

IV-252 シナジェティクスによる公共事業代替地の交渉過程のモデル化に関する研究

京都大学工学部 正 員 吉川 和広 京都大学工学部 正 員 奥村 誠
建設省四国地建 正 員 垣下 禎裕

1. はじめに 近年、社会資本整備のため公共事業に対して大きな期待が寄せられている。しかし、公共事業の実施そのものをとりまく環境は、逆に変容しているものとなっている。とくに事業用地取得のための交渉は、都市地域を中心として住民の移転先の確保が難しくなっていることから困難を極めるようになってきている。従来からも、事業主体が住民に対して代替地を斡旋し、提供するという施策が行われてきたが、これを一歩進めて常設の制度とし、用地交渉を円滑に進める切り札として活用しようとする自治体が各地に現れている。そこで、こうした代替地提供制度が事業の進展にどのように反映されるかを検討するために、本研究は代替地をめぐる交渉過程のモデル化を試みるものである。

2. モデル化の考え方 いま、用地交渉の議題は移転先となる代替地の問題に限られており、その代替地は事業主体側から提供されるものと仮定する。しかし、代替地の確保は事業主体にとっても容易ではない。交渉の進展により代替地は減少するので、住民にとって交渉を長びかせることは、良好な条件の代替地を獲得できる可能性を低めることもありうる。ゆえに住民は、代替地の数や交渉の進展といった状況に絶えず注意を払う必要に迫られている。すなわち、交渉の進展というマクロな状況は、個々の住民の行動の集積として発現していることはいうまでもないが、同時に個々の住民の行動というミクロレベルの現象も、交渉の進展や代替地の数といったマクロな状況から影響を受けていると考えられる。したがって、この交渉過程を記述するためには、ミクロ＝マクロ間の相互作用を考慮したモデルが必要であると考えられる。ところで、多数のミクロ要素とそれによって構成されるシステムのマクロな状態との間の相互作用が、システムをどのように挙動させるかという問題を研究するシナジェティクスと呼ばれる分野が H. Haken により提唱されている。本研究では、これに基づく運動方程式を用いることとする。

3. 交渉過程のモデル化 自治体においては、通常複数の事業が並行しまた連続して間断なく実施されている。ここでは、当該事業主体のすべての事業の用地交渉は、恒常的に設置されている1つの交渉テーブルで行われているものと仮定する。いま、新規に事業が開始されると、新たな住民が交渉システムに参加することとなる。しかしその住民は、直ちに交渉を開始するわけではなく、交渉条件を窺いながら、望ましいと考える時期に実際の交渉に参入し、さらに望ましいと考える時期に交渉を成立させ、代替地を獲得しシステムから退出するものと仮定する。いま交渉条件は、代替地の質などには無関係で代替地数と交渉中の住民数の比率によってのみ定まるものとする。また、交渉が1件成立すると同時に、事業主体は新たな住民を交渉システムに追加すると仮定する。すると、交渉システム内の住民数の総和はDで一定となるので、交渉中の住民数dと提示されている代替地数sの2変数によって、交渉システムのマクロな状態を記述することができる（図-1）。

いま時間dtが十分小さく、システム中ではただか1主体しか行動を起こせないとすると、このあいだに発生し得る状態変化は、① $d \rightarrow d+1$ （交渉参入）、② $d \rightarrow d-1$ かつ $s \rightarrow s-1$ （交渉成立）、③ $s \rightarrow s+1$ （代替地供給）、の3種類に限られ、いずれも隣接する状態間の遷移のみとなる。そこで、システムの状態が (d, s) である確

率を $p(d, s)$ とすれば、隣接状態間の遷移確率流のつりあい条件から、マスター方程式と呼ばれる運動方程式を導出できる。さらに、これの近似的な1次モーメントである平均値方程式を求めることができる。これらを図-2に示す。この2つの運動方程式の挙動は比較的良好に対応していることから、本研究では平均値方

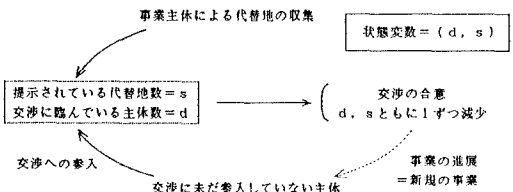


図-1 システムの概略図

程式によって分析を行うこととした。

一方、システムの挙動を生み出す根本の原因であるマイクロ主体の行動原理（確率）を図-3に与える。マイクロ主体が現時点で行動を起こしたときに直面する交渉条件と、1期後に予想される状態のもと行動を起こした場合の交渉条件とを比較するロジットモデルによって、現時点での行動確率が定まると仮定している。

4. 交渉システムの挙動 さて、この交渉システムの挙動を明らかにするため、以下のa)b)の2つのケースを想定し、平均値方程式の均衡解の位置を数値解析によって分析した。また、交渉の成立速度を、交渉が成立するという状態遷移の確率 W_{agree} によって評価し、事業主体の行動が交渉の成立速度にどのように影響するのかをあわせて検討する。

a)交渉の成立と同時に新たな代替地が追加され、代替地数 s が一定に保たれる場合を考える。なお、このとき状態変数は d ただ1つとなる。

b)代替地の追加は必ずしも事業主体の随意にならず、探索活動量 γ に比例する確率になる場合を考える。

それぞれ、a) s が小さいとき、b)マイクロ主体が交渉条件に敏感であり交渉中の住民の行動の方が交渉未参入の住民の行動より速いときには、均衡解が2つ存在するという分岐現象が発生しやすい。このとき、ある γ を境界として急激に均衡解の位置が変化することがある。また、a)「交渉中住民」と「交渉待ち住民」の敏感さが大きく異なるとき、b)「交渉中住民」の行動の方が速いときには、 s あるいは γ を増加させても W_{agree} の増加が頭打ちになる場合があり、交渉の進展に結びつくとは限らないことがわかった。なお図-4、5は、a)b)それぞれケースについて、① s あるいは γ を変化させたときの均衡解の変化と、②また、そのときの W_{agree} の変化の例を示したものである。

5. おわりに ミクロ=マクロ間の密接な相互作用によって、分岐現象が発生したり、また、システムの運用者の努力が反映されにくいケースが発生する場合もあることが明らかになった。しかし、事業主体のとるべき戦略や、マイクロ主体の行動原理に関して、さらなる検討が必要であろう。

1)H.ハーゲン(牧島、小森訳)：共同現象の数理、東海大学出版会、1980
2)建設省監修：街路事業における事業認可と用地補償の実務、きょうせい、1988

マスター方程式：

$$d p(d, s) / d t = W_{join}(d-1, s) p(d-1, s) - W_{join}(d, s) p(d, s) + W_{supply}(d, s-1) p(d, s-1) - W_{supply}(d, s) p(d, s) + W_{agree}(d+1, s+1) p(d+1, s+1) - W_{agree}(d, s) p(d, s)$$
 平均値方程式：

$$d(d, s) / d t = \left[\frac{W_{join}(d, s) - W_{agree}(d, s)}{W_{supply}(s)} \right]$$
 ただし、 $W_{join}, W_{agree}, W_{supply}$ は、それぞれ① $d \rightarrow d+1$ 、② $d \rightarrow d-1$ かつ $s \rightarrow s-1$ 、③ $s \rightarrow s+1$ 、方向の状態の遷移確率。また、 $P_{join}, P_{agree}, P_{supply}$ をそれぞれ、単位時間当たり、1主体が交渉に参入、1主体が交渉を成立、事業主体が代替地を追加する確率とすれば、

$$\begin{cases} W_{join}(d) = (D-d) \cdot P_{join}(d) \\ W_{agree}(d) = d \cdot P_{agree}(d) \\ W_{supply}(s) = P_{supply}(s) \end{cases}$$

図-2 運動方程式

マイクロ主体がもつ予想：

$$\begin{cases} d_{11}(d, s) = d - \varepsilon d + \varepsilon (D-d) \\ s_{11}(d, s) = s - \varepsilon d + \varepsilon (S-s) \end{cases}$$
 ミクロ主体が交渉に参入する確率（微小時間当たり）：

$$\begin{cases} U_1 = -\alpha_1 (d/s) \\ U_2 = -\alpha_2 (d_{11}/s_{11}) \end{cases}$$

$$P_{agree}(d, s) = \alpha_1 \frac{\exp U_1}{\exp U_1 + \exp U_2}$$
 ミクロ主体が交渉を成立させる確率（微小時間当たり）：

$$\begin{cases} V_1 = -\beta_1 (d_{11}/s_{11}) \\ V_2 = -\beta_2 (d_{11}'/s_{11}') \end{cases}$$

$$P_{join}(d, s) = \beta_1 \frac{\exp V_1}{\exp V_1 + \exp V_2}$$
 事業主体が代替地を追加できる確率（微小時間当たり）：

$$P_{supply}(s) = \gamma (1 - s/S)$$

図-3 ミクロ主体の行動確率

