

不可逆性を有する計画コンフリクトにおける主体の初動モデル*

Modeling Players' Behaviors at Initial Stage of Irreversible Planning Conflict*

榊原 弘之**・河上 伸一***

By Hiroyuki Sakakibara**・Shinichi Kawakami***

1. はじめに

社会基盤整備において、事業者と住民団体、公的機関と民間企業等の中で利害対立（コンフリクト）が発生することがある。本論文では、社会基盤整備によって実現される都市や地域の将来像を巡る当事者間の対立を「計画コンフリクト」と呼ぶこととする。計画コンフリクトには、個別のケースの特殊性が大きく、同一のコンフリクトが複数回発生する可能性は小さいという特徴が存在する。

一方、近年の社会基盤整備に際しては、合意形成のための方策として、計画の策定に際して広く意見・意志を調査する時間を確保し、かつ策定の過程を知る機会を設ける試みがなされている。しかし、これらの活動が直ちに当事者間の合意形成に結びつくとは限らない。特に、計画コンフリクトの初期段階において、当事者間で問題意識の共有が為されなかった場合は、合意のための代替案の選択肢が極めて限定されてしまうと考えられる。本論文では、このような計画コンフリクトの展開における不可逆性に着目し、特に初期段階における主体の行動を記述するためのモデルを提案する。

2. コンフリクトにおける合意形成過程

(1) ゲーム理論と戦略集合の決定

非協力ゲーム理論においては、戦略の集合は外生的に与えられる。従って、実行可能なすべての選択肢が戦略集合に含まれるとは限らない。

*キーワード：計画基礎論，コンフリクト，ゲーム理論

**正員，博（工），山口大学工学部社会建設工学科

（山口県宇部市常盤台2-16-1，

TEL0836-85-9355，FAX0836-85-9301）

***非会員，修（工），国土交通省中国地方整備局

（広島市中区上八丁堀6-30，TEL082-221-9231）

現実のコンフリクト全体を抽象化したモデルとしてゲームを用いる限りにおいて、戦略集合に含まれなかった選択肢の影響を考慮する必要は少ない。しかし、ゲーム的状况が生起する以前における主体の行動が、戦略集合に影響を与える場合は、まずコンフリクト自体をモデル化した上で、主体間で戦略集合に関する知識が共有された下での限定合理的な意思決定モデルとしてゲームを定式化する必要があると考えられる。

青木¹⁾は、制度変化を分析する立場から、主体の集合 N 、主体 i が技術的に実行可能なすべての行動の集合 A_i 及び行動プロファイル $A = \prod_{i \in N} A_i$ 、行動プロ

ファイルに対して一意に帰結を与える帰結関数 $\phi(A)$ から成る「ゲーム形」を定義している。各期において選択可能な行動の集合は、 A_i の部分集合 α_i として表現される。各期における主体の意思決定は α_i から行動を選択する戦略型ゲームとして定式化される。

本論文では、Fang, et al.²⁾によるコンフリクトのグラフモデル(Graph Model for Conflict Resolution, GMCR)を、青木¹⁾のゲーム形と同様にコンフリクトの一般形態を表すモデルとして使用する。その上で、GMCR上における主体による行動の繰り返しの結果として、戦略集合に関する知識が共有される過程をモデル化する。

(2) コンフリクトのグラフモデル

以下ではFang, et al.²⁾に従い、GMCRを定式化する。N={1,2,...,n}を主体の集合とし、Kをコンフリクトにおける事象の集合とする。計画コンフリクトにおいてKは潜在的な代替案の集合を意味する。またn個一組の{D_i} (i=1,2,...,n)を有向グラフD_i=(K,V_i)の集合として定義する。有向グラフD_iのノードは事象の集合Kの要素である。リンクの集

合 V_i は、主体 i が事象間で可能な移行を示す。 $k_l k_m$ を事象 k_l から k_m へのリンクとする。 $k_l k_m \in V_i$ であれば、主体 i は事象 k_l から k_m へ自らの意思のみで（一方的に）移行する事ができる。また利得関数 $P_i: K \rightarrow R$ により、主体 i の事象に対する選好順序が特定される。すなわち $P_i(k_l) > P_i(k_m)$ であれば、主体 i は事象 k_m よりも k_l をより高く選好する。以上より、GMCR は 4 つ一組の $\{N, K, V, P\}$ により定義される。ここで、 $N = \{1, 2, \dots, n\}$ 、 $K = \{k_1, k_2, \dots, k_u\}$ 、 $V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}$ 、 $P = \{P_i | K, R, i \in N\}$ である。また以下のよう

に事象の集合 $S_i(k)$ 及び $S_i^+(k)$ を定義する。

$$k k' \in V_i \Leftrightarrow k' \in S_i(k) \quad (1)$$

$$k' \in S_i(k) \text{ and } P_i(k') > P_i(k) \Leftrightarrow k' \in S_i^+(k) \quad (2)$$

$S_i(k)$ は主体 i が事象 k から移行可能な事象の集合、 $S_i^+(k)$ は主体 i が事象 k から移行可能でかつ事象 k よりも高く選好する事象の集合を意味する。

(3) 契約ゲームとしての計画コンフリクト

2主体による計画コンフリクトにおいて、実現し得る都市・地域の将来像（以下代替案と呼ぶ）が l 種類存在するとする。ここで Young³⁾ の契約ゲームと同様に、両主体が l 種類の代替案のうち1つを相手主体に提案するゲームを想定する。このとき、両主体は共に l 種類の戦略を有している。両主体の戦略が一致した場合のみ、当該の戦略で示された代替案が実現し、両主体は正の利得を得られるとする。またそれ以外の戦略の組み合わせにおける利得を0とする。この契約ゲームにおけるナッシュ均衡点は、対角線上の l 種類である(図 - 1)。Young³⁾ は、契約ゲームが繰り返され、主体が相手主体の過去の戦略選択に関する限定的な記憶に基づいて最適反応を行う（適合学習する）場合、パレート効率的なナッシュ均衡に収束し得ることを示している。

図 - 1 に示すような契約ゲームが成立するためには、想定される代替案の集合について、両主体が知識を完全に共有していなければならない。しかし、実際の計画コンフリクトにおいては、各主体が想定する代替案が異なり、1対1の交渉に至るまでの過程において時間を要する場合が多い。さらに、ある段階までは代替案となり得たものが、一方の主体の行

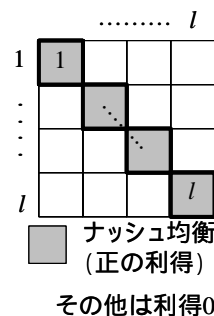


図 - 1 $l \times l$ 契約ゲーム

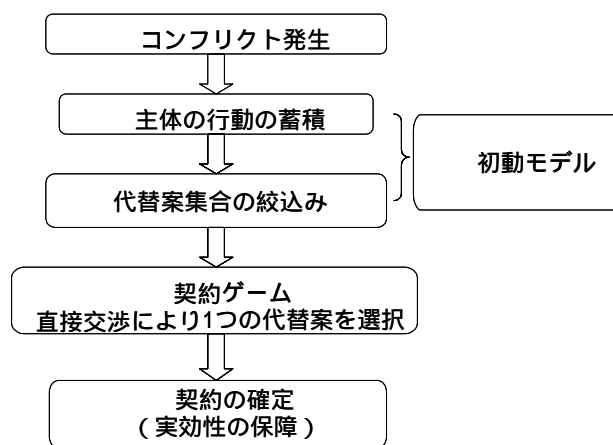


図 - 2 計画コンフリクトの収束過程

動によって、代替案として認知されなくなることも起こり得る。すなわち、計画コンフリクトの初期段階における主体の行動が、代替案を絞り込んでいく過程に影響を与えていると考えられる。

以上より、コンフリクトの発生から収束（合意）に至る間には、図 - 2 に示すような段階を経ると考えることができる。すなわち、

コンフリクト発生（代替案と成り得る事象は $|K| = u$ 種類）

初期段階における各主体の行動によって l 個の代替案の集合が特定 ($l \leq u$)。

主体間の直接交渉 ($l \times l$ 契約ゲーム) により、 l 個の代替案から1つの代替案を選択する。

で選択された代替案が社会的に認知され、契約が確定し、契約の実効性が保障される。裁判所や、上位政府機関などが契約の実効性担保に関与することも起こり得る。

の段階において代替案集合に含まれなかった事象が、の段階において選択されることがないという点で、上に示した過程は不可逆性を有している。

3. 計画コンフリクトの初動モデル

(1) 計画コンフリクトの初動モデル

契約ゲームに移行するためには、その前段階において両者が提示するための代替案の集合(以下代替案集合と呼ぶ)が明確化されていなければならない。

本節では代替案絞り込みの過程(図-2の)をGMCR上で「初動モデル」としてモデル化する。まず、次のようなグラフを定義する。

定義 遷移グラフ T

$$T = \{K, V\} \quad V = \bigcup_{i=1}^n V_i \quad (3)$$

遷移グラフは、GMCR上において主体のいずれかによって可能となる移行を表現したグラフである。

T 上の長さ $m-1$ の道(m 個のノードを含む)のことを、長さ m のメモリーと呼ぶ。メモリーの集合 M は、遷移グラフ T に依存する。 T によって規定されたメモリーの相互関係を示すグラフを、メモリーグラフ $G_M(T, m)$ と表わす。

ここでは、過去の経過に関して共有されている有限のメモリーをもとに、いずれかの主体が意思決定を行う状況を想定している。 $G_M(T, m)$ は可能なメモリー間の遷移の構造を表わしている。

$G_M(T, m)$ 上で主体はある行動規範に基づいて行動する。つまり $G_M(T, m)$ 上にリンクが存在していても、主体の行動規範に合致しなければその移行は起こり得ないものとする。各主体の行動規範の積を B とする。 $G_M(T, m)$ 上の有向リンクのうち、 B の下で実際に生起し得る移行を現す有向リンクのみから構成されるグラフを B の可達グラフと呼び、 $G_M(T, m, B)$ と表わす。 $G_M(T, m, B)$ は $G_M(T, m)$ の部分グラフである。任意のメモリーの組 (μ_1, μ_2) に関して、以下の条件を満足するように確率 $P(\mu_1, \mu_2)$ を設定する。

$P(\mu_1, \mu_1) = 1$ ($G_M(T, m, B)$ 上で μ_1 から発する有向リンクが存在せず)

$P(\mu_1, \mu_2) > 0$ ($G_M(T, m, B)$ 上で有向リンク $\mu_1 \mu_2$ 存在)

$P(\mu_1, \nu_2) = 0$ (有向リンク $\mu_1 \nu_2$ 存在せず)

$$\sum_{\mu_2 \in M} P(\mu_1, \mu_2) = 1 \quad \forall \mu_1 \in M \quad (4)$$

このとき遷移確率を $P(\mu_1, \mu_2)$ 、状態集合を M とするマルコフ連鎖を定式化することができる。このマルコフ連鎖は、計画コンフリクトの初期段階におけ

る各主体の試行錯誤の蓄積を記述するものとする。

以上のように初動モデルを定式化した上で、代替案集合を定義する。先述のマルコフ連鎖においては、定常確率が正となる既約な状態集合を特定することができる。遷移グラフ T 、メモリー m 、行動規範 B の初動モデルで特定される代替案集合 $A(T, m, B)$ を以下のように定義する。

定義 代替案集合

$G_M(T, m, B)$ 上で定義されるマルコフ連鎖の既約な状態集合に含まれる各メモリーにおける末尾の事象により構成される集合を代替案集合 $A(T, m, B)$ とする。

以上の代替案集合の定義は次のように解釈可能である。計画コンフリクトの初期段階では、相手主体の反応をあらかじめ予測する事は困難であり、試行錯誤を繰り返しつつ代替案を絞り込んでゆくとも考えられる。当初は多数の代替案が存在していても、主体間で提案と応答を繰り返すうちに一部の代替案は棄却され、最終的には数個の代替案のいずれを選択するかが焦点となると考えられる。最終的にある規模の代替案の集合に収束した後は、主体間の直接交渉(契約ゲーム、図-2の)が必要となる。また $A(T, m, B)$ は B に依存することから、主体の行動規範によって代替案集合、さらには最終的に選択される代替案が変わり得ることがわかる。

(2) 適用例

ここで2種類の計画コンフリクトについて可達グラフを求める。いずれのケースも $N = \{1, 2\}$ (2主体)、 $K = \{A, B, C, D\}$ ($u = 4$)とする。また D_1 及び D_2 は図-3のように与えられるとする。このとき遷移グラフ T は図-4のように与えられる。またメモリーグラフ $G_M(T, 2)$ は図-5で示される。主体の選好については、以下の2ケースを想定する。

ケース1

主体1 $P_1(C) > P_1(A) > P_1(D) > P_1(B)$

主体2 $P_2(B) > P_2(A) > P_2(D) > P_2(C)$

ケース2

主体1 $P_1(C) > P_1(A) > P_1(D) > P_1(B)$

主体2 $P_2(A) > P_2(B) > P_2(D) > P_2(C)$

ケース1は囚人のディレンマ型の計画コンフリクト

である。

まず初めに、次の行動規範を定義する。

定義 最適応答行動規範 best reply action norm

現在事象 k に関して $S_i^+(k) \neq \{\phi\}$ の場合、 $S_i^+(k)$ の要素中で主体 i の利得が最大となる事象に移行する。

現在事象 k に関して $S_i^+(k) = \{\phi\}$ の場合、現在事象 k に留まる。

すべての主体が最適応答行動規範を選択した場合の可達グラフを $G_M(T,m,BR)$ と表わす。ケース 1, 2 の $G_M(T,2,BR)$ は図 - 6 及び図 - 7 のように与えられる。最適応答行動規範の下では、既約な状態集合はケース 1, ケース 2 とともに $\{BD\}$ 及び $\{CD\}$ の 2 つであり、代替案集合は $A(T,2,BR) = \{D\}$ である。

次に、最適応答行動規範とは異なる以下の行動規範を定義する。

定義 融和行動規範 reconciliatory action norm

$m \geq 2$ のメモリーグラフに関して

現在事象 k に関して $S_i^+(k) \neq \{\phi\}$ の場合、最適応答行動規範と同じ行動をとる。

現在事象 k に関して $S_i^+(k) = \{\phi\}$ の場合、メモリー末尾の 2 事象 k, k' に関して $P_i(k') > P_i(k)$ かつ $k' \notin V_i$ のとき、 $S_i(k)$ に含まれるいずれかの事象に遷移する。

は、相手主体の行動によって自らの利得が低下した場合、 $S_i^+(k)$ が空集合の場合も現状打開を目指して他の事象に遷移することを意味している。

ケース 1, 2 において両主体が融和行動規範を選択した場合の $G_M(T,2,B)$ を図 - 8 及び図 - 9 に示す。図 - 6 及び図 - 7 と比較すると、共に BD から DC, CD から DB に至るパスが加えられている。ケース 1 の場合、DB や DC から、BA や CA に至るパスが存在しないため、主体は再び D へと移行し、メモリーは DB や DC から、BD や CA へと遷移する。従ってこのときの既約な状態集合は $\{BD, DB, CD, DC\}$ であり、代替案集合は $\{B, C, D\}$ となる。しかし、D をパレート支配する A は代替案集合に含まれない。ケース 1 では、主体が融和行動規範を選択することが、契約ゲームの結果のパレート改善に結びつかない。

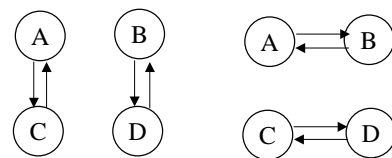


図 - 3 D_1 (左) 及び D_2 (右)

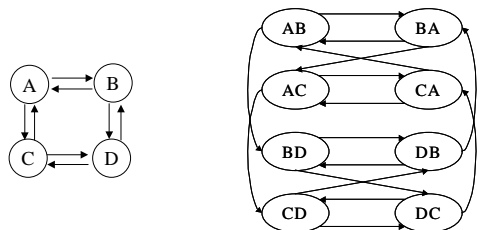


図 - 4 遷移グラフ T

図 - 5 $G_M(T,2)$

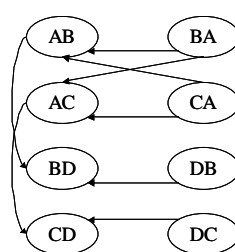


図 - 6 $G_M(T,2,BR)$ (ケース1)

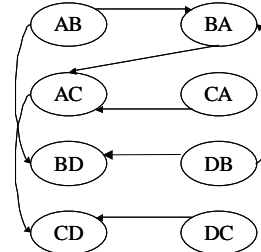


図 - 7 $G_M(T,2,BR)$ (ケース2)

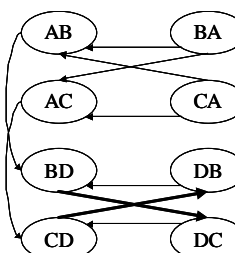


図 - 8 $G_M(T,2,R)$ (ケース1)

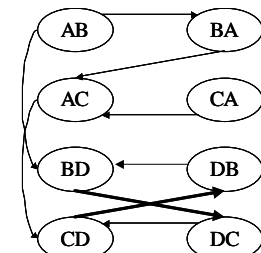


図 - 9 $G_M(T,2,R)$ (ケース2)

一方ケース 2 では、既約な状態集合は $\{BA, AC, BD, DB, CD, DC\}$ であり、代替案集合は $\{A, B, C, D\}$ である。すなわち代替案集合が拡大し、D をパレート支配する A が代替案集合に含まれている。融和行動規範は、相手主体による自らの利得を引き下げる行動に対し、現状打開のためにあえて自らの利得の減少する事象へ移行するものである。ケース 2 ではこのような行動が結果の改善につながり得る。

参考文献

- 1) 青木昌彦：比較制度分析に向けて（瀧澤弘和，谷口和弘 訳），NTT出版，2001.
- 2) Fang, L., K. W. Hipel, and D. M. Kilgour: Interactive Decision Making the Graph Model for Conflict Resolution, Wiley-Interscience, 1993.
- 3) Young, H.P. : Individual Strategy and Social Structure, Princeton University Press, 1998.