【研究・技術ノート】

山陽小野田市のデマンド型交通の運行管理者
を支援するソフトウェアの試作

古嶋佑脩*・倉持宣行**・加藤暢恵***・井上 啓****

Development of Prototype Software to Support the Service Administrator
of the On-Demand Traffic at Sanyo-Onoda City

Yusuke KOJIMA*, Nobuyuki KURAMOCHI**, Mitsue KATO***, Kei INOUE****

Abstract: In a depopulated area at a local government, the number of passengers using a bus service is decreasing by effects of both falling birthrate and depopulation. In such regions, bus lines eliminate many bus routes because their operation can be unprofitable. The abundant of bus services causes to lose connections with public transportations. An on-demand traffic is expected to introduce as an alternative traffic system of bus services in such areas.

One of the most critical things to operate the on-demand traffic is to determine an optimum patrol road of addresses of their users. It has been four years since Sanyo-Onoda city introduced an on-demand traffic. The number of their users of the on-demand traffic tends to increase gradually. In such situations, we try to develop a QGIS plugin to search and display the optimum patrol road in the on-demand traffic at Sanyo-Onoda city.

Keywords: 地域課題解決 (Resolution of regional problem), デマンド型交通 (On-demand traffic), QGIS プラグイン (QGIS plugin), 地図ベースアプリケーション (Map-based application)

1. はじめに

山陽小野田市立山口東京理科大学（以下、本学と略）は、2016年4月に地元自治体である山陽小野田市を設置団体とする公立大学法人下の公立大学に移行した。本学は公立大学前から地域キーパーソンの育成をスローガンに掲げて教育・研究を行っており、公立大学化後は、さらに、工学系の公立大学（2018年4月薬学部新設により、薬工学系の公立大学となった）ならではの地域貢献の取組が期待されるようになった。

山陽小野田市は山口県西部に位置し、その総人口は約6万3千人（山口県13市6町中で上位から7位、平成30年11月末日）であり、山口県の典型的な地

方都市である。山陽小野田市は2005年3月に小野田市（以下、小野田南部地域という）と厚狭郡山陽町（以下、厚狭北部地域という）が合併して誕生したという経緯がある。山間部の過疎地域を有する厚狭北部地域は、自家用車の普及だけでなく少子高齢化による人口減少の影響を受けやすく、採算の取れなくなった定期運行型の路線バスが撤退・廃止されている。そのため、山陽小野田市が主体となって「厚狭北部便」を運行しているが、利用者は減少傾向にあった。自家用車の利用が困難な高齢者が年々増加していることから、地域の公共交通を費用対効果の面からも効率よく確保することが課題となっている。

このような住民の交通手段を確保し、公共交通の

-
- * 非会員 株式会社西京システムサービス (Saikyo System Services, Inc.)
〒745-0002 山口県周南市二番町3丁目12-2
- ** 非会員 元山陽小野田市立山口東京理科大学工学部電気工学科 (Sanyo-Onoda City University)
〒756-0884 山口県山陽小野田市大学通1-1-1
- *** 非会員 島根県立大学短期大学部総合文化学科 (The University of Shimane)
〒690-0044 島根県松江市浜乃木7-24-2
- **** 会員 山陽小野田市立山口東京理科大学工学部電気工学科 (Sanyo-Onoda City University)
E-mail: kinoue@rs.socu.ac.jp

空白地域を無くすため、多くの地方自治体がコミュニティバスを運行している。しかし、赤字の交通サービスの確保・維持は自治体の財政負担を招くこととなる。このような地域においてバスに代わる地方自治体の財政負担を軽減させる公共交通の手段の一つとして、デマンド型交通がある。デマンド型交通とは、定期型の路線バスと異なり、利用者の要望に合わせて運行経路や運行ダイヤなどを柔軟に変化させて無駄な運行を削減するものである（国土交通省、2013）。デマンド型交通に関わる研究プロジェクトとして、東京大学によるオンデマンド交通プロジェクト「コンビニクル」が実施され（坪内孝太ら、2008、2010）、実証研究を経て、現在は、実際に運用されている。

こうした状況の中で、山陽小野田市では、山陽小野田市地域公共交通会議において、厚狭北部地域において望ましい公共交通のあり方について検討を重ね、2015年1月に厚狭北部地域にデマンド型交通のサービスの提供を始めた。デマンド型交通の中にもいくつかの形態があり山陽小野田市では乗合型タクシーの形態を取っている。

本研究の目的は、山陽小野田市のデマンド型交通の運行管理者である山陽小野田市商工労働課を技術支援するソフトウェアを開発することである。

2. 山陽小野田市のデマンド型交通システム

山陽小野田市のデマンド型交通は、現在、厚狭北部地域の2地区（エリア①およびエリア②）から厚狭駅周辺の厚狭地域中心部を結ぶ2路線のデマンド型乗合タクシー（殿様号と姫様号）を運行している（図1）。

同市のデマンド型交通の仕様は、ある決まった時間発の便に事前予約をしてもらい、上り便は予約者の自宅へ順次迎えに行き厚狭駅周辺の厚狭地域中心部に送り届け、下り便は厚狭地域中心部から自宅に送り届けるという形である（山陽小野田市、2017）。目的地まで途中下車はないため、事前予約締切時点（運行30分前）にすべての乗車予定者が確定する。

以下では、同市のデマンド型交通の特徴とそれを考慮した上で、必要となる機能について述べる。

図1 デマンド型乗合タクシーの対象地区

- (1) 地元のタクシー業者にデマンド型交通システムの運行を委託している。

ベテランのオペレーターがいるため大規模な支援システムは必要ない。しかし、事前に運行計画を立てるために送迎する地点の効率よい巡回経路を求めて、電子地図上に表示する機能は必要である。

- (2) 利用者は利用登録者に限定される。

登録者以外の利用者がおらず、あらかじめ最初の乗車地の出発時刻が固定されている。そのため、乗車地として、事前に利用登録者の利用者情報を登録する機能が必要である。

- (3) 利用者の降車地は、厚狭駅周辺の病院と買物施設に限定される。

降車地として、事前に目的施設情報を登録するための機能が必要である。

- (4) デマンド型乗り合いタクシーの最大利用者数は9名である。

出発地（始点）及び目的地（終点）（各1点）以外に乗車地及び降車地（各最大9点）を想定する必要がある。

- (5) 降車地となる病院や買物施設の場所は厚狭駅周辺に固まっている。

事前予約した利用者のすべての住所（乗車地）を経由し、すべての降車地を一括して経路探索すると最短経路探索にかなりの時間を要する。この特徴を考慮し、最後の利用者の乗車地を新たな出発地とするように最短経路探索機能を改良する必要がある。

(6) 運行記録を保管しておく必要がある。

デマンド型乗合タクシーを運行した年月日、出発時刻、利用者名、乗降場所名のログを記録するための支援機能があるとよい。

本研究では、山陽小野田市のデマンド型交通の運行管理者(山陽小野田市商工労働課)の支援をすることを想定して、上記の(1)～(6)の特徴を考慮した支援ソフトウェアの試作を行う。なお、利用者の状況に合わせて機能の追加・変更を自由に行えるように、オープンソースのGIS (Geographic Information System: 地理情報システム) ソフトウェアであるQGISのプラグインとして開発する。

なお、開発に使用したソフトウェアは、QGIS2.18.14 (Las Palmas), Qt Designer, Python IDLE, Plugin Builder, OpenLayers plugin (Harwani, 2011; Lawhead, 2015; Riverbank Computing, 2016; QGIS API Documentation, 2016; QGIS Documentation, 2018)。また、実行環境は、Windows10 Home (64ビット), Corei5 7200U (2.50GHz), メモリ 8.00GBである。

3. 開発したQGISプラグイン

3. 1. 基本機能

図2 操作パネルプラグインの外観

前節2の(1)の特徴を考慮して、基本機能を「地図の取得、出発地と目的地の選択、経由点の追加・

削除、巡回速度の設定、出発時刻の設定、経路表示」とすることを決定した。基本機能が組み込まれた操作パネルプラグインの外観を示す(図2)。

① 地図の取得

QGISで表示している地図データを取得する。

② 出発地と目的地の選択

「出発地」または「目的地」のボタンを押した後、地図上をクリックする。その結果、地図上の緯度・経度情報(以下、座標という)が自動入力される。なお、AUTOボタンをクリックすれば出発地と目的地として運行を委託しているタクシー会社の座標が自動入力される。

③ 経由点の追加・削除

「追加」ボタンを押した後、地図上をクリックすることで巡回する経由地点の座標が自動入力される。また、右のリストから座標を選択し、「1件削除」ボタンを押すことでその地点を削除することができ、また、「全削除」ボタンを押すと全ての経由点を削除することができる。

④ 巡回速度の設定

巡回する車両の速度(時速)を設定する。初期設定として乗降時間2分、時速30kmとする。また、「経路表示」ボタンを押した際、乗降時間と速度の表示の左側に経路の距離(距離)と総時間(時間)を表示する。

⑤ 出発時刻の設定

出発時間を設定し、その後、「経路表示」ボタンを押した際にそれぞれの点への到着時間が表示される。

⑥ 経路表示

「経路表示」ボタンを押すと、選択された経由点を通過する最短経路を計算・表示する。なお、「経路削除」ボタンを押すと、表示されている経路を削除する。

前節2の(1)の特徴を考慮した機能の実装結果として、最短経路探索結果の表示例を以下に示す(図3)。

なお、図3において、○(黒丸)は出発地(始点)、○(赤丸)は乗車地または降車地、○(青丸)は目的地(終点)である。

図3 最短巡回経路の表示
(「基盤地図情報データ」(国土地理院) 上に表示)

3. 2. 利用者・目的施設情報の登録・追加

基本機能とは別に、前節2の(2)と(3)の特徴を考慮して、事前登録者の緯度・経度の入力を簡素化するために、Excel ファイルのデータを QGIS 上で編集・追加・削除を行うことのできるデータ追加プラグイン(図4)を作成した。

図4 データ追加プラグイン

乗客利用客一覧 :: 拘捕物数: 10, フィルター数: 10, 選択数: 0

ID	利用客ID	名前	フリガナ	性別	電話番号	携帯電話	住所	LocName	KX	FY	KConf	(Lvl)
1	1	登録者名1					山口県山陽小野田市厚狭	山口県...	10...	34...	5	7
2	2	登録者名2					山口県山陽小野田市厚狭	山口県...	10...	34...	5	7
3	3	登録者名3					山口県山陽小野田市厚狭	山口県...	10...	34...	5	7
4	4	登録者名4					山口県山陽小野田市厚狭	山口県...	10...	34...	5	7
5	5	登録者名5					山口県山陽小野田市厚狭	山口県...	10...	34...	5	7

全ての地物を表示する

図5 利用者情報のデータ形式

なぜなら、運行を委託しているタクシー会社は、利用者・目的施設情報として、名前、住所、緯度、経度を Excel で作成・編集しているからである(図5)。

なお、乗車地と降車地として利用者・目的施設情報の追加を行うためには、地図データを取得した上で以下の手順で操作を行えばよい。

- ① 「乗降地点の切り替え」ボタンを押して、乗車地または降車地リストのどちらかに利用者・目的施設情報を追加するかを選択する(図6の①)。
- ② 「住所一覧」から該当する利用者の住所または目的地の住所を選択する(図6の②)。
- ③ 「選択住所追加」ボタンを押す(図6の③)。
- ④ 「追加ボタン」を押す(図6の④)。

図6 利用者・目的地情報の追加

上記の手順で操作を行った結果、乗車地または降車地リストに利用者・目的施設情報の緯度・経度が追加される(図6の下線部)。

3. 3. 最短経路探索機能の改良

最短経路探索では、経由地点(乗車地と降車地)が増えるにつれて計算量やメモリの使用率が増大し、計算処理が重くなる傾向がある。前節2の(4)により、乗車地及び降車地をそれぞれ最大9地点(合計18地点)に対して経路探索可能であれば十分である。また、前節2の(5)より、経由地の経路探索区域(図7の①)と目的地の経路探索区域(図7の②)を別々に探索することで経路探索に要する時間を短縮した。

図7 経路探索区域の分割

3. 4. ログ作成機能の追加

前節2の(6)の特徴を考慮した機能として、最短経路探索時に、年月日、デマンド型乗合タクシー出発時刻、利用者名、乗降場所名のログを作成する機能を追加する。実際には、プラグインにおいて、経路表示、ログ設定タブを切り替えて使用する(図8)。

図8 ログの設定画面

図8における「ログを作成する」チェックボックスにチェックを入れておくことと、最短経路探索後

にログファイルが自動で作成される(図9)。

	年月日	出発時刻	登録ID	登録者名	乗降場所
1	2017/11/15		1	登録者名1	厚狭駅
2			4	登録者名4	山陽勤労青少年ホーム
3			6	登録者名6	(元)厚狭公民館前
4			9	登録者名9	マックス/リュウ厚狭店

図9 自動作成されたログファイル

ログファイルはCSV形式に対応しており、運行を委託しているタクシー会社がExcelを用いてデータの追加・変更・削除が可能である。そのため、デマンド型乗合タクシーが最短経路探索で求めた経路を実際に利用した場合、時刻の更新のみで運行記録を作成できる。

4. 考察

山陽小野田市のデマンド型交通の特徴を考慮した機能をもつソフトウェアの試作を行った。

まず、2の(1)の特徴を考慮して、基本機能を実装した。具体的には、基本機能として地図の取得、出発地と目的地の選択、経由点の追加・削除、巡回速度の設定、出発時刻の設定、経路表示をする基本機能を実装した。その結果、デマンド型乗合タクシーが出発する前に送迎する地点の効率よい巡回経路を求めて、電子地図上に表示することが可能になった。

次に、2の(2)と(3)の特徴を考慮して、利用者・目的地情報の登録・追加機能を実装した。ここでは、運行を委託しているタクシー事業者がExcelファイルで運行データ管理を行っていることから、ExcelファイルをQGIS上で編集・追加・削除を行うことのできるデータ追加プラグインを作成し、登録された利用者・目的施設情報を経路地や目的地として追加できるようにした。

さらに、2の(4)と(5)の特徴を考慮して、最短経路探索機能の改良を行った。具体的には、乗車地と降車地の経路探索区域を分けて最短経路探索を行うことで、経路探索に要する時間を大幅に短縮できた。実際に本研究の実行環境(Windows10 Home (64ビット), Corei5 7200U 2.50GHz, メモリ8.00GB)

では、乗車地と降車地の経路探索区域を分けることによって、乗車地と降車地としてそれぞれ最大数9点（合計18点の経由地）を最短経路探索した場合にかかった時間は6～7秒であった。しかし、乗車地と降車地の経路探索区域を分けない場合は、乗車地と降車地として合計10点（合計10点の経由地）の最短探索をするのに20秒以上かかっていた。

最後に、2の(6)の特徴を考慮して、ログ作成機能を追加した。その結果、最短経路探索時に、年月日、デマンド型乗合タクシー出発時刻、利用者名、乗降場所名のログを作成することが可能となった。これにより、デマンド型乗合タクシー運行記録時の手間を省くことができ利便性が向上したと考えられる。

以上のことから、山陽小野田市のデマンド型交通の運用管理者が使用するに当たって必要となる機能を実装できたと考えられる。

5. おわりに

本研究では、山陽小野田市のデマンド型交通の運行管理者を支援することを目的として、山陽小野田市のデマンド型交通の6つの特徴を考慮した機能をもつQGISプラグインを試作することができた。

現在、山陽小野田市では厚狭北部地域の2地区から厚狭駅周辺の厚狭地域中心部を結ぶ2路線のデマンド型乗合タクシー（殿様号と姫様号）を運行している。今後は、現在運行している2地区以外でのデマンド型乗合タクシーの導入の検討を始める予定である。運行管理者である山陽小野田市商工労働課の担当者からは、デマンド型乗合タクシーの新規導入計画を立案するに当たり、新規導入対象地域の巡回経路の距離計算ができれば有難いとのことで、現段階でのソフトウェアでも十分活用できるとの評価をいただいている。

今後の課題としては、本プラグインのUser Interface (UI) の改善が挙げられる。現状としては、本プラグインの操作については、しばしば、操作マニュアルを見ながらの操作が必要な状況である。そのため、操作マニュアルを見なくても直感的に操作できるようにUIの改善を進めている。

また、タイムテーブルの時間計算の改善も考えら

れる。現在の計算では、指定した時速と得られた距離から時間を計算している。原則として渋滞等の発生しない地域での運用であるため、運行中にデマンド型乗合タクシーの速度が大きく変化をするとは考え難いが、登録利用者が乗車する出発地周辺は過疎地域が多い一方で、登録利用者が降車する目的地周辺（厚狭駅周辺）では時間帯によっては交通状況の設定が異なることも予想される。そのため、出発地と目的地周辺の状況に合わせて平均速度を調整するなどの改善を行えば、さらにプラグインの利便性が向上すると考えられる。

参考文献

- 国土交通省 (2013), デマンド型交通の手引き,
<http://www.tb.mlit.go.jp/hokushin/hrt54/com_policy/pdf/5-1demand.pdf>
- 坪内孝太, 大和裕幸, 稗方和夫 (2008), オンデマンドバスシステムの実証実験による評価, 運輸政策研究, Vol. 10, No. 4, pp. 11-20.
- 坪内孝太, 大和裕幸, 稗方和夫 (2010), オンデマンドバスの導入設計シミュレータの開発と評価, 人工知能学会論文誌, Vol. 25, No. 3, pp. 400-403.
- 山陽小野田市 (2017), 山陽小野田市デマンド型交通（予約型乗合タクシー）運行のお知らせ,
<<https://www.city.sanyoonoda.lg.jp/soshiki/23/demandunkou.html>>.
- B.M.Harwani (2011), Introduction to Python Programming and Developing GUI Applications with PyQt, COURSE TECHNOLOGY.
- J.Lawhead (2015), QGIS Python Programming Cookbook, PACKT PUBLISHING.
- Riverbank Computing (2016), PyQt4 Reference Guide,
<<http://pyqt.sourceforge.net/Docs/PyQt4/index.html>>.
- QGIS API Documentation (2016), QGIS API Documentation, <<https://qgis.org/api/>>
- QGIS Documentation (2018), Network analysis library,
<https://docs.qgis.org/testing/en/docs/pyqgis_developer_cookbook/network_analysis.html>
- (2019年2月2日原稿受理, 2019年3月5日採用決定, 2019年4月12日デジタルライブラリ掲載)