

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*

A Basic Approach to the Formation Process of Partnerships among Landowners
in Urban Renewal Project, using Cooperative Game Theory*

秀島 栄三**・岡田 憲夫***

By Eizo HIDEISHIMA**, Norio OKADA***

1. はじめに

都心部や臨港地帯の遊休地群を対象としてしばしば都市開発事業が実施される。これらの開発事業は、保有していた工場・倉庫等の跡地の有効活用を図ろうとする企業の開発動機を発端とすることが多い。

地権者らは自社の所有地を利用して少しでも多くの便益を得たいと考える。また複数の地権者で協同して事業を行うならば、さらに多くの便益を得られる場合がある¹⁾。実際、土地区画整理事業の「減歩」などは、複数の地権者が協同して一体的な街区、連続する道路等を実現することによって見込まれるメリットを当事者らで受益しあう仕組みである。

他方、たとえ協同化のメリットがあるとしても実際には開発地区は際限なく広がるものではない。事業の協同化の意義を認めながらも何らかの都合によって不参加を表明する地権者が出現する事例もしばしば見受けられる。

地権者は互いに他者の便益に影響を与え合うことから、集団的な選択の結果として、開発事業のための協同体制（実際には協議会や組合の形式をとる²⁾）を形成していくと考えられる。また協同体制としてあり得る地権者の組み合わせごとに個々の地権者には利益得失の差異があるため、最終的に一つの協同体制に決まりにくい状況もあるだろう。

本研究では、上述のように開発のための協同体制がそれ自体形成されることが望ましいにもかかわらず必ずしも適切なものが形成されとは限らないという事実を踏まえ、その形成過程についての考察を行う。これには集団の意思決定を取り扱うゲーム理論³⁾を用い、形成過程の基本構造のモデル化を行う。そして簡単なモデル分析を通じて協同体制の形成過程の展開のシナリオについて思考実験を行う。

2. 協同体制の形成過程のモデル化

地権者は便益計算を行い、開発して新しい土地利用へと展開するか、開発せずに現状を維持するかの判断をするであろう。さらに周辺の地権者と協同体制を組んで開発を行うか、その必要はなく独自に開発計画を進めるかの判断もするであろう。以上を踏まえると、一人の地権者の意思決定には表1に示す3種類の選択肢がある。

表1 一人の地権者の行動の選択肢

a.	開発を実行しない
b.	開発を単独で行う
c.	開発を他の地権者と協同して行う

c. において周囲の地権者と協同することにメリットがある地権者は、メリットのない地権者に一部の便益を移転（用地提供、損失の補償など）させることによって協同体制の形成を促すことができる。すなわち協同体制内では開発による便益の再配分が行われるものとする。このような複数の地権者間の便益の再配分のプロセスは、地権者をプレイヤーとするゲームとみなすことができよう。ただし、これは各地権者が単独で開発を行う（b.）か、開発を協同する（c.）かという二者択一の意思決定問題にしか対応していない。開発を実行しない（a.）という選択肢も含めなければならないが、まずは全ての地権者が開発を行うことを前提として、単独で行うか協同して行うかの意思決定を行った結果としてどのような協同体制が形成されるかを知るための分析モデルについて検討したい。

便益は、全地権者に対して共通の方法で計測することができ、客観的な評価が行われるものとの仮定をおく。また開発事業が具体化するにつれ主体間では換地等の基盤整備にかかる費用の配分問題⁴⁾が現れてくるであろう。これについては、本研究で取り上げる地権者の協同体制が確定するプロセスが終了した後に事業計画として処理するべき問題として分けて考えることができるものとする。

* キーワーズ：計画事業マネジメント論・再開発

** 正員、修(工)、京都大学大学院工学研究科
(京都市左京区吉田本町、Tel&Fax075-753-5073)

*** 正員、工博、京都大学防災研究所
(宇治市五ヶ庄、Tel0774-32-3111、Fax0774-32-3093)

全ての地権者が開発を行うことを前提とする議論については、プレイヤーの集合を「提携」とみなし、存在しうる全ての提携について、それがとる行動の結果としての利得（上述の便益がこれに相当する）により状況を表現する「提携型ゲーム」と呼ばれる協力ゲームに当てはめることができよう。提携型ゲームでは、提携に期待される利得を表す関数を「特性関数」と呼ぶ。本問題では地権者による協同体制が「提携」に相当し、協同体制に含まれる地権者の利得の総和が特性関数に相当する。そして各プレイヤーへの利得の再配分は「別払い」に相当する。実際には、金銭の移動による場合もあれば、便宜の供与、負担の代行などもあり得る。利得の構成は「配分」と呼ばれ、 n 人のプレイヤーに対する配分の結果を $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ と記す。「配分」の考え方としてはシャプレイ値、コア、仁、安定集合などいくつかの概念が提案されている³⁾。

本分析では地権者間の便益の再配分がシャプレイ値⁵⁾にもとづくものとする。その理由は、提携への参加者が増えていく過程を適切に描写していること、また他の解概念が要求するほどの厳密性はここでは現象としてみられないことである。シャプレイ値による地権者 i の配分値 X_i を(1)式に示す。

$$X_i = \sum_{i \in S \subseteq N} [(s-1)!(n-s)!/n!] \cdot \{V(S) - V(S - \{i\})\} \quad (1)$$

ただし、 N は全プレイヤーの集合、 S はその部分集合、 $!$ は階乗をす。

さらに複数の起こりうる提携の間では、便益の再配分値を比較した場合に、ある提携における配分 X がこれに関わるプレイヤーにとって他の提携によって実現する配分 Y よりも好ましい場合がある。提携 S に関し、2つの配分 X, Y について次の2つの条件式を考える。

$$X_i > Y_i \quad \forall i \in S \quad (2)$$

$$\sum_{i \in S} X_i \geq V(S) \quad (3)$$

これら2つの条件が成立するとき、提携 S に関し、「配分 X は配分 Y を支配する」といい、(4)式のように表記する。

$$X \text{ dom } Y \quad (4)$$

ある提携 T が実現しうるあらゆる配分が、異なる提携 S により実現する配分に支配される場合、提携 T は提携 S に参加するプレイヤーにより拒否され、実現しないこととなる。配分間の支配関係を調べるにより、ある提携が実現可能であるか否かが判明する。本稿ではこのような提携の優劣関係についても「支配」という言葉を用いる。「提携 S が提携 T を支配する」ことを(5)式のように記す。

$$S \text{ dom } T \quad (5)$$

次に、本稿では、該当する地区一帯の全ての地権者についての行動の（選択肢の）組み合わせを「状況構造」と呼ぶこととし、 β_k ($k=1, \dots, K$) と表す。状況構造 β_k における地権者 i の便益を $V_i(\beta_k)$ と表す。協同体制に参加する場合には別払いの過程を経て地権者 i は配分値 X_i を便益とすることとなる。

複数の起こりうる状況構造の間では、ある状況構造 β_s における各地権者による便益の構成が、他の状況構造 β_t ($t \neq s$) によって実現する便益の構成よりも全ての主体にとって好ましい場合に、「状況構造 β_s が β_t を支配する」と呼ぶこととする。

特に、他のいかなる状況構造 β_k にも支配されない状況構造がある場合、それを「支配的状況構造」とよび、 β^* と表すこととする。

$$\beta \text{ dom } \beta^* \quad \text{ただし} \quad \beta = \phi \quad (6)$$

以上、協力ゲーム理論を応用した提携形成問題の一般的な定式化を行った。提携形成問題については幾つかの研究が行われている。Shenoy⁶⁾は、dynamic solution という概念を用いて提携形成行動を分析している。Peleg⁷⁾は、dominant player と呼ばれる交渉力の高いプレイヤーに着目した分析を行っている。これらはいずれも投票形ゲーム³⁾であるのに対して、特性関数型ゲームを用いた研究は見当たらない。

3. シャプレイ値の応用概念による分析

シャプレイ値を含む既存の解概念では、地権者が開発を実行しないことを選択肢にもつ場面を説明できない。以下ではシャプレイ値の考え方にもとづき、これに応える解概念を考案する。状況構造間の推移に対しその生起確率と各プレイヤーの限界貢献度を算出し、これらを掛けたものをその提携に至るまでの全過程について足し合わせることで導出する。また提携形成には開発を実行しない地権者も利益上の主張を行うと考え、支配の概念を(7)式に改める。

$$x_i > x'_i \quad \forall i \in N \quad (7)$$

地区一帯に3地権者が存在し、地権者が開発を実行しない可能性を考慮する場合には状況構造は表2に示す15種類となる。状況構造間の推移的な関係を決定づける3つの基準によってランク分けする。

- (i) それぞれ単独で行っていた2人の開発が協同化される（提携を形成する）
- (ii) 単独で行っていた1人のプレイヤーによる開発と、既に協同化されている2人以上のプレイヤーによる開発が協同化される
- (iii) 1人のプレイヤーの行動が開発を実行しない状況から行う状況へと推移する

表2 開発を実行しないことを考慮する場合の状況構造

状況構造 β	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
地権者1	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
地権者2	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
地権者3	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

×実行しない○単独で行う◎協同して行う

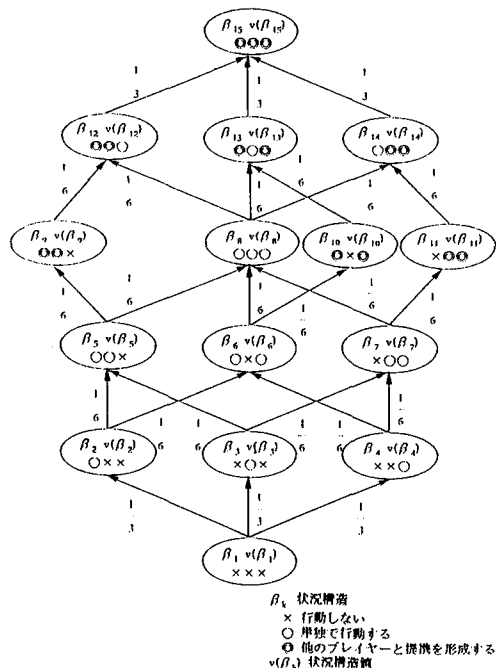


図1 開発を実行しないことを考慮した解概念

このランク分けによって状況構造の推移ごとにその原因となるプレイヤーの限界貢献度を算出する。その算出方法はシャプレイ値と基本的に同様である。開発を実行しないことを考慮する3人ゲームの構造は図1のように図解される。プレイヤーの行動を表す記号(◎,○,×)に添えたkが状況構造の番号を表し、またその状況構造における全プレイヤーによる利得の総和を特性関数Vにより表す。各アークに添えた分数は、当該ランク間の状況構造の推移が各アークともに同じ確率で生起するものとした場合の、アークで示される状況構造の推移の生起確率を示す。

ここで基準を1つ追加する必要がある。「各アークの限界貢献度(アークの終点の状況構造と始点の状況構造の便益の差)は、そのアークにおいて行動が変化しているプレイヤーに均等に帰属する」とこととする。図1で状況構造 β_5 から β_9 への推移ではP1とP2とが単独から協同化へと行動を変化させている。従来のシャプレイ値では唯一人のプレイヤーの参加によりある提携が別の提携へと推移すると捉えているが、本問題では状況構造間の推移を考え、その過

程で行動を変化させるプレイヤーが複数に及びうるためこのような基準が必要となる。

4. 協同体制の形成過程のモデル分析

以上に述べたモデル化を仮想地区に適用して分析を行う。想定する地区一帯の状況(図2)は、一辺100m程度の区画が3つ直列に存在し、それぞれ商業、業務、住居のうちのいずれかの土地利用が予定されているものとする。開発を行わない場合には遊休状態(空地)になるものとする。また既成の幹線道路が地区の両端の区画に接続されている。

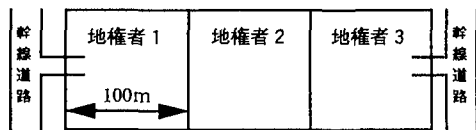


図2 地権者の隣接関係と幹線道路との接続

地権者の便益を定式化する。便益には、開発地の位置づけによりきまる側面 $O_i(\beta k)$ と区画の位置づけによりきまる側面 $I_i(\beta k)$ があるものとする。また地権者らは事業を協同化することによって一体的な街区構成、基盤施設が整備されるなどのメリットを得るものとする。そのような協同化のメリットの大きさを m_{ij} とする。各パラメータ値を表3～表8の通りとした。表3～表6は部分的影響 p の重み $w_p(u_i)$ の値である。

表3 インフラ

i\j	空地	商業	業務	住居
空地	0	0	0	0
商業	0	10	8	3
業務	0	8	10	3
住居	0	3	3	10

表4 空間価値

i\j	空地	商業	業務	住居
空地	0	0	0	0
商業	2	5	0	0
業務	2	0	5	0
住居	5	0	0	10

表5 機能性

i\j	空地	商業	業務	住居
空地	0	0	0	0
商業	0	10	5	5
業務	0	5	8	2
住居	0	5	2	5

表6 負の影響

i\j	空地	商業	業務	住居
空地	0	0	0	0
商業	0	-8	-5	-2
業務	0	-8	-5	-2
住居	0	-10	-8	-3

表7 重みと協同化効果

	重み(商業)	重み(住居)	協同化効果
インフラ	0.21	0.1	2
空間価値	0.14	0.2	2
機能性	0.35	0.2	1.5
負の影響	0.30	0.5	0.5

表8 外部接続

	基本便益値
商業	30
業務	24
住居	10
空地	0

$$V_i(\beta k) = O_i(\beta k) + I_i(\beta k) \quad (8)$$

$$O_i(\beta k) = \sum_{ij} G(u_i) \cdot D(d_{ij}) \cdot m_{ij} \quad (9)$$

u_i : 地権者 i が予定する土地利用用途

$G(u_i)$; 地権者 i の便益 O_i の基本値
 $D(d_{ij})$; 距離 d_{ij} による減衰関数
 m_{ij} ; 地権者 i と地権者 j による協同化の効果
 $I_i(\beta k) = \sum_p w_p(u_i) \sum_j H_{ip}(u_i, u_j) \cdot D_p(d_{ij}) \cdot m_{pij}$ (10)
 p ; 部分的影響
 $w_p(u_i)$; 土地利用 u_i における部分的影響 p の重み

表9 用途構成別の支配的状況構造

地権者 1/2/3	支配的状況構造 β 上段:別払いなし/F段:あり		
商/商/商	15	住/住/商	9 15
業/業/業	12 14 15	住/住/業	9 11 12 14 15
住/住/住	15	業/商/商	9 15
商/業/商	12 14 15	住/商/商	9 11 12 14 15
商/住/商	15	住/商/業	12 14 15
業/商/業	12 14 15	商/業/業	2 9 15
業/住/業	9 11 15	住/業/業	9 11 12 14 15
住/商/住	15	商/住/住	11 15
住/業/住	9 11 12 14 15	業/住/住	9 11 12 14 15
商/商/業	10 15	商/住/業	9 11 12 14 15
商/商/住	9 11 12 14 15	業/業/住	4 11 15
業/業/商	15	業/商/住	9 11 12 14 15
業/業/住	12 14 15	業/住/商	4 11 15
	4 11 15	住/業/商	9 11 12 14 15
	9 11 12 14 15	住/商/業	2 9 15
			9 11 12 14 15
			2 9 15
			9 11 12 14 15

同一の地区状況（図2）において、あらゆる土地利用用途の組み合わせ（3地権者で27組ある）に対して支配的な状況構造を調べた。表9には、別払いが行われないと仮定した場合（上段）と別払いが行われると仮定した場合（下段）の2種類の結果を示している。

結果として、総じて3人による全提携（ $\beta 15$ ）が必ず支配的状況構造に含まれている。本分析では基本的に提携を組むと協同化のメリットがあるようにパラメータ値を与えている（表7で正の協同化効果は1以上、負の協同化効果は1以下としている）ので当然の結果といえる。

しかし必ずしも一意に全提携に定まるとは限らない。複数の状況構造が支配的であるということは、現実にはその中の一つの状況構造に収束させなければならない。そのために地権者間では交渉が行われるであろう。このとき形成過程は不安定な状況にあるといえよう。

別払いが行われないとする場合には、3地権者が異なる用途を予定するときに支配的状況構造が一意に定まらない傾向がある。これは、隣接する地権者

が同一用途の方が異なる用途の場合より望ましいというパラメータ値の設定の仕方に依存している。

別払いが行われるとする場合には、いかなる用途の組み合わせであれ、複数の状況構造が支配的になっている。再配分が行われる場合には、便益を多く得ることができる一部の地権者らで提携を組むことの有利さが増していると解釈できる。

5. おわりに

本研究では、都市拠点開発の実施にむけて複数の大型地権者が協同体制を形成するプロセスをとりあげた。都市拠点開発の空間的スケールからすると、このようなプロセスは、地権者の行動を平均値的に扱って捉えるよりも、個々の主体の意思決定が集団として総合化されていく過程として捉えることが適当であると考えた。そして集団的な意思決定を扱うゲーム理論を用いてモデル分析を行った。「支配的状況構造」を指標として任意の地区一帯における協同体制の形成過程の安定の要件とその展開の可能性について思考実験を提示した。

本稿ではある一つの仮想的な地区状況に対するモデル分析しか示していない。今後、多様な地区状況に対して分析を行い、一般性と特殊性について吟味する必要がある。また特性関数に用いた開発者の便益は実際にはどのようにして観察され、指標化することができるかについても検証を要する。

最後に、資料収集に際してご協力を賜った大阪市、大阪ビジネスパーク開発協議会に謝意を表します。

参考文献

- 1)秀島,岡田: 都市開発事業における協同体制の形成成立条件に関するゲーム論的考察, 都市計画論文集 No.30, 1995.
- 2)大阪ビジネスパーク開発協議会編: 大阪ビジネスパーク土地区画整理事業誌, 1987.
- 3)鈴木光男: 新ゲーム理論, 勁草書房, 1994.
- 4)秀島,岡田,吉川,塚本: 都市拠点開発における基盤整備事業の協力分担方式に関するゲーム論的考察, 土木計画学研究・論文集11, 1993.
- 5)Shapley, L.S.: A value for n-person games, in Contributions to the Theory of Games, II, Annals Math.Stud., 28, pp.303-306, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1953.
- 6)Shenoy, P.P.: On Coalition Formation: A Game-Theoretical Approach, International Journal Game Theory, Vol.8, Issue 3, pp.133-164, 1979.
- 7)Peleg, B.: Coalition Formation in Simple Games with Dominant Players, International Journal Game Theory, Vol.10, Issue 1, pp.11-33, 1981.