

英国におけるアクティブ・トラフィックマネジメント

Active Traffic Management in England

塩見康博*

By Yasuhiro SHIOMI

1 はじめに

Active Traffic Management (ATM) は、交通状況のオンラインモニタリングを前提に、動的に変化する交通状況を的確に捉え、道路管理者側からドライバーに対して能動的な介入を行うことにより、混雑の緩和や事故リスクの低減を図る施策の総称である。しばしば、従来のTDMの概念を同化させ、Active Traffic and Demand Management (ATDM) とも称される¹⁾。ATMの本質は既存インフラの有効活用であり、外部からのマネジメントを介することで道路のストック効果を最大限に高めることが意図されている。

日本においても、所要時間情報や渋滞情報の提供や入路閉鎖、規制速度の変更、渋滞末尾情報の提供、ETC2.0による経路利用割引など、ATMに類する取り組みは多数なされている。その一方で、これらが体系的に運用されているとは言えないのが現状である。とりわけ、ミッシングリンクが解消されつつある昨今、ストック効果を最大限に高めるための交通マネジメントの重要性は論を待たない。そのため、他国における事例を詳らかにすることは、今後、日本での展開を検討する上で、その意義は少なくないと考える。

そこで、本稿では英国で進められてきたATMに関わるプロジェクトを事例に、導入に至った社会的背景、検討の経緯、効果検証の過程や今後の展開について、文献調査とヒアリング調査に基づき、明らかにする。なお、英国内のATMに関わるプロジェクトは、1995年からM25で実施されてきたControlled Motorwayプロジェクト、2002年からM42で実施されたATMパイロットプロジェクト、2007年からバーミンガムボックス（バーミンガムを中心とし、M5、M6、M42で構成される環状ネットワーク）で展開されたManaged Motorway、そして2014年にM25で導入され、その後イングランド全域で展開されることとなったAll lane running (ALR) が該当し、それらを

総じてSmart Motorwaysプロジェクトと称されている。本稿では、ATM施策が英国で進展するきっかけとなったM42におけるATMパイロットプロジェクトを主な調査対象とする。

2 M42におけるATMパイロットプロジェクト

(1) M42の概要

M42は英国第2の都市、バーミンガムの南西部から北東部にかけてつなぐMotorway（自動車専用道路）であり、バーミンガムの環状道路である“Birmingham Box”を構成する路線である。ATMプロジェクトの対象となったのはジャンクションJ3AからJ7までの17kmの区間（図-1参照）であり、沿線上にはバーミンガム国際空港、国際展示場（NEC）が立地する他、工場や産業が集積し、イギリス国内でも最も交通量の多い区間の1つとされている²⁾。朝ピーク時にはJ7、夕ピーク時にはJ3を先頭とする渋滞が頻発し、事故率もHighways Agency（当時、以降、HAとする）管轄道路の平均より高い区間であった³⁾。

(2) ATMパイロットプロジェクトの概要

ATMプロジェクトは2000年のTransport Ten Year Plan 2000⁴⁾に端を発する。この中で、戦略的道路網を対象としたSmarter network managementが提言され、

- ・既存道路の有効活用
- ・インシデントへの迅速対応
- ・交通混雑の緩和

などが求められた。その具体のプロジェクトとして2001年7月に交通省よりM42のパイロットプロジェクトの実施が発表された⁵⁾。

このパイロットプロジェクトの要諦は英国では初となる動的路肩運用（Hard Shoulder Running, HSR）と可変制限速度規制（Variable Mandatory Speed

* 立命館大学理工学部 准教授 博士（工学）

Limit, VMSL) の導入である^[1]。前者はピーク時に路肩車線を利用することで、従来の3車線運用から4車線運用へと変更し、物理的に交通容量を増大させる効果が見込まれる。後者はSpeed Harmonization (速度調和) とも言われ、ボトルネックや渋滞車列上流区間の制限速度を低く設定することでショックウェーブの生成・伝播を抑制する⁽⁶⁾⁷⁾と共に、車線間の速度差をなくすことで車線利用率を平準化、あるいは車線変更を抑制⁽⁸⁾し、交通流の清流化を促す効果を期待するものである。

(3) 導入設備

これらを実施するために導入された設備は以下の通りである(図-2参照)。

- ・ 可変式道路情報板 (Variable Message Sign, VMS)、車線毎の情報板 (Advanced Motorway Indicator, AMI)、速度取り締まりカメラ (Highways Agency Digital Enforcement Camera Systems, HADECS)^[2]の設置されたガントリーを500m間隔で設置
- ・ 緊急待避エリア (Emergency Refuge Areas, ERA) を500m間隔で設置
- ・ 192箇所にCCTVカメラ、19箇所にパンズーム機能付きビデオカメラを設置
- ・ ループ式車両感知器 (Motorway Incident Detection and Automatic Signalling System loops, MIDAS loops) を100m間隔で設置

このスペックは明らかに“Over-engineered”だったとHAの上級プロジェクトマネージャーであったPaul Unwin氏は振り返るが、「目下の目的は英国で初めてとなるこのコンセプトが渋滞緩和に寄与することを証明すること」にあり、加えて、「公営企業の鉄道・道路に関する重大事故が続いた経緯があり、とりわけ、当時のHAは交通省内に属していたため、安全性の確保には細心の注意を払う必要があった」ため、あえてそのように設計した^[3]とのことである。

工事は2003年3月より開始され、先にガントリーの設置が完了し、2005年1月～11月にかけて3車線・推奨速度提示、2005年12月より3車線・可変制限速度(3L-VMSL)が運用された。2006年9月には路肩車線の工事が完了し、それ以降、動的路肩走行・可変制限速度(4L-VMSL)での運用が開始された¹⁰⁾。

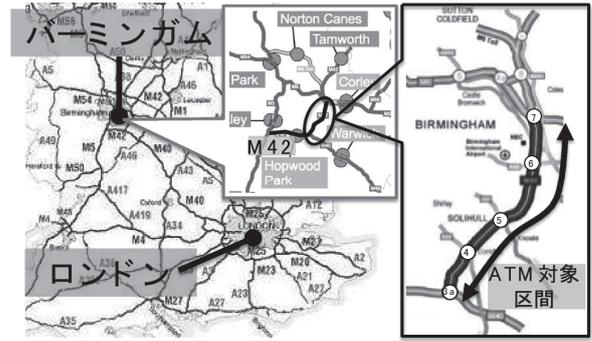


図-1 ATMプロジェクト対象区間

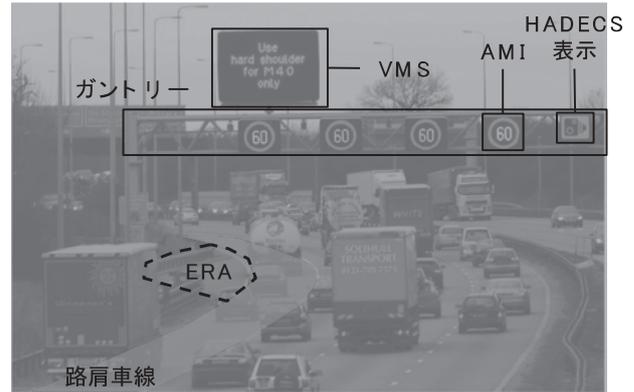


図-2 M42の導入設備の例

(IAN 111/09⁹⁾に掲載された図をベースに筆者が一部改変)

(4) 法改正

元来、高速道路の路肩車線の利用については the Motorways Traffic (England and Wales) Regulations 1982 (以下、1982 Regulationとする) に準拠し、やむを得ない状況を除いての利用は禁止されていた。また、制限速度については Road Traffic Regulation Act 1984 に準拠しており、提示された制限速度、あるいは全国的な基準である制限速度(70mph)を越えての走行は禁止されることが定められていたが、AMIによる制限速度表示は法的効力を持たない状況であった。そのため、道路標示に関する the Traffic Signs Regulations 2002 (以下、2002 Regulationとする) を改正する必要があった。

これらに対応するため、M42のJ3AからJ7に限定して実効性を持つ the M42 (Junctions 3A to 7) (Actively Managed Hard Shoulder and Variable Speed Limits) Regulations 2005が2005年6月に国会に上程され、同年7月より施行されている。この中で、「動的に運用される路肩 (actively managed hard shoulder)」、「緊急待避エリア (emergency refuge area)」が定義され、1982 Regulationが

緩和された^[4]。また、制限速度に関しては2002 Regulationが緩和された。これにより、M42のJ3AからJ7の区間におけるHSRとVMSLが合法化されることとなった。

(5) 運用

制限速度の変更、および路肩車線の使用の可否、および車線規制の有無はすべてガントリーに設置されたAMIを通じてドライバーに告知される。図-3に示された例は、それぞれ左から、「規制無し」、「60mph規制」、「この先車線規制のため左に寄れ」、「(通常)車線利用不可」、「路肩車線利用不可」、「規制解除」を表す。



図-3 AMIの表示例

a) 可変制限速度

可変制限速度は、リアルタイムな交通状況データに基づいて標準の70mphより10mph刻みで、60mph、50mph、40mphに原則自動で切り替えられる。制御方法は、交通流率と走行速度に基づいて渋滞発生を遅らせるControlled Motorways algorithm^[12]と、密度に基づいてインシデントを検知し待ち行列の生成を抑制するHIOCC (High Occupancy) algorithm^[13]の2通りが存在する。後者の場合、ガントリーに設置されたVMSと連動しており、「Queue ahead」の表示と共に制限速度は60mphもしくは50mph、「Queue caution」の表示と共に40mphと変更される。いずれのケースでも一度に30mph以上の制限速度が変更されることはない^[3]。

b) 動的路肩走行

路肩車線の開放は交通管理員 (Traffic Officer) によって操作される。路肩が開放されていない状況において、可変制限速度が60mph^[5]となると共に、予め設定された交通流率の閾値を超過すると、管制卓上にアラートが出される。その後、交通管理員が当該区間の路肩の状況をCCTVにより目視で確認後、安全が確保されていれば^[6]AMIの表示を順次切り替え、路肩が走行車線として運用される。

(6) 効果

本プロジェクトの効果検証に関しては、12ヶ月後¹⁰⁾、3年後¹⁴⁾、5年後¹⁵⁾の各時点においてその結果が公表されている。中でも、12ヶ月後のレポートでは、交通流率、旅行時間、遵守率、安全性、騒音、排気ガス・大気環境、ドライバーの主観評価、車線間速度差や速度分布・車線分担率などの2次的指標、広域影響、インシデントやイベント時など特別な状況における効果、など多様な観点から検証されている。主な効果を以下に列挙する。

- ・旅行時間信頼性:27%向上
- ・人身事故件数:5.1件/月から1.8件/月に減少
- ・CO、CO₂、NO_x排出量:それぞれ4%、4%、5%減少
- ・費用便益比:3.38 (生態系への影響など広範な経済効果まで含めた場合3.9)
- ・AMIを通じた指示:93%が分かりやすいと回答

HSRの代わりに、車線拡幅により片側4車線化工事を行った場合、5億ポンドが必要であったところ、ATMパイロットプロジェクトでの総工費は1億ポンド程度で済んだとされ、「工期も短く、工費も安く、安全で、経済効果も高く、環境影響も低く、ユーザーへの満足度も高い」取り組みとして、政府にも認識されることとなった^[3]。

とりわけ、同プロジェクトを担当した上級交通技術員のMax Brown氏が強調したのが、本プロジェクトはそもそも混雑の緩和を目的にしたものであり、事故件数の削減を目的としたものではなかったということである^[3]。路肩を走行車線として運用することで事故が増加しないよう細心の注意を払った結果、渋滞の軽減と事故件数の削減の両立に繋がったとのことである。また、ガントリーでドライバーに情報を提供し続けることで適度にドライバーを刺激し、集中力を高める効果があったものと考察している。

このATMパイロットプロジェクトの成功は、路肩車線を撤廃し全車線を走行車線として活用するALRの導入のきっかけとなったと考えられる。ALRは2014年のM25での実施を皮切りに、2021年までの間にEngland全域に拡大展開されることが計画されている。

3 ATMパイロットプロジェクトに至る社会的背景

(1) 英国の道路行政の動向

英国の道路行政は政権によって大きく方針を変えている¹⁸⁾。1979年からのサッチャー政権下では経済再興のために道路部門への投資が進められ、1989年には“Roads for Prosperity (繁栄のための道路)”を公表、大規模な事業が進められた。しかし、その後のメージャー政権下では誘発需要の概念が提示され、道路投資だけでは渋滞は解消されない、との視座のもと、公共交通へ注力されることとなり、公共投資額も大幅に削減されていった。

1997年からはブレア政権となり、1998年には20年ぶりとなる交通白書を発表、多様な交通サービスに関わる問題点とその対策案が提示された¹⁹⁾。2000年にはTransport Ten Year Plan 2000を発表し、縮小傾向にあった公共投資を一転、590億ポンドの道路事業への投資が示され、戦略的道路網におけるボトルネックの解消への取り組みが開始された。その後も、道路ネットワークの改善は国際競争力の増強に資するものと位置づけられ、道路事業への投資額は現在に至るまで拡大する傾向にある²⁰⁾。

ATMパイロットプロジェクトはTransport Ten Year Plan 2000を契機として開始されており、道路投資額が底を打った後での肝いりのプロジェクトとして実施されたことが伺える。

(2) 英国交通管理法2004

一方で、英国では交通管理部門における中央政府からの権限委譲の傾向が1950年頃から1999年に掛けて継続的に進められてきたことが指摘されている²¹⁾。その傾向は最終的に“Transport Management Act 2004 (英国交通管理法2004)”として結実される²²⁾。これにより、表-1に示す通り、高速道路管理権限の多くは警察からHAに委譲されることとなった。その背景には、警察がテロや凶悪犯罪へ対応できるよう人員を再配置するニーズがあったとされている²³⁾。

この権限委譲により、交通管理員の権限で道路の閉鎖・車線誘導が可能となり、その結果、HSRの運用が実現されたと言える。なお、具体的に交通管理員と警察との間で委譲する権限を決定する過程では種々

の調整があったとPaul Unwin氏は述べ、警察OBをHighways Agency (当時) のプロジェクトチームに雇い、その人を通じて警察側へロビー活動を行った事実があると述懐した²³⁾。すなわち、英国交通管理法2004の施行がATMの実現に際して重要な位置づけにあったものと推察される。

(3) ユーロ諸国における先行事例

近隣のユーロ諸国ではATMに関する交通マネジメントが実施されており、英国での実現にあたってはその影響も少なくなかったと考えられる。例えば、VMSLについては1970年代よりドイツやオランダで実施されている²⁴⁾。また、HSRについては1990年代よりドイツで、2003年にはオランダで導入されている²⁴⁾。英国では、特にオランダの事例を参考にしたとのことであるが、安全面での対応、地形条件の違い、政府との距離感など、異なる側面は少なくなかったようである²³⁾。いずれにせよ、同一のユーロ圏内で複数の先行事例が存在し、特に警察権限と交通管制権限が歴史的に分離しているオランダ²⁵⁾の事例は本プロジェクトを計画する段階において、大いに後押しする一因となったものと推察される。

4 考察とまとめ

M42におけるATMパイロットスタディの功績は、英国においた初めて路肩を走行車線として活用するためのスキームを提示し、安全性の確保に細心の注意を払うことで、路肩運用が交通渋滞・交通事故・環境負荷に対して正の効果を及ぼすことを示したことにある。また、同プロジェクトが実現するための背景として、英国の道路投資の動向やユーロ諸国での取り組み、そして何より警察からの交通管理権限の委譲などの条件が整ったことが明らかとなった。

HSRは、その後、ALRとして英国全体で展開されつつあり、2016年5月現在においてその効果検証結果について国会の交通委員会で審議がなされている。ALRの展開は、交通管制として動的に車線利用をコントロールできる限りにおいて、もはや路肩を確保する必要性はない、という重要な仮説を提示していると解釈できよう。東名高速道路音羽蒲郡IC～豊田JCT間で実施されている暫定3車線運用も交通容量の拡充を目的としたもので

表-1 英国交通管理法 2004 による高速道路交通管理権限委譲の状況^[7]

業務種別	カテゴリー	具体の対応						
管制センター業務	事故処理	死亡・重大事故対応	軽微な事故対応	非常電話対応	事故表示設定	請負人及びレッカーサービス等連絡		
		P→P	P→HA	P→HA	P→HA	P→HA		
	交通監視	事故対応または犯罪行為に関する CCTV 利用	交通監視に関する CCTV 利用	リアルタイム交通管理				
		P→P/HA	P→HA	P→HA				
	情報提供	交通情報のメディア提供	計画的迂回表示設定	戦略的表示設定				
		P→HA	P→HA	P→HA				
路上業務	一般	犯罪対応	死亡・重大事故対応	軽微な事故対応	取り締まり	パトロール		
		P→P	P→P	P→HA	P→HA	P→P/HA		
	交通制御	放置自動車対応	故障車の移動	道路閉鎖	障害物除去	道路メンテナンス		
		P→HA	P→HA	P→HA	P→HA	P→HA		
	その他	自動車の伴走	規定外積載車の伴走	道路工事の監視	その他事象	道路利用者の教育		
		P→P/HA	P→HA	P→HA	P→P/HA	P→P/HA		
中枢機能	計画・管理業務	協定・基準策定	緊急時対策	規定外積載車のルート設定	定期交通管理計画の策定	道路工事計画の策定		
		P→P/HA	P→P/HA	P→HA	P→HA	P→HA		

※ P: 警察、HA: Highways Agency、P/HA: 両者協働、P→HA: 警察から Highways Agency に権限が委譲されたことを表す。

あるが、英国との根本的な違いは交通管制員の権限では車線利用のコントロールができない点にある。こういった違いが、道路の効率性・安全性にどのような差異を生むか、今後の継続的な比較研究が求められる。

謝辞

本研究を実施するにあたり、(一財) 計量計画研究所より研究の機会をいただきました。

また、Highways England、TNO へのインタビュー調査を行うにあたり、University of Leeds の Richard Connors 氏に多大なる協力を賜りました。ここに記して謝意を表します。

脚注

[1] 本プロジェクトの一環として 2008 年 10 月より J4、J5、J6 でランプメタリングも導入されているが、英国では 1986 年よりランプメタリングが導入されており^[4]、とりわけ新しい試みではない。また、各種の検証を通して、M42 のランプメタリングは明確な効果は確認されず^[10]、Managed Motorway の導入マニュアルにおいても「動的路肩運用の導入はランプメタリングの必要性をなくす可能性がある」と言及されており、ポジティブな評価はされていない。

[2] 全てのガントリーに HADECS の表示が設置されて

いるわけではない。また、HADECS の表示があっても、必ずしも全てのカメラが稼働している訳ではない^[3]。

[3] Paul Unwin 氏、Max Brown 氏へのインタビュー調査 (2015 年 9 月 23 日、West Midland の National Traffic Operations Center にて実施) に基づく。

[4] 緊急待避エリアについては、2015 年時点での the Motorways Traffic (England and Wales) Regulations 2015 により England 全域で設置可能。

[5] 当初は 50mph で運用されていたが、効果検証の結果、最終的に 60mph に変更された。

[6] この判断は交通管理員の責任で行う。なお、路肩を開放したことによって交通事故が発生したとしても、規定の手順に沿って操作をしている限りでは、交通管理員個人が法的責任を問われることはない^[5]。

[7] 参考文献^{[23][24]} に基づき、筆者作成。

[8] Henk Taale 氏、Rudi Kraaijeveld 氏、Marco Schreuder 氏へのインタビュー調査 (2015 年 9 月 16 日、Delft の TNO にて実施) に基づく。

参考文献

- 1) Highway Capacity Manual 2010: Transportation Research Board. National Research Council, Washington, D.C., 2010.
- 2) Highway Agency: M42 ATM monitoring and evaluation - project summary report, 2009.
- 3) European Road Safety Council: Reducing

- deaths on motorways, Road safety PIN Flash 8, 2008.
- 4) Transport Ten Year Plan 2000
 - 5) Halbert, M. and Tucker, S.: Risk Assessment for M42 Active Traffic Management, Developments in Risk-based approaches to safety, Springer, pp. 25-45, 2006.
 - 6) Hegyi, A., Hoogendoorn, S.P., Schreuder, M., Stoelhorst, H., Viti, F.: SPECIALIST: a dynamic speed limit control algorithm based on shock wave theory. In: Proceedings of the 11th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, pp. 827-832, 2008.
 - 7) Chen, D., Ahn, S., and Hegyi, A.: Variable speed limit control for steady and oscillatory queues at fixed freeway bottlenecks, Transportation Research Part B, Vol. 70, pp. 340-358, 2014.
 - 8) Knoop, V.L., Duret, A., Buisson, C., van Arem, B.: Lane distribution of traffic near merging zones influence of variable speed limits. In: Proceedings of the 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, pp. 485-490, 2010.
 - 9) Highways Agency: Managed Motorways implementation guidance, IAN 111/09, 2008.
 - 10) Highways Agency: ATM Monitoring and Evaluation 4-Lane Variable Mandatory Speed Limits 12 Month Report (Primary and Secondary Indicators) , 2008.
 - 11) Elliott, G. and Sultan, B. : M42 ATM Monitoring and Evaluation Ramp Metering Evaluation Report, 2009.
 - 12) Mehdi Fallah Tafti: An investigation on the approaches and methods used for Variable Speed Limit control. 15th World Congress on Intelligent Transport Systems and ITS America' s 2008 Annual Meeting, 2008.
 - 13) Highways Agency: NMCS2 MIDAS Outstation Algorithm Specification, TR2177 Issue H, 2009.
 - 14) Highways Agency: M42 MM Monitoring and evaluation three year safety review, 2011 .
 - 15) van Vuren, T., Baker, J., Ogawa, J., Cooke, D., and Unwin, P.: Managed Motorways Modeling and Monitoring Their Effectiveness, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2278, pp. 85-94, 2012.
 - 16) Highways Agency: Ramp Metering Operational Assessment, 2008.
 - 17) Highways Agency: Managed Motorways – Dynamic Hard Shoulder (MM-DHS) Concept of Operations (to accompany IAN 111/09) , 2012 .
 - 18) (独) 日本高速道路保有・債務返済機構: 英国の道路と道路行政 英国道路丁派遣報告書、高速道路機構海外調査シリーズNo.16、2012.
 - 19) 加藤浩徳、村木美貴、高橋清: 英国の新たな交通計画体系構築に向けた試みとその我が国への示唆、土木計画学研究・論文集 Vol.20, pp.243-254、2003.
 - 20) Department for Transport: Action for Roads A network for the 21 st century, 2013.
 - 21) Vigar, G.: Reappraising UK transport policy 1950-99: the myth of 'monomodality' and the nature of 'paradigm shifts' , Planning Perspectives 16 (3) , pp.269-291, 2001 .
 - 22) Canning, P.E., Hellowell, E.E., Hughes, S.J., Gatersleven, B.C.M., and Fairhead, C.J.: 'Devolution' of transport powers to Local Government: Impacts of the 2004 Traffic Management Act in England, Transport Policy 17, pp.64-71, 2010.
 - 23) Castleman, R., Hilman, P., Rush, B., and Case, A.: Introducing the Highways Agency Traffic Officer Service, Association for European Transport and Contributors, 2005.
 - 24) USDOT Federal Highway Administration: Synthesis of Active Traffic Management Experiences in Europe and the United States, <http://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop10031/sec3.htm>, (2016年5月1日アクセス) .