

オンデマンド交通導入が地域コミュニティに与える影響の評価

47106696 鹿渡俊介
指導教員 大和 裕幸 教授

This paper evaluates the effect of introducing On-Demand Transportation (ODT) on the local community. This study is based on the social network analysis using both ODT log data and questionnaire/interview. Social networks are extracted from ODT log data and the candidates for questionnaire/interview are chosen from networks. The combination of ODT log data and questionnaire/interview made it efficient to study the ties on the networks in sociological studies. This study revealed that many old people made new friends by using ODT in Tamaki Town and free of charge led to increase of the frequency of going out.

Key words: On-Demand Transportation, Community, Social Network, Data Mining, Sociology

1 緒言

高齢社会において交通の確保が緊急の課題である。地域公共交通が衰退していくことで、交通手段が失われ、高齢者の社会的孤立が深刻化していく¹⁾と報告されている。公共交通の衰退に直面し、東京大学では、オンデマンド交通システムという予約制の乗合交通システムを開発し、現在までに30を超える自治体で実証運行を行ってきた²⁾。その中で、オンデマンド交通の利用者から、オンデマンド交通を利用するようになってから生活が楽になった、生きがいが増えたといった声が聞かれるようになったため、オンデマンド交通が地域コミュニティにどのような影響を与えているのかを検証したいという要望が学内外から挙がるようになった。

社会学においてコミュニティの検証には、関係性を紐帯として表現し分析する、ソーシャルネットワーク分析が多く用いられているが、観察・記録データを用いてソーシャルネットワークを抽出、分析した場合、その紐帯がどのように形成されたか、どのような交流がなされているのかなどを理解するのは不可能である。また、アンケート・インタビューを用いて分析した場合には、紐帯に関する主体的な情報は得られる反面、誰と誰が紐帯を持っているかわからないため、データ取得に費用と時間がかかってしまうという欠点がある。そこで両手法を併用することで詳細かつ効率的な社会科学研究ができると提案されている³⁾。

本研究ではオンデマンド交通導入が地域住民の交友関係にどのような影響を与えているのかを、観察・記録データとしてオンデマンド交通ログデータを用いたソーシャルネットワーク分析と、アンケート・インタビューを用いたソーシャルネットワーク分析を併用することで検証した。

2 提案手法

2.1 本研究の概要

本研究の概要を Fig. 1 に示す。本研究は観察・記録データを用いた分析とアンケート・インタビューを用いた分析の両方を採用しているのが特徴である。観察・記録データとしてオンデマンド交通ログデータを用い、1.ソーシャルネットワーク抽出、2.ソーシャルネットワークの時系列変化の検証、3.GISを用いたソーシャルネットワーク分析を行う。さらに、抽出されたネットワークに対して4.アンケート、5.インタビューを行うことで詳細な分析を行う。

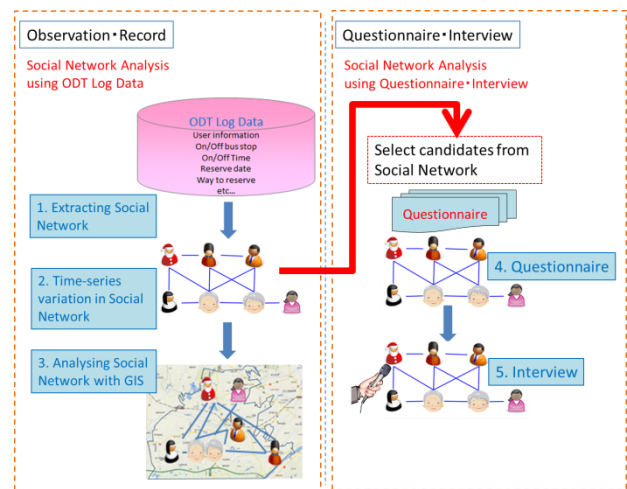


Fig. 1 Outline of this study

2.2 ソーシャルネットワーク抽出手法

オンデマンド交通ログデータからソーシャルネットワークを抽出する手法について説明する。交友関係が存在していれば同じ時刻に同じ場所へ頻繁に出掛けているはずであるからそのようなユーザーのペアを抽出する仕組みとなっている。

2.2.1 インプットデータ

本手法では一か月分のオンデマンド交通の運行ログデータをインプットデータとして用いる。オンデマンド交通ログデータはすべての予約の詳細を運行開始から蓄積しており、ユーザーID、ユーザーの性別、年齢、乗車バス停番号、降車バス停番号、乗車時刻、降車時刻、予約受付日時、予約方法などを保存している。その中からユーザーID、降車バス停番号、降車時刻の3要素を予約ごとに抽出し、1つの予約を3次元のベクトルとして扱う。

$$Res_i = (UserID_i, OffBusStop_i, OffTime_i) \quad (1)$$

2.2.2 ユーザーのクラスタリング

3次元化された各予約から以下の2つの条件を満たすユーザーIDのペアを抽出していく。

$$OffBusStop_i = OffBusStop_j \quad (2)$$

$$T_{ij} = |OffTime_i - OffTime_j| \leq threshold_{time} \quad (3)$$

これをインプットデータすべてに対して行い、ペアとして抽出された回数から隣接行列Aを作成する。ただし、 A_{ij} は $UserID_i$ と $UserID_j$ がペアとして抽出された回数とする。

2.2.3 ソーシャルネットワーク図の作成

2.2.2 で作成された隣接行列 A をもとに紐帯を生成することでソーシャルネットワーク図を作成する。紐帯は以下の条件を満たすものに対して生成するものとする。

$$A_{ij} \geq \text{threshold}_{tie} \quad (4)$$

2.3 ソーシャルネットワークの時系列変化検証方法

オンデマンド交通導入開始直後から現在に至るまでのデータを三カ月ごとに取り出し、各月のソーシャルネットワークを抽出し、比較することで、ソーシャルネットワークの時系列変化を検証する。注目する指標はネットワークに含まれるユーザー数、紐帯数、平均次数である。次数とはあるノードが持っている紐帯数のことを指し、平均次数とはネットワーク内のすべてのノードの次数の平均である。平均次数 $\langle k \rangle$ は次式で求められる。

$$\langle k \rangle = 1/N \sum k_i \quad (5)$$

ただし、 N は総ノード数、 k_i は i 番目のノードの次数である。

2.4 GISを用いたソーシャルネットワーク分析方法

GIS(Geographic Information System)を用いて、得られたソーシャルネットワークの各ノードを各利用者の自宅に配置することで近所に住むユーザー同士がネットワークを構成しているのか、遠くに住むユーザー同士がネットワークを構成しているのかなど、ユーザー同士の地理的関係を検証する。GISソフトはESRI社のArcGISを用いた。

2.5 アンケート

抽出されたソーシャルネットワークに含まれるユーザーを対象にアンケートを行い、オンデマンド交通を利用したの交友関係の実態について検証する。具体的には、オンデマンド交通利用前後の外出頻度の違いや、オンデマンド交通で一緒に外出している人と知り合ったきっかけなどを調査する。

2.6 インタビュー

アンケート対象者の中で協力してもらえらる人にインタビューを行い、オンデマンド交通導入が交友関係に対しどのような影響を与えたのか、実感を話してもらい、オンデマンド交通導入の効果を検証する。

3 オンデマンド交通ログデータを用いたソーシャルネットワーク分析

オンデマンド交通を導入している自治体の中から三重県玉城町を取り上げ、検証を行う。Fig. 2にオンデマンド交通の利用回数を示す。玉城町は町内の循環バスの代替交通手段として、2009年11月からオンデマンド交通を導入し、現在では1日平均で110回程度利用されている。町内の公共施設の他、スーパーや町営の温泉施設など155か所にバス停が設けられ、利用者は最寄りのバス停から好きなところへ移動できる。

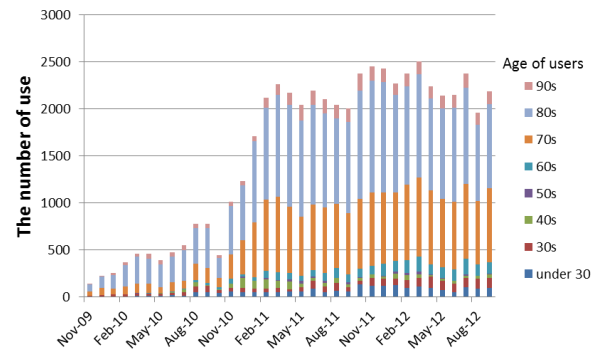


Fig. 2 The number of use in Tamaki Town

3.1 ソーシャルネットワーク抽出

ソーシャルネットワークを抽出した結果を Fig. 3 に示す。インプットデータは2012年3月の一か月分であり、各閾値は $\text{threshold}_{time} = 10\text{mins}$ 、 $\text{threshold}_{tie} = 5$ としている。各ノードがユーザーを示しており、色が年齢、形状が性別に対応している。数字はユーザーIDを示している。また紐帯の太さは外出回数が多い程太くなるよう、 A_{ij} に応じて太さを変えている。

得られたソーシャルネットワークの妥当性を検証するため、町内で行われている介護予防教室の参加者及び家族や夫婦のつながりを持つユーザーとの比較を行った。介護予防教室は週一度開催されており、参加者同士は友達である可能性が高いと推察できる。紐帯で結ばれたユーザー同士が介護予防教室に通っており、ネットワークの整合性が取れていると言える。また2ユーザーのみのネットワークの過半数が夫婦のユーザーであることがわかる。これは夫婦で一緒に出掛けるという直観と一致する。中央に形成されたネットワークがどのようなつながりを持つのかを降車バス停から調べたところ、温泉で降りていることが判明した。つまりこれらのグループは温泉仲間である可能性が高い。また紐帯も太くなっているため頻繁に外出していることも確認できる。一般的に温泉施設では記名などをせずに利用できるため誰と誰が連れ立ってきているのかを特定することは困難であるが、本手法では交友関係を抽出できていることがわかる。

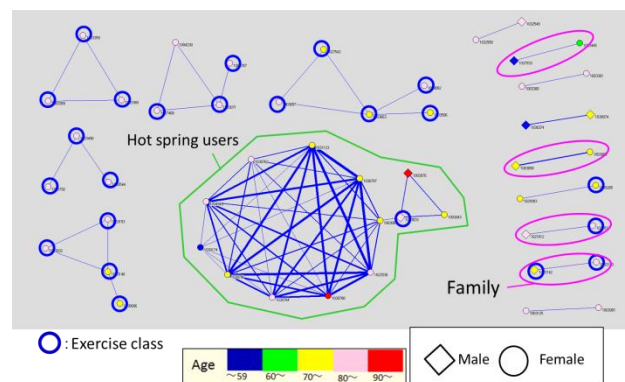


Fig. 3 Participants of exercise class, family members and hot spring users

3.2 ソーシャルネットワークの時系列変化

2010年12月～2012年9月までの三か月おきのデータ

を入力とし、比較を行った。Fig. 4 に各月のソーシャルネットワーク図を示す。導入開始当初はネットワークが小さく、2 ユーザーのみのネットワークしか抽出されていないが、2011 年 3 月を境にネットワークに含まれるユーザー数、紐帯数、平均次数ともに大きく増加していることがわかる。また温泉施設に一緒に行くグループは 2011 年 3 月から確認でき、その後もほぼ同じメンバーで継続的に温泉に出かけていることも確認できる。

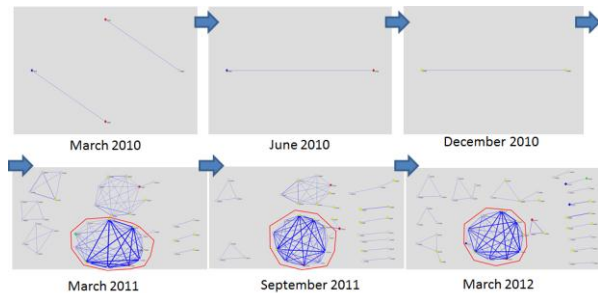


Fig. 4 Time series networks

3.3 GIS を用いたソーシャルネットワーク分析

Fig. 5 に GIS での分析結果を示す。青線は紐帯を示しており、ノードは各ユーザーを示している。色付けされた地図は三重県玉城町を表しており、地図から外れているユーザーは隣接する伊勢市のユーザーである。2010 年 3 月の紐帯は 1km 以内の近所のユーザーのものであることがわかるが、2012 年 3 月の紐帯は 5km 程度離れたユーザーとの間にも形成されており、玉城町のユーザーと伊勢市のユーザーとがつながっていることも確認できる。このことから遠方のユーザー同士もともに外出するようになった様子がわかる。

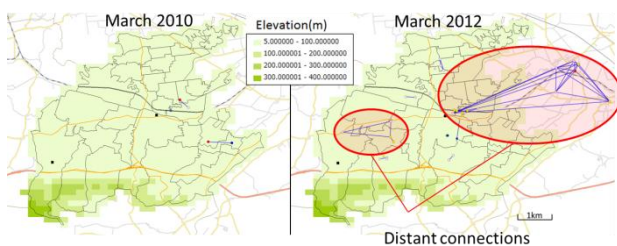


Fig. 5 The geographic change of network

4 アンケート・インタビューを用いたソーシャルネットワーク分析

4.1 アンケート調査

アンケート対象者は 2012 年 3 月、6 月、9 月のネットワークに一度でも含まれたことのあるユーザー 70 名である。アンケートは郵送法で行われた。回答数は 42 (回収率 60%) であった。

まず、オンデマンド交通利用前後の外出頻度の比較を Fig. 6 に示す。オンデマンド交通利用後は外出頻度が増加している傾向がみられる。また利用前は「ほとんどない」

と答えていた人が外出するようになったことも分かる。

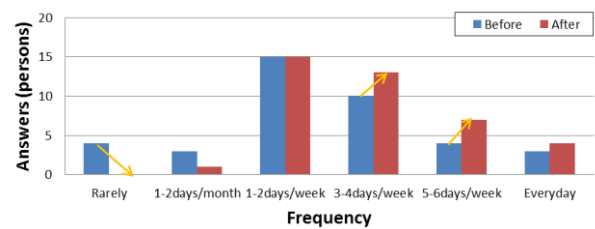


Fig. 6 The change in the frequency of going out

次に、オンデマンド交通利用後の友達の数の変化を尋ねたところ、68%の回答者がオンデマンド交通を利用するようになってから友達の数が増えたと回答している。

オンデマンド交通を利用して一緒に外出している人と友達になったきっかけを Fig. 7 に示す。また Fig. 6 の回答で外出頻度が増えたと答えたユーザーも合わせて表示している。紐帯をきっかけ別に色分けしている。赤で示されている紐帯が 7 本確認でき、このユーザー同士はオンデマンド交通の中で知り合い、一緒に外出するようになったことがわかる。またオレンジの紐帯が 8 本あり、これらのペアはオンデマンド交通を利用するようになって親しくなったことがわかる。また温泉のネットワークは赤やオレンジの紐帯がみられることから、オンデマンド交通導入後に形成されたネットワークであることも分かった。また温泉利用者のうち 3 名は外出頻度が増えたと答えていたユーザーであり、うち 2 名はオンデマンド交通利用以前には全く外出していなかった人であることも分かった。

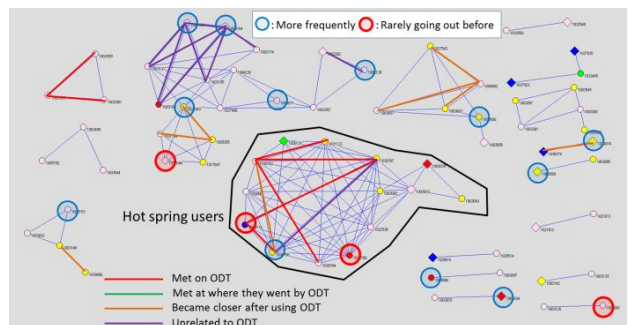


Fig. 7 The trigger of friendship and the change of the frequency of going out

4.2 インタビュー調査

インタビューはアンケート対象者の中から 6 名の協力者を対象に、1~2 時間程度の面接で行った。まず、交友関係の変化の地理的特徴を尋ねたところ「遠くに住む人との交流」が回答されており、3.3 と一致する結果が得られた。また付き合い方の変化としては「電話で相談できる仲間ができた」や「新しい友達ができた」という交友関係の深化や新規の交友関係の創出が多く挙げられている。さらに活動内容としてはオンデマンド交通導入後に「ピンの会」という独居高齢者の会が発足しており、オンデマンド交通を

利用し、定期的に外出していることが判明した。オンデマンド交通がコミュニティを活性化している事例であると言える。

一例を示すと、ある 80 代女性の方は、子供がなく、配偶者と死別後は独居高齢者となっていた。オンデマンド交通を利用するようになってから、外出先の保健福祉会館で「ピンの会」に誘われ、同じ境遇である独居高齢者の方々との交流を深めるようになった。今では、「今人生で一番楽しい時期」とまで言えるようになっている。

5 考察

5.1 オンデマンド交通とコミュニティ

インタビューからオンデマンド交通によってコミュニティが活性化されている事例が発見され、オンデマンド交通が単なる交通手段ではなく、地域社会を支える役割を果たしていることが明らかとなった。

5.2 村落型自治体と都市型自治体の差異

三重県玉城町以外の自治体においても同様の検証を行った。村落型の自治体と都市型の自治体のソーシャルネットワークの差異について Fig. 8 にまとめる。村落型に分類される 3 自治体ではネットワークが形成されていたが都市型である北本市ではネットワークは形成されていなかった。これは都市部では近所付き合いに消極的であるという先行研究⁴⁾と一致する内容であり、オンデマンド交通を利用して自治体内のユーザー同士で誘い合わせて外出することが発生しづらい状況であると考えられる。

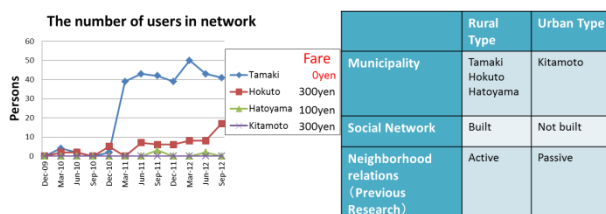


Fig. 8 The difference between rural and urban area

5.3 運賃の影響

村落型の自治体において、三重県玉城町のみ、多くのネットワークが形成されているという特徴がある。そこで玉城町のみ運賃が無料であるということに着目し、ネットワーク内ユーザーに追加のアンケートを行った。Fig. 9 に運賃と外出意志の関係、Fig. 10 に無料であることが与える効果を示す。半数はオンデマンド交通の運賃が無料であっても同じ頻度で外出すると回答しているが、半数は有料であれば外出の頻度は減少すると回答している。また無料であるから友達を誘いやすいという回答が上位に来ている。このことから無料であることが外出機会増加を促進し、さらに外出に友達を誘いやすくすることで交友関係の構築

が進展していると考えられる。鳩山町のように運賃を 100 円と低く設定しても、有料である限りこの効果は得られないと考えられる。

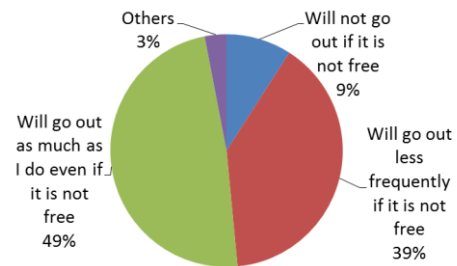


Fig. 9 The relationship between fare and frequency of going out

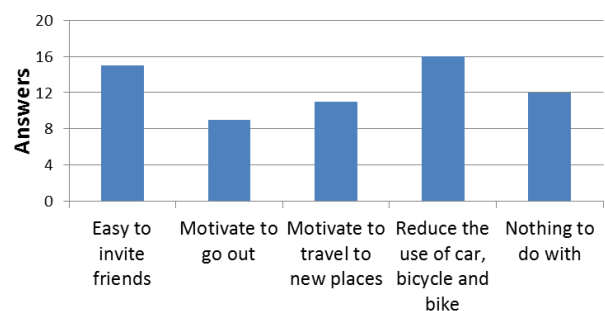


Fig. 10 The effect of free of charge

6 結言

オンデマンド交通導入が地域コミュニティにどのような影響を与えているのかを検証した。オンデマンド交通ログデータを用いたソーシャルネットワーク抽出手法を提案し、アンケート・インタビューによる分析を併用することでソーシャルネットワークの詳細かつ効率的な分析を行った結果、オンデマンド交通によって交友関係が形成されている事例、地域コミュニティが活性化されている事例が確認された。さらに自治体型別の比較から都市部ではソーシャルネットワークを構築するような利用がなされていないことがわかった。また運賃の影響もアンケートで調査し、無料で運行することで外出機会を増加させ、住民の交友関係の創出に貢献していることが確認された。

本研究により、オンデマンド交通は単なる公共交通ではなくコミュニティを支える交通手段であることが明らかになった。

文献

- 1) 内閣府：平成 24 年版高齢社会白書, (2012).
- 2) K.Tsubouchi, H.Yamato, K.Hiekata:"Innovative on-demand bus system in Japan." IET Intelligent Transport Systems, pp.270-279, (2010).
- 3) 山口洋:社会ネットワーク分析におけるデータ収集法の比較検討, 社会学部論集, 第 36 号, pp.105-113, (2003).
- 4) 渡部美穂子, 金児暁嗣:都市は人の心と社会を疲弊させるか?, 都市文化研究, 3 号, pp.97-117, (2004).