



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	対称2人非零和ゲームにおける最終選択状態の構造 : 要求系モデルに基づくクラブ分析
Author(s)	寺岡, 隆
Citation	北海道大学文学部紀要, 30(1), 123-169
Issue Date	1981-12-05
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/33452
Type	departmental bulletin paper
File Information	30-49_PL123-169.pdf



対称 2 人非零和ゲームにおける 最終選択状態の構造

— 要求系モデルに基づくクラブ分析 —

寺 岡 隆

対称2人非零和ゲームにおける 最終選択状態の構造*

— 要求系模型に基づくグラフ分析 —

寺 岡 隆

対人行動の心理学的アプローチのひとつにゲーム論的枠組を用いて考察することがある。一般に、ゲーム論的枠組に基づいて心理学的事態を考察する場合、設定されるゲーム事態は非零和構造をもつ事態であることが多いが、その理由のひとつは、社会的交互作用に関する心理学的事態の構造を表現するためには零和よりは非零和の構造をもつ事態を用いた方が適切であることが多いと考えられていることによる。この種のゲーム論的アプローチは、かなり限定された事態でのプレイヤーの選択過程の分析が中心になるために事態構造がいわば人工的に単純化されすぎるきらいがあるが、逆に、単純化されているだけに各事態の論理的構造を明確に把握しやすく、いわゆる事態変数としてのゲームの利得構造と反応変数としてのプレイヤーの選択過程との間の関係を各種の条件間で相互に比較しながら対人行動を規定する要因をある程度組織的に系統だてて分析してゆくことができるかたちになっているという利点をもつ。

* The structure of the terminal states of selections in the symmetric two-person non-zero sum games — Some graphical analyses based on a normative model of the need-systems.
by Takashi Teraoka (Hokkaido University)

本研究は昭和56年度文部省科学研究費補助金(一般研究B)に基づく研究「高次情報操作実験における汎用制御言語システムの開発」(研究代表者寺岡隆, 研究課題番号56450008)の一部である。本研究をまとめるにあたって、北海道大学文学部行動科学科の戸田正直教授・相場覚教授・瀧川哲夫講師からそれぞれ有益な御示唆を頂いた。また、資料整理に関して、同行動科学科の嶋田麻実子技官および学生木村伸次郎氏から多大の御助力を得た。ここに記して感謝の微意を表する次第である。

ところで、上記のごとく利得構造を中心とした事態の論理的構造が明確であっても、プレイヤーの選択過程は、当然、個々のプレイヤーがもつ選択原理に依存することになるから、この選択過程は利得構造だけからつねに一意に定まってくるほど単純ではなく、ここに実際の被験者をプレイヤーとする「実験ゲーム」(experimental games)とよばれる分野の研究の意義が生れてくることになる。^{*} この実験ゲーム研究において提起されうる問題のひとつに、あるゲーム事態で得られる選択過程を規定していたプレイヤーの選択原理の推定の問題がある。この選択原理の推定の問題を検討する場合、ひとつの可能なアプローチとして、まず、プレイヤーの選択原理に関してある種の規範模型を作成して、この規範模型に基づいた選択過程がどのような様相を呈するかをあらかじめ調べておき、その結果を論理的基盤として実際の被験者をプレイヤーとした場合の各プレイヤーの選択原理に関する反応特性を実験的に検出する方法を探索するという手順を考えることができよう。本論文においては、この実験的検出法の具体的手続まで提起するわけではないが、本論文は、少なくとも、このような実験的検出法に対して論理的基盤を与える基礎資料を提供することを意図したものである。したがって、本論文の直接的な目的は、以上の意味において、まず、プレイヤーの選択原理に対応したここで「要求」(need)とよんでいるいくつかの規範的な選択規準を設定し、この要求群を基礎として構成したここで「要求系」(need-system)とよんでいる相互選択構造に関する模型を考え、次に、この要求系が各種のゲーム事態に適用された場合に生ずる選択過程の最終状態をここで提起された「グラフ分析」(graphical analyses)とよぶ方法で表現することによって、要求および要求系の論理的特性について総合的に考察を加えることにある。

なお、本論文では、直接的には要求系模型とグラフ分析の2種の問題が提起されており、これらは本論文では一貫した流れの中で論述されて

^{*} 実験ゲームの研究動向については、例えば、Pruitt & Kimmel (1977), Dawes (1980)などを参照されたい。

いるが、この 2 種の問題は本来はそれぞれたがいに独立した主題である。すなわち、ここで構成される要求系モデルは分析上の一種の枠組であって、ゲーム事態に対する新しい事態構造分析の発想を提起しているものである。^{*} したがって、その具体方法まで規定しているわけではないから、ここで提起されたグラフ分析を用いることを必ずしも前提としているわけではない。一般に、選択過程の最終状態を検討する場合、ひとつの方法としてコンピュータ・シミュレーション的研究などが考えられよう。本論文で提起されたグラフ分析は、このシミュレーション的研究とは一応異なった視座に基づく考察ということになるが、グラフ分析とシミュレーション的研究の結果は、本質的にはたがいに一致すべき性格をもつ。^{**} ここであえてグラフ分析を提起するのは、この方法は少なくとも 2 人ゲームにおける選択過程の最終状態を探索するという点に関してはシミュレーション的研究よりも一般性を持ち、かつ、簡便な方法と思われるからである。

以上の点において、本論文の内容は、たがいに分離しうる 2 種の主題を連関させたかたちでゲーム事態の構造を調べることを主眼とした行動科学的な事態構造論の一種であるが、視点を換えれば、ここで暗に意図している実験方法まで含めて本論文で扱われた主題はすべて一貫してゲ

^{*} 要求系モデルに基づいて選択過程を分析するという発想は、最初、3 人非零和対称ゲームの問題を扱った研究(寺岡, 1978 a・1978 b・1978 c・1978 d)の中で「結託」(coalition)に関する要求系というかたちで提起されたものであるが、一般に、事態・視点が異なれば必然的に異なる要求系モデルが構成されることになる。本論文で提起された要求系モデルは、最初、2 人非零和ジレンマ・ゲームに対するシミュレーション的研究(寺岡, 1979 a・1979 b)において用いられた。なお、要求系モデルに基づくグラフ分析は、一部のジレンマ・ゲームに対してはすでになされている(寺岡, 1980)。したがって、本論文はこれら各研究で得られた方法論的知見をある程度簡約化したかたちで集大成したものである。

^{**} グラフ分析による結果とシミュレーション的研究による結果とは、選択過程の最終状態に関してつねに完全に一致するわけではない。この不一致は、シミュレーションの際の要求系モデルのアルゴリズムに依存する。一般に、要求系モデルのシミュレーションのためのアルゴリズムは各要求の構造を規定している選択原理に基づく判断条件よりも細かい判断の指定が必要であり、プログラム作成の段階で若干の恣意性が介入することになる。グラフ分析はこのような束縛条件がないので、最終状態に関してはかえって情報量が大となる。したがって、作図が可能な限りグラフ分析の方がよい方法といえるのである。

ーム研究における動因論的アプローチの新らしいひとつのあり方を示唆し、その方法を提起しているのもであって、その点からも本論文はそれなりの意義をもっているのではないと思われるのである。

要求系と利得行列

本論文において提起されるグラフ分析は、仮想的模型人としての2名のプレイヤーの相互選択構造を意味する要求系を各種のゲーム事態に適用した場合に、その模型人としてのプレイヤーの選択過程がどのような推移を辿る可能性があるかを調べる技法であるので、ここでは、まず、要求系と用いられるゲームの具体的な利得行列について説明することにする。

要求系「要求系」とは、“各プレイヤーの選択原理に対応した要求とよぶ選択規準の組み合わせによって規定される事態の相互選択構造”のことである。要求系を構成する各要求は、TABLE 2 に示されているように、2種の「動機」(motives) から構成されていると仮定する。すなわ

TABLE 1

The four matrices derived from the basic matrix.

BASIC MATRIX			MATRIX A			MATRIX B			MATRIX S			MATRIX D		
	I	II		I	II		I	II		I	II		I	II
I	u	$u' \ x \ y'$	I	u	x	I	u'	y'	I	$u+u' \ x+y'$		I	$u-u' \ x-y'$	
II	y	$x' \ v \ v'$	II	y	v	II	x'	v'	II	$y+x' \ v+v'$		II	$y-x' \ v-v'$	
			MATRIX A'			MATRIX B'			MATRIX S'			MATRIX D'		
	I	II		I	II		I	II		I	II		I	II
I		$u' \ y'$	I		$u \ x$	I		$u'+u \ y'+x$	I		$u'-u \ y'-x$	I		$u'-u \ y'-x$
II		$x' \ v'$	II		$y \ v$	II		$x'+y \ v'+v$	II		$x'-y \ v'-v$	II		$x'-y \ v'-v$

ち、ひとつは利得の変化方向を規定する動機と他のひとつは利得の対象を規定する動機であって、こわらはそれぞれ3種の下位動機のうちのいずれかであるものとされる。これらの動機群および動機群から構成される一群の要求は次のようにして設定された。すなわち、2×2型2人非零和ゲームの場合、TABLE 1 の上段左に示されている「基本行列」(basic

matrix) から、「行プレイヤー」(row player) の利得, 「列プレイヤー」(column player) の利得, 両プレイヤーの利得の和, 両プレイヤーの利得の差だけから成る利得行列をそれぞれ作れば同表の上段に示されている 4 種の行列, すなわち, **A 行列・B 行列・S 行列・D 行列**を得る。いま, 行プレイヤーを中心に考えれば, **A 行列**は自分の利得, **B 行列**は相手の利得, **S 行列**は 2 人の利得の和, **D 行列**はプラスならば自分が優位でマイナスならば自分が劣位であることを示す 2 人の利得間の差が示されている利得行列ということになる。ここで, 行プレイヤーが, **A・B・S・D** のどの行列に対して, 選択可能な範囲内 (行プレイヤーにとっては細胞 {11} と細胞 {21} との間および細胞 {12} と細胞 {22} との間) で利得が上位の細胞を選択するか下位の細胞を選択するか, あるいは, できるだけ 0 に近い細胞を選択 (**D 行列のみ**) するかを決定する選択規準そのものが模型として考えられている要求である。^{*} 例えば, 「献身要

TABLE 2

The nine needs as normative models in the two-person non-zero sum matrix games of the 2×2 type

		利得対象動機群 motives of payoff objects		
		利己動機 egotistic motive	共性動機 coactive motive	利他動機 altruistic motive
利得変化動機群 motives of payoff changes	上昇動機 ascending motive	単利要求 individual profit need (A ⁺)	共栄要求 mutual prosperity need (S ⁺)	献身要求 selfless devotion need (B ⁺)
	比較動機 comparative motive	優越要求 single domination need (D ⁺)	平等要求 mutual equilization need (D ^o)	卑下要求 servile humility need (D ⁻)
	下降動機 descending motive	加害要求 aggressive assault need (B ⁻)	共倒要求 mutual collapse need (S ⁻)	自虐要求 self abnegation need (A ⁻)

^{*} 細胞 {12} とは, 行プレイヤーが選択肢 I を, 列プレイヤーが選択肢 II を選択することを示す。後出の点 {12} も同義である。

求」とよぶ要求は、**B** 行列における選択可能な範囲内、すなわち、細胞 {11} と細胞 {21} との間で $u' > x'$ なら選択肢 I を、 $u' < x'$ なら選択肢 II を選択し、また、細胞 {12} と細胞 {22} との間で $y' > v'$ なら選択肢 I を、 $y' < v'$ なら選択肢 II を選ぶという選択原理に基づく要求であって、この要求は「利他動機」と「上昇動機」とによって基礎づけられているものであると仮定されていることになる。同様に、「優越要求」とよぶ要求は、**D** 行列において、 $u-u'$ と $y-x'$ との間、または、 $x-y'$ と $v-v'$ との間でそれぞれ大きい方の選択肢を選ぶという選択原理に基づく要求で「利己動機」と「比較動機」とによって基礎づけられていると仮定される。^{*} ここで **A・B・S・D** の 4 行列だけを考察の対象とする限り、要求の種類は **TABLE 2** に示されている 9 種類を考慮すればよい。^{**} 本論文においては、各要求を記号化する必要がある場合には、その要求に対応する行列記号に正・負・零のいずれかを付したものをを用いる。正(+)は上昇動機に基づく要求および比較動機で相対的に大なる利得を選択するように方向づけられている要求に付せられ、負(-)は下降動機に基づく要求および比較動機で小なる利得を選択するように方向づけられている要求に付せられる。零(0)は比較動機に基づく「平等要求」だけに付せられる。要求系とは、これら 9 種の要求のうち 2 個ずつ組み合わせられたもので表現されるので全部で 45 種あることになる。要求系を記号化する必要があるときは、その要求系を構成する 2 個の要求の記号を並記することにする。これらは例えば **Fig. 3** に示されている。

要求と効用 要求系を構成する要求は 1 種の選択規準であるが、通常、選択の問題は「効用」(utility) の概念と密接である。本論文においては効用の問題を直接扱わないが、ここで構成された要求の中には、例えば、

^{*} 比較すべき利得が等しい場合はどちらの選択肢を選ぶかは基本的には不定である。ただし、後述するような“自然選択”の仮定を導入して重みづけに差をつけることは可能である。

^{**} **TABLE 2** に示されている要求の名称は便宜的なものであって、現実の人間の要求がこのような構造特性をもっているということをここで主張しているわけではない。その対応関係は別途に実験的に検討されるべき問題であると考えられる。

対称 2 人非零和ゲームにおける最終選択状態の構造

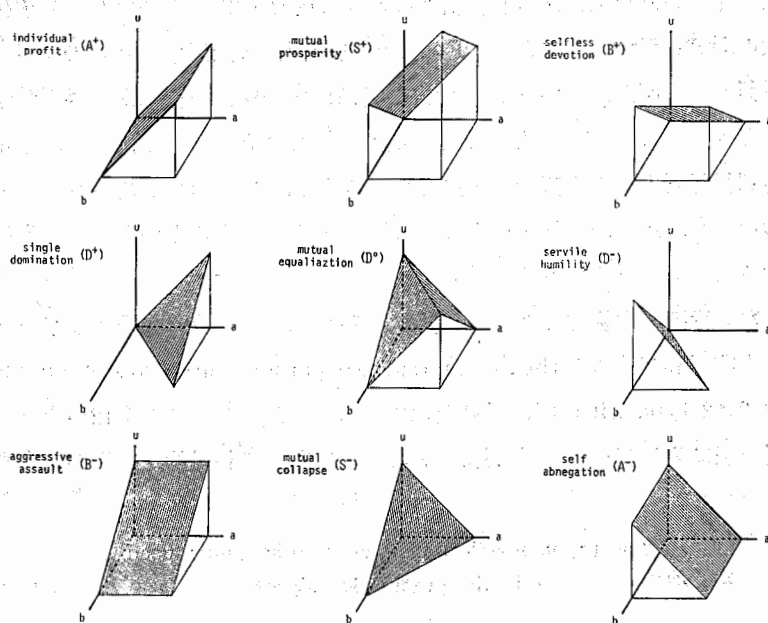


FIG. 1 Conceptual Scheme of utility surfaces

「卑下要求」や「加害要求」のように利得行列の中で利得が小なる方の細胞を選択するように方向づけられている要求もあるので、ここで用いる利得行列と効用との間の関係を一応明確にしておく必要があるように思われる。いま、利得行列における各細胞内に入る 2 個の利得、すなわち、自己の得点と相手の得点とをそれぞれたがいに直交する a 軸と b 軸の上にプロットすれば、 a 軸と b 軸とによって定まる平面は可能な利得を示す平面になるが、この平面に直交する第 3 の u 軸を効用を表わす軸とすれば、この「利得平面」(payoff plane surface) に対応をもつ効用の面が構成される。これを「効用面」(utility surface) とよべば、この効用面は FIG. 1 に示されているように 9 種の要求ごとに異なった面を構成していると考えることができる。大部分の要求の効用面は利得平面に対して単調な構造をもつが、平等要求の効用面だけは、2 つの得点が等しい点が最大の効用をもつことになるので、 a 軸と b 軸の上で得

点が等しい直線上にある利得構造のときに最大効用をもついわば分水嶺状の形態を示すことになる。Fig. 1 の効用面は概念図であるのですべて平面として画かれているが、実際の効用面は一般に曲面であることが予想される。ここでは効用の測定の問題にまでは立ち入らず、ただ、効用が利得行列という客観的に記述できる事態変数によって表現されうる形態をもち、かつ、これが要求ごとに異なるものであるということを指摘するだけにとどめておくことにする。

利得行列 本論文でグラフ分析の対象にしたのは「 2×2 型 4 水準対称 2 人非零和ゲーム」(the symmetric two-person non-zero sum games of 2×2 type with 4 levels) 全 12 種である。ただし、この全 12 種のうち同一型に入るゲームでも利得の和と差とに関して相対的な差異がある場

TABLE 3
The payoff matrices of twenty-eight games used
in the graphical analyses

	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11	G12
	AA DC	AA CD.	AA DB.	AA BD	AA CB	AA BC	BB DA	BB AD	BB CA	BB AC	CC BA	CC AB
	CD BB	DC BB	BD CC	DB CC	BC DD	CB DD	AD CC	DA CC	AC DD	CA DD	AB DD	BA DD
							(M)		(E)		(L)	(H)
1)	44 12	44 21	55 14	55 41	44 23	44 32	55 16†	55 61	44 25†	44 52	22 34	22 43
	21 33	12 33	41 33	14 33	32 11	23 11	61 44	16 44	52 11	25 11	43 11	34 11
2)			44 13	44 31			44 15†	44 51	33 24	33 42		
			31 22	13 22			51 33	15 33	42 11	24 11		
3)			55 14	55 41			33 14†	33 41	33 25	33 52		
			41 22	14 22			41 22	14 22	52 11	25 11		
4)							33 15	33 51				
							51 22	15 22				
5)							33 16	33 61				
							61 22	16 22				

M: Martyr (†Prisoner's Dilemma), E: Exploiter (†Chicken), L: Leader, H: Hero

合は要求系によって異なる結果が生ずる可能性があるので、この要因をすべて加味して全体で 28 個の具体的ゲーム事態を設定した。ここで構成された要求系に関していえば、TABLE 2 に示されている 28 個の利得行列だけで 2×2 型 4 水準対称 2 人非零和ゲームのすべてが構造的に尽されていることになる。*

* TABLE 3 においては $A > B > C > D$ の関係があるものとする。

グラフ分析

一般に、2 人非零和ゲームの場合、利得行列の各細胞内における行プレイヤーの利得を横軸にとり、列プレイヤーの利得を縦軸にとって、ゲームの利得行列の各細胞をそれぞれグラフ上にプロットすることによってそのゲームの構造特性を視覚的に表現することはよく行なわれていることであるが、ここで「グラフ分析」というのは、この技法をひとつのゲームに対して要求系ごとに行ない、要求系ごとに異なるグラフ化を試みることである。ここでは TABLE 4 に示されているいわゆる「囚人のジレンマ」(prisoner's dilemma) とよばれている 2 人非零和ゲームの典型例を対象にグラフ分析の手順を説明することにする。^{*}

グラフ化 まず、TABLE 1 の上段右に示されている **A・B・S・D** の 4 行列を対角項に関してそれぞれ変換して TABLE 1 の下段に示された

TABLE 4
A typical example of prisoner's dilemma

BASIC MATRIX	MATRIX A	MATRIX B	MATRIX S	MATRIX D																																													
<table><tr><th></th><th>I</th><th>II</th></tr><tr><th>I</th><td>5</td><td>5</td></tr><tr><th>II</th><td>-10</td><td>-5</td></tr></table>		I	II	I	5	5	II	-10	-5	<table><tr><th></th><th>I</th><th>II</th></tr><tr><th>I</th><td>5</td><td>-10</td></tr><tr><th>II</th><td>10</td><td>-5</td></tr></table>		I	II	I	5	-10	II	10	-5	<table><tr><th></th><th>I</th><th>II</th></tr><tr><th>I</th><td>5</td><td>10</td></tr><tr><th>II</th><td>-10</td><td>-5</td></tr></table>		I	II	I	5	10	II	-10	-5	<table><tr><th></th><th>I</th><th>II</th></tr><tr><th>I</th><td>10</td><td>0</td></tr><tr><th>II</th><td>0</td><td>-10</td></tr></table>		I	II	I	10	0	II	0	-10	<table><tr><th></th><th>I</th><th>II</th></tr><tr><th>I</th><td>0</td><td>-20</td></tr><tr><th>II</th><td>20</td><td>0</td></tr></table>		I	II	I	0	-20	II	20	0
	I	II																																															
I	5	5																																															
II	-10	-5																																															
	I	II																																															
I	5	-10																																															
II	10	-5																																															
	I	II																																															
I	5	10																																															
II	-10	-5																																															
	I	II																																															
I	10	0																																															
II	0	-10																																															
	I	II																																															
I	0	-20																																															
II	20	0																																															
MATRIX A'	MATRIX B'	MATRIX S'	MATRIX D'																																														
<table><tr><th></th><th>I</th><th>II</th></tr><tr><th>I</th><td>5</td><td>10</td></tr><tr><th>II</th><td>-10</td><td>-5</td></tr></table>		I	II	I	5	10	II	-10	-5	<table><tr><th></th><th>I</th><th>II</th></tr><tr><th>I</th><td>5</td><td>-10</td></tr><tr><th>II</th><td>10</td><td>-5</td></tr></table>		I	II	I	5	-10	II	10	-5	<table><tr><th></th><th>I</th><th>II</th></tr><tr><th>I</th><td>10</td><td>0</td></tr><tr><th>II</th><td>0</td><td>-10</td></tr></table>		I	II	I	10	0	II	0	-10	<table><tr><th></th><th>I</th><th>II</th></tr><tr><th>I</th><td>0</td><td>20</td></tr><tr><th>II</th><td>-20</td><td>0</td></tr></table>		I	II	I	0	20	II	-20	0										
	I	II																																															
I	5	10																																															
II	-10	-5																																															
	I	II																																															
I	5	-10																																															
II	10	-5																																															
	I	II																																															
I	10	0																																															
II	0	-10																																															
	I	II																																															
I	0	20																																															
II	-20	0																																															

A'・B'・S'・D' の 4 行列を作成しておく。したがって、ここで示した具体例でいえば、TABLE 4 の下段に示された 4 行列ができることになる。次に、たとえば、要求系が「単利要求－単利要求」 $\{A^+ A^+\}$ であれば A 行列と A' 行列の対応する各細胞の値を対とした 4 個の対を 1 組とし、

^{*} 分析例は TABLE 3 の G07-3 のゲームに対応する。ここでは説明の便宜上、マイナスの利得をもつ利得行列を用いているが、要求系に関するゲーム構造は G07-3 と全く同一である。

また、要求系が「献身要求-共栄要求」 $\{B^+ S^+\}$ であれば **B** 行列と **S'** 行列の対応する各細胞の4個の対を1組としてそれぞれグラフ上にプロットしていく。たとえば、要求系 $\{B^+ S^+\}$ では、 $(5, 10)$ $(10, 0)$ $(-10, 0)$ $(-5, 10)$ の4個の対が1組となる。4個の細胞に対してそれぞれプロットすれば FIG. 2 のごとく各要求系に対してひとつの四辺形が構成される。次に、行プレイヤーの要求の記号が正 (+) ならば、行プレイヤーが選択可能な範囲、すなわち、点 $\{11\}$ と $\{21\}$ および点 $\{12\}$ と $\{22\}$ とをそれぞれ結ぶ2本の太い線分において、横軸上で右側に位置する方の点にそれぞれ矢印をつけ、逆に、その要求の記号が負 (-) なら

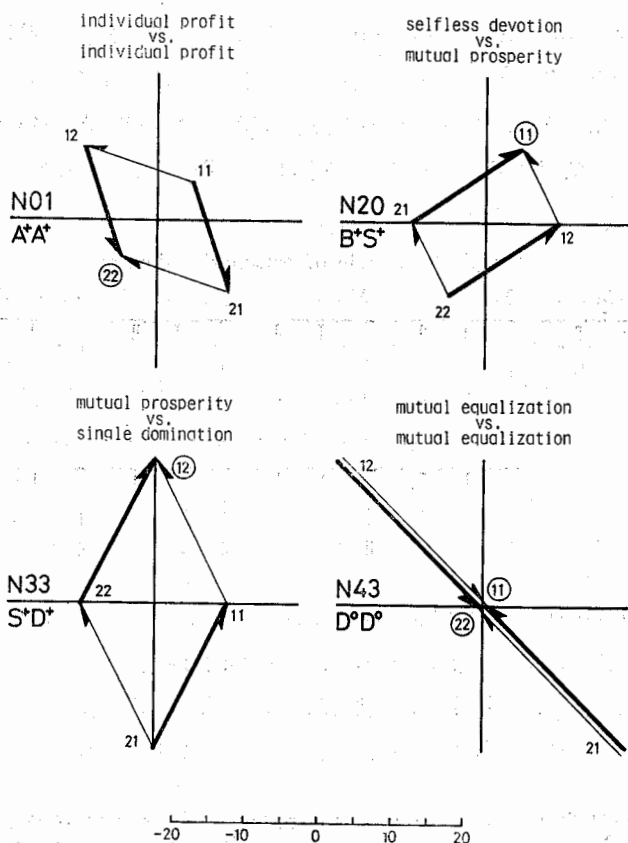


FIG. 2 Examples of the graphical analyses

ば、横軸上で左側に位置する方の点にそれぞれ矢印をつける。また、列プレイヤーの要求の記号が正 (+) ならば、列プレイヤーが選択可能な範囲、すなわち、点 {11} と {12} および点 {21} と {22} とをそれぞれ結ぶ 2 本の細い線分において、縦軸上で上に位置する方の点にそれぞれ矢印をつけ、逆に、その要求の記号が負ならば、縦軸上で下側に位置する方の点にそれぞれ矢印をつける。一般に、左右・上下関係がない場合は矢印をつけないで置く。四辺形における矢印は選択の移行過程を示すもので、両方向から矢印がついている「衝突点」(collision point) は選択過程がこの細胞に吸収されることを意味する。これを「吸収細胞」とよぶ。吸収細胞が 2 箇所ある場合、すなわち、「両極吸収」の場合は、最終選択状態が初期選択状態に依存していることになり、吸収細胞が存在しない場合は、プレイヤーの選択が 4 細胞間で循環するか、あるいは、いくつかの細胞間で停滞して最終選択状態が一意にきまらないことを意味する。この後者の場合は矢印がつかない線分を含むグラフに限られる。* FIG. 2 は、要求系 $\{A^+A^+\}$ では両プレイヤーの選択がいわゆる共貧状態を示す細胞 {22} に吸収し、要求系 $\{B^+S^+\}$ ではいわゆる共栄状態を示す細胞 {11} に、要求系 $\{S^+D^+\}$ ではいわゆる格差状態を示す細胞 {12} (優越要求 $\{D^+\}$ をもつプレイヤーが優位に、共栄要求 $\{S^+\}$ をもつプレイヤーが劣位になる) に吸収することを示している。また、要求系 $\{D^0D^0\}$ では吸収細胞が {11} と {22} の 2 箇所にある両極吸収構造になることを示している。

全要求系のグラフ FIG. 3 は、ここで例示に用いられた囚人のジレンマに対して、45 種の全要求系に関するグラフを示したものである。四辺形の種類はたかだか 10 種ほどしかないが、矢印の方向も考えればすべて異なる四辺形である。図中に丸印で囲まれた点が吸収細胞である。

* 2×2 型の構造をもつゲームにここで設定された要求系を適用する限り 3 極以上の吸収構造を示すことはありえない。また、矢印がない停滞状態または流動状態を示すグラフは後述する「2 段階ゲーム」に限られる。

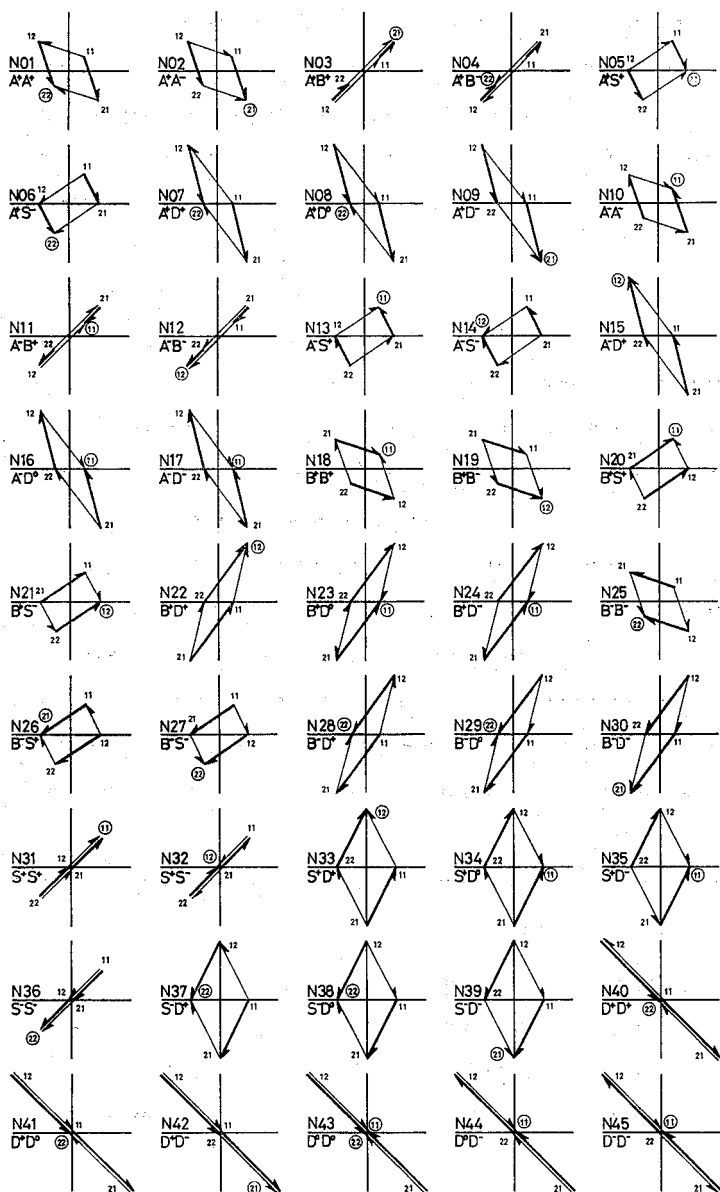


FIG. 3 The graphical analyses for the prisoner's dilemma

細胞の基本特性

グラフ分析によるゲームごとの最終選択状態の構造について述べる前に、 2×2 型対称 2 人非零和ゲームの利得行列を構成する各細胞の基本特性について考察しておこう。ここでは、各細胞に対して構造的見地からみたいいくつかの名称が付されることになるが、これは主として後の記述の便宜のためである。

同格細胞と格差細胞 ここでとり上げたゲームの利得行列は 2×2 型であるので 4 個の細胞から成る。このうち、細胞 {11} と細胞 {22} とは同一細胞内では両プレイヤーとも同一の利得になっているが、TABLE 3 に示されているように、両細胞間では細胞 {11} の方が利得が高く細胞 {22} の方が利得が低くなるように整理されている。ここでは、両者を「同格細胞」とよび、前者を「上位同格細胞」(higher same rank cell) 後者を「下位同格細胞」(lower same rank cell) とよぶことにする。また、細胞 {12} と細胞 {21} とはつねに利得に水準差があるので「格差細胞」(different rank cell) とよび、高い方の利得を得る側の状態を「優格差」(superior state)、低い方の利得を得る側の状態を「劣格差」(inferior state) とよぶことにする。これらの名称はここで設定されたすべてのゲームに共通するいわば固定的な用語である。

最大和と最小和 次に、4 細胞間の相互関係からみた細胞の一般特性について考察しよう。いま、2 人のプレイヤーの利得の和に着目して、利得の和が最大の細胞を「最大和」(maximum joint gains)、和が最小の細胞を「最小和」(minimum joint gains) とよぶことにする。28 個のゲームのうち 20 個は利得和に関して 3 段階あるが 8 個は 2 段階しかない。これをそれぞれ「3 段階ゲーム」「2 段階ゲーム」(games with three- or two-level joint gains) とよべば、最大和の細胞数は、3 段階ゲームでは、最大和が同格細胞なら 1 個で格差細胞なら 2 個のいずれかであるが、2 段階ゲームでは、同格細胞が 1 個か、あるいは、同格細胞と格差細胞の利得和がたがいに等しくて 3 個になるかの 2 種の場合が

生れる。最大和の細胞数が1個・2個・3個の場合をそれぞれ「単型」「双型」「複型」(single, dual or triadic type) とよんでおくことにする。最小和に関しても全く同様のことがいえる。^{*} 最大和・最小和のいずれでもない細胞は3段階ゲームにしかないが、これを「中間和」(intermediate joint gains)とよんでおくことにしよう。いま、この利得和に関する規準とある細胞が同格細胞か格差細胞かという規準とを組み合わせると、結局、すべての細胞は次の10種のいずれかに入ることになる。すなわち、略号を括弧内に示せば、「単型同格最大和」($S_{\max}$)・「複型同格最大和」($S'_{\max}$)・「双型異格最大和」($D_{\max}$)・「複型異格最大和」($D'_{\max}$)・「単型同格最小和」($S_{\min}$)・「複型同格最小和」($S'_{\min}$)・「双型異格最小和」($D_{\min}$)・「複型異格最小和」($D'_{\min}$)・「単型同格中間和」(S_{int})・「双型異格中間和」(D'_{int})である。^{**}

基本特性 上記の分類はたんに各細胞の利得行列内の表面的構造について記述したものにすぎず、一般に各細胞のゲーム構造論的意味はゲームごとに微妙に異なってくる性格をもつが、概括的にいえば、各細胞は、それぞれ大要次のような意味をもっていると考えることができる。

まず、同格最大和は、単型($S_{\max}$)では利得水準がAAかBBのいずれかで複型($S'_{\max}$)ではBBの場合に限られるが、この細胞のおかれている状態はいずれも一般に「共栄」(mutual prosperity)とよばれている状態に対応する。また、異格最大和は、双型($D_{\max}$)ではAB・AC・ADのいずれかで複型($D'_{\max}$)ではABがなくてAC・ADの場合に限られるが、構造上はすべて「偏栄」(biased prosperity)ともいふべきかたちの状態になっている。しかし、双型のABの場合はこ

^{*} 2段階ゲームは、TABLE 3における G03-2, G04-2, G07-2, G07-4, G08-2, G08-4, G09-2, G10-2の8個で、単型最大和・複型最小和をもつゲームと複型最大和・単型最小和をもつものがそれぞれ4個ずつになる。

^{**} 28個のゲームの細胞数は 28×4 個あるが、上記の10規準によって分類すれば、 $S_{\max}$ (18個)・ $S'_{\max}$ (4個)・ $D_{\max}$ (12個)・ $D'_{\max}$ (8個)・ $S_{\min}$ (18個)・ $S'_{\min}$ (4個)・ $D_{\min}$ (12個)・ $D'_{\min}$ (8個)・ S_{int} (12個)・ D'_{int} (16個)となる。一般に、2段階ゲームでは、 $S'_{\max}$ が1個あれば必ず $D'_{\max}$ が2個と $S_{\min}$ が1個存在し、 $S'_{\min}$ が1個あれば必ず $D'_{\min}$ が2個と $S_{\max}$ が1個存在することになる。

の細胞が両プレイヤーにとっていわば最良の解で“微差共栄的”なかたちをもつのに対し、 $AC \cdot AD$ の場合は共栄的要素よりも利得差が大きい“貧富細胞的”意味の方が強い状態の細胞であるといえる。次に、同格最小和は、単型 ($S_{\min}$) では CC か DD のいずれかで複型 ($S'_{\min}$) では CC に限られるが、これはいずれも一般に「共貧」(mutual poverty) とよばれている状態に対応している。また、異格最小和は、双型 ($D_{\min}$) では $AD \cdot BD \cdot CD$ のいずれかで複型 ($D'_{\min}$) では CD がなくて $AD \cdot BD$ の場合に限られるが、構造上はすべて「偏貧」(biased poverty) とでもいうべきかたちの状態になっている。しかし、双型の場合の CD が“微差共貧的”なかたちであるのに対し、他の $AD \cdot BD$ の場合は双型・複型ともに偏栄の場合に似て貧富細胞的意味をもっている。したがって、いわゆる 貧富の差が相対的に大である貧富細胞は異格最大和の場合も異格最小和の場合にもあるということになる。次に、同格中間和 (S_{int}) は、 BB か CC に限られるが、これは上位同格細胞になることもあり下位同格細胞になることもあるもので、 BB の場合は共栄かまたは“次栄”とでもいうべき性格が強く、 CC の場合はむしろ共貧のうちの“軽貧状態”の意味が強い細胞であるが、どのような意味をもつかは4水準間の得点間隔に依存する。^{*} また、異格中間和 (D_{int}) は、 $AC \cdot AD \cdot BC \cdot BD$ のいずれかで、 BC 以外は一般に格差が大で貧富細胞的性格をもつことが多いが、 BC も得点間隔に依存するので一義的な意味を与えることはできない。以上、各細胞ごとの性格づけを述べたが、これらの記述はすでに述べたごとくゲーム構造を把握するための概括的記述であって、具体的な4水準の得点間の間隔によってゲームごとに細胞の意味が微妙に異なってくることはいうまでもない。

最終選択状態

ここでは、本論文で対象としている28個のゲーム群における全要求系

^{*} CC が軽貧状態のときは DD か BD が同格または異格の重貧状態すなわち最小和になる。

に対する最終選択状態について考察することにする。最終選択状態を考察するということは、同一の利得行列が提示されたままで何回も試行がくり返されることを前提としていることを意味する。

最終選択状態の形態 選択過程の最終状態には TABLE 5 に示されるような各種の形態がある。これらは、大別すれば、「吸収形態」(absorption form) と「巡環形態」(circulation form), および、両者の中間的ともいえる不安定な構造をもつ「流動形態」(flowing form) の3種にまとめることができる。ここで吸収形態というのは、一度その細胞が選択されると他の細胞に移行することがない「吸収細胞」(absorbent cell) が存在する形態をいい、これには「単極吸収」(univalent absorption) と「両極吸収」(bivalent absorption) の2種がある。単極吸収とは吸収細胞が1個しかない形態であるが吸収細胞の種類によって「上

TABLE 5
Forms and symbols of the terminal states of selections

forms		symbols
univalent absorption into the higher same rank cell	11	==
univalent absorption into the lower same rank cell	22	—
univalent absorption into one of the two different rank cells	12 or 21	→
bivalent absorption into the two same rank cells	11 • 22	==
bivalent absorption into the two different rank cells	12 • 21	↔
flowing between the higher same rank cell and one of the two different rank cells	(11 • 12) or (11 • 21)	⇒
flowing between the lower same rank cell and one of the two different rank cells	(22 • 12) or (22 • 21)	⇨
flowing among the higher same rank cell and the two different rank cells	(11 • 12 • 21)	⇄
flowing among the lower same rank cell and the two different rank cells	(22 • 12 • 21)	⇄
circulation among the four cells	circ	↻

位同格単極吸収」「下位同格単極吸収」および 2 種の「格差単極吸収」の 4 種に細分される。ここでは作表の関係からこれらをそれぞれ “11, 22, 21, 21” とたんに吸収細胞の名称だけで記号化しておくことにしよう。^{*} 両極吸収とは吸収細胞が 2 個ある形態をさす。ここで両極という語は、選択過程が吸収される可能性が 2 方向あるということで、実際にはその一方しか実現しない。2 方向のうち、どちらが実現するかは初期選択に依存する。この両極吸収には「同格両極吸収」「格差両極吸収」の 2 形態があり、これらをそれぞれ, “11・22, 12・21” と記号化しておくことにする。前者は、上位・下位同格細胞のいずれか一方に吸収することを意味し、後者はどちらかの格差細胞に吸収するということを意味しているが、後者の場合、各プレイヤーは初期選択如何によって優格差になったり劣格差になったりする。次に、巡環形態とは、吸収細胞がなく、ある細胞が選択されても別の細胞に移行してゆく可能性が生じて結果的に選択過程が 4 細胞間で巡環する可能性をもつ形態をいう。これも、ある細胞が選択されると必ず別の細胞への移行が生じて停滞することがない「完全型」と、必ずしも別の細胞への移行が生ずるとは限らないけれども 4 細胞のいずれも実現する可能性をつねにもっている「不完全型」とに分けることができるが、ここでは両者とも最終選択状態が 4 細胞間で不定であるという意味において巡環形態 といつかたちでまとめてたんに “circ” という記号で表現しておくことにする。次に、流動形態というのは、特定の吸収細胞をもたないという点では巡環形態に似ているが、4 細胞のどれもがつねに実現する可能性をもつわけではなく、可能性をもつ細胞が 2 個乃至 3 個に限られ、これらの細胞間ではつねに相互移行の可能性はあるけれども他の 2 個乃至 1 個の細胞が実現することは初期選択以外にはないという形態である。相互移行の可能性のある細胞が 2 個の場合は、この細胞は同格細胞のひとつと格差細胞のひとつの組み合わせに限られ、3 個の場合は、この細胞は同格細胞のひとつと 2 個の格

^{*} FIG. 2 と FIG. 3 において丸印が付されている数字はこの吸収細胞である。

差細胞の組み合わせに限られる。こうした流動形態は2段階ゲームの場合にしか生じない。^{*}ここでは、流動的に移行する可能性がある細胞群を括弧で示し、“(11・12) (11・21) (22・12) (22・21) (11・12・21) (22・12・21)”のように記号化しておく。以上、最終選択状態の一般形態について述べたが、この最終選択状態は、当然のことながら各ゲームの要求系ごとによって変わる。TABLE 6 は、全12種のゲームのうち、通常、「ジレンマ・ゲーム」(dilemma games)とよばれている4種のゲームの最終選択状態を45種の要求系ごとに上述の記号で示したものである。

ゲーム間とゲーム内の差異 TABLE 6 から示唆されるように、一般に、同一種内のゲーム群の最終選択状態はたがいに類似したかたちになるのは当然であるが、異種のゲーム間でも、表面的構造がかなり類似した最終選択状態になるものがある。すなわち、異種のゲーム間では、例えば種内ゲーム数が1個のG01とG02, G05とG06, G11とG12の間ではそれぞれ表面的にかなり類似した関係が認められるが、最終選択状態が異なった要求系を調べると、いずれも、要求を構成している2種の要求のうち的一方が必ず優越要求(D⁺)か卑下要求(D⁻)になっている。また、全12種のうち6種のゲームは種内のゲームが3個か5個あるが、これら同種内の具体的ゲーム間で異なる最終選択状態に導く要求系を調べてみると、いずれも、一方の要求が必ず共栄要求(S⁺)か共倒要求(S⁻)になっている。^{**}これらのことは、隣接し合った異種のゲームでは格差細胞の優劣関係がたがいに逆転していることや同種のゲームでは各細胞の利得和の大小関係だけが異なるので当然の帰結であるが、ゲーム構造の差異を具体的に考察する場合にひとつの手がかりを与えてくれる情報になる。

最終状態図 TABLE 6 に示されたような最終選択状態の一覧表を見た

^{*} 2段階ゲームの場合には、この流動形態だけでなく吸収形態・巡環形態のいずれも生じうる。

^{**} D⁺かD⁻を含む要求系、あるいは、S⁺かS⁻を含む要求系のすべての最終選択状態がゲーム間で異なるわけではない。

対称 2 人非零和ゲームにおける最終選択状態の構造

TABLE 6
Terminal states of selection in the four dilemma games

need- systems	G07 MARTYR					G09 EXPLOITER			G11 LERDER	G12 HERO
	1	2	3	4	5	1	2	3		
1 A ⁺ A ⁺	22	22	22	22	22	12·21	12·21	12·21	12·21	12·21
2 A ⁺ A ⁻	21	21	21	21	21	circ	circ	circ	circ	circ
3 A ⁺ B ⁺	21	21	21	21	21	21	21	21	12·21	12·21
4 A ⁺ B ⁻	22	22	22	22	22	12	12	12	circ	circ
5 A ⁺ S ⁺	22	(22·21)	21	21	21	21	21	12·21	12·21	12·21
6 A ⁺ S ⁻	21	(22·21)	22	22	22	12	circ	circ	circ	circ
7 A ⁺ D ⁺	22	22	22	22	22	circ	circ	circ	12	12
8 A ⁺ D ⁻	22	22	22	22	22	circ	circ	circ	circ	circ
9 A ⁺ D ⁻	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
10 A ⁻ A ⁻	11	11	11	11	11	11·22	11·22	11·22	11·22	11·22
11 A ⁻ B ⁺	11	11	11	11	11	11	11	11	circ	circ
12 A ⁻ B ⁻	12	12	12	12	12	22	22	22	11·22	11·22
13 A ⁻ S ⁺	11	11	11	(11·12)	12	11	circ	circ	circ	circ
14 A ⁻ S ⁻	12	12	12	(11·12)	11	22	22	circ	11·22	11·22
15 A ⁻ D ⁺	12	12	12	12	12	22	22	22	22	11
16 A ⁻ D ⁻	11	11	11	11	11	11·22	11·22	11·22	11·22	11·22
17 A ⁻ D ⁻	11	11	11	11	11	11	11	11	11	22
18 B ⁺ B ⁺	11	11	11	11	11	11	11	11	12·21	12·21
19 B ⁺ B ⁻	12	12	12	12	12	12	12	12	circ	circ
20 B ⁺ S ⁺	11	11	11	(11·12)	12	11	(11·12·21)	12	12·21	12·21
21 B ⁺ S ⁻	12	12	12	(11·12)	11	12	(11·12)	11	circ	circ
22 B ⁺ D ⁺	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
23 B ⁺ D ⁻	11	11	11	11	11	11	11	11	circ	circ
24 B ⁺ D ⁻	11	11	11	11	11	11	11	11	21	21
25 B ⁻ B ⁻	22	22	22	22	22	22	22	22	11·22	11·22
26 B ⁻ S ⁺	22	(22·21)	21	21	21	21	21	21	circ	circ
27 B ⁻ S ⁻	21	(22·21)	22	22	22	22	22	22	11·22	11·22
28 B ⁻ D ⁺	22	22	22	22	22	22	22	22	22	11
29 B ⁻ D ⁻	22	22	22	22	22	22	22	22	11·22	11·22
30 B ⁻ D ⁻	21	21	21	21	21	21	21	21	11	22
31 S ⁺ S ⁺	11·22	11	11	(11·12·21)	12·21	11	(11·12·21)	12·21	12·21	12·21
32 S ⁺ S ⁻	circ	circ	12	circ	circ	12	circ	circ	circ	circ
33 S ⁺ D ⁺	22	(22·12)	12	12	12	12	12	12	12	12
34 S ⁺ D ⁻	11·22	11	11	circ	circ	11	circ	circ	circ	circ
35 S ⁺ D ⁻	11	11	11	(11·21)	21	11	(11·21)	21	21	21
36 S ⁻ S ⁻	12·21	(22·12·21)	22	22	11·22	22	22	22	11·22	11·22
37 S ⁻ D ⁺	12	(22·12)	22	22	22	22	22	22	22	11
38 S ⁻ D ⁻	circ	circ	22	22	11·22	22	11·22	11·22	11·22	11·22
39 S ⁻ D ⁻	21	21	21	(11·21)	11	21	11·21	11	11	22
40 D ⁺ D ⁺	22	22	22	22	22	22	22	22	22	11
41 D ⁺ D ⁻	22	22	22	22	22	22	22	22	22	11
42 D ⁺ D ⁻	21	21	21	21	21	21	21	21	21	12
43 D ⁻ D ⁻	11·22	11·22	11·22	11·22	11·22	11·22	11·22	11·22	11·22	11·22
44 D ⁻ D ⁻	11	11	11	11	11	11	11	11	11	22
45 D ⁻ D ⁻	11	11	11	11	11	11	11	11	11	22

だけでそのゲームの特性を直観的に把握するのは困難な点があるので、各ゲームの最終選択状態を TABLE 5 の右側の記号を用いて整理しなすと FIG. 4 のように表現することができる。これを「最終状態図」(terminal state diagrams) とよんでおこう。FIG. 4 には、ジレンマ

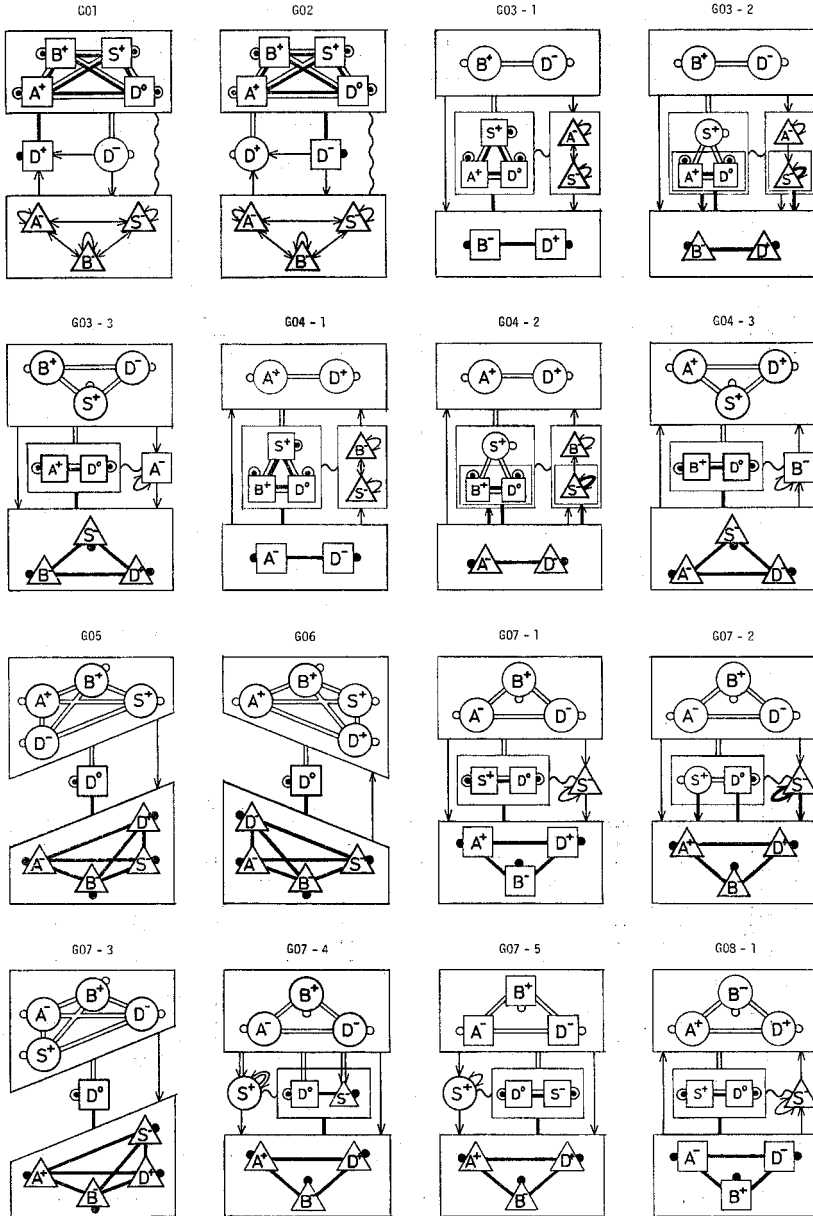
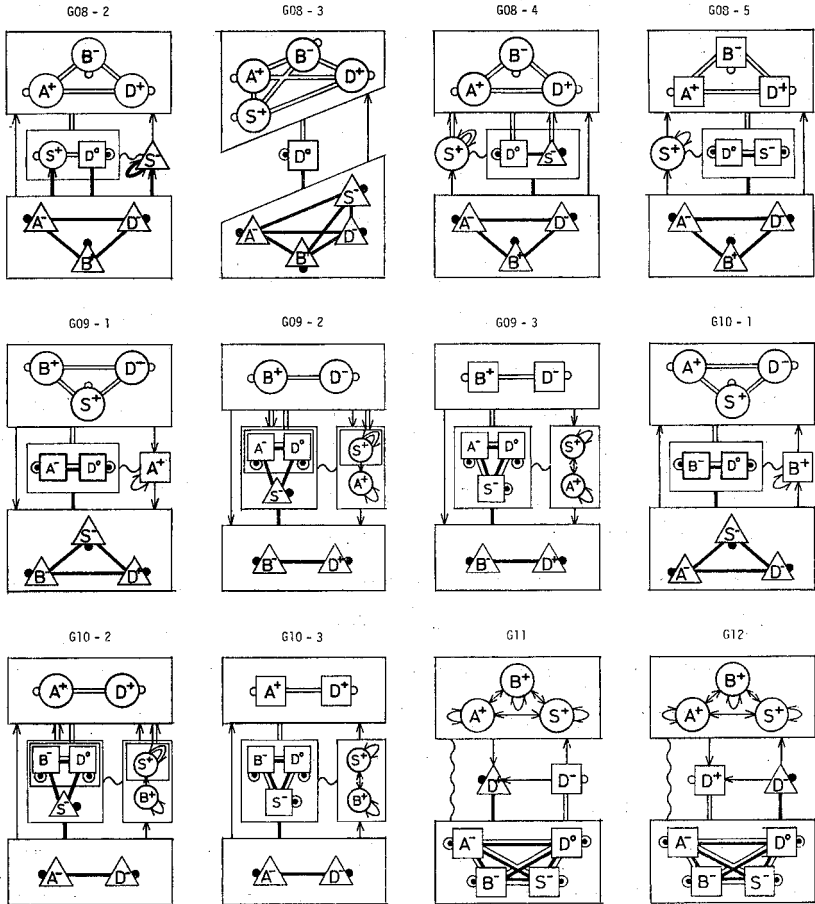


FIG 4. Diagrams of the terminal states in the twenty-eight games.

対称 2 人非零和ゲームにおける最終選状態の択構造



- strong maximum-oriented need
- weak maximum-oriented need
- △ strong minimum-oriented need
- △ weak minimum-oriented need
- maximum-minimum double-faced need
- other needs

・ゲームだけでなく全28個のゲームの最終状態図が示されている。これらの最終状態図から TABLE 6 のごとき最終選択状態の一覧表を完全に再現することが可能である。ところで、最終状態図はいずれのゲームでも整理の都合上3部分にまとめて図示されているが、上部の四辺形に囲まれている要求群をここでは“上部ブロック”，下部の四辺形に囲まれている要求群を“下部ブロック”，両者の中間に単独で、または、比較的小さい四辺形で囲まれている要求群をまとめて“中間ブロック”とそれぞれ便宜的によんでおくことにする。^{*}各要求は円・三角形・四角形のいずれかで示されているが、ここで、円は「最大指向型要求」(maximum-oriented need)とよぶ要求を示しており、三角は「最小指向型要求」(minimum-oriented need)とよぶ要求を示している。また、四角はそのいずれでもない要求を一括して示している。ここで最大指向型というのは、“その要求同志の組み合わせから成る要求系は、そのゲームにおける選択過程をつねに最大和細胞に吸収せしめる”ことを意味する。最大指向型要求のうち、とくに、“その要求がいかなる要求と組み合わせられても選択過程が最小和細胞に吸収されることがない”ような要求を「強最大指向型要求」(strong maximum-oriented need) (記号 MAX)とよび、そうでないものは「弱最大指向型要求」(weak maximum-oriented need) (記号 max)とよぶ。^{**}一方、最小指向型というのは、“その要求同志の組み合わせから成る要求系は、そのゲームにおける選択過程をつねに最小和細胞に吸収せしめる”ことを意味する。最小指向型要求のうち、とくに、“その要求がいかなる要求と組み合わせられても選択過程が最大和細胞に吸収することがない”ような要求を「強最小指向型要求」(strong minimum-oriented need) (記号 (MIN))とよび、そ

^{*} 例えば、G01 でいえば、上部ブロックに $A^+ \cdot B^+ \cdot S^+ \cdot D^0$ の4要求，下部ブロックに $A^- \cdot B^- \cdot S^-$ の3要求，中間ブロックに $D^+ \cdot D^-$ の2要求が入る。この図は、上部ブロックに入る要求同志ならば同格両極吸収，下部ブロックに入る要求同志なら異格両極吸収，上部ブロックの任意の要求と下部ブロックの任意の要求との組み合わせの要求系では4細胞間を循環することなどを示している。

^{**} 要求名の後の括弧内に示された記号は TABLE 7 および TABLE 8 で用いられている記号である。

うでないものを「弱最小指向型要求」(weak minimum-oriented need) (記号 min) とよぶ。^{*} 一般に、最大指向型の要求同志の要求系では、同一の要求同志でなく異なった要求同志の組み合わせから成る要求系でも、両者が最大指向型である限り、つねに最大和細胞に吸収するし、同様に、最小指向型の要求同志の要求系では、同一の要求同志でなく異なった要求同志の組み合わせから成る要求系でも、両者が最小指向型である限り、つねに最小和細胞に吸収することになる。最大指向型・最小指向型という要求特性は、その要求に固有のものではなく、一般にゲームごとに異なるものであり、2 人のプレイヤーがそのゲームで最大和に到達するためには、あるいは、最小和に吸収しないためには、どのような要求群の中の要求をそれぞれ分ちもっていればよいかを調べるために有効であって、例えば、少なくとも強最小指向型要求をもつプレイヤーが 1 人でもいれば最大和細胞に吸収することはありえないし、また、少なくとも強最大指向型要求をもつプレイヤーが 1 人でもいれば最小和細胞に吸収することがありえないことなどを知るのに役立つ。Fig. 4 において、強最大指向型・強最小指向型の要求は太線の円または三角で囲まれており、弱最大指向型・弱最小指向型の要求は細線の円または三角で囲まれている。ところで、最大指向型・最小指向型のいずれでもない要求は、Fig. 4 ではすべてまとめて四角で示されているが、これはこの最終状態図が最大和・最小和への吸収過程に焦点がおかれているためで、ここである“その他の要求”には次のようなものがある。すなわち、その要求同志ならばつねに中間和細胞に吸収する「中間指向型要求」(middle-oriented need) (記号 Mid) とすべて両極吸収構造をもつ以下の 4 種の「両面型要求」(double-faced needs) である。まず、「最大・最小両面型要求」(maximum-minimum double-faced need) (記号 Max-Min) は、要求特性上はこの 4 種の中では最も重要と考えられるもので、

^{*} 先の論文 (寺岡, 1980) では、最大指向型を「温順型」(meek type)、最小指向型を「騒擾型」(turbulent type) と呼称していたが、ここでは構造特性的な表現に改めることにした。

これは、“最大指向型要求と組み合わせられると、あたかも最大指向型要求同志の要求系のごとくそのゲームでは選択過程がつねに最大和細胞に吸収するが、最小指向型要求と組み合わせられると、あたかも最小指向型要求同志の要求系のごとくそのゲームではつねに最小和細胞に吸収し、しかも、その要求同志の要求系では最大和・最小和の両極吸収になる” ような要求である。^{*} 次に、「準最大・最小両面型要求」(quasi maximum-minimum double-faced need) (記号 max-min) は、上記の最大・最小両面型要求とかなり似ているが、ただ上記の定義文中の“つねに吸収する” のではなく、“吸収するか巡環するかのいずれかになる” ような要求である。この準両面型要求は2段階ゲームにしか出現しない。また、「最大・中間両面型要求」(maximum-middle double-faced need) (記号 max-mid) は、“最大指向型要求と組み合わせられるとつねに最大和細胞に吸収し、最小指向型要求と組み合わせられるとつねに巡環し、しかも、中間指向型要求と組み合わせられるとつねに中間和細胞に吸収し、この両面型要求同志の場合は最大和・中間和に対して両極吸収する” ような要求のことである。最後に、「最小・中間両面型要求」(minimum-middle double-faced need) (記号 min-mid) は、“最小指向型要求と組み合わせられるとつねに最小和細胞に吸収し、最大指向型要求と組み合わせられるとつねに巡環し、しかも中間指向型要求と組み合わせられるとつねに中間和細胞に吸収し、この両面型要求同志の場合は最小和・中間和に対して両極吸収する” ような要求のことである。最後の2種の両面型要求は2段階ゲームでは出現しない。

なお、最終状態図を参照するにあたって、初期選択について一言述べておく。ここで示されている最終状態図は、すべて初期選択が4細胞のいずれであってもよいような可能性中心の図である。両極吸収というのはこのために作られた概念であるが、初期選択が4細胞の間でつねに同

^{*} 最大・最小両面型要求は FIG. 4 では全部で12個しかなく、G03-3, G04-3, G05, G06, G07-3, G08-3, G09-1, G10-1 の8ゲームに見られるだけであるがほとんどが平等要求 (D^0) である。

等に生起すると仮定しなければならないという根拠はない。そこでここでは、各プレイヤーがそれぞれその要求にとって最も都合のよい細胞がある側の選択肢をとる場合を仮定したとき、その選択を「自然選択」(natural choices) とよぶことにする。この自然選択という概念の導入によって選択過程の出発点となる初期選択の細胞がただひとつ決定されることになるが、これは比較的生起しやすいと考えられる初期選択を想定する場合にひとつの手がかりを与えるものである。自然選択による最終状態はここにとくに示されていないが、必要に応じて Fig. 4 の最終状態図における両極吸収に対してどちらの細胞の方が実現しやすいかを検討すればよいことになる。

各ゲームの最終状態図

以下に Fig. 4 に示されている12種全28個のゲームの最終状態図について個別的に考察してみよう。

G01・G02 このふたつのゲームの利得行列の構造は、両ゲームとも、細胞 {11} が単型最大和の共栄状態で細胞 {12}・{21} が双型最小和の偏貧状態になっており、細胞 {22} が中間和の次栄状態である。両ゲームが異なる点は、ただ、偏貧の格差細胞の構造が、G01 ではⅠの手が劣格差でⅡの手が優格差であるのに対して、G02 では逆にⅠが優格差でⅡが劣格差になるところだけである。したがって、最終選択状態の構造も類似していて、両ゲームとも、上位ブロックに入る単利 (A^+)・献身 (B^+)・共栄 (S^+)・平等 (D^0) の4要求は、これらの組み合わせによる要求系がすべて共栄・次栄への両極吸収となる両面型要求 (max-mid) であり、下位ブロックに入る自虐 (A^-)・加害 (B^-)・共倒 (S^-) の要求は、これらの組み合わせによる要求系がすべてふたつの偏貧細胞への両極吸収になる最小指向型要求であり、この偏貧細胞へ吸収する要求系には、それぞれ下位ブロックの要求群と中間ブロックの優越 (D^+)・卑下 (D^-) の2要求との組み合わせによる要求系がすべて含まれる点も両ゲームに

共通している。共栄状態に至る可能性がある要求系は、G01 では上部ブロックの両面型の4要求に卑下要求 (D^-) を加えた5要求間の組み合わせによる要求系群であるのに対して、G02 では上部ブロックの4要求に優越要求 (D^+) を加えた5要求間の組み合わせによる要求系群になっている点が両ゲームにおける最終状態図の異なる点である。両ゲームにおける最大指向型要求は G01 では卑下要求 (D^-) だけで G02 では優越要求 (D^+) だけであるが、実は、初期選択における自然選択を仮定すれば、上位ブロックの4要求はすべてIの手を選択することになるので、両ゲームともそれぞれ上記の5種の要求が最大指向型に近い要求群を構成していると考えてよいことになる。両ゲームのうち、とくに G02 は、TABLE 2 における利己動機に基づく3要求 ($A^+ \cdot B^- \cdot D^+$) のうち2個までが上記の意味における最大指向型またはこれに準ずる要求になっているので、このゲームが通常いわゆる「争いのないゲーム」(games without struggles) のひとつとみなされていることはきわめて自然なこととして理解される。

G03 このゲームの利得構造は、 $B+D$ と $2C$ との間の大小関係で3個の具体的利得構造ができることになるが、そのいずれの場合も、細胞 {11} が単型最大和の共栄状態となる。しかし、他の細胞は3個の間で微妙に関係が変化する。すなわち、第1型では細胞 {22} が中間和の次栄でふたつの格差細胞が最小和の貧富状態の構造になっており、第2型では細胞 {11} のほかは同じ和になる複型 最小和のかたちをとる2段階ゲームとなる。また、第3型では第1型と逆に細胞 {22} が単型最小和で格差細胞が中間和となる。なお、格差細胞では、3個のゲームとも、Iの手が優格差でIIの手が劣格差で共通している。さて、この G03 では、第1型の共栄要求 (S^+) だけを例外として、献身 (B^+)・共栄 (S^+)・卑下 (D^-) の3要求が最大指向型に含まれる要求であり、とくに第3型ではこの3要求がすべて強指向型になっている。最小指向型に関しては、第1型では自虐 (A^-)・共倒 (S^-) の要求、第2型ではこれに加害 (B^-)・優越 (D^+) が加わった要求、第3型では加害 (B^-)・共倒 (S^-)

・優越 (D^+) の3要求が最小指向型になる。この最小指向型に関しては、上記のように3個のゲームの間で微妙な差を生むが、この差は第1型から第3型までいわば徐々に変化していった結果であることが図から読みとれるであろう。この G03 は細胞 {11} が AA の共栄状態であるので一見安定したかたちのゲームのようにみえるが、最大指向型には利己動機に基づく要求がひとつも含まれていない。したがって、かりに利己動機に基づく要求の方が利他動機に基づく要求よりは一般のゲーム事態で出現しやすい要求であるとすれば、この G03 は G02 や後述する G04 にくらべて反応構造的にそれほど安定しているとはいいい 難いかたちをもったゲームということになる。

G04 このゲームの利得構造は前述の G03 と対にして考えてよいようなゲームであるので G03 と同じく3個の具体的利得構造があり、いずれの場合も細胞 {11} が単型最大和の共栄状態になっている。第1型では、細胞 {22} が次栄で格差細胞が最小和、第2型では、細胞 {11} 以外が複型最小和、第3型では、細胞 {22} が最小和の共貧状態で格差細胞が双型中間和の貧富状態になる点も G03 と同じである。ただ、G03 と異なる点は格差細胞の優劣関係が逆になるだけである。したがって、最終状態図も G03 の3個のゲームと外見的構造がそれぞれ対応したかたちで類似しているが、要求系の構造からいえばかなり異なったかたちになる。すなわち、最大指向型が第1型の共栄要求 (S^+) を除いて単利 (A^+)・共栄 (S^+)・優越 (D^+) で、最小指向型が、第1型では加害 (B^-)・共倒 (S^-) の2要求、第2型ではこれに自虐 (A^-)・卑下 (D^-) を加えた4要求、第3型では自虐 (A^-)・共倒 (S^-)・卑下 (D^-) の要求というように、どちらかといえば、最小指向型は全体としてはそれほど G03 と変らないけれども最大指向型が先の G03 では利他動機に基づく要求が主であるのに対してこの G04 では利己動機に基づく要求が主になっている点が異なっているのである。ということは、このゲームでは加害要求 (B^-) でさえなければ利己動機だけでも共栄状態に吸収する可能性が高いゲームであって、その意味において、このゲームは争いのな

いゲームの一種ということになる。

G05・G06 このふたつのゲームは、具体的利得行列がそれぞれひとつずつしかないが、その利得構造は、ともに細胞 {11} が単型最大和の共栄状態、細胞 {22} が単型最小和の共貧状態、格差細胞が双型中間和というかたちになっている。格差細胞は、G05 ではⅠの手が劣格差でⅡの手が優格差であるが、G06 では逆になる。このふたつのゲームの最終状態図はいわばきわめてすっきりしたもので、G05 では、単利 (A^+)・献身 (B^+)・共栄 (S^+)・卑下 (D^-) の4要求が強最大指向型で自虐 (A^-)・加害 (B^-)・共倒 (S^-)・優越 (D^+) の4要求が強最小指向型であり、残りの平等要求 (D^0) が両面型要求というかたちになっている。G06 では、上記の最大指向型の卑下要求 (D^-) が最小指向型に変わり、代りに最大指向型の優越要求 (D^+) が最小指向型に変わり、格差細胞に吸収する場合の優劣関係が逆になる以外は G05 と同一の構造になる。ところで利己動機に基づく要求に関しては、G06 では優越要求 (D^+) が単利要求 (A^+) とともに最大指向型であるが、G05 の場合には一方のプレイヤーが優越要求 (D^+) をもつと共貧か格差細胞に吸収してしまう点において、G06 の方がはるかに安定した“争いのないゲーム”ということになろう。

G07 (殉教者) このゲームは、通常、「殉教者ゲーム」(martyr game)とよばれているゲームである (Rapoport, 1967)。このゲームの利得構造は、 $2B$ と $A+D$ との間の大小関係および $2C$ と $A+D$ との間の大小関係によって結局5個の具体的利得行列を生むことになる。このうち、 $2B > A+D$ の条件がついたゲームは「囚人のジレンマ」としてよく知られているが、典型的な囚人のジレンマは $2B > A+D > 2C$ の条件を満たしている第3型である。囚人のジレンマは、プレイヤーがいわゆる「個人合理性」(individual rationality)に基づくか「集団合理性」(group rationality)に基づくかによって選択が異なり、しかも、相手プレイヤーの選択の仕方によっては合理性が十分に満されているとはいえない結果を生むゲームであって、しばしば、個人と集団の利益がたがいに相反

する場合の葛藤場面の模型として考えられているゲームである。ところで、殉教者ゲームの利得構造は、ここに挙げられている 3 個の囚人のジレンマでは、いずれも、囚人のジレンマの定義 ($2B > A + D$) によって細胞 {11} が単型最大和の共栄状態であるが、囚人のジレンマでないものは複型最大和か単型中間和になる。また、細胞 {22} は、典型的な囚人のジレンマと囚人のジレンマ以外の 2 個のゲームでは単型最小和の共貧状態であるが、典型以外の囚人のジレンマでは単型中間和か複型最小和である。格差細胞は、典型的な囚人のジレンマだけが双型中間和であり、他は双型または複型の最小和だったり最大和だったりする。格差細胞では、典型的な囚人のジレンマなどにおける共栄状態側にある I の手が劣格差で共貧状態側にある II の手が優格差になっているところがこのゲームをジレンマ・ゲームたらしめていることになる。ところで、5 個の殉教者ゲームの中で要求系に基づく最終状態図がいわば最もすっきりとしているといえるのが典型的な囚人のジレンマの第 3 型である。このゲームでは、自虐 (A^-)・献身 (B^+)・共栄 (S^-)・卑下 (D^-) の 4 要求が強最大指向型で単利 (A^+)・加害 (B^-)・共倒 (S^-)・優越 (D^+) の 4 要求が強最小指向型であって残りの平等要求 (D^0) が両面型要求 (Max-Min) となる。すなわち、共栄状態に吸収する可能性がある要求は強最大指向型の 4 要求に平等要求 (D^0) を加えた要求だけであるが、この中には利己動機に基づく要求はひとつも含まれていない。換言すれば、両プレイヤーのうち 1 人でも利己動機に基づく要求をもてば、共栄状態には到達しえないし、この場合には、他のプレイヤーが平等要求 (D^0) をもっていても共貧状態に陥ることを意味している。ところが、この殉教者ゲームでは、例えば、第 1 型では共栄要求 (S^+) が平等要求 (D^0) と同じ両面型 (max-mid) で、第 5 型では共倒要求 (S^-) が平等要求と同じ両面型 (min-mid) になったりするし、3 個ある囚人のジレンマでも、例えば共栄要求 (S^+) の構造特性が微妙に変化する。もちろん、全体的には相互に類似した構造といえるけれども、ここでは類似していることを強調するよりは、通常、囚人のジレンマとしてまとめてよ

ばれている事態でも、ここで設定された要求系模型に関していえば少なくとも最終選択状態がそれぞれ微妙に異なる3種があるということの方を強調しておきたい。

G08 このゲームの利得行列の表面的構造は 前述の殉教者ゲームの G07 と対にして考えてよいものであるので、やはり5個の具体的利得行列ができる。この G08 は、G07 の格差細胞の優格差・劣格差の関係が逆になるだけであるから、G07 と同じく、第5型を除いて細胞 {11} が単型か複型の最大和になり、第1型を除いて細胞 {22} が単型か複型の最小和になる構造をもっている。最終状態図においても、この G08 は G07 とそれぞれ対応がついており、外見的にかなり類似した構造になる。ただし、G08 と G07 とは最大指向型要求と最小指向型要求とがほとんど入れ替わったかたちになり、これが両ゲームのゲーム的意味を全く変えていることになる。すなわち、両ゲームで一般に共通しているのは最大指向型の共栄要求 (S^+)、最小指向型の共倒要求 (S^-)、および、両面型の平等要求 (D^0) だけであって、このことは、G08 では利己動機に基づく3要求がすべて最大指向型になっていることを意味するので、このゲームは最終選択状態として一般に最大和の共栄状態が出現しやすい構造をもっていることになる。第5型だけは、最大指向型要求が1個に減ってしまうけれども、この点を含めて考えても、この G08 は争いのないゲームとしての構造を十分に備えているといつてよい。

G09 (搾取者) このゲームは、通常、「搾取者ゲーム」(exploiter game) とよばれているゲームである。このゲームの利得構造は $2B$ と $A+C$ との間の大小関係で3個の利得行列を生む。このうち、 $2B > A+C$ の条件がついた第1型のゲームは「チキン・ゲーム」(chicken game) としてよく知られているが、この搾取者ゲームは、一般に、個人合理性の観点からみる限り、相手プレイヤーがⅠの手を選択する場合にはⅡの手を選択し、相手プレイヤーがⅡの手を選択する場合にはⅠの手を選択するのが最適であるという構造をもっているゲームである。利得構造は、細胞 {11} は、第1型のチキン・ゲームでは単型同格最大和の共栄

状態、第 2 型では複型同格最大和、第 3 型では単型同格中間和と変るが、細胞 {22} はいずれの場合も単型同格最小和の共貧状態である。格差細胞は殉教者ゲームと同じく共貧側の II の手が優格差である。したがって、このゲームは競争場面するとき、どちらのプレイヤーがいわゆる強気で II の手をとるかということが問題になるゲームと考えられている。ところで、最終状態図からみれば、第 1 型のチキン・ゲームでは、細胞 {11} に吸収する要求系は、献身 (B^+)・共栄 (S^+)・卑下 (D^-) の強最大指向型と自虐 (A^-)・平等 (D^0) の両面型 (Max-Min) の組み合わせによる要求系群から要求系 $\{A^- A^-\}$ $\{D^0 D^0\}$ を除いた全要求系ということになり、細胞 {22} に吸収する要求系は、加害 (B^-)・共倒 (S^-)・優越 (D^+) の強最小指向型と自虐 (A^-)・平等 (D^0) の両面型の組み合わせによる要求系群から上記の両面型要求同志の要求系を除いた全要求系ということになる。また、強最大指向型と強最小指向型との組み合わせでは強最大指向型の方がつねに劣格差になること、利己動機に基づく要求系 $\{A^+ A^+\}$ が格差細胞への両極吸収になっていること、および、単利要求 (A^+) は加害 (B^-)・共倒 (S^-)・優越 (D^+) と組み合わせられると単利要求 (A^+) の方がつねに劣格差になって吸収してしまうが献身 (B^+)・共栄 (S^+)・卑下 (D^-) と組み合わせられると単利要求 (A^+) の方が優格差になって吸収されることなどが、このゲームをチキン・ゲームとしての意味を与えていることになる。第 2 型・第 3 型は第 1 型のチキン・ゲームと微妙な点で異なっているが、基本的には類似した構造である。ただし、第 2 型・第 3 型で、格差細胞が最大和であるときは共栄要求 (S^+) が単利要求 (A^+) と全く同じ機能をもつという点が注目されよう。

G10 このゲームは利得行列の表面的構造からは G09 の搾取者ゲームと対になっているといえるゲームで、格差細胞における優格差・劣格差の関係が逆になっている点が G09 と異なっているだけである。第 1 型は G09 のチキン・ゲームと利得行列では対になっている構造をもつが、単利 (A^+)・共栄 (S^+)・優越 (D^+) の 3 要求が強最大指向型で、

自然選択を仮定すれば、加害要求 (B^-) も最大和である細胞 $\{11\}$ に吸収する。ということは、利己動機に基づく要求同志の要求系ではすべて選択過程が共栄状態に導かれることになるから、このゲームも全く争いのないゲームということになる。なお、第3型で要求系 $\{B^+S^+\}$ は他の型と異なり両極吸収になっているが、自然選択を仮定すればやはり共栄要求 (S^+) が優格差の細胞に吸収する。

G11 (指導者) このゲームは、通常、「指導者ゲーム」(leader game) とよばれているゲームで、具体的利得行列は1個しかない。このゲームの利得構造は、格差細胞が双型異格最大和の偏栄状態であって、上位同格細胞が軽貧状態、下位同格細胞が重貧状態というかたちになっており、個人合理性の点からみても集団合理性の点からみてもともに格差細胞に吸収するのが安定した解であるので、一般に、この指導者ゲームではどちらのプレイヤーがこの偏栄状態の優格差に落ちつくかということが問題になる。ところで、要求系に関してみるならば、強最大指向型の要求として単利 (A^+)・献身 (B^+)・共栄 (S^+) の3要求があり、これらはたがいに両極吸収の要求系を構成する。この最大和の偏栄状態に選択過程を導く要求系は、この3個の強最大指向型要求同志の要求系のほかに、優越 (D^+)・卑下 (D^-) の2要求と上記の強最大指向型要求との組み合わせによる要求系がある。なお、このゲームでは、最小指向型要求は優越要求 (D^+) だけであるが、この要求と下部ブロックの4要求との組み合わせによる要求系ではすべて重貧状態に導かれること、また、下部ブロックに入る要求の多くは、例えば利己動機に基づく加害要求 (B^-) の場合などでは自然選択を仮定すればその要求同志の要求系 $\{B^-B^-\}$ でも重貧状態に吸収することなどに注目しておきたい。

G12 (英雄) このゲームは、通常、「英雄ゲーム」(hero game) とよばれているゲームで、利得行列が前述の G11 の指導者ゲームと対をなす構造になっているので、具体的利得行列は1個しかなく、G11 とは格差細胞における優格差・劣格差の関係だけが逆になっているだけである。すなわち、このゲームも格差細胞が双型異格最大和の偏栄状態で、

どちらのプレイヤーが優格差に落ちつくかということが問題になるゲームであるが、指導者ゲームと異なる点は、例えば単利要求 (A^+) の場合、自然選択を仮定すれば G 11 の指導者ゲームではⅡの手が選択されるのに対してこの英雄ゲームではⅠの手が選択される点にある。このゲームは卑下要求 (D^-) が最小指向型要求で、この要求と最大指向型要求 ($A^+ \cdot B^+ \cdot S^+$) との組み合わせでは、献身要求 (B^+) との組み合わせでも、献身要求の方が優格差になることなどが興味深い点である。

以上、各ゲームにおける最終状態図について個別的に説明してきたが、ここで指摘したいことは、各ゲームの最終状態図は同一ゲーム内の類似性や隣接ゲームとの類似性ばかりでなく、例えば、G01・G02 と G 11・G 12 の間や G03・G04 と G09・G 10 の間のごとく、本論文での配列位置が離れているゲームの最終状態図の間にも類似性をもっていることである。例えば G01 と G 12 では上部ブロックと下部ブロックとが丁度逆転している関係にあるなど、各図の間で正逆各種の規則正しい関係を見出すことができる。すなわち、要求系模型に基づく最終選択状態は、それ自体、基本的にはいわば美しく構造化されているといってもよいひとつのシステムなのである。

各要求の構造的特性

前節では各ゲームの要求系に基づく構造的特性について考察したが、本節では要求系を構成する各要求の全ゲームを通じての構造的特性について総合的に考察してみよう。

構造的特性 すでにみてきたように、各要求は、TABLE 7 にまとめて示されている9種の分類規準、すなわち、強弱2種の最大指向型 (MAX, max), 強弱2種の最小指向型 (MIN, min), 中間指向型 (Mid), 正準2種の最大・最小両面型 (Max-Min, max-min), 最大・中間および最小・中間の2種の両面型 (max-mid, min-mid) のいずれかの構造的特性をもつ。各要求の構造的特性はゲームごとに異なるが、その構造的特性を

全ゲームについてまとめたものが TABLE 8 である。この表が全体として示していることを要約すれば次のようになる。すなわち、まず、全28個のゲーム群の中で最大指向型 (MAX, max) に入ることが一番多いのは共栄要求 (S^+) で、次が単利 (A^+)・献身 (B^+) の2要求で、その次が優越 (D^+)・卑下 (D^-) の2要求という順になり、逆に、最小指向型 (MIN, min) に入ることが一番多いのは共倒要求 (S^-) で、次が自虐 (A^-)・加害 (B^-) の2要求、ついで、優越 (D^+)・卑下 (D^-) の2要求ということになる。すなわち、単利 (A^+) と献身 (B^+)、および、優越 (D^+) と卑下 (D^-) の各2要求は、要求構造からみて当然ともいえるが、この点に関してそれぞれ対等な関係にある。次に、平等要求 (D^0) は最大または最小指向型になることはなく、すべての事態でなんらかのかたちの両面型 (MAX-MIN, max-min, max-mid, min-mid) の要求に分類されることになり、このような対称ゲームでは、最大・最小両面型要求には、平等要求 (D^0) 以外の要求がなることはほとんどないということ、とくに、優越 (D^+)・卑下 (D^-) の2要求は、どのようなかたちでも両面型になることがないということである。また、細部の点でいえば、ここで挙げた9種の可能性のうち、単利 (A^+)・献身 (B^+) の2要求はどのような事態でも最小・中間両面型 (min-mid) になることがなく、自虐 (A^-)・加害 (B^-) の2要求は最大・中間両面型になるこ

TABLE 7

Kinds and symbols of the needs based upon the structural properties

needs	symbols
strong maximum-oriented need	MAX
weak maximum-oriented need	max
strong minimum-oriented need	MIN
weak minimum-oriented need	min
middle-oriented need	Mid
maximum-minimum double-faced need	Max-Min
quasi maximum-minimum double-faced need	max-min
maximum-middle double faced need	max-mid
minimum-middle double-faced need	min-mid

対称 2 人非零和ゲームにおける最終選択状態の構造

TABLE 8
Properties of the nine needs in each game

games	needs								
	A ⁺	A ⁻	B ⁺	B ⁻	S ⁺	S ⁻	D ⁺	D ⁰	D ⁻
G01	max-mid	MIN	max-mid	MIN	max-mid	MIN	Mid	max-mid	max
G02	max-mid	MIN	max-mid	MIN	max-mid	MIN	max	max-mid	Mid
G03-1	max-mid	MIN	max	Mid	max-mid	MIN	Mid	max-mid	max
G03-2	max-min	MIN	max	MIN	max	MIN	MIN	max-min	max
G03-3	Max-Min	Mid	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	Max-Min	MAX
G04-1	max	Mid	max-mid	MIN	max-mid	MIN	max	max-mid	Mid
G04-2	max	MIN	max-min	MIN	max	MIN	max	max-min	MIN
G04-3	MAX	MIN	Max-Min	Mid	MAX	MIN	MAX	Max-Min	MIN
G05	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	Max-Min	MAX
G06	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	Max-Min	MIN
G07-1	Mid	max	max	Mid	max-mid	MIN	Mid	max-mid	max
G07-2	MIN	max	max	MIN	max	MIN	MIN	max-min	max
G07-3	MIN	MAX	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	Max-Min	MAX
G07-4	min	MAX	MAX	min	MAX	min	min	max-min	MAX
G07-5	min	Mid	Mid	min	MAX	min-mid	min	min-mid	Mid
G08-1	max	Mid	Mid	max	max-mid	MIN	max	max-mid	Mid
G08-2	max	MIN	MIN	max	max	MIN	max	max-min	MIN
G08-3	MAX	MIN	MIN	MAX	MAX	MIN	MAX	Max-Min	MIN
G08-4	MAX	min	min	MAX	MAX	min	MAX	max-min	min
G08-5	Mid	min	min	Mid	MAX	min-mid	Mid	min-mid	min
G09-1	Mid	Max-Min	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	Max-Min	MAX
G09-2	MAX	max-min	MAX	min	MAX	min	min	max-min	MAX
G09-3	MAX	min-mid	Mid	min	MAX	min-mid	min	min-mid	Mid
G10-1	MAX	MIN	Mid	Max-Min	MAX	MIN	MAX	Max-Min	MIN
G10-2	MAX	min	MAX	max-min	MAX	min	MAX	max-min	min
G10-3	Mid	min	MAX	min-mid	MAX	min-mid	Mid	min-mid	min
G11	MAX	min-mid	MAX	min-mid	MAX	min-mid	min	min-mid	Mid
G12	MAX	min-mid	MAX	min-mid	MAX	min-mid	Mid	min-mid	min
max-oriented	15	4	15	4	22	0	11	0	11
min-oriented	4	15	4	15	0	22	11	0	11
mid-oriented	4	4	4	4	0	0	6	0	6
max-min d-faced	1	1	1	1	0	0	0	8	0
other d-faced	4	4	4	4	6	6	0	20	0

とがないことなども指摘できよう。

要求間類似性 ここで対象とした28個のゲーム事態は、この要求系模型に関する限り、すべての可能な事態を尽している。そこで、これらの事態における各要求の構造特性を示した TABLE 8 を基礎として9種の要求の間の類似性について考察してみよう。いま、28個のゲームのうち、任意の2要求が構造特性的に同じ種類に分類されるケースを数えてみると、TABLE 9 に示されたようになる。この表は、例えば、単利要求 (A⁺) と優越要求 (D⁺) とは28ゲーム中17ゲームが同一の分類カテゴリーに整理され、また、献身要求 (B⁺) と加害要求 (B⁻) とは全ゲームで同じカテゴリーに整理されることは全くないということなどを示している。いうまでもなく、要求の特性は、事態構造すなわちゲームの利得構造に依存して変るものであるが、いま、利得構造を無視してこの同一カテゴリーに分類される頻数に着目した場合、28個のゲームが論理的に可能なすべてのケースを示しているという前提があるので、この頻数が2要求間の一般的類似性に対応した指標としての意味をもっていると考えても差し支えがないように思われる。そこで、TABLE 9 を基礎として、例えばソシオグラムなどを作成する要領で整理すると、FIG. 5 のごとき図が得られる。図において、太い黒線で結ばれている隣接した要求同志は同一カテゴリーに入る頻数が多く一般的類似性が高いと考えられるもの

TABLE 9

Common relations among the nine needs in the twenty-eight games

needs	A ⁺	A ⁻	B ⁺	B ⁻	S ⁺	S ⁻	D ⁺	D ^o	D ⁻
A ⁺	★	0	6	10	16	3	17	5	2
A ⁻	0	★	10	6	3	16	2	5	17
B ⁺	6	10	★	0	16	3	2	5	17
B ⁻	10	6	0	★	3	16	17	5	2
S ⁺	16	3	16	3	★	0	8	6	8
S ⁻	3	16	3	16	0	★	8	6	8
D ⁺	17	2	2	17	8	8	★	0	0
D ^o	5	5	5	5	6	6	0	★	0
D ⁻	2	17	17	2	8	8	0	0	★

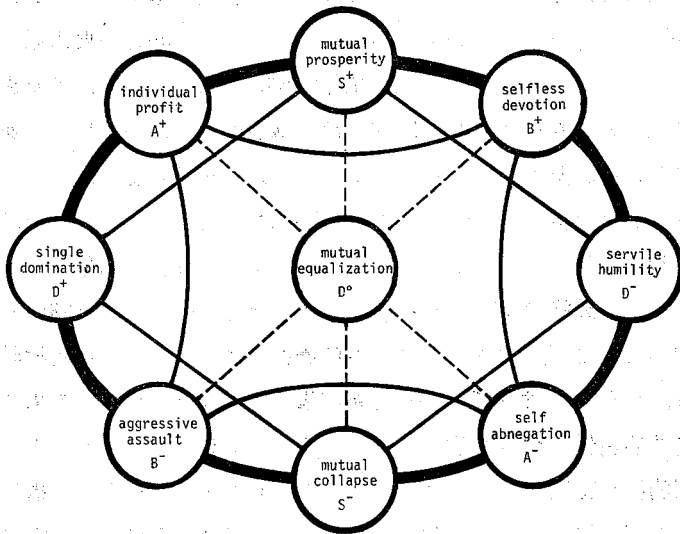


FIG. 5 Conceptual diagram of similarity among the nine needs as normative models

で、離れている要求同志は頻数が 0 かそれに近く、いわば逆の関係にあるものを示している。細い黒線や点線はその中間である。FIG. 5 は概念図であるが、この図に示された要求群はひとつの環を形成しており、その配列関係は TABLE 2 と同一で 4 種の利得行列 ($A \cdot B \cdot S \cdot D$) から構成された模型としての要求の特性から考えて当然とも思えるものであるが、同時に、各要求に付された名称は便宜的に命名されたものであるにせよ、これらの要求名の日常概念的な意味内容を考えた場合、この配列関係は十分に納得しうるような配列になっているのではないかと思われるのである。ここで、とくに平等要求 (D^0) が異質ともいえる位置におかざるを得ない構造になっていることをひとつの興味ある点として指摘しておきたい。

考 察

本論文でなされた考察は大要次のようなものであった。すなわち、ま

ず、基本的利得行列から導かれる4種の利得行列を基礎として9個の規範的要求が考えられ、これらの組み合わせとしての45種の実要求系が構成された。次に、グラフ分析とよぶ方法が提起され、ついで、各要求系が 2×2 型2人非零和ゲームにおいて論理構造的にたがいに異なる28個の事態にそれぞれ適用された場合に導かれる最終選択状態を調べるための具体的グラフ分析がなされた。グラフ分析は、各ゲームにつき要求系の数だけ行なわれることになるが、これらのグラフ分析の結果がゲームごとにひとつの最終状態図にまとめられた。かくして得られた28個の最終状態図から、まず、各ゲームの一般的構造的性についてそれぞれ検討が加えられ、さらに、要求系に基づく選択構造からみた各ゲームの構造的意味や構造的関係について考察された。次に、全ゲームを通じての各要求の個別的構造特性について考察され、また、要求間の類似性の構造についても考察が加えられた。以上の検討および考察から得られる主要な全般的結論を一言でいえば、この要求系模型に基づく最終選択状態の論理的構造は、いわば美しく構造化されているとでもいうべきひとつのまとまった体系をなしているということである。ところで本節では、本研究の各段階において用いられた発想のいくつかを改めて吟味しなおし、かつ、その研究上の意義を考えて、この種のアプローチをさらに進めていくための資料にしたいと思う。

要求 本研究の基盤となる基本的発想は、ひとつの利得行列を変形して規範的模型としての要求という選択規準をいくつか構成したことである。ここでは、最初の段階として日常的概念との比較的単純な対応を考慮したため、たんに利得の和と差の関係だけに着目し、かつ、選択規準も単純化したが、この関係は本来何種でも考えることができるものであるから、対人関係における要求はこの9種に限られているわけではない。したがって、もし現実の対人関係を念頭におきつつさらにこのようなゲーム論的アプローチを進めるとすれば、ほかにどんな要求群を追加して考えていかなければならないかという問題が生れる。例えば、ここで構成された共栄要求(S^+)というのは、そのプレイヤーがたんにその

時点で選択可能な範囲にある2選択肢の間でより大きな利得和の方を選択するという“極大指向”の反応傾向をさしているのであって、この要求の構造には、相手プレイヤーの選択結果まで条件に入れて4細胞内の最大和への移行を意図する正確な意味における“最大指向”に対する反応側面までは含まれていない。他の要求に対してもほぼ同様なことがいえるのであって、その意味においては、すべて単純化のためにいわば近視眼的な反応傾向だけをモデル化しているというきびしい批判もありうることになる。また、ここで構成された要求群はすべて1段階だけの単純な選択規準であるが、一般には、例えば、“かくかくの規準が満されていれば次にその中でかくかくの規準に合致するものを選ぶ”というような2段階乃至多段階の階層的な要求構造を考えることもできるのである。さらに、ここで用いられた事態構造は、利得という1次元の数値を対象にして構成されているが、日常生活を念頭におけば、例えば属性が2種以上あるような場合の要求モデルを考えることもできよう。したがって、ここで示した分析はこの種のアプローチの出発点となる最も基礎的な資料を提出したにすぎないのである。なお、ここで用いた9種の要求の名称は便宜的なもので多分に恣意性があり、本質的には現実にその名称で呼びうる要求の構造をそのまま表現していることを保証するものでないことはすでに述べたが、当然のことながら、これらの間の対応関係が問題になるし、この対応関係を検討しておくことは命名の妥当性を調べる上からも実際の要求の構造理解の上からも有意義なことであろう。しかも、この対応関係の検討は、間接的ながら、例えば Fig. 5 に示された類似性に関する実際の調査や後述する IF-THEN 方式による要求検出法に関係させて行なう実験などその実現性が十分にある問題であるが、ここでは、これが将来に残された具体的問題のひとつであるということを指摘しておくにとどめる。

要求系 各要求系に基づく最終選択状態を調べるのにここではグラフ分析が用いられたが、このグラフ分析の手続は、各要求の基礎となる4種の行列のうちの2種を次々にとり出して組み合わせたものを基盤とし

たものであった。この手続は、ここで仮定されている要求構造の差異による解釈のほかにもいろいろな解釈がありえよう。例えば、この手続は、本来対称ゲームを非対称ゲームにしているから、特定の非対称ゲームにおける個人合理性に基づく選択状態だけを調べているのとはほとんど同じ意味をもつことになる。また、この手続は、客観的には対称のひとつの場面であっても2人のプレイヤーのその場面に対する認知の仕方が異なり、グラフ分析に用いる2種の行列はそれぞれ各プレイヤーのいわば「認知的利得行列」(cognitive payoff matrices) に対応したものを基盤にしているというように解釈することもできる。いずれにせよ、2人のプレイヤーはそれぞれたがいに全く異なる立場でゲームに参加していることを意味しているが、このことは、事態構造と反応構造との間の論理的関係を今後分析していく方向としては、例えば、本論文で用いたような制約をはずして各プレイヤーにそれぞれ全く別個の利得行列を与えるようなゲーム事態を想定したり、あるいは非対称非零和ゲームにおける選択構造との論理的関係を積極的に検討したりすることなどを挙げることができる。また、本研究においては、主として最大和細胞に吸収する要求系に焦点を合わせて検討が加えられてきたが、これは、従来例えば囚人のジレンマにおいて選択過程を共栄状態に導くためにはどのような手段があるかというようなことなどがしばしば話題にのぼるからであって、選択構造の体系的分析という視点からいえば、必ずしも最大指向型だけがとくに重要というわけではない。その意味において、ここでは分析のひとつの焦点を例として示したにすぎない。したがって、今後の分析の他の方向のひとつとしては、分析の焦点にはどのようなものがありうるか、また、どのような焦点が行動論的体系を構築するのに重要なのかという問題についても一考を加える必要があるように思われるのである。次に、本研究における要求型に基づく分析という主題は、すでに序論において述べたように、ゲーム事態における動因論的アプローチのひとつになっていることに着目したい。ゲーム事態における動因論的アプローチにはいろいろな方向がありえようが、ここでとり上げたよう

な事態構造論的な発想に関係があると思われるものには、例えば、Pruitt (1967) や Messick & McClintock (1968) などによって提起されている「分解型ゲーム」(decomposed games)の考え方がある。^{*} この考え方は、簡単にいえば、同一の利得行列でもこの利得に関する教示の与え方を構造的にいろいろ変えることによって一見異なるゲーム事態のようなかたちにしようというもので、事実、この手続によって被験者としての実際のプレイヤーの反応傾向を変えることができることが実験的にも示されているのである。この分解型ゲームの構造と要求系模型の構造との間にはなんらかの論理的関係をつけることが直観的には可能と思われるし、もし、対応がつけば、ゲーム事態の動因論的構造特性がさらに明確になってくるのではないかということが期待されるのである。したがって、この対応関係の検討も将来に残された事態構造分析的問題のひとつに挙げることができよう。

要求検出法 事態構造分析というのは実験研究に先立って予めその事態の論理的構造を把握しておくためのものである。一般に事態構造分析それ自体に心理学的事態を理解するための有意義な情報が含まれているが、事態構造分析の結果を実験研究における条件設定に直接利用できるならば、その事態構造分析の効用はさらに大きくなることになる。そこで、ここでは本論文でなされた要求系模型に基づく最終選択状態に関する分析の結果を利用して、ゲーム実験事態で実際のプレイヤーすなわち被験者が産出する選択反応の系列からその被験者の反応傾向の型を要求模型に関係させて検出することが可能かどうかといういわゆる要求検出法の基本的問題について考えてみることにする。まず、素朴に2人の実

^{*} 分解型ゲームとは、TABLE 4の囚人のジレンマでいえば、これを基礎行列のかたちで提示するのでなく、例えば、“選択肢Ⅰを選べば自己得点が2.5で相手得点が2.5になり、選択肢Ⅱを選べば自己得点が7.5で相手得点が-12.5になり、この関係は相手プレイヤーも同じである”と教示して行なうゲームをいう。この場合、この利得構造はTABLE 4の基礎行列と論理的には同じである。同様に、Ⅰを選べば自己得点-10で相手得点15、Ⅱを選べば自己得点-5で相手得点0と教示しても同じ利得構造である。このように同一の利得構造でもみかけのかたちをいろいろに変わることができるのが分解型ゲームの特徴である。

際の被験者としてのプレイヤーにここで討議したゲーム群のどれかひとつを行なわせたと仮定してみよう。実際の被験者の反応傾向がゲーム中それぞれ一定であると仮定すれば、最終選択状態は4個の細胞への吸収や細胞間の巡環などしかないことになり、例えば典型的な囚人のジレンマ(G07-3)でいえば、TABLE 6からもわかるように、細胞{11}へ吸収する要求系は全45種のうち15種、細胞{22}も15種、細胞{12}と{21}とはそれぞれ8種ずつもあって、2人のプレイヤーの要求系がどれであるかをこのような単一のゲーム事態で検出することは本質的に不可能であることがわかる。^{*}そこで、次に、一方のプレイヤーの反応傾向を9種の規範的要求模型に基づいて実験的に統制するために「統制プレイヤー」(controlled player)を導入して、統制プレイヤーの要求を固定して選択過程の吸収構造を調べる方法を考えてみると、先の囚人のジレンマでいえば、統制プレイヤーの1要求につき、各細胞へ吸収する被験者の要求の種類はいずれも4種乃至5種になるのでいくらか検出しやすいかたちになるが、統制プレイヤーの要求の種類をいくら変えても、そのゲームに関してはつねに同じ傾向を示す要求群があるために、結局、単一のゲームのくり返しだけでは被験者の要求が9種のうちいずれであるかを弁別することはやはり不可能であるということがわかる。^{**}しかし、ここでたがいに異なる最低4種の適当なゲームの組み合わせを考えれば、この4種のゲームにおける最終選択状態の様相から被験者の要求を検出することが論理的には可能なたちになる。ただし、この最低4種のゲームの組を用いて検出する方法は、この4種のゲームが行われている間、被験者の要求がつねに一定であるという強い仮定が必要で

^{*} 要求系 $\{D^{\circ} D^{\circ}\}$ は両極吸収であるので細胞{11}と細胞{22}の両者に数えられることになり、15種ずつになる。

^{**} 例えば、統制プレイヤーの要求が単利要求 (A^{+}) とすれば、細胞{11}と細胞{12}に吸収することは絶対にありえず、もし、細胞{21}に吸収すれば、被験者の要求が要求模型と等しい限り、 $A^{-} \cdot B^{+} \cdot S^{+} \cdot D$ のいずれかであり、細胞{22}に吸収すれば、被験者の要求は $A^{+} \cdot B^{-} \cdot S^{-} \cdot D^{+} \cdot D^{\circ}$ のいずれかであることがわかる。統制プレイヤーの要求を変えれば吸収する細胞と対応した要求が変るだけで、いずれの場合も4要求と5要求との2種に分れることになる。

あり、また、4種のゲームについてそれぞれ最終状態まで調べなければならないという制約がつくことになる。この意味において、この方法は実験方法としては必ずしも現実性のあるよい方法ということにはならないであろう。そこで、ここでは上記の2点を大巾に緩和させるとと思われる「IF-THEN 方式」(IF-THEN method) という手続の導入を考えてみる。この方式は、簡単にいえば、統制プレイヤーの要求をとくに固定することなく、また、継時選択的手続を採用し、予め相手プレイヤーの選択傾向を被験者に教示した上で反応選択を要請する手続である。したがって、例えば、“もし、あなたが選択肢Ⅰを選ぶならば相手プレイヤーはこれこれの選択肢を選び、あなたが選択肢Ⅱを選ぶならば相手プレイヤーはこれこれの選択肢を選ぶことが明らかであるが、この情報を知った上でこのゲームであなたは選択肢Ⅰ・Ⅱのいずれを選ぶか” というような場面が設定されることになる。この方式を採用すれば、基本的には4ゲーム全過程を実施しなくても最低4試行程度で基本的には被験者の要求が検出されることになる。この場合、やはり1種のゲームだけでは論理的に検出が不可能であるので、4種程度のゲームをそれぞれ1試行ずつということになる。もっとも、実際に、IF-THEN 方式を導入して要求検出を行なう場合、各要求模型に基づくすべての可能な反応パターンを考慮すれば、4試行を1ブロックとしてかなりの試行反復を可能にするから、種々の適切な4ゲームの組み合わせを作成して4ゲーム各1試行ずつのブロックごとに要求の検出を行なって、各ブロックごとに検出されるいわば反応成分としての要求の分布状態から被験者の反応傾向を規範的模型としての要求の比で表現することが可能となる。この手続は、特定のひとつのゲーム事態に対する要求検出法ではなく各被験者の一般的反応傾向を個別的に検出する手続としての意味をもつが、少なくとも、本論文でとり上げた要求系模型は、たんに事態構造分析の手段の段階にとどまるものではなく具体的実証研究の手段にも用いることができるものであるということを強調しておきたい。

以上、2人非零和対称ゲームにおける要求系模型に基づく最終選択状態に対する考察を行なってきたが、いうまでもなく、ここでなされた分析はかなり限定されたゲーム事態に対する基礎的分析にすぎない。その意味においては、本研究は、対人関係のゲーム論的枠組による動因論的アプローチとしてまだ研究の緒についたばかりのものである。しかし、この種の研究の積み重ねが非零和ゲームという心理学的事態の論理構造の把握のためには必要であると思われるし、この積み重ねが、究極的には実験研究に先立ってつねに参照されなければならない分野である事態構造論の一角を形成するのに役立つことになるのではないと思われるのであって、その意味において、こうしたアプローチは決してたんなるアームチェア心理学ではないのである。

献 文

- Dawes, R. M. Social dilemmas. *Annual Review of Psychology*, 1980, 31, 169-193.
- Messick, D. M., & McClintock, C. G. Motivational bases of choice in experimental games. *Journal of Experimental and Social Psychology*, 1968, 4, 1-25.
- Pruitt, D. G. Reward structure and cooperation: the decomposed prisoner's dilemma game. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1967, 7, 21-27.
- Pruitt, D. G., & Kimble, M. J. Twenty years of experimental gaming: critique, synthesis, and suggestions for the future. *Annual Review of Psychology*, 1977, 28, 363-392.
- Rapoport, A. Exploiter, leader, hero and martyr: the four archetypes of the 2×2 games. *Behavioral Science*, 1967, 12, 81-84.
- 寺岡 隆 対称3人非零和行列ゲームの基本構造. *Hokkaido Behavioral Science Report*, Series P, Supplement No. 6, 1978 (a).
- 寺岡 隆 対称3人非零和行列ゲームにおける結託の問題——規範的要求模型に基づく選択過程の分析. *Hokkaido Behavioral Science Report*, Series P, Supplement No. 7, 1978 (b).
- 寺岡 隆 対称3人関係について——行列ゲームによる考察. *数理科学*, 1978 (c), 5月号, 47-58.
- 寺岡 隆 (Teraoka, T.) Effects of coalition in the symmetric three-person

non-zero sum matrix game — Simulation analysis of the selection processes based upon the normative models of needs with reference to the martyr situation. *Tohoku Psychologica Folia*, 1978 (d), 37 (1-4), 131-144.

寺岡 隆 囚人のジレンマ——規範的要求模型に基づく構造. *Hokkaido Behavioral Science Report*, Series P, Supplement, No. 11, 1979 (a).

寺岡 隆 対称 2 人非零和ゲームにおける選択過程——要求系模型に基づくシミュレーション研究. 北海道心理学会・東北心理学会 第 4 回合同大会発表論文資料集, 1979 (b).

寺岡 隆 2 人非零和ジレンマ・ゲームのグラフ分析——要求系模型に基づく最終選択状態. *Hokkaido Behavioral Science Report*, Series P, Supplement, No. 18, 1980.