

高松琴平電鉄の経営破綻と行政支援*

宍戸 栄 徳

はじめに

高松琴平電気鉄道(株) (以下、琴電) は2001年12月7日高松地方裁判所に民事再生法の申請を行った。琴電と「そごう」の共同出資会社「コトデンそごう」がそごうの経営破綻から民事再生法の申請を行い、やがて琴電も民事再生法の申請をするに至る。一連の経過については拙稿「高松琴平電気鉄道の経営破綻と再生」[1]に詳しく記述している。琴電は鉄道部門での乗降客数は漸減傾向ではあったが、関連会社の経営破綻によること、および鉄道会社としての地域での重要性から運行を継続し経営再建が行われることになった。琴電の再建にあたり、沿線1市8町(2001年12月の民事再生法申請時、2002年4月からは東讃地方の長尾町・志度町を含む4町が合併してさぬき市となったことにより2市6町)は総額2億5,000万円の財政支援を行った。本稿では、各自治体による行政支援の負担割合が公平・妥当なものであるかどうかを協力ゲーム理論のShapley値によって検証し、あわせて公平な負担割合を理論的に決定する方法を提案する。

* 本稿を纏めるにあたって、平成14年度卒業のゼミ生平野絵里さんが多くの計算を行ってくれた。ここに記して感謝したい。本研究は科学研究費、基盤研究(C)(2)、課題番号：15510133の援助を受けて行われた。

1. 高松琴平電気鉄道(株)の経営破綻の経緯

(1) 経営破綻前の状況

高松琴平電気鉄道(株)は 1943 年に琴平電鉄(株) (現・琴平線), 高松電気軌道(株) (現・長尾線), 讃岐電鉄(株) (現・志度線) とバス 16 社を企業統合により合併し設立された。2001 年 12 月 10 日の時点で, 資本金は 5 億 400 万円で, 鉄道部門としては高松市を中心に 1 市 8 町 (高松市, 長尾町, 三木町, 牟礼町, 志度町, 綾南町, 綾歌町, 満濃町, 琴平町) に 3 路線, 琴平線, 長尾線, 志度線, 営業キロ合計 60.0 km を保有しており, 現在も営業を継続している。現在の路線図を図-1 に示す。

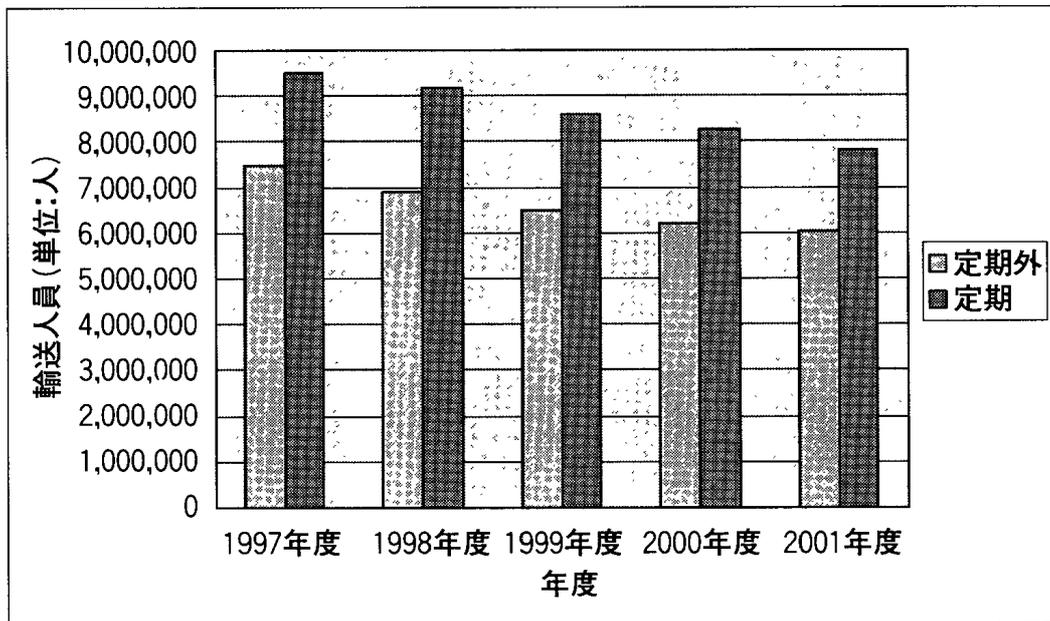
図-1 高松琴平電気鉄道路線図



(琴電資料)

輸送人員の推移を定期と定期外のそれぞれについてみると, 輸送人員は漸減傾向であり, 構成比率では一貫して定期客の方が多い。

図-2 年間輸送人員（定期・定期外）の推移



(琴電資料より作成)

また、高松市とその他の地域との間のトリップ数が全トリップ数の約96%であり、高松市内間のトリップ数でも62.7%となっており、高松市内での利用が大きな比重を占めており、高松市が琴電の利用に大きな比重を持っていることが分かる。

表-1 2001年度自治体内・間のトリップ数

(単位：人/日)

着 発	高松市	牟礼町	志度町	三木町	長尾町	綾南町	綾歌町	満濃町	琴平町	合計
高松市	24,011	1,434	533	1,491	426	1,381	531	60	609	30,475
牟礼町	1,457	56	140	12	1	11	4	0	7	1,688
志度町	520	129	0	1	0	7	0	0	4	662
三木町	1,454	12	1	38	36	2	1	0	5	1,549
長尾町	412	1	0	32	0	2	0	0	2	449
綾南町	1,364	12	7	3	2	245	66	2	170	1,871
綾歌町	504	3	1	1	0	64	15	2	99	688
満濃町	62	0	0	0	0	3	2	0	9	75
琴平町	558	7	5	4	1	172	92	8	10	857
合計	30,342	1,654	687	1,581	466	1,887	711	74	914	38,315

(琴電資料より作成)

(2) 経営破綻までの経緯

関連事項を経過順に記してみる。

1997年4月：琴電60%，そごうグループ40%出資の子会社「コトデンそごう」が営業開始

2000年7月12日：そごうグループが東京地裁に民事再生法の適用申請

2001年1月22日：コトデンそごうが高松地裁に民事再生法の適用申請

2001年2月7日：再生手続きの開始

2001年6月11日：琴電と天満屋（岡山市）の間でコトデンそごうの営業譲渡の基本合意契約を締結

2001年7月23日：琴電の子会社「コトデン商事」が自己破産宣告

2001年8月27日：琴電の子会社「高松グランドホテル」が自己破産宣告

この後、琴電が自主再建計画を発表し、香川県知事が琴電に対し自主再建にあたって最大限の自助努力を要請するなど、関係者が活発な動きを見せていく。琴電の再建計画によると

(1) 運賃収入に占める総人件費を75%から53%台に削減

(2) 行政支援として、設備投資に55億円を要請

(3) 金融支援として、総額151億円の債務免除を要請

となっていたが、この計画は、行政および銀行が受け入れなかったため自主再建は不可能となった。

2001年12月7日：琴電が高松地裁に民事再生法の適用申請

これ以降、琴電は民事再生法の下で再建を行うことになる。

2. 民事再生法に基づく再建

琴電は民事再生法の適用申請を受けて法の枠組での再生をすることとなった。自主再建の際に問われていたことは、人件費の削減を中心とする琴電の自助努力を前提として、金融支援（債務免除）と行政支援（沿線市町の財政支援）が受けられるかということであった。自主再建でなく民事再生法の枠組みでの再建ということで行政支援と金融支援を行うことが決定された。行政支援は再

生基盤整備期間の2002年から2005年の4年間に県と沿線自治体で総額5億円を負担することとなった。うち1/2の2億5,000万円は県が負担し、残りの2億5,000万円を沿線2市6町で負担することとなった。内訳の詳細は表-2に示すとおりである。

表-2 琴電の行政支援に関わる自治体負担額

項 目						交付申請後(円)	年度別負担額 (千円)		負担額計(千円)	
						2002年度	2002年度	2003~2005年度	2002~2005年度	
負担割合	県	1/2				26,362,265	26,367	223,633	250,000	
	沿線市町	1/2	高松市	2/3			17,926,340	17,930	152,070	170,000
			8町	1/3	三木町	16.5%	1,391,927	1,392	11,808	13,200
					牟礼町	16.5%	1,391,927	1,392	11,808	13,200
					綾南町	16.5%	1,391,927	1,392	11,808	13,200
					綾歌町	12.5%	1,054,490	1,055	8,645	10,000
					満濃町	10.5%	885,772	886	7,514	8,400
					琴平町	12.5%	1,054,490	1,055	8,945	10,000
					さぬき市	15.0%	1,265,388	1,266	10,734	12,000
	小計	100.0%	8,435,921	8,437	71,563	80,000				
計	3/3			16,871,842	26,367	223,633	250,000			
合計	2/2				52,724,526	52,734	447,266	500,000		

(香川県企画部資料)

3. 公平な費用負担と Shapley 値の定義

琴電の事例のように既に建設されているネットワークの維持のために利用者がどのような負担をするのが公平であるか検討し、一つの解決案を与えることとする。新たにネットワークを建設する時の費用負担では、効率的なネットワークの構造を決定することも重要な問題であるが、ネットワークの構造が変化しない場合は公平負担の問題だけを考えればよい。

協力ゲーム理論では公平な費用負担についての解がいくつか提案されているが、ここでは Shapley 値を用いた解を用いることにする。Shapley 値は公理的な方法で定義され、計算の手間はプレイヤーの数 n に関して指数的に増加す

る。しかし、本論文で紹介する方法では n に比例し、容易に計算できることが特徴である。

プレイヤーの集合 $N = \{1, 2, \dots, n\}$ とプレイヤーの部分集合である提携 S を考える。すべての提携の集合を 2^N とする。プレイヤーの数が i ($=0, 1, 2, \dots, n$) 人からなる提携は ${}_n C_i = \frac{n!}{i!(n-i)!}$ 個あり、すべての提携の数は 2^n 個である。各提携 S に対して、実数値を対応させる関数 $v(S) \in R$ を提携の価値と呼ぶ。提携の価値は具体的な定義の仕方により、提携に含まれるプレイヤー全体が得る効用や提供する貢献の大きさなどを表現できる。ベクトル $\phi = (\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n)$ の第 i 成分を $\phi_i = \frac{1}{n!} \sum_{\text{all permutations}} \{v(S \cup i) - v(S)\}$ とし、プレイヤー i の Shapley 値と呼ぶ。 $\sum_{i=1}^n \phi_i = v(N)$ が成立する。全体提携 N に対する提携の価値を 1 に正規化しても一般性を失わないことから、今後は $v(N) = 1$ と正規化し、 $\sum_{i=1}^n \phi_i = 1$ が成立すると仮定する。[2]

Shapley 値 ϕ_i は全体提携の価値 $v(N)$ に対するプレイヤー i の平均的な貢献の比率を表す尺度である。

4. ネットワークにおけるゲームと OD 間の流量による提携の価値

ネットワークにおけるゲームを定義する。プレイヤーの集合 $N = \{1, 2, \dots, n\}$ とし、ネットワークに含まれるすべてのノードの集合を N_0 とする。各プレイヤー i に N_0 の部分集合 N_i を対応させる。 n 個の集合 N_1, N_2, \dots, N_n はノード全体の集合 N_0 の分割であり、 $N_0 = \bigcup_{i=1}^n N_i$ かつ $i \neq j$ に対して $N_i \cap N_j = \emptyset$ を満たす。ネットワークにおいてすべてのノードの対 (p, q) に対して p から q への流量 $f(p, q)$ が与えられるとする。ノードの集合の対 (S, T) に対しては $f(S, T) = \sum_{p \in S} \sum_{q \in T} f(p, q)$ とし、提携 S に対する提携の価値 $v(S) \in R$ を

$$v(S) = \sum_{i \in S} \sum_{j \in S} f(N_i, N_j)$$

と定義する。提携の価値 $v(S)$ は提携 S に属するプレイヤー i, j に対応するノードの集合 N_i, N_j を OD とするすべての流量の合計を示している。提携の価値 $v(S)$ は S のメンバーだけでネットワークをどの程度利用しているかを流

量によって表している。 $v(S)$ が上式で定義されるとき、次の定理が成り立つ。

定理

提携の価値を $v(S) = \sum_{i \in S} \sum_{j \in S} f(N_i, N_j)$ とするとき、プレイヤー i の Shapley 値は

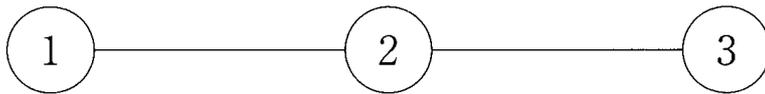
$$\phi_i = \frac{1}{2f(N, N)} [f(i, N_0) + f(N_0, i)]$$

で与えられる。

(証明) [3]を参照。

この提携の価値と Shapley 値が妥当なものであることを具体例によって説明する。

3つのノードからなる簡単なネットワークを考える。



$N_0 = \{1, 2, 3\}$ であり、 $N_1 = \{1\}$, $N_2 = \{2\}$, $N_3 = \{3\}$ とする。弧(1, 2)と(2, 3)では双方向に1単位の流量があるとする。すべての流れがノード2を出発地か目的地としている場合(ケース1), ノード2は通過地点で流れの出発地・目的地は1と3のみである場合(ケース2)を考える。それぞれの場合の流量をOD表の形で表現すると表-3, 表-4のようになる。

表-3 ケース1のOD表

O \ D	1	2	3
1	0	1	0
2	1	0	1
3	0	1	0

表-4 ケース2のOD表

O \ D	1	2	3
1	0	0	1
2	0	0	0
3	1	0	0

ケース1では、対称性から1単位の流量が各ノードにもたらす便益は1と2で等しく2と3でも等しい。したがって、すべての流量を合わせて全体を1に正規化すればノード1, 2, 3に対する Shapley 値は(0.25, 0.5, 0.25)となるのが妥当である。ケース2の場合、ノード2は(1単位の)流量から何の便益も受けず、さらに1と3は対称だから、Shapley 値は(0.5, 0, 0.5)となる

のが妥当である。

定理を用いてそれぞれの場合に Shapley 値を計算してみる。

ケース 1:

$$\phi_1 = \frac{1}{2 \times 4} [f(1,1) + f(1,2) + f(1,3) + f(1,1) + f(2,1) + f(3,1)] = \frac{2}{8} = 0.25$$

同様にして、 $\phi_3 = 0.25$ である。

$$\phi_2 = \frac{1}{2 \times 4} [f(2,1) + f(2,2) + f(2,3) + f(1,2) + f(2,2) + f(3,2)] = \frac{4}{8} = 0.5$$

ケース 2:

$$\phi_1 = \frac{1}{2 \times 2} [f(1,1) + f(1,2) + f(1,3) + f(1,1) + f(2,1) + f(3,1)] = \frac{2}{4} = 0.5$$

同様にして、 $\phi_3 = 0.5$ である。

$$\phi_2 = \frac{1}{2 \times 2} [f(2,1) + f(2,2) + f(2,3) + f(1,2) + f(2,2) + f(3,2)] = \frac{0}{4} = 0$$

上記の Shapley 値はこのような状況を良く反映しており、Shapley 値に比例してネットワークの経費を負担することは自然であると考えられる。

5. 琴電のネットワークへの適用と分析結果

琴電の行政支援の問題を考えると、琴電の路線をネットワークとすれば、利用できる流量としてはすべての駅間の乗車券種別年間乗降客数がある。また、券種ごとの運賃も分かるので、駅間の運賃収入の総額を計算できる。したがって、すべての駅間の運賃収入が分かることになる。OD の対に対する流量として、乗降客数あるいは総運賃収入などを取ることができるが、乗降客数とすると長距離・短距離に関係がなくなるので経済的な意味が弱くなるため、ここでは総運賃収入を使用することにする。表-5に2001年度における、各自治体内・間の総運賃収入を示す。

表-5 各自治体内・間の利用による総運賃収入

(単位：千円)

発着	高松市	牟礼町	志度町	三木町	長尾町	綾南町	綾歌町	満濃町	琴平町	合計
高松市	1,677,292	115,816	56,199	109,992	34,789	128,418	62,676	7,239	89,202	2,281,623
牟礼町	117,891	3,270	8,107	618	0	951	385	0	740	131,962
志度町	54,746	7,237	0	14	0	470	41	16	587	63,110
三木町	110,025	1,081	56	2,335	1,732	320	114	0	629	116,291
長尾町	33,682	64	14	1,433	0	196	17	0	402	35,808
綾南町	125,476	999	415	381	105	11,348	5,220	283	13,268	157,495
綾歌町	57,143	279	58	0	0	5,173	891	173	7,892	71,608
満濃町	7,555	0	16	0	0	353	128	0	513	8,564
琴平町	77,219	881	705	192	201	13,502	7,110	493	666	100,968
合計	2,261,029	129,627	65,570	114,965	36,827	160,729	76,581	8,203	113,898	2,967,429

(琴電資料・2001年度実績より作成)

表-6 各自治体の Shapley 値

	正規化前の Shapley 値	正規化後の Shapley 値
高松市	2,271,325,763	76.5%
牟礼町	130,794,725	4.4%
志度町	64,339,898	2.2%
三木町	115,628,180	3.9%
長尾町	36,317,613	1.2%
綾南町	159,111,895	5.4%
綾歌町	74,094,573	2.5%
満濃町	8,383,550	0.3%
琴平町	107,433,080	3.6%
合計	2,967,429,275	100.0%

定理によって各プレイヤーの Shapley 値は容易に求めることができる。自治体が実際に行った行政支援の金額と Shapley 値を比較してみる。(表-6 参照)

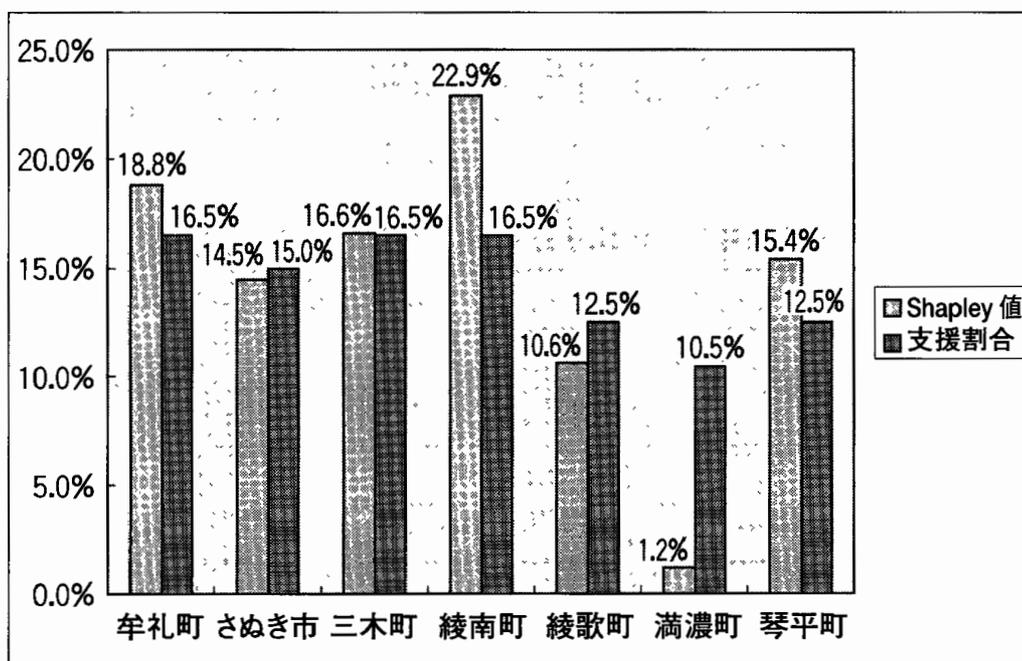
- (1) 高松市は実際の負担金 1 億 7,000 万円 (66.7%) に対して, Shapley 値は 76.5% である。

(2) 高松市を除く 2 市 6 町の負担金額 8,000 万円を全体を 100% に正規化して表示すると、表 7 のようになる。綾南町と満濃町での差が若干大きいですが、それ以外の 1 市 4 町では実際の負担割合と Shapley 値がかなり近い。

表 7 高松市以外の自治体の Shapley 値と財政支援の割合

	牟礼町	さぬき市	三木町	綾南町	綾歌町	満濃町	琴平町
Shapley 値	18.8%	14.5%	16.6%	22.9%	10.6%	1.2%	15.4%
支援割合	16.5%	15.0%	16.5%	16.5%	12.5%	10.5%	12.5%

図 3 高松市以外の自治体の Shapley 値と財政支援の割合



満濃町は羽間駅のみが立地しているが、実際には住民の一部が琴平町の榎井、琴平の両駅を利用している。データが駅の所在自治体の発着駅によるので、このような相違が発生すると考えられる。より極端な例としては、庵治町、国分寺町などは一定数の琴電利用者があるにもかかわらず、自治体内に琴電の駅が設置されていないことから、財政支援を行っていない。また、実際の負担金額のほうが自治体間の差が少ないが、これは沿線自治体全体で琴電への支援を行うとの考えを反映し、平等化をしたものであると考えられる。

ここで提案している Shapley 値はネットワークの利用実績によって公平に受

益者負担を提案しているものであるといえる。今後、ネットワークの建設費用や維持費用を複数の利害関係者で費用負担するときに、公平な負担割合を計算する根拠を与えることができ、しかも計算が容易であることが特徴である。

おわりに

沿線自治体の決定した負担割合と Shpaley 値による割合を比較すると、その類似性が読み取れる。自治体の話し合いによる負担割合の決定には、固定資産税による沿線市町の琴電からの収入なども考慮されているとのことである。しかし、全体としての決定過程は情報開示されていない。本研究では、すべての OD の対に対する総運賃収入がわかるという限定的な状況ではあるが、Shaley 値を用いてネットワークから受ける貢献を理論的に計算して、各自治体（プレイヤー）がそれに応じた経費負担の割合を決定する方法を提案した。今後、ますます行政の政策決定が透明性、説明責任を求められるようになるとき、このような理論的に明確な判断基準を準備しておくことは重要なことであると考えられる。

参考文献

- [1] 宍戸栄徳, 「高松琴平電気鉄道の経営破綻と再生」, 『運輸と経済』, 2002年10月号 21-29 ページ。
- [2] 岡田 章 『ゲーム理論』, 有斐閣, 1996年
- [3] H. Shishido, "Fair Cost Sharing of Network Maintenance," SMC 2003 Conference Proceedings, pp. 3720-3725, 2003 IEEE International Conference on Systems, Man & Cybernetics.