

# ICTによる地域住民の地域コミュニティ活動への参加可能性

代表研究者 塩津 ゆりか 愛知大学経済学部 准教授  
共同研究者 下原 勝憲 同志社大学理工学部 教授

## 1 はじめに

本研究は、地元 NPO 法人が主体となって、ICT を活用して公共交通を自発的に供給しようとしている事例を取り上げ、ICT が地域コミュニティ活動への参加を容易にできるかを明らかにすることを目的とする。

地方公共交通など公共財供給の理論分析については、経済学の分野から Croson (2007) が次の 3 つのアプローチから整理している。第 1 はコミットメントである。第 2 は、利他主義である。第 3 は互酬性である。これらの 3 つのアプローチのうち、公共財の自発的供給がどの理論に基づいているかを明らかにするため、国内外で実験経済学を用いた研究が行われている。日本でも、大竹・西條による一連の研究を始め、数多くの研究成果がある。しかし、多くの研究はラボ実験の成果によるもので、実際に被験者が公共財の自発的供給を行う場面を想定したものではない。ラボ実験に対しては変数のコントロールが容易であるという利点があるものの、現実の設定とかけ離れてしまうため、汎用性にかける、継続的な実験が困難という難点がある。特に経済学では、現実妥当性や持続可能性を問題にすることが多く、これらの点への対処が肝要となる。

国内での数少ないラボ実験ではない研究成果として、人工フィールド実験と CVM 法の併用を提案した研究に川西ら (2010) と中川ら (2010) がある。彼らの一連の研究は、公共財として、仮想の花粉症対策やマンションの建て替えを想定し、インターネット調査でランダムに被験者を選定し、公共財供給の費用負担を測定するものである。

実際のフィールド実験を行ったものとして、ICT が防犯パトロールなど、地域コミュニティ活動への参加を容易にするかについては、Hampton (2007) が Boston 郊外で社会実験を手がけた研究がある。この研究結果によれば、個人の ICT スキルやライフステージによって、電子会議室や電子掲示板の利用率には大きな差がみられた。木村 (2012) は、日本では Hampton のような調査はまだ実施されておらず、研究蓄積が必要であると指摘している。しかし、個人情報保護意識の高まりや継続して調査を行うことにはさまざまな困難があるため、日本においてまちづくり活動と ICT に関するデータ取得やパネルデータの構築はあまり進んでいない。

塩津らは実際のフィールドにおいて地域公共財の自発的供給を目指す NPO 法人の協力を得て、ICT を活用した意思表示システムを 20 名の実験協力者に提供し、①住民による地域課題解決のための社会ネットワーク構造の分析 ②インフォーマルなコミュニケーションと相対関係以外のネットワーク内での関係性を含めた地域コミュニティ活動を測定 ③ICT の利用がネットワーク密度を向上させるか について研究してきた。分析の結果、住民主体の地域課題解決のための 3 条件、従来の調査方法では実験協力者が失念しているコミュニケーションを ICT の利用によって測定可能である点、簡素な操作方法の開発と利用者講習会を行うことでグループ内での情報共有が大幅に進展することを示した。(Shiozu. et. al. (2014)) しかし、1 時点の実験結果からの分析にとどまるため、持続可能性について言及することはできない。

そこで、本研究では、これまでの実験協力者を含む新たな参加者を得て、実際のフィールドで ICT が地域コミュニティ活動への参加を容易にできるかを明らかにするため、課題 (1) 住民参加を促す地域社会のネットワーク構造が時間の経過とともにどのように変化するか 課題 (2) 実験協力者人数を増加させると情報共有が進展するのか 課題 (3) コミュニケーションをヒト同士に限定せず、ヒト・モノ (場所)・コト (行事) との関係とすることで、多角的なコミュニケーションの動的な把握が可能となるか の 3 つの視点から分析した。

本研究で得たデータとこれまでに得ているデータを用いて分析した結果、課題 (1) についてはネットワーク構造には期間による影響があることやスケールフリー性が存在することが示された。課題 (2) については情報の受発信の中心人物は、ネットワークの人数が一定数を超えると現実社会でのリーダーシップには関係なく、1 人に集約されることもわかった。課題 (3) については、地域活性化において重要となる「リーダーの推定」と「メディアスポットの推定」をカーネル密度推定法を用いて行うための方法を検討した。位置情報に付帯する「精度」を活用したカーネル関数の決定法に関して可能性を見いだした。

## 2 データと方法

### 2-1 データ

本研究では京都府宇治市槇島地区にある、まちづくりのためのNPO法人「まきしま絆の会」の協力を得て、NPOメンバーとその周囲の方に社会実験を行った。本研究での社会実験は2015年8月1日～8月31日まで、協力者数は50名（有効回答 47名）となっている。協力者の年齢は、30～70歳代である。これまでも同様の社会実験を2期間実施しており、第1期は、2013年11月11日～12月10日まで、第2期は、2015年2月11日～3月27日まで、協力者数1期20名（有効回答 13名）、2期30名（有効回答 30名）である。すべての社会実験に際して「人を対象とする研究計画等審査」を同志社大学に申請し、承認を得るとともに、まきしま絆の会の方々からも同意書を得ている。

各社会実験期間開始前にネームジェネレータ方式のアンケートを行った。ネームジェネレータ方式とは、質問内容につき個人名5名を思い浮かべてもらい、調査を行う方法である。今回は、会って会話する個人名5名以内と頻度を5件法により質問し、訪問留置法によって回収した。

社会実験では協力者にGPS搭載のスマートフォンを手渡し、期間中の位置情報、実験協力者間の通信記録を収集した。社会実験に使用した端末情報はTable1のとおりである。

|              |               |                              |
|--------------|---------------|------------------------------|
| Period       | 1             | 2・3                          |
| Career       | NTT Docomo    | NTTDocomo<br>MVNO/IIJ mobile |
| Manufacturer | Fujitsu       | ASUS                         |
| Product      | ARROWS        | ZenFone                      |
| No.          | Kiss F-03E    | 5(A500KL)                    |
| OS           | Android 4.0.4 | Android 4.4.2                |

Table 1 社会実験使用端末の状況

実証実験のために構築したシステムの概要をfig.1に示す。スマートフォンにはAndroid OS搭載端末を用いたため、アプリケーションの開発にはプログラミング言語Javaを用いた。サーバサイドにはクラウドサービスである、Amazon Web Services (AWS)を用いた。AWSではいわゆるPlatform as a Service (PaaS)として様々なミドルウェアを提供している。その中でも本システムは、Amazon Cognito (モバイル認証・ユーザーデータ同期)、Amazon S3 (Simple Storage Service) (オブジェクトストレージ)、Amazon Kinesis (リアルタイム大規模ストリーミング処理)、Amazon Lambda (イベント駆動型コンピューティング)、Amazon Dynamo (マネージド NoSQL データベース)、Amazon RDS (マネージドリレーショナルデータベース)を活用して構築した。

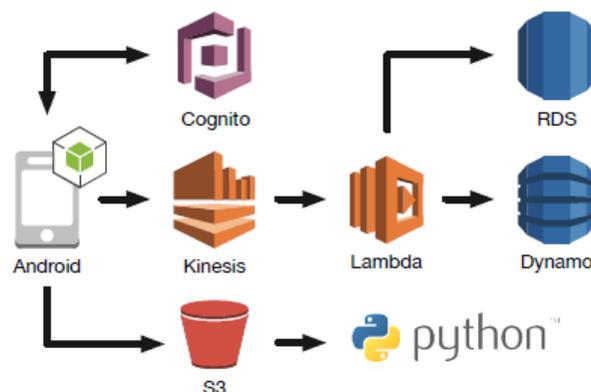


Figure 1 実証実験システムの概要

## 2-2 地理的移動の推定

課題（2）に関連して実験協力者数が増加すると、一定の地理的範囲内で協力者同士が Face to Face でコミュニケーションをとる確率が上がると予想される。そこで、各個人の地理的移動を把握するため、測位線長と行動圏を推定する。

測位線長は、各協力者の期間ごとの GPS 実測値のうち、最大値と最小値から導出する。具体的な測位線長は、fig. 2 の黄線で示す。実際の測位線長導出にあたっては、国土地理院 HP「距離と方位角の計算」を利用した。



Figure 2 測位線長の例

行動圏とは、一定期間内にある個体の位置点を収集し利用分布を推定し地図に表す手法である。課題（3）ではヒト同士のコミュニケーションだけでなく、場所を介したコミュニケーションの測定を企図している。本研究では、各協力者の期間ごとの GPS 実測値から、カーネル密度推定を使って行動圏を推定する。具体的な計算式は、(1)式のとおりである。

$$p(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (1)$$

$\{x_i\}_{i=1}^n$  は、GPS 実測値を表し、 $K(\cdot)$  はカーネル関数を、 $n$  はサンプル数、 $h$  はバンド幅を示す。バンド幅の設定は、固定カーネル法を利用した。

実際の行動圏導出にあたっては、R 3.1.2 を使用し C. Calenge (2015) のパッケージ `adehabitat` ver1.8.18 を利用した。

## 2-3 社会ネットワーク分析

社会ネットワークとは、地域社会などある組織を指す。社会ネットワーク分析では、ネットワーク全体の基本的な構造を知るための指標に、直径(Diameter)とクラスター係数(Cluster coefficient)および密度がある。直径が小さいほど、情報の伝達にかかる時間が短い。クラスター(Cluster)は、ある人の友達同士もまた友達である状況をいう。クラスター係数(Cluster coefficient)は、クラスター成立可能数に占める実際のクラスター成立数と定義できる。よって、0 から 1 の値をとる。Albert and Barabási (2002) は、現実のネットワークのクラスター係数は 0.1 から 0.7 程度としている。つまり、直径が小さく、高密度かつクラスター係数が高ければ、閉鎖的なネットワークであり、逆に直径が大きく、低密度かつクラスター係数が低ければ、開放的なネットワークということがいえる。これらの指標の時系列変化を分析することで課題（1）のネットワーク全体の動態を分析できる。

また、個人 A から個人 B に向けて情報発信した場合、有向グラフを使って表す。すなわち、個人 A は情報発信者であり、個人 B は受信者となる。個人 A から個人 B への情報発信頻度を *weight* として次数を計算することができる。Hub とは、ネットワーク内で情報発信の次数が高い個人を指し、Authority とはネットワーク内で情報受信の次数が高い個人を指す。バラバシ・アルバート (1999) は、ネットワークの一部のメンバーは Hub かつ Authority であるが、大多数はそうではない性質(スケールフリー性)をもつことやスケールフリー性があると、時間がたってもネットワークの内部構造にはあまり変化がないことを明らかにしている。

本研究の社会実験では、研究目的でのスマートフォン貸与となるため、貸与者間での通信のみに限定している。したがって、ネットワーク内部の構造を分析することが可能となる。具体的には各個人の期間別の Hub と Authority を用いて、スケールフリー性を確認する。これらの指標を分析することで課題（2）の分析が行える。本研究では時系列の変化が観察されるか分析するために、Statistical approach では不十分である。そこで、これらの指標に Panel analysis を適用する。

## 2-4 リーダーおよびメディアスポット推定

本研究では、「自宅・職場などの主な活動場所以外での地域の活動が多い人ほど地域コミュニティへの参画

に積極的である」という仮説を立てた。リーダーとは、主な活動場所以外での地域の活動が多い人と定義する。この仮説を検証するにはまず、「その人がよくいた場所」を推定する必要がある。人の行動を一定時間おきに記録した、緯度経度からなる2次元の位置情報は、滞在した地点に多くの位置を示した点がプロットされることとなり、密度が高くなる。この位置情報について、(1)式で示したカーネル密度推定によって確率密度関数を導出すると、密度が高い部分は極大値となって表れる。この確率密度関数の極大値の数をカウントすることで、よくいた場所を推定し、仮説を検証する。推定手法の概要を fig.3 に示す。

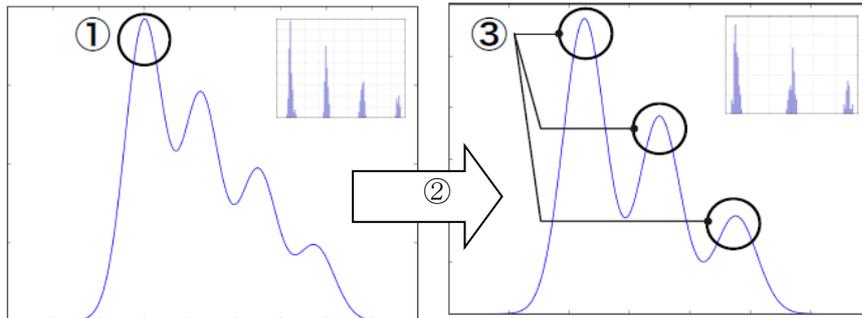


Figure 3 リーダーおよびメディアスポット推定方法の概要

位置情報データセットに対して、カーネル密度推定法を適用し、自宅を推定したものが①である。②で、位置情報データセットからデータの削除を行う。③のピークの数、自宅以外でよくいる場所と推定できる。なお、検証にはプログラミング言語 Python の高水準科学計算用ライブラリである Numpy と Scipy を利用している。

推定結果の検証方法として、社会実験に先立ち実施したアンケート調査において、地域のリーダーだと考える人の名前を記入する項目を設け、回答してもらった。このアンケートの結果と提案手法による推定法との比較を行い、検証する。

メディアスポットは「地域においてコミュニケーションが活発な場所」と定義する。「コミュニケーションが活発である」とはすなわち、「地域の中で多くの人が集まる場所」と言える。そこでメディアスポット推定を、リーダー推定でまとめたデータセットに再びカーネル密度推定を行い、極大値の部分がメディアスポットであると推定する。

### 3 分析結果

#### 3-1 課題（1）住民参加を促す地域社会のネットワーク構造が時間の経過とともにどのように変化するかについて

前章で作成したパネルデータを基に、社会ネットワーク分析によって、当該年のネットワーク構造を分析した。さらに過年度分の調査結果とあわせて Temporal social network analysis を行った。各期のネットワーク全体構造の概要は Table2 のとおりである。推定は Gephi Ver. 0.8.2 Beta で行った。

| Period | diameter | Average cluster coefficient | density |
|--------|----------|-----------------------------|---------|
| 1      | 3        | 0.707                       | 0.276   |
| 2      | 3        | 0.273                       | 0.028   |
| 3      | 2        | 0.739                       | 0.092   |

Table 2 ネットワーク全体構造の概要

Table2 からいずれの期においても密度が低いことがわかる。また、直径は大きな変化がないことから、情報伝達スピードは比較的速いネットワークといえる。平均クラスター係数は2期に大きく減少するが、再び回復している。1期と3期の指標からは閉鎖的なネットワークであることが考えられる。一方、密度も2期

に大きく低下しているが、全期間を通してそれほど高密度でないことを勘案すると、完全に閉鎖的なネットワークではないともいえる。

### 3-2 課題（2）実験協力者人数を増加させると情報共有が進展するのにかについて

次に、Fig. 4 を使って第 1 期のスケールフリー性を確認する。図では、濃色の丸が Authority や Hub の値が高いことを表す。第 1 期においては、図の中央部に丸で囲まれた 2 点の Hub と Authority の値が高い。これらの点を確認できることから、第 1 期にスケールフリー性が存在することが確認できる。同様に Fig. 5 と 6 を使って第 2 期のスケールフリー性を確認する。第 2 期においては、どちらの図においても中央部に極めて大きい黒色の丸が 1 点存在する。この点は、同一の個人を表すことから、第 2 期においてもスケールフリー性が存在することが確認できる。続いて、Fig. 7 と 8 を使って第 3 期のスケールフリー性を確認する。第 3 期においては、どちらの図においても中央部に黒色の丸が 1 点存在する。第 2 期と同様にこの点は、同一の個人を表すことから、第 3 期においてもスケールフリー性が存在することが確認できる。

以上の分析から明らかなように全期間を通してスケールフリー性が存在し、第 2 期と第 3 期では 1 人の人物がネットワーク構造には期間による影響があることが示された。

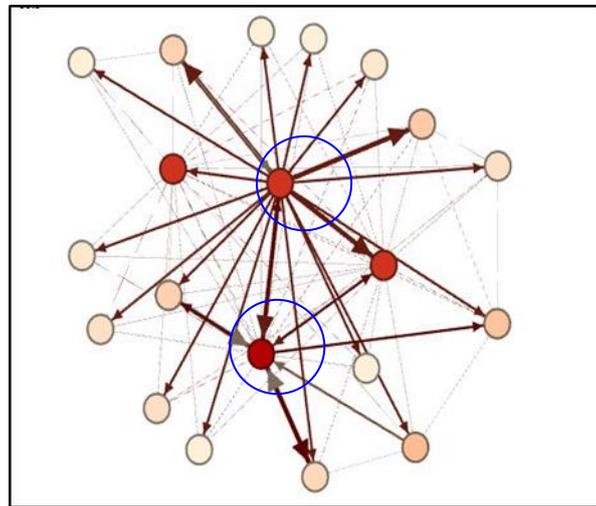


Figure 4 第 1 期の Hub と Authority の様子

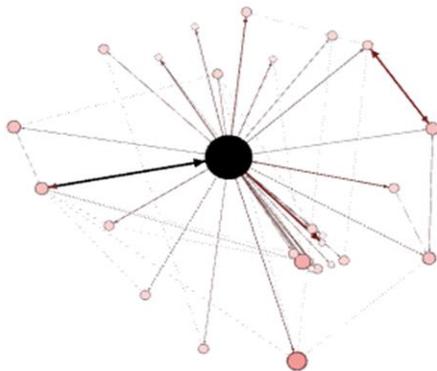


Figure 5 第 2 期の Hub の状況

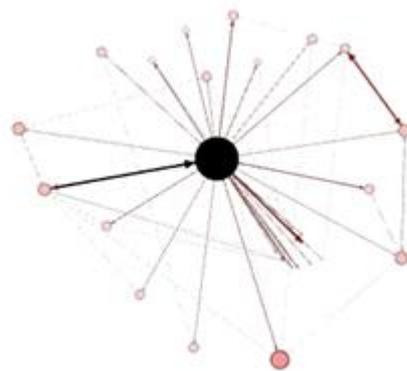


Figure 6 第 2 期の Authority の状況

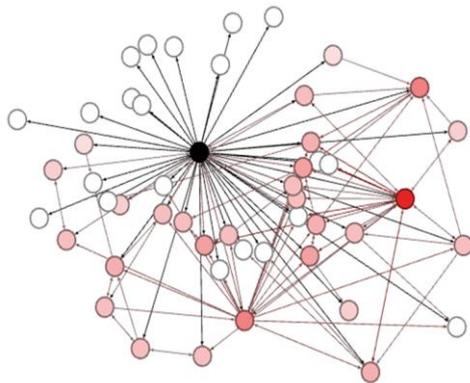


Figure 7 第3期の Hub の様子

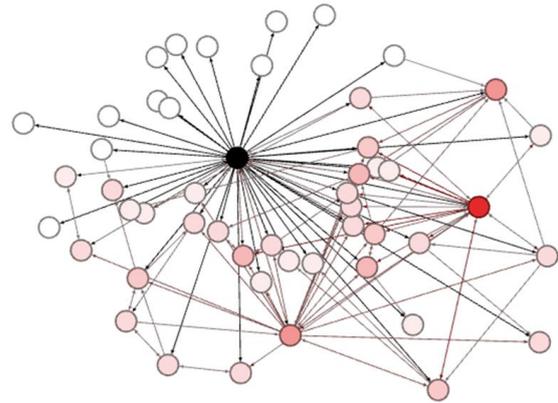


Figure 8 第3期の Authority の様子

本研究では、スマートフォンによる通信記録を ICT によるコミュニケーションデータとしている。しかし、コミュニケーションは Face to Face でも行われることから、個人の活動域を設定し ICT によらない情報共有の状況も考慮する。筆者らのこれまでの研究からアンケート調査によって個人に過去の対面コミュニケーションの頻度や場所を尋ねると、失念している場合が観察されてきた。そこで、前章で定義した測位線長と行動圏の2つの活動域を利用し、実験協力者人数の増加と情報共有の状況を Panel Analysis によって分析する。

(1) 活動域を測位線長とした場合

前節で述べたとおり、社会実験協力者数が時間と共に増加していることから、unbalanced panel data を構築できる。そこで、時間を通してメンバーが増加しても、スケールフリー性は存在するのかを検討する。特に Hub (情報発信者) は、実際に活発に移動して情報を収集し、会って話をする人数の多い人であると考えられる。また、男性は現役時代に地域活動に関わる機会が少なく、女性は、比較的 PTA など若く頃から地域活動に参加する機会が多い。期間中の移動距離は、同一個人であっても期間によって容易に変動し得るが、被験者が 30 代以上の成人であるため、会って話をする人数はそれほど劇的には変化しないと考えられる。また、性別はほぼ変化しないと考えられる。このため、Authority、移動距離、会話人数、女性の係数も正で有意になることが予測できる。推定式は、次の通りである。

$$Hub_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 A_{it} + \alpha_2 D_{it} + \alpha_3 N_{it} + \alpha_4 F_i + \mu_{it} \quad (2)$$

$$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4 > 0$$

Hub は Hub, D は移動距離, A は Authority, N は会って話をする人数, F は女性ダミー,  $\alpha_0$  は定数項,  $\mu$  は誤差項を表す。各変数の添え字 i は個人を t は実験期間を表す。(t=1,2,3)

性別は期間を通じて変化しない個人属性と考えられるため、固定効果モデルの推定を行った。推定は STATA Ver.12 で行った。結果は Table3 のとおりである。

```

Fixed-effects (within) regression                Number of obs   -   84
Group variable: id                             Number of groups -   48

R-sq:  within - 0.2739                          Obs per group:  min -   1
          between - 0.1565                        avg -   1.8
          overall - 0.2605                       max -   3

corr(u_i, Xb) - 0.0473                          F(3,33)         -   4.15
                                                Prob > F        -   0.0134

```

| hub             | Coef.     | Std. Err.                         | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |          |
|-----------------|-----------|-----------------------------------|-------|-------|----------------------|----------|
| authority       | .5052847  | .1848889                          | 2.73  | 0.010 | .1291255             | .8814439 |
| distance        | .0000902  | .0000408                          | 2.21  | 0.034 | 7.27e-06             | .0001731 |
| female          | 0         | (omitted)                         |       |       |                      |          |
| numberofmeeting | .002549   | .0034209                          | 0.75  | 0.461 | -.0044109            | .0095088 |
| _cons           | -.0030061 | .0162882                          | -0.18 | 0.855 | -.0361447            | .0301325 |
| sigma_u         | .02000168 |                                   |       |       |                      |          |
| sigma_e         | .02384043 |                                   |       |       |                      |          |
| rho             | .41310781 | (fraction of variance due to u_i) |       |       |                      |          |

```

F test that all u_i=0:      F(47, 33) -   1.23          Prob > F - 0.2719

```

**Table 3** 固定効果モデルの推計結果

F 検定の結果から、固定効果モデルは棄却された。性別は情報発信者とは関係がないといえる。そこで、変量効果モデルの推定を行った。推定結果は Table4 のとおりである。

```

Random-effects GLS regression                Number of obs   -      84
Group variable: id                          Number of groups -      48

R-sq:  within - 0.2711                      Obs per group:  min -      1
        between - 0.1648                      avg   -      1.8
        overall - 0.2776                      max   -      3

corr(u_i, X)  - 0 (assumed)                  Wald chi2(4)    -      29.67
                                                Prob > chi2    -      0.0000

```

| hub             | Coef.     | Std. Err.                         | z     | P> z  | [95% Conf. Interval] |          |
|-----------------|-----------|-----------------------------------|-------|-------|----------------------|----------|
| authority       | .5606395  | .1449215                          | 3.87  | 0.000 | .2765985             | .8446804 |
| distance        | .0000922  | .0000292                          | 3.15  | 0.002 | .0000349             | .0001494 |
| female          | .0067593  | .0059932                          | 1.13  | 0.259 | -.0049872            | .0185058 |
| numberofmeeting | .0015951  | .0024904                          | 0.64  | 0.522 | -.0032859            | .0064762 |
| _cons           | -.0034425 | .0122977                          | -0.28 | 0.780 | -.0275456            | .0206606 |
| sigma_u         | .00455138 |                                   |       |       |                      |          |
| sigma_e         | .02384043 |                                   |       |       |                      |          |
| rho             | .03516509 | (fraction of variance due to u_i) |       |       |                      |          |

```
. hausman female
```

|              | Coefficients |          |            |                     |
|--------------|--------------|----------|------------|---------------------|
|              | (b)          | (B)      | (b-B)      | sqrt(diag(V_b-V_B)) |
|              | female       | .        | Difference | S.E.                |
| Authority    | .5052847     | .5606395 | -.0553548  | .1148113            |
| distance     | .0000902     | .0000922 | -1.96e-06  | .0000284            |
| numberofme-g | .002549      | .0015951 | .0009538   | .0023453            |

```

b - consistent under Ho and Ha, obtained from xtreg
B - inconsistent under Ha, efficient under Ho, obtained from xtreg

```

```
Test: Ho: difference in coefficients not systematic
```

```

chi2(3) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
        =      0.52
Prob>chi2 =      0.9145

```

**Table 4** 変量効果モデルの推定結果

Hausman 検定より、固定効果モデルよりも変量効果モデルが支持される。各係数の符号と t 値を確認すると、Authority と移動距離の係数はいずれも正で有意となった。しかし、会って話をする人の人数の係数は正ではあるが、有意ではなかった。また、Breusch and Pagan 検定の結果から、有意水準 5% で pooling regression よりも変量効果モデルが支持される。(Table5 参照) したがって、本稿のモデルでは、変量効果モデルを採択する。

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

$$hub[id,t] = Xb + u[id] + e[id,t]$$

Estimated results:

|     | Var      | sd = sqrt(Var) |
|-----|----------|----------------|
| hub | .0008439 | .0290501       |
| e   | .0005684 | .0238404       |
| u   | .0000207 | .0045514       |

Test: Var(u) = 0

chibar2(01) = 3.58  
 Prob > chibar2 = 0.0292

**Table 5** Breusch and Pagan 検定の結果

(2) 活動域を行動圏をとする場合

活動域を測位線長から行動圏に変更し、前節と同様の方法で分析を行った。

F 検定の結果から、固定効果モデルは棄却された。また、Breusch and Pagan 検定の結果から、変量効果モデルより pooling regression が支持される。(Table6 参照) したがって、本節のモデルでは、pooling regression を採択する。

F test that all u\_i=0: F(47, 28) =1.09

Prob > F = 0.4143

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test  
 for random effects

$$hub[id,t] = Xb + u[id] + e[id,t]$$

|    | Var     | sd = sqrt(Var) |
|----|---------|----------------|
| hu | 0.00074 | 0.027293       |
| b  | 5       |                |
| e  | 0.00066 | 0.025798       |
| u  | 0       | 0              |

Test: Var(u) = 0 chibar2(01) = 0.00

Prob > chibar2 = 1.0000

**Table 6** モデルの比較

期間の影響を取り除き性別のみを説明変数に加えた Pooling regression の結果は、table 5 のとおりである。分析に使用したデータは、欠損値を除いた結果、79 となった。

F(4, 74)=2.92 Prob > F=0.0268

R-squared=0.1362 Adj R-squared=0.0895

Root MSE=0.02604

| Hub               | Coef.    | Std. Err. | T     | P>t   |
|-------------------|----------|-----------|-------|-------|
| Authority         | 0.451647 | 0.151987  | 2.97  | 0.004 |
| Area              | 0.000791 | 0.001896  | 0.42  | 0.678 |
| Female            | 0.011855 | 0.006234  | 1.9   | 0.061 |
| Number of Meeting | 0.001981 | 0.002615  | 0.76  | 0.451 |
| _cons             | -0.00204 | 0.014353  | -0.14 | 0.887 |

**Table 7** pooling regression の結果(1)

Table7の結果から, authorityであることはHubであることに有意水準1%で正の影響を与えている. これはスケールフリー性があることを示している. さらに弱いながらも女性であることがHubに正で有意となっていることから, 女性が情報の発信者としての役割を担っていることが推測される.

性別の影響を取り除き期間のみを説明変数に加えた pooling regressionの結果は, table 8のとおりである.

Prob > F=0.1036 R-squared =0.0975  
Adj R-squared=0.0487 Root MSE=0.02662

| Hub               | Coef.    | Std. Err. | T     | P>t   |
|-------------------|----------|-----------|-------|-------|
| authority         | 0.345587 | 0.198391  | 1.74  | 0.086 |
| Area              | 0.001239 | 0.001924  | 0.64  | 0.522 |
| period            | -0.0027  | 0.005045  | -0.54 | 0.594 |
| Number of meeting | 0.001062 | 0.002671  | 0.4   | 0.692 |
| _cons             | 0.014061 | 0.022325  | 0.63  | 0.531 |

Table 8 pooling regressionの結果(2)

ここでも有意水準10%ではあるが, authorityであることがHubであることに正の影響を与えていることがわかる. したがって, 期間に固有の要因を考慮してもスケールフリー性があることが示された.

### 3-3 課題(3) コミュニケーションをヒト同士に限定せず, ヒト・モノ(場所)・コト(行事)との関係とすることで, 多角的なコミュニケーションの動的な把握が可能となるか

#### (1) リーダー推定

Fig.9は, 左側は各人の位置情報に対して2次元カーネル密度推定を適用した結果, 右側はリーダー推定処理を行った結果の一部である. 上側が2次元で示した図であり, 縦軸が緯度, 横軸が経度を示す. 青い部分が点の密度の濃い部分である. 下側は3次元で示した図であり, 左軸が緯度, 右軸が経度, 上軸が密度を示す. 赤い部分が点の密度の濃い部分である.

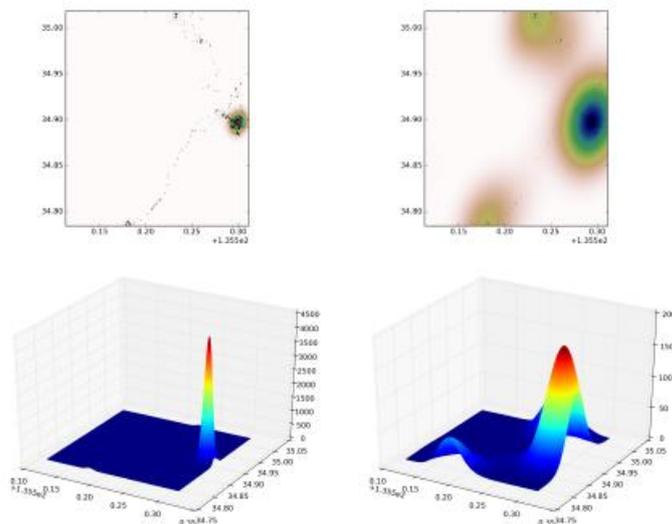


Figure 9 リーダー推定の結果

また, この表から相関性を調査するために散布図として示したものがfig. 10である. 相関係数は $r=0.0046$ となり, リーダー推定処理によるピークの数とアンケートによる「リーダーだと思う人」の得票数の関連性は見られなかった.

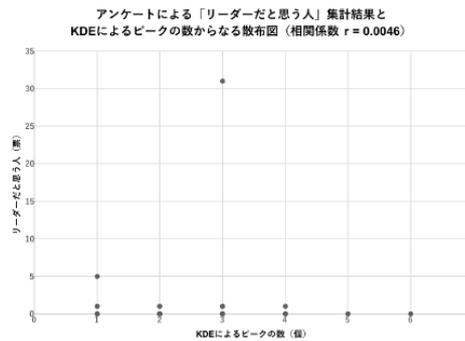


Figure 10 リーダー推計の検証結果

## (2) メディアスポット推定

メディアスポット推定を行った結果を fig. 11 に示す。縦軸が緯度、横軸が経度を示す。青い部分が点の密度の濃い部分である。下側は 3 次元で示した図であり、左軸が緯度、右軸が経度、上軸が密度を示す。赤い部分が点の密度の濃い部分である。最も密度の高い地点は集会場やコミュニティセンターが周辺にあるため、コミュニケーションが活発な場所であると言える。

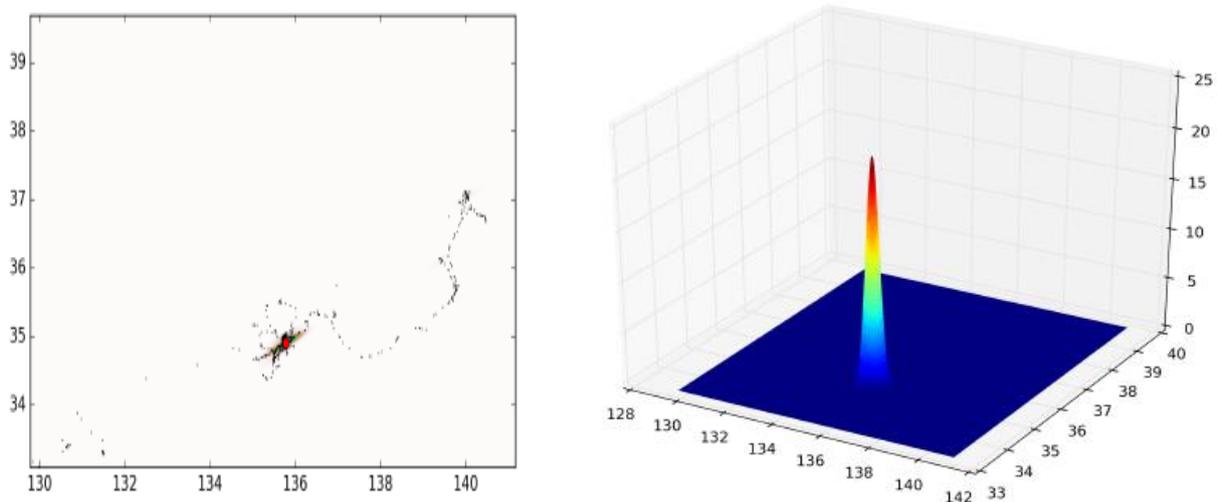


Figure 11 メディアスポット推定の結果

## 4 まとめ

課題（1）住民参加を促す地域社会のネットワーク構造が時間の経過とともにどのように変化するかについては、社会ネットワーク分析によって、当該年のネットワーク構造を分析した。さらに過年度分の調査結果とあわせて Temporal social network analysis を行った。分析の結果からは、ネットワーク構造には期間による影響があることやスケールフリー性が存在することが示された。この成果は、2015 年 11 月開催の応用地域学会で「まちづくりネットワークの動的分析」と題して報告した。また同じデータから、メンバーの参加度合いによってネットワーク全体の結束力に大きく影響していることが明らかとなった。

課題（2）実験協力者人数を増加させると情報共有が進展するのかについては、プレ調査と本調査で得たデータを実験協力者ごとに集計して、パネルデータを構築し、3 種類の Panel data analysis によって分析した。各人の行動圏を GPS データの最大値と最小値の差分（＝測位線長）と定義し、まちづくりを共通目的とした NPO 内であっても、性差や期間によって対面でコミュニケーションをとるための行動圏に差が生じるかを検討した。分析結果からは、いずれのモデルを利用しても性差や期間による人数変化の効果は観察されな

かった。このことから、まちづくりのために活動する場合、必ずしも性差に由来する活動経験や時間は個人の行動圏には影響していないことが示唆された。

一方で、情報の受発信の中心人物は、ネットワークの人数が一定数を超えると現実社会でのリーダーシップには関係なく、1人に集約されることもわかった。さらに時間の経過による変化を Panel Data を利用して分析した結果からは、地域公共財の自発的供給という共通目的のために集まった社会ネットワークにおいても、若い頃からの地域活動への関わり方が情報発信において影響していることが示された。Pooling regression の結果からは、スケールフリー性の存在が明らかとなった。しかし、行動圏や対面で話をする人数は影響しておらず、Face to Face Communication が ICT による情報発信とは無関係であることが推測できた。

課題(3) コミュニケーションをヒト同士に限定せず、ヒト・モノ(場所)・コト(行事)との関係とすることで、多角的なコミュニケーションの動的な把握が可能となるかについては、リーダー推定の結果、アンケートとの関連性が見られなかった。原因として様々な点が挙げられるが、「実験協力者からのコメント」「分析アルゴリズム」の2点に大別できる。実験協力者からのコメントに関しては、ある位置情報が「地域コミュニティを活性化するためにそこにいる」ということを示すものなのかどうかを判定する必要がある。これは、Bluetooth によるすれ違い情報などを活用した多角的なデータ分析手法の開発が必要であると考えられる。分析アルゴリズムに関しては、現在プロトタイプであり、さらなる最適化が必要である。また、カーネル密度推定法におけるカーネル関数・バンド幅は、1つのデータ内で一定であるが、個別の位置情報における精度を考慮した場合、特にバンド幅を位置情報ごとに精度と合致させることで推定結果の向上が可能であると考えられる。そして、今回は位置情報を取得した時刻を考慮していないが、深夜に地域コミュニティ活動を行っているとは考えにくい。そこで、時刻情報を考慮した分析手法の改良は推定結果の向上に寄与すると考えられる。

そして、コミュニケーションが活発な場所をコミュニケーション媒介場所として「メディアスポット」と定義し、メディアスポットの推定を行った。メディアスポット推定は自宅周辺が削除された各人の位

置情報をまとめ、カーネル密度推定法を適用することによって行った。推定の結果、1点がメディアスポットとして導出され、この点はコミュニティセンターなどが存在する場所であり、メディアスポットとして妥当であると考えた。しかしながら、地域においてコミュニケーションが活発な場所が1点のみとは考えにくく、こちらも分析手法の改良が求められる。

今回、比較の結果は芳しくなかったが、気付きを促進するための可視化手法としてのカーネル密度推定法の可能性を見出すことができた。住民主体という視点に立つと、一見意味のないように見える情報でも、住民にとって重要である可能性は少なくない。そういった意味で本研究において、位置情報の可視化手法、ノンパラメトリックな位置情報の分析手法を提案できたことは非常に大きな意味を持つ。

今後の課題として、リーダーおよびメディアスポット推定の時系列変化をとらえるように、拡張することが挙げられる。ただし、Panel Analysis と cross section regression の結果の比較では、結果の頑健性に課題があることがわかった。本研究でのサンプルサイズが小さく、特に期間を分割して推定すると信頼できる結果が得られなくなってしまう。Temporal Network Analysis と Panel Analysis の結果からは変量効果モデルの推定結果が支持されており、期間の影響が考えられる。今後は、小サンプルでの結果の頑健性を確認できるように改良を重ねたい。

## 【参考文献】

- Albert, R., and Barabási, A.-L., "Statistical mechanics of complex networks", *Reviews of Modern Physics* 74, pp. 47-97. (2002)
- Barabási, A.-L., and Albert, R., "Emergence of scaling in random networks", *Science* 286, pp. 509-512. (1999)
- Becker, G. "A Theory of Social Interaction." *Journal of Political Economy*, 82. p.1063-1093. (1974)
- Croson, R "Theories of Commitment, Altruism and Reciprocity: Evidence from Linear Public Goods Games." *Economic Inquiry*, 45(2), p.199-216. (2007)
- P. Holme, et al.: Temporal networks, *Physics re-ports*; Vol. 519, No. 3, pp. 97-125 (2012).

- Shiozu, Y., K.Yonezaki, K. Shimohara “Incentive Structures of Participation in Community Activity.” *Human Interface and the Management of Information*, pp.259-268, (2013)
- Shiozu, Y., K.Kimura, K.Yonezaki, K.Shimohara “Does ICT promote the private provision of local public goods?” *Human Interface and the Management of Information, Part I, 2014*, pp. 629–640. (2014)
- Shiozu, Y., K.Kimura, K.Shimohara “A measurement of the local community activity by the place”, *Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE), 2015 54th Annual Conference of the Year: 2015* (2015)
- Sugden, R. “Reciprocity: The Supply of Public Goods through Voluntary Contribution.” *Economic Journal*, 94. p.772-787. (1984)
- 牛野正「住民主体による地域づくり計画と神出方式について」『農村計画学会誌』, Vol. 1, No. 3, pp. 19-29 (1982).
- 科学技術振興機構「CPS (Cyber Physical Systems) 基盤技術の研究開発とその社会への導入に関する提案」『CDS-FY2012-SP-05 (2013).
- 川西諭・青木研・中川雅之・浅田義久・山崎福寿「地方公共財供給制度の実験的手法による評価について—花粉症対策事業を題材として—」『行動経済学』3. 138–140 頁. (2010)
- 川端光昭, 佐野可寸志, 土屋哲, 松本昌二「住民主体のバス運営が非受益地域市民の公正感と支払意志額に及ぼす影響」『土木学会論文集 D3 (土木計画学)』, Vol. 67, pp. 183-188. (2011)
- 厚生労働省：平成 26 年版厚生労働白書；2014.
- 坂本淳, 山岡俊一, 藤田素弘「地方鉄道の再生・活性化に向けた支援活動への住民の参加意向に関する調査分析-樽見鉄道を事例として-」, 『都市計画論文集』, No. 48, No. 3, pp. 183-188. (2013).
- 谷内久美子, 猪井博登, 新田保次「個人と地域の特性から見た住民のバス事業への参加意識の要因分析」, 『都市計画論文集』, No. 44-3, pp. 499-504. (2009)
- 林琢也「青森県南部町名川地域における観光農業の発展要因地域リーダーの役割に注目して」『地理学評論』, Vol. 80, No. 11, pp. 635-659 (2007).
- バラバシ, アルバート=ラズロ『バースト! 人間行動を支配するパターン』, NHK 出版 (2012).
- 山崎亮『コミュニティデザイン-人がつながるしくみをつくる学芸出版社 (2011).
- 吉積巳貴「持続可能な地域づくりのための住民主体型環境まちづくりに関する一考察西宮エココミュニティ事業を事例に」『都市計画論文集』, Vol. 48, No. 3, pp. 831-836 (2013).
- アマゾンウェブサービス；<https://aws.amazon.com/> (2016 年 1 月 30 日確認)
- 人材力活性化研究会：地域づくり人育成ハンドブック；  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000352864.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000352864.pdf) (2015 年 12 月 24 日確認).
- Numpy；<http://www.numpy.org/> (2016 年 1 月 20 日確認)
- SciPy；<http://www.scipy.org/> (2016 年 1 月 20 日確認)

〈発表資料〉

| 題名                           | 掲載誌・学会名等                                   | 発表年月         |
|------------------------------|--|--------------|
| まちづくり NPO 内の行動圏差の要因分析        | 計測自動制御学会 システム・情報部門 2015 講演論文集              | 2015 年 1 1 月 |
| まちづくり NPO における情報ネットワークの変遷    | 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 43 回知能システムシンポジウム講演論文集 | 2016 年 3 月   |
| ヒト-施設間の関係性観測のための施設入退場検出手法の検討 | 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 43 回知能システムシンポジウム講演論文集 | 2016 年 3 月   |
|                              |  |              |