

社会システムのルールの設計としてみたゲーム理論* —費用配分方式に着目して—

The Game Theory as Design of Rules for Social Systems —with a Focus on Cost Allocation Schemes

岡田憲夫**

Norio OKADA**

1 はじめに

小学校の低学年の教室でよく見かける「50音表」.
この中に「アイウエオの陰謀」¹⁾を読みとる話がある.
それはいささか諧謔にすぎるとしても、それなりに社会システムの本質を鋭く突いている. 日本社会の「暗黙の約束」(黙契)として、「アート商会」と「カート商会」の配列の順番をつけるときに、ひとりでに前者が後者より優先される. なぜか、それは「アイウエオ族」が「カキケコ族」をはるかなたの昔に征服したため、それ以来、ひとりでに「アイウエオ」が「カキケコ」に道を譲る暗黙の約束ができてしまった. そういう説(2)である. たわいないことのようにであるが、この配列の順番のつけかたは現実社会においてけっこう「もめごと(の種)」(コンフリクト)となる. たとえば電話番号簿では「アート商会」は「カート商会」より先の場所に掲載されるが、両者がライバル企業であれば、その掲載順序自体が売り上げを左右するかもしれない. よってそこにコンフリクトが潜んでいる. しかし、このようなコンフリクトは普通は表には出てこない. あるいは当事者で意識さえされないこともありうる. それはどうしてであろうか. そしてこのことは何を意味しているのであろうか.

理由は「黙契」と、それと裏腹の「選択可能性の事前排除」と「ルールの安定性」にある. この意味で黙契は強力である. 「黙契」は社会に、それとは意識されずに組み込まれた一種の「メタルール」である. それはコンフリクトが生起することを予見した上で、その生起を事前に排除しておく社会の仕組みである. しかもその同じルールが繰り返し安定的に適用されてきたため、今後もそれが持続するという「暗黙かつ共通の了解」がある. この意味において「黙契」はコンフリクトの解消に関わる「文化」の一様式であるとも解釈できよう. その背景には、かつてこの種のコンフリクトがいくたびと生起し、その解消をその都度迫られた結果、社会がひとりで

に編み出し、それとなく波及・伝搬していったという歴史があることが予想される. つまり、この種のコンフリクト解消の知識技術を社会が獲得していったというイノベーションプロセスがあったに相違ないと推察されるのである.

アイウエオの陰謀の「陰謀」たるゆえんは、その黙契性(implicitness)にある. それが上述のような意味で強力であるにもかかわらず、それを適用する社会がその妥当性を疑わないばかりか、むしろそれが「たまたまのルール」であることにさえ気づかないのが普通である. つまり、その適用が自明視され、社会が思考停止に陥る. そのような巧妙性と隠蔽性の上に成り立っているからである.

ところが、今もし、時代の流れで「アルファベット族」がこの社会に侵入したとしよう. そして、「アート商会」の前に「ABCカンパニー」が君臨しようとするかと仮定する. 自明のルールを破る動きである. ここに新たな攻めぎ合いが始まることになる. このときに初めて、当の社会は思考停止に陥ってきたことに気づく. こうして、「黙契」は「黙契」であることに社会が初めて気づいたときに、もはや「黙契」ではなくなる. これは実に皮肉である.

しかし、「安定的に事前排除されていた(いる)コンフリクト」の顕在化とその解消のための新たな模索過程にこそ、「黙契」の「明文化」とその弁証法的発展があるものと判断される. つまり、このような社会システムの流動化の時代にこそ、「黙契」を明文化して、「明示ルール」とする好機であり、そのプロセス自体が社会システムの知識技術の革新と集積の過程であると言えよう.

本論文では、このような問題意識にもとづき、明文化されたルールとしての社会システムのイノベーションプロセスについて、システム論的考察を試みるものである. なお、その際、分析のパースペクティブとして、コンフリクトの分析技法にこだわるとともに、特にゲーム理論に焦点を当てて議論することとしたい. 話を具体的に進める上で、主として多目的ダム事業を分析のそ上にし、いわゆる「費用配分(割振り)問題」を取り上げることにする.

*キーワード: 社会システム, ゲーム理論, 費用配分

**正員 工博 京都大学教授 防災研究所

(京都府宇治市五ヶ荘 TEL 0774-38-4035

FAX 0774-38-4044)

(1) 「公」と「私」の概念

政党再編、選挙制度改革、地方分権等々、我が国の社会システムは大きな見直しを迫られている。阪神・淡路大震災は不幸にも、そのような見直しが急務であることを如実に示すことになった。それと同時に、ボランティア組織やNPO組織が果たす役割と可能性が、社会的認知を受けるきっかけにもなったように思われる。また、安全の質を明示的に考慮した社会基盤の再整備が重要な社会的課題であることも、(少なくとも)一般論として違和感無く受けとめられるようになってきている。このように大きな代償と引き替えに、社会基盤と社会システムの再構築を検討していく上で、得られた教訓も少なくない。

ここでは、このような社会基盤と社会システムの再構築問題を、「公」と「公益」の時代的変容という視点で分析するとともに、それが「コンフリクトの分析」の本質的な課題として受けとめられることに言及したい。

「公」とは大和ことばでは「おおやけ」であり、文字どおり「大きな家」が原義である。ただしそれが次第に「国家」や「お上」的な意味合いと実態を持ち、今日にいたってきた。

それは中央集権的官僚国家の歴史を築いてきた中国もご多聞にもれないであろう。ただし、漢字の「公」の原義にさかのぼって因数分解的に解釈すれば、その意味することの本質を洞察する上で有用と思われる。図-1に示すように、「公」とその対概念ともいうべき「私」とは「ム」という部首を共有している。これは人間などの「ひじ(肘, または肱)」を表している。その象徴する概念は「占有」である。一方、「私」の左の「禾」は稲などの収穫(富)を表している。つまり「私」とは占有を主張する主体である。他方、「公」はその富を社会の富として配分することを行う主体であると読める。「ハ」はまさに「分」けることを要請している。「公」の本質はシェアする(分かち合う)ことであると、今風に再解釈できるのである。

因みに、西欧語では「公」はpublicやそれと語源を同じくする言葉である。これはつまるところpeople(人々、そしてその社会)にたどりつく。この意味では「公」の本質は社会である。(ただし、古代の



図-1 公と私の因数分解

ローマにおいて奴隷などのpeopleに入らなかった人たちがいたことにも留意したい。(つまり社会イコール民主的社会であるとは限らない。)

さて、社会の富とは「公益」とも言い換えられるであろう。以上の論点に立てば、「公」の役目は「公益」を「適切に」分かち合う社会システムをマネジメントすることであると解釈してもそれほどのはずれではないであろう。このとき問題は以下のようである。

- ・「公」を構成する主体とは何か?
- ・「公益」とは何か? それはどのようにして勘定(計測・計量)できるのか? (なおここではプラスの益の他にマイナスの益もあることを考える)
- ・「公益」の享受者は誰で、その空間的・時間的範囲はどこまでか?
- ・「適切に」配分するとはどのようにすればよいのか?

さらに「私」との対比で重要な事項をつ付け加えれば以下のようなものである。

- ・「公」が初めにありきではなく、「私」がいろいろいて、それが「公」を必要とする。「公」と「私」の相互作用の中で「公」と「私」が社会システムを組織化する(図-1の中央の字は、「私」と「公」の協同作用的な融合状態としての理念型を象徴させたものである。)ここでいう「私」とは、

独立した意志決定をする個々の主体(individuals)を指している。従って、私的個人である場合もあれば、事業主体である場合もある。

このように基本的にindividualな意志決定をベースにするという立場を経済学に習って「方法論的个人主義」と呼んでおこう。さらにそれとは別に社会全体の公益を守る(負担する)ことを肯定し、そのようなことに協力するような意志決定の裁量と志向性を持ったindividualを米国で言うところのliberalな立場のプレイヤーと呼ぶことにしよう。(liberalと後述するliberalismとは、明確に区別される必要がある。)

(2) 正義論, 公正論, 平等論, その他

ところで、上掲の問題のそれぞれはいずれもきわめて根元的な問題であり、およそ筆者の力量でこれを包括的に議論することはできない。経済学や政治学、社会学、法学、哲学などにかかわる大命題であるからである。ただし筆者が理解し得た範囲での「公」と「私」に関わる原論的問題について若干言及しておくことにしたい。これにより、後に述べるゲーム理論の背後にあるより原論的な問題の存在の重要性について、自覚しておくためである。

正義論については、例えば政治哲学的な立場から Rawls^{2) 3)} が "justice as fairness" (公正としての正義) について論考し、正義に関して以下の2つの原理を提案している。

1. 各人は基本的自由を平等(equal)に分ち合うための最も広汎な体系全体に対し、平等に権利を持たなくてはならない。その体系は万人の自由という、同類の体系と矛盾しない。

2. 社会的、経済的不平等は、(i) 最も恵まれていない人々にとって最大の利益となり、公正な原理と一致するよう(すなわち格差原理によって)、また(ii) 完全な機会均等の条件の下で地位や職務が万人に開かれているよう、是非されなくてはならない。

ここには、正義は「社会的協力」に不可欠な共通かつ至高の基本ルールであるとの見解がある。また「規範問題」であらざるを得ない正義の問題に対し

て、「事実問題」との接点をどのようにして確立するのかという哲学的課題が思索的に検討されている。Rawlsの公正論=正義論の立場は、いわば平等主義(egalitarianism)と呼ぶべきものであろう。

これに対して、Millの自由主義とRawlsの平等主義の「対立相克を均衡づける第三の博愛主義」を措定するアプローチもある⁴⁾。なお自由主義(liberalism)についての包括的な論考としては、例えばマナンの「自由主義の政治思想」⁵⁾が参考になる。一方 Kelzen⁶⁾が「ただ、よりよく問うことしか望めない」と述べているように正義論については、もとより究極の解答はあり得ないであろう。なおKelzen⁶⁾は正義の現実的役割を、(i) 利益や価値の衝突を解決する基準としての正義、と(ii) 人間の行動を正当化する基準としての正義に区分している。本稿で主題とする「コンフリクト」は主として(i)に関するものであるが、Kelzenの判断によれば、これは「価値判断」を伴う主観的なものであり、相対的であるが故に、そこに普遍的基準を見出すことはできないという。

Kelzen(ケルゼン)の立場について藤川⁷⁾は、「ケルゼンのいう相対的正義は具体的にどこに示されるのであろうか。それが自然法でないとするれば各国がばらばらに定めている実定法において他にない。つまり、相対的正義は相対的価値基準を示す各国の実定法によって示されているのである。」とした上で、このような「正義実定法論者」には、その単純明快性の反面として、「それを裁く法の存在の否定」という陥穽があることを指摘している。

この他に、例えばブキャナン⁸⁾は、コンスティテューショナル・エコノミクス(立憲的経済学)の立場から、社会を支える枠組み(制度・ルール)自体が我々の選択の対象になり得ると考えている。その上で経済学の論理(方法論的个人主義及び契約、交換の論理)を応用すべきと考えて、「制度の比較分析」を試みている。また、セン⁹⁾は経済倫理学の立場から正義論と平等論について深い論考を行っている。この他に、例えば良永¹⁰⁾は「規範学」を唱える立場から、「調和の目的」と進歩の目的をそれぞれ平等・安定、公平・発展などに対応づけ、その調整の原理としての叡智を提唱している。

なおfairnessとequityとは密接に関連した概念であるが、英米語の日常的語感では、前者はより直観的、

包括的であり後者はより具体的、技術的、規範的であるという。equityとequalityとは必ずしも同義ではなく、「対等」であることと「平等」であることの日本語の語感の違いに通じるものがあるとも考えられる。弱者を社会において対等に扱うべきとする主張は、それが達成されていない社会においてはむしろ弱者を優遇すべきとの主張にもつながってくる。

ただし、このようなequityの捉え方は、必ずしも経済学で厳密に規定しようとするものとは一致しないようである。経済学のfair divisionの立場からfairnessとequityを専門用語として厳密に論考したものにたとえばBaumolの著作¹¹⁾がある。彼はfairnessを規定する要件として「パレート改善性」「羨望(envious, 自分への配分(の束)の方が他者への配分(の束)より好ましいと思えないこと)が起こらないこと」を列挙し、後者の要件をsuperfairnessと称している。

(なお、この条件は"envy-free"または"non-envy"とも称される。) Baumolは、このようなsuperfairnessの規定の仕方は、Varian¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾の用語の"equitable"と同義であるとする。その上でVarianはPareto optimalityすなわちallocative efficiencyの条件とequity(equitableである性質)の条件を同時に満たすことをもって"fairness"の条件としており、これは混乱を招きかねないとBaumolは述べている。このようにfairnessとequityの経済学的定義をめぐってもいくつかの見解の相違があるようである。

この他に「平等論」については機会の平等と結果の平等を区別して考えるのが普通である。これらの違いもfairnessとequityとの違いの議論と密接に関係しているように思われる。

ところで、以下に述べるゲーム理論においては、ゲームの(均衡)解をどのように求めるかが重要なテーマとなる。その際、常にfairnessとequityやefficiencyの概念が暗に陽に関係してくることに言及しておきたい。

3. ゲーム理論の特徴と役割

(1) ゲーム理論が扱うコンフリクト

ゲーム理論はコンフリクトの発生とその展開の状況を、複数の当事者の行動選択(意志決定)との関わりで記述する理論である。このとき、当事者を「プ

レイヤー」、行動や意志決定の選択肢を「戦略」という。心理学者のリッカートら¹⁵⁾はコンフリクトを「自己にとって望ましい結果を得ようと積極的な努力をすれば、それによって他者の望む結果の獲得が妨げられ、さらには敵意が生じる状態のことである」と広く定義している。敵意が生じる状態は「情緒的コンフリクト」といわれ、「対人関係の情緒的、感情的側面から生じるもの」とされる。「対人」を「対組織や対国家」と言い換えれば、より一般的な定義になるように思われる。これに対して、ゲーム理論が専ら扱うコンフリクトは、このような「情緒的コンフリクト」を除外した「本質的コンフリクト」である。これは「課題の本質に根ざしたコンフリクト」のことであると言い換えられる。このままでは少し曖昧なので、ここでは「当事者同士が理性的・合理的判断により行動選択(意志決定)する対象となるようなコンフリクト」と再定義しておこう。

(2) ゲーム理論の方法論的特徴

ゲーム理論を、コンフリクトに関わる社会システムの分析技法として捉えたときには、以下のような位置づけが可能である。

・方法論的個人主義

方法論的個人主義については2.で触れたとおりである。そこには「選択する個人(個別組織)」あるいは「社会的意志決定に参加する個人(個別組織)」という分析的見方が大前提となっている。

・現象理解と現象分析の技法

コンフリクトの発生とその展開の状況を社会現象と捉えることは有効である。このような観点から実際のコンフリクト状況を観察し、ゲーム理論によってモデル化することが、現象理解と、その本質を分析する上で有用であることが多い。

・予測の分析技法

現象理解と現象分析をさらに進めて、今後起こりうる状況とその展開の可能性について推論することが可能となる場合がある。ただし、ゲーム理論によるモデル化は、現実の複雑なコンフリクトの状況を単純化して記述することが目的であるので、予測に当たってもこのことが限界となる。従って、長期的・定性的展開の可能性を分析するという意味での予測

表-1 囚人のディレンマ

プレイヤー1 \ プレイヤー2	C	D
C	(S ₁ , S ₂)	(W ₁ , B ₂)
D	(B ₁ , W ₂)	(T ₁ , T ₂)

C = 協力する (Cooperate)

D = 裏切る (Deceive)

$B(\text{best}) > S(\text{second}) > T(\text{third}) > W(\text{worst}) \quad i=1,2$

に用いるのが妥当であろう。刻一刻と展開するリアルタイムの予測には、応用性はあまり高くないように思われる。

・予防の方策の分析技法

将来には現在のゲームの慣用的ルールが変更されることを想定し、現行のルールの本質的特徴とそれを敷衍するより一般的なルールの開発を試みておくものである。その上で、今後起こりうる慣用的ルールの変更の可能性を見込んだ今後の改善の方向性を示唆しておくのである。これは今後起こり得る新しいタイプのコンフリクトへのいわば予防的方策を事前に検討しておくことを意味する。このような目的には、シンプルで定性的な知見がむしろ有効である。

4. で後述するように、筆者らはこの「予防の方策の分析技法」としての協力ゲーム理論の有用性に注目して、それを実証するための研究¹⁶⁾を進めている。これはある種の社会システムのイノベーションへのゲーム理論の適用というフロンティア的研究の側面を有している。これが筆者らが本論で主張したい重要なポイントである。

4. 「囚人のディレンマ」の状況下における「協力」の安定性

(1) 囚人のディレンマゲームの基本形¹⁷⁾

ゲーム理論のプロトタイプは、「非協力」の状況下におけるコンフリクトを取り扱う。ゲーム理論のいわば創始者である Von Neumann and Morgenstein¹⁸⁾

がいうゲームは、相手も自分と同じように今選択しようとしているのを知りつつ、ある選択を下さなければならないような対立の状態を指している。その対立の結果は、下されるあらゆる選択ごとに、あらかじめ定められているように決定されるとする。

さて、ランド研究所の Flood¹⁹⁾ らによって最初に提案された「囚人のジレンマ」ゲームは、最も基本的な非協力ゲームの一つで、表-1のような行列ゲームとして表される。その詳細は関連文献⁹⁾¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾に譲るとして、ここでは戦略の組(D,D)が非協力の均衡解(支配戦略均衡解)になり、利得(T,T)を得ることになることを指摘しておく。これはプレイヤーが合理的に行動した結果である。これに対してパレート最適な戦略は(C,C)で、このとき利得(S,S)が得られるはずである。つまり双方にとってより大きい利得があるのに、相互に協力して行動するという取り決めがないために社会的にみてより好ましい状態に到達しない。

このようなディレンマは社会システムに関わるコンフリクト問題としてしばしば発生することが知られている。たとえば渇水の状態における水使用節約行動に伴うディレンマなども囚人のディレンマゲームの構造を有している。汚染の進む湖沼における汚染源者の環境改善行動に伴うディレンマも似たような構造の問題として説明できる。公共経済学で知られている「共有地の悲劇」²²⁾も本質的にこのような構造の問題である。

(2) 繰り返し型の囚人のディレンマゲーム

囚人のディレンマゲームの結論は、社会において協力的関係が築かれる可能性についてきわめて悲観的な図式を提示する。しかし、現実の社会では似たような状況の下であっても、なんらかの協力的関係が築かれることが多い。これはどうしてであろうか。鈴木²³⁾はこの点について、時間の経過を通じてのプレイヤー間の動的相互作用があるはずで、これが協力関係の誕生に寄与すると推察している。このようなメカニズムが囚人のディレンマゲームには明示的に組み込まれていないというのである。

一方、Axelrodら²⁰⁾²⁴⁾はむしろ囚人のディレンマゲームは多くの回数繰り返されることによって協力的関係が有利になることを実験的に確認している。す

なわち、現実のゲームは繰り返されることによってプレイヤーは学習し、期待便益的視点からみて、結局、協力戦略Cを基調とし、相手が非協力戦略Dをとった後だけ、tit-for-tat（オウムがえし）にDで追随するという戦略が最も有望であるというのである。これは実際の社会における擬協力関係の成立状況の本質を的確に説明しているように考えられる。

(3)生物社会における「協力」の安定性

実は、生物社会においても「繰り返し型囚人のディレンマゲーム」に相当すると解釈できる生物の行動がいろいろと見出されている。Milinski⁽²⁰⁾⁽²⁵⁾は捕食者と思われる魚に近寄るときに、トゲウオが少しずつ慎重に進むことに注目した。数センチ泳いでは、ちょっと待つ。普通、偵察部隊の相棒らもこれに続く。一步一步踏み出すたびに、トゲウオは相棒が自分を見捨てなかったことに安心する(かのようにふるまう)。こうした一つ一つのステップがいわば囚人のディレンマゲームに相当すると解釈できることが示される。もちろん、トゲウオは意識的にこのような合理的行動をとっているのではない。しかし、本能として組み込まれた、いわば「遺伝子の戦略」がそのような合理的ゲームを行っているとして解釈できるのである。このことは、もともと自身のみのことを考えて行動している場合でも、身の安全を図るためには、基本的に相手を信じて協力しあうことが、結局は合理的であることを暗示している。人間社会の安全やセキュリティの社会システムを検討していく上でもこのことはきわめて示唆に富む知見を提示しているように思われる。

(4)非協力ゲームから協力ゲームへの橋渡しへむけて

(a)その他の非協力ゲーム

囚人のディレンマゲーム以外に、非協力の二人(行列)ゲームとしてよく知られたものに「チキンゲーム」がある。これについては、たとえば文献⁽²⁰⁾⁽²⁷⁾に詳しい。

なお、より一般的な非協力 n 人ゲームは、完全情報を仮定するものと不完全情報を仮定するものとに大別される。さらに繰り返し型と非繰り返し型とに分かれる。モデルの表現形式の違いにより、展開型

と標準型に分かれる。また、プレイヤーの選好性に順序関係のみを仮定すればよい非協力ゲームとしてメタゲームとその発展型のコンフリクト解析法⁽²¹⁾がある。この他にいろいろな分類が考えられるが、本稿では本題から外れるので、説明は省略する。また、社会システムの分析技法としての非協力ゲームの応用分野は最近、大きな広がりを見せている。以下では紙幅の都合上、何らかの形で「協力関係」の形成の可能性やそのためのインセンティブの設定の方法を模索した研究の一端について簡単に触れる。

(b)私的活動の公的基準遵守促進スキームの分析技法としての非協力ゲーム

これはいわゆる「規制緩和」型の社会システムを構築していくことを目的とした研究アプローチである。社会基盤整備との関わりで典型的な問題としては、たとえばFukuyama *et al.*⁽²⁶⁾は、環境規制における環境基準遵守促進スキームの設計法をめざした非協力型ゲーム理論モデルが考案されてきている。これは「情報ゲーム」ともいふべき分野で「情報経済学」⁽²⁷⁾と密接に関連する形で発展しつつある。

(c)投票ゲーム

投票ゲームは非協力ゲームと協力ゲームのそれぞれからのアプローチが可能である。これは投票ゲームが協力ゲームと非協力ゲームのインターフェイス的な位置にあることを象徴している。(後述するシャプレイ値とも密接な関係がある。)組織の代表が選考されるメカニズムや社会的選択のメカニズムの設計に関わる興味深い研究分野である。これは非協力ゲーム的状况を協力的ゲーム的状况に橋渡ししていくためのスクリーニングシステムに関わるものである。つきつめるところ民主的代議員制度の本質とは何かにまで、今後社会システムの設計論の分野でその応用と発展が期待される。

(d)交渉型ゲームと提携型ゲーム

非協力型ゲームの閉塞的状况から離脱するために、話し合い(コミュニケーション)が当事者間で行われることを前提にする。これは暗に、そのような場をしつらえる第三者(中立)の存在とそれに対する信頼(trust)の基盤が確保されていることが想定される。これはたとえば都市の拠点開発における協議会の結成や行政部局による信用担保が現実の場面として考えられる。これについてはたとえば秀島ら⁽²⁸⁾のゲーム

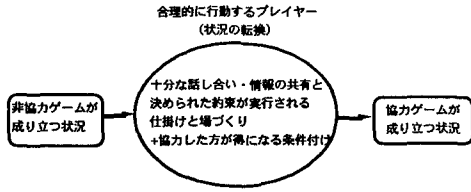


図-2 非協力ゲームから協力ゲームへの状況の転換過程

論的研究がある。

交渉ゲームは共同戦略による共同解を求める問題として規定される¹⁷⁾²⁹⁾。これには「功利主義的解」(構成員全体の利得の総和の最大化を与える解)や「均等解」(利得の総和を均等に配分するルールにもとづく配分解)、ナッシュ積(各プレイヤーの基準点からの利得の増分の積)によるもの(ナッシュ交渉解)などがある。

当事者間でコミュニケーションをとりながら、順次提携を形成していくプロセスを明示的に定式化していくアプローチがある。これは、ある種の提携型協力ゲームに属するものといえるが、次章で取り上げるアプローチが予め全提携の成立を前提にしているのに対して、このアプローチはその前提を外しているところに違いがある。このアプローチを社会基盤整備の計画問題に適用した事例としては、たとえば秀島²⁸⁾、榊原ら³⁰⁾がある。なお、図-2に、協力ゲーム理論と非協力ゲーム理論及びその橋渡的研究の関係を図示した。

5. 多目的ダム開発事業における費用配分方式のイノベーション過程の分析—協力ゲーム理論による

(1) 理論と実際のずれとその克服の必要性

多目的ダム開発事業における費用配分問題は、典型的な協力ゲーム理論的状況におけるコンフリクト調整問題であると言える。これは初め、鈴木ら³¹⁾³²⁾³³⁾、岡田ら³⁴⁾、Young et al.³⁵⁾によって指摘された。その後、「費用配分問題」はゲーム理論の実際的意義付けを保証し、さらに理論的発展のモチベーションを与える領域としてゲーム理論家や財政学者の大きな関心を呼んで今日にいたっている。

しかしながら、理論的研究は、協力ゲーム理論の

精緻化に主たる関心があるため、その成果は、実際の多目的ダム開発事業等における費用配分方式の妥当性や改善可能性の検討にはほとんど活かされることがなかった。そこには研究者と実務家との間での根本的な認識のずれがあったように思われる。すなわち、理論を志向する研究者からみたとき、

- ・実務としての多目的ダム開発事業の費用割り振り方式は理論的側面より、現実的側面に関心が注がれて開発されたものであり、政治的判断が加わったアドホックな所産以外のなものではない。
- ・よし、理論的課題を秘めているにしても、現実的に複雑な制約が加わった総体としての費用配分方式の運用の実体は、理論的分析のメスになじまない。

といった認識が一般であったように思われる。

一方、実務家からみたときには、以下のような認識があったものと推察される。

- ・協力ゲーム理論の理論解は、アルゴリズムが複雑であるため計算が容易ではなく、現場で用いるには実用性が乏しい。
- ・協力ゲーム理論の理論解は数式的展開に偏りすぎ、その現実的・政策論的意味の解釈が容易ではなく、とりつきにくい。
- ・費用配分方式はつまるところ「手続き論」であり、ある意味での現実的・政治的判断の所産である。言い換えれば、その適用が妥当かどうかの理論的検討は「論外の問題」であり、「手続きは手続き」、つまり「初めに手続きありき」(与件)として粛々として進めるべきものである。(この意味では現行の費用配分方式は「明文化された契約」でありながら、むしろ「默契」というべきものになっている。)
- ・そもそも価値が伴うこの種の現実的配分問題の正解は一つではない。むしろ、長い時間にわたって「それで済んできた」という事実がその実行可能性と実効性を裏書きしているのであって、この意味で現行の配分方式はきわめて良い解である。

このように研究者と理論家とは相当に認識のずれがあったことは疑いない。しかし、その一方で、

- ・良い配分方式は、何よりも(経済学的な意味で)

効率的でなければならない。

- ・良い配分方式は、シンプルでなければならない。
- ・費用配分方式は同時に公平性に関わる価値的問題でもあり、それゆえ規範的(normative)な問題である。

という点では奇妙な一致があったものと解釈できる。そうであれば、ここが一つの接点であり、そこを橋渡しすることによって、実務面での応用に理論的な知見をもう少し注入することができるのでなかろうか。

さらに、補足しておくべき重要な事実がある。

- ・費用配分問題の意味内容が時代の流れの中で大きく変容しつつある。多目的ダム開発事業もその例外ではない。たとえばレクリエーションや親水機能を新たなダム事業の「目的」として追加する必要が高まっている。あるいは、ダムの再開発といった問題も現実的課題としてクローズアップされてきている。これにつれて参加主体の間での機能の取引・交換や目的の変更・追加といった事態も起こってきている。
- ・この結果、「初めに手続きありき」はもはや自明ではなくなってきた。すなわち、1. で述べた「默契」化した慣用的費用配分方式を、弁証法的に見直し、それを再度構築(イノベーション)し直して「再明文化」する時代的要請が生まれていると言える。

筆者はこのような解釈に立ち、以下に述べるような研究を展開してきている。以下その一端を簡単に紹介するとともに、これをルールとしてみた社会システムのイノベーション・プロセスとして意味づけることを試みたい。

(2)多目的ダム開発事業における費用割り振り方式の発展の歴史

佐々木³⁷⁾によれば、多目的ダムの建設に要する費用を参加する各事業用途に公平に割振る行為を「コストアロケーション」と称するとしている。これが多目的ダム開発事業の費用配分方式の「慣用的定義」であろう。ここで注目すべきことは、共同事業とし

て参加する主体(用途=目的)の数と、その全主体の協力が成立することは自明として扱われている点であろう。その背景には最早技術的に利用可能なダムサイトの位置や数などが減少していたということ、ならびにダムでマネジメントされるべき用途の数やその需要が社会的に増大・多角化してきたという事情があったと推察される。ここでは佐々木³⁷⁾にもとづき、我が国における多目的ダム開発事業とその関連事業における費用割り振り方式についてその発展の歴史を概観すれば以下のようなものである。

(a) 非明文化(法制化)期

これは河水統制事業期(昭和26年河川総合開発事業と改称)であり、各事業ごとに独自の方法がとられて、明確な規定はなかったという。つまりアドホックで状況依存的に、その都度適当な方法が模索されたのであろう。

(b) 初期明文化期

昭和27年に制定された電源開発法等をベースとして「身代わり妥当支出法」(Alternative Costs Justifiable Expenditure Method, ACJE法)が基準方式として採用された。これが我が国最初の明文化された費用配分方式であるという。これはもともと米国のTVA等で開発され、利用されていたものである³⁸⁾。ただし、参加事業間で緊急度に著しい差がある場合には「優先支出法」を用いることもできるとされた。

(c) 第II期明文化期

昭和32年の特定多目的ダム法などを経て、昭和42年に「分離費用身代わり妥当支出法」(Separable Alternative Costs Justifiable Expenditure Method, SACJE法)が導入され、関連法規に明文化されて今日にいたっている。なお、この原型を開発した米国(TVA)では、むしろSeparable Costs Remaining Benefits Method³⁸⁾(SCRB法)と呼称するのが通例である。

(d) 第III期明文化期

いわば費用配分方式明文化の多様化の時期ともいえる。昭和47年の流域調整河川事業発足に伴い、これに「身代わり支出法」が法制化された。また、昭和50年のダム周辺環境整備事業では「全額公共負担方式」が導入されて、今日にいたっている。

以上、概観したように、我が国の多目的ダム事業とその関連事業は、まず米国からの「技術移転」と

表-2 費用割振り法

慣用法	身替り支出法
	SCRB法
	ENSC法
ゲーム理論的 方法	仁
	弱仁
	比例仁
	相対仁
	平均差仁
	NSCG法
	Shapley値

いう形で費用配分方式を明文化していった。ただし、それを明確に法制度化したこと、また、我が国の実情に合うように改良を加えることにより、そこに新たな知識技術を組み合わせていったことに注目したい。このような中で、身代わり妥当支出法は分離費用身代わり妥当支出法という形に進化し、今日にいたっている。しかし、第Ⅲ期明文化期になって多様化の兆しが現れているように、多目的ダム事業とその関連事業をめぐる費用配分方式は新たな時代的ニーズに見合った革新を迫られている。

このような時代の転換期にあって筆者らは、理論的研究面の知見の実務への還元と、それから生まれる相互作用的知識技術のイノベーションにささやかでも貢献したいと念じている。以下、この点について順次議論を進めていくことにする。

(3)費用割振り法¹⁶⁾³⁴⁾³⁵⁾

ここでは費用割振り法を、慣用法とゲーム理論的費用割振り法に分類し、その主要な方法を表-2にまとめる。また、以下にその説明を加える。

(a)慣用的費用割振り法

分離費用の概念を導入した方法の代表は、1930年代のTVA(Tennessee Valley Authority)事業において提案されたENSC法(Egalitarian Non-Separable Cost Method,均等配分型非分離費用法)ならびにSCRB法である³⁸⁾。以下では慣用法としてこのSCRB法、ENSC法を取り上げる。

なお、ゲーム理論的考察の関連性を説明するための準備として、協力ゲーム理論の記号体系を用いながらSCRB法とENSC法の概要について説明する。

多目的事業（全共同事業=全提携）に参加している主体（目的）の集合全体を $N=\{1,2,\cdots,n\}$ とする。任意の主体を $i(i\in N)$ で表し、それを要素とする N の部分集合 $S(S\subset N)$ を提携と呼ぶ。任意の主体 $\{i\}$ を単独（提携）、全主体の集合 N を全提携と呼ぶ。費用関数を一般に C と表す。各主体が単独で事業を行い、多目的ダム事業に参加した場合と同じ機能を達成することを想定した場合の費用は身替り費用と呼ばれる。これは単独（提携）の費用 $C(\{i\})$ で表される（以後簡単のため $C(i)$ と表わす）。これを提携 S による部分的共同事業に拡張した費用が $C(S)$ である。

ある主体 i の分離費用 SC_i は、「全共同事業費用と、任意の主体 i を除いたすべての主体から構成される共同事業費用との差」で定義されるので、次式で表わされる。

$$SC_i = C(N) - C(N) - \{i\} \quad (1)$$

非分離費用 NSC は分離費用を各主体に割り振った後の共同事業の残余额と定義され、次式で表わされる。

$$NSC = C(N) - \sum_{i \in N} SC_i \quad (2)$$

・SCRB法

この方法では、非分離費用は残余便益 $\min\{B(i), C(i)\} - SC_i$ に比して割り振られる。ここに、 $B(i)$ は経済効果の面より主体 i が当該ダム計画に投資できる金額の限度額を示したもので、「妥当投資額」と呼ばれ、経済学的には、支払い意志額とみなされる。残余便益は当該主体の単独事業にかかる費用と、共同事業において当該主体に配分されるべき費用、すなわち分離費用との差である。SCRB法では、その便益分だけ非分離費用（ NSC ）に対する負担のコミットメントが大きいとして、この値に応じて NSC を按分して、当該主体の負担とする。すなわち、共同事業に参加することによって享受する費用割振りに係る便益と解釈できる。SCRB法による主体 i の割振り値 x_i は、

$$x_i = SC_i + \frac{\min\{C(i), B(i)\} - SC_i}{\sum_{j \in N} [\min\{C(j), B(j)\} - SC_j]} NSC \quad (3)$$

である。ここに、 $\sum_{i \in N} x_i = C(N)$ である。 $B > C$ であれば、上式は次式となる。

$$x_i = SC_i + \frac{C(i) - SC_i}{\sum_{j \in N} C(j) - SC_j} NSC \quad (4)$$

一般に $B > C$ であると考えて、本論文では以後SCRB法を(4)式の定義に限定して議論を進める。

・ ENSC法

ENSC法では非分離費用を参加主体で均等に割り振る。ENSC法による主体 i の割振り値は次式で表される。

$$x_i = SC_i + \frac{NSC}{n} \quad (5)$$

この方法はTVA委員会で有力な方法として提案されたにもかかわらず最終的には不採用となった³⁸⁾。これは非分離費用の均等割振りが必ずしも主体の立場の違いを明確にしておらず、その意味で公平でないと考えられたからであろう。しかし実際には、主体間の「提携交渉可能性」の違いが費用算定上明確でない場合や、それほど顕著でない場合が考えられる。そのような場合は均等に割り振ることが逆に有効であったりする。つまり、ENSC法は状況によってはその簡便性から、SCRB法より有用な費用割振り法である可能性を十分に保持しており、検討の対象に値する慣用法である。

(b) ゲーム理論的費用割振り法¹⁶⁾³⁴⁾³⁵⁾

多目的ダム事業に参加するプレイヤー（目的、主体）間に提携による協力関係が成立し得る場があるとする、費用割振り問題は協力ゲーム理論における費用関数（または特性関数）によって規定される配分(imputation)の問題に対応づけられる。ゲーム理論における公正配分解の概念としてよく知っているのがコア(core)¹⁷⁾である。コアは割振り解が各主体の交渉力の差異を提携の費用に求めた公正な解であり、かつ共同事業費用を効率的に割り振る配分の集合で

ある。コアから唯一解を求める代表的な方法として仁(Nucleolus)ならびに、その変種が提案されている。それらを以下に説明する。

・ 仁¹⁷⁾³⁹⁾⁴⁰⁾

仁を求める際に用いられる基準が「不満」である。任意の（実行可能な）割振り額が提示されたとき、次式で表わされる割振り額ベクトル $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ に対する任意の提携 S の不満 $e(X:S)$ の最大値を（辞書式に）最小化したものが仁として定義される。仁は、最大不満の最小化を図ることによって公平性を保障する解概念の一つである。

$$e(X:S) = \sum_{i \in S} x_i - C(S) \quad (6)$$

・ 弱仁（平均仁）³⁵⁾

この方法では提携に関しての不満の代わりに、次式で表わされる提携に参加している主体1人当たりの平均不満を考える。

$$e(X:S) / |S| \quad (7)$$

平均不満の最大値を最小化するような配分が弱仁である。ここに $|S|$ は、提携 S の構成員数を表わす。

・ 相対仁¹⁶⁾¹⁷⁾

相対仁(Propensity to disrupt)は不満を提携間の「分裂性向」（ある任意の提携 S とその相手提携 $N-S$ との不満比）として次式のように定義する。

$$d(X:S) = \{-e(X:N-S)\} / \{-e(X:S)\} \quad (8)$$

「分裂性向」の最大値を最小化するような配分が相対仁である。なお、相対仁は以下の条件において定義される。

$$\sum_{i \in S} x_i < C(S) \quad (\forall S \subset N) \quad (9)$$

コアに基づいた方法としてはこの他にも比例仁、平均差仁がある。またコアに基づかないものとしては、分離費用の概念を導入したNSCG法(Non-separ-

able Cost Gap Method, 非分離費用差法)⁴¹⁾や, シャプレイ値(Shapley value)¹⁶⁾¹⁷⁾⁴²⁾などがある。ここでは, NSCG法のみ簡単に説明しておく。

・NSCG法⁴¹⁾

費用差関数 $g(S)$ を

$$g(S) = C(S) - \sum_{j \in S} SC_j \quad (10)$$

と定義する。一般に非分離費用NSCは全員提携 N の費用差関数 $g(N) (= C(N) - \sum_{i \in N} SC_i)$ で定義されるが, これを部分提携 S にも拡張すると, 費用差関数 $g(S)$ は「部分提携 S の非分離費用」と解釈できる。

費用差関数を用いて主体 i の譲歩額 λ_i を $\lambda_i = \min_{j \in S} g(S)$ と定義すると, NSCG法による主体 i の分担費用は次式で与えられる。

$$x_i = SC_i + \frac{\lambda_i}{\sum_{j \in N} \lambda_j} NSC \quad (11)$$

この方法はENSC法やSCRB法を理論的に拡張した方法になっている。

コアに基づかない方法については当然コアを充足する保証は必ずしもない。また, コアに基づく方法に比べて割振り計算は容易であるが, いずれにしても慣用法に比べると計算上の煩雑性は否めない。

(4)慣用的費用割振り法のゲーム論的考察

(a)一貫性についての既往の知見³⁴⁾

慣用法とゲーム理論的割振り法との一貫性自体を明示的に取り上げた研究はほとんど行われていない。ただし, 新しい割振り法の開発の一環でSCRB法やENSC法などの既存の慣用法との対応関係に言及した研究がある。例えばDriesen⁴¹⁾はNSCG法とSCRB法, NSCG法とENSC法との一貫性について指摘している。Heaney⁴²⁾はMCRS法(Marginal Costs Remaining Saving Method, 限界費用残余便益法)とSCRB法, MCRS法とENSC法との一貫性について触れている。

鈴木³³⁾は費用分担ゲームの解の特性という観点から一貫性の可能性について述べているが, その条件についての理論的な考察は行っていない。しかし鈴木は仁による割振り解が簡単な公式で表せる特殊な条件を見いだしているため, 結果的にENSC法と仁

との一貫性の条件を特定したことになる¹⁶⁾。岡田³⁴⁾は慣用法の再評価を行う過程でレビュー研究を行い, 慣用法としてSCRB法, ENSC法, ゲーム理論的割振り法としてNSCG法, MCRS法を対象として, これら四種の費用割振り法の関係を明示している。

ENSC法とNSCG法

ENSC法とNSCG法に関する一貫性の十分条件は次式で表わされる⁴¹⁾。

$$g(S) \geq g(N) \quad (\forall S \subset N) \quad (12)$$

この条件は, 任意の提携 S に関する費用差関数の最小値が全提携 N に関する $g(N)$ であることを示す。このとき譲歩額は $\lambda_i = g(N) = NSC$ である。よって $\lambda_i / \sum_j \lambda_j = 1/n$ であり, NSCG法はENSC法と一致する。

SCRB法とNSCG法

SCRB法とNSCG法に関する一貫性の十分条件は次式で表わされる⁴¹⁾。

$$g(S) \geq g(i) \quad (\forall i \in S \subset N) \quad (13)$$

ENSC法と仁⁴¹⁾

$$g(S) \geq \frac{|S|+1}{n} g(N) \quad (\forall S \subset N) \quad (14)$$

この条件はENSC法とNSCG法, SCRB法とNSCG法の一貫条件と比べると幾分複雑になっている。この条件式は, 提携 S の非分離費用が満たすべき条件が提携の規模の増大に伴って厳しくなることを示している。またこの条件は, $g(S) \geq g(N)$ であれば十分である。

(b)新たな一貫性の条件の提示

岡田・谷本¹⁶⁾は(a)で言及した既往の知見を踏まえた上で, 慣用法が(暗に)備えている理論的根拠の可能性をより多様に見出すために, 新たな一貫性の条件を次のように導出している。

ENSC法と弱仁

ENSC法と弱仁に関する一貫性の十分条件は次式に示される。この条件の下でこれらの割振り解が一

表-3 提携の関数としての費用関数の構造特性の分類

劣加法性 $C(S) + C(T) \geq C(S \cup T)$ $(S \cap T = \phi, \forall S, T \subset N)$
Convex性 $C(S) + C(T) \geq C(S \cup T) + C(S \cap T)$ $(\forall S, T \subset N)$
$\updownarrow$
$g(S - \{i\}) \leq g(S) \quad (\forall i \in S \subset N)$
Semi-Convex性 $g(\{i\}) \leq g(S) \quad (\forall i \in S \subset N)$
One-Convex性 $g(S) \geq g(N) \quad (\forall S \subset N)$
Weak-Convex性 $g(S) \leq g(N) \quad (\forall S \subset N)$

意的に一致することが岡田・谷本¹⁶⁾により理論的に証明された。

$$g(S) \geq \frac{|S|}{n-1} g(N) \quad (\forall S \subset N) \quad (15)$$

SCRB法と相対仁

非分離費用($NSC = g(N)$)が非負、かつ強劣加法性(この性質については付録参照)を仮定する。その下で、SCRB法と相対仁に関する一致性の十分条件は次式に示される¹⁶⁾。

$$i) \quad g(S) \geq \alpha_S g(N) \quad (\forall S \subset N) \quad (16)$$

$$\text{または, } ii) \quad g(S) \leq \alpha_S g(N) \quad (\forall S \subset N) \quad (17)$$

ここに,

$$\alpha_S = 1 - \frac{\sum_{i \in N-S} g(i) - g(N-S)}{\sum_{i \in N} g(i) - g(N)} \quad (18)$$

表-4 一致性とゲームの費用関数特性
(網かけ部は本論文で特定した一致性を示す)

ゲームの費用関数特性	一致性
Weak-convex性	SCRB=相対仁 (必要)
Semi-convex性	SCRB=NSCG (十分)
One-convex性	SCRB=相対仁 (十分)
	ENSC=NSCG (十分)
	ENSC=仁 (十分)
	ENSC=弱仁 (十分)

SCRB法と相対仁の一致性に関して特筆すべきことは、三人ゲーム以下では $NSC > 0$ かつ強劣加法性の下で、(16)式、もしくは(17)式のいずれかが必ず満たされるため、この一致性は常に成立するという点である。

このように、既往の知見及び岡田・谷本¹⁶⁾が特定した一致性の条件は費用(差)関数の条件によって表わされる。そこで、一致性の条件がゲームの費用関数特性と密接な関連があることについても以下のように示されている。

(c)一致性の条件とゲームの費用関数特性との関連

一致性の条件を費用関数特性に関連づけると、SCRB法とNSCG法、並びにENSC法とNSCG法との一致性の条件はそれぞれSemi-convex性、One-convex性の条件式そのものであることが判る(表-3参照)¹⁶⁾⁴³⁾⁴⁴⁾。

ENSC法と仁、及びENSC法と弱仁の一致性は、いずれもOne-convex性を十分条件とする。これは、

$$g(N) \geq \frac{|S|+1}{n} g(N) \geq \frac{|S|}{n-1} g(N) \quad (19)$$

が成立するからである。SCRB法と相対仁に対する一致性の条件式(16)式については、One-convex性が満たされていれば十分であることが示されている¹⁶⁾。同様に(17)式の必要条件は $g(S) \leq g(N)$ である。ここではこの条件をWeak-convex性と定義する。従って、SCRB法と相対仁はWeak-convex性からOne-convex性にわたる広い範囲で一致性が生じる可能性が高いと言える。

ゲームの費用関数特性と前節で得られた一致性の

条件とを関連づけた結果を整理して表-4¹⁶⁾に示す。なお表中の各行の()の中の「必要」または「十分」は、その行に示すゲームの費用関数特性が一致性に対して必要条件か十分条件かを示したものである。これより、一致性が生じる基本的要件がゲームの費用関数特性であることが具体的に理解できよう。また、Weak-convex性及びSemi-convex性の部分集合がConvex性であることから、Convex性の成立下ではSCRB法、One-convex性の成立下ではENSC法による解にゲーム理論的な意味付けができると考えられる

16) またここでSCRBと相対仁が一致するケースは、先述したように、排反する(16)、(17)式のいずれかの場合に対応している。従って、One-convex性がWeak-convex性の部分集合となることを意味するものではないことを断っておこう。

(5) 実際の多目的ダム事業での検討¹⁶⁾

我が国の多目的ダム事業では身替わり費用は身替わりダムの容量から、また分離費用は分離容量を勘案して算定される。このように実際のダム事業の費用は貯水容量を基準に決定されている。貯水容量をベースとする費用関数は、任意の主体が事業に参加する際に積み増す必要容量に対して、限界費用も積み増すことによって特定される曲線である。

我が国の事例では、容量に対して費用が逓減するような曲線が得られることが多い。しかし、ダムの地理的条件やその他の諸条件、及び事業に参加する主体の性格によって曲線（費用関数）の特性が微妙に異なる可能性もある。

以下では、我が国の実際の多目的ダム事業から（貯水容量に対する費用の曲線として）得られた費用関数の事例を紹介し、以下にその説明を加える。それと同時に、費用割振り法間の一致性を記す。なお、これらの事例は佐々木³⁷⁾の研究より引用した。

図-3は静岡県長島ダムの費用関数である。貯水容量の増加に対する費用は単調増加している。これに対して費用関数の数値を用いると、実際にConvex性が成立していることが判る。このときの費用配分結果を表-5に記す。(4)で導出した理論的知見から容易に予測されるように、SCRB法とNSCG法、SCRB法と相対仁及び、ENSC法と弱仁の割振り解の値が

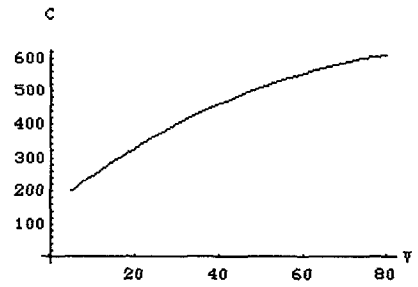


図-3 長島ダムの費用関数

表-5 長島ダムでの割振り解の一致性

	仁	弱仁	相対仁	NSCG法
SCRB法	—	—	○	○
ENSC法	×	○	—	×

○..一致する ×..一致しない
△..ほぼ一致する —..一致性が想定し得ない

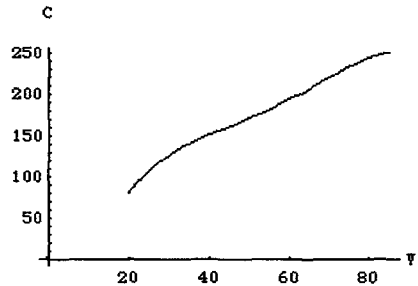


図-4 川治ダムの費用関数

表-6 川治ダムでの割振り解の一致性

	仁	弱仁	相対仁	NSCG法
SCRB法	—	—	○	△
ENSC法	×	○	—	×

○..一致する ×..一致しない
△..ほぼ一致する —..一致性が想定し得ない

一致している¹⁶⁾。

図-4は栃木県の川治ダムの費用関数である。この例では、60(百万 m^3)付近に若干の費用の急増が認められるが、全般的にほぼ容量 V に対して単調増加していると見なせる。ゲームの費用関数特性を計算でチェックすると、一部の提携に対してConvex性の条

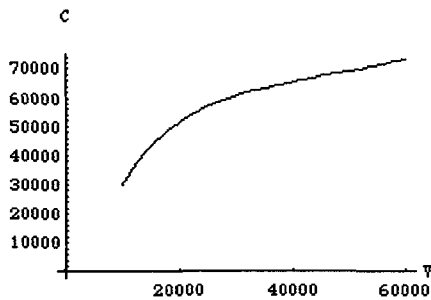


図-5 One-convex性に近い状況を呈する費用関数

表-7 図-5での割振り解の一致性

	仁	弱仁	相対仁	NSCG法
SCRB法	—	—	○	×
ENSC法	○	○	—	×

○..一致する ×..一致しない

△..ほぼ一致する —..一致性が想定し得ない

件式が成立していないが、数値的にその差は僅かであり、ほぼConvex性が成立していることが示される¹⁶⁾。表-6によると、SCRB法と相対仁、及びENSC法と弱仁が一致している。また、SCRB法とNSCG法の厳密な一致性は生じていないが、各々の割振り解はかなり近いものとなっていることが判る¹⁶⁾ (表-5、表-6において△で評価している)。また他のいくつかのダムについても文献³⁷⁾で調べることができる。従って、我が国の多目的ダム事業における現実の費用関数には概ねConvex性が成立する可能性が高いことが推定される。よって我が国の多目的ダム事業ではSCRB法とNSCG法、SCRB法と相対仁との一致が多くの場合期待できる¹⁶⁾。

一方、One-convex性の成立事例は現在のところほとんどない。しかし、谷本⁴⁵⁾は親水目的が新たに多目的ダム事業に参加することを想定したケーススタディにおいて、One-convex性の成立可能性について言及している。この検討で得られている費用関数と、一致性を図-5、表-7に示す。この費用関数にOne-convex性そのものは成立していないものの、その成立にかなり近い状況であることがわかる。すなわち、表-5、表-6で認められなかったENSC法と仁との一致性が認められるが、これは(19)式から解釈すると、

よりOne-convex性に近い状況と判断し得るからである。このときの費用関数は、親水目的の参加によって増大した水没補償費用に伴い、全提携Nに関する貯水容量付近で費用が若干ながら急増している。よって、One-convex性は、比較的大きい貯水容量規模において費用が急増している費用関数において、その成立が認め得ると考えられる¹⁶⁾。

以上の事例より、Convex性やOne-convex性といったゲームの費用関数特性が(貯水容量に対する)費用関数の費用の急増、すなわち費用関数の傾きによって規定されることがわかる。実はこのようにゲームの費用関数特性が費用関数の傾きによって規定されることは、それらが限界費用によって規定されることから容易に想像することができよう。

(6)社会システム設計の知識技術のイノベーションと協力ゲーム理論の役割

現在は多目的ダム開発事業の費用配分方式のいわば第IV期の明文化の革新期にさしかかっていると判断される。このような革新期にあつては、その一つ前の革新期の後に徐々に「黙契化」してきた慣用的費用配分方式について、その原点に戻って再度その適用の範囲の確認と改善の是非について検討することが社会的に要請されることになる。そこでは「初めに手続きありき」は通用しない。いやむしろ「最初に手続きの審査ありき」である。さらにその「審査・ガイダンス」は「明示化された論理」と「時代が選択する価値観」(時代のニーズ)によって裏書きされる必要がある。

筆者らがここで提唱する協力ゲーム理論の適用の仕方は、現行の慣用法の「再審査・再ガイダンス」のための一つの「型紙」を容易することである。すなわち理論解(明示化された論理)という「型紙」をいくつか用意して、それを現行の慣用法に当てることにより、「一致性」を満たす適用範囲を吟味する。次いで、その適用範囲と時代のニーズが要請する適用範囲とをすりあわせて、それらの間に「適用範囲の積集合」が存在する(空集合ではない)ことを確認するのである。

新しい時代の要請に見合うように、ルールとしての社会システムを再設計することは、このような社会性を持った「審査・ガイダンス」のための知識技

術の「型紙」を必要とする。協力ゲーム理論による「一致性」の条件についての理論的知見の提示は、このような意味において、費用配分法という社会システムのイノベーションに資するところが少なくないと考ええる。

6. むすび：費用配分問題の多様性と今後の発展の可能性

費用配分問題自体の性格と役割が時代の要請とともに大きく変容しつつある。すなわち従来のように、事後的に特定された共同事業費の配分の財政論的ルールという役割を超えて、事前的事業評価システムの一環としての役割を担うものに発展することが求められているとも言える。たとえば、都市(再)開発やベイエリア開発などの複合型の社会基盤整備事業においても、共同事業費用の配分や受益者負担の方式の確立が急務の課題となってきた。一方昨今の財政事情の逼迫化と行財政改革の流れの下で、地方公共財の広域的な分担サービスのあり方に関わる社会システムの構築が現実的な課題となってきた。これは、これまでの事業者間のみの費用配分を超えた性格をもつもので、サービスを受ける受益者の特定や不特定多数のサービスへの公的負担のあり方などについて、より学際的な視点からの検討を必要とするものである。このような要請に応えるためには、協力ゲーム理論の枠組みからさらに発展して、情報ゲームや投票ゲームなどを取り込んだ非協力ゲーム理論からのアプローチが不可欠であろう。あるいは公共財の分担問題という視点からミクロ経済学のアプローチを適用することも有用であろう。この点については、例えば、Moulin⁴⁶⁾、文⁴⁷⁾、Hideshima et al.⁴⁸⁾及び秀島⁴⁹⁾が注目される。

今後、この分野での関連研究がより盛んになることを期待して結びとする。

参考文献

- 1) 東海林さだお: アイウエオの陰謀, 文藝春秋, 1995.
- 2) Rawls, J.: A Theory of Justice, Oxford University Press, 1993.
- 3) ペイツ C. (進藤榮一訳): 国際秩序と正義, 岩波書店, 1989.
- 4) 藤川吉見: 価値と正義の論理, 第三文明社, 1981.

- 5) マナン P.: 自由主義の政治思想, 新評論, 1995.
- 6) Kelsen, H.: What is justice? Justice Law and Politics in the Mirror of Science, Collected Essays by Hans Kelsen, University of California Press, 1957.
- 7) 藤川吉見: 公正としての正義の研究, 成分堂, 1989.
- 8) プキヤナン J.M. (加藤寛監訳): コンスティテューショナルエコノミクス 極大化の論理から契約の論理へ, 有斐閣, 1992.
- 9) セン A. (大場健, 川本隆史訳): 合理的な愚か者 経済学＝倫理学的研究, 勁草書房, 1989.
- 10) 良永和隆: 正しさの考え方, 文眞社, 1991.
- 11) Baumol, W.: Superfairness, MIT Press, 1986.
- 12) Varian, H.R.: Equity, Envy and Efficiency, Journal of Economic Theory, Vol.9, pp.63-91, 1974.
- 13) Varian, H.R.: Distributive Justice, Welfare Economics, and the theory of Fairness, Philosophy and Public Affairs, Vol.4, pp.223-247, 1975.
- 14) Varian, H.R.: Two Problems in the Theory of Justice, Journal of Public Economics, Vol.5, pp.249-260, 1975.
- 15) リッカート R., リッカート J.G. (三隅二不二監訳): コンフリクトの行動科学 - 対立管理の新しいアプローチ, ダイアモンド社, 1988.
- 16) 岡田憲夫, 谷本圭志: 多目的ダム事業における慣用的費用割振り法の改善のためのゲーム論的考察, 土木学会論文集 524/IV-29, pp.105-119, 1995.
- 17) 鈴木光男: 新ゲーム理論, 勁草書房, 1994.
- 18) von Neumann, J. and Morgenstern, O.: Theory of Games and Economic Behavior, Princeton University Press, 1944.
- 19) Flood, M.: Some Experimental Games, Research Memorandum RM-789, Rand Corporation, 1952.
- 20) パウンドストーン W. (松浦俊輔他訳): 囚人のジレンマ - フォン・ノイマンとゲームの理論, 青土社, 1995.
- 21) 岡田憲夫, ハイペル K.W., フレーザー N.M., 福島雅夫: コンフリクトの数理, 現代数学社, 1988.
- 22) 村田省三: 経済のゲーム分析, 牧野書店, 1992.
- 23) 鈴木興太郎: 経済計画理論, 筑摩書房, 1982.
- 24) Axelrod, R.: The Evolution of Cooperation, Basic Books, 1984.
- 25) Milinski, M.: "TIT FOR TAT in Stickbacks and the evolution of Cooperation, Nature., Vol.325, pp.433-435, 1987.
- 26) Fukuyama, K., Kobayashi, K., and Okada, N.: Incentive

- Systems for Environmental Regulations, Proceedings of the International Conference on Water Resources & Environmental Research(Kyoto, Japan), 1996.
- 27) ラフォン J.: 不確実性と情報の経済学, 東洋経済新報社, 1992.
- 28) 秀島栄三, 岡田憲夫: 都市拠点開発における地権者の協同体制の形成過程の基礎的考察-協力ゲーム理論を用いて, 土木計画学研究・講演集18, 1996.
- 29) 草野耕一: ゲームとしての交渉, 丸善, 1994.
- 30) 榊原弘之, 高野浩一, 岡田憲夫: ネットワーク型水資源開発共同事業の費用配分法に関するゲーム理論的考察, 土木計画学研究・論文集14 (本論文集に掲載), 1996.
- 31) Suzuki, M. and Nakayama, M.: The Cost Assignment of the Cooperative Water Resource Development: A Game Theoretic Approach, Management Sci., Vol.22, pp.1081-1086, 1976.
- 32) 鈴木光男: 費用分担ゲームの解, 数理科学, No.256, 10月号, pp.63-68, 1984.
- 33) 鈴木光男, 中村健二郎: 社会システム, 共立出版, 1976.
- 34) 岡田憲夫: 公共プロジェクトの費用配分法に関する研究: その系譜と展望, 土木学会論文集, No.431/IV-15, 1991.
- 35) Young, H.P., Okada, N. and Hashimoto, T.: Cost Allocation in Water Resources Development, Water Resour. Res., Vol.18, pp.463-475, 1982.
- 36) 森統: 費用配分法の考え方, 展望, 日交研シリーズ, A-129, 日本交通政策研究会, pp.1-19, 1989.
- 37) 佐々木才朗: 多目的ダムのコストアロケーションに関する研究, 東京大学工学部博士論文, 1992.
- 38) Federal Inter-Agency River-Basin Committee, Proposed Practices for Economic Analysis of River Basin Projects, Technical Report, Washington D.C., 1950.
- 39) Schmeidler, D.: The Nucleolus of a Characteristic Function Game, SIAM, Journal of Applied Mathematics 17, pp.1163-1170, 1969.
- 40) Maschler, M., B. Peleg and L.S. Shapley: Geometric Properties of the Kernel, Nucleolus and Related Solution Concepts, Mathematics of Operations Research, 4, pp.303-338, 1979.
- 41) Driesen, T.S.H. and Tijs, S.H.: The Cost Gap Method and Other Cost Allocation Methods for Multipurpose Water Projects, Water Resour. Res., Vol.21, No.10, pp.1649-1675, October, 1985.
- 42) Heaney, J. and Dickinson, R.E.: Methods for Apportioning the Cost of a Water Resource Project, Water Resour. Res., Vol.18, No.3, pp.476-482, 1982.
- 43) Driesen, T.S.H. and Tijs, S.H.: Semi-convex Games and the τ -value, Rep. 8228, Dept. of Math., Catholic Univ., Nijmegen, The Netherlands, 1982.
- 44) Driesen, T.S.H.: Properties of one-convex n -person Games, Oper. Res. Spektrum, Vol.7, pp.19-26, 1985.
- 45) 谷本圭志: 新たな目的を加えた費用割振り問題に関する基礎的研究-親水目的を対象として-, 京都大学修士論文, 1995.
- 46) Moulin, H.: Egalitarian-equivalent Cost Sharing of a Public Good, Econometrica, Vol.55, No.3, pp.963-976, 1987.
- 47) 文世一, 王岷雪: 地方公共財の地域間ただ乗りと効率的整備のための政策, 土木計画学研究・講演集19(1), pp.185-188, 1996.
- 48) Hideshima, E. and K. Kobayashi: Joint Provision of Local Public Goods over Jurisdictions, paper submitted to the International Seminar "Exploring Sustainability: On the Future of Small Society in a Dynamic Economy", Univ. of Karlstad, May 12-14, 1997.
- 49) 秀島栄三: 複数自治体による地方公共財の共同供給に関する研究, 京大土木100周年記念ワークショップ論文集—21世紀の都市・交通モデリング—, 京大土木100周年記念計画学ワークショップ組織委員会, pp.287-292, 1997.