

広域バス路線の補助金負担に関する合意形成過程と公平性のゲーム論的分析*

Game Theoretic Analysis of Fairness behind Consensus Making in Inter-Regional Bus Service

谷本圭志**・喜多秀行***・鎌仲彩子****

By Keishi TANIMOTO, Hideyuki KITA and Saiko KAMANAKA

1. はじめに

本年の二月に始まった規制緩和により、中山間地域の路線バスは廃止の危機に直面している。路線バスは高齢者や学生、主婦などのいわゆる交通弱者にとって必要不可欠な交通手段であり、多くの自治体はいかにして生活交通を維持するかという課題に直面している。

従来、自治体は路線バスの運行において生じる赤字をバス事業者に補助することで生活交通を維持してきており、今後も路線バスへの補助は生活交通の確保に有用であろう。しかし、補助制度の改正に伴い国からの補助が大幅に削減されたため、自治体の負担が著しく大きくなっており、これまで通りの補助を自治体が単独で行うに困難な状況が生じている。

この状況下で、複数の自治体をまたぐ広域バス路線を設定し、関与自治体がバス事業者と共に補助する取り組みが見られる。これにより、国の補助の対象になる、運行費用の削減が可能になるなど各自治体の財政的な負担が軽減できる。しかし、その実現には共同の補助事業に必要な費用、つまり補助金の公平な負担に基づく関与自治体間での合意形成が不可欠である。

そこで本研究では、広域バス路線を既に実現しているいくつかの事例の分析を通して、広域バス路線の開設に当たっての補助金負担に関する合意形成過程を協力ゲームを用いて描写する。また、そのゲー

*キーワード：地区交通計画，公共交通計画，広域バス
**正会員，工博，鳥取大学工学部社会開発システム工学科
(鳥取市湖山町南4丁目101番地，TEL0857-31-5310，
FAX0857-31-0882)

***正会員，工博，鳥取大学工学部社会開発システム工学科
(鳥取市湖山町南4丁目101番地，TEL0857-31-5309，
FAX0857-31-0882)

****学生会員，鳥取大学大学院社会開発システム工学専攻
(鳥取市湖山町南4丁目101番地，TEL0857-31-5333，
FAX0857-31-0882)

ムを用いて、補助金負担方式が合意に至った背後に暗黙に想定されていた負担の公平性の規範を推定する。公平性の規範を明らかにすることにより、今後増加するであろう広域バス路線の開設に際する合意形成を迅速に行うことが可能となろう。

2. 補助金負担を巡る合意形成過程

多くの自治体は財政事情が悪く、単独で補助を行うことは従来にも増して厳しい状況にある。この背景をもつ複数の自治体が集まり、広域バス路線を共同で補助する事業(以後、「共同事業」と言う)の検討を開始することが多くの例での共通点である。そこに参加する自治体にとって、広域バス路線を開設し補助額を削減しようという意思は共通しており、単独で補助するよりも補助額が小さくなりうることも共通の認識である。このため、広域バス路線を開設し、そこに共同で補助するという「総論」に関しては合意が成立している。つまり、どの自治体も共同事業から離脱しないことが自明であるという協力ゲーム的状况となっている。

しかし、このことは全ての利害対立が解消されたことを意味するわけではない。共同事業に要する補助金(費用)を各自治体でどのように負担するかという問題が潜在的には必ず存在し、その調整が必要となる。一般的には、想定されるいくつかの補助金分担方式を対象とし、そのどれを採用するかに関して利害が対立する。これは、各自治体を選好する分担方式が異なるためである。その際、共同事業の成立の前提を崩壊させる方式、つまり、ある自治体が単独で補助を行う場合よりも大きな分担費用を与える方式は検討の対象から除外される。それが何かを特定する段階を、本研究では「第一段階」とする。その上で、絞り込まれたいくつかの方式を対象とし、

その中から一つの方式の選択を目指すのではなく、候補となっている方式に基づいて（それらの方式とは異なる）妥協案を探り、その案の下での補助金負担に合意するという過程をたどる。本研究では、これを「第二段階」と呼ぶことにする。事例の分析を通じ、補助金負担をめぐる合意形成過程はこのような第二段階のゲームに概ね大別できることが分かった。

3. 合意形成過程のゲーム的解釈

ゲームに参加する任意のプレイヤーを i で表す。本研究では共同事業に関与する全ての自治体がプレイヤーである。プレイヤーの集合を $N = \{1, 2, \dots, n\}$ で表す。プレイヤーの集合 N の部分集合を提携と呼ぶ。任意の提携を $S (N)$ で表す。

(1) 第一段階における補助金負担ゲーム

想定されている補助金分担方式の集合を H で表す。また H に含まれる任意の分担方式を $h (H)$ で表す。分担方式 h の下でプレイヤー i が負担する補助金を y_i^h で表す。任意の提携 S が共同事業に参加せずに単独でバス路線への補助を行う場合に要する費用を $C_1(S)$ で表す。

第一段階では、 H の分担方式の中から全てのプレイヤーに参加を動機付ける最低限の公平性を保証する分担方式のみに絞り込む。すなわち、以下に示す C_1 を費用関数としたときのコア(core)を満たす分担方式の集合を特定化する。

$$\sum_{i \in S} y_i^h - C_1(S) \leq 0 \quad (S \subseteq N) \quad (1)$$

$$\sum_{i \in N} y_i^h = C_1(N) \quad (2)$$

上式で定義されるコアを「第一段階コア」と呼ぶ。第一段階コアは共同事業への参加を全てのプレイヤーに動機付ける負担方式の集合であり、共同事業における最低限の公平性を担保した分担費用の集合と言える。どのような分担方式が第一段階コアを満たすかについては米村¹⁾, Tanimoto *et al.*²⁾ が検討を行っている。

(2) 第二段階における補助金負担ゲーム

第一段階コアを満たす分担方式の集合を $M (H)$ で表す。また M に属する任意の分担方式を $m (M)$ で表す。分担方式 m の下でプレイヤー i が負担する補助金を x_i^m で表す。第二段階における任意の提携 S の費用関数 $C_2(S)$ を次式で与える。

$$C_2(S) = \max_m \sum_{i \in S} x_i^m \quad (3)$$

これは、提携 S にとって最も高い補助金の分担を与える方式の下での提携 S の分担費用である。つまり、この費用関数はこれ以上の補助金を負担することがないという意味での悲観的な想定の下での費用である。プレイヤーは、費用関数 C_2 を交渉力として第二段階のゲームを行う。第二段階におけるコアを「第二段階コア」と呼び、次式で表す。

$$\sum_{i \in S} x_i \leq C_2(S) \quad (S \subseteq N) \quad (4)$$

$$\sum_{i \in N} x_i = C_2(N) \quad (5)$$

式(4), (5)を満たす分担額 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ の集合から、ある公平性の規範に基づいて「妥協案」としての分担費用を得ると考える。その規範として、仁及びその修正概念を用いる。仁は次式で定式化される。

$$\min \quad \varepsilon$$

$$\sum_{i \in S} x_i - C_2(S) \leq \varepsilon \quad (6)$$

$$\sum_{i \in S} x_i = C_2(N) \quad (7)$$

(6)式は分担額 X に対する提携 S の不満と定義される。仁及びその修正概念は(6)式を修正することで定義される。その詳細については文献³⁾を参照されたい。協力ゲームをベースとしたこれらの分担額と実際の分担額とを比較し、後者に最も近い分担額を与えた公平性の規範が実際の場面において想定されていた公平性の規範と解釈する。

(3) 第二段階の補助金負担ゲームの理論的特性

第一段階のゲームでは、共同事業に参加するための動機を保証する分担方式を絞り込み、それらによって第二段階におけるゲームの交渉力、つまり(3)式に示す費用関数が定義される。しかし、第二段階のゲームの結果が第一段階において確認された共同

事業への参加の動機を保持しうるかについては必ずしも自明ではない。以下では、第一段階と第二段階のコアの関係と第二段階において合意に至る唯一解と第一段階コアとの関係をそれぞれ理論的に整理する。

命題1：第一段階コアが非空であれば、第二段階コアは第一段階コアに含まれ、かつ第二段階コアは非空である

証明：

まず、第二段階コアが第一段階コアに含まれることを示す。方式 m の下での分担額を $X^m = (x_1^m, x_2^m, \dots, x_n^m)$ で表す。 X^m は第一段階コアを満たすため次式が成立する。

$$C_2(S) = \max_m \sum_{i \in S} x_i^m \leq C_1(S) \quad (S \subseteq N) \quad (8)$$

よって第二段階コアは第一段階コアに含まれる。次いで、第二段階コアが非空であることを示す。ここで、ある $m^* (M)$ について考えよう。この m^* について次式が成立する。

$$\sum_{i \in N} x_i^{m^*} = C_2(N) = C_1(N) \quad (9)$$

また、 $C_2(S)$ の定義より次式が成立する。

$$\sum_{i \in S} x_i^{m^*} \leq \max_m \sum_{i \in S} x_i^m = C_2(S) \quad (S \subseteq N) \quad (10)$$

(9)、(10)式より X^{m^*} は第二段階コアを満たす。第二段階コアを満たす分担額が少なくとも一つ存在することから、第二段階コアは非空である。

【証明終】

命題2：第一段階コアが非空であれば、第二段階において仁及びその修正概念は第一段階コアの内部に唯一解を与える

証明：

一般にコアが非空であれば仁及びその修正概念はその内部に唯一解を与える。よって第二段階ゲームにおいて、仁及びその修正概念は第二段階コアの内部に唯一解を与える。第二段階コアは第一段階コアに含まれることから、第二段階ゲームにおける仁及びその修正概念は第一段階コアの内部に唯一解を与える。

【証明終】

表1 実際の実験と協力ゲームによる分担額

(単位：百万円)

事例1	実際の実験	仁	相対仁	比例仁	平均仁	平均差仁
弘前	80.07	80.61	79.44	75.73	77.49	80.23
黒石	24.24	24.58	25.49	30.55	27.61	24.29
25町	64.84	70.95	73.22	71.87	73.04	73.63
事例2	実際の実験	仁	相対仁	比例仁	平均仁	平均差仁
安来	43.07	38.34	38.34	34.50	35.51	40.22
広瀬	22.49	29.72	29.72	31.06	31.13	30.18
伯太	16.98	14.49	14.49	16.99	15.9	12.15

以上より、第二段階のゲームの結果は、第一段階における最低限の公平性（第一段階コア）を損なうことがないことが証明された。

4. 公平性の規範の推定

以下に二つの事例を取り上げ、補助金負担においてどのような公平性の規範が存在していたのか推定を行った。具体的には、それぞれの事例において、報告書⁴⁾等を調査することにより第二段階に存在していた分担方式を特定し、補助金負担ゲームを定式化した後、仁及びその修正概念が持つ公平性規範に基づいて得られる分担額を求める。求められた分担額と実際に事例の中で合意が成立した分担額と比較し、その値が近いものを暗黙に想定されていた公平性の規範とした。

事例1として青森県津軽地方28市町村による補助事業を取り上げた。ここでは、利害対立の構図を整理することにより三人ゲームとした。事例2として島根県の安来市を中心に3市町が行うバス事業を取り上げた。各事例の実際の実験と仁及びその修正概念を用いた結果を表1に示す。

ここで、求められた分担額と実際に事例の中で合意が成立した分担額とを比較して、値の近さを測定する。その方法として、得られた唯一解と実際に事例で合意に至った分担額との残差二乗和を求め、乖離の程度を測定する。残差二乗和がより小さいものを実際の合意に至った分担額に「近い」とした。

表1に示された値を用いて、残差二乗和を計算すると図1,2の結果を得る。

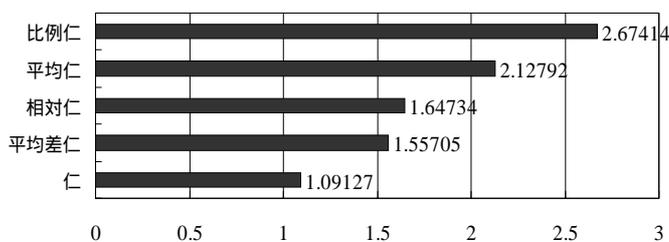


図1 事例1における残差二乗和 (数値 $\times 10^{14}$ 円²)

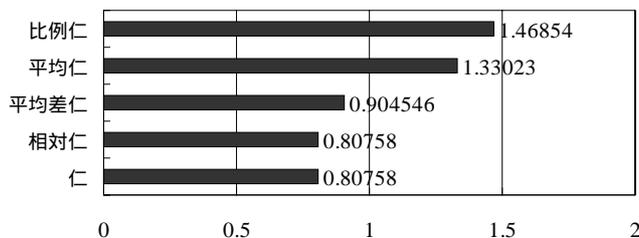


図2 事例2における残差二乗和 (数値 $\times 10^{14}$ 円²)

図1,2より,双方の事例において仁,相対仁,平均差仁が実際に決定された分担額に近い値を得ており,暗黙に想定されていた公平性の規範としてこれらが該当しているのではないかと推測される。

5. 補助金負担を巡る合意形成過程の提案

前章の知見は,対象としている事例が二つと少ないため,必ずしも仁が有力な公平性の規範と断定することはできない。しかしながら,実際に合意された分担額と比較して,それに近く値を与える規範の集合とそうでない規範の集合は二つの事例においてほぼ共通しているという興味深い結果を得ている。そこで,上二つの事例を対象とした分析結果が今後の引き続きの研究において指示されたとすれば,以下のような合意形成過程を経ることで,より迅速に広域バス路線の開設が可能になると考えられる。

各関与自治体が補助金分担方式を提示する。

で提示された分担方式の中で,ある自治体の参加の動機を損なう分担費用を与えるものを除外し,分担方式の絞り込みを行う。

において絞り込まれた分担方式の中から各自治体及び提携に最も高い費用を与える分担方式をそれぞれ特定する。

で得られた分担方式に基づいて分担される費用を費用関数と見立て,仁もしくは相対仁,平均差

仁を用いて分担額を導出する。

求められた分担費用を基に,更なる調整を行う。

関与自治体の実務担当者が,実際の補助金負担においてこの過程を経ることにより,話し合いのみに基づいて各々の公平感を頼りに手探りで補助金負担の調整をするときに要する時間や労力が削減されると考えられる。ただし,において,最も高い分担費用を与える分担方式を自治体が表明せずに自らの分担費用を小さくする戦略的な行動をとってしまうことが考えられる。そこで,に示す内容が保証されるように,全ての自治体からの代表者から構成される協議会等を組織し,そこで全ての分担方式の下での費用を一元的に算出するなどにより互いの状況を共有しておく必要がある。これにより,このプロセスの有効性が満たされる。

6. おわりに

公平性の規範の推定において対象とした事例が少なく,ここで得られた知見の一般性については問題がある。現在,広域バスを導入しているその他の自治体にインタビューを実施しており,そこでの推計結果等について今後随時報告していく意向である。

謝辞:本研究を進めるに当たって,弘南バス株式会社,安来能義広域行政組合から多くの協力を得た。付して謝辞としたい。

参考文献

- 1) 米村圭一郎・谷本圭志・喜多秀行:広域バス路線の補助金配分方式の有効性に関するゲーム論的考察,土木計画学研究・講演集,2001。
- 2) K. Tanimoto and H. Kita: Cost Allocation Rules of Inter-Regional Bus Services and Network Formation: A Cooperative Game Theoretic Approach, Presented at Joint Seminar on Evolution Processes of Transportation Systems, June 6-8, at Tottori University, 2001.
- 3) 鈴木光男:新ゲーム理論,勁草書房,1994.
- 4) 津軽路線バス調査ワーキングチーム:津軽地域路線バス維持活性化のための報告書,1993.