

マルチモビリティサービス利用可能率 を用いた MaaS 評価手法検討

桑原 昌広¹・藤田 幸久²

¹正会員 トヨタ自動車株式会社 コネクティッド先行開発部 (〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-6-1)
E-mail: kuwahara@toyota-tokyo.tech (Corresponding Author)

²非会員 トヨタ自動車株式会社 コネクティッド先行開発部 (〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-6-1)
E-mail: yukihisa.fujita@toyota-tokyo.tech

世界でモビリティサービスを組み合わせ提供する MaaS (Mobility as a Service) 導入が進みつつあり、今後 MaaS を評価する手法が望まれる。本研究では、複数モビリティサービス提供エリアにおいて、需要発生・集中箇所、モビリティハブ別にマルチモビリティサービス利用可能率をシミュレータを用いて評価する指標・手法を提案する。工場内 MaaS を対象に IoT デバイスから得た需要情報を元にケーススタディを実施した。エリア内での出発/到着地/ハブ別に利用可能率を把握できることを確認し、サービス追加/リソース変更施策によって値が改善することを確認した。また、複数のシミュレーション結果を比較することで、設定した目標値に対し各モビリティサービスの適切なリソースを選択できることを確認し、マルチモビリティ利用可能率による MaaS 評価可能性を確認した。

Key Words: *Mobility as a Service, Simulation, evaluation metrics*

1. 背景

様々なサービスを組み合わせて提供している MaaS (Mobility as a Service) が世界で導入され始めている。日本では、2019年より経済産業省と国土交通省とが協働でスマートモビリティチャレンジ¹⁾を立ち上げ、全国での取り組みを推進しており、協議会員は 2022 年 5 月時点で 346 社にも至っている。先進パイロット地域での実証を通じて、新しいモビリティサービスの社会実装に向けた知見集を発行をしてきている。特にモビリティサービスの事業持続可能性をより高めるといった視点を紹介しているところが特徴的である^{2,3)}。また、国土交通省は、新たなモビリティサービスの活用により、都市・地方が抱える交通サービスの諸課題を解決することを目指し、図-1 のような日本版 MaaS のモデル形成⁴⁾について整理を始め、日本での MaaS 普及に向けた活動に対して積極的である。

そのような MaaS の環境が整いつつある中、事業視点だけではなく、導入エリアでモビリティサービスがどれぐらい利用可能なのか、という視点で MaaS を評価する指標が今後必要になってくることが想定される。

欧州の MaaS Alliance では、MaaS について“カスタマーの要求に応えるために MaaS オペレータは、公共交通

だけでなく徒歩、サイクリング、カーシェア、タクシーなど交通手段の多様なメニューを用意する。MaaS は、ユーザー、社会、環境にとって最良の価値提案となることを目指しています⁵⁾ “と述べている。これを MaaS オペレータ視点でとらえると、MaaS オペレータは、ユーザー視点で様々な交通手段を選択できる環境を、できる限り提供できていることがあるべき MaaS の 1 つの姿として考えられる。そこで、MaaS を評価する指標として、ユーザーがサービスを利用したい時に、複数のモビリティサービス利用可能性の高さによって評価する手法が考えられる。

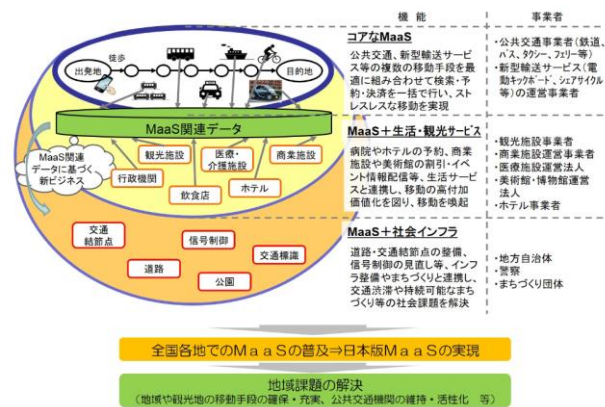


図-1 日本版 MaaS の推進—MaaS のモデル形成

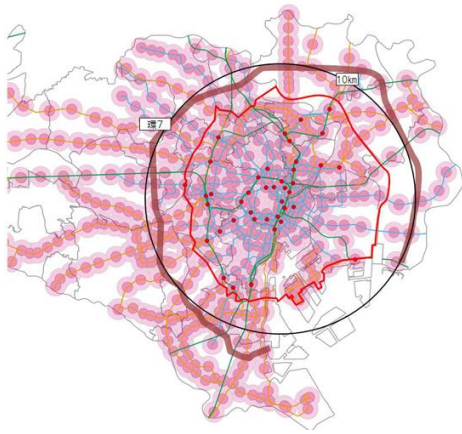


図-2 鉄道網と駅勢圏の状況 ㉗

サービスの利用可能性を示す手法として、携帯電話サービスで用いられている面積カバー率/実人口カバー率^㉖がある。それらは通常、地図上に普及度合いの違いが分かりやすく描画されており、どこエリアで利用が可能なのかを理解しやすく表現されている。交通の世界においても、バス/電車等の固定路線といった従来の公共交通のサービス評価は、図-2のように、駅間距離、駅勢圏によってどれくらいカバーできているかで評価がなされてきている。しかしながら、従来の評価手法は、MaaSの中で重要なサービスの1つとして位置づけられているオンデマンド系サービスに、対応しきれていない。なぜなら、携帯電話や電車に代表される大量輸送機関の場合は、サービス可能エリアと表示されているエリアに行けば、ある一定条件の下では、ほぼ利用可能であることを示している。しかし、オンデマンド系サービスは現状マストランジットレベルにサービス規模が大きいわけではなく、常に利用可能な環境が常に提供されるとは言い切れないためである。もし、電車等と同様の表現をした場合、実際は車両台数や車両の乗車人数が限られていること、相乗り条件を満たしているのかなどを考慮する必要があるため、実際は利用可能な状態ではなかった状態が実際には多発することが、想像に難くない。そのため、ユーザ視点で、空間だけではなく、時空間で複数のモビリティサービスの利用可能性を評価できる、新たな評価指標・評価方法が望まれる。

特定エリアで提供されているマルチモビリティサービスの利用可能性を踏まえた、MaaS評価指標・手法を提案する。本研究では図-1に示すコアなMaaSのみを対象とする。MaaSが提供されているエリアは、日本においても都市部、郊外部及び観光地など様々なエリアで提供されているが、普段の交通を対象としたMaaSに焦点を当てる。加えて、提案手法を用いて従業員向けにMaaSを提供している工場内移動を対象としたケーススタディを実施し、提案した指標であるマルチモビリティ利用可能率によるMaaS評価可能性を検証する。

2. 既往研究

MaaSを評価する研究を概観すると、評価の仕方は事業、成熟度、サービス単体での評価など、様々存在している状況であり研究分野として、未だ成熟している段階ではないことがわかった。

令和3年度にMaaSの社会実装に向けた12事業に対して、国土交通省が支援を発表している^㉗。発表されている各事業の事業目的に対する評価指標を整理すると、チケット販売等により事業そのものが成立するのか、経路検索回数が所定の回数を超えたのか、アンケート等で外出割合が増加したか、自家用車からのシフトなどの行動変容を確認する等が、大半を占めていることがわかる。

西田ら^㉘は、オンデマンド型乗合サービスも含めたMaaSの導入効果を評価するために、実データとシミュレーションを用いて費用便益分析を行っている。費用便益比(便益/費用)が1以上であれば政策・プロジェクトの効果があると定義し、運航費用とCO₂排出費用を社会的費用として定義し、利用者便益と供給者便益と加算したものを社会的便益として定義している。Veerapananeら¹⁰⁾は、Cost、Time、Convenience、Carbon Footprint、Safety、Reliability、Quality、Comfort、Convenient Locationの9つの要素に重みをつけて、トリッププランナーで提供される2つのルートと比較する手法を提案している。

これらの研究では、事業としての視点、ユーザの便益がどうか、ユーザが結果としてどのように行動が変容したかを評価指標としており、供給側はどのような環境を提供できていたのかといった、ユーザの複数モビリティ利用可能性について評価は実施していない。利用可能性について言及している研究をいくつか紹介する。

Gouldingら¹¹⁾によって開発されたMaaS Maturity Indexは、Transport services and infrastructureを含む5つのindexが存在している。Transport service and infrastructureの中には、Modal alternatives、Frequency (Bus and train)について考慮ができるようになっている。しかしながら、都市や大きなエリア単位での1つの値を算出していることより、エリア単位での評価を志向していることが特徴である。サービス単体の評価としては、ロンドンのレンタサイクルでは、自転車の利用可能性がKPIとして設定されている¹²⁾。これは実際に利用できるかではなく、点検されて概ね80%の車両が利用できることを示し、供給側のダウンタイムを考慮したKPIをセットしていることが特徴である。Heら¹³⁾は、MaaSのQuality Assessment methodを提案している。Qualityとして4つのcriteriaを提案し、重みをつけて1つの値にして提供エリアを評価することができる。criteriaの1つにConnectivity (Transfer)があり、その中にaccessibilityとavailabilityが含まれており、それらはpublicとprivate modeとの乗り換えに注目している。それぞれ乗り換

え回数、徒歩時間、案内の情報があるか、技術的なサポート、予約、乗り換えが失敗した際の代替手段の情報が提示されているかで評価を実施する。乗り換えが失敗した時を前提に評価をしており、複数のモビリティサービスの可能性を評価したものではない。

以上より、本研究で注目した供給側の動的な状態を踏まえ、かつ複数モビリティサービスの利用可能性を評価をしている例は調べた限り見られなかった。

3. MaaS 評価指標に用いる指標

(1) マルチモビリティ利用可能率

1章で述べたように、MaaS 評価指標としてマルチモビリティ利用可能率 P を提案する。マルチモビリティ利用可能率は、MaaS オペレータ視点で考え、ユーザに対して、ユーザがサービスを利用したい時に、複数のモビリティサービスを利用できる可能性の高さで表現する。対象エリアでの MaaS サービスの利用しやすさを「複数の交通手段が利用できる割合が高い状態である」ことが良い状態と定義する。 P の値が示す状態を表-1 に示す。そもそもモビリティサービスが存在しない場合は、 P の値は存在しない。ユーザが移動する際に、移動可能な複数のモビリティサービスが常に利用できる可能性がある場合は、 $P = 1$ となる。「ユーザが移動する際に」は、ユーザがいつでも利用できることを示すわけではなく、「ユーザが必要として、ある時刻に実際に利用した、または想定需要として移動する際に」であることを意味する。 $0 < P < 1$ を示す場合、その対象エリアには、移動時に利用可能なモビリティサービスが複数存在するが、常に利用できるわけではない状態を示し、高い値を示すほうが、利用可能確率は高い状態を示すことになる。

基本的な MaaS の実行環境を測るための指標であるため、定常的な状態を評価するものとする。欠便・欠航などの突発的なものに対しては、考慮しないものとする。

マルチモビリティ利用可能率は、対象エリア全体だけでなく、図-2 のように更に分割したエリア毎に算出することで、比較評価も可能である。

マルチモビリティサービスとしてだけでなく、単一

表-1 P 状態定義

P の状態	説明
値無し	移動時に利用可能なモビリティがそもそも存在していないため利用可能性がない
$P = 0$	移動時に利用可能なモビリティサービスは存在しているが、利用できる可能性がない (なかった)
$0 < P < 1$	移動時に利用可能なモビリティサービスは存在しているが、常に利用できるわけではない (なかった)
$P = 1$	移動時に常に複数のモビリティが利用可能 (だった) : 複数モビリティを選択可能な状態

モビリティサービス視点でも指標の確認も可能である。

(2) 算出方法

需要が発生し OD 間を移動する際に、エリアで提供されている各モビリティサービスが車両の有無、座席数などの条件を踏まえて利用できる状態であるのかを確認し、利用可能なモビリティサービスをモビリティ利用可能数を確認する。その際に、マルチモビリティ利用可能数、マルチモビリティサービスが検索された回数を、それぞれ関連している場所との関係性も併せて記録をする。これらの情報を用いてマルチモビリティ利用可能率を算出する。ユーザの需要発生・集中するノード i におけるマルチモビリティ利用可能率を式(1)に示す。

モビリティサービスの発着所となるモビリティハブノード i におけるマルチモビリティ利用可能率を式(2)に示す。モビリティのハブとしてどのように効果的に機能できる可能性があるかを示す指標である。モビリティハブは特定の OD だけで利用されるのではないため、エリア全体で P を高くするための、重要な要素になる。そのため、需要発生・集中するノードだけではなく、モビリティハブのノードを評価できることが、施策検討のためには特に重要となる。モビリティハブノードのマルチモビリティ利用可能性は、対象ノードがマルチモビリティ利用検索された回数のうち、利用可能であると判定された回数の割合で示す。式(3)(4)は対象ノードの平均を用いて、対象エリア全体を評価する。

$$P_i = \frac{\sum_{d_i \in D} C_{OD}(d_i)}{d_i M} \quad (1)$$

$$p_i = \frac{\sum_{d_i \in D} C_{hub}(d_i)}{\sum_{d_i \in D} S(d_i)} \quad (2)$$

$$P_{area} = \bar{P}_i \quad (3)$$

$$p_{area} = \bar{p}_i \quad (4)$$

表-2 に変数定義を示す。算出例を図 3 に示す。対象エリアに需要は 2 つ (U_1, U_2) で、移動手段としてバスと eScooter シェアの 2 つ ($M=2$) が存在し、それぞれのサ

表-2 変数定義

D	一定期間に対象エリアで発生した需要数
d_i	需要発生・集中する/マルチモビリティハブノード i に関する需要数
M	対象エリアで提供されているマルチモビリティサービス数
$C_{OD}(d_i)$	需要発生・集中するノード i に関する需要 d_i がマルチモビリティ利用検索を実施して、利用可能であると判定されたマルチモビリティ利用可能回数
$C_{hub}(d_i)$	マルチモビリティハブノード i に関する需要 d_i がマルチモビリティ利用検索を実施して、利用可能であると判定されたマルチモビリティ利用可能回数
$S(d_i)$	マルチモビリティハブノード i が検索された回数 (モビリティサービス毎にカウント)
P_i	需要発生・集中するノード i のマルチモビリティ利用可能率
p_i	マルチモビリティハブノード i のマルチモビリティ利用可能率

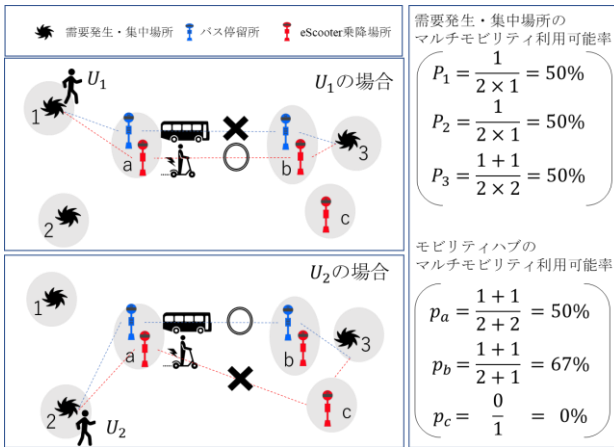


図3 算出例（需要2、移動手段2）

ービスが予約なしで乗車可能で、座席・車両がないそれぞれの停留所に（い）ない場合は利用できないサービスとする。

モビリティハブ a にある eScooter シェアの停留所には現在 1 台が停車していると、需要は U_1, U_2 の順に発生するとする。移動発生・集中ノードに関する需要数はそれぞれ、 $d_1 = 1, d_2 = 1, d_3 = 2$ であり、O または D として移動希望があった回数をカウントする。

U_1 は、ノード 1 から 3 へ移動を希望し、出発する時刻で移動手段を検索すると、eScooter シェアはハブノード ab 間で利用可能でバスはハブノード ab 間でダイヤが合わないため利用不可であった。 U_2 は、ノード 2 から 3 へ移動を希望しており、出発する時刻で移動手段を検索すると、バスはハブノード ab 間で利用可能で eScooter シェアはハブ a に車両がないためハブノード ac 間で利用不可であった。結果、 $\sum C_{OD}(d_1) = \sum C_{OD}(d_2) = 1$ 、 $\sum C_{OD}(d_3) = 2$ 及び $\sum C_{hub}(d_a) = \sum C_{hub}(d_b) = 1 + 1 = 2$ 、 $\sum C_{hub}(d_c) = 0$ となる。マルチモビリティ検索数はそれぞれ、 $\sum S(d_a) = 2 + 2 = 4$ 、 $\sum S(d_b) = 2 + 1 = 3$ 、 $\sum S(d_c) = 0 + 1 = 1$ となる。

以上より、各ノードのマルチモビリティ利用可能率は、それぞれ $P_1 = 50\%$ 、 $P_2 = 50\%$ 、 $P_3 = 50\%$ 、 $p_a = 50\%$ 、 $p_b = 67\%$ 及び、 $p_c = 0\%$ と算出される。対象エリアにおける需要は 2 つのみであったとすると、 $P_{area} = 50\%$ 、 $p_{area} = 57\%$ になる。

以上のように、需要が発生し OD 間を移動する際に、エリアで提供されている各モビリティサービスが車両の有無、座席数などの条件を踏まえて利用できる状態であるのかを確認などを通じてマルチモビリティ利用可能率を算出する。

4. シミュレータを用いた算出

提案した指標を算出するためには、図-3 に示した複

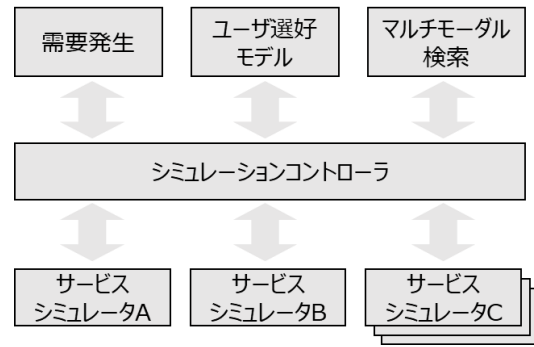


図4 マルチモビリティシミュレータ全体像

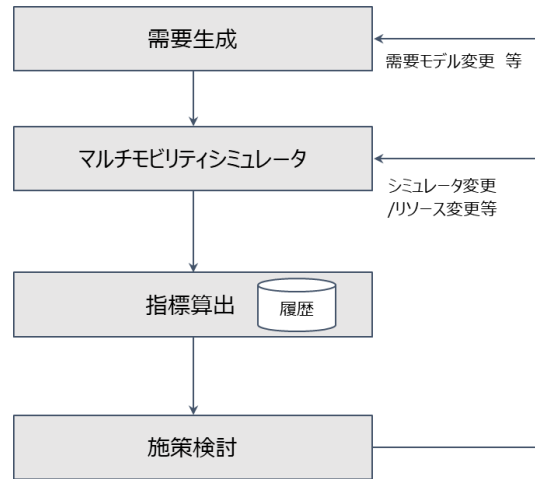


図5 シミュレーション評価イメージ

数のデータを活用する必要がある。対象エリアユーザ全てのマルチモーダル検索の検索ログ、個人の緯度経度を含めた移動実績があれば、数値計算を実施することで算出が可能である。しかしながら、現実的には、すべてのデータを取得は非現実的である。加えて、単に分析するだけではなく、施策を導入したらどのように変化するかを、MaaS オペレータとしては実施したいことが容易に想像できる。そこで、実データと仮想データと両方利用可能で、導入施策を表現でき評価できるシミュレータを用いる。

本研究では図-4 に提案するマルチモビリティシミュレータを活用する。このシミュレータの特徴は、既存の複数のシミュレータ、需要発生、ユーザ選好モデル、複数のモビリティサービスを横断的に検索が可能なマルチモーダル検索とそれら複数機能を束ねるシミュレータコントローラから構成される。MaaS が提供されている特定エリアでの需要が発生すると、発生した需要の OD 情報と出発時間を元に、提供されているマルチモビリティとして何が存在しているかをマルチモーダル検索機能で検索をする。検索後、各サービス/シミュレータに利用が可能かの問い合わせを実施し、利用可能性を確認する。準備されたユーザ選好モデルを活用して利用手段が確定

される。利用手段が確定されると、各モビリティシミュレータでは、ユーザ、車両、充電器などの状態を模擬する状態遷移シミュレータを用いて、実サービスの状態を再現する。需要が発生の度に繰り返され、ユーザが選択した手段を用いた移動を模擬することで、車両/席数/相乗りなどの制約を表現しつつ、利用可能性を表現できることが特徴である。

図-5 にシミュレーション評価イメージを示す。マルチモビリティシミュレータから算出した指標を確認し、設定目標などと比較を実施する。実績データがある場合は、数値が目標よりも低い場合は、どのサービスを改良したら良いのかなど具体的な施策を検討しやすくなる。また、想定需要を用いる場合は、どれぐらいのサービス、リソースを入れることで、売上見積もりだけでなく、どれぐらい複数サービスを利用できる可能性を確認でき、適切な余剰サービスなのか、過剰サービス提供状態なのかを把握可能になる。

以上のように、マルチモビリティシミュレータを用いて複数ケースのシミュレーションを実施し、算出したマルチモビリティ利用可能率と設定した目標などと比較を実施可能になる。そのことにより、次の改善施策案を検討し、シミュレーションにより施策決定が可能になる。

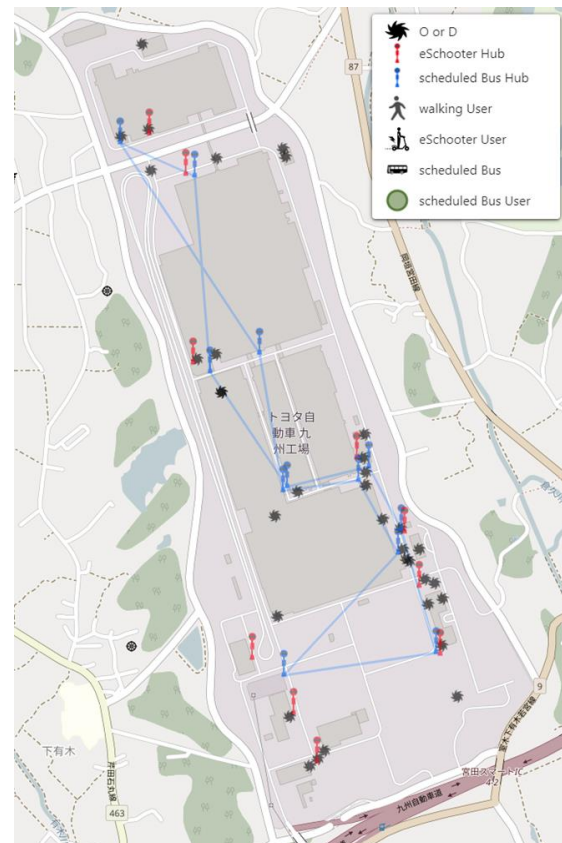


図-6 サービス提供状態

5. ケーススタディ

(1) 実施概要

ケーススタディは、トヨタ自動車九州 (TMK) で提供されている工場内 MaaS を題材とする。TMK では、工場内に循環バスサービスと、eScooter シェアリングサービスを導入している。循環バスは、あらかじめ決められたバス停があり構内の移動をサポートしている。更なる従業員の移動を効率的にするために 2020 年より eScooter シェアリングサービスを導入し、登録した従業員に対し、予約なしで利用可能かつ乗り捨て可能となっている。図-6 にサービス提供状態を示す。循環バスは 8:00-19:00 で運行し、eScooter シェアリングサービスは 10 か所程度用意されている乗降場所において、車両に空きがあれば 24 時間利用可能のサービスである。

アプリなどで従業員の移動データの把握や、提供モビリティサービスの利用状況データとの紐付けができているのであれば、実データを用いたマルチモビリティ利用可能性分析が可能であるが、実際のところ全てのデータが揃っていない状況にない。そこで、一部従業員の移動データを取得し、提案したシミュレーション手法を用いて MaaS の利用しやすさを示すマルチモビリティ利用可能率の状況をシミュレータを用いて確認することとした。

本ケーススタディでは、下記を 3 点を確認し提案した

マルチモビリティ利用可能率を用いることで、効果的に MaaS を評価できる可能性を示す。1 点目は、各需要発生・集中ポイント/モビリティハブでの P_i 、 p_i を確認でき、対象エリア内における場所による違いを把握できることを確認する。2 点目は、新たなモビリティサービスを導入またはリソースの追加により P_{area} の変化を確認でき、改善度合いを確認可能であることを確認する。最後に、バスの運行時間帯 (8:00-19:00) において、目標値として設定する $P_{area} \geq 90\%$ を実現しているケースの有無を確認し、設定したモビリティサービス群に対して適切なリソースを確認し、評価ができることを確認する。

(2) シミュレーション設定

マルチモビリティシミュレータと連携するモビリティシミュレータとしては、循環バスと eScooter シェアリングを対象とする。バスシミュレータは、実際に工場内で走っているバスの停留所にダイヤ通りに出発、停車を繰り返す。バスの運行時間の設定や、定員を設定でき、サービスが提供できない状態も模擬できる仕組みを持っている。バスは 20-30 人が乗れるが、対象の従業員が限られるため、同時乗車可能人数を 6 人としてシミュレーションを行うこととする。eScooter シェアリングサービスで活用するシミュレータは、島崎ら¹⁴⁾が構築したステー

ションタイプのワンウェイ型カーシェアリング向け状態遷移シミュレータを活用して構築したシミュレータを用いる。

マルチモーダル検索機能は、工場内を対象としているため、Open trip planner など一般的にサービス提供されているルート検索機能は、ネットワークが存在していないため活用ができないため、専用の機能を構築した。ユーザ選好モデルは、各モビリティサービスで最短時間になる候補を選択することとし、移動開始時刻から 30 分以内であれば利用可能と判断した。

需要データとしては、一部の従業員の移動データが必要であるため本研究では、工場内に設置した IoT デバイスを用いて取得したデータを移動データとして活用することとした。一部の従業員の移動実態を把握するために、従業員に BT (Bluetooth) タグを保持してもらい、工場の各建屋の出入口に設置した BT センサを用いて、対象者の建物間の OD の把握を実施した。BT センサを工場の 40 か所程度設置し、合計 200 人程度 (社員約 8,000 名) に BT タグを配布し、移動の間常に保持してもらった。BT センサは、JRISS 社製のセンサで Wifi パケットセンサ機能も搭載している。BT センサでは、事前に登録したセンサ ID だけを登録しており、それら ID のみのデータを取得している。BT センサは BT タグが近づくとデータを取得するため、一定時間以上保有者が BT センサの近くに留まっていると複数のデータを取得することになる。その特徴を用いて、滞在と移動とを判別し、IoT デバイスから 2022 年 2 月に取得したデータを用いて移動開始時間と OD を作成した。図-7 に移動需要分布を示す。移動需要は就業時間中の移動が中心であった。

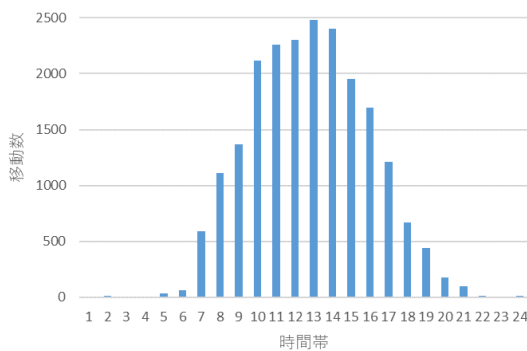


図-7 移動需要分布

表-3 実行シミュレーションケース

Case	導入モビリティ種類とリソース量
1	循環バス : 1台
2	循環バス : 1台、eScooter : 10台
3	循環バス : 1台、eScooter : 60台

今回対象とした従業員は、eScooter シェアリングサービスを継続的に利用している従業員、工場外で提供している通勤オンデマンドバスサービスを継続的に利用している従業員、前述モビリティサービス利用のない従業員を対象とした。配布割合は 1 : 1 : 1 であり、TMK 提供の循環バス以外の新しい MaaS を活用している従業員比率が半数を占めている。

本ケーススタディでは、5 章で示した 3 点を確認するため、表-3 に示すシミュレーションケースを実施して、評価を行った。Case3 が現況に最も近いケースである。

(3) シミュレーション結果

a) 需要発生ポイント等での P_i 、 p_i 確認

Case 2 で対象期間全体での P_i 、 p_i がどのように表現されるかを確認する。図-8 にシミュレーション結果を示す。円は需要発生・集中ポイントをいくつか集約したエリア、モビリティハブとなるバス/eScooter の停留場の需要の中心座標を中心として描き、円の大きさは需要の大きさを示している。需要は中央部から南東部で大きいことがわかる。 P_i は全体的に利用可能率がそれほど高くないが南側のエリアでは少し値が高くなることがわかる。 p_i は、バス停留所であるモビリティハブでは高い値を示していることがわかる。しかし eScooter の停留場では、低い値を示していることがわかる。これは eScooter の台数が 10 台と少ないために、移動需要に対して供給側のリソースが不足して利用可能性が低くなっていることを示している。同じモビリティサービスでも、バスと eScooter では状況が異なることがわかる。

各需要発生・集中ポイント/モビリティハブでの P_i 、 p_i を確認でき、対象エリア内における場所による違いを把握できることを確認できた。

b) サービス追加/リソース追加による変化確認

需要発生・集中場所の P_i を比較するために、Case 1-3 の P_i 結果を図-9、Case 2-3 の p_i 結果を図-10 に示す。

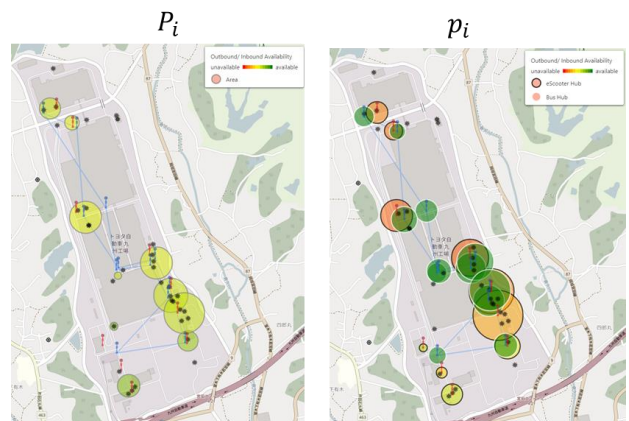


図-8 シミュレーション結果 (Case2)



図-9 シミュレーション結果： P_i
(左上：Case1、右上：Case2、下：Case3)



図-10 シミュレーション結果： p_i (Case2-3)

eScooterを導入することでCase2での工場左下部分の P_i が向上していることがわかる。eScooterを導入することで複数モビリティサービスが利用できるため P_i が向上していることがわかる。またCase3ではeScooterを更に追加することで、Case2と比較して p_i が全体的に値が向上していることがわかる。モビリティハブでの利用可能性が向上することにより、対象エリア全体で P_i が向上していることが確認できた。新たなモビリティサービスを導入またはリソースの追加により P_i の変化を確認でき、改善度合いを確認可能であることを確認できた。

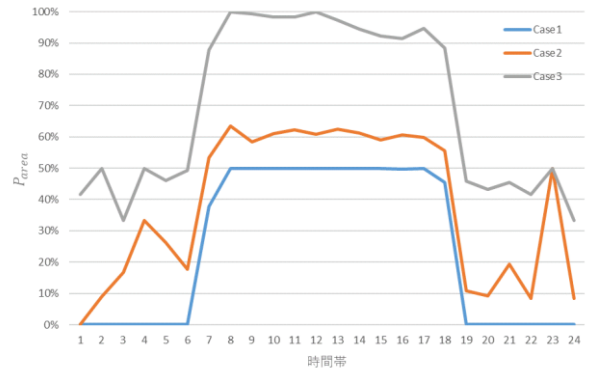


図-11 シミュレーション結果： P_{area} (Case1-3)

c) 需要発生時間帯別の P_{area} の違い確認

図-11に、時間帯別Case1-3の P_{area} を示す。Case1では、モビリティはバスのみなので、バスが運行していない時間帯は $P_{area} = 0\%$ であること、バスが運行している時間帯である8:00-19:00では最大値である $P_{area} = 50\%$ を示していることより、移動の際に循環バスをユーザが望めばいつでも利用可能な状態であったことがわかる。Case2では、循環バスに加えeScooterが10台あるため、バスが運行していない時間帯ではeScooterが利用できる場合はある時間帯は最大 $P_{area} = 50\%$ を示しているが、20-30%を推移していることがわかる。循環バス運行時間帯では、Case1より高く $P_{area} \approx 60\%$ で推移し、モビリティサービス2つが常に利用できることを示す値($P_{area} = 100\%$)とはまだまだ乖離があることがわかる。現況に最も近いCase3では、eScooterが60台存在しているため、循環バスが運行していない時間でも $P_{area} = 35 - 50\%$ を示していることがわかる。また、バス運行時間帯では $P_{area} = 90 - 100\%$ で推移している。そのため目標として設定した9:00-19:00の主要な業務移動時間で $P_{area} \geq 90\%$ は、6人乗りバス1台、eScooter60台を用意することで目標を達成できることになる。

以上より、提案したマルチモビリティ利用可能率を用いることで、効果的にMaaSを評価できる可能性を示すことができた。

6. 結論

世界でモビリティサービスを組み合わせ提供するMaaS (Mobility as a Service) 導入が進みつつあり、今後導入する/されているMaaSを評価する手法が望まれている。本研究では、複数モビリティサービス提供エリアにおいて、需要発生・集中箇所、モビリティハブ別にマルチモビリティサービス利用可能率(P_i 、 p_i)をシミュレータを用いて評価する指標・手法を提案し、工場内MaaSを対象にIoTデバイスから得た需要情報を元にケースス

タディを実施した。

エリア内での出発/到着地での利用可能率が異なる値を示していること、モビリティハブでの利用可能率がモビリティ毎に異なることを確認した。

モビリティサービスとして、循環バスのみ状態に eScooter10 台を追加することで、複数のモビリティサービスが利用できるため P_i が向上していること、eScooter を更に追加することで、 p_i が全体的に値が向上していることを確認した。モビリティハブでの利用可能性が向上することより、対象エリア全体で P_i が向上していることも確認できた。

また、複数のシミュレーション結果を比較することで目標として設定した 9:00-19:00 の主要な業務移動時間で $P_{area} \geq 90\%$ は、現況である 6 人乗りバス 1 台、eScooter60 台を用意することで目標を達成できることを確認できた。

以上より設定した目標値に対し各モビリティサービスの適切なリソースを選択できることを確認し、マルチモビリティ利用可能率による MaaS 評価可能性を確認した。

今後の課題としては、大きく 2 つある。1 つ目は、本研究では、リソース側を変更することによるマルチモビリティ利用可能率の変化を確認したが、需要側を変更することによる影響を確認することが考えられる。例えば、現状 eScooter 利用は登録制にしているが、登録人数が増えたときに現状リソースで想定する MaaS 環境を提供できるのかの把握を実施することがあげられる。2 つ目は、工場型 MaaS 全体を対象にして評価を行うことである。本研究では IoT デバイスで取得した一部の需要データのみを対象として検証を行ったが、工場内全体の需要を対象に実施していく。また、今回は工場内のみを対象としたが、ケーススタディを実施した TMK では、通勤時にオンデマンドバスを提供なども実施しているため、更に広域を対象とした評価を行っていく。

参考文献

- 1) 経済産業省、国土交通省：スマートモビリティチャレンジ、2022、<https://www.mobilitychallenge.go.jp/>
- 2) 経済産業省、2021、新しいモビリティサービスの社会実装に向けた知見集（令和 2 年度版）、<https://www.meti.go.jp/press/2021/04/20210402008/20210402008-1.pdf>
- 3) 経済産業省、2022、新しいモビリティサービスの社会実装に向けた知見集（令和 3 年度版 取組の進め方編）、https://www.meti.go.jp/shin-gikai/mono_info_service/smart_mobility_challenge/pdf/20220405_02_01.pdf
- 4) 国土交通省：日本版 MaaS の推進、2020、<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/japanmaas/promotion/model/index.html>
- 5) Maas-alliance HP、<https://maas-alliance.eu/homepage/what-is-maas/>
- 6) 総務省総合通信基盤局：平成 30 年度携帯電話・全国 BWA に係る電波の利用状況調査の調査結果及び評価結果の概要 P8、2018、https://www.soumu.go.jp/main_content/000572034.pdf
- 7) 東京都：東京都都市計画審議会 第 1 回土地利用調査特別委員会（平成 30 年 3 月 30 日開催）資料 9 東京の土地利用の課題（その 4）、2018、https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/keikaku/shin-gikai/riyou_01.htm
- 8) 国土交通省、2021、令和 3 年度日本版 MaaS 推進・支援事業 1 2 事業について、<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001419406.pdf>、(2022 年 8 月 10 日閲覧)
- 9) 西田遼、金森亮、野田五木樹：実データとシミュレーションを用いた MaaS の導入効果の評価、第 35 回人工知能学会、2021
- 10) Veerapanane, S., Taylor, A. and Kaparias, Ioannis :A utility-based model for the evaluation of “Mobility as a Service” applications. 97th Annual Meeting of the Transportation Research Board, , Washington, United States. 07 - 11 Jan 2018.
- 11) Kamargianni, M; Goulding, R: The Mobility as a Service Maturity Index: Preparing the Cities for the Mobility as a Service Era. In: Proceedings of 7th Transport Research Arena TRA 2018. Zenodo: April 16-19, 2018, Vienna, Austria.
- 12) 中西 賢也、吉田 純土、三浦 清洋、シェアサイクルの事業評価に関する一考察—海外都市との比較を通して—、土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.77, No.5 (土木計画学研究・論文集第 39 巻), I_735-I_744, 2022.
- 13) He, Y. and Csiszár, C.: Quality Assessment Method for Mobility as a Service. Promet - Traffic&Transportation. 32, 5(2020),611-624. DOI:<https://doi.org/10.7307/ptt.v32i5.3374>.
- 14) Shimazaki, K ed : Development of a simulation for one way EV sharing Service, in Proceedings od 20th ITS World Congress, 2013

(Accepted ?)

MAAS EVALUATION BY USING MULTI-SERVICE USAGE POSSIBILITY RATE

Masahiro KUWAHARA and Yukihsa FUJITA

The introduction of mobility as a service (MaaS), which provides a combination of mobility services, is progressing around the world, and we desire method for evaluating MaaS in the future. In this study, we propose an index and method to evaluate the availability of multi-mobility services in areas with multiple mobility services by demand generation/concentration points and mobility hubs using a simulator. We conducted a case study on demand information obtained from IoT devices for in-plant MaaS. We confirmed that the multi-service usage possibility rate can be determined by departure/arrival point/hub within an area, and that the rate improves with additional services/resource modification measures. By comparing the results of multiple simulations, we confirmed that the appropriate resource for each mobility service can be selected to meet the set target values. We also confirmed the possibility of evaluating MaaS by the multi-mobility availability rate.