山陽小野田市のデマンド型交通向け巡回経路探索用 QGIS プラグインにおける簡易経路探索モードの設計

Designing the Wizard Which Simplify the Usage of the QGIS Plugin that Assists in Finding an Optimal Path for the On-demand Traffic Service on Sanyo-Onoda City.

山本頼弥1 糸賀拓馬1 井上啓1

Raiya Yamamoto¹, Takuma Itoga¹, and Kei Inoue¹

¹山陽小野田市立山口東京理科大学 ¹Sanyo-Onoda City University

Abstract: We have developed a plugin for QGIS to find an optimal path to support running the on-demand traffic service in Sanyo-Onoda city. In previous research, we re-designed the user-interface of the plugin in order to develop usability. We reviewed the re-designed user-interface with staff from the Sanyo-Onoda city hall who are in charge of the on-demand traffic service. Then, we concluded that the improvement made plugin usage easier, but still users have to set up factors which they do not need to do, such as map layer data and setting for pathfinding. Therefore, in this research, we design the wizard that simplifies the usage of the plugin and additional functions that support the wizard. As an intermediate evaluation, we prototyped the wizard with minimum required functions to find an optimal path and reviewed the usability of the wizard with the staff from the city hall. We concluded that the design of the wizard is exceptional though we need some more adjustment.

1. はじめに

山口県山陽小野田市厚狭北部地域では、マイカー の普及や人口減少などに伴う利用者の減少により採 算の取れなくなった路線バスが運行廃止となり、代 替手段として導入したコミュニティバスも利用者が 減少している.こうした中、山陽小野田市は厚狭北 部地域に乗り合い型タクシー方式のデマンド型交通 システムを導入した[1].デマンド型交通とは、定期 運行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[2].同市のデマンド 型交通では、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 き厚狭地域中心部から自宅に送り届けるという形 で運行されている[3].

これまで順調に利用者が増えてきているが,運用 においてはその地域に詳しい熟練ドライバーに依存 している部分も多々ある.こうした状況に対し,デ マンド型交通サービスの運行を支援するために,著 者らは巡回経路探索機能を含む QGIS 用運行支援プ ラグインの開発を行っている[4] [5]. これまでの開発では、まず、山陽小野田市がデマ ンド型交通サービスを提供している地域における最 短運行経路を探索できる機能を実現した.しかしな がら、ユーザインターフェイスがわかりにくく操作 手順が明確になっていないという問題が残った.そ の問題に対し、プラグインの画面構成を再設計し、 操作手順を整理したプラグインを開発した.また、 それと同時にデマンド型交通システムに必要なログ データを出力する機能を試作した.(これらのプラグ インの詳細は第2章にて述べる.)

ユーザインターフェイスを改良したプラグインを 山陽小野田市役所商工労働課(以下,市役所とする) のデマンド型交通サービスの担当者(以下,担当者と する)に評価していただいたところ,デマンド型交通 サービスを運用する上で必要な機能は揃っていると いう講評をいただいた.しかしながら,設定する項 目が多く,運行業務に直結しない項目も利用者が設 定するようになっていることもわかった.

そこで、本研究では、打ち合わせの内容に基づき 運行業務時における経路探索に特化した簡易経路探 索モードを設計する.本稿では、簡易経路探索モー ドの設計内容と設計に基づいて試作した簡易経路探 索モードのレビュー結果について報告する.

2. 実装済みプラグインの現状整理

本章では実装済みのプラグインの現状を整理する. なお,詳細な説明は参考文献[4][5]に譲る.

図1が参考文献[4]の時点で実装されたプラグイン (以下,旧プラグインとする)の概観である.旧プラグ インでは,山陽小野田市が提供しているデマンド交 通サービスを提供している地域での経路探索を行う ことができる.乗り場9地点,降り場9地点の最大 18経由地点を登録することができ,それらを経由す る最短経路を探索することができる.



図 1: 旧プラグインの概観

このプラグインを用いて探索された経路は図2に 示すように地図上に青線で表示される.しかし,旧 プラグインでは道路地図を利用しているため主要道 路の道路線のみが表示され,運行する地域の住宅や 施設との関連付けが難しいという問題が残っている.



図 2: 旧プラグインでの探索結果

それに加え、旧プラグインでは、運行時に経由す る地点が日本語ではなく座標で表示されていたり、 操作手順が図3に示すように複雑でわかりにくかっ たりする問題があった.(図中の矢印がマウスの導線, ①~⑧が操作の順序である.)



図 3: 旧プラグインの操作手順

そこで、参考文献[5]では旧プラグインの問題点を まとめ、ユーザインターフェイスのわかりにくさの 改善を行った. 図4がユーザインターフェイスを改 良したプラグインの概観と操作の流れである.(この プラグインを以下 UI 改良プラグインとする.)



図 4: UI 改良プラグインの概観と操作の流れ

UI 改良プラグインでは,操作の種別毎に画面内の 領域を,それぞれが(A)探索準備,(B)経由地点と探索 方法の選択,(C)探索結果の編集,の各作業に対応す る領域となるようにユーザインターフェイスを再設 計した.A,B,Cの作業に対応する領域を上から順に 作業していくことで旧プラグインと同じ経路探索を 行うことができる.

また,UI 改良プラグインでは,QGIS 側の操作を することなくプラグイン内の操作だけで作業が完結 するように,住所録をQGIS のレイヤパネルから選 択する方法でなく,OS標準のエクスプローラーを用 いて選択する方法を利用できるようにした.

ユーザインターフェイスの改良に加え,市役所の 担当者の要望に応え,実績サービス提供時間・距離 の表示を行えるようにした.実績サービス提供時間・ 距離とは,その日のデマンド型交通サービスの運行 を全て終えるのに走行した時間および距離である. これを実現するために,まず,経路探索結果より走

行時間・距離および回送時間・距離を算出できるようにした.そして、予約受け付けや運行便間の待機時間など、その他の業務に費やした時間を入力できるようにし、それらの合計を求めることで実績サービス提供時間・距離を算出する.

予備評価を行い、旧プラグインよりは操作がわか りやすくなったという結果を得られたが、画面内に タブが多い、一部のボタンの機能がわかりにくい、 などといった意見が見られ、依然として改善点が残 っている.

3. プラグインへの新たな要求事項

本章では、現状のプラグイン[5]に対する新たな要 求についてまとめ、要件を定義する.本章の内容は、 現状のプラグインを市役所のデマンド型交通サービ スの担当者と確認したときの議論内容に基づく (2019年6月実施).

3.1. 簡易経路探索モード

市役所の担当者との確認において, さらなる操作 性向上に向けて簡易経路探索モードの実現に関する 要求があった.現状のプラグインにおいても操作手 順を明確化し,ユーザビリティを向上させているが, 地図レイヤの設定や経路探索方法の設定など運行業 務に直結していないものに関する設定も依然として 行わなければならない.

したがって,運行に関わる設定のみを行うだけで 経路探索が実施できる画面を新たに設計する.例え ば,ATMのように必要な作業が一定の作業量で画面 ごとに分割されており,それらの画面上で適宜情報 を入力していけば操作が終了するような画面が望ま しい.このような画面設計にすることで,操作手順の簡略化と操作ミスの削減をめざす.

3.2. 追加機能

上記の簡易経路探索モードが実現した上で,以下 に示す機能が実現できると運行時に更にプラグイン が利用しやすくなるのではないかという意見も出た.

- (1) 利用するデータの自動設定機能
- (2) 経由地点の保存と呼び出し機能
- (3) 補助金申請用資料向けデータ記録機能
- (4) 住宅地図の導入
- (5) 乗車人数のカウント機能
 - (6) 利用者の検索機能

3.2.1. 利用するデータの自動設定機能

この機能は上述の簡易経路探索モードの実現と関 連する機能である.現状のプラグインでは経路探索 を行う度に地図データや住所録を選択する必要があ る.毎回同じ操作を行うことは、プラグインを利用 する上で煩雑さを感じることに繋がってしまう.

そこで、まず経路探索用簡易画面にどちらのサー ビスか(殿様号か姫様号か)と第何便かを選択する部 分を作成する.そして、その選択結果に従って、例 えば、その便に対応する乗り場と降り場の住所録や 施設データを自動で読み込むようにする.このよう に自動で対応するデータを設定することでプラグイ ン利用者の行う操作手順を省き、経路探索に必要な 操作を簡略化する.

3.2.2. 経由地点の保存と呼び出し機能

本プラグインが支援対象としているデマンド型交 通サービスでは運行 30 分前までに適宜予約が可能 であり、利用者が確定してから経路を探索するまで 30 分しか猶予時間がない.そのため、予約を終了し てから利用者全員分のデータをプラグインに入力す ることになる.こうした中で、経路探索を行うまで 予約者のメモをどこかに保持しておき、予約者が確 定してから全員分入力しなければならないことが作 業の煩雑さを生じさせる原因になると考えられる.

そこで、予約があった時点で随時プラグインに予 約状況のデータを登録し、該当の日付と便を選択す ると自動で呼び出せるようにする.このようにする ことで上述の煩雑さの減少を狙う.

3.2.3. 補助金申請用資料向けデータ記録機

能

国からの補助金を申請する資料のひとつとして運 行記録が求められる.市役所が利用している報告書 のデータ形式を参考にし、プラグインにより出力可 能なデータは極力報告書のデータ形式に近づけた形 でプラグインから取得できるようにする.これによ り運行記録の作成の負担の軽減を目指す.

3.2.4. 住宅地図の導入

第2章で示した通り,現状のプラグインで利用している地図は道路地図であり,主要道路に対応する 道路線が表示されているだけである.経路探索結果 がどこを通っているかより明確にするために住宅地 図を導入する.

3.2.5. 乗車人数のカウント機能

最大乗車可能人数が9人のため、現状のプラグインでは経由地点として乗り場と降り場をそれぞれ9 地点登録できるようになっている.しかしながら、 実際の運行では1地点で複数人乗車および降車する ことがある.そのため、経由地点登録時にある地点 に対して乗車予定人数および降車予定人数を登録で きるようにする.また、ここでのカウント数を利用 して9人以上の登録をできないようにする.

3.2.6. 利用者の検索機能

山陽小野田市のデマンド型交通サービスでは,利 用希望者は事前に利用登録をして ID を発行してお く必要がある.しかしながら,サービス利用者が増 えるにつれ,(1)利用者 ID 表の中から該当 ID を見つ け出すのに手間がかかる,(2)利用者自体が ID を覚 えておらず氏名や自治会名で予約をする場合が多々 ある,といった問題が生じている.そこで,(1)の問 題に対しては ID を直接打ち込むことで利用者を特 定し,そのままプラグインに情報を入力できるよう にし,(2)の問題に対しては名前や自治会で ID を検 索できるようにして解決する.

4. 簡易経路探索モードの設計

本章では,第3章での議論に基づいた簡易経路探 索モードの設計を示す.

4.1. 基本的な画面構成

3.1 項で述べた通り, ATM を利用するようなイメ ージで必要な操作が一定の作業量で画面ごとに分割 されている画面構成が望ましい.本プラグインにお ける作業を作業の種類毎に分割すると大きく,

- A. 日付や便情報の入力
- B. 乗り場と降り場の登録
- C. 登録情報の確認および経路探索実行
- D. 経路探索結果の確認
- の4つに分けることができる.この4つを作業区分

とし,1つの画面で1つの作業を行うように画面を 設計し,A~Dの4ステップを経ることで経路探索 が実現できるようにする.

4.1.1. 日付や便情報の入力

日付や便情報を入力する画面の概観を図5に示す.

🕺 Tr	aveli	ing Sa	ilesmar	n Proble	em									-		Х
<u>1.</u> 九	日(シ!	<u>こち(</u> ダー)	<u>の</u> 選 から日	払 にちを	·選扔	れて	くださ	い。								
G				10月。	2019			٢								
		B	月	火	水	木	金	±								
4	D	29	30	1	2	3	4	5								
4	1	6	7	8	9	10	11	12								
4	2	13	14	15	16	17	18	19								
4	4	20	21	22	30	31	1	20								
4	5	3	4	5	6	7	8	9	2019	年	10	月	16	н	水	
2	. <u>j</u>	<u>『行</u> ·	<u>号の</u> ・	選択 殿樹	转号				○姫様╄	nin						
3	.便	Dì	<u> </u>													
	•	第1 (E O	第2個	e o	第31	E O	第4個	更 〇 第5便	01	第6便	0	第7	便() 第8個	E
○ 利用者・施設の登録																
♀ 実績サービス提供時間・距離の表示																

図 5: 日付·便情報登録画面

この画面では、画面上の節番号に従いまずカレン ダーから日付を選択する.日付を設定したら殿様号 か姫様号かどちらの運行号かを選択する.最後に、 第何便に関して作業を行うかを決定する.これらの 情報を選択できたら、「利用者・施設の登録」ボタン を押し、乗り場と降り場を登録する画面に移動する.

また、この画面で「実績サービス提供時間・距離 の表示」ボタンを押すと、カレンダーで選んだ日付 のサービス運行状況の記録を閲覧することができる.

4.1.2. 乗り場と降り場の登録

乗り場および降り場を登録するための画面が図 6 ~図9である.まずは、これらの画面を用いて乗り 場と降り場の登録をする流れを説明する.

まず,図6中の「利用者住所一覧」ボタンを押し 図7の利用者登録画面を開く.利用者登録画面には サービス登録者が表示されており,この一覧の中か ら予約者を選択・登録する.登録された利用者は図 6の画面中の登録した利用者一覧に表示される.



図 6: 利用者登録画面 1



図 7: 利用者登録画面 2

利用者の登録が完了したら,画面上部のタブをク リックし,施設登録画面(図8)を表示する.こちらも 図6の画面と同様に図8の画面中の「施設住所一覧」 ボタンを押し,図9の施設登録画面を開く.施設登 録画面にはデマンド型交通サービスの乗降場所とし て登録されている施設が表示されており,この一覧 の中からサービス利用者が利用予定の施設を選択・ 登録する.登録された施設は図8中の登録した施設 一覧に表示される.

💋 Traveling Salesman Problem	n		-		×			
利用者・施設の登録	 <u>利用者・施設の登録</u>							
タクシーに乗る利用者の住所、経由する施設の住所を登録してください。								
利用者登録 施設登録								
登録したい施設を施設住所一覧から選んでください。								
登録した施設一覧								
施設住所一覧	丸久厚狭店 いどがリニック はせがわ耳鼻グリニック							
肖明余								
全削版余								
データ	DI保存	0 戻る	0 #	認画面				

図 8: 施設登録画面 1

💋 MainWindow	-	- 0	×					
施設住所一覧								
施設を施設の種類で検索できます。								
	施設一覧							
○ スーパー	ID: 1 厚狭駅(在来線口) ID: 2 厚狭駅(新幹線口)							
○ 病院	ID: 3 厚狭地区複合施設 ID: 4 不二輸送機ホール							
○ その他	ID: 5 山陽勤労害少年ホーム ID: 6 マックスパシロ厚狭店 ID: 7 ウエスな認識原狭店 ID: 8 JA山口宇部厚狭店 ID: 9 丸久厚狭店 ID: 10 厚狭部便局 ID: 11 あさ曲利クパニック ID: 12 厚狭センド化り必尿器科 ID: 13 あさひクパニック ID: 14 いとがリニック ID: 15 河野内科 ID: 16 河村医院							
	閉じる	登録						

図 9: 施設登録画面 2

以上が、利用者と施設を登録する流れである. 簡

易経路探索モードでは利用者と施設のどちらがそれ ぞれ乗り場および降り場か明示していないが,どち らの運行号の第何便か分かればどちらが乗り場か降 り場かわかるため,図5で設定した情報に基づいて 自動で判別する.また,住所録も同様の仕組みを用 いて図5で設定した情報に基づいて必要な住所録が 自動で読み込まれる.

予約状況の保存に関しては,図6と図8の画面中の「データの保存」ボタンを押すことで現在登録中の利用者および施設をファイルに保存できる.

4.1.3. 登録情報の確認および経路探索実行

登録情報の確認および経路探索を実行する画面の 概観を図 10 に示す.



図 10: 登録情報の確認・経路探索実行画面

図 10 中には、上部に日付・運行号・便名、中部に 登録した利用者と施設の一覧、下部には経路を探索 するための条件がそれぞれ表示されている.これら を確認し、問題がなければ「経路探索開始」ボタン を押し登録地点を巡回する最短経路を探索する.も し、間違いを見つけた場合は画面下部にある「戻る」 ボタンを押し、修正が必要な情報がある場所まで戻 り修正を行う.

4.1.4. 経路探索結果の確認

経路探索結果を表示する画面の概観を図 11 に示 す.



図 11: 経路探索結果表示画面

この画面では、画面上部に今探索した便での運行 順が表示され、画面下部には選択している日付の実 績サービス提供距離・時間が表示される.この画面 を見ることでその便の経路探索結果とその日の予想 実績サービス提供時間・距離を一望することができ る.そして、この結果に対応する経路が QGIS 上の 地図に表示される.図 12 が住宅地図上に探索した経 路(図中の青線)を表示した例である.



図 12: 住宅地図(国土地理院)を利用した探索結果

5. 簡易経路探索モードに関するレ

ビュー(ディスカッション)

第4章の内容に基づき簡易経路探索モードを試作 し,試作したもの市役所の担当者とレビューした (2019年10月実施).レビュー時のプラグインは第4 章に示す画面遷移が実現できており,試作した簡易 経路探索モードにて実際に経路探索が行うことがで きる.追加機能に関しても一部実装できている状態 である.レビュー時の追加機能実装状況を表1に示 す.

表 1: レビュー時の実装状況

状況	機能	備考
\bigcirc	データの自動設定	特になし
\bigcirc	経由地点の保存と呼び	特になし
	出し	
\bigtriangleup	補助金申請資料用デー	csv 形式でデー
	タ記録	タを出力でき
		るが, データ形
		式の要件定義
		が未完了
\bigtriangleup	住宅地図の導入	権利関係が複
		雑なため,国土
		地理院の地図
		を調査中
×	乗車人数のカウント	特になし
×	利用者の検索	特になし

※ ○: 実装済み, △: 実装中, ×: 未着手

従って、レビューでは簡易経路探索モードを通常 の運行状況(すなわち、乗車人数が9人を超えたり、 利用者のIDがわからなかったりしない状況)で利用 した場合での使用感について確認・議論をした.簡 易経路探索モードの使用感の確認は市役所の担当者 に行っていただき、議論はそのときの状況に基づい て行った.

レビューの結果, 簡易経路探索モードについては 意図したものになっており,利用の流れや操作感な どが大きく向上しているという結論になった. その 上で,以下に示す話題が挙がった.

簡易経路探索モードのユーザインターフェイスに ついて,著者らが意図していない操作が一部見られ た.簡易経路探索モードを使用した市役所の担当者 に確認したところ,ユーザインターフェイス上の説 明文やボタン配置に引きずられて著者らが意図しな い操作を行っていたことがわかった.操作性を向上 させるために画面構成の細部をもう少し調整する必 要があることがわかった.

補助金申請資料用データ記録機能に関しては,市 役所の担当者から記録用紙のフォーマットを共有し ていただけることとなった.実際の記録用紙のフォ ーマットを確認した上で機能の実装を行う.

また,地図上の経路のわかりやすさも改善できた らよいという話題も挙げられた.図12の例のように 経路は地図上に青線で示されているが,現状ではこ のルートをどのような順序で回るべきかわかりやす く示されていない.そのため,辿る順序を間違えて しまい,結果として最短経路で運行できない可能性 が生じてしまう.そこで,図11の画面上部の運行順 に経由地点名を表示し,運行する場所を明示するこ ととした.また,図12中に吹き出しで書かれている 数字をそれぞれ経由地点名に変更することで運行順 との対応を取れるようにする.このように変更する ことで地図上の経路の辿る順序がよりわかりやすく なるのではないという案がまとまった.

今後は、上記の話題も考慮しながら表1に掲載し ている実装中および未実装の機能の実装を行う方針 で合意した.

6. 最後に

本研究では、市役所の担当者と議論した内容に基 づき山陽小野田市のデマンド型交通向けの経路探索 用 QGIS プラグインにおける運行時向け簡易経路探 索モードの設計を行った. 簡易経路探索モードでは 作業単位で画面を構成し、各画面で必要な情報を入 力すれば経路探索を行うことできる. 簡易経路探索 モードの画面設計に合わせて、各画面に追加したほ うがいい機能についても議論し、仕様を検討した.

設計した簡易経路探索モードは経路探索ができる 部分まで試作を行い,市役所の担当者とレビューも 行った.レビューの結果,簡易経路探索モードの大 枠的な画面構成については概ね好評であったが,画 面上のボタン配置や地図中の経路表示など改善点が 明らかになった.

今後は、レビューにて明らかなった改善点も含め、 未実装の機能を追加し、簡易経路探索モードの完成 を目指す.また、現場投入に耐えうる判断可能な一 定レベルの実装ができた段階でタクシー事業所の従 業員にプラグインの評価行ってもらう予定である.

謝辞

本研究の遂行にあたり,情報共有・議論をしてくだ さった山陽小野田市役所経済部商工労働課工藤様, 加藤様およびデマンド型交通サービスの試乗を快く 受け入れくださった新興タクシー株式会社の従業員 の皆様にこの場を借りて感謝申し上げます.

参考文献

- [1] 山陽小野田市:地域内フィーダー系統確保維持 改善計画について https://www.city.sanyo-onoda.lg.jp/uploaded/attachment/26985.pdf, (Accessed 2019/06/14)
- [2] 国土交通省: デマンド型交通の手引き http://wwwtb.mlit.go.jp/hokushin/hrt54/com_policy/pdf/5 -1demand.pdf, (Accessed 2019/06/20)
- [3] 山陽小野田市: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/demandunkou1.html (Accessed 2019/06/20)
- [4] 古嶋佑脩, 倉持宣行, 加藤暢恵, 井上啓: 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, GIS 理論と応用, Vol. 27, No. 1, pp. 49-54, (2019)
- [5] 山本頼弥,河野聖也,井上啓:山陽小野田市のデマン ド型交通向け巡回経路探索用 QGIS プラグインの使 いやすさ向上と機能追加,人工知能学会第 5 回市民 共創知研究会予稿集, pp.7-13, (2019)