

第IV部門

コミュニティ参加型水供給システムに関する研究

京都大学工学部地球工学科	学生員	○尾木 健士郎
京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻	学生員	Ari Ismu Rini Dwi
京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻	正会員	鄭蝦榮
京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻	正会員	松島格也
京都大学経営管理大学院経営管理講座	フェロー会員	小林潔司

1. 研究の背景及び目的

近年、水資源の稀少化や国際オペレータの市場参入に伴って開発途上国の貧しい人たちの水資源へのアクセスが大きく制限されることに関する懸念が高まっている。この問題に対して、市場メカニズムや行政による公的供給に代替する方法として、地域住民の協働生産に基づく住民参加型水供給システムの重要性が着目されている。住民参加型水供給システムは住民が水へのアクセス技術とシステムを自らが開発したものであり、適切に維持・管理するには地域住民による多様な協力関係の成立が必要である。住民参加型水供給システムを円滑に機能させるための協力的ガバナンス構造を理解するためには、地域住民の社会的ネットワークを把握し、日常的な交流と協働生産との関係を分析することにより、なぜ住民が協働生産行為に参加・協力するのかを明らかにする必要がある。

本研究では、インドネシアにおけるコミュニティによる参加型水供給システム（以下、HIPPAM と呼ぶ）を対象として、HIPPAM による水供給の現状と公共財の自発的な供給問題に関する実態を分析することを目的とする。その際、世帯がなぜ自発的集合行為へ参加するかを明らかにするために、空間プロビットモデルに基づいた水供給システムの選択モデル（以下、自発的集合行為モデルと呼ぶ）を提案し、「日常のお付き合い相手」の存在が水供給システムへの自発的な参加に及ぼす影響について分析する。

2. 自発的集合行為モデル

対象地域における住民には、1) HIPPAM に加入し水資源の協働生産・消費を行う、2) HIPPAM 以外の方法により水へのアクセスを確保する、という2つの選択肢がある。このような世帯による質的選択を分析する際には、一般にプロビットモデルが用いられる。しかしながらこのモデルでは、各個人の選択行動はその個人の属性のみに依存し、それぞれ独立に選択行動を行うと仮定さ

れる。したがって、ある個人の選択が他人の選択に影響を及ぼす、あるいは他人から影響を受けるといったような各個人の空間的・社会的な相互依存性はプロビットモデルでは表現できない。すなわち、本研究で想定しているような、日常的な交流が住民の自発的集合行為に参加するか否かの選択に及ぼす影響を分析する際には、プロビットモデルは不適切となる。

そこで本研究では、近年発展目覚ましい空間計量経済学における知見を援用し、住民間のネットワーク形成が公共財の自発的供給行動に及ぼす影響を空間プロビットモデルを用いて分析する。空間プロビットモデルは空間的相互依存性を考慮した質的選択を表現する際に用いられ、以下のように定式化できる。

対象とする集落に n 世帯が居住し、世帯 i ($i = 1, \dots, n$) がクラブ (HIPPAM) に所属し水道施設の管理運営に協力することにより得られる効用と、クラブに参加しない場合に得られる効用との差である潜在変数を z_i と表わせば、観測可能な世帯行動はダミー変数 y_i を用いて

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{世帯 } i \text{ がクラブに所属する場合} \\ 0 & \text{世帯 } i \text{ がクラブに所属しない場合} \end{cases} \quad z_i > 0$$

と表わすことができる。潜在変数 z_i は、当該世帯の個別的特性 $x_i = (x_{ik}; k = 1, \dots, n)'$ 及び各世帯間の社会的相関を表す観測不可能なランダム項（以下、社会的相関項と呼ぶ） θ_i により規定されると考え

$$z_i = x_i' \beta + \theta_i + \varepsilon_i$$

と表わす。ただし、 $\beta = (\beta_k; k = 1, \dots, K)'$ はパラメータベクトルであり、 ε_i は確率誤差項を表している。各世帯がクラブに参加するかどうかの意思決定は日常のお付き合い相手から影響を受けると考えられるので、社会的相関項 $\theta = (\theta_i; i = 1, \dots, n)'$ に空間自己回帰構造を導入し

$$\theta = \rho W \theta + u$$

と表わす。ただし、 W は社会的相関を表す $(n \times n)$ 次元の重み行列であり、その要素 w_{ij} ($i, j = 1, \dots, n$) は世帯 i と世帯 j の日常的交流の度合いによって外生的に与えられる。

すべての要素は非負であり、対角要素は $w_{ii} = 0 (i = 1, \dots, n)$ と設定する。通常、重み行列は行和が1となるように行基準化されることが多いが、行基準化により、世帯*i*の社会的相関項は、 w_{ij} によって規定される日常的に付き合いのある世帯の社会的相関項の重み付き平均と解釈できるようになる。また、 $u = (u_i; i = 1, \dots, n)'$ は、平均値ベクトル0、分散・共分散行列 $\sigma^2 I_n$ のn次元の確率誤差項ベクトルである。 ρ は社会的相関の度合いを表すパラメータであり、対象地域の人的ネットワークやソーシャルキャピタルが、住民の自発的集合行為へ及ぼす影響の程度を示している。したがって、以降 ρ を「ソーシャルキャピタル依存度」と呼ぶこととする。 $\rho > 0$ の場合は正の相関が、 $\rho < 0$ の場合は負の相関があり、 $\rho = 0$ の場合は無相関であることを表す。このモデルは尤度関数が複雑な形をとるため最尤法によるパラメータ推計が困難となる。そこで本研究では、階層的ベイズモデルに拡張しマルコフ連鎖モンテカルロ(以下、MCMCと略す)法によるベイズ推計を行う。代表的なMCMC法であるギブスサンプリング法は、事後分布を直接求めることが難しい場合に、各パラメータの全条件付き事後分布を用いて、反復的に各パラメータのサンプルを乱数発生させることにより、事後分布からの標本サンプルを獲得する方法である。なお、各パラメータの全条件付き事後分布から容易にサンプルを発生させることができない場合には、MH法によりパラメータ値を推計することが必要となる。本研究では、パラメータ ρ については全条件付き事後分布から直接サンプリングすることが困難なため、ギブスサンプリング法を用いて事後分布 $p(\beta, \theta, \rho, \sigma^2, z|y)$ から各パラメータ $\beta, \theta, \rho, \sigma^2, z$ の標本サンプルを抽出するが、 ρ のサンプリングの際のみMH法を用いる、Metropolis within Gibbs sampling法により推計を行う。

3. 事例分析

本研究に先立ち、インドネシア・ジャワ島を対象として、水アクセスの実態とその地域における固有な文化・地域環境・生活様式との関係を把握するために「水供給

システムとソーシャルキャピタルに関する実態調査」を実施した。実態調査は、ジャワ島・Singosari地域のToyomaroto(以下、TYと略す)村、Candi Renggo(以下、CRと略す)村それぞれ250世帯、計500世帯を対象とし、2008年12月から2009年1月にかけて質問紙形式で行った。これらの実態調査から得たデータを基に、自発的集合行為モデルの推計を行う。なお、重み行列は、各世帯の代表者がどのような社会的グループに属しているかに関してのデータを利用して作成した。

表1 推計結果

Candi Renggo(n=142)					
パラメータ	自発的集合行為モデル				
	事後平均	事後標準偏差	90%信頼区間		Geweke検定統計量
定数項	-1.378	0.900	-2.714	-0.092	0.509
FAM	0.198	0.123	0.002	0.404	0.711
GENDER	0.594	0.370	0.001	1.218	3.408
AGE	-0.028	0.014	-0.050	-0.004	0.519
EDU	0.939	0.382	0.351	1.544	0.578
OCCU	1.157	0.397	0.497	1.819	1.893
INCOME	0.149	0.193	-0.170	0.478	0.544
LENGTH	0.041	0.013	0.021	0.083	0.988
COST	-0.001	0.0002	-0.001	-0.0004	0.903
σ^2	0.127	0.028	0.091	0.175	0.274
ρ	-3.092	3.222	-10.121	0.087	0.412

上記にCRの推計結果を示している。各説明変数についてはある程度の精度を持つ推計結果を得ることが出来たと言える。しかしながら、 ρ に関しては90%信頼区間に0の値を含んでいる。つまり、日常のお付き合いが住民の自発的集合行為に及ぼす影響について、今回の推計結果からは明確な示唆を得ることができなかった。したがって、社会的相関を上手く考慮した推定結果を得るためには、重み行列の設定を工夫する必要がある。

Kenshiro OGI, Ari Ismu Rini Dwi, Hayeong JEONG, Kakuya MATSUSHIMA, Kiyoshi KOBAYASHI