既存の地域公共交通と共存する オンデマンド交通サービスに関する検討

舩持　千歩[1]・中村　俊之[2]・三輪　富生[3]

[1]正会員　名古屋大学未来社会創造機構（〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町 1）
E-mail: chiho@trans.nagoya-u.ac.jp
[2]正会員　岐阜大学工学部社会基盤工学科（〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1）
E-mail: nakamura.toshiyuki.b9@f.gi-fu.ac.jp
[3]正会員　名古屋大学未来材料・システム研究所（〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町 1）
E-mail: miwa@nagoya-u.jp

日本の多くの地方自治体において，従来のバスサービスに代わるものとしてオンデマンド交通サービスを既に導入（ODT）しているか，導入を検討している．地域公共交通の持続可能性を確保するためには，こうした新たなサービスと既存の交通サービスは適切に組み合わせる必要があり，そのような連携が不十分であると地域公共交通のサービスレベルが低下し，利用者の移動環境が悪化する．

この問題を解決するために，現行のバスの利用を誘導しつつ，導入したサービスの利用にいくつかの条件を課すことで，両サービスの共存を可能にする ODT を開発し，検索時にどの程度デマンド交通システムで利用が提示されるのかについて検討を行い，時間帯，平日休日での差異が確認できた．

Key Words: *DRT service, Local public transport, coexistence system*

1. はじめに

我が国では世界に類を見ない急速な少子高齢化が進展や自動車に依存した生活などの要因もあり，公共交通の利用者が減少し，地域公共交通の維持が困難なものとなっている．一方で，地域公共交通の必要性が低下しているわけではなく，自動車を運転できない人たちや交通弱者をはじめ，誰もが公共交通を利用して外出できるまちをつくることの重要性が，これまで以上に増している．

日本の多くの地方自治体にて，従来のバスサービスに代わるものとしてオンデマンド交通サービスを既に導入（ODT）しているか，導入を検討している．

オンデマンド交通[1),2)]とは，既存の路線バスサービスのような路線定期型の交通とは異なり，利用者のニーズに対して，柔軟に運行するシステムである．既存の路線バスをはじめとする公共交通では，事前に決められた停留所を時刻表に沿って，決められた時間に走行し，利用者がそれに合わせるという運用であるのに対して，オンデマンド交通では，利用者があらかじめ予約した上で利用する．指定された停留所や場所から目的地まで，利用者のニーズに沿った交通サービスが提供される．また，オンデマンド交通には地域住民の移動需要や地形，道路状況等の違いにより運行方式，運行ダイヤ，発着地(OD)の自由度の組み合わせにより様々な運行形態が存在し，地域に導入が進んでいる．オンデマンド交通を導入することで，地域のすべての問題を解決してくれるといった期待がされている感もある．一方で，予約の煩わしさや乗り合いへの抵抗感，予約の多寡による運行時間的正確性の欠如，利用者 1 人当たりの高額な輸送費用が発生するなどのデメリットも存在する．

何より既存の公共交通との役割分担と連携にも十分配慮した上でオンデマンド交通を導入する必要があるが，既存の公共交通と役割分担と連携が図られない場合に，クリームスキミングの問題が生じる．クリームスキミングとは，様々な成分からなる牛乳（原乳）から，最も美味しくて高価なクリーム部分だけをすくい取ることを意味する「skimming the Cream」が転じたもので，ある需要のうち，最も儲かる（利潤の多い）部分にのみ，商品・サービスを提供することを指す．一般的に，クリームスキミングは，電力やガス，水道，通信，運輸，交通，医療，教育，福祉など公共性の高い産業分野において，規制緩和や規制撤廃によって，新規参入事業者が収益性の高い部分にのみ集中する場合に発生するとされている．

これを既存公共交通に対して，オンデマンド交通が導入されるケースに当てはめれば，最も需要の高いドル箱路線（例えば，最も混雑する平日朝夕ラッシュ時のみの

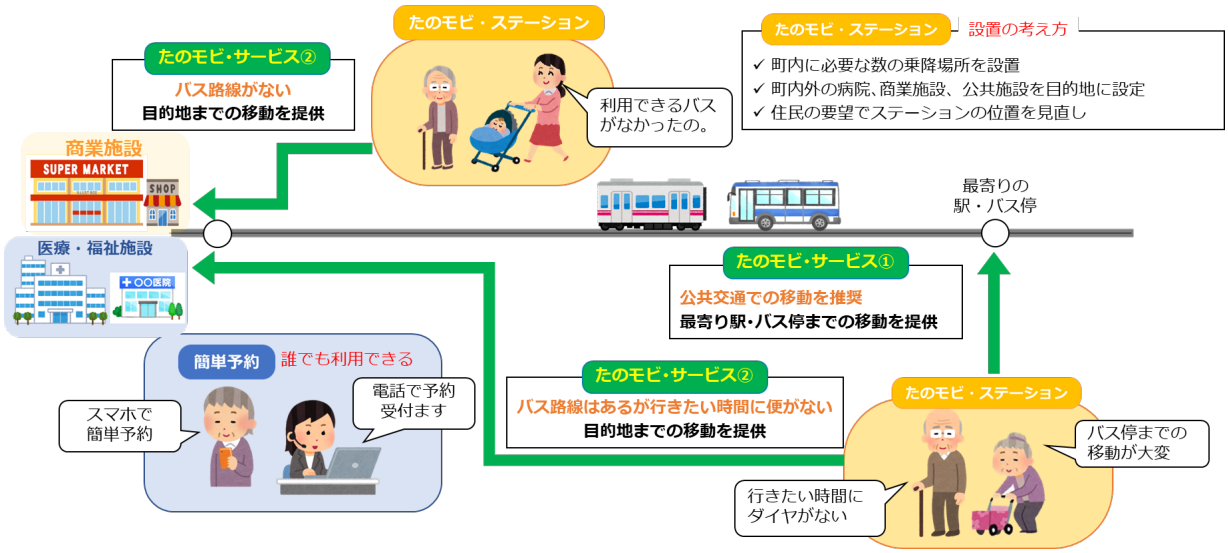


図-1　既存の地域公共交通と共存するオンデマンド交通サービス「たのモビ」のコンセプト

路線）を既存バスサービスが運行している中で，新規参入のオンデマンドサービスが導入された場合に，需要の高い路線から利用者を奪うことが想定される．本来は，行政が既存のバス事業者に対して，高収益路線のある程度の独占や寡占を認める代わりに収益性の低い路線や時間帯も抱き合わせで維持するように規制してきたが，規制緩和で適度な競争により，新規のオンデマンド事業者と既存バス事業者が共存でき，利用者にメリットがあれば良いが，野放図なクリームスキミングが起きることで既存バス事業者が低収益路線を維持できなくなり，結果として，地域の交通網の崩壊を招くこととなる．

クリームスキミングが生じさせないためには，既存の公共交通とオンデマンドサービスとの連携が極めて重要であり，本研究では現行のバスの利用を誘導しつつ，導入したサービスの利用にいくつかの条件を課すことで，両サービスの共存を可能にする ODT を開発し，開発した共存を可能とするオンデマンド交通の利用可能性の検討，および実際にそのサービスを用いた実証における利用実態を報告する．

近年，オンデマンド交通を対象に，受容性・導入可能性やオンデマンド交通のシステム開発とシミュレーション評価，実証実験での評価など数多くの研究が進められている．

例えば，森山ら [3]は，高齢者の行動メカニズムを反映した離散連続モデルに基づき，公共交通サービスの需要予測モデルを提案し，実証を通じて,提案モデルの有効性を確認するとともに地域特性に合った公共交通計画の立案が可能であることを明らかにしている．

赤木ら [4]は，MaaS を対象とする中でアンケート分析による利用評価を行い，AI 配車型オンマンドバスサービスの満足度の差異について，南ら [5]は，オンデマンド交通利用者は知らない人同士で相乗りをすること自体に抵抗がある利用者は少ないが，異性との相乗りや，予約した時刻にズレが生じることには抵抗があることを明らかにしている．

尹ら [6]は，地方部におけるモビリティ向上のためのデマンド交通の適用性検討として，既存のデマンド交通の課題を考察した上で，新しいデマンド交通システムの開発を行い，シミュレーションを通じて地域における適用性を示している．堀口ら [7]は，オンデマンド交通の運行実績のない地域において，現在運行する市営バスの利用実態等を踏まえて予約リクエストデータを作成し，運行エリア，運行台数，車両台数，車両サイズの組み合わせごとのオンデマンド交通導入シミュレーションを実施することで，予約成功状況・平均乗車人数・稼働率等を基に運行形態の検討を行っている．坪内ら [8]は開発したオンデマンドシステムを用いた実証を行い，利用時間を特定せず，ドアツードアの送迎を実現できるサービスが長崎県雲仙市における過疎地での交通サービスとして効用が高いことを示している．

本研究はオンデマンド交通サービスの開発を行う点では同様であるが，既存の地域公共交通と共存する仕組みを包括したオンデマンド交通サービスが実際にどの程度検索され得るのかを検討するものである．

2.　既存の地域公共交通と共存するオンデマンド交通サービス「たのモビ」の開発

(1)　開発コンセプト

著者らは，地域交通に関わる取り組みを進める中で，「交通網・サービスは幹線道路を中心に一部の地区に集中し，地域内で不便な地域が多い」や「高齢者が敬老パスを利用しているが駅･バス停までのラストマイルが困

難である」，「自動車を所有していないため，日常的な買い物や保育園の送迎等が大変である」といった声，課題に直面してきた．自治体がオンデマンド交通サービスの導入を検討する中で，上述したクリームスキミングの問題として，ドアツードアで移動できる点で便利な一方で，既に地域を走る路線バスと同じ区間を走行すると、競合が発生し，結果として，いまある路線バスが廃止になる可能性があり，バス事業者との協議・調整や合意形成が困難な場面に遭遇していた．

そうした中で，地域の公共交通と共存し、「ラストマイル移動・不便を助ける移動」を地域と共創するオンデマンドサービスとして，「たのモビ」の開発が始まった．図-1 にコンセプトを示すように①バスや鉄道で行ける目的地には，最寄りの駅・バス停までの移動を提供する，②バスや鉄道ではいけない目的地（例：バスの路線がない，バス路線はあるが行きたい時間に便がない）には，ドアツードアでの移動を提供するサービスである．将来的にはスマートフォンのみでの運用がオペレータに要する費用面からも望ましいものの，現状高齢者の利用が多いことからも電話での予約も受けつけるものとして運用を行う．

(2) 地域公共交通と共存するためのデザイン設計

オンデマンド交通サービスとしては，スマートフォンを用いて利用者が予約を行う，もしくは予約用の番号にかかってきた電話での利用希望に対して，オペレータがシステムを通じて予約を入力することとなる．その際，出発地と目的地，希望時間を入力して，検索を行い，利用可否を確認の上で，予約完了となる．「たのモビ」にでは，この検索時において，地域公共交通と共存するためのデザインとして，6 つの条件を組み込んでいる．この 6 つを組み込むことで，利用者およびオペレータが利用予約に伴い，検索を行った際に，たのモビの利用場面が，「不便を助ける移動」，「駅・バス停までの移動」に限定され，地域公共交通と共存が可能な仕組みとなっている．具体的にその 6 つの条件を以下より説明する．

1) 目的地が駅（バス停）から遠い
駅，バス停から目的地までのイグレス距離が 300m 以上離れている目的地までの移動を提供する．
2) バスや鉄道だけでは行きにくい
バス，鉄道のみを利用した場合とたのモビを利用した場合で，所要時間差が 30 分以上生じた場合に目的地までの移動を提供する．
3) 交通手段の本数が少ない
希望出発・到着の 30 分以内で使えるバス，鉄道の便がない目的までの移動を提供する．
4) 乗り換え回数が多い
目的地までの乗り換え回数が 2 回以上ある場合に，目的地までの移動を提供する．
5) 乗り換えの待ち時間が長い
乗り換え時の待ち時間の最も長いものが，20 分以上かかる場合の目的地までの移動を提供する
6) 駅・バス停までの距離が遠い
バスや鉄道で行ける目的に対して，駅，バス停までのアクセス距離が 300m 以上ある場合に，最寄り駅，駅までの移動を提供する．300m は 4 分ほど歩く道のりであり，自宅から駅，バス停までのラストマイルを補完することを想定している．

当然のことながら導入を想定する地域により，既存公共交通と共存するとしてもデマンド交通サービスの利用条件も異なり，かつ地域の交通サービス事情や地形，公共交通事業者との合意形成など異なる事情がある．6 つの各条件に対して，下線を付けた数値部分については地域の実情を合わせて，導入を検討する自治体や地域の公共交通事業者，地元住民と協議をして決定するものである．なお，6 つの条件を課しているが，このうち，4 つの条件のみを適用するといった柔軟性を有したデザイン設計となっている．

(3) システムでの「たのもび」予約方法

(1)の開発コンセプト，(2)のデザイン設計を踏まえて，開発した「たのモビ」の予約方法についてスマートフォンでの画面をもとに説明する．なお，本論文内では利用者登録や利用者規約などの詳細は割愛している．

利用者はメールアドレス，パスワードを入力し，たのモビ予約のためにログインした状態が図-2 の 01 で示される画面である．たのモビの登録（予約）には「たのモビ検索」をタップする．次に（02），乗車場所をタップすると，別画面（03）に遷移し，地点を検索することで，登録した自宅や乗車したい場所の名称を入力すると候補が表示され，対象の場所を選択(04)する．このとき，自治体や地元住民と協議により，事前に乗降場所として設定されている場合は，乗降地点番号をいれることでも検索が可能となる．フリーワードや地図から選択することも可能である．同様に①降車場所も選択（05）する．このとき，②日にち，③出発可能時間，④目的地に到着したい時間，⑤乗車人数を入力・選択し，⑥検索する．乗車人数については，利用する車両のサイズにより最大人数は異なる設定となる．ここまでの検索で，たのモビの利用可能性の候補があれば，最初に表示され，依頼することができる仕組みである（06）．このとき，たのモビが表示されない場合でも既存公共交通での検索結果の候補が表示される．なお，公共交通の検索エンジンには（株）ヴァル研究所の mixway[9]を利用している．06 での依頼後は，実際の移動経路が表示され，内容を確認して，最終的な依頼が確定し，予約完了となる．

このように，スマートフォンを日常的に使いこなしている利用者であれば，直感的に入力，予約が可能なシステ

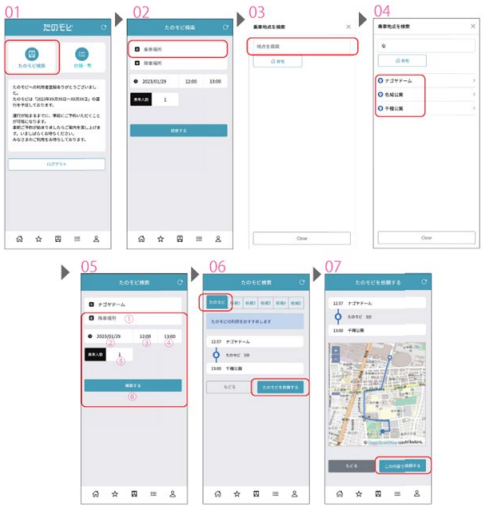


図-2　「たのモビ」のスマホでの予約画面遷移

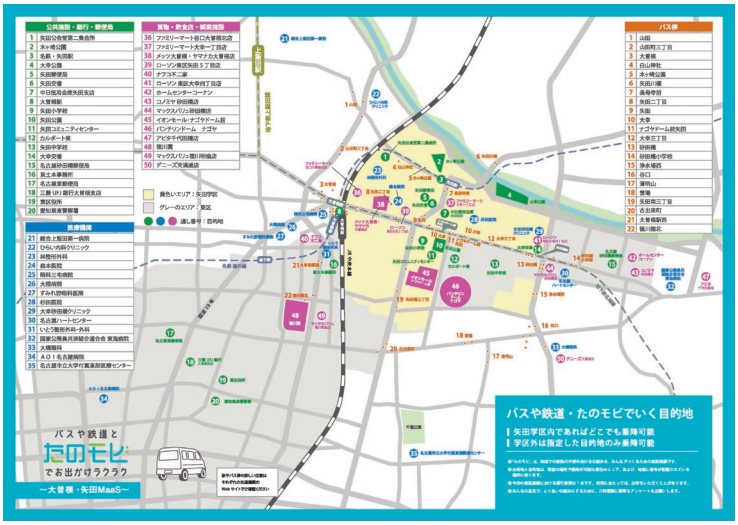


図-3　名古屋市東区矢田学区での乗降場所一覧

ムとなっている．一方で，高齢者をはじめとするスマートフォンに慣れていない人には利用方法のマニュアルや地域の公民館での予約方法のレクチャー，それでも難しい場合は電話でのオペレータを介した予約も受ける仕組みである．

3.　実証フィールド

開発した既存の地域公共交通と共存するオンデマンド交通サービス「たのモビ」に関する利用可能性の検証（第 4 章）にあたり，実際の鉄道，バスの公共交通の時刻表を用いての検討を進める．第 3 章ではそのための実証フィールドについて説明する．

本研究では，愛知県名古屋市東区の矢田学区を対象とする．矢田学区は，名古屋で金山に次ぐ副都心にある大曽根駅の東側に位置している学区となり，面積は 2.173 ㎢，令和 2 年 4 月 1 日現在における人口は 12,810 人，世帯数 6,940 世帯である．学区の中心にはナゴヤドーム(バンテリンドーム ナゴヤ)とイオンがあり，連日多くの利用者で活気の溢れる地域である．また，図書館や小文化劇場などの公共施設，名古屋大学大幸キャンパスや愛教大附属名古屋小・中学校、至学館高校などがあり，学園都市の側面も有している．矢田学区は名古屋北部の公共交通機関のターミナルとなる大曽根駅を拠点に，名鉄瀬戸線矢田駅，地下鉄名城線ナゴヤドーム前矢田駅，砂田橋駅の 4 つの鉄道駅を有している．地区内のバス路線は大曽根駅を拠点に東西の移動はしやすい一方で，地区内の南北の移動は路線も限られている．例えば，矢田学区の居住者が東区役所に行く場合には，役所付近には鉄道駅はなく，自動車を利用するか，サービスレベルの低いバスを利用することとなる．

実証フィールドとなる矢田学区における「たのモビ」の乗降地点を示した地図が図-3 である．実証にあたり，地元住民とともに，公共施設・銀行・郵便局を 20 か所，医療機関を 15 か所，買物・飲食店・娯楽施設を 15 か所，地区内および付近のバス停 22 か所の計 72 か所を乗降地点としている．なお，図-3 で示される地図のうち，利用者は黄色のエリアに居住している人が実証の対象であり，地図に示した 72 か所の乗降地点以外に，利用者の自宅もシステムに登録が可能である．また，黄色のエリアに関しては，位置を地図上で示す形で乗降場所として指定することも可能としている．

実証実験は名古屋鉄道株式会社（以下，名鉄）とも協働し，大曽根・矢田 MaaS の一環として実施しており，名鉄の MaaS アプリ centX の地域版として，たのモビ予約へはアクセスが可能な仕組みとなっている．

4.　「たのモビ」利用可能性の検証

2 章で示したコンセプト，デザイン設計のもと，予約および利用が可能となる既存の地域公共交通と共存するオンデマンド交通サービス「たのモビ」であるが，検索に対して，設定した 6 つの条件に対して，既存公共交通の利用を候補とするのか，はたまた「たのモビ」の利用が候補として出てくるのかについて，本章では，出発地と目的地，利用時間を入力して得られる検索結果に基づき，利用可能性を検証する．なお，ここでの利用可能性の検証はあくまで検索結果として，どの程度「たのモビ」の利用が出てくるのか，言い換えれば既存公共交通の利用が検索されるのかを確認するものであり，実際のユーザーの利用実態に基づく利用可能性でない点に注意されたい．

(1)　検索設定

検索を通じた利用可能性の検証にあたり検索条件について説明する．図-3 に示す実証フィールドで設定した乗降地点のうち，東区役所を降車地点として固定し，公

共施設・銀行・郵便局，医療機関，買物・飲食店・娯楽施設の 49 か所（東区役所を除く）を乗降地点とした．つまり，乗車地点：6 矢田交番→降車地点：19 東区役所のような乗降地点で検索を行っている．検索時間帯は 7 時から 22 時までとし，15 分間隔（例：7 時 00 分，7 時 15 分，7 時 30 分，7 時 45 分）であり，平日・休日を対象とした．上述の設定の上で，上位 3 件の検索結果を出力される．

(2) 検索結果

図-4 に全時間帯・平日休日別検索結果（第 1 位の利用交通手段の内訳）を示す． 平日，休日ともにオンデマンド交通サービスであるたのモビの割合が 6 割を超えており，平日と比較して休日の割合が高い結果となった．この結果の解釈であるが，今回対象と降車場所として指定した東区役所は対象フィールドに対して，交通の便が悪いことも影響して，既存公共交通サービスと共存するデマンド交通サービスであっても，デマンド交通サービスが優先して検索される結果であったことが推察される．

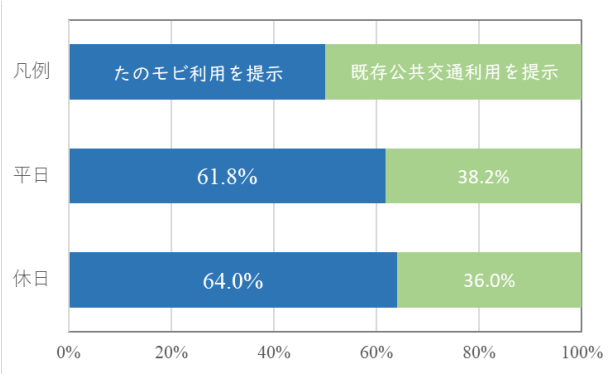


図-4 検索（第 1 位）の結果

5. おわりに

本研究では，現行のバスの利用を誘導しつつ，導入したサービスの利用にいくつかの条件を課すことで，両サービスの共存を可能にするオンデマンド交通サービス（たのモビ）を開発し，検索時にどの程度デマンド交通システムで利用が提示されるのかについて，名古屋市東区矢田学区を対象として，分析を行った．比較的たのモビを利用する時間帯が多く検索される結果となったが，今回降車場所として設定した東区役所は対象エリアに対して，バスで行くことができる時間が限定される便の悪い降車場所であったことが影響していることが考えられる．今回は他の乗降場所で更なる分析を進める．また，今回得られた結果はあくまでも検索時にどの程度デマンド交通サービスの利用を提示するのかに関する分析であり，実際の利用とは異なっており，検索結果と実際にシステム導入に伴う実利用についての比較分析も行いたい．

参考文献

1) 国土交通省中部運輸局：デマンド型交通の手引き（平成 25 年 3 月），https://wwwtb.mlit.go.jp/hokushin/content/000104104.pdf（2023 年 10 月 1 日アクセス）
2) 国土交通省中部運輸局：続・デマンド型交通の手引き（平成 26 年 3 月），https://wwwtb.mlit.go.jp/hokkaido/content/000174198.pdf（2023 年 10 月 1 日アクセス）
3) 森山昌幸，藤原章正，張峻屹，杉恵頼寧：中山間地域における高齢者対応型公共交通サービスの需要予測モデルの提案，土木学会論文集，No. 786/IV-67, 2005.
4) 赤木大介，神田佑亮，諸星賢治：条件不利環境に対応した MaaS の設計と社会実装に関する実証研究，土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 76, No. 5 (土木計画学研究・論文集第 38 巻), pp. I_1197-I_1208, 2021.
5) 南亮太朗，佐野可寸志，西内裕晶：三条市乗合タクシーの相乗り意識に着目した利用者実態，土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 72, No. 5, pp. I_743-I_750, 2016.
6) 尹鐘進，堀口拓未，森地茂：デマンド交通の導入による地方のモビリティ向上に関する研究，運輸政策研究，Vol.24, pp.27-34，2009.
7) 堀口拓未，五十嵐達哉，尹鍾進，竹林弘晃，長谷川翔生：シミュレーションによるオンデマンドモビリティの運行計画策定手法に関する研究～栃木県矢坂市の交通再編計画を事例として～，土木計画学研究発表会・講演集，Vol. 63, CD-ROM, NO.54-1, 2021.
8) 坪内幸太，大和裕幸，稗方和夫：過疎地における時間指定のできるオンデマンドバスシステムの効果，日本ロボット学会誌，Vol. 27, No.1, pp.115-121, 2009.
9) Val 研究所:mixway, https://mixway.ekispert.net/(2023 年 10 月 10 日アクセス)

(2023. 10. 13 受付)

POTENTIAL OF A NOVEL DRT SERVICE AIMING FOR CO-EXISITNG WITH CURRENT BUS SERVICVE

Chiho KENMOCHI, Toshiyuki NAKAMURA and Tomio MIWA

Many local governments in Japan have now introduced or are considering to introduce a DRT service as an alternative to traditional bus service. However, in many cases, the introduction of DRT has led to an

increasingly difficult situation for existing bus services. To Ensure the sustainability of regional transportation, new and existing transportation services need to well cooperate with each other. Failure of such cooperation will degrade the service level of local public transportation and deteriorate the living environment. To solve this problem, our research group has developed a novel DRT service that can complement the current bus service. The developed DRT service can allow both services to co-exist by imposing some conditions for the use of DRT introduced, while inducing the use of current buses.