

次世代エネルギー・社会システム実証事業成果報告

【平成26年度報告】

事業者名	: トヨタ自動車 株式会社
共同申請者	: 株式会社 日立製作所
補助事業の名称	: I - 1 - 1 エネルギーマネジメントの構築 E . 運輸部門での実証 (C E M S との連携のもと) (豊田市) 「 T D M S を介した交通需給制御の最適化と E D M S 連携 」
全体の事業期間	: 平成 2 3 年 4 月 ~ 平成 2 7 年 3 月

1 . 実証目的・目標

1 - 1 . 実証目的

都市における交通需給の不均衡是正、及び、低炭素交通システムの構築に向けて、需要者と供給者とを橋渡しする統合交通情報プラットフォーム (T D M S ^{*1}) の開発・運用実証を行い、公共交通の利用促進による、交通分野における C O 2 排出量低減への貢献性やシステムの実用性・事業性の検証を行う。また、地域エネルギーマネジメントシステム (E D M S ^{*2}) と連携することにより、地域エネルギーマネジメントへの寄与に向けた技術開発・実証にも取り組む。

*1 “Traffic Data Management System” の略称 *2 “Energy Data Management System” の略称

1 - 2 . 実証目標

上記目的を踏まえ、実証期間全体を通じての目標を以下の通り設定した。

- 交通分野の低炭素化：
ワンマイルモビリティ^{*1}との連携の下、モーダルシフトを促し、自家用車由来 C O 2 排出量を低減
- エネルギーマネジメント^{*2}：
E D M S からの電力需給状況データに基づき、ワンマイルモビリティへの充電制御指示等により、地域系統電力網への負荷を軽減

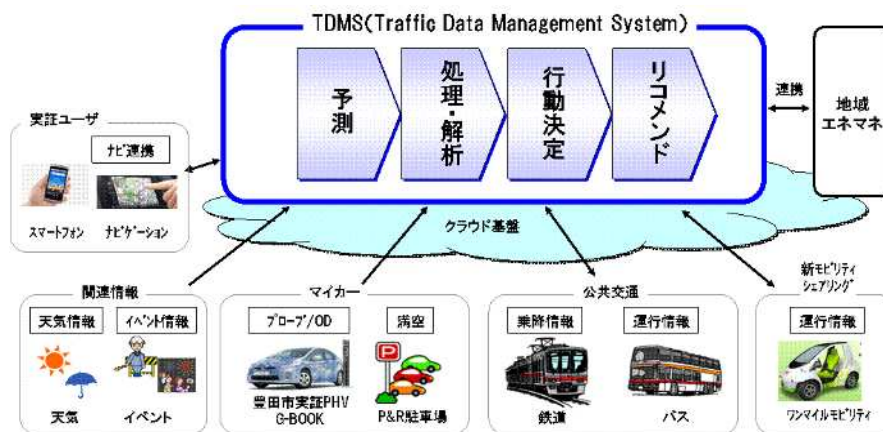
*1 当該実証と並行して実証を行っている公共交通の末端交通を補完するモビリティシェアリングサービス

*2 詳細は「ワンマイルモビリティシェアリングを通じた次世代型末端交通システムの導入」を参照のこと

2. 実証事業の概要

交通需給の均衡化と交通分野の低炭素化を両立する解の1つに、モーダルシフトが挙げられる。その実現に向け、本実証事業では、統合交通情報プラットフォーム「TDMS」を構築し、当該システムを通じて収集された交通需給情報を基に、将来の交通需給状況を予測、それに即した需要者への最適なルート案内、供給者への増便等の運行提言等を行うことで、交通需給の最適マッチングを図った。その際、構築したシステムの利便性・実用性の評価やモーダルシフト促進（CO₂排出量低減）に対する有効性検証を行い、モーダルシフト促進に有効なシステム・手法の確立に当たった。

< 事業イメージ >



3. 実証体制（役割分担）

本実証は、トヨタ自動車株式会社と株式会社日立製作所の共同実証事業である。

トヨタ自動車は、当該実証の全体マネジメントとして実証事業のサービス企画やシステム仕様定義を担い、その企画案に基づき、実証に係る各種システム・アプリケーションの開発を各分野において実績を有する委託事業者と共同で実施した。

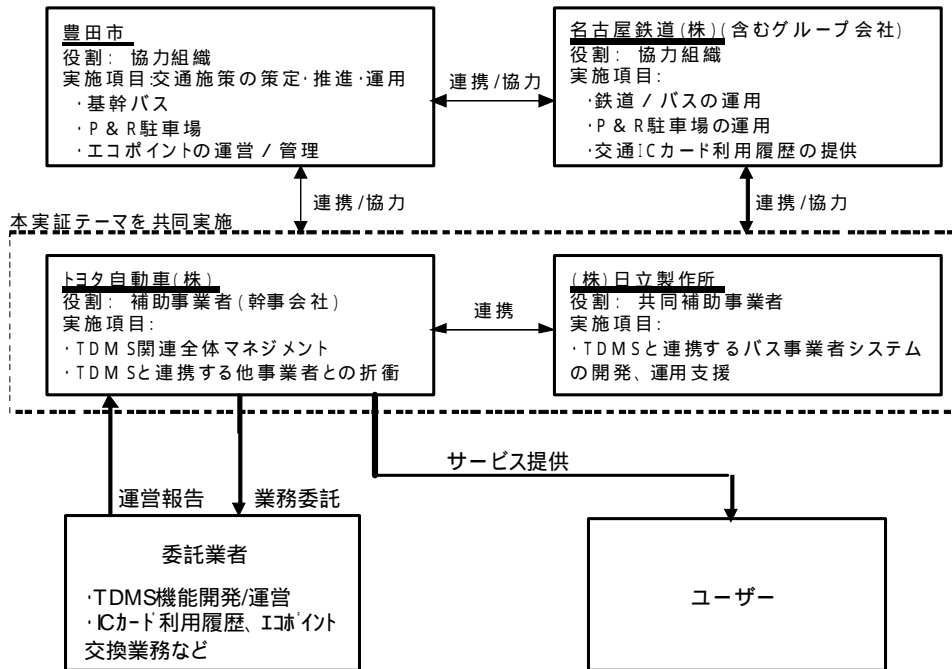
他方で、共同申請者である日立製作所においては、主にバス運行計画シミュレーションシステムの開発・運用実証を担当し、バスの運行情報と利用者の需要情報に基づく運行計画の変更提言や変更に伴う運用コスト、CO₂排出量の算出に当たり、需要者の利便性向上やバス運行事業者のプロフィット向上、CO₂排出量低減を図った。

また、それぞれの実証運用に際しては、TDMSをより地域の移動実態に即した実行的なサービスとすべく、実証評価に必要な公共交通の運行情報、ICカードの履歴情報の取得などにつて、豊田市殿や名古屋鉄道株式会社殿の協力を得ながら進めた。

（ 次頁に実証体制図を掲載）

3. 実証体制（役割分担）（つづき）

< 実証体制 >



4. 実証事業のスケジュール

下記実証スケジュールに沿って、実証を実施した。

< 実証期間全体の事業工程表 >

項目	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度
システム要件定義・設計	● →	● →		
システム開発	● →		● →	
実証運用、データ収集		● →		
データ分析、評価		● →		

5 . 平成23年度 実証成果

次年度秋のフェーズ1実証開始に向けたサービスの企画と、各構成要素の機能要件定義・開発を実施した。

機能要件定義に当たっては、特にフェーズ1におけるモデルユースケースとして、クルマと公共交通の結節点サービス、即ち、鉄道駅（またはバスのりば）でのパークアンドライドサービスに焦点を当て、当該サービスを利用した推奨ルートの提示やインセンティブ付与を行うのに必要な機能モジュールを規定した。また、併せて、CO₂削減量やインセンティブ付与数を算出する際に必要な利用実績データを収集するための仕組み（ルート宣言機能）についても、その仕様を定義した。

その上で、フェーズ1の主要検証機能である、マルチモーダルルート検索アルゴリズムや実績連動型インセンティブロジック、各種交通情報の収集を担う利用実績IF、ユーザーIFとしてのスマートフォン用マルチモーダルルート検索アプリの開発を行い、フェーズ1実証開始に向けた準備を滞りなく終えた。

6 . 平成24年度 実証成果

平成24年度においては、当初計画通り、平成24年10月1日よりフェーズ1実証の運用を開始し、中間評価を行った。また、その評価結果を踏まえ、フェーズ2に向けた新規実装機能の要件定義・開発、既存機能の改修を進め、事業の更なる改善・効果拡大にも努めた。

6 - 1 . フェーズ1実証（前期）の運用

愛知県豊田市周辺エリアにおいて、当初の計画通り平成24年秋からフェーズ1実証を開始し、当該サービスの利用動態や社会貢献性等の評価に当たった。

その一環として、フェーズ1の主要検証機能であるマルチモーダルルート検索機能の利用実績から、TDMsの利用シーンや利用タイミングの検証を行った。結果、ユーザーは、現在時刻を含む、比較的近い将来の時間帯についてルート検索を行う傾向があることや、イベント・大型連休など、定常時とは異なる道路状況が発生するタイミングにおいて、より利用する傾向にあることが明らかとなった。

この他に、マルチモーダルルート検索機能でルート宣言を行ったユーザーを対象にモーダルシフトによるCO₂排出量削減効果の検証も行った。その結果、自家用車由来のCO₂排出量を計903kg削減することが確認できた^{*1}。

*1 集計対象期間：平成24年10月1日～平成25年2月24日

6. 平成24年度 実証成果(つづき)

6-2. フェーズ2 実証向けシステムの開発

フェーズ2に向け、本システムの新規性・優位性の一端となるリコメンド機能、需要連動型のインセンティブロジック、マルチモーダル最適化シミュレーションシステムなどの機能モジュール群の仕様定義・開発、並びに、インセンティブ効力向上を目的とした外部ポイント連携システムの改修に着手し、次年度における本格的なリコメンド・インセンティブ実証に向けた準備を進めた。

7. 平成25年度 実証成果

昨年度に引き続き、豊田市周辺エリアにおいて、フェーズ1 実証後期(～平成25年9月)及び、フェーズ2 実証前期(平成25年10月～)を実施し、TDM Sの社会貢献性評価や、リコメンド機能の有効性検証、提供機能に対するユーザビリティ評価等に当たった。

TDM Sの社会貢献性については、従来、自家用車での移動を行っているユーザーを対象としたモーダルシフトによるCO₂排出量削減効果の分析により検証した。その結果、従来自家用車利用により排出されていたCO₂量に対し、6%相当の削減効果が得られ、TDM Sの提供を通じて一定の社会貢献性が確認できた。

上記に加え、モーダルシフト促進に有効なリコメンドの発信方法やリコメンド種別の検証にも取り組んだ。検証の結果、渋滞情報やイベント情報など『モーダルシフトの必要性喚起』を目的としたリコメンドについては、情報の提供のみでも高い関心度・効果が得られたのに対し、ワンマイルモビリティやTDM S、公共交通の利用促進を促すなど『実際の行動変容を促す』ことを狙ったリコメンドについては、情報に加えて一定量のインセンティブを付加することで、より高い効果を得られることが明らかとなった。また、併せて、職行属性別に、関心度や有用性が高いリコメンド種別も特定され、より効率的・効果的にモーダルシフトを促進していく上では、ユーザーの属性や移動実態等に応じたリコメンド内容のカスタマイズが必要であるとの示唆が得られた。

(次頁に続く)

7. 平成25年度 実証成果（つづき）

この他、ユーザビリティ評価や利用動態分析も行い、下掲の3つの観点から、本年度以降、取り組むべき課題と対応策の方向性についてフィードバックを得た。

利用定着化

- 基本機能群の使い勝手の悪さ、T D M Sの優位性・利便性の訴求が十分に行えていないことに起因して、利用定着が十分に図れていない
基本機能群のユーザビリティ向上、新規入会者・非継続ユーザーを対象とした優位性・利便性訴求を通じ、利用定着化を図る

モーダルシフトの必要性喚起

- リコメンドの内容・発信タイミングがニーズにマッチしておらず、モーダルシフトの意識付け効果が十分に発揮できていない
- ユーザーが必要とする機能が提供できていない（特にポータル機能）
ユーザー属性・過去実績に基づくリコメンド内容、発信タイミングのカスタマイズ、T D M Sのポータル化を通じ、モーダルシフトの意識付け強化を図る

行動変容のサポート

- インセンティブの価値や付与量が低く、行動変容を促すのに十分な効力を発揮できていない
外部ポイントサービスとの連携によるインセンティブの流動性向上や付与量の動的変動を通じ、ユーザーのエコ交通行動への変容支援を強化

*1 集計対象期間：平成25年4月1日～平成26年1月31日

8. 平成26年度 実証成果

昨年度までは、行動変容を支援するためのマルチモーダルルート検索機能、行動変容の必要性を喚起するためのリコメンド機能の開発、運用により、システムの有効性検証を行ってきた。しかしながら、行動変容時の公共交通やワンマイルモビリティなどの利用に伴う金銭的コストの負担が、モーダルシフト促進の障壁となっているものとの結論に至り、今年度は、インセンティブ付与機能を強化し、モーダルシフト促進における金銭的因子、並びに、追加所要時間、快適性・利便性などその他因子の見極めに当たった。

その結果、ユーザー1人当たり年換算で180kgのCO₂排出量削減効果が確認された。これは、従来自家用車利用により排出されていたCO₂量の13%に相当するものであり、改めてT D M Sの社会的意義を再確認することができた。（次頁に続く）

8. 平成26年度 実証成果（つづき）

上述の実証結果を、実証参加者の移動ニーズや都市の交通事情と併せて分析することで、モーダルシフト促進に影響する因子の把握に努めた。そこから得られた示唆を、下記の3点に集約した。

モーダルシフトの促進には、金銭コストの十分な補償が有効、ただし財源確保に課題有り：

「金銭的障壁を緩和することにより、モーダルシフトを促進可能」との初期仮説の通り、より効果的にモーダルシフトを促進するためには、個々の対象者のモーダルシフトに伴う追加金銭コストを把握した上で、それらを補完するに十分な額のインセンティブ付与が必要であることが確認できた。また、十分な額のインセンティブがあれば、クルマ移動が中心の豊田市であっても、行動変容を促すことが可能ということが判明した。

一方で、行動変容を促すに十分なインセンティブを付与するには、多額の財源が必要となることも判明した。財源確保に向けたスキームを確立する、あるいは、公共交通の拡張整備により、非金銭的障壁を緩和することで必要インセンティブを低減する、などの対応が課題となる。

モーダルシフト時の、移動時間の増加を初めとする、移動利便性の低さがモーダルシフト促進の大きな課題：

実証参加者へのアンケートを通じ、モーダルシフト時の不満として、金銭コスト負担増の次に移動時間の増加が障壁となっていることが判明した。また、モーダルシフト時の移動の自由度や快適性も一定の障壁となっていることも判明した。モーダルシフトを促進するためには、これらの利用者の移動便益における障壁を緩和する必要がある。その点において、TDMsでのモーダル横断での最適な移動方法・手段の提案や、道路渋滞・鉄道遅延の回避ルートリコメンド等の効率的な移動の支援を行うことで、既存交通システムのポテンシャルを最大限引き出し、移動時間やその他利便性に対する不満を緩和する余地があると推察される。

一方で、こうしたソフト的施策は、既存の交通システムに依存する故、移動利便性の改善には限界がある。抜本的な改善が必要とされるような場合には、根幹となる交通インフラの拡張整備といった、ハード的施策も併せて実施することが必要になると推察される。

（ 次頁に続く ）

8. 平成26年度 実証成果(つづき)

金銭コストが生じる場合であっても、感性的価値の創出・訴求や、環境意識の喚起により、モーダルシフトの動機付けをある程度補完可能：

前述の通り、移動手段を決定する際には、金銭コスト、移動時間に代表されるような実利的因子が大きな影響を与えるため、モーダルシフトを促進するためには、これらにおける利用者のニーズを充足することが何よりも重要となる。

ところが、インセンティブにより金銭コストが十分に補償されなくとも、モーダルシフトを実行する実証参加者も複数存在した。その背景には、公共交通での移動を楽しんだ、よりエコな交通を心がけたい、というような、感性的価値や環境意識が影響していたことが判明した。モーダルシフトをより楽しいものにするような仕掛けを創る、あるいは、環境意識を高める、モーダルシフトの環境への効果を訴求するなど、モーダルシフトに対する動機を有る程度補完することは可能であると推察される。

以上から、モーダルシフトの促進に対して、T D M S が貢献できる余地は大いにあると思われる。ただし、より効果的にモーダルを促進するには、それだけでは十分ではない。交通情報の一元集約・配信といったソフト的な施策のみならず、モーダルシフトに伴う追加的な金銭コストを十分に補償し得る実効的なインセンティブプログラムを構築する必要がある。また、公共交通網の拡張などのハード面での移動利便性向上も不可欠である。そして、それらを実現させていく上では、自治体や地域の交通事業者などと連携し、インセンティブに必要な財源の確保や交通政策による後押しなどが必要になると推察される。

以上の今年度の実証からの学びを踏まえた際の、今後のT D M S のあり方と、実証成果の活用については、最終章に譲ることとする。

9. 実証事業全体の成果

本事業では、交通需給の不均衡是正と交通分野における低炭素化を実現する仕組みとしてT D M Sを開発し、需要者と供給者の両者に対して需給情報の提供などソフト面での働きかけを行うことを通じて、需要者の移動便益を確保しながら、交通行動変容を促すとともに、供給者が持つ既存交通インフラの効率的な活用支援を行うシステム・手法の確立に取り組んできた。

リコメンド機能やポータル機能により行動変容の必要性を喚起し、マルチモーダルルート検索により行動変容を支援し、そして、インセンティブ付与機能により行動変容に伴う金銭的障壁を緩和するという、行動変容の入口から出口までを一気通貫でサポートするT D M Sの設計コンセプトは、従来にない新規性の高いものでありながらも、モーダルシフト促進において有効であることが、実証を通して証明された。

しかしながら、より効果的にモーダルシフトを促進するためには、単にT D M Sによるソフト面での働きかけ・支援を行うだけでなく、交通インフラを拡張するなどのハード面での対応も不可欠である。また、既存の交通システムが利用者に提供できる移動便益が小さい中でモーダルシフトを促進しようとするのであれば、最終年度の実証で行ったように、インセンティブを強化する必要がある。このようなジレンマの中でモーダルシフトを促進するためには、自治体や、地域の交通事業者などと連携することにより、インセンティブに必要な財源を確保する、または、ハードとソフトの両面から働きかけるといった対応が必要になると考えられる。

以上の点から、今後事業化に移行する際には、自治体や地域の交通事業者が事業主体となることが望ましいと言える。そうすることで、地域の交通サービス需要拡大などの事業効果を財源とし原資補填することが可能であるし、ロードプライシングや環境税の導入によりクルマの利用から原資補填する仕組み作りを交通政策の一環で取り組むことも可能となり、移動便益とエコの高次両立につながるものと想定される。

自治体や地域の交通事業者へ事業を移管した場合であっても、本実証の成果の活用の余地は大きい。とりわけ、ワンマイルモビリティを併せた複数の移動手段を横断で最適ルートを提案できる、マルチモーダルルート検索機能に使用されているシステムアルゴリズムは高い評価を得ており、今後、当社が得意とするワンマイルモビリティやバスなどの実交通サービスを展開する際には、そのシステムアルゴリズムと併せることで、ユーザーに有益で環境に優しい、付加価値の高いモビリティサービスの提供ができると考えている。また、実利的な移動便益だけでなく、感性的価値まで踏み込んだサービスや、環境意識を起点としたモーダルシフトへの誘導などのノウハウも、本実証で得られた貴重な成果であり、今後の期待は大きい。

以上のような形で、要望に応じたシステムの提供やノウハウの共有により、実証の成果を活用しつつ、低炭素、且つ、円滑な交通社会の実現に貢献していく所存である。