

交通需要マネジメントへのITS技術の適用に関する考察

鈴木 彰一¹・金澤 文彦²・築地 貴裕³

¹正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 高度道路交通システム研究室
(〒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 高度道路交通システム研究室
(〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地)
E-mail:kanazawa-f87bh@nilim.go.jp

³正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 高度道路交通システム研究室
(〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地)
E-mail:tsukiji-t92ta@nilim.go.jp

我が国では、自動車交通の集中・混雑問題に対し、新たな道路インフラの建設による解決策に併せ、既存の道路インフラを最大限活用する解決策が求められており、これまでも様々な交通需要マネジメント施策が試みられている。本稿では、交通需要マネジメント施策に協力するドライバーヘインセンティブを与えるインセンティブ付与型の交通需要マネジメント施策の実現に向け、我が国における交通需要マネジメント施策ニーズの調査、海外での類似取り組み事例調査の結果を踏まえ、適用可能なITS技術の候補及び必要となる技術的検証事項について考察する。

Key Words : TDM, incentive program, ITS, information technology, transportation strategic plan

1. はじめに

都心部や観光地等における道路交通混雑解消を目的に、交通需要の時間的、空間的な集中を緩和するための手法として、交通需要マネジメントがある。交通需要マネジメントでは、交通需要を処理するための交通インフラを供給することが困難な状況においても、交通需要の頻度、時刻、交通手段、経路を変更することなどにより、需給ギャップを緩和することで、混雑や二酸化炭素排出量の削減、生活道路の環境改善を図る。我が国では、生産年齢人口の長期的な減少が見込まれる中、また、多くの既存交通インフラが耐用年数を迎える中、新たな交通インフラへの投資は抑制される可能性があり、都心部・観光地での渋滞解消や自動車交通全体からの二酸化炭素排出量削減等を図るためには、交通需要マネジメントをより広く実施・活用していくことが必要な状況を迎えている。

また、スマートフォンの普及に代表される近年の急速な情報通信技術の発展、及び民間自動車会社各社のテレマティクスサービスや国土交通省のITSスポットサービスの実展開等のITS技術の実用化の進展を踏まえれば、

これまでシステム実装の点で課題を抱え、本格的な実施・普及に至らなかった点がある交通需要マネジメントについても、各都市・地域でのニーズに適用可能で、かつ、普遍的な技術、システム・機器の検討に着手する必要があると考えられる。一方、欧州ではこれまで各国毎に導入されてきたプライシング技術・システムに関し、EETS (European Electronic Toll Services : 欧州電子課金サービス) として必要な技術標準を定め、利用者側で一つの車載器を設置し、一つのサービス提供事業者と契約することで、EU加盟国内での汎用的な利用を可能とするコンセプトを実現しようとしている¹⁾。

これらの背景を踏まえ、筆者らは、ITS技術の適用により、導入時の抵抗が比較的小さなインセンティブ付与型の自動車交通の交通需要マネジメント施策の汎用的な実施可能性について検討を行っている。本稿では、これまでに行った技術、システム・機器面からの検討結果を報告する。

検討にあたっては、まず、日本国内の交通需要マネジメントのニーズを調査し、分類することにより、我が国で共通して必要とされている交通需要マネジメント施策

を明らかにすることを試みる。次に、国外でのプライシング施策へのITS技術の適用事例の調査により、どのような技術、システム・機器が実際に導入され、あるいは検討されているのかについて明らかにする。その上で、日本におけるインセンティブ付与型交通需要マネジメントに適用する候補と考えられるITS技術について検討を行うとともに、各技術の適用にあたっての得失、適用前に検証すべき点等について整理することを試みる。

2. 既往のインセンティブ付与型交通需要マネジメントの取組み

我が国でも複数の地域でインセンティブ付与型の交通需要マネジメントについて検討、取組みが行われている。例えば、名古屋都心エリア内での混雑緩和効果を図るため、駐車場デポジットシステムを擬似的に用いる社会実験²⁾や、金沢市の郊外型ショッピングセンターの駐車場を活用し、ショッピングセンターの商品券等と組み合わせた形でパーク・アンド・バスライドを実現する取組み³⁾などが挙げられる。これらの取組みは、それぞれ独自の技術・仕組みを用いており、継続的にサービスを利用する者を対象とする前提としていることから、個々のサービス・取組み毎に機器設置、手続き等が必要である。一方、観光都市奈良における観光ピーク時の市街地渋滞緩和を図るためのパーク・アンド・バスライドとクーポン情報提供を組み合わせた取組み⁴⁾、京都市における高速道路利用とパーク・アンド・ライド利用を組み合わせた実験⁵⁾、福岡における働く女性の子育てを支援するパーク・アンド・ライドの社会実験⁶⁾、阪神高速道路5号湾岸線、首都高速道路湾岸線における環境ロードプライシング等では、既に広く普及しているETCのシステムを用いている。また、交通ICカードとパーク・アンド・ライドサービスを組み合わせた取組み⁷⁾では、駐車場事業者を中心に22の鉄道会社と連携しており、全国110箇所の駐車場で展開することで、述べ100万件の利用件数となっている。これらの取組みでは、汎用的な機器、システムを使うことで導入・展開のハードルを下げていると言えるが、既存の装置を用いているため、近年大きな進展が見られる測位技術を用いた位置特定、走行距離把握等を行わないシステムとなっており、多様な交通需要マネジメント施策ニーズへの柔軟な対応が困難といえる。

本考察では、国外で導入、実験段階にあるプライシング技術の動向を調査することで、GPSに代表されるGNSS（Global Navigation Satellite Systems：全地球航法衛星システム）を用いる技術や、GSM（Global System for Mobile Communications）を用いる技術を含め、汎用的に交通需要マネジメントに利用可能な技術、システム・機器に

ついて、検討を行う。また、それらの技術について、日本国内での適用にあたって検証すべき事項、課題等を明らかにすることを試みる。

3. 我が国における交通需要マネジメント施策ニーズの調査

(1) 調査対象

交通需要マネジメント施策のニーズは、都市、地域によって大きく異なる。本考察では、国内における地域交通計画等に盛り込まれている交通需要マネジメント施策を調査し、分類することで、我が国において共通的に求められている交通需要マネジメント施策のニーズを明らかにすることを試みた。

調査対象は、全国の総合交通戦略策定地区及び事業推進地区における戦略及び戦略策定調査、街路交通調査（全52件）、左記以外の政令指定都市における都市交通計画等（全5件）、その他観光地における交通計画（全7件）とした。ここで、総合交通戦略とは、H21年に国土交通省が策定した「都市・地域総合交通戦略要綱」に基づき、都市や地域における安全で円滑な交通の確保と将来を見据えた魅力あるまちづくりを進めるため、地方公共団体や公共交通事業者等の関係者で構成される協議会において策定が進められているものである。また、観光地における交通計画については、既存調査結果⁸⁾を基に、交通計画等が資料として公表されている7都市を抽出した。

調査対象事例の一覧を表-1に示す。なお、全64件のうち、横手市、千葉市、豊島区の3市区については交通需要管理施策が明記されておらず、また、川崎市は調査時に計画策定中であったことから、以降の分析対象から除外することとし、60事例を分析対象とした。

(2) 調査結果

調査対象とした計画等を対象都市圏の人口別に整理した結果を図-1に示す。調査対象として収集した事例は、政令指定都市の要件とされる人口50万人以上の地域を対象とした計画等が24件（37.5%）、3万人未満の地域を対象とした計画等が2件（3.1%）であり、調査対象には、人口規模が市制実施水準以上の地域が多く含まれている。

各計画等に含まれている交通需要マネジメント施策を手法種類別にグループ化し、それぞれの手法が含まれる計画等を集計した結果を表-2に示す。「公共交通の利用促進・交通機能の強化」（43件・71.7%）、「歩行者・自転車施策」（38件・63.3%）、「交通結節点の整備」（36件・60.0%）等の、自動車交通から交通モードの変更を促す施策が多く、計画等に盛り込まれている。一方、

表-1 調査対象事例

No	都市(圏)名	参照した計画等の名称	策定年月
1	北海道札幌市	札幌市都市・地域総合交通戦略策定調査	—
2	青森県青森市	青森市総合都市交通戦略	H21.10
3	岩手県盛岡市	もりおか交通戦略	H21.10
4	秋田県秋田市	秋田市総合交通戦略	H21.3
5	秋田県横手市	横手市総合交通戦略	H21.5
6	福島県郡山市	郡山市総合都市交通戦略	H23.6
7	宮城県仙台市	仙台市自動車環境負荷低減計画	H16.4
8	茨城県北臨海都市圏	県北臨海都市圏都市交通戦略策定調査	—
9	茨城県日立市	日立市都市交通戦略策定調査	—
10	茨城県石岡市	かしてつ沿線地域公共交通戦略	—
11	栃木県宇都宮市	宇都宮都市交通戦略	H21.9
12	群馬県高崎市	高崎市都市交通マスタープラン策定調査	—
13	埼玉県さいたま市	さいたま市都市・地域総合交通戦略策定調査	—
14	埼玉県川越市	川越市地域公共交通総合連携計画	H22.3
15	千葉県千葉市	幕張新都心地域都市交通戦略	H21.3
16	千葉県柏市	柏市総合交通計画	—
17	東京都豊島区	豊島区基本計画2011-2015	H23.3
18	東京都墨田区	墨田区観光まちづくり総合交通戦略	H20.2
19	東京都町田市	町田市都市・地域総合交通戦略	H22.3
20	東京都立川市	立川市総合都市交通戦略	H21.3
21	神奈川県相模原市	相模原市総合交通戦略策定調査	—
22	長野県上田市	上田市圏総合都市交通体系調査	—
23	新潟県新潟市	にいがた交通戦略プラン	H23.3
24	富山県富山市	富山市総合交通戦略	H19.11
25	石川県金沢市	新金沢市総合交通戦略	H19.3
26	愛知県名古屋	なごや新交通戦略	H22.12
27	岐阜県岐阜市	岐阜市総合交通戦略	H18.3
28	静岡県静岡市	静岡市都市・地域総合交通戦略策定調査	—
29	静岡県富士市	富士市総合都市交通戦略	H22.3
30	静岡県浜松市	浜松市総合交通計画	H22.5
31	愛知県豊田市	豊田市交通まちづくり行動計画	H18.5
32	愛知県安城市	安城市総合交通戦略プラン	H21
33	愛知県瀬戸市	瀬戸市まちなか交通戦略	H21.6
34	愛知県幸田町	幸田町総合交通戦略	H22.3
35	福井県福井市	福井市都市交通戦略	H21.2
36	滋賀県近江八幡市	国交省資料(国交省HP)	—
37	京都府京都市	「歩くまち・京都」総合交通戦略答申	H20.7
38	大阪府堺市	堺市交通ビジョン	H20.6
39	兵庫県明石市	明石市総合交通計画	H19.5
40	兵庫県姫路市	公共交通を中心とした姫路市総合交通計画	H21
41	岡山県岡山市	岡山市都市交通戦略	H21.10
42	岡山県倉敷市	倉敷市総合交通戦略	H20.3
43	広島県広島市	広島市総合交通戦略	H22.7
44	山口県岩国市	岩国市都市交通戦略	H23.3
45	香川県高松市	高松市総合都市交通戦略	H22.7
46	愛媛県松山市	松山市総合交通戦略	—
47	愛媛県新居浜市	新居浜市都市交通戦略	H21.3
48	福岡県北九州市	北九州市環境首都総合交通戦略	H20.12
49	熊本県熊本市	熊本市圏都市交通アクションプログラム	H21
50	宮崎県宮崎市	宮崎市圏総合交通戦略	H21.3
51	沖縄県那覇市	沖縄本島中南部都市圏総合都市交通協議会資料	—
52	沖縄県那覇市	那覇市総合交通戦略	H22.3
53	神奈川県川崎市	川崎市総合都市交通計画(策定中)	策定中
54	神奈川県横浜市	横浜市都市交通計画	H20.3
55	大阪府大阪市	大阪市基本計画2006-2015	H17.12
56	兵庫県神戸市	第5次神戸市基本計画	H23.2
57	福岡県福岡市	福岡市交通基本計画策定調査	—
58	神奈川県鎌倉市	鎌倉市観光基本計画	H19.2
59	長野県軽井沢町	軽井沢町長期振興計画・後期基本計画	H20.4
60	岐阜県白川村(白川郷)	世界遺産白川郷合掌造り保存財団HP	—
61	奈良県奈良市	奈良市中心市街地公共交通総合連携計画	H23.3
62	三重県伊勢市	伊勢市観光振興基本計画	H20.3
63	福岡県大牟田市	大牟田市総合計画	H23.3
64	大分県由布市	地域公共交通総合連携計画素案	—

表-2 計画等に含まれる交通需要マネジメント施策

大分類	小分類	件数
手段の変更	公共交通の利用促進①(交通機能の強化)	43件
	公共交通の利用促進②(公共道路線整備)	32件
	公共交通の利用促進③(情報提供)	14件
	公共交通の利用促進④(ICT化、特典制度)	5件
	交通結節点の整備	36件
	パークアンドライド、サイクルアンドライド	35件
	歩行者・自転車施策	38件
	循環バス・周遊バス	3件
経路の変更	バイパス整備	1件
	迂回誘導	1件
	道路情報提供による交通の分散化	1件
発生源の調整	モビリティ・マネジメント、自動車利用抑制	27件
時間帯の変更	時差出勤	2件
	曜日調整	1件
自動車の効率的利用	あいのり通勤	1件
	カーシェアリング	5件
	共同配送の促進	2件
その他	流入規制①(エリアに対する流入規制)	8件
	流入規制②(ロードプライシング)	2件
	駐車マネジメント①(フリッジ駐車場)	12件
	駐車マネジメント②(駐車場予約システム)	1件
	駐車場マネジメント③(荷捌き駐車対策)	1件
	駐車場マネジメント④(駐車場利用課金)	1件
	駐車場マネジメント⑤(観光バスの駐車場予約)	2件
	その他	2件

本考察の対象とする、自動車交通に対する交通需要マネジメント施策としては、「発生源の調整」にあたる、「モビリティ・マネジメント、自動車利用抑制」(27件・45.0%)が多く、その他に、駐車場を絡めた施策(12件・20.0%)、エリア流入抑制策(8件・13.3%)等を盛り込んだ事例が多いことが分かった。

(3) 交通需要マネジメント施策ニーズの類型化

本稿での考察における、全国で共通する交通需要マネジメント施策に適用可能なITS技術の検討を行うため、調査により得られた全国の交通計画等における交通需要マネジメント施策を表-3に示す4類型に分類した。類型1は、都心地区など自動車交通を特に流入抑制(排除)すべき特定のエリアが明確になっているケースであり、抑制すべき自動車交通の主対象は、業務交通や買い物交通などの日常交通である。類型2は、自動車交通を流入抑制すべき特定のエリアが定められておらず、計画対象地域全体での二酸化炭素排出量抑制等を図るケースであり、抑制すべき自動車交通の主対象は日常交通である。類型3は観光拠点周辺など、自動車交通を特に流入抑制(排除)すべき特定のエリアと、交通が特に集中する期間が明確になっているケースであり、抑制すべき自動車交通の主対象は、観光交通やイベント交通などの非日常交通である。類型4は、公共交通機関の機能強化などを主体に実施し、間接的に自動車交通の抑制を目指すケースであり、自動車交通に対する直接的な働きかけを行わ

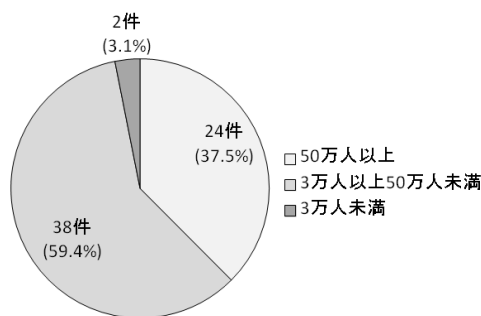


図-1 対象とした計画の人口別整理

表-3 交通需要マネジメント施策の分類

類型	目的	交通需要マネジメント施策
1	都市部の交通混雑解消	○特定エリア（都市中心部等）への流入規制、プライシング ○P&R（鉄道駅等での駐車場整備、料金運用） ○ダイナミック P&R（鉄道情報の提供、駐車場情報の提供） ○ポーターサービス（購入荷物の駐車場までの搬送） ○都心部流入デマンドバス ○コミュニティサイクルシステム（都心及び郊外部ポート）
2	二酸化炭素排出量削減や大型車による構造物への影響軽減	○走行距離に応じたプライシング（車種別、排気量別等も想定） ○カーシェアリング・カープーリングシステム ○公共交通情報の提供
3	観光地の渋滞解消、景観・環境資源保全のための自動車流入抑制	○特定エリアへの流入規制、プライシング ○特定エリア縁辺部の駐車場情報の提供（場所、料金、満空情報） ○特定エリア内の公共交通情報、歩行者経路情報 ○コミュニティサイクルシステム（エリア内）
4	間接的な自動車交通の交通需要マネジメント施策	○公共交通乗換え情報の提供 ○P&R 情報の提供 ○デマンドバスの導入 ○バス路線の再編 ○公共交通利便性向上型料金運用

ないものである。

交通需要マネジメントをすべき範囲が特定のエリアあるいは拠点（観光拠点など）に限定されるのか、あるいは全域的なのかという違い、交通需要マネジメントをすべき期間が常時なのか、観光ピーク時等の期間限定なのかという違いにより、各交通需要マネジメント施策類型に対して適用可能なITS技術は異なるものと考えられ、本稿では、類型1～3を以降の検討対象とする。

表-4 国外の調査事例一覧

No	国	都市・地域・施策	導入状況
1	イギリス	ロンドン 混雑課金	導入済
2	イギリス	ダートフォード橋	導入済
3	イギリス	エディンバラ	計画断念
4	イギリス	マンチェスター	計画断念
5	スウェーデン	ストックホルム混雑税	導入済
6	スウェーデン	大型車対距離課金	実験・試行
7	ノルウェー	オスロ	導入済
8	ノルウェー	ベルゲン	導入済
9	ノルウェー	トロンハイム	導入済
10	ドイツ	大型車対距離課金	導入済
11	オランダ	対距離課金	実験・試行
12	オーストリア	大型車対距離課金	導入済
13	スイス	大型車対距離課金	導入済
14	イタリア	ミラノ	導入済
15	イタリア	ボローニャ	導入済
16	イタリア	ローマ	導入済
17	フランス	大型車対距離課金	実験・試行
18	チェコ	大型車対距離課金	導入済
19	スロバキア	大型車対距離課金	導入済
20	米国	カリフォルニア I-15 HOTレーン	導入済
21	米国	カリフォルニア SR91 HOTレーン	導入済
22	米国	テキサス I-10 HOTレーン	導入済
23	米国	テキサス US290 HOTレーン	導入済
24	米国	ミネソタ I-394 HOTレーン	導入済
25	米国	フロリダ リカウンティ	導入済
26	米国	ニューヨーク 混雑課金	計画断念
27	米国	オレゴン州 対距離課金PP	実験・試行
28	米国	シアトル都心部距離課金PP	実験・試行
29	米国	サンフランシスコ コードン課金	実験・試行
30	米国	全米対距離課金実証プロジェクト	実験・試行
31	米国	ミネソタ対距離課金社会実験	実験・試行
32	カナダ	トロント 407 Express Toll Route	導入済
33	シンガポール	Electronic Road Pricing	導入済
34	シンガポール	次世代ERP	実験・試行

4. 国外における適用技術の調査

(1) 調査対象

我が国におけるインセンティブ付与型交通需要マネジメントに適用可能な ITS 技術を検討する際の参考とするため、国外における、自動車交通に対するプライシング施策に導入、あるいは試行されている ITS 技術について、調査を行った。調査対象としては、平成 19～22 年度の各年度に実施された国土交通省の既往調査結果を基に、既存文献、web サイト等から情報を収集し、一定の情報が収集できた事例のみを対象とし、表-4 に示す 34 事例とした。34 事例のうち、22 事例が既に導入・運用されている段階の事例、9 事例が実験・試行段階の事例、3 事例が試行後導入を断念した事例である。

(2) 調査結果

a) 導入・試行事例の運用面に関する分析

導入・試行事例の導入目的を分析した結果を図-2に示す。今回の調査対象の約半数が財源確保を目的としているが、本考察で目標とする交通需要マネジメントによる混雑緩和、環境改善を目標とする事例も約半数含まれていることが分かる。

導入・試行事例がどのような方式でプライシングを行

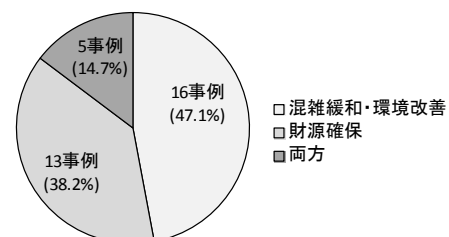


図-2 導入目的の分析結果

っているかを、導入・試行段階別に比較した結果を図-3に示す。導入済みの事例ではコードン方式を採用する事例の数が最も多く、次いで対距離方式、レーン方式が多い。これら3方式で全体の約82%を占めることが分かる。一方、現在、実験・計画段階の事例では、対距離方式を採用する事例が全体の約89%と多数を占めていることが分かる。

導入・試行事例が対象としている地域を、導入・試行段階別に比較した結果を図-4に示す。導入済みの事例では、観光地・都心部などの一定の地域を対象としている事例、高速道路上の特定のレーン等を対象としている事例が多く、両者で約77%を占めることが分かる。また、全国を対象地域としている導入事例も5事例あったが、それらは全て大型車に対する対距離方式の事例であった。また、導入・試行事例が実施されている時間帯については、図-5に示すとおり、特定の時間帯のみ実施している事例が約58%を占めることが分かる。

b) 導入・試行事例の技術面に関する分析

導入・試行事例を、利用技術の観点から分類し、導入時期、課金方式等との関係について分析を行った。なお、利用技術の分類は主要な利用技術に応じて、DSRC（Dedicated Short Range Communications：狭域通信）、ANPR（Automatic Number Plate Recognition：自動ナンバープレート認識カメラ）、DSRC+ANPR、GNSS+DSRC、GNSS+GSM、GNSS+GSM+DSRCの6種類の分類とした。結果を図-6～図-8に示す。

導入時期との関係（図-6）では、2000年以前に導入された事例は全てDSRC技術を用いたシステムであることが分かった。一方、2001年以降の導入事例では、システムにDSRC技術を含む事例が依然として多いものの、2000年以前には見られなかった、GNSS技術を含む事例が約27%となっている。さらに、実験・計画段階の事例では、その全てがGNSS技術を含むシステムに含んでおり、GNSS技術がプライシングに活用できる程度まで向上・発展してきていることが推察される。

プライシング方式との関係（図-7）では、対距離方式では約83%がGNSS技術を含むシステムであることが分かった。一方、コードン方式では約80%、レーン方式では全ての事例がDSRC技術を含むシステムに含み、GNSS技術は用いていないことから、方式に応じて適切な技術が使分けられていることを明らかにできた。

車載器側への地図データの搭載との関係（図-8）では、DSRC技術及びANPR技術のみを用いる事例では、その全ての事例で、車載器側に地図データが搭載されていないことが分かった。一方、GNSS技術を用いる方式では、9事例中7事例で、車載器に地図データが搭載されていることが分かった。また、車載器側への地図データの搭載とプライシング額の計算場所との関係（図-9）では、

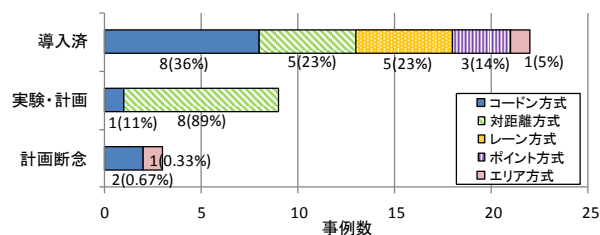


図-3 プライシング方式の導入・試行段階別比較結果

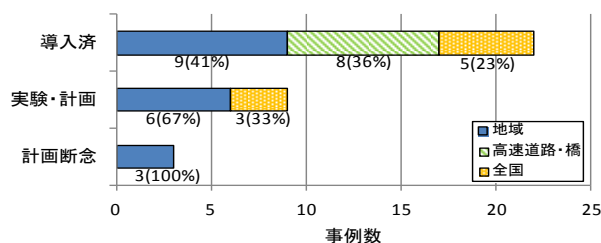


図-4 対象地域の導入・試行段階別比較結果

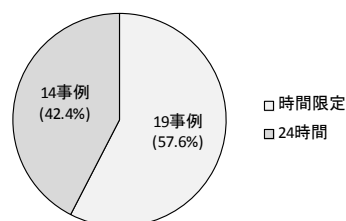


図-5 実施時間帯の整理結果

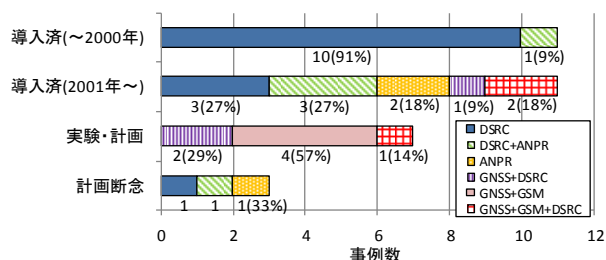


図-6 導入時期とシステムとの関係

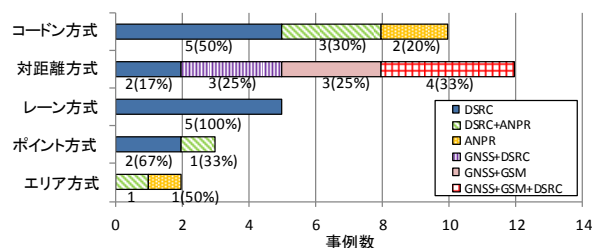


図-7 プライシング方式とシステムとの関係

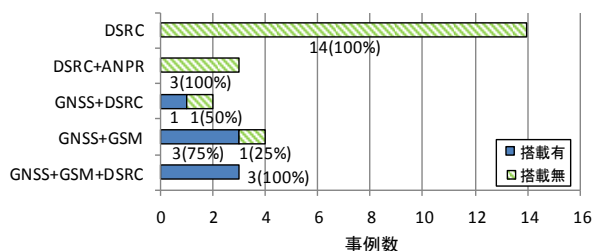


図-8 システムと車載器への地図データ搭載の有無との関係

車載器に地図データが搭載されている 7 事例では、プライシング額の計算がセンター以外（6 事例は車載器上、1 事例はガソリンスタンド）で行われていることが明らかになった。GNSS 技術を用いるシステムを採用し、地図データを有する車載器を採用している事例では、プライバシー保護を図る観点から、位置測位情報をセンター側に送ることなくプライシング額を計算可能とするシステムとしていることが推察される。

導入・試行事例の導入状況と通信方式との関係（図-10）では、導入済みの事例では、DSRC 技術、ANPR 技術などスポットでの路側機との通信等のみを用いる事例が 24 事例中 19 事例と大部分を占め、路側機設置位置に限定されない GSM 技術による連続的な通信を用いる事例は 5 件と少数派であった。一方、実験・計画段階の 7 事例では、その全てが連続的な通信を含むシステムであり、さらにそのうち 4 件にあたる半分以上の事例では、連続的な通信のみを用いるシステムであった。このことから、技術水準、通信データ容量、通信コスト、機器価格等の点から、GSM 技術による連続的な通信を用いるシステムが、実現可能な段階になってきていることが推察される。

5. 我が国での適用候補となる技術

(1) 技術・システム機能の類型別得失の整理

国外事例の調査の結果、多様な技術・システムが採用・検討されていることが明らかになった。そこで、データの処理場所、通信内容等の技術・システム機能毎に、我が国で適用する際の課題を検討した。システム機能としては、①路車間通信の内容、②地図補正（マップマッチング）の実施場所、③走行距離の計算場所、④インセンティブ付与量（プライシングの場合はプライシング額）の算出場所の点で分類を行い、それぞれについて得失の整理を行った。

a) 路車間通信内容の違いによる得失

路車間通信の内容の種類としては、車両特定情報、位置座標、走行距離、インセンティブ付与量が考えられる。

位置座標情報を路側側へ送信するシステムの場合は、位置座標情報からは走行位置、経路が特定可能であるため、プライバシーの観点から、ドライバー受容性に課題が生じる可能性があり、暗号化処理等の対策が必須となる。一方で、エリア方式、対距離方式、コードン方式、時間別プライシング等の多様な交通需要マネジメントが可能であり、地図補正、走行距離計算、プライシング額の算出が行われる場所がセンターとなるため、対象地域や対象時間の変更、インセンティブ付与量のレートの変更等が比較的容易に実施できる利点がある。

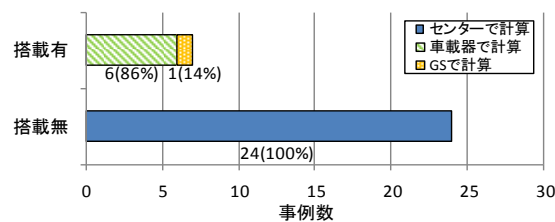


図-9 車載器への地図データ搭載の有無とプライシング額の計算場所との関係

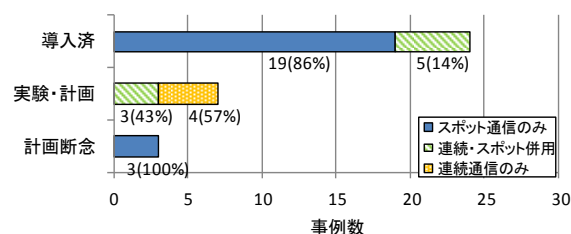


図-10 通信方式の導入・試行段階別比較結果

オドメータ（走行距離計）やタコグラフ（運行記録計）、GNSS 技術を用いた算出した走行距離を車載器から路側へと送信するシステムの場合には、プライバシーの観点でのドライバー受容性の課題は相当程度小さくなるものの、エリア方式、コードン方式、あるいは時間別インセンティブ付与といった方式への適用が困難となる。

インセンティブ付与量のみを車載器から路側側へと送信するシステムでは、多様な方式に応じて計算を行うことで、対応可能な交通需要マネジメント施策の幅は広くなり、また、プライバシー面で懸念が生じないものの、対象地域、対象時間、レートの変更などに対しては、車載器側のデータを変更する必要が生じ、運用面での対応が難しくなることが想定される。

b) 地図補正実施箇所の違いによる得失

地図補正の実施箇所としては、車載器側とセンター側が考えられる。車載器側で補正を行う場合には、データの信頼性は車両側の GNSS センサーの精度及び地図補正精度に依存する。また、車載器側に地図データを搭載する必要があるため、車載器価格が高くなるとともに、定期的な地図更新が必須となる。一方、センター側で行う場合は、均一の地図補正アルゴリズムの適用により、精度の平準化が図られるとともに、車載器価格を下げる事が可能となる。しかし、利用者数が増大した場合にセンター側処理負荷が高まる点、プライバシーの観点からドライバー受容性が低くなる点が課題となる。なお、コードン方式、ANPR 方式であれば、地図補正の必要は無い。

c) 走行距離計算実施箇所の違いによる得失

走行距離の計算場所としては、車載器側とセンター側が考えられる。計算された走行距離がインセンティブ付与量の計算に用いられる点、走行距離情報だけでは検証

が行い難い点を踏まえると、計算には改ざんが行われな
いようにする仕組みが必要となり、車載器側で計算をす
る場合には、この点が最も大きな課題となる。また、車
載器側に計算機能を付加することとなり、車載器価格の
上昇、データ更新時の運用が課題となる。一方、センタ
ー側で車両から送信される位置情報等を基に走行距離を
計算する場合には、プライバシーの観点からドライバー
受容性が課題となる。走行距離の把握技術としては、
GNSS 技術を用いて位置情報から走行距離を計算するや
り方と、故障診断用に車両コンピュータからの情報取得
が可能である OBD II（車両診断用情報取得コネクタの
標準規格）コネクタから車両の走行距離センサーの情報
を得て計算するやり方、あるいは双方を用いて補完した
情報を用いるやり方が考えられる。

d) インセンティブ付与量算出の実施箇所の違いによる 得失

インセンティブ付与量の計算を行う場所としては、車
載器側とセンター側が考えられる。車載器側で実施す
る場合には、走行距離の計算と同様、改ざんが行われな
いようにする仕組みが必要となり、この点が最も大きな課
題となる。また、車載器側に計算機能を付加することと
なり、車載器価格の上昇、データ更新時の運用が課題と
なる。センター側で実施する場合には、対象地域、対象
時間、インセンティブ付与量のレート変更等に柔軟な対
応が可能となるが、位置情報を基にインセンティブ付与
量を計算する場合には、プライバシーの観点からドライ
バー受容性の課題が生じる。

(2) 検証候補のシステム類型

(1)で課題を検討した各システム機能の組み合わせを網
羅的に検討した上で、相互に比較することで、3.におい
て類型化した我が国各地の交通総合戦略等に含まれてい
る交通需要マネジメント施策の適用候補となりうるシス
テム類型を表-5 のとおり整理した。3.で明らかにした我
が国でニーズのある交通需要マネジメント施策の実現に
向けた検討を進めるためには、これらのシステム類型に
ついて技術的な検証を進めることが必要と考えられる。

(3) 技術的検証事項

交通需要マネジメントを実現するための ITS の活用
に向けては、種々の技術要素、機能についても検証、確認
が必要と考えられる。

a) 位置特定技術

我が国で広く利用されているGPS衛星・信号を用いた
位置特定技術については、高層建築物や中山間地域、ト
ンネル等においてGPS衛星からの電波を受信できない等
の場合、大きな（数十m程度）の誤差や、さらにはデー
タ欠損を生じる可能性がある。しかしながら、近年、

GPS信号に加え、ロシアのグロナス衛星の信号を受信可
能な機器も出現しており、位置特定精度の向上が見込め
る状況となってきた。そのため、日本国内での交通
需要マネジメントでの利用を前提とした場合に、現状の
技術、機器を用い、実際にどの程度の精度での位置特定
が実現可能なかを検証し、また、その精度から、実施
可能な交通需要マネジメント施策の水準を明らかにする
ことが重要と考えられる。すなわち、コードン・ライン
やエリアの概念を用いてインセンティブ付与型の交通需
要マネジメントを実施する場合には、実現可能な位置特
定精度を明らかにした上で、インセンティブ付与の各種
判定の閾値を設定する必要がある。

b) 地図補正、走行距離・インセンティブ付与量計算

地図補正、走行距離・インセンティブ付与量計算に
ついては、センター側、車載器側の双方で実施すること
が考えられる。実際にシステムを試作し、センター側、
車載器側双方で計算を実施してみることで、機能を
実装する場合のコスト試算や、必要な通信データ容量、
情報欠損に対する許容度、対処策等について、検証を行
うことが必要と考えられる。特に通信データ容量は、ど
のような頻度での通信が必要となるのか、対象となる車
両台数、我が国の GSM での通信トラフィックとの比較
で実現可能な案なのかどうかといった観点での検証・試
算も必要となる。また、車載器側で処理・計算を行う場
合に、どのようにして地図やデータテーブルの更新が可
能であるか、技術的な解決方法を検討し、検証する必要
がある。加えて、いずれの処理・計算についても、改ざ
んを防ぐ仕組みの検討、実証が必要である。走行距離の
計算については、位置特定情報（GNSS による緯度経度
情報）のみで計算するよりも、OBD II コネクタ等から
得られる車両情報により補完を行った方が精度が向上す
ると考えられる。近年では、我が国でも OBD II コネ
クタから得た情報を無線 LAN（Wi-Fi）や赤外線通信
（Bluetooth）により外部出力する機器が市販されており、
これらの機器の組み合わせにより、走行距離計算の精度
がどの程度向上するのか検証することが有用と考えられ
る。

表-5 適用候補となりうるシステム類型

システム 類型	システム機能				通信 方式		対応可能 TDM方式		適した TDM類型			
	通信内 容	地図補 正	距離計 算	インセン ティブ 付与量計 算	連続通 信	スポット通 信	コードン 方式	エリア方 式	走行距離 方式	類型1 (都心)	類型2 (総走行 量)	類型3 (観光地)
A	位置座標	センター	センター	センター	○	—	△	△	○	○	○	○
B	位置座標	センター	センター	センター	○	○	○	○	○	○	○	○
C	インセンティブ付与量	車載器	車載器	車載器	○	—	△	△	○	○	△	△
D	インセンティブ付与量	車載器	車載器	車載器	○	○	○	○	○	○	○	○
E	車両情報	—	—	センター	—	○	○	○	x	○	○	○

6. おわりに

本考察では、我が国において新たな道路インフラ投資ではなく、ITS技術を活用したインセンティブ付与型の交通需要マネジメントの実施によって交通問題の解決を図ることを目標に、主に技術的な面から検討を行った。具体的には、国内の都市・地域総合交通戦略等を調査し、その中で採用されている交通需要マネジメント施策を抽出し、類型化することで、対応すべき交通需要マネジメント施策ニーズを明らかにした。次に、国外のプライシング施策事例を調査し、そこで用いられている技術、システムを分類することで、最新の技術動向を把握するとともに、それぞれの特徴を明らかにした。その上で、我が国に適用することを前提にシステム機能の特徴・課題を整理し、今後、検証すべきシステム類型を明らかにした。

今後は、本考察で整理した検証候補システムの試作、実証実験等を通して、現状の技術・通信環境下において、我が国で実現可能な交通需要マネジメント施策の水準を明らかにしていくとともに、各システム類型・機能に対するドライバー受容性の確認、さらにはモデル地域での社会実験等の実施が必要と考えている。

参考文献

- 1) European Commission : The European Electronic Toll Service (EETS) GUIDE FOR THE APPLICATION OF THE DIRECTIVE ON THE INTEROPERABILITY OF ELECTRONIC ROAD TOLL SYSTEMS, 2011
- 2) 中井陽平, 三輪富生, 山本俊行, 森川高行 : 駐車デポジットシステム社会実験における被験者の交通行動変化に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集 vol.40, (40), 2009
- 3) <http://www4.city.kanazawa.lg.jp/11031/taisaku/tdm/park-and-ride/kpark/kpark.html>
- 4) 大久保 博 : ETC を活用した渋滞対策・観光振興について, 第9回 ITS シンポジウム pp177-182, 2010
- 5) <http://www.city.kyoto.lg.jp/tokei/cmsfiles/contents/0000090/90039/akipa-ku.pdf>
- 6) 渡部 康祐, 村上 あすか, 池田 稔浩, 伊藤 浩和, 塚原 勉 : ITS を活用した高品質なパーク&ライドシステムの構築による 子育て中の働く女性を支援するサービスの検討 (報告), 日本道路会議論文集 vol.29, pp.1082, 2011
- 7) <http://www.times24.co.jp/news/2012/07/ic100.html>
- 8) 社団法人日本自動車工業会 : 自動車旅行の活性化に向けた提言, pp.10, 2009

(2012.8.3 受付)

A STUDY ON APPLICATION OF ITS TECHNOLOGIES FOR TDM

Shoichi SUZUKI, Fumihiko KANAZAWA and Takahiro TSUKIJI

In Japan traffic problem solutions are required which rely on not only investments for new infrastructures but also optimum utilization of existing road networks. Some TDM programs have been implemented or tested in Japan in this context.

This study focuses on "Incentive Program type TDM" and considers technical aspects to implement it in Japan with ITS technologies application. Transportation Strategic Plans of cities and regions are examined in order to confirm typical TDM programs in Japan. Then recent trend of ITS technologies is extracted from foreign cases of pricing programs. Also items to be verified and considered are listed towards Incentive Program type TDM implementation in Japan.