下を通過時に延長約80km～100km分のプローブ情報をアップリンクすることができる機能によるものである。

(3) 評価指標算出の試行

6(2)で概要を示した大型車両経路確認実験により得られたデータを用いて、大型車誘導区間利用率の算出を試行した。ETC2.0システムにより収集した車両総重量20トン以上（車検証情報）の大型車両特定プローブ情報を、すべてデジタル道路地図（DRM）上の道路ネットワーク上にマップマッチングし、DRMリンク属性から、対象車両が通行した道路区間の総延長および大型車誘導区間として指定されている道路区間等の通行延長を算出し、大型車誘導区間利用率を算出した。道路区間種別の利用

表-3 収集データの概要

収集期間	2014年11月1日～30日		
車両総重量	8トン未満	8～20トン	20トン以上
車両台数	116	642	857
走行数	3,077	16,659	24,157

※走行数は120分を分割閾値として算出

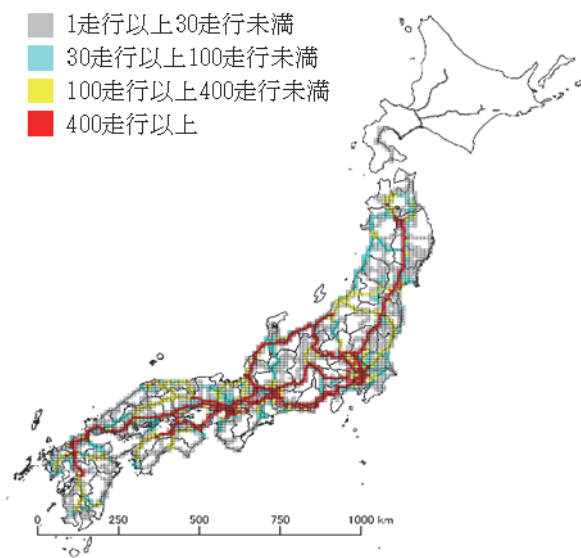


図-1 走行数（車両総重量20トン以上）

率算出結果を表-4に示す。大型車誘導区間利用率は91.0%であった。

(4) 考察

大型車両経路確認実験により得られた実験データを用いて算出を試行した大型車誘導区間利用率は約91%と高い値であった。この結果からは、大型車誘導区間の指定状況は、大型車両が通行する道路区間をおおよそカバーする形であり、妥当な状況とみることができる。このような指標を算出することで、残りの9%程度の道路区間については、個別に確認し、沿道状況から大型車を誘導すべきではない区間なのか、道路改良により大型車誘導区間に追加指定し、物流効率化を図る区間なのか、調査・検討を実施していくことが可能となる。また、大型車誘導区間の追加指定を行った後、追加指定前後の大型車誘導区間利用率を比較することで、追加指定の効果を定量的に評価することも可能となる。

今回の試算では、大型車両経路確認実験により得られた実験データを用いたため、車両の車種、発着地点、通行経路等に偏りが存在すると考えられ、この結果をもって施策評価を行うことはできないが、5.で述べた総合的な大型車両通行マネジメント施策を実施する中で、ETC2.0車載器を用いた優遇施策を実施、普及展開することができれば、より多くの大型車両から通行経路に係る情報を収集し、通行実態に近い評価指標の算出を行うことが可能になると考えられる。

7. おわりに

本論文では、我が国におけるこれまでの大型車両通行適正化施策の取り組みと課題について整理した上で、ITS技術を大型車両の通行適正化施策に導入している海外の事例を分析し、我が国において参考とすべき点を抽出した。その上で、大型車両の選択行動（遵法通行・違法通行）および道路管理者の大型車両通行マネジメント施策に関する費用の定式化を行い、それらを踏まえてITS技術を活用し、貨物車物流の効率化と、道路施設の

表-4 道路区間種別走行率の試算結果

	走行延長 (km)	利用率 (%)
大型車誘導区間	4,941,085	91.0%
高速道路	68,401	1.3%
区 一般国道	101,578	1.9%
間 主要地方道	143,749	2.6%
外 都道府県道	71,845	1.3%
その他	104,514	1.9%
合計	5,431,171	100.0%

老朽化対策を同時に達成していく総合的な大型車両通行マネジメント施策を提案した。さらに、総合的な大型車両通行マネジメント施策を実施する上での施策評価指標について提案するとともに、一例として、実験データを基にした大型車誘導区間利用率の算出例を示した。

以下に、今後取り組みが必要な課題について述べる。

(1) 技術面での課題

本論文で提案したITS技術を用いた遵法車両への優遇措置を迅速かつ広く普及するためには、既に路側装置の普及が進んでいるETC2.0システムおよび自動重量計測装置を用いることが妥当と考えられ、そのための技術的方法について、筆者らが提案している方法⁴⁾について、多様な車種、地域に対する適用性検証が必要といえる。また、将来的には車載型の重量計を導入していくため、計測方式・機器の研究開発・検証が必要であるとともに、車載型重量計の計測結果を、路側の重量計測装置の計測結果と照合・比較することで不正検知や機器故障を発見していくための方法について、検討・検証が必要である。

遵法車両への取り締まり強化に向けては、安価に導入が可能な重量計測装置の開発、効果的な設置箇所の決定方法の確立が課題といえる。

データの分析・活用に向けては、大量データを迅速に分析・処理する技術はもちろんのこと、得られる大型車両プローブ情報、重量計測結果について異常値を排除する方法や情報が収集できない路線への拡大方法、異なる機器で得られた情報を一元的に分析対象とする方法について確立することが課題と考えられる。また、実際に継続的に収集しているETC2.0大型車両プローブと車両重量自動計測装置のデータを用い表-2に示した様々な指標の算出を試行することにより、3.に示した従来の分析方法・結果との比較・検証を行うことが課題と考えている。

本論文では遵法通行車両と違法通行車両それぞれの効用関数を想定するとともに、道路管理者の総費用について定式化を行うことで、提案する施策の意味合いを考察した。収集されるビッグデータを基にした施策の評価とは別に、施策効果の因果関係を明らかにする観点からは、観測可能な説明変数を用い、実際の選択行動から効用関数のパラメータ推定・検定を行い、仮定した各説明変数が適切であったか否かを確認することが課題として残されている。また、遵法通行、違法通行の効用関数における各説明変数と、予算制約下にある道路管理者の総費用との関係性を明らかにできていない点も課題として残されている。

(2) 制度面・運用面での課題

本論文で提案した総合的な大型車両通行マネジメントを実施していくためには、道路法に基づく現行の特殊車

両通行許可制度を改めていく必要が生じる。特に、車載型の重量計を用い、事前の許可取得を不要とする枠組みの導入にあたっては、抜本的な制度改正が必要となる。

また、本論文では検討ができなかったが、道路管理者間における大型車両プローブ情報や重量計測値の共有にあたり、個人情報保護、営業秘密保護等の観点を踏まえ、適切な運用方法について検討が必要である。さらに、公共の設備により取得される大型車両プローブ情報や重量計測値を、学術的な研究、あるいは広くオープンデータとして活用していくためのデータ管理・運用方法についても課題と考えている。

参考文献

- 1) 国土交通省：物流を取り巻く現状について（概要），第1回新しい総合物流施策大綱の策定に向けた有識者検討委員会，資料 3-1，<<http://www.mlit.go.jp/common/000229563.pdf>>，（入手 2014.10.27）
- 2) 大島弘明：トラック輸送およびトラックドライバーと高速道路，Vol.56, No.5, pp.11-14, 2013.
- 3) 湯浅和夫：新しい「物流」の教科書，PHP 研究所，pp.149-157, 2014.
- 4) 社会資本整備審議会 道路分科会：道路の老朽化対策の本格実施に関する提言，<<http://www.mlit.go.jp/common/001036085.pdf>>，（入手 2014.10.27）
- 5) 国土交通省道路局：「道路の老朽化対策に向けた大型車両の通行の適正化方針」について，報道発表資料，<http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000420.html>，（入手 2014.6.30）
- 6) 小塩達也：実測荷重データに基づく過積載車両の分析の試み，第 65 回土木学会年次学術講演会概要集，pp.1043-1044, 2010.
- 7) 総務省：平成 26 年度版情報通信白書，<<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/html/nc141110.html>>，（入手 2015.4.20）
- 8) 国土交通省道路局：ETC2.0 紹介ページ，<<http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/etc2/katuyou.html>>，（入手 2014.10.17）
- 9) 寺前悠，澤野宏：総合物流施策大綱（2013-2017）の推進に向けて，交通工学，Vol.49, No.2, pp.8-12, 2014.
- 10) 国土交通省道路局：大型車誘導区間の指定について，報道発表資料，<http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000445.html>，（入手 2014.10.27）
- 11) 澤野宏：大型車両の通行を誘導すべき道路の指定等について，交通工学，Vol.49, No.2, pp.13-18, 2014.
- 12) 道路交通管理研究会：最新車両制限令実務の手引き第 4 次改訂版，pp.6-86，ぎょうせい，2014.
- 13) 国土交通省道路局：特殊車両の通行に関する指導取締要領の一部改正及び同改正に係る意見募集の結果について，報道発表資料，<http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000326.html>，（入手 2015.4.20）
- 14) 小林裕介，三木千壽，田辺篤史：リアルタイム全自動処理 Weigh-In-Motion による長期交通荷重モニタリング，土木学会論文集，Vol.2004, No.773, pp.99-111, 2004.

- 15) 柴崎隆一, 角野隆, 山鹿知樹, 小島肇: 国際海上コンテナ用セミトレーラ連結車の時間帯別交通量と高速利用率に関する実態調査およびその分析, 国土技術政策総合研究所研究報告, No.19, 2004.
- 16) 秋田直也, 杉本祥, 小谷通泰: 大阪港から後背圏への国際海上コンテナの配送実態の分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol.33, No.70, pp.375-379, 2013.
- 17) 関谷浩孝, 上坂克巳, 松本俊輔, 古川誠: 国際海上コンテナ車の走行経路の特性, 土木技術資料, Vol.52, No.11, pp.16-19, 2010
- 18) 小早川悟, 對木揚, 高田邦道, 山向薫, 清水真人: 貨物車の待機駐車の実態に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), Vol.39, No.267, 2009.
- 19) 萩野保克, 兵藤哲朗: 特殊車両通行許可申請電子データを用いた海上コンテナ車の流動分析, 交通工学, Vol.46, No.3, pp.58-65, 2011.
- 20) 鈴木彰一, 金澤文彦, 築地貴裕: 重量車の通行経路に関する基礎的分析, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), Vol.47, No.238, 2013.
- 21) 野平勝, 杉崎幸樹, 渡部正則, 鈴木健: 海上コンテナ車の流動等物流面における道路ネットワークの課題に関する分析, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), Vol.50, No.134, 2014.
- 22) 兵藤哲朗: 東京都市圏物資流動調査で見る物流拠点立地, 交通工学, Vol.49, No.2, pp.33-38, 2014.
- 23) 兵藤哲朗, シジニョ シュライナー, 高橋洋二: 東京都市圏物資流動調査を用いた大型貨物車走行経路のモデル分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.24, No.3, pp.405-412, 2007.
- 24) 東京都市圏交通計画協議会: 都市部における大型貨物車の走行実態, 交通工学, Vol.41, No.5, pp.26-31, 2006.
- 25) 横田孝義, 玉川大: プローブ情報による京阪神地域貨物車交通の道路利用特性に関する分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.67, No.5, pp.643-656, 2011.
- 26) 玉川大, 横田孝義, 前川和彦, 河本一郎: プローブデータおよび ETC データを活用した都市内定期集配送車両の行動特性に関する分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.67, No.5, pp.715-726, 2011.
- 27) 横田孝義: 貨物車のプローブデータ処理による都市高速道路の利用有無と旅行速度の方向性の評価, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.68, No.5, pp.649-657, 2012.
- 28) 玉川大, 横田孝義, 前川和彦: 高速道路の通行止がトラックの都市内定期配送へ与える影響に関する分析, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol.41, No.72, 2010.
- 29) 田中良寛, 濱田俊一, 金澤文彦, 澤田泰征: 特定プローブ情報を活用した官民連携による物流支援サービスの検討, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol.47, No.236, 2013.
- 30) 濱島光宏: 商用車プローブデータの収集と活用可能性, 交通工学, Vol.50, No.1, pp30-33, 2015.
- 31) 柳木功宏, 江守昌弘, 野見山尚志, 井上恵介: 特定プローブデータを活用した貨物車交通解析の一事例, 交通工学研究発表会論文集, Vol.33, No.47, pp.251-254, 2013.
- 32) 和田新, 稲村肇, 大口敬: 東日本大震災に伴う首都圏高速道路における大型車交通流変化, 運輸政策研究, Vol.16, No.1, pp.17-30, 2013.
- 33) 小塩達也, 山田健太郎: BWIM による活荷重測定に基づく大型車両の疲労損傷寄与率の分析, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp.113-114, 2002.
- 34) 山田健太郎, 小塩達也, 因田智博: 大型車の総重量, 軸重の実態計測と疲労耐久性評価に用いる荷重について, 第 59 回土木学会年次学術講演会概要集, pp.1123-1124, 2004.
- 35) 高田佳彦, 田畑晶子: 実態自動車荷重に基づく等価換算軸数と鋼床版の疲労き裂の相関分析, 鋼構造年次論文報告集, Vol.18, pp.133-138, 2010.
- 36) 藤本恭平: 新型軸重計開発の取組み, 四国地方整備局管内技術・業務研究発表会優秀論文一覧, イノベーション部門, < <http://www.skr.mlit.go.jp/kikaku/kenkyu/h25/pdf/03.pdf>>, (入手 2014.10.27)
- 37) H. WAKISHIMA, R. MATSUI, M. TAKEUCHI and F. KANAZAWA: Applicability for Monitoring Weight of Heavy Vehicles with Onboard Mass Unit, Proceedings of 20th ITS WORLD CONGRESS TOKYO 2013 (CD-ROM), 2013.
- 38) Transport Certificate Australia: On-Board Mass Monitoring Test Report (Final), 2009.
- 39) 魚本健人, 吉沢勝, 増田克洋, 加藤佳孝: 大型車交通量を考慮したコンクリート構造物の耐久設計に関する研究, 土木学会論文集, Vol.1997, No.571, pp.49-56, 1997.
- 40) 柴崎隆一, 渡部富博, 角野隆: 国際海上コンテナ貨物の国内自動車輸送における通行上の制約と経済損失に関する分析, 国土技術政策総合研究所研究報告, No.18, 2004.
- 41) 杉山信太郎, 柴崎隆一, 渡部富博, 藤原健一郎, 五十嵐一智: 国際海上コンテナの国内自動車輸送における交差点通行上の制約と迂回損失に関する分析, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), Vol.39, No.268, 2009.
- 42) 土屋三智久, 金子玲大, 大井孝通, 河田明博, 笠井巖祐: 貨物車プローブデータを活用した道路整備効果の分析事例, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), Vol.49, No.302, 2014.
- 43) 今泉孝章, 羽藤英二: 過積載車両に着目したチェックポイント概念の適用と道路維持管理手法, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), Vol.48, No.251, 2014.
- 44) 鈴木彰一, 田中良寛, 佐治秀剛, 牧野浩志: ITS スポットを用いた特殊車両の走行状況確認方法の提案と実験データによる検証, 交通工学論文集, Vol.1, No.2, pp.47-52, 2015.
- 45) 鈴木彰一, 西坂淳: 特殊車両の通行経路把握を目的としたプローブ情報収集路側機の整備水準分析, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), Vol.70, No.2, pp.79-86, 2015.
- 46) 金川昌弘, 貝戸清之, 小林潔司: 社会基盤施設マネジメントのためのモニタリング技術とセンサーネットワーク, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), Vol.39, No.46, 2009.
- 47) 鈴木彰一, 牧野浩志, 築地貴裕: 大型車両の通行適正化に向けた ITS 技術の活用方策, 第 12 回 ITS シンポジウム 2014 対話セッション発表論文, 2-1A-04,

- 2014.
- 48) 鈴木彰一, 築地貴裕, 鹿谷征生, 牧野浩志: 海外の大型車両マネジメントにおける ITS 技術活用の動向, 土木技術資料, Vol.57, No.5, pp.26-31, 2015.
- 49) Charles A. Karl, C. Konidiotis and D. Cai : UPDATES ON THE AUSTRALIAN INTELLIGENT ACCESS PROGRAM, The 17th ITS World Congress Busan 2010 (CD-ROM), AP00704, 2014.
- 50) 倉橋敬三: 「ITS の国際標準化」次世代の規制商用貨物車の運行管理, 交通工学, Vol.49, No.2, pp.29-32, 2014.
- 51) European Commission : REGULATION (EU) No 165/2014 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0165&from=E>>, (入手 2014.10.27)
- 52) 築地貴裕, 金澤文彦, 鈴木彰一, 佐治秀剛: 大型車両に対する走行経路表示システムの有効性検証実験, 土木計画学研究・講演集, Vol.49, No.200, 2014.
- 53) 築地貴裕, 鈴木彰一, 牧野浩志: ETC2.0 を活用した大型車両の走行経路把握に関する基礎的分析, 第 12 回 ITS シンポジウム 2014 対話セッション発表論文, 1-2A-04, 2014.
- (2015.?? 受付)

PROPOSAL OF A MANAGEMENT FRAMEWORK OF HEAVY VEHICLES' TRAFFIC USING ITS TECHNOLOGIES

Shoichi SUZUKI, Takahiro TSUKIJI, Yukio SHIKATANI and Hiroshi MAKINO

It is required to make truck freight more efficient in addition to conventional approach such as road network constructions, recognizing economic globalization and aging society in Japan. Simultaneously it is necessary to take measures preventing road infrastructure deterioration due to heavy vehicles' load exceeding design limit. Some countries in the world have taken innovative heavy vehicles' management measures using Intelligent Transport Systems (ITS) technologies.

This paper propose a holistic management framework of heavy vehicles' traffic using ITS technologies aiming both improvement of truck freight efficiency and prevention of road infrastructure damage caused by heavy vehicles' load. Besides, evaluation index for the management framework are proposed and an example of result of index calculation based on experimental data are reported.