

# 広域行政におけるゲーム論的アプローチ

渡辺 健

## 1. はじめに

公共部門におけるORワーカー，とりわけ都道府県・市町村などの「普通地方公共団体」といわれる部門においては，ORワーカーなど皆無に近い．OR手法の既製品でさえも日常業務において意識的・無意識的を問わず活用されている例も，ほとんど耳にしない．公共部門の大半を占める日常業務は定型的なものであり，その運営実態は人海戦術でコスト意識を麻痺させテーマとヒマさえかければ成し遂げられると考えられているようでもある．電算機の有効利用やOA化の波などを例にとれば，従業員数からして大企業の部類に属する公共部門群が最後に手をつけようとしている状況である．

公共システムにおいては，

$$s(t) = f(s, c)$$

状態変数ベクトル  $s(t)$  の認識が鈍感であり，制御変数ベクトル  $c(t)$  と  $s(t)$  の識別を判然とさせず， $s(t)$  の予見をなかなか実行に移さない．また， $c(t)$  の意思決定過程はきわめて非論理的である．すなわち，C. Lindblom などによって指摘されている incrementalism (漸進主義) に象徴されよう．話題の行政改革は， $s(t)$  の末期的症状の顕在化と若干の予見にもとづく  $c(t)$  の操作と変更を意味すると考えられる．

ORやシステム思考の公共部門における活用

は，地域計画策定などの企画部門のほんの一握りにおいて緒に就きつつあるようだが，未だ有効に機能していない，機能させないようにさえみえる．先に述べた定型的業務の場においてさえ，多くの活用の期待が考えられるのだが．

さて本稿では，昨年夏の第2次臨時行政調査会の基本答申にも掲げられている地方行政の検討課題としての広域行政について規範的観点からゲーム理論の概念適用とその有効性を論ずることとする．それに先だって，筆者も「お役人」であり，広域行政の制度論を簡単に紹介することから始めよう．

## 2. 広域行政における空間概念

広域行政に関して，本稿ではその対象を地方公共団体(地方自治体)にとってのそれに限定する．たとえば，国のブロック単位の地方出先機関(地方建設局・財務局など)など現存し，広域行政の範疇に入るのであるが当面捨象する．また，道州制・圏州制・連邦制などの構想の論議についても昭和20年代よりあるが，これについても触れない．

さて，表1は地方自治制度における地方公共団体の類型を示している．都道府県は市町村と比べて，広域的・統一的・国と市町村との連絡調整的事務などを実施している．普通地方公共団体に関して，空間的には明確に二重性を有していて，都道府県の各々が区域内の市町村を包括している．

すなわち， $i$ 都道府県  $N_i$  が市町村  $j$  を要素とす

わたなべ けん 横浜市 都市計画局

表 1 地方公共団体の種類

普通地方公共団体	都道府県(広域的普通地方公共団体)
	市町村(基礎的普通地方公共団体)
特別地方公共団体	特別区(東京都のみ)
	地方公共団体の組合(一部事務組合など)
	財産区
	地方開発事業団

る集合と考えることができる。  $\forall j \in S_k \subset N_i$  となる。  $S_k$  という部分集合は、全体集合  $N_i$  という都道府県内の市町村  $j$  を要素とする現実の郡に相当する。郡は、 $j$  あるいは  $N_i$  と現実において制度的性格を異にし主体を成していない。つまり、行政上の地理的区画にすぎないが、広域市町村圏の単位でもある。都市・地域の経済学的分析などにおいては、現実の行政区域を分析上排除することがあるが、ここでは意思決定主体という「主体」概念を適用することによって、より制度的現実性を与えることが可能となる。

一方、特別地方公共団体はその空間的・組織・事務・権能などが特殊的で、その存在自体が普遍的でない。東京都特別区を除いて、他の3類型は一般的に馴染みの薄いものであるが、広域行政との関連においては一部事務組合・地方開発事業団の存在は重要視される。一部事務組合は、複数主体(現実には市町村が多い)がその事務の一部を共同処理する別個の法人格を形成するものであり、空間的には複数構成主体に跨るものである。例として、ゴミ処理事業などの環境衛生事務をはじめ、厚生福祉・防災など幅広い分野において存在している。地方開発事業団は、空間的領域が明瞭であり一定区域の総合的開発計画にもとづき施設建設・用地の取得造成などの事業を実施するものであり、複数主体が事業委託すべき団体を共同設置するものである。

複数主体による広域的な事務・事業を実施する場合すなわち広域行政において、①構成する複数の主体の特定化に関する問題、②各主体の空間的領域と広域事務・事業のそれとの関連性の特定化

表 2 地方公共団体の区域変更

廃置分合	合体(AとBが合併しCとなる)
	編入(AにBが編入しAとなる)
	分割(AがBとCになる)
	分立(AからBが分立する)
境界変更…法人格の変動をとめない区域変更 (Aのa地区がBに編入)	

に関する問題が重要な要素と考えられる。広域事務・事業を実施する各主体の全体集合  $N$  と  $N$  を構成する各主体  $i$  のその広域行政における空間的位置関係は、施設建設などの立地問題をともなう大規模プロジェクトにおいて問題が現実的に顕在化している。たとえば、琵琶湖の水質保全施策と下流府県との費用負担に関する問題が掲げられる。

表2は各主体ごとの空間的領域の設定・変更の制度的類型を示したものである。地方公共団体の組合の種類として一部事務組合のほかにも全部事務組合という制度があるが、これは事務の全部を共同処理することであり、表2の合体(合併)に等しいものである。

### 3. 広域行政における協力概念

住民の日常生活や企業の生産活動は、行政区域を意識せずに行なわれるもので、近年の交通・通信手段の質的・量的発達や消費生活・生産活動の様式変化などが相互依存しあって広域化傾向にある。このような広域行政需要に対応して、公共財・サービスの供給主体である公共部門において

表 3 地方公共団体の協力方式

特別地方公共団体	地方公共団体の組合(一部事務組合など)
	地方開発事業団
事務の共同処理	協議会(ex. ダム管理)
	機関及び職員の共同設置(ex. 公平委員会)
	事務委託(ex. 職員研修)
機関の連合組織(ex. 全国知事会)	
地方行政連絡会議	
広域市町村圏(自治省)・定住圏(国土庁)・地方生活圈(建設省)など	
その他	

は行政区域間の **spill over effect** を考慮して効率的にサービス供給しようとするため種々の制度上の広域行政施策をほどこす。表3は各主体間の事務・事業の共同処理をはじめ協力方式の制度上の種類を示したものである。なお、地方公共団体の協力だけでは解決され得ないような、国との調整が必要な問題について、国の地方出先機関をも含めた協力方式が地方行政連絡会議である。すなわち、広域行政においては複数の地方公共団体間の水平的な調整問題のほかに、国庫補助金という財源などによる国という上位政府との間の垂直的調整が問題となる。

制度上、広域というある区域を設定しその区域内でサービス供給の効率性を計るため協力・調整という形式が確立されている。しかし、現実社会の意思決定過程においては、必ずしも全体的効率性を追求するのではなく、交渉という場において当事者間の駆け引きが問題の核心部分で行なわれる傾向が公共部門においては往々にしてある。駆け引きの媒体となる主体間を自由に移動する利得（カネ）は、公共部門の体質から考えるとその当事者のもつ効用とはなんら関係ないもののようにみられる。零細補助金を獲得するため、その額以上のコストをかける例など枚挙にいとまない。また同一の公共部門内部においてさえある **sectionalism** が、複数主体間の全体的効率性の追求を阻害していることも明らかである。

#### 4. 流域下水道という協力ゲーム

広域行政の例として、流域下水道をとりあげゲーム理論 (game theory) の特性関数形で費用負担問題を表現する事例をここで紹介する。下水道事業は、各々の市町村が単独に実施する「公共下水道」と、近隣の複数市町村が共同して実施する「流域下水道」の2形態に大きく区分される。近年の地方財政の逼迫から、広域行政を推進するにあたっては、その各施策の費用負担に関して自治体間に潜在的にあるいは顕在的にも **conflict** が発

生している。このような費用負担に関する自治体間の **conflict** の解消をはかるには、単に一施策の費用効果分析のみならず広域行政諸施策間の費用・効果をも含めた包括的・総合的な分析が必要である。本稿では、流域下水道のみに着目し、事業参加市町村間のその費用負担問題に対して非市場機構における自治体間の集団的意思決定 (**group decision making**) 問題としてとらえ、**conflict resolution** の過程を分析しようとするものである。そして、ある価値判断にもとづく費用負担の公平性 (**fairness**) と同時に、複数の行動主体が競争的な状態にあるときの主体間の協力による事業成立の安定性 (**stability**) についても分析するものである。

下水道サービスなどのような地域的な準公共財の費用負担に関しては、受益者負担の原則にもとづく公共料金の最適水準を決定するための「限界費用価格形成原理」などによるアプローチが従来からある。しかし、ここでは複数主体間の相互の利害関係から協力や競争によって費用をいかに配分するかというアプローチをとる。下水道施設においては、サービス生産の費用面からの経済的特性として平均費用(短期・長期)の逓減性が認められ「規模の経済」が存在する。したがって、事業参加主体数が増加することによって協力の有利性が存在し、各主体にとっては、その有利性の帰属に関して **conflict** が発生する。

主体  $i$  の全体から成る「結託」(coalition) の集合  $N$  とその部分集合である結託  $S$  によって問題を表現する。

$$(1) \quad N = \{1, \dots, i, \dots, n\} \quad \forall i \in S \subset N$$

主体  $i$  の数が増加すると費用逓減により任意の結託  $S$  の潜在的な利得を示す値を  $v(S)$  と表わす。この  $v(S)$  を結託値 (coalition value) とよぶ。空集合  $\phi$  から成る特殊な結託  $\phi$  において結託値は当然存在しない。

$$(2) \quad v(\phi) = 0$$

また、任意の互いに素な結託  $S$  と結託  $T$  にお

いて、

$$(3) \quad v(S \cup T) \geq v(S) + v(T) \quad T \subset N, S \cap T = \phi \text{ のもとでの優加法性 (superadditivity)}$$

すなわち、結託  $S$  と結託  $T$  がそれぞれに行動して  $v(S)$  と  $v(T)$  を獲得し、結託  $S \cup T$  の結託値  $v(S \cup T)$  は、それぞれに行動して得られる結託値の和  $v(S) + v(T)$  以上であることを意味する。

(2), (3) は特性関数 (characteristic function)  $v$  という表現形式による von Neumann-Morgenstern 型の協力ゲーム (cooperative game) になっていることを示すものである。流域下水道  $N$  の費用負担 conflict resolution を、全体集合  $N$  から得られる「財政余剰」とでもいうべき  $v(N)$  の各主体への分配する利得ベクトル  $x = (x_1, \dots, x_n)$  を求める「下水道ゲーム」として捉える

### 5. 協力規定としての空間・制度

利得ベクトル  $x$  を考えるにあたり、主体間を自由に移動する利得(これを「手付」side payment とよぶ)を前提とするゲーム (game with side payment) では、各主体の財政規模や下水道に対する個別の必要度あるいは全体集合  $N$  内の他の広域行政諸施策間との関連は捨象する。つまり、手付は主体の主観的評価にもとづく効用そのものではなく、無制限に分割可能な実数で表現される「転移可能な効用」(transferable utility) と仮定する。この仮定は、前に述べた現実の行政側の決定論理の一側面を適切に反映しているものと考えられる。また、各主体・各結託においては結託値などの情報が十分に知りつくされているという完

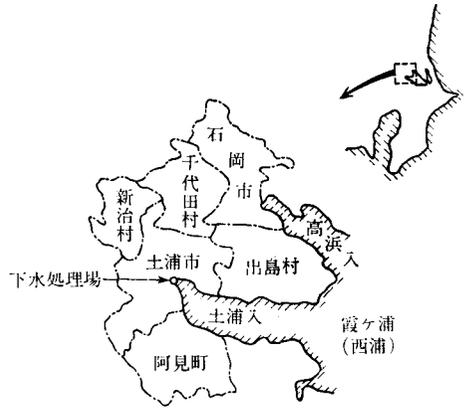


図1 霞ヶ浦湖北流域下水道関連市町村位置

全情報 (complete information) を仮定する。この仮定も、前述した広域行政の諸類型の機能面のいくつかには当てはまるだろう。

図1は、事例としての霞ヶ浦湖北流域下水道の6市町村を示す。さて、ここで結託の有利性を表わす特性関数を規定する本質的に重要な要因を抽出することにする。すなわち、現実社会の諸与件を特性関数に組み入れて定式化する。諸与件のうち、下水道サービスが地域的な準公共財であることから発する地域特性等による技術的与件と下水道に関する法制度・補助金制度などの制度的与件に分ける。

6市町村の結託  $N = \{1, \dots, 6\}$  による湖北流域下水道の部分集合である結託  $S$  は、すべて許容であるとは限らない。つまり、主体  $i$  単独の行動も特殊な結託と考えると、全体集合  $N$  の結託を含めてすべての組合せ  $(\sum_{r=1}^6 C_r)$  は63通りとなるが、結託の形成には諸制約がかかる。いま全体集合  $N$  の分割を考えると、

$$S_p \cap S_q = \phi, \quad p \neq q \quad \bigcup_{p=1}^m S_p = N \quad (m \text{ は整数 } 1 \leq m \leq 6)$$

これを結託構造 (coalition structure) とよぶ。この結託構造を規定する技術的与件を考え、模式図として図2を示し、分割の基準として空間的条件と物的技術条件を導入する。

図2において、仮に主体  $C$  と主体  $E$  だけに

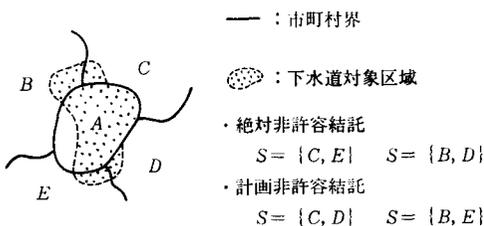


図2 流域下水道関連市町村の地域的結託構造

る結託  $S = \{C, E\}$  は、隣接せず結託することが空間的にみて不可能であることから「絶対非許容結託」とよぶことにする。したがって、与件  $N$  というシステム内では、各主体の空間的位置関係が結託構造に関して既得権的要因となり得る。

次に、結託  $S = \{C, D\}$  は隣接しているものの流域下水道の処理対象区域を計画上の与件とすれば、やはり結託することが許されず「計画非許容結託」とよぶことにする。この場合、主体  $C$  と  $D$  は主体  $A$  が結託に加わらないかぎり非許容結託であることは図から明らかであろうし、逆に主体  $A$  の空間的位置の結託度合に関する有利性を推察することができる。下水道計画の処理対象区域の設定は、一般に地域の自然的条件などによる土木工学的技術条件によるほか社会経済的条件にも大きく依存し、また下水道施設計画の観点からは処理場立地・管渠網配置などによって規定される。すなわち、このような処理対象区域の設定要因によっても結託構造は規定されることになる。

湖北流域下水道の場合、許容結託(permissible coalition)の数  $\|S\|$  は33であり、計画非許容結託を計画策定過程において許容結託となるような計画変更が可能であるならば  $\|S\|$  は41に増える。実証分析では、 $\|S\|$  を33と41の両者を比較することによって、結託構造と施設立地計画策定要因との関連を分析することにする。

一方、財政余剰  $v(S)$  は主として規模の経済により得られるものであった。すなわち、super-additivity の条件 (3) により、結託  $S$  の財政余剰  $v(S)$  は、その結託  $S$  に属する主体  $i$  の単独行動の財政余剰  $v(\{i\})$  の  $S$  についての総和以上

$$(4) \quad v(S) \geq \sum_{i \in S} v(\{i\})$$

が成立する。さらに (4) は、表4に示すように建設費の補助金率の差異という制度的与件によっても成立する。つまり、単独行動(公共下水道)の国庫補助金率は、流域下水道のそれよりも顕著に小さくゲームの本質(財政余剰の発生)に影響を与え、結託行動に誘因を与えるものとなる。

表4 建設費国庫補助率

	公共下水道	流域下水道
処 理 場	2/3	3/4
管 渠	6/10	2/3
総費用に対する補助対象	75(%)	93(%)

以上、各主体の事業協力を規定する要因として、①各主体の空間的位置関係、②下水道の類型による補助金制度を述べたが、この2点を明示的に特性関数に組み入れ分析することにする。

## 6. conflict resolution モデル

この協力6人ゲームにおいて、全体の財政余剰  $v(N)$  を各主体に分配する利得ベクトル  $x$  を求めることによって流域下水道の費用負担 conflict resolution をはかる場合、任意の許容結託  $S$  はその  $v(S)$  を各主体間・各結託間の交渉の場において提示する。そこでの  $v(S)$  とは、

$$(5) \quad v(S) = \sum_{i \in S \subset N} C_{(i)}(\mathbf{Q}_i) - C_S(\mathbf{Q}_S)$$

結託  $S$  を構成する各主体ごとの単独行動(公共下水道)による事業費用  $C_{(i)}(\mathbf{Q}_i)$  の総和から、結託  $S$  による流域下水道の費用  $C_S(\mathbf{Q}_S)$  を控除することによって  $v(S)$  が得られることを示している。ベクトル  $\mathbf{Q}$  は、費用を規定する処理水量などの成分よりなる。したがって、全体集合  $N$  による財政余剰  $v(N)$  は、

$$(6) \quad v(N) = \sum_{i \in N} C_{(i)}(\mathbf{Q}_i) - C_N(\mathbf{Q}_N)$$

6市町村各々の公共下水道の各費用の総和から、湖北流域下水道の費用を控除することによって表わされる。

さて、この  $v(N)$  を各主体  $i$  に分配する利得ベクトル  $x = (x_1, \dots, x_6)$  を単独行動による費用から控除することによって、湖北流域下水道  $N$  が成立する場合の主体  $i$  の事業費の費用負担  $b_i$  が決定される。 $b_i$  は、主体  $i$  の単独行動による費用  $C_{(i)}(\mathbf{Q}_i)$  から  $v(N)$  の  $i$  への分配  $x_i$  を控除して得られる。したがって、各主体への分配の総和  $\sum_{i \in N} x_i$  は  $v(N)$  と一致する。

$$(7) \quad b_i = C_{i(i)}(\mathbf{Q}_i) - x_i$$

$$(8) \quad C_N(\mathbf{Q}_N) = \sum_{i \in N} b_i = \sum_{i \in N} C_{i(i)}(\mathbf{Q}_i) - \sum_{i \in N} x_i$$

$C_N(\mathbf{Q}_N)$  は湖北流域下水道の事業費用を示し、各主体の費用負担の総額  $\sum_{i \in N} b_i$  に相当する。

分配される利得ベクトル  $\mathbf{x}$  を求めるに際して、全体の結託  $N$  とその部分の結託  $S$  との利害関係が安定的なものでなければ結託  $N$  は成立し難い。そこで、全体の財政余剰  $v(N)$  は、すべて分配されねばならない。つまり、

$$(9) \quad v(N) = \sum_{i \in N} x_i \quad (\text{Pareto optimality})$$

また、利得ベクトル  $\mathbf{x}$  の各主体への割り当て  $x_i$  は、単独行動によって得られる財政余剰  $v(\{i\})$  以上

$$(10) \quad x_i \geq v(\{i\}) \quad (\text{Individual rationality})$$

でなければ利得ベクトル  $\mathbf{x}$  は個人的に合理的な分配とは言えない。

したがって、利得ベクトル  $\mathbf{x}$  は(9)の全体的合理性の条件と(10)の個人的合理性の条件を満足していることが必要である。(9)(10)の条件を満たす利得ベクトル  $\mathbf{x}$  を「配分」(imputation)とよび、費用負担 conflict resolution にとって利得ベクトル  $\mathbf{x}$  は「配分」でなければならない。

さて、全体と個人の利得分配に関する条件から、さらに進んでその全体と個人の中間的位置にある部分集合  $S$  に関する条件を考える。「配分」という解の集合から、利得ベクトル  $\mathbf{x}$  の結託  $S$  を構成する各主体  $i$  への割り当ての総和が、財政余剰  $v(S)$  以上でなければならない。

$$(11) \quad \sum_{i \in S} x_i \geq v(S)$$

この条件は、ゲームの安定性の概念 Core であり「配分」解の部分集合である。すなわち、利得ベクトル  $\mathbf{x}$  が Core の条件(11)を満足しなければ、ある結託  $S$  にとっては獲得可能な財政余剰より少ない割り当てとなり、そのことによって分裂行動をとり安定的利得ベクトルでないことを意味する。

ここで、下水道事業費用算定の制度的与件(国庫補助率の相異)をも含めて、規模の経済から得

られる財政余剰  $v(S)$  を詳しく検討する。結託  $S$  を構成する要素の数を  $|S|$  で表現すると、その平均財政余剰は  $\frac{v(S)}{|S|}$  であり、結託  $S$  に加わる主体  $i$  が増加することによって、その平均財政余剰は非減少となる。

$$(12) \quad \frac{v(S_p)}{|S_p|} \leq \frac{v(S_q)}{|S_q|} \leq \dots \leq \frac{v(N)}{|N|}$$

$$S_p \subset S_q \subset N, \quad |S_q| = |S_p| + 1$$

すなわち、湖北流域下水道の大結託  $N$  に至るまでに、任意の結託  $S_p$  から順次ひとりずつ参加主体を増加させることによって、その平均財政余剰は増加することを(12)は示している。(12)を満足するゲームにおいては、安定性の概念 Core(11)が必ず存在することが容易に証明される。一般に、ゲームにおいては利得ベクトル  $\mathbf{x}$  に関して Core が必ず存在するとは限らないが、この下水道ゲームにおいては(12)が満たされていることから Core が存在することになる。

## 7. 参加および交渉の定式化

利得ベクトル  $\mathbf{x}$  は、配分でなければならない、さらに Core であるならば結託  $N$  の共同事業はより安定したものとなる。しかし、配分あるいはその部分集合である Core は一意に決定される利得ベクトルとは限らない。したがって、配分の条件を満足し、しかも一意に決定される「公平」な利得ベクトル  $\mathbf{x}^*$  を求めることによって費用負担 conflict resolution をはかることを考える。それは、あたかも無数の Pareto optimum のうちから、ある価値判断による「公平性」の基準によって1点の解を探ることに似ている。ここでは、公平性の基準設定に関してまったく異なった2つの観点による価値判断を提案し協力  $n$  人ゲームの解概念と対応させることにする。

ひとつは、主体  $i$  がゲームに参加するという立場から生ずる主体  $i$  の先験的な評価を表わし、ゲームにおける財政余剰生産の主体  $i$  の寄与度に応じて報酬を与えるような貢献主義的な考え方による解であり、L. S. Shapley の Value を適用す

る。すなわち、Value による公平な利得ベクトル  $x^*$  は、

$$(13) \quad x_i^* = \sum_{i \in S \subset N} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} [v(S) - v(S - \{i\})]$$

$n$ ; 結託  $N$  の構成要素の数  $|N|$   
 $s$ ; 結託  $S$  の構成要素の数  $|S|$

これは、主体  $i$  を含むすべての結託  $S$  について (13) に示すように総和をとり主体  $i$  の公平な利得  $x_i^*$  とする。(13) の具体的な意味は、6 人の主体が大結託としての湖北流域下水道をつくる場合、①まず 1 人の主体から始めて 1 人ずつ結託に引き込んで最後に 6 人の大結託に達する。②各々の主体を結託に引き込む順序は等確率で起こる。③ 1 人の主体が結託に引き込まれるとき、その主体  $i$  が結託  $S$  に参加することによって生産する財政余剰の増加分  $v(S) - v(S - \{i\})$  は、報酬としてその主体  $i$  に与えられる。Value は、このように主体のゲームに「参加」する機会を重視する機会公平的な conflict resolution をはかる一意に決定される解である。

もうひとつの公平解は、能力主義的な考え方によるもので、結託  $S$  の財政余剰獲得能力と任意の利得ベクトルとの間の一種の均衡解である。つまり、結託  $S$  に対してある利得ベクトル  $x$  が提示されると結託  $S$  はその交渉過程において次なる不満  $e(x, S)$  をもつ。

$$(14) \quad e(x, S) = v(S) - \sum_{i \in S} x_i$$

そして、各結託は不満のうち最大の不満を提示して交渉に臨むのである。この最大不満を各結託において均衡 (Kernel 解) させるだけでは必ずしも一意に決定される利得ベクトルは得られない。そこで、不満はできるだけ小さいほうが公平であると考え Kernel 解の集合の要素である「最大不満の最小化」をはかる D. Schmeidler の Nucleolus を適用して公平解とする。これは、ゲームにおいてプレイが行

なわれた結果を各主体が評価して期待とするものであり結果公平的な解である。さらに、J. Rawls の maximin principle (公正原理) としての最大不満の最小化と類似の概念であって不満公平的な conflict resolution をはかる一意解である。なお、 $e(x, S) < 0$  のときには最小余剰の最大化という意味と解される。

このふたつの公平解 Value と Nucleolus において、前者は  $v(\phi) = 0$  を解の構造において含むものであるが、後者は許容結託のみによる交渉の論理にもとづく解である。

## 8. 実証分析

霞ヶ浦湖北流域下水道事業は、昭和48年度から建設を開始し昭和65年度に竣工予定の茨城県を事業主体とするものであり、計画の主要諸元は表5のとおりである。現実の費用負担制度では、建設財源と維持管理財源とでその制度体系が異なっているため、費用負担分析においても各々に分けて行なうことが現実的・制度的な点を考慮する意味で妥当であるが、紙幅上本稿では建設費のみについて紹介する。(詳細については、参考文献〔7〕〔11〕〔12〕) なお、不変価格表示とするため卸売物価指数・建設工事費下水道デフレーターなど諸デフレーターによって昭和52年度時点に換算し基準化してある。

流域下水道の建設は、下水処理場と幹線管渠に

表 5 霞ヶ浦湖北流域下水道計画主要諸元

関連市町村	土浦市	石岡市	阿見町	千代田村	新治村	出島村	計
処理面積 (ha)	4220	1930	1330	660	210	260	8610
処理人口 (1000人)	219	92	71	31	9	6	428
処理水量 (1000m <sup>3</sup> /day)	203	116	112	40	10	17	498
処理方式	標準活性汚泥法+凝集沈澱・急速濾過 (2次処理) (3次処理)						
下水処理場	土浦市 (湖北浄化センター) 土浦入へ放流						
幹線管渠延長	40 km						

表 6 建設費費用負担 (100万円)

	Value 費用負担	Nucleolus 費用負担	現 実 費用負担	処 理 水 量 (1000m <sup>3</sup> /day)	処 理 面 積 (ha)
阿見町	6014	6161	2807	112	1330
土浦市	-1662	-6056	5089	203	4220
新治村	604	1021	51	10	210
出島村	-1388	1420	426	17	260
千代田村	96	2898	1003	40	660
石岡市	8820	7040	2908	116	1930
計	12484	12484	12484	498	8610

$\|S\|=33$

大きく分けられるが、その費用関数については次のように推定した。

(15) 公共下水道の場合 ( $|S|=1$ )

$$C_{(t)} = 1.8783 A_t + 198.955 Q_t^{0.7175} + 64.3 Q_t^{0.721}$$

(16) 流域下水道の場合 ( $|S| \geq 2$ )

$$C_s = 0.6489 A_s + 60.1839 Q_s^{0.7175} + 19.4508 Q_s^{0.721}$$

(A; 処理区域面積 ha Q; 処理水量 1000 m<sup>3</sup>/day C; 建設費 100万円)

なお上式においては、表 4 の国庫補助率を考慮

表 7 建設費費用負担 (100万円)

	Value	Nucleolus
阿見町	7638( 6014)	6161( 6161)
土浦市	-32(-1662)	1359(-6056)
新治村	544( 604)	504( 1021)
出島村	-2011(-1388)	569( 1420)
千代田村	-1310( 96)	1061( 2898)
石岡市	7655( 8820)	2830( 7040)
計	12484	12484

$\|S\|=41$  ( ) :  $\|S\|=33$

し定式化している。

表 6 は、湖北流域下水道の Value および Nucleolus による公平費用負担と現実のそれとを対比させ、さらに(15)(16)のように費用を規定する処理水量と処理区域面積を各市町村について示したものである。現実の費用負担は、処理水量割方式である。結果はきわめてドラスティックなものとなり、両公平費用負担とも土浦市がマイナス負担となり事業成立によって他市町村から事業費の土浦市への贈与というかたちとなる。これは、処理場が土浦市に立地することによって管渠網の配置

が規定され、その結果、結託構造を規定することによって土浦市の各結託への参加率が大きくなることから理解される。この土浦市のマイナス負担は、他市町村の下水を土浦市に集め処理する代償あるいは迷惑料という捉え方もでき、さらに制度的与件(補助金率の相異)の特性関数への組み入れによる結果という捉え方もできる。

次に、計画非許容結託( $\|S\|=8$ )を許容結託とするような管渠網配置計画の変更を考えることにする。表 7 が  $\|S\|=33$  と  $\|S\|=41$  についての公平費用負担を比較したものである。土浦市の財

表 8 各結託の建設費費用負担に対する不満(100万円)

結託	現 実	Nucleolus	結託	現 実	Nucleolus
1. A	-7498	-4144	19. ATND	-599	-6625
2. T	-14804	-25949	20. ATNC	-532	-5660
3. N	-1520	-749	21. ATDC	-467	-5369
4. D	-2077	-1082	22. ATDI	-185	-2850
5. C	-3963	-2068	23. ATCI	-102	-1867
6. I	-8723	-4591	24. TNDC	-1126	-8631
7. AT	-669	-8460	25. TNDI	-932	-6180
8. TN	-1282	-11656	26. TNCI	-865	-5213
9. TD	-10139	-11377	27. TDCI	-798	-4922
10. TC	-1194	-10444	28. ATNDC	-460	-4591
11. ATN	-667	-7688	29. ATNDI	-173	-2068
12. ATD	-608	-7400	30. ATNCI	-88	-1082
13. ATC	-539	-6435	31. ATDCI	21	-749
14. TND	-1237	-10617	32. TNDCI	-791	-4144
15. TNC	-1200	-9679			
16. TDC	-1142	-9397	平 均	-2068	-6395
17. TDI	-936	-6955	標準偏差	3333	4723
18. TCI	-871	-5989			

A; 阿見町, T; 土浦市, N; 新治村, D; 出島村, C; 千代田村, I; 石岡市

政余剰の配分が、新たに加わった結託に参加している市村に移転していることが認められる。つまり、 $\|S\|=41$ となることによって、結託 $N$ の成立に貢献する土浦市の寄与度が小さくなっていることがわかる。一方、阿見町の Nucleolus による費用負担が  $\|S\|$  の変化に関係なく同額であるのは、その利得ベクトルを求めるアルゴリズムから、阿見町にとっての最大不満を最小化する結託が  $\|S\|$  の変化にかかわらず同一であるためである。

ここで、不満の定義式(14)から現実の処理水量割負担制度と各結託の財政余剰  $v(S)$  により仮に不満を計算し Nucleolus による費用負担案の不満と比較したものが表8である。現実の負担制度に比べ、Nucleolus による負担は、不満の平均が小さくなっていることがわかる。不満を沈静化するという意味の公平性において、Nucleolus による費用負担はより公平であるといえる。湖北流域下水道においては、その事業成立の安定性の概念 Core が存在することは(12)より明らかであったが、(14)の不満  $e(x, S)$  から Core(11)を導き出すことにする。すなわち、

$$(17) \quad e(x, S) = v(S) - \sum_{i \in S} x_i \leq 0$$

となり不満が非正となる。表8において、結託  $S = \{A, T, D, C, I\}$  の現実負担制度では、その不満が正であり湖北流域下水道事業は、その事業成立の安定性 Core に関して当該結託  $S$  についての利得ベクトルは安定的でないといえる。

また、以上のように Nucleolus 公平解は Core に含まれるため、Nucleolus による費用負担は、「公平」で、しかもゲームに Core が存在すれば「安定」な費用負担といえる。

## 9. おわりに

本稿では、広域行政を進めていくうえでの諸課題のうち特に重要と考えられる地方公共団体間の費用負担問題を流域下水道事業を事例としてとりあげパイロット・スタディしたものである。今後は、①動学化の問題、②特性関数の特定化に関する

問題、③ゲーム理論における強い仮定と現実の行政体質・制度などとの整合性にかかわる問題などが課題として考えられる。ともあれ、ゲーム理論による広域行政課題に対するアプローチが、基本的には有効性を示すことが可能である考えられる。

## 参考文献

- [1] L. S. Shapley, "A Value for  $n$ -person Games" *Contributions to the Theory of Games, Annals of Mathematics Studies 28*, Princeton University Press, 1953
- [2] R. D. Luce and H. Raiffa, "Games and Decisions", John Wiley and Sons, New York, 1957
- [3] M. D. Davis and M. Maschler, "The Kernel of a Cooperative Games", *Nav. Res. Logist. Quart.*, 12, 1965
- [4] H. Scarf, "The Core of an  $N$ -person games" *Econometrica*, Vol. 35, 1967
- [5] D. Schmeidler, "The Nucleolus of a Characteristic Function Game", *SIAM, J. Appl. Math.*, 1969
- [6] M. Suzuki, M. Nakayama, "The Cost Assignment of the Cooperative Water Resource Development: A Game Theoretic Approach" *Management Science*, 22, 1976
- [7] Y. Yasuda, K. Watanabe, "An Equitable Cost Allocation of a Cooperative Sewage System as Regional Public Goods" *Discussion Paper Series, No. 109, Institute of Socio-Economic Planning, University of Tsukuba*, 1979
- [8] H. P. Young, Okada, N., Hashimoto, T., "Sharing Costs Fairly" *A Practical Introduction to Cooperative Game Theory, Executive Report 5, IIASA*, 9, 1981
- [9] 久世公堯, 「地方自治制度」, 学陽書房, 昭和55年
- [10] 渡辺 健, 「集団意思決定プロセスへのアプローチ」, 横浜市都市科学研究室, 昭和54年
- [11] 安田八十五, 渡辺 健, 「流域下水道事業の費用負担に関する研究」, 地域学研究 第10巻, 昭和55年
- [12] 渡辺 健, 「水域環境保全の費用負担に関する研究」, 筑波大学, 学術修士論文, 昭和54年