

移動に関する社会課題解決をめざす ドコモのMaaS

コネクテッドカービジネス推進室

みぞぐち さとる たけいち まさと
溝口 哲 武市 真知
かみやま たけし
神山 剛
かわさき さとし
川崎 仁嗣

サービスイノベーション部

人々の移動についての新しい概念「MaaS」は、ICTにより鉄道、バス、タクシー、レンタサイクルなど、さまざまな移動手段を連携させ、予約から運賃支払に至るまでの統合したシームレスなサービスの提供を可能とする。

このように次世代のモビリティが構築されていく中、ドコモは「MaaS」を移動の高度化、統合、サービス連携（移動×サービス）の3つで捉え、それぞれに取組みを進めている。本稿では、取組みにおける各技術概要、およびビジネス展開へのアプローチについて解説する。

1. まえがき

移動に関する課題は、交通渋滞や主要ターミナルの混雑解消だけでなく、公共交通機関の路線維持や、また、居住者人口が少なく路線新設が困難な地域で生活する人およびマイカーでの移動が難しい高齢者への移動手段の提供など多岐にわたる。さらに、訪日観光客の増加に伴い、観光客が集中する地域では激しい交通渋滞が発生するなど、新たな課題も発生している（図1）。これらの課題の解決策として注目されているのが、鉄道、バス、タクシー、レンタ

サイクルなどの異なる移動手段をシームレスに統合するMaaS（Mobility as a Service）といった新しいモビリティの概念である。この「MaaS」をドコモは、移動の高度化、統合、サービス連携（移動×サービス）の3つのカテゴリで捉え、それぞれに取組みを進めている。本稿では、ドコモの携帯電話ネットワークの仕組みを利用したモバイル空間統計*1 [1]のリアルタイム版（人口統計データ）とAI技術を組み合わせた移動効率の向上を可能とする技術の概要およびビジネス展開へのアプローチについて解説する。

*1 モバイル空間統計：ドコモの携帯電話ネットワークの運用データから「モバイル空間統計ガイドライン」に従って生成される人口の統計情報。基地局エリアに在圏する携帯電話台数の推移に基づいて、基地局エリア情報やドコモの携帯電話の利用率などを加味することにより、個人が特定できない形でメッシュや市区町村ごとの人口の分布を推計する。

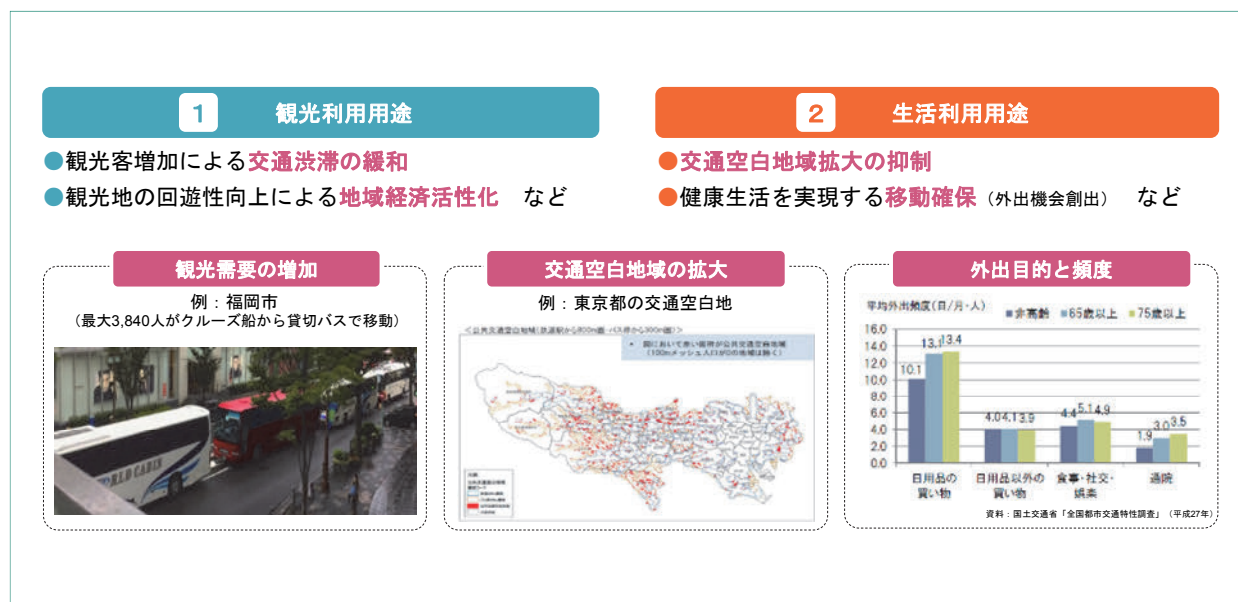


図1 ドコモのMaaSへの取り組みの背景 —深刻化する移動課題—

2. ドコモのMaaSへの取り組み

MaaSを、ドコモは「日本の移動に関するさまざまな社会課題を解決するもの」とシンプルに考え、以下の3つに分類し、開発を進めている。

- ・高度化型MaaS
徒歩、自転車、バス、タクシーなど人が移動する際に用いる個別の交通手段高度化
- ・交通統合型MaaS
フィンランドのWhim*2（ウィム）などに代表される複数の交通モードの統合
- ・サービス連携型MaaS
小売、宿泊、アミューズメント、医療／福祉、金融／保険などの周辺サービスと交通の連携

中でもドコモが急務で取り組むべき課題は、ファーストワンマイル／ラストワンマイルの移動手段（二次交通）にあると捉え、「高度化型MaaS」におけるAI技術によるオンデマンド交通の配車最適化の検討を先行して推し進めてきた。

*2 Whim：フィンランドのスタートアップ企業MaaS Global社が手掛けたMaaSソリューション。複数の交通手段を1つのアプリケーションでシームレスにつなぐサービスを、世界に先駆けて提供している。

また、持続可能な二次交通の実現のため、移動サービスと異業種を組み合わせる「サービス連携型MaaS」による新たなビジネスモデル創出の検討も並行して進めてきた（図2）。

具体的な取り組み内容として、移動の需要予測により供給最適化を実現するAIタクシー [2] と、移動の供給最適化の提供と「移動×送客サービス」のビジネス創出を実現するAI運行バス®*3 [3] を実用化した（図3）。

3. 高度化型MaaS：AIタクシー —移動の需要予測—

ドコモは、タクシーの配車最適化をめざし、AIタクシーのサービスを展開している。これまで、タクシーによる移動の需要予測を実現する技術の開発、ビジネス実証に取り組み、2018年2月より商用提供を開始した。AIタクシーは、500m四方に区切ったエリアごとに30分後までのタクシー乗車需要を予測する。その予測データは、10分ごとにタクシー事業

*3 AI運行バス®：(株)NTTドコモの登録商標。

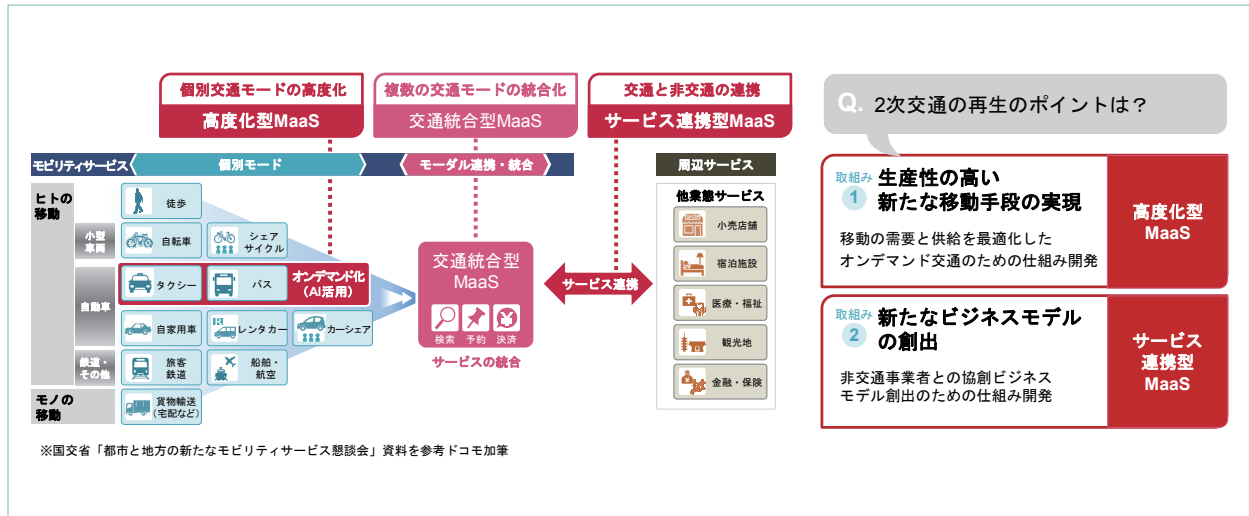


図2 ドコモのMaaSの考え方 —移動課題解決に向けた取組み—

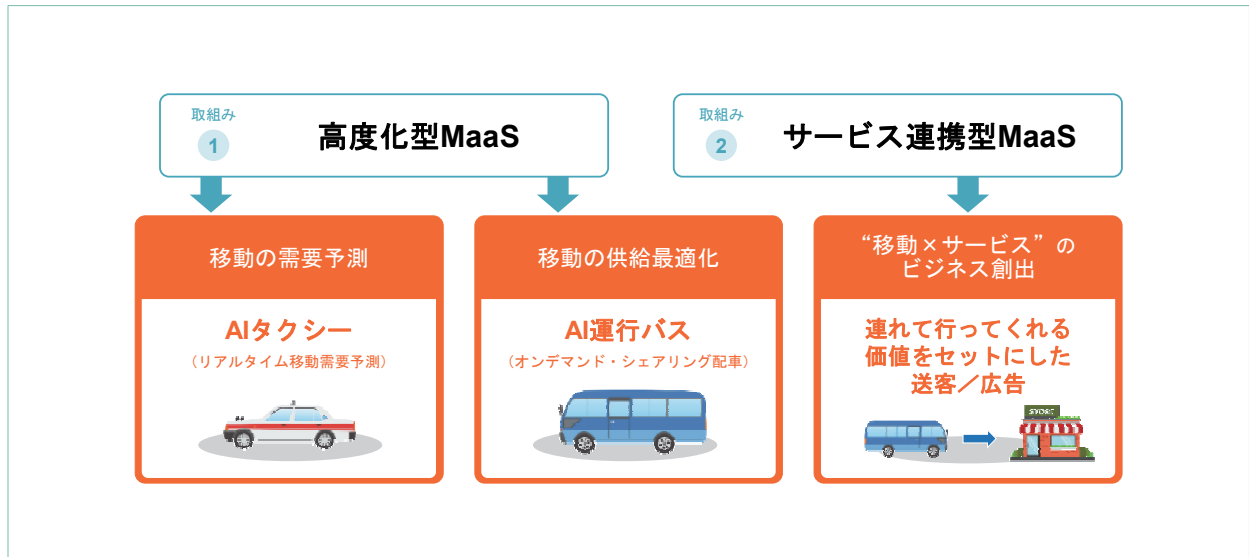


図3 ドコモのMaaSへの取組み

者に提供され（図4），予測結果を基に需要の高いエリアへの配車が行われる．これにより，乗客が空車のタクシーを見つけるまでの時間の短縮だけでなく，タクシー事業者も空車状態の時間を減らし，実車（乗客を乗せている状態）の時間を最大化することで，収益向上が期待される．

3.1 人口統計データを用いた需要予測の精度向上

タクシー乗車需要の予測は，過去のタクシーの乗車実績データや天候データに加えて人口統計データを用いることで，過去の実績だけでは予測が難しかった電車遅延やイベントなどの突発的な状況下でも，より適切な予測を行うことができる（図5）．

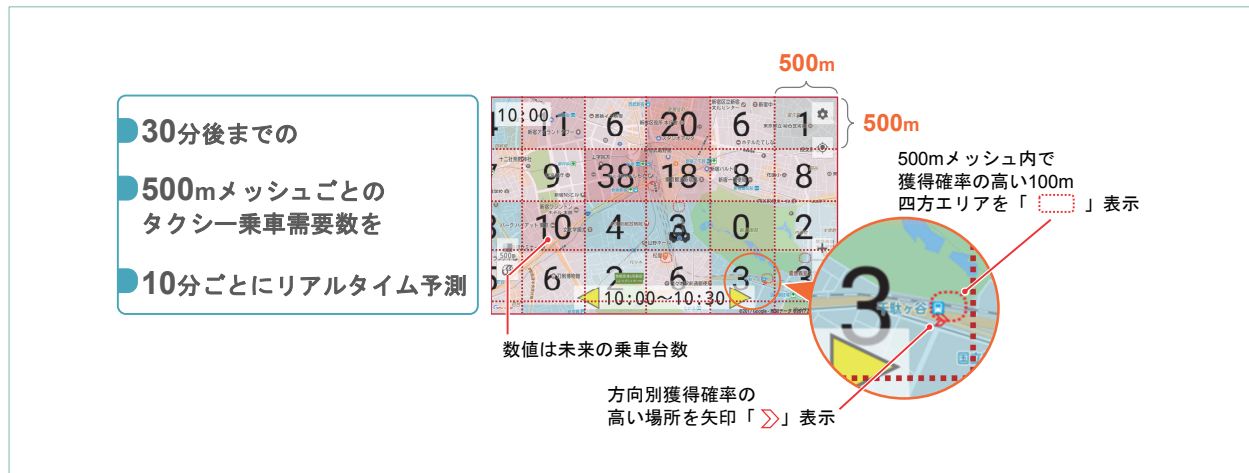


図4 AIタクシーのサービス提供内容



図5 AIタクシーの取組み

また、平常時においても、人口の変動とタクシーの乗車需要の変動には相関関係がみられることが分かっており、人口の推移を入力データとして用いることで、乗車需要の推移を予測することができる。

3.2 ハイブリッドな予測手法

AIタクシーにおける予測手法では、時系列予測モデルである多変量自己回帰モデル*4とディープ

ラーニング*5（深層学習）によるモデルとを組み合わせた予測モデル [4] を用いている。人口の推移と乗車需要の推移とは相関関係が見られるものの、エリアによって人口の増加に応じて乗車需要が増える場合があれば、人口が減少する際に乗車需要が増える場合もある。さらに、人口の変動と乗車需要の発生するタイミングのズレ幅もエリアによって異なる。例えば、駅などの他の交通機関が存在するエリ

*4 多変量自己回帰モデル：自己回帰モデルを多変量に拡張したモデル。ベクトル自己回帰モデルともいう。

*5 ディープラーニング：多層のニューラルネットワークによる機械学習手法。深層学習とも呼ばれる。

アでは人口の増加に伴いタクシーの乗車需要もすぐに増加するが、商業施設やイベント施設などが存在するエリアでは、施設にある程度滞在することから乗車需要が増加するまでに数時間の遅延が見られる。このようにエリアごとに傾向の異なる相関関係をもつデータを扱うために、機械的に特徴を抽出することが可能なディープラーニングも組み合わせた手法としている。

4. 高度化型MaaS：AI運行バス —移動の供給最適化—

AI運行バスは、乗りたいときに行きたい場所まで、自由に移動できるオンデマンド交通システムである（図6）。利用者は専用のスマホアプリなどを通じ、路線や時刻表を意識することなく、各自の希望する乗車時刻や乗降ポイントだけを指定した乗車予約が可能である。

4.1 AIを用いた効率的なオンデマンド配車

このようなリアルタイムに発生する乗降リクエスト

トに対する効率的なオンデマンド配車を実現するため、AIが最適な車両の割当てや走行ルートを算出する。各ドライバーは、AIが随時算出して指示する運行計画に従って走行することで、利用者の移動需要に最も効率的に対応できる送迎が可能になる。この運行計画は必要な乗降ポイント間のみをショートカットしたルートを取り、利用のない区間の走行が不要になるため、従来の定時・定路線のバスなどに比べ移動時間を短縮できる。また、AI運行バスは、複数の利用者の同乗を前提とした乗合い型の交通サービスであるため、タクシーなどの個別輸送に比べ、移動当りのコストを下げやすく、安価なサービス提供が可能になる。

4.2 需要予測に基づく走行エリア推薦機能

さらなる運行効率の向上を図るべく、「需要予測に基づく走行エリア推薦機能」も実現した（図7）。前述したオンデマンド配車では、利用者からの新たな乗車予約が入るたびに、各車両の運行計画が再計算されるが、その際の運行計画は、すでに乗車中の利用者など、確定している利用者の送迎に大きな遅



図6 AI運行バスの仕組み

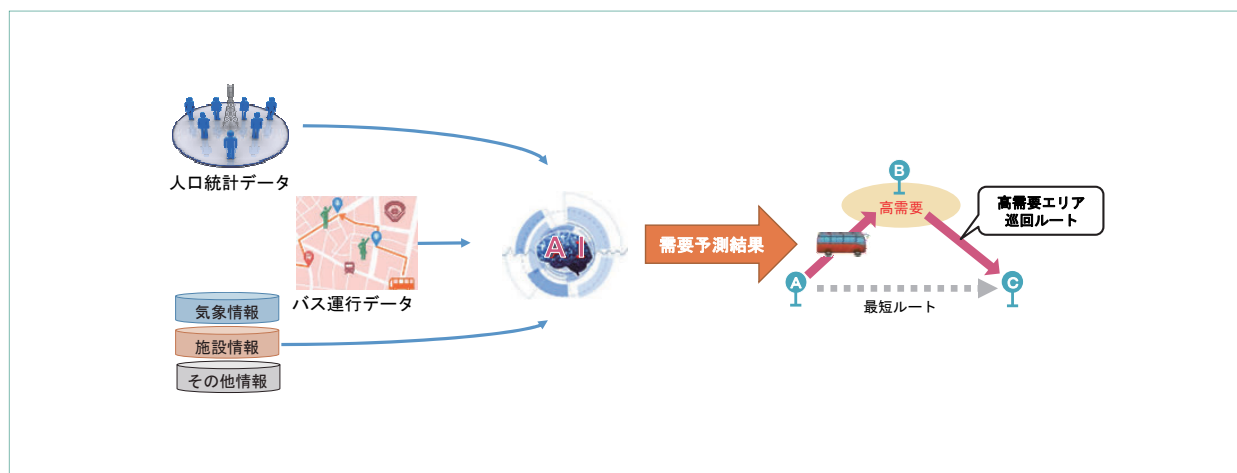


図7 乗車需要予測による走行ルート／待機場所の推薦

延を生じさせない範囲での見直しでなければいけないという制約がある。この制約から、特に乗車予約が多く発生するときなど、車両の座席には余裕がありながらも新たな利用者への迎車を後回しにしてしまう恐れがある。本機能は、この問題を解消すべく、エリアごとに乗車予約数を予測し、高需要なエリアを通る走行ルートや待機場所をドライバーに提示するものである。既知の予約に基づき最短ルートで乗降ポイント間を走行するだけでなく、前述の制約を満たしつつ高需要なエリアを巡回するルートをとる。また空車状態の時には高需要エリアで車両を待機させることで、利用者の待ち時間を短縮しつつ、より多くの利用者を収容できるようになることが期待される。

需要予測モデルの構築には、AIタクシーと同様にバスの運行実績データや人口統計データなどを用いているが、学習アルゴリズムには早期学習に有効なXGBoost (eXtreme Gradient Boosting)*6 [5]によるアンサンブル学習*7を採用した。本手法を用いた理由は以下に示す通りである。

本機能を有効化するためには、対象の地域において本サービスの実利用を開始してから、まずモデルの学習データを収集する期間が必要になるが、ビジ

ネス観点ではできるだけ早期にモデルを構築し、この機能を有効化することが望まれる。そのため、1～2カ月程度で得られるデータ量は少ないという前提のもと、できるだけ結果に揺らぎが少ない予測を実現するため本手法を採用した。

5. サービス連携型MaaS：AI運行バスによる“移動×サービス”のビジネス創出

ここでは、便利でお得な観光移動体験への活用例(図8)を示した上で、移動と他業種を連結させる「サービス連携型MaaS」による新たなビジネス創出のための仕組みを解説する。

5.1 MaaSによる観光移動体験

初めて訪れる観光地では土地勘がなく、現在地から目的地までの最適な移動ルートを選択するのは難しい。複数におよぶ路線の乗継ぎを考えると、その複雑さから訪問を諦めざるを得ない場合もある。そこで、観光客へのもう1つの移動手段の選択として、既存交通手段では対応し辛い潜在的な移動ニーズを掘り起こし、街の回遊性を向上させる方法を考えた。観光客が乗客アプリケーション上にて観光地や商

*6 XGBoost：近年注目されているアンサンブル学習の一種。

*7 アンサンブル学習：複数の異なるモデルを構築し、予測時にはそれらのモデルの予測結果を統合する手法。これによって、未知のデータに対する予測能力を高めることが期待される。

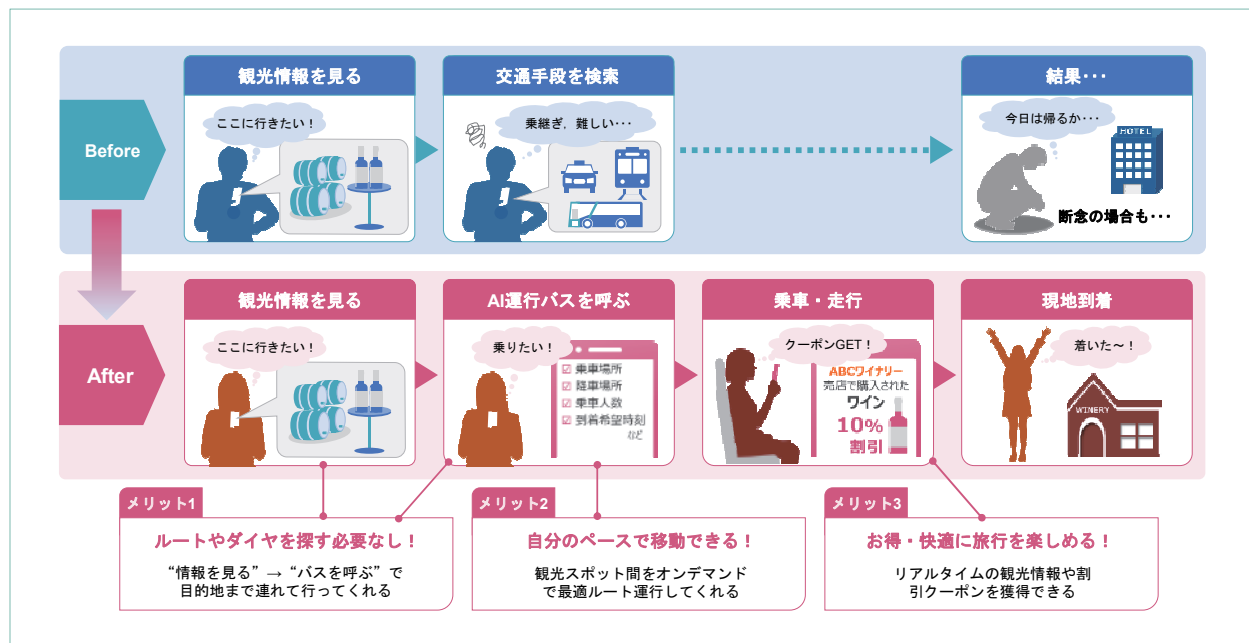


図8 サービス連携型MaaSによる便利・お得な観光移動体験例

業施設などの目的地情報を確認し、現在地付近の乗車ポイントから目的地までオンデマンドで移動できる二次交通のAI運行バスを呼ぶことで、ルートやダイヤを調べる必要なく、自分のペースで簡単に目的地まで移動できる。またAI運行バスの乗車待ち時間や乗車中に、目的地周辺の観光情報や割引クーポンが獲得できるので、よりスムーズに周遊でき、さらには食事や買い物の際にお得なサービスが受けられる。

一方店舗向けには、店舗管理ポータルを集客サポートツールとして店舗向けに提供している。本ポータル上ではNTTグループのAI技術「corevo[®]*8」を活用した近未来人数予測[®]*9 [6]を用いて未来の移動需要を見える化した訪問者の人数・属性の参照および、自施設情報の閲覧状況を把握できる。店舗・商業施設はそれを活用し、ブログ感覚で、施設情報の告知や集約のためのクーポン情報を、観光客が利用する乗客アプリに向けてリアルタイムに配信することができる(図9)。

5.2 API化による移動と他業種サービスとの連携拡大

上記に加えて、“移動×サービス”のビジネス創出のために、小売店舗/宿泊施設/医療・福祉/観光地/金融/保険といった他業態の周辺サービスと連携できるように、AI運行バスの予約に関する機能をAPI(Application Programming Interface)^{*10}化した。これにより周辺サービスから乗降ポイント、乗車人数、乗車希望時刻などを指定して配車予約を行い、配車可能なAI運行バスを簡単に手配することが可能となる仕組みを実現している。

例えばこの仕組みを活用し、病院のシステムと連携すれば、診察後の会計に合わせて帰宅用の移動手段としてAI運行バスが手配できる。また、病院の予約システムに連動させ、次回診察日前日にリマインダーを通知し、診察当日のAI運行バスの予約も可能とする。

この病院サービス連携のように他業態サービスとの連携拡大を図りつつ“移動×サービス”のビジネ

*8 corevo[®]: 日本電信電話(株)の登録商標。

*9 近未来人数予測[®]: (株)NTTドコモの登録商標。

*10 API: 機能やデータを利用するための汎用化されたインタフェース。



図9 横浜MaaS実証 商業店舗利用イメージ

ス創出を進めていく予定である。

6. あとがき

本稿では、ドコモにおけるMaaSに関する取組みについて、技術概要を中心に解説した。今後の技術的な展開としては、実フィールドで得られた関連データと人口統計データを基に、最新のAI技術を活用し、現状の取組みのさらなる精度向上を図るとともに、新たな付加価値の提供についても検討していく。

また、技術の向上以外にも、自治体や交通事業者との関係構築を進めて利用エリアの拡大を図るだけでなく、システムの提供方法の多様化や周辺サービスとの連携先の拡大など、新たなビジネス創出も平行して進めている。

今後、自動運転が実用レベルになった際には、移動の概念や事業構造に大きな変化が起こるだろう。その段階において、今回紹介した技術やサービスの

活用は不可欠と考えており、移動利便性向上と地域経済活性化など社会課題解決の貢献のために、さらに積極的に取り組んでいく。

文献

- [1] 岡島, ほか: “特集: 社会・産業の発展を支える「モバイル空間統計」 —モバイルネットワークの統計情報に基づく人口推計技術とその活用—,” 本誌, Vol.20, No.3, pp.6-44, Oct. 2012.
- [2] AIタクシー®サービスWebサイト.
<https://www.nttdocomo.co.jp/biz/service/aitaxi/>
- [3] AI運行バス®サービスWebサイト.
https://www.nttdocomo.co.jp/biz/service/ai_bus/
- [4] 川崎, ほか: “AIタクシー —交通運行の最適化をめざしたタクシーの乗車需要予測技術—,” 本誌, Vol.26, No.2, pp.15-21, Jul. 2018.
- [5] T. Chen and C. Guestrin: “XGBoost: A Scalable Tree Boosting System,” Proc. of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD '16), pp.785-794, Aug. 2016.
- [6] 近未来人数予測®Webサイト.
<https://mobaku.jp/service/future/>