

IV-81

地域間公共投資配分問題へのゲーム論的アプローチ

京都大学工学部 正員 奥村 誠
 京都大学工学部 正員 吉川 和広
 フジタ工業 正員 渡邊 二郎

1. はじめに 近年21世紀に向けて、各地域を魅力ある定住の場とするための基盤整備への関心が高まっている。特に地方都市圏では、市町村の財政活動が地域の雇用や産業を支えているが、その財政基盤は脆弱であり、地域の経済力により財政規模が規定されてしまう。そのため、地域の人口や経済力の大枠を決定するという意味では、国や県といった上位の財政主体による公共投資が重要な役割を果たしており、効率的な投資が重要である。一般に、県の中には社会経済活動の集積や成熟度、基盤施設の整備水準の異なる2、3の経済圏が存在することが多い。県は、このような複数の経済圏から税収を受けとる一方で、公共投資の地域的な配分を独自に決定することにより、地域所得や投資能力のトランスファーを行って、各地域の発展と同時に地域間格差の是正を図るという立場にある。本研究では、このような県の地域間公共投資配分問題に着目して、階層的ゲームとして定式化し、その選好解の求解手順を示す。さらに、滋賀県地域を対象として若干の計算例を示すこととする。

2. 公共投資配分問題の定式化 滋賀県は、開発にとり残され過疎に悩む町村を含むような湖北地域と、京阪神へ通勤する世帯の流入や移転企業の立地により発展してきた湖南地域という2つの経済圏からなっている。ここでは図1に示すように、県を上位の意思決定者（P1）、湖北地域、湖南地域を2つの下位の意思決定者（P2、P3）と考える。P1は人口の定住化や格差の是正など、広い観点からの選好（ f_1 ）を持っており、P2、P3への財源の地域別配分（ x_1 ）を決定する。一方、P2、P3は与えられた財源と独自の財源を合わせて、各地域の発展（ f_2 、 f_3 ）に役立つように投資内容を決定する。ここでは、公共投資を大きく生活基盤投資と生産基盤投資に分け、その間の分野別配分（ x_2 、 x_3 ）を決定すると考える。いま、各意思決定者の目的関数 f_1 、 f_2 および f_3 を x_1 、 x_2 、 x_3 の関数として与えるために、地域計量経済モデルを用いたシミュレーション実験を行い、目的となる指標を、 x_1 、 x_2 、 x_3 についての2次関数として帰納しておくこととする。

3. 単一目的ゲームの求解 ここで、目的関数 f_1 、 f_2 、 f_3 をそれぞれ単一の関数として与えることができれば、この問題はP1を先手とするシュタッケルベルグ型の階層ゲームとなり、図2に示すような手順で解を求めることができる。3者ともが地域人口の増大を目的とする場合の計算例を図3に示す。これより湖南地域に多く配分し、両地域で生活基盤整備に重点を置くという解を得た。

4. 多目的ゲームの求解 実際には、県や各地域の目的を単一の関数で表現することは困難であり、多目的な構造として考えたほうがより現実的である。そこで、各意思決定者の目的をベクトル関数（ f_1 、 f_2 、 f_3 ）として表現する一方で、選好を効用関数により先験的に仮定する必要のない求解方法を開発することとした。その際、県と下位の地域

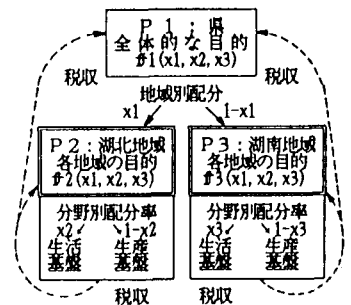


図1 公共投資配分問題の定式化

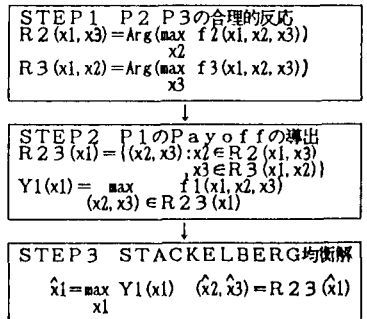


図2 単一目的ゲームの求解

$$\begin{aligned}
 & -0.5 \leq x_1, x_2, x_3 \leq 0.5 \quad (\text{基準化している}) \\
 & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} = 4610x_1 + 8751x_2 + 403x_3 + 19103 > 0 \\
 & \therefore R_2(x_1, x_3) = 0.5 \quad (\text{生活重点}) \\
 & \frac{\partial f_3}{\partial x_3} = 9234x_1 + 395x_2 - 14590x_3 + 11394 > 0 \\
 & \therefore R_3(x_1, x_2) = 0.5 \quad (\text{生活重点}) \\
 & R_{2,3}(x_1) = (0.5, 0.5) \\
 & \therefore Y_1(x_1) = f_1(x_1, 0.5, 0.5) \\
 & \quad = 1244031 + 2383x_1^2 - 6644x_1 \\
 & \frac{\partial Y_1}{\partial x_1} = 4766x_1 - 6644 < 0 \\
 & \therefore \hat{x}_1 = -0.5 \quad (\text{湖南重点})
 \end{aligned}$$

図3 単一目的ゲームの計算例

との階層性の考え方によって2つのタイプを想定する。

第1のタイプは集権型協力ゲームであり、全ての意思決定者の決定は委員会のように合同で行われ、またその決定がもたらす結果および他の意思決定者の行動に関する情報は全ての意思決定者に与えられる。ゲームが多目的であるため、意思決定を繰返し修正を加えることにより選好解への収れんを図る。選好の表現にはリファレンス=ポイント法を用いる。求解は図4に示すような手順で行うことができる。

第2のタイプはより現実的な下位の意思決定者間の非協力的な行動の可能性を含むような自律的な非協力ゲームである。

このゲームにおいては上位のP1は下位のレベルに直接コントロールすることはできないが、P2、P3の利得などの情報を持っており、P1は独自の目的を持つプレイヤーであると同時に、P2とP3の調停者の役割をも持っている。このゲームに対する求解手順を図5に示す。先の手順との相違点は、①要求水準を宣言する際にP2、P3は自分の要求水準をP1と相談した上で自由に決定できる。②支援システムにより計算された協力解（C）はP1にのみ知らされ、P2、P3は現状解と協力解の間に位置する更新解（H）の情報をもとに自由に x_2 、 x_3 を決定する。このように、P2、P3が自分の要求水準と操作変数を自由に決定できるという点でその自律性を保証している。一方調停者の役割を持つP1は、P2とP3を直接コントロールすることはできないものの、アドバイスに従わないプレイヤーにとって不利となるように次の段階で x_1 を変更（罰則）できることから、解を収れんさせる力を持っている。

計算例として表1に示したような目的を取り上げ、種々の組み合わせに対する協力型の選好解を求めた。例えば※印を付けた6目的を取り上げた場合には（-0.42, -0.5, 0.5）、すなわち湖南に重点的に配分し、湖北では生産基盤、湖南では生活基盤に重点を置くという解が得られた。表1の右側には各目的を単一目的として達成する際の解の範囲を示した。これより湖南重点投資は効率的であるが、格差是正の立場からは湖北重点型の方が望ましいことがわかる。また、異なる範囲を持つ目的を同時に取り上げた場合には、両者の中間で選好解が得られることがわかった。さらに、 x_2 、 x_3 に比べて x_1 の変化は、各目的関数値に大きな影響を持つことがわかった。

5. おわりに 以上の分析を通じて、県の地域別投資配分が大きな影響を持っていることから、県の目的に対する選好の違いによって解が大きく異なることが確かめられた。この性質がP1に罰則能力を与えており、自律型ゲームを収れんさせる要因となっている。今後さらに理論的な検討を進めていきたいと考える。

（支援システム） (P1, P2, P3)

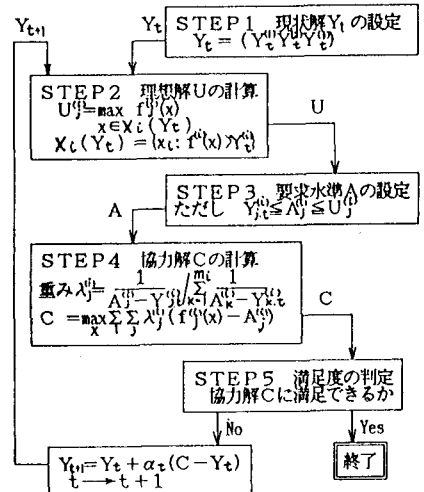


図4 集権型協力ゲームの求解

（支援システム） (P2, P3) (P1)

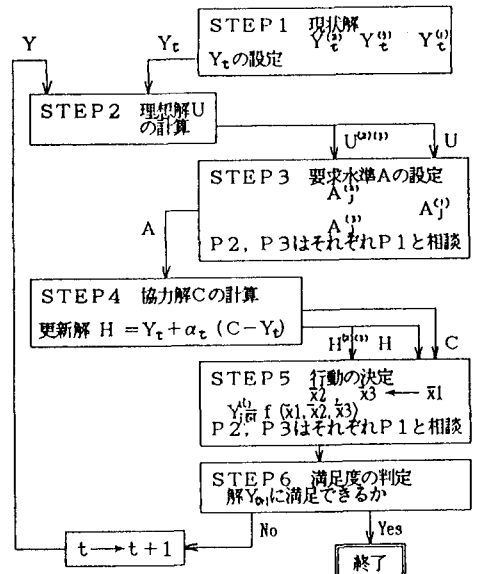


図5 自律型非協力ゲームの求解

表1 取り上げた目的関数

	目的	達成に有利な配分率
P1 県	f1 生活基盤整備最低水準	0.26 (やや)
	所得格差縮小※	0.21 (湖北)
	所得最低水準	0.17 (重点)
	県総人口※	-0.5 (湖南重点)
P2 湖南	人口※	0.5 (生活型)
	生活基盤整備水準	-0.2 ~ -0.5
	所得水準	-0.5 (生産型)
P3 湖北	総従業員人口※	0.5 (生活型)
	人口※	-0.5 (生産型)
	生活基盤整備水準	-0.5 (生産型)