

公共投資に関する最適分配の一考察

—— 多目的計画 ——

大同工学院事業経営研究所(大学院) 副教授 正会員 〇曾 國 雄

1. はじめに

現在のところ、ある都市が急激に成長した場合、その都市の住民に多くの複雑な公共ニーズが存在し、多くの都市の公共政策問題が生じて来る。この場合には、地方政府がある一定の有限な公共財源を利用して、公共投資にどのような配分をするかによって、その住民の多くの公共ニーズを最適に満足することができる。

本論文では筆者の他の論文(1)にもとづいた多様化の目的的最適資源配分の視点から展開される。論文(1)では、都市の財源の把握、公共サービスの需給ギャップ、および都市規模の評価などを対象として研究してきた。本論文では、多目的計画モデルの構成およびそのモデルに関する関数関係の測定問題を中心に研究する。

したがって、この研究では目下、資源危機の時代においては、このような資源の有効利用の課題に重要な意味を持っていると思われる。

2. 公共投資の多目的計画モデルの構成

地方行政の活動の目的は、生活関連および産業関連に密着した公共サービスを提供することにより、その地域の福祉水準の向上に寄与することにある。ここでは、まず公共サービスの供給の側において現在の制度の下で制限された公共サービスの財源を持つ地方政府が、たとえば新規企業の立地による社会経済の変化においてはその一定の財源収入をどのように配分するかという点に問題をする。他方、住民欲求の需要の側においては、同様に新規企業の立地に伴う社会経済の変化による公共サービスの質と量の向上が要請されるなかで、市民はこの公共サービスの需給ギャップがどの程度に感じるかという評価を考慮に入れる。

このようなモデルの構成の行動体系は、次のような4つのstepで進行することができる。すなわち、

まず第1には、われわれはそれぞれの公共サービス水準の実物指標値(I_{jt})が公共サービスの投資額(A_{it})

にどのように関係するかを探究する。この関係式は次のような形で考慮される。

$$I_{jt} = I_j(A_{it}) \quad i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m, j \leq n \quad (1)$$

ここでは、

$$\sum_i A_{it} = CT_t \quad (注1)$$

t : ある期間 t

CT_t : 定数(総投資額)

i : 公共サービスの種類

j : 実物指標値の種類

第2には、当該地域の住民はその各公共サービス水準の実物指標値(I_{jt})にどの程度の満足ができるかを満足度の定量的評価(S_{jt})に換算して評価関数を探究する。この評価関数は次のように考慮される。

$$S_{jt} = S_j(I_{jt}) \quad (2)$$

第3には、以上、それぞれの公共サービスの平均相対優先重要度のウェイトづけ(\bar{W}_{jt})を住民の意識(コンセンサス)により評価する。(注2)

最後には、多くの公共ニーズ(多目的)を最適に満足できる総合評価関数のモデルを構築する。このモデルの構成は次のように正式される。

$$\text{目的関数: } \text{Max } G_t = \sum_j \bar{W}_{jt} S_{jt} \quad (3)$$

$$\text{ただし, } S_{jt} = S_j(I_j(A_{it}))$$

$$\text{制約条件: } \sum_i A_{it} = CT_t \quad (4)$$

この問題に対するラグランジュ関数は、

$$G_t = \sum_{j=1}^m \bar{W}_{jt} S_{jt} - \lambda \left(\sum_{i=1}^n A_{it} - CT_t \right) \quad (5)$$

ここでは、 λ : parameter になる。

また、(5)式を A_{it} と λ でそれぞれ微分すれば、

$$\frac{\partial G_t}{\partial A_{it}} = \sum_j \bar{W}_{jt} \frac{\partial S_{jt}}{\partial I_{jt}} \frac{\partial I_{jt}}{\partial A_{it}} - \lambda \quad (6)$$

注1) t では、長期の場合には、適当な計画年(3年、5年、あるいは10年)を考慮することができる。

注2) 筆者の他の論文、「公共システムにおける決定過程へのPATTERN法の適用についての一考察」を参照されたい。

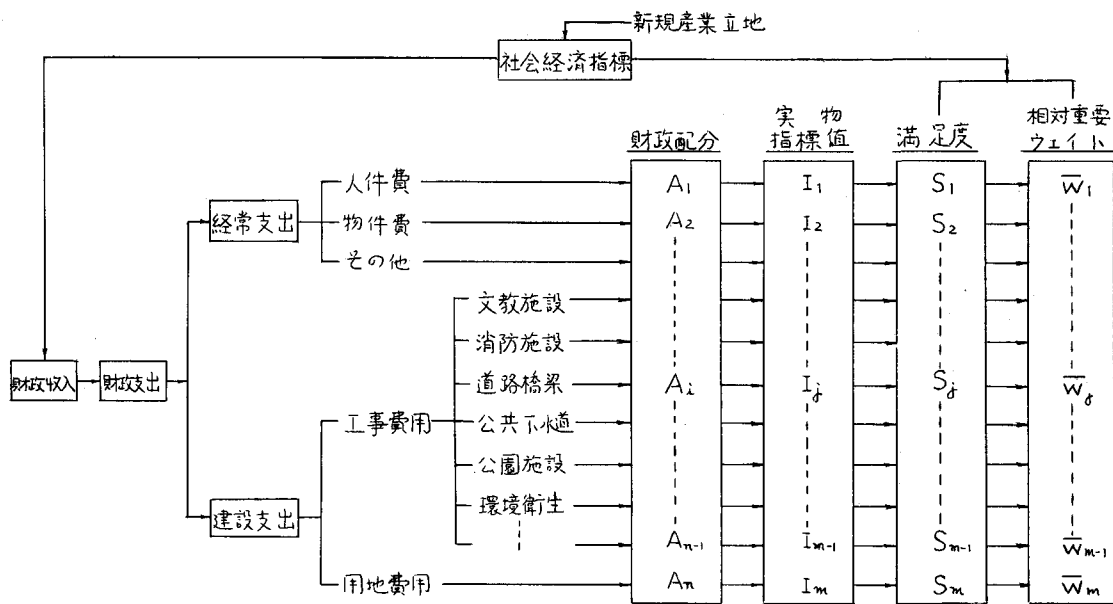


図-1 モデルの構成体系

$$\frac{\partial G'}{\partial \lambda} = -\sum_i A_{it} + CT_t \quad (7)$$

に於ける。

ただし、 I_{jt} と S_{jt} は微分可能であると仮定すれば、(6)式から A_{it} の最適投資配分の解を取ることが出来る。このモデルの構成体系は上のような図-1で示される。

3. 多目的計画の関数関係の測定

公共ニーズに対する関数関係の測定は、われわれの主観に基づく判断と定量的・客観的な測定との2つの局面を持つ。これらの2つの局面については、公共投資の評価指標の意識調査および優先度のウェイトづけから出発して、モデルの関数関係を探索する。すなわち、

3.1 公共サービス水準の実物指標値の測定

ここでまず公共サービス水準の実物指標値の増加率 (β_{it}) の測定を行う。

$$I_{it} = I_{it}(1 + \beta_{it}) \quad (8)$$

実際にこの問題では、現在の市場経済社会の制度下においては、現実には、公共建設事業投資額が増加するとしても、公共サービスの指標値も同様に向上するとは言いえない。たとえば物価上昇の他に、特に地価は企業立地の投資規模とともに急激に上昇するから、公

共サービスの用地費用がその地価の上昇とともに増加する場合、都市社会の実質的公共サービス投資費用は相対的に減少する場合もある。次のようで定式化される。

(1) 公共サービスの量的伸び比率 ($1 + \beta_{it}$)

$$\text{用地費用} : LC_{it} = k \cdot \Delta Q_{it} \cdot PL_t \quad (9)$$

また、 $PL_t = PL_t(LD_t, H_t)$

t : 期間 t t_0 : 期間 t (基期)

i : 公共施設の種別

LC_{it} : 公共建設事業の用地費用

k : 公共建設の用地係数^{注3)}

ΔQ_{it} : 公共建設の増加量 (t_0 から t まで)

Q_{it} : 公共建設量

PL_t : 平均地価^{注4)}

LD_t : 用地需要^{同注4)}

H_t : 住宅投資^{同注4)}

$\alpha_t = \frac{PL_t}{PL_{t_0}} - 1$ ----- 地価の増加率

$$\text{工事費用} : WC_{it} = \Delta Q_{it} \cdot PW_{it} \quad (10)$$

WC_{it} : 公共建設の工事費用

注3) 建ぺい率と容積率の規制はある期間 (t_0 から t まで) に変化しないと仮定する。

注4) 筆者の他の論文 (2) を参照された。

PW_{it} : 公共建設の単位当り工事費用

公共サービスの建設費用 :

$$a. t. \text{年} \quad A_{it} = k \cdot \Delta Q_{it} \cdot PL_{it} + \Delta Q_{it} \cdot PW_{it}$$

$$b. t \text{年} \quad A_{it} = k \cdot \Delta Q_{it} \cdot PL_t + \Delta Q_{it} \cdot PW_{it}$$

ただし, $\Delta Q_{it} = \Delta Q_{it-1} (1 + \beta_{it})$

β_{it} : 公共サービスの量的な増加率

したがって,

$$A_{it} = k [\Delta Q_{it-1} (1 + \beta_{it})] \cdot [PL_t (1 + \alpha_t)] + [\Delta Q_{it-1} (1 + \beta_{it})] \cdot PW_{it}$$

ここで、通常すべてのデータはある年度の物価を基準として、デフレートされたから、単位当り工事費用 PW_{it} は一定 ($PW_{it} = PW_{it-1}$) であると考える。

$$\Rightarrow A_{it} = (1 + \beta_{it}) [k \cdot \Delta Q_{it-1} \cdot PL_t (1 + \alpha_t) + \Delta Q_{it-1} \cdot PW_{it-1}]$$

$$\therefore 1 + \beta_{it} = \frac{A_{it}}{A_{it-1} + C_{it-1} \cdot \alpha_t} \quad (11)$$

(2) 公共サービスの量的な指標値の増加率 (β_{it})

$$\beta_{it} = \left[\frac{\Delta Q_{it}}{Q_{it}} \cdot \frac{1}{1 + \beta_{it}} \right] \cdot \frac{1}{1 + \beta_{it}} \quad (12)$$

β_{it} : 人口の増加率

(11) 式と (12) 式により、 $1 + \beta_{it}$ の関係式は次のようになる。

$$1 + \beta_{it} = f_i(A_{it}, \alpha_t, \beta_{it}) \quad (13)$$

(3) 公共サービス水準の実物指標

(13) 式を (8) 式に代入すれば、^{注5)}

$$I_{it} = I_i(f_i(A_{it}, \alpha_t, \beta_{it})) \quad (14)$$

になる。

3.2 公共サービス水準の満足度の測定

ここでの測定手法は、種々の領域における主観的実物指標値が、その領域におけるいくつかの主観的満足度とある密接な関連を持っているということが予想される。したがって、この指標値が、ある水準を越えたと、急激に満足度は上昇する、ということも十分考えられる。そこで、このような指標値がどの程度まで改善(投資)されることによって、満足度はどのくらい上昇しそうかということを予測してみる、ということもできると思われる。いまたとえば、ある地域の下水の普及率と、その地域への満足度との関係が図-2(a)のような関数関係にあったとする。一方、道路舗装率と環境満足度とは、図-2(b)のような関数関係になっ

注5) ここで注4)により、 α_t, β_t を与えれば、(14)

式の変数は(1)式のように示されることができる。

ていたとする。

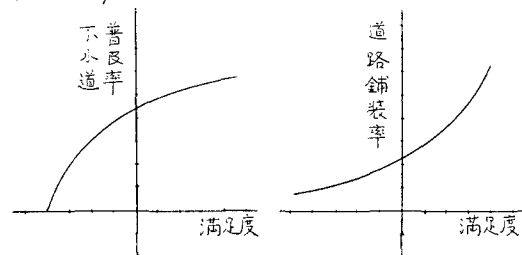


図-2(a)

図-2(b)

この関数関係では、ある領域における満足度を定量化(スコア)された地域の意識データとその領域における指標値に対応して回帰分析を利用して、関係構造式を構成する。この関数関係は次のような形で定義される。

$$S_{jt} = S_j(I_{jt}) \quad (15)$$

3.3 公共サービス水準の相対優先度の測定

公共問題について意思決定を行う局面は、近年とみに複雑化し、多くの困難な問題を含んでいる。この多くの公共ニーズの^{注6)}それぞれの相対重要性はどのようにして決定するかが問題である。ここではこの相対重要性(優先度)のウエイトづけの測定方法として、筆者の他の論文(3)の技法の一部を適用する。すなわち、十分に考察された住民および専門家への意識調査を基にしてウエイトづけをする評価手法である。この評価手法については、ある基準によって各公共サービス(エレメント)の評点をつけることが人間行動(個人の意識観、価値観などにより)の一つの重要な問題と写ってくる。この評点づけによって、おのおの具体的なコンセンサスの位置づけや、あるいは現代社会の公共ニーズ問題などを探索して、全体の政策の方向とその優先重要性とを確認することができる。ここで公共ニーズのウエイトづけの数量的評価のstepは次のようにまとめることができる。

a. 評価基準の設定-----評価基準とは、一つの公共ニーズに対しても価値観の違うなどでいくつかの見方が出てくる場合に、そのような観点の相違があることを明確にし、さらに投票による評点づけをする場合、どの観点に立って投票したかを明らかにするためのものである。評価基準は次の式、

注6) 公共ニーズとは、公共サービスに対する欲求である。

$$C_i = \bigcup_{n=1}^p C_{nt} \text{ かつ } C_{nt} \cap C_{ut} = \phi, (1 \leq u, v \leq p, u \neq v) \quad (16)$$

になる。

b. 評価基準のウエイト……評価基準が設定されたならば、それぞれの評価基準自身にウエイトをつけ、基準の明確化を図る。すなわち、投票に当たっては、まず評価基準間のウエイトを投資し、どの立場や観点を重視するかを明らかにする。評価基準 $C_{1t}, C_{2t}, \dots, C_{nt}, \dots, C_{pt}$ のうち、(16) 式の条件式からいづれか二つの評価基準は互いにトレードオフの排反である。そして(16)式によって起こる頻度の百分率 $p(C_{nt})$ は、

$$\sum_{n=1}^p p(C_{nt}) = 1, (100\%) \quad (17)$$

を得る。もし評価基準 C_{nt} の頻度の百分率 $p(C_{nt})$ は、評価基準 C_{nt} に対するウエイト ε_{nt} を示すとすれば、

$$\sum_{n=1}^p \varepsilon_{nt} = 1 (100\%) \quad (18)$$

を得る。すなわち、同一状態ノードにおける評価基準のウエイトの合計を100%とする。

c. 評点づけ……各公共ニーズにどのように評点を配分するかを投票することになる。この評点づけの方式には、それぞれの個人、ある評価基準 C_{nt} により各公共ニーズの優先重要性を評点する。

$$\sum_{j=1}^m b_{njt} = 1 (100\%) \quad (19)$$

d. 優先重要性 w_{jt} の計算……以上の投票値(ひとりひとりの評点者)より各公共ニーズの優先重要性 w_{jt} は、「各投票基準のウエイト」×「その評価基準の(その)エレメントの評点」を総合評価基準について合計した結果である。

$$w_{jt} = E(b_{jnt}) = \sum_{n=1}^p \varepsilon_{nt} b_{njt} \quad (20)$$

この結果、この投票者は w_{jt} の大きさの順序により、それらの優先度を認識しているとみなすことができる。次に、各投票参加者の平均 \bar{w}_{jt} および分散

注7) 相対優先重要性 w_{jt} の計算は次の表のとおりである。

表-1 相対優先重要性 w_{jt} の計算

評価基準	評価基準のウエイト	実物指標値に対する優先重要性の評点づけ					合計	
		b_{1t}	b_{2t}	...	b_{jt}	...		b_{mt}
C_{1t}	ε_{1t}	b_{11t}	b_{12t}	...	b_{1jt}	...	b_{1mt}	100%
C_{2t}	ε_{2t}	b_{21t}	b_{22t}	...	b_{2jt}	...	b_{2mt}	100%
...	...	...	...	...	...	...	...	100%
C_{jt}	ε_{jt}	b_{j1t}	b_{j2t}	...	b_{jjt}	...	b_{jmt}	100%
...	...	...	...	...	...	...	...	100%
C_{pt}	ε_{pt}	b_{p1t}	b_{p2t}	...	b_{pjt}	...	b_{pmt}	100%
合計	100%	$w_{1t} = E(b_{1t})$	$w_{2t} = E(b_{2t})$	...	$w_{jt} = E(b_{jt})$	...	$w_{mt} = E(b_{mt})$	100%

$Var(w_{jt})$ を求める。

$$\bar{w}_{jt} = E(w_{jt}) = \frac{1}{N} \sum_{r=1}^N (w_{jrt})_r \quad r=1, 2, \dots, N \quad (21)$$

$$Var(w_{jt}) = \frac{1}{N} \sum_{r=1}^N [(w_{jrt})_r - \bar{w}_{jt}]^2 \quad (22)$$

r : 住民の各投票参加者(人)

ここで、 \bar{w}_{jt} では、ある行政体の住民は i 種類の公共サービスに対応する j 種類の実物指標値に全体公共ニーズ需要者の平均的欲求を示し、 $Var(w_{jt})$ では、その行政体の住民は同様種類の公共サービスに全体公共ニーズ需要者の欲求の差異程度を示す。この差異の程度では、できれば小さい方(統一の見解)がよい、もし差異の程度が多い場合には、その種類公共サービスの地域配分程度の問題(すなわち空間配分モデル)であると考えられる。

4. おわりに

以上、本論文では、ある一定の財源をどのように配分すれば、それぞれの住民に公共ニーズを最適に満足することができるかを述べて来た。ここでは、筆者の他の二つの論文(公共投資(1)および公共システムのPATTERN法(3))および他のいくつかの論文(5, 6, 7)にちとづいて、新しい公共投資の有効な手法を提案した。

今後、残された課題として、この手法の実証研究が必要である。

参考文献

- (1) 曾国雄:「工業立地の公共投資に及ぼすインパクトのモデルに関する一考察」、土木学会、(投稿中)。
- (2) 曾国雄:「都市成長のマクロモデルに関する一考察」、都市計画、通巻第95号、1977年4月。
- (3) 曾国雄:「公共システムにおける決定過程へのPATTERN法の適用についての一考察」、行動計量学、1977年3月。
- (4) 曾国雄:「地域開発計画論についての再検討」、大阪大学経済学、第27巻、第1号、1977年6月。
- (5) Jared L. Cohon and David H. Marks, "A Review and Evaluation of Multiobjective Programming Techniques", Water Resource Research, Vol. 11, NO. 2, 1975.
- (6) Yacov Y. Haimos and Warren A. Hall, "Multiobjective in Water Research System Analysis: SWT Methods", Water Resources Research, Vol 10, No. 4, 1974.
- (7) Jared L. Cohon and David H. Marks, "Multiobjective Screening Models and Water Resources Investment", Water Resources Research, Vol. 9, NO. 4, 1973.