Title	分解型ゲームの構造
Author(s)	寺岡, 隆
Citation	北海道大學文學部紀要, 33(2), 107-140
Issue Date	1985-01-31
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/33492
Type	bulletin (article)
File Information	33(2)_PL107-140.pdf

分解型ゲームの構造[1)]

寺　岡　　隆

北海道大学文学部

1944年以降，社会的行動の実験心理学的研究分野に von Neumann & Morgenstern (1944, 1947) の系統をひくゲーム理論的発想が導入されて「実験ゲーム」(experimental games) とよばれる領域が誕生したが，このことは，本来的には複雑な相互依存関係の問題を明確な枠組の中で実験的に考察することが可能なひとつの視座が構成されたことを意味する。いうまでもなく，実験的に検討可能な問題にはつねに限界があるとはいえるけれども，ともすれば外的環境の統制がきわめて困難な社会的行動の研究分野で，環境事態に対する論理的構造のかなり細部の分析さえも可能な研究領域が誕生したことの意義はきわめて大きいといわなければならない。この実験ゲームの領域では，現実的な相互依存関係を反映していると考えられる非零和ゲーム事態に対する研究を背景として"囚人のジレンマ"(prisoner's dilemma) をはじめとするいくつかの重要な研究主題が生れてきた[2)]。これらの研究主題のあるものは，社会的相互依存関係の模型的事態そのものとして，あるものはゲーム事態の方略として，また，あるものはゲーム事態の論理構造の分析手段や事態空間の表現手段というようにたがいに異なった視点をもつけれども，これらの多くはそれぞれ相互依存関係に含まれるいろいろな側面を理解するための重要な研究パラダイムとしての意義をもっているといえるのである。

こうした実験ゲーム研究の流れの中で，Pruitt (1967) や Messick & Mc-

1) 本論文をまとめるにあたって，キャリフォルニア大学（サンタ・バーバラ）の C. G. McClintock 教授および北海道大学行動科学科の真弓麻実子技官の御助力を得た。ここに記して謝意を表する次第である。

2) 実験ゲーム研究の一般的概観は，例えば，Rapoport & Orwant (1962)・戸田・中原 (1965)・Rapoport (1973)・Pruitt & Kimmel (1979) などを，また，とくに"囚人のジレンマ"に対しては，例えば，Rapoport & Chammach (1965)・Rapoport (1974)・Dawes (1980) などを参照されたい。

Clintock (1968) によってそれぞれ独立に提起された「分解型ゲーム」(decomposed game) とよばれる発想はいわゆる「社会性動機」(social motives) の評定の問題に関して意義をもつひとつのすぐれた研究パラダイムとみなされており，しかも，このパラダイムがいわゆる認知的枠組と密接に関係したものであるために，実験ゲームの認知的研究では，このパラダイムを用いた研究がかなり多く出現してきている。

本論文の目的は，ひとつの研究パラダイムとしての分解型ゲームがもっている論理的構造のうち，とくに行列ゲームとの関係に焦点をあてることによって，このパラダイムがどのような構造的側面をもち，どのような有効性をもつのか，そして，どのような限界をもっているか，さらに，この限界を破るためにはどのような方向に発想を変換したらよいかということを明らかにしようとすることにある。

基　礎　概　念

最初に，この分解型ゲームに対する基礎概念を与えておこう。

分解型ゲームとは，簡単にいえば，その利得構造が $n\times2$ 型の利得表で表現される２人非零和ゲームをさす。ここで n は各プレイヤーの選択肢数で，第１列の値はそのプレイヤーがその選択肢を選択したときに自ら獲得できる利得，すなわち「自己得点」(own gain) を示し，第２列の値はそのときにそのプレイヤーが相手に与える利得すなわち「相手得点」(other's gain) を示す。選択肢数 n は実際には２乃至３が用いられることが多い。また，通常は２人対称ゲームのかたちで用いられることがほとんどであるが，この場合，利得表は１種で，実験に際しては被験者には相手も同じ構造の利得表が与えられていると教示されることになる。$n=2$ の対称型の例を Table 1 に示す。

Table 1. Examples of decomposed games

	decomposed game A		decomposed game B		matrix game			
	own	other's	own	other's	I		II	
I	2.5	2.5	−10	15	5	5	−10	10
II	7.5	−12.5	−5	0	10	−10	−5	−5

この表に示されたゲームAの第1行は，そのプレイヤーが選択肢Iを選んだときは，相手が何を選択しようと，自己の得点として2.5を獲得でき，そのとき相手にも2.5の得点を与えるということを意味している。同様に，第2行は，選択肢IIを選んだときは自己得点が7.5で相手得点が −12.5 であることを示す。これに対し，ゲームBでは，選択肢Iを選べば自己得点が −10 で相手得点が15，また，選択肢IIを選べば自己得点が −5 で相手得点が0であることを示している。

ここで，この2個のゲームにおける“自己”を「行プレイヤー」(row player)，“相手”を「列プレイヤー」(column player)として通常の行列ゲームのかたちに表現しなおしてみよう。まず，ゲームAでは，行プレイヤーも列プレイヤーもともにIを選べば，行プレイヤーの得点は自己得点の2.5と列プレイヤーの相手得点の2.5との和5になる。このゲームは対称であるから列プレイヤーの得点も5であり，行列ゲームの細胞{I, I}の2個の利得すなわち利得対は(5, 5)のかたちで表現されることになる。同様に，両プレイヤーともIIを選べば，自己得点の7.5と相手から与えられる得点の −12.5 の合計 −5 が得点となるから，細胞{II, II}の利得対は(−5, −5)となる。もし，行プレイヤーがIを選び，列プレイヤーがIIを選んだ場合は，行プレイヤーの得点は自己得点の2.5と相手すなわち列プレイヤーから与えられる得点の −12.5 との合計 −10 となり，列プレイヤーの得点は，列プレイヤー自身の自己得点の7.5と行プレイヤーから与えられる得点の2.5の合計10となるから，細胞{I, II}の利得対は(−10, 10)である。細胞{II, I}の利得対は逆に(10, −10)になる。ここで表現しなおされた行列ゲームは表の右側に示されている“囚人のジレンマ”としてよく知られたゲームである。次にゲームBでは，細胞{I, I}は両プレイヤーとも自己得点の −10 と相手から得る得点の15とで合計はそれぞれ5となるから，その利得対はゲームAと同じく(5, 5)となる。同様に{II, II}の利得対は(−5, −5)となり，{I, II}に対しては(−10, 10)，{II, I}に対しては(10, −10)の利得対になって，結局，4細胞ともゲームAと全く同じ構造をもつ“囚人のジレンマ”となる。ゲームAとゲームBは一見かなり異なった構造をもったゲームのように見える。すなわち，ゲームA

では選択肢Iは両プレイヤーに平等な手で選択肢IIは自己に有利な手というように見え，一方，ゲームBではIもIIも自己に不利な手というように見えるが，利得行列の構造は全く同一になるという点が分解型ゲームの本質に関係したところである。このことは，逆にいえば，Table 1の右側に示されている“囚人のジレンマ”は左側に示されているゲームAにもゲームBにも，あるいはそれ以外のかたちにも分解して考えることができるということを意味しており，このように自己得点と相手得点というかたちに分解された形態で示されたものが分解型ゲームとよばれるゲームである。

分解型ゲームは，McClintock (1972) が指摘するように，被験者にとっては利得行列的構造がいわば表面的にはかくされたかたちで提示されるので，“被験者の注意は自分の行動の直接的結果に焦点があてられ，相互依存性に関する配慮は背景に退けられる”ことを意味する。このことは，各種の統制された分解型ゲームを用いることによって，被験者にその行列ゲームに対していろいろな認知のさせ方が可能であるということであり，換言すれば，ある行列ゲームを分解型ゲームに変換したかたちで認知させることによって，本来の行列ゲームに対する反応傾向を例えば望ましい方向に誘導することができる可能性も皆無ではないことを示唆するものである。この場合，認知の仕方の差異はいわば利得表という外的枠組の変化によって生じさせるというこ

Table 2. Six examples of the decomposed game (McClintock, 1972)

		own	other's	I		II	
D_{ojr}	I	8	2	10	10	11	8
	II	6	3	8	11	9	9
$D_{or(j)}$	I	8	2	10	10	12	8
	II	6	4	8	12	10	10
$D_{oj(r)}$	I	8	2	10	10	9	9
	II	7	1	9	9	8	8
$D^2_{or \cdot j}$	I	8	2	10	10	12	9
	II	7	4	9	12	11	11
$D^2_{oj \cdot r}$	I	8	2	10	10	8	9
	II	7	0	9	8	7	7
$D^2_{r \cdot j(o)}$	I	8	2	10	10	13	10
	II	8	5	10	13	13	13

とになる。認知の仕方の差異を規定する条件には，こうした外的枠組のほかに内的枠組すなわち社会性動機にからんだ問題もある。実は，分解型ゲームは，むしろこの社会性動機の評定に関してひとつの有力な側面をもつ。この点について簡単な例で説明しておこう。

いま，ここでは社会性動機を例えば“囚人のジレンマ”の2種の手に対応した「競争」(competition) と「協同」(cooperation) のほかにもうひとつ「個人主義」(individualism) を加えた3種に限って考えることにする。これらの社会性動機はゲーム事態では多くの社会性動機の中で一般に最も強く出現してくる可能性が高いと考えられている動機群である。Table 2 に示されている6個のゲームは McClintock (1972) が分解型ゲームの例として示したものである[3)]。第1列は Messick & McClintock (1968) が用いたゲームの性格を示す記号で，o, j, r の記号はそれぞれ“自己”(own)・“合計”(joint)・“相対”(relative) を示すが，これらはそれぞれ「個人主義」，「協同」，「競争」の各動機に対応する。記号の中で“・”の左側は被験者が選択肢 I を選んだときにその被験者がもっていると期待される社会性動機で右側は選択肢 II を選んだときの社会性動機である。“・”がない場合は全部左側ということである。( ) 内は I・II のいずれも選択される可能性をもつ動機を意味する。表の第2欄が分解型ゲームである。例えば5番目の分解型ゲームは，被験者が I を選べばその社会性動機は“協同”か“個人主義”かのいずれかで，逆に，II を選べば“競争”であったと判定できる構造をもつ。この表は，この種のゲームを組み合せれば，各社会性動機に対する評定が可能ではないかということを示唆している。表の最右欄は各分解型ゲームから再構築した利得行列を参考のために示したものである。

史　的　背　景

分解型ゲーム研究の端緒を作った Pruitt (1967) と Messick & McClintock (1968) の両研究をとくにその実験計画を中心に簡単に述べておこう。

---

3) Table 2 の4番目のゲームは原典に誤植があるので訂正した数値を示してある。原典著者も了承済である。

Pruitt は，通常の行列ゲームによる“囚人のジレンマ”の実験室的研究では，i) 被験者がたがいにコミュニケーションが許されていないこと，ii) 被験者は試しに反応して結果が思わしくなければやり直すという機会が与えられていないこと，iii) 被験者にしばしば非現実的な利得条件が与えられること，iv) 被験者間には協力的反応を生む社会的規範ができていないこと，などの理由で現実社会場面とかなり異なった場面が設定されていることを指摘しているが，さらに，報酬構造を現実場面に合わせてプレイヤーが知覚するようなかたちで提示すべきであると考えてこの分解型ゲームというパラダイムを考案した。この研究で彼が用いた実験条件は Table 3 に示されているような5種のゲームであった。ゲーム **I** は“囚人のジレンマ”(PD) の行列ゲームでゲーム **II**・**III**・**IV** は利得構造がこの行列ゲームと対応した分解型ゲーム (OPD) である。ゲーム **V** はゲーム **IV** の拡張型 (EDPD) でいわゆる協力・非協力の2選択肢間を段階的に変えた選択肢群を含むゲームである。被験者は男女50名で，2人ずつ同性が組み合わされ，各条件とも男女各5組ずつが割り当てられた。実験結果は，各ゲームが論理的には同一の利得構造をもつにもかかわらず，分解型ゲームでは協力の手を選択する比率が行列ゲームの場合とくらべてそれぞれかなり異なってくること，すなわち，ゲーム **III**・**IV** では協力反応の出現率がかなり高く，ゲーム **II** では逆に低くなったという。また，ゲーム **V** とゲーム **IV** を比較すると，ゲーム **V** の形式では性差が大きく女性では協力的反応，男性では非協力反応が多く，ゲームの種類と性差と

Table 3. Games used in Pruitt (1967)

	I		II	
[game I]				
I	12	12	0	18
II	18	0	6	6

	own	other's
[game II]		
I	6	6
II	12	−6
[game III]		
I	0	12
II	6	0
[game IV]		
I	−6	18
II	0	6
[game V]		
I	−6	18
II	−5	16
III	−4	14
IV	−3	12
V	−2	10
VI	−1	8
VII	0	6

の交互作用が大きかったこと，とくに，この傾向は試行の初期においてきわめて顕著であったことなども見出している。ところで，ここで重要なことはプレイヤーがその事態をどのように認知するかによって反応構造が変ってくるということである。すなわち，本質的には同一の利得構造でも，外的変数である分解の仕方を変えてプレイヤーに種々の認知構造をもたせることによって反応構造をかえさせることが可能であるということを示した点においてこの研究の意義は大きいといえるのである。

次に，Messick & McClintock の研究では，前節で述べた6種の分解型ゲームの課題が全体で80個（30 $D^2_{oj\cdot r}$，16 $D^2_{r\cdot j(o)}$，6 $D^2_{or\cdot j}$，16 $D_{oj(r)}$，6 D_{ojr}，6 $D_{or(j)}$）用意され，これがランダムに次々に2人ずつ組になった被験者に提示される形態が用いられている。実験条件は，相手に対する構えに関して2条件（協力者 partner か競争相手 opponent か），得点の提示方法に関して3条件（自己得点 own・得点和 joint・得点差 difference のいずれかの累積得点）でその組み合わせ計6種の実験群が構成され，各実験群に対して30名ずつ計180名の女子学生が被験者として参加した。すでに述べたように，自己得点 (o)・得点和 (j)・得点差 (r) の3種の得点規準を考えたとき，プレイヤーが準拠する得点規準はその社会性動機の種類によって異なり，プレイヤーが選択する選択肢はその準拠した得点規準に基づく得点の大小できまってくると予想される。したがって，実験結果に関しては，最初，協力者・得点和の実験群では得点和に関して優位な選択肢 (j) が，また，競争相手・得点差の実験群では得点差に関して優位な選択肢 (r) が出現しやすく，さらに，自己得点だけ提示される実験群では選択肢 (o) が，得点和だけ提示される実験群では選択肢 (j) が出現しやすいのではないかということが予想された。しかし，実際に得られた実験結果は，構えに関する要因にも提示方法に関する要因にも有意差が認められず，ゲームの種類による差とゲームと得点提示方法との交互作用に明らかな有意差が認められただけであったという。この交互作用が有意ということは，ゲームによってはこの累積得点の提示方法による差がきわめて大きく影響するということで，具体的にいえば，この実験では，得点差だけを示した条件の被験者はとくに $D_{oj(r)}$・$D_{oj(r)}$ に含まれるゲーム

群において協力反応を示すことが著しく少なかったという結果に対応している。原論文では，さらに実験結果の直接的考察のみならず，実験結果を数理模型を用いて説明することを試みているが，ここでは本題からはずれるので省略する。

さて，最初に出現した分解型ゲームの研究は以上のようなものであったが，その個々の実験結果はともかく，この分解型ゲームというパラダイムは，その後，社会性動機の評定の問題を考察したり，認知心理学的発想から実験ゲームを考察する場合にひとつの有力な武器になりうるとみなされるようになった。分解型ゲームの研究における方法論は，篠塚 (1984) も指摘するように，現在のところ，基本的には上記のふたつの研究の型のいずれかに沿ったものが多いといえる。すなわち，前者のように同一の分解型ゲームを何度もくり返して与え，試行の進行に伴う反応の変化傾向が分解型ゲームの種類によってどのように異なるかをみるという形態をとるものと，後者のように，多くの異なる分解型ゲームを次々に与えて社会性動機がどのように関係してくるかということをみるという形態をとるものとである。本論文は，分解型ゲームの論理的構造の考察が中心であるので各研究における実験結果の細部を紹介するいとまがないが，必要のむきは関係した諸文献を末尾に掲げておいたので参考にされたい[4)]。

基 本 構 造

ここで，分解型ゲームの構造的特性について考察を加えてみよう。すでに述べたように，分解型ゲームは行列ゲームと対応をもつ。一般に，両プレイヤーに $n\times 2$ 型の分解型ゲームが与えられたときは $n\times n$ 型行列ゲームが対応するが，ここでは最初に最も単純な 2×2 型で対応する行列ゲームが対称である分解型ゲームに話を絞って考えてみることにする。

Table 4 の左側の 2 欄は 2×2 型の分解型ゲームを表現したものである。

---

4) Psychological Abstracts 誌に対する検索 (1967–1983) はキー・ワードとして “decomposed” と “game” を用い，その両者を含むものとして検索された文献をすべて末尾の References に＊印をつけて載せた。現時点で入手ができないものもあるので，著者がそのすべてに目を通したわけではないことをお断りしておく。

Table 4. Decomposed game and the correspondent symmetric matrix game

	player X		player Y		symmetric matrix game			
	own	other's	own	other's	I		II	
I	x_1	y_1	$y_{1'}$	$x_{1'}$	a	a	b	c
II	x_2	y_2	$y_{2'}$	$x_{2'}$	c	b	d	d

左側がプレイヤーXで右側がプレイヤーYである。x_i $(i=1, 2)$ はプレイヤーXが選択肢 i を選んだときの自己得点で，y_i はそのときの相手得点である。y_i' はプレイヤーYが選択肢 i を選んだときの自己得点で x_i' は相手得点である。すなわち，x_i と x_i' はともにプレイヤーXの得点であり，同様に，y_i と y_i' はプレイヤーYの得点である。最右欄はこれに対応した2人対称行列ゲームであるとしよう。ここで a, b, c, d 間の大小関係は問わない。行列ゲームが対称という条件がついているので，利得行列の細胞 {I, II} と {II, I} は得点対がそれぞれ (b, c) と (c, b) というかたちで表現されていることに注意されたい。ところで，この分解型ゲームは対応した行列ゲームがこの場合は対称という条件がついているので，当然，

$$a = x_1+x_1' = y_1+y_1' \qquad c = x_2+x_1' = y_1+y_2'$$
$$b = x_1+x_2' = y_2+y_1' \qquad d = x_2+x_2' = y_2+y_2' \quad \text{\{Formulae 1\}}$$

の各式を満すかたちになっていなければならない。これから次のふたつの関係を導くことができる。すなわち，前式をそれぞれ移項すれば，

$$x_1-y_1' = y_1-x_1' \qquad x_1-y_1' = y_2-x_2'$$
$$x_2-y_2' = y_2-x_2' \qquad x_2-y_2' = y_1-x_1'$$

になるから，第2の関係として次式が得られる。すなわち，

$$x_1-y_1' = x_2-y_2' = y_1-x_1' = y_2-x_2' = \delta \qquad \text{\{Formula 2\}}$$

次に {Formulae 1} をちがったかたちで移行すれば，

$$x_1 = a-x_1' = b-x_2' \qquad y_1 = a-y_1' = c-y_2'$$
$$x_2 = d-x_2' = c-x_1' \qquad y_2 = d-y_2' = b-y_1'$$

$$x_1' = a - x_1 = c - x_2 \qquad y_1' = a - y_1 = b - y_2$$
$$x_2' = d - x_2 = b - x_1 \qquad y_2' = d - y_2 = c - y_1$$

になるが，これらの2式間の差をそれぞれとると，

$$x_1 - x_2 = a - c = b - d \qquad y_1 - y_2 = a - b = c - d$$
$$x_1' - x_2' = a - b = c - d \qquad y_1' - y_2' = a - c = b - d$$

となるので，これから，第3の関係として次式が得られる。すなわち，

$$a + d = b + c \qquad \text{\{Formula 3\}}$$

この3種の関係が意味していることをまとめていえば次のようなことになる。すなわち，

i) 2×2型分解型ゲームの利得表が与えられたとき，これに対応する2×2型行列ゲームは{Formulae 1}によっていつもつくることができること，そして，作られた2×2型対称行列ゲームの利得の水準数は a, b, c, d の数値間の水準数に従うこと，

ii) 2×2型分解型ゲームの利得表の数値が{Formula 2}を満足する限り，またそのときに限り，対応する2×2型行列ゲームは対称になること，

iii) {Formula 3}を満足しない2×2型対称行列ゲームに対しては対応する分解型ゲームを作ることは論理的に不可能なこと[5]，

iv) {Formula 3}を満足する2×2型対称行列ゲームに対しては{Formula 2}が満足されている限り，対応した2×2型対称分解型ゲーム ($\delta=0$) をいくつでも作ることができ，同様に，“自己と相手が対称になっていない2×2型非対称分解型ゲーム” ($\delta \neq 0$) さえもいくつでも作ることができること，

などである。

まず，i)に述べたこと，および，iv)に述べたことの例として，Table 1に示されている“囚人のジレンマ”に対する対称・非対称の分解型ゲームを作る一般手順を述べておこう。いま，x 群 (x_1, x_2, x_1', x_2' の4個の数値) と y 群 (y_1, y_2, y_1', y_2' の4個の数値) の中からそれぞれ任意の1個の値，例えば，x_1 の

5) 分解型ゲームに $a+d=b+c$ の制限がつくことは，すでにPruitt (1967) が最初から指摘している点である。

値とy_1'の値とをそれぞれ適当にきめる。この“囚人のジレンマ”の場合は，$a=5$, $b=-10$, $c=10$, $d=-5$で行列ゲームの方が先に与えられていて分解型ゲームが後から作られることになるが，分解型ゲームの8個の数値のうち，利得表の残り6個の数値は{Formulae 1}から一意に定まってしまう。自由に入れられる数値はx群の1個とy群の1個の合計2個だけである。$x_1=y_1'$とすれば，当然，対称分解型ゲームとなり，$x_1 \neq y_1'$ならば非対称となる。“囚人のジレンマ”という対称行列ゲームに対する“対称分解型”と“非対称分解型”の例を1個ずつTable 5に示しておく。

ところで，上記の4項のなかで最も重要なことはiii)に述べたことである。一般に，2人非零和ゲームで最も基本的といえる形態は利得水準が4種ある2×2型4水準対称2人非零和ゲームであろう。この型に入るゲームはRapoport & Guyer (1966)が示したように全部で12種あるが，そのうち4種がジレンマ・ゲーム(「殉教者」(martyr)・「搾取者」(exploiter)・「英雄」(hero)・「指導者」(leader) (Rapoport, 1967))とよばれているものである。ところで，著者はかつて社会性動機に関する「要求構造模型」(need-structure model)を構成するに際して，後述するように，細胞内の利得和に関する差異も考慮してたがいに構造的意味が異なる12種28個のゲーム群を用いたことがある(寺岡, 1981；1982 b；Teraoka, 1983)。この28個のゲームのうち，{Formula 3}を満しているゲームは4種各1個ずつ計4個のゲームしかない[6)]。この4種のゲームの中でいわば社会性動機論的に興味があるといえるジレンマ・ゲームは殉教者ゲームの特殊事態である“囚人のジレンマ”だけである。すなわち，極言すれば，2×2型4水準対称2人非零和行列ゲームを焦点におく限

6) Kelley & Thibaut (1978)の相互依存理論(theory of interpersonal dependence)の基盤をなす分析法は，きわめて簡単に表現すれば，利得行列の構造を分散分析模型のごとく行プレイヤー効果(自己得点を統制できる部分)・列プレイヤー効果(相手得点を統制できる部分)・交互作用効果(両プレイヤーの選択の組み合せによって変動する部分)の3要素に分解して考えようとするもので，これらはそれぞれBRC (birateral reflective control)・MFC (mutual fate control)・MBC (mutual behavior control)とよばれているが，この分析法によれば，分解型ゲームとは，BRC>MFCの場合もMFC>BRCの場合もありうるが，つねにMBC=0の構造をもつゲームであり，また，MBC=0であればつねに分解可能であることを示すことができる。要求構造模型と相互依存理論との関係は寺岡(1984)を参照されたい。

Table 5. Example of a symmetric and a non-symmetric decomposed games for the same "prisoner's dilemma" game

symmetric decomposed game

	player X own	player X other's	player Y own	player Y other's
I	5	0	5	0
II	10	−15	10	−15

non-symmetric decomposed game

	player X own	player X other's	player Y own	player Y other's
I	5	10	−5	0
II	10	−5	0	−15

り，分解型ゲームは"囚人のジレンマ"を研究対象としたときにだけ有効性をもちうるようなゲームであるといっても言いすぎではないことになる。しかも，注意しなければならないのは，{Formula 3} の制限である。"囚人のジレンマ"は格差細胞における利得和に関して，通常は $2B>A+D$ のゆるい条件だけが示されることが多いが，厳密には $2B>A+D>2C$ の条件がつく。この条件における関係は {Formula 3} が満されていれば必らず満されることを簡単に導くことができるが，{Formula 3} の制約条件の方が厳密に定義された"囚人のジレンマ"の制約条件よりもさらにきびしい条件である。よりくわしくいえば，格差細胞の利得和に関しては，上記の意味で厳密に定義された"囚人のジレンマ"でさえ，{Formula 3} に関して 3 種の関係，すなわち，i) $2B>A+D>B+C$, ii) $2B>A+D=B+C$, iii) $B+C>A+D>2C$ がある。このことは，殉教者ゲームはもとより，その特殊ケースである"囚人のジレンマ"でも対応した分解型ゲームを作ることができるものは限られてくるということである。Table 6 に対称でも非対称でも分解型ゲームを作ることが不可能な"囚人のジレンマ"の例をあげておく。この 3 ゲームはいずれも厳密に定義された"囚人のジレンマ"であることに注意されたい。

Table 6. Three examples of "prisoner's dilemma"

	I	II	I	II	I	II	I	II
I	B B	D A	5 5	−8 8	5 5	−7 8	5 5	−6 8
II	A D	C C	8 −8	−4 −4	8 −7	−4 −4	8 −6	−4 −4
decomposability	$A>B>C>D$ $2B>A+D>2C$		$B+C>A+D>2C$ (impossible)		$2B>A+D=B+C$ (possible)		$2B>A+D>B+C$ (impossible)	

“囚人のジレンマ”における反応誘導性

前節で考察したように，分解型ゲームが，2×2型対称ゲームではほとんど“囚人のジレンマ”に対してのみ，しかも，これも論理構造的にはいつでも適用できるわけではなくきわめて限られた構造をもった“囚人のジレンマ”ゲームに対してしか有効でないとするならば，分解型ゲームがもっているかもしれないふたつの側面のひとつである反応誘導性の問題も果して本当に可能かどうかという疑問が出てくる。そこで，本節ではこの問題を構造的観点から検討することにする。

“囚人のジレンマ”ゲームは，よく知られているように，「個人合理性」(individual rationality) と「集団合理性」(group rationality) の間の葛藤を形式化したといえる事態であって，ただ1回だけの選択の場合は，しばしば両プレイヤーの選択反応がいわゆる共貧細胞 {II, II} に落ちこむとが多いといわれる事態である。ここで，反応誘導性というのは，プレイヤーの事態に対する認知構造を分解型ゲームという外的枠組で変えることによっていわゆる共栄細胞 {I, I} の方に選択反応を誘導できる可能性のことをさす。“囚人のジレンマ”の利得行列の一般構造は Table 6 の左側に示されているものであるが，その構造的制約条件は，この場合，i) $A>B>C>D$，かつ，ii) $A+D=B+C$ である。ここで，プレイヤーとしては，その認知構造が分解型ゲームの特性が十分に生かされて分解型ゲームにおいてプレイヤーの注意が自己に与えられた利得表だけに完全に集中しているような模型的プレイヤーを想定することにする。また，この模型人がもっている社会性動機は「個人主義」，「競争」，「協同」の3種のいずれかであるとしよう。このプレイヤーが行プレイヤーであるとすれば，次のようになる。

まず，典型的な模型的個人主義に基づく反応は自己の得点だけに注意が集中し，相手得点や合計などには注意が向けられないことを意味するから，選択肢Iの反応を誘導するには，与えられる利得表において，次の条件 (postulate) を満していることが期待されよう。すなわち，

Postlate (ind)：$x_1>x_2$

ここで，{Formulae 1} から，例えば，$x_1=B-x'_1$ と $x_2=A-x'_1$ とが求められるから，両者の差をとると，$A>B$ の制約条件から，

$$x_1-x_2 = B-A<0$$

となり，要請されている条件を含む $x_1 \geqq x_2$ は成立しないこと，すなわち，このような利得表を作成することは論理的に不可能であることがわかる。換言すれば“分解型ゲームを用いて認知的枠組を変えさせることによって反応選択肢Ｉを選択させやすくすることは少なくとも個人主義的プレイヤーに対してはできない”ということである。次に，典型的な競争動機に基づく反応を考えてみよう。この場合は，プレイヤーは自己得点と相手得点との差だけに注意が集中することを意味するから，選択肢Ｉの反応を誘導するには，与えられた利得表において，

$$\text{Postulate (comp)}: x_1-y_1>x_2-y_2$$

を満していることが期待される。ここで，{Formulae 1} から，例えば，$x_1=B-x'_1$ と $y_1=B-y'_1$，および，$x_2=A-x'_1$ と $y_2=D-y'_1$ をそれぞれ求めて，条件の両辺の間の差 δ をとると，

$$\delta = (x_1-y_1)-(x_2-y_2) = D-A<0$$

となり，要請されている条件を含む $x_1-y_1 \geqq x_2-y_2$ の関係は論理的に成立させることができないことがわかる。したがって，競争動機に基づくプレイヤーに対しても選択肢Ｉをとりやすくする分解型ゲームを作ることはできないということになる。最後に，典型的な協同動機に基づくプレイヤーについて考えてみる。この場合，期待される条件は，

$$\text{Postulate (coop)}: x_1+y_1>x_2+y_2$$

となる。前出の x_1, y_1, x_2, y_2 から，x_1+y_1 および x_2+y_2 を求めて，その差 δ を求めれば，

$$\delta = (x_1+y_1)-(x_2+y_2) = B-C>0$$

となり，この条件はつねに成立する。しかし，動機が協同動機である限り，“囚人のジレンマ”を行列ゲームでそのまま提示しても恐らくは選択肢Ｉを

選ぶ可能性が高いことになるから，この種のプレイヤーに対して分解型ゲームが行列ゲームにくらべてとくに有効というわけではないように思われるのである。

このように考えてくると，分解型ゲームは，少なくとも“囚人のジレンマ”における反応誘導性という点に関しては，このままでは，論理構造上とくに有効ということは残念ながらいえないように思われるが，もしそうであるとするならば，分解型ゲームの残された効用は社会性動機の検出だけにあるか，あるいは，2×2型でないゲームに対して適用することにあるか，あるいは，さらに高い水準からの新らしい発想が必要かということになろう。社会性動機の検出の効用については，すでにいくつかの研究で示唆されており，その限りでは有効性が認められているので，本論文では，次に分解型ゲームの一般的構造について考察し，2×2型でないゲームに対する適用の可能性をさぐる基礎を与えたいと思う。

一　般　構　造

以上の考察で，分解型ゲームがさらに高い水準からの新らしいパラダイムを開拓するのでない限り，従来どおりの2×2型の基本的形態にだけ固執していても方法論的発展は望めないことがわかったので，本節では分解型ゲームの形態を保存したままで $n \times m$ 型の方向へ発展させる基盤を与えるために，分解型ゲームと行列ゲームとの一般関係について考えてみたいと思う。

Table 7 の上側の図はプレイヤーXに与えられる $n \times 2$ 型とプレイヤーY

Table 7. General form of the decomposed game and the correspondent matrix game

decomposed game

	player X own	player X other's		player Y own	player Y other's
I	x_1	y_1	I	y'_1	x'_1
II	x_2	y_2	II	y'_2	x'_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	x_i	y_i		y'_j	x'_j
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
(n)	x_n	y_n	(m)	y'_m	x'_m

matrix game

	player Y I……………………(m)
player X	
I	$a_{11}\ b_{11} \cdots a_{1j}\ b_{1j} \cdots a_{1m}\ b_{1m}$
⋮	⋮
	$a_{i1}\ b_{i1} \cdots a_{ij}\ b_{ij} \cdots a_{im}\ b_{im}$
⋮	⋮
(n)	$a_{n1}\ b_{n1} \cdots a_{nj}\ b_{nj} \cdots a_{nm}\ b_{nm}$

に与えられる $m\times 2$ 型の分解型ゲームをそれぞれ示したものであるとする。記号 i $(i=1,\cdots,n)$ はプレイヤーXに関する選択肢で j $(j=1,\cdots,m)$ はプレイヤーYに関する選択肢である。x_i (または y_i') はX(Y)が選択肢 i (j) を選んだときの自己得点で，そのときY(X)が選択肢 $j(i)$ を選択していればX(Y)はY(X)の相手得点 x_j' (y_i) も自己の利得として加えることができるという点は前記のとおりである。この場合，両プレイヤーの選択肢数が異なるから行列ゲームは $n\times m$ 型である。プレイヤーXが選択肢 i をとり，プレイヤーYが選択肢 j をとったときのXの利得は a_{ij} でYの利得は b_{ij} で示されている。

ここで a_{ij} および b_{ij} は，分解型ゲームの定義により，当然，

$$a_{ij} = x_i + x_j'$$
$$b_{ij} = y_i + y_j' \qquad \text{\{Formulae 4\}}$$

となる。この {Formulae 4} は前々節の {Formulae 1} の一般形である。これから，分解型ゲームの利得表の数値を右辺にもってくるように移項すれば，

$$x_i = a_{ij} - x_j' \qquad x_j' = a_{ij} - x_i$$
$$y_i = b_{ij} - y_j \qquad y_j' = b_{ij} - y_i$$

が得られる。ここで，例えば x_i について i とは別の選択肢 ν $(\nu=1,\cdots,n)$ を考え，そのときの x_i を x_ν で示すことにして両者の差をとると，

$$x_i - x_\nu = a_{ij} - a_{\nu j}$$

が得られる。この式の意味は，例えば $i=1$ で $\nu=2$ とすると，

$$x_1 - x_2 = a_{11} - a_{21} = a_{12} - a_{22} = \cdots = a_{1m} - a_{2m}$$

になって，利得行列の第1行の a_{ij} と第2行の a_{ij} との差はいずれの j に対しても等しいということを示している。この関係は a_{ij} のどの行に関しても成立するから，ふたつの行の間の a_{ij} の差はどの列に対しても等しい。同様に，この関係は b_{ij} のふたつの行の間の差に関しても成立する。また，j とは別の選択肢 μ $(\mu=1,\cdots,m)$ を考えたときの x_j' を x_μ' で，また，そのときの y_j' を y_μ' でそれぞれ示せば，a_{ij} および b_{ij} の任意のふたつの列に関しても同様な関係，すなわち，ふたつの列の間の a_{ij} の差および b_{ij} の差はどの行に対

しても等しいという関係が成立する。これらを式で示せば次のように表現できる。

$$x_i - x_\nu = a_{ij} - a_{\nu j} \qquad x'_j - x'_\mu = a_{ij} - a_{i\mu}$$

$$y_i - y_\nu = b_{ij} - b_{\nu j} \qquad y'_j - y'_\mu = b_{ij} - b_{i\mu} \qquad \text{\{Formulae 5\}}$$

この {Formulae 5} は {Formula 3} の一般形であり，分解型ゲームに対応する行列ゲームはつねにこの関係を満している。もし，選択肢数が等しくて $m=n$ であり，かつ，行列ゲームが対称であれば，

$$a_{ij} = b_{ji} \qquad (i, j=1, \cdots, n)$$

であるから，

$$a_{ij} = x_i + x'_j = y_j + y'_i = b_{ji}$$

となり，

$$x_i - y'_i = y_j - x'_j = \delta \qquad \text{\{Formula 6\}}$$

が導かれる。この {Formula 6} は {Formula 2} の一般形であるが，この式の意味は，結局，分解型ゲームの利得表ですべての選択肢について両プレイヤーの自己得点同志の間の差と相手得点同志の差とがつねに一定に保たれているということで，この {Formula 6} が満されれば，また，そのときに限り，対応する行列ゲームは対称になり，もし，$\delta=0$ であれば，その分解型ゲームも対称になるということを意味している。構造的理解を助ける意味で，Table 8 に $n \times m$ 型利得行列に対応した選択肢数が異なる非対称の分解型ゲームの例をあげておく。ただし，このゲームは実験ゲームとしてとくに意味をもったものではない。

Table 8. Example of decomposed game for a non-symmetric matrix game

	player X		player Y		non-symmetric matrix game					
	own	other's	own	other's	I		II		III	
I	10	5	10	0	10	15	25	5	15	0
II	6	6	0	15	6	16	21	6	11	1
III	0	−10	−5	5	0	0	15	−10	5	−15
IV	−5	10	—	—	−5	20	10	10	0	5

要求構造模型と $n\times2$ 型分解型ゲーム

前節の考察で $n\times m$ 型の分解型ゲームの構造がわかったが，本節では，その新らしい方向を模索する意味で，前に触れた著者の「要求構造模型」(寺岡，1981；Teraoka, 1983) を題材としてこの分解型ゲームの発想をこれに結合することによって，社会性動機に対する検出法としてすでに一応完成している「IF-THEN 法」(IF-THEN method) (寺岡，1982 a, 1982 b；Teraoka, 1983) とは別のかたちの検出法の基盤を提起してみたいと思う。ただし，ここで提起されるのはたんなる基盤的発想にすぎないのであって，これが最終的な検査法などを意味するものではないことをあらかじめ付言しておく。

さて，要求構造模型とは大要次のようなものである。すなわち，2×2 型対称非零和2人行列ゲームを考えたとき，利得行列の各細胞の利得から自己得点に関する行列 (行列 A)，相手得点に関する行列 (行列 B)，および，合計得点に関する行列 (行列 S) と格差得点に関する行列 (行列 D) の4種の利得行列を作り，各利得行列における利得の上昇方向 (記号：＋) と下降方向 (記号：－) (格差行列に関しては0への方向 (記号：0) も加える) を考え，これがそれぞれ社会性動機に対応した規範的反応傾向と仮定して，全体で9種の規範的社会性動機を構成する。この社会性動機に対しては原論文ではそれぞれ「要求」(need) という用語が使われている。すなわち，「個人主義」(individualism) (原論文では単利要求 individual profit) (A^+)・「協力」(cooperation) (原：共栄要求 mutual prosperity) (S^+)・「利他主義」(altruism) (原：献身要求 selfless devotion) (B^+)・「殉教」(martyrdom) (原：卑下要求 servile humility) (D^-)・「マゾヒズム」(masochism) (原：自虐要求 self abnegation) (A^-)・「サドマゾヒズム」(sadomasochism) (原：共倒要求 mutual collapse) (S^-)・「攻撃」(aggression) (原：加害要求 aggressive assault) (B^-)・「競争」(competition) (原：優越要求 single domination) (D^+)・「平等主義」(equalitarianism) (原：平等要求 mutual equalization) (D^0) である。対応する用語は全く同一内容を示しており，表現だけの問題であるので，ここでは分解型ゲームの文献によく現われる用語に合わせた記述をしておく。ところで，著者の研究の方向は，こ

の9種の社会性動機の2人間のすべての組み合せ45種を考え，これをそれぞれ「要求系」(need-system) とよび，各要求系における論理的な意味での最終選択状態が分析の対象としたそのゲームではどのようになるかをグラフを用いて調べることから始まる。これを「グラフ分析」(graphical analysis) とよんでいるが，これは後で触れる。ここで，分析の対象としたゲームとしては，前に触れたように，4水準の2×2型対称非零和ゲーム全12種について細胞内の利得和のちがいに由来する構造的差異も加味して全部で28個の具体的ゲームが用いられている。選択の最終状態に対する考察から各要求がもつ「機能」(function) (例えば，最大和指向型・最大最小両面指向型など9種) が各ゲームごとに調べられ，この機能間の全ゲームを対象としたときの一致性から求められる要求間の類似性の大小関係から論理的構造として構成されたものが要求構造模型である。すなわち，この模型は9種の社会性動機間の類似性に関する論理構造的特性を表現したものである。この要求構造模型によれば，9種の規範的社会性動機は平等主義 (D^0) を除いた8種の社会性動機群が先に示したような順序で循環したかたちになり，平等主義はその中央に位置する構造になる。なお，前出の IF-THEN 法というのは，こうした要求模型を背景として構成された1種の検査法で，具体的には，30個の2×2型行列ゲームに対する被験者の反応から，その社会性動機を9種の要求成分の比率というかたちで検出し，かつ，その反応の信頼性を求めることができるようにした技法をさす。

さて，話をもとにもどすと，Table 9 はひとつの9×2の分解型ゲームを示したものであるが，この分解型ゲームの構造は，この1個の分解型ゲームに対する1個の反応だけで9種の社会性動機のいずれであるかを検出できてしまうかたちになっている。すなわち，最右欄に示されているように，選択肢 I を選んだ反応なら個人主義的反応であり，選択肢 IX に対する反応なら平等主義的反応となる。もちろん，1個だけの反応だけでその被験者の社会性動機を判定してしまうことは実際上の検査法としてはあまりにも不安定なものといえよう。しかし，この分解型ゲームを行列ゲームに変換すると Table 10 のような9×9の利得行列になり，これを被験者に提示したとしても，実際

Table 9. Decomposed game of 9×2 type for the nine sociai motives

alter-native	decomposed game own	decomposed game other's	structure sum	structure diff.	correspondent social mative
I	9	5	14	4	A+ (individualism)
II	1	5	6	−4	A− (masochism)
III	5	9	14	−4	B+ (altruism)
IV	5	1	6	4	B− (aggression)
V	7	8	15	−1	S+ (cooperation)
VI	3	2	5	1	S− (sadomasochism)
VII	8	3	11	5	D+ (competition)
VIII	2	7	9	−5	D− (martyrdom)
IX	5	5	10	0	D^0 (equalitarianism)

Table 10. Payoff matrix of 9×9 type constructed from the decomposed game as shown in Table 9

	I (A+)	II (A−)	III (B+)	IV (B−)	V (S+)	VI (S−)	VII (D+)	VIII (D−)	IX (D^0)
I (A+)	14 14	14 6	18 10	10 10	17 12	11 8	12 13	16 7	14 10
II (A−)	6 14	6 6	10 10	2 10	9 12	3 8	4 13	8 7	6 10
III (B+)	10 18	10 10	14 14	6 14	13 16	7 12	8 17	12 11	10 14
IV (B−)	10 10	10 2	14 6	6 6	13 8	7 4	8 9	12 3	10 6
V (S+)	12 17	12 9	16 13	8 13	15 15	9 11	10 16	14 10	12 13
VI (S−)	8 11	8 3	12 7	4 7	11 9	5 5	6 10	10 4	8 7
VII (D+)	13 12	13 4	17 8	9 8	16 10	10 6	11 11	15 5	13 8
VIII (D−)	7 16	7 8	11 12	3 12	10 14	4 10	5 15	9 9	7 12
IX (D^0)	10 14	10 6	14 10	6 10	13 12	7 8	8 13	12 7	10 10

上，被験者がこの利得行列に含まれている情報を処理できるかどうか疑問である。分解型ゲームなら，これを9×2型に縮小させてしまうことができ，1課題がこの程度ならおそらく実用上の問題として差し支えないと思われる。その意味において，こうした発想を基盤として分解型ゲームによる新たな検出法を構成していくことも可能ではないかと考えられるのである。

合成的分解型ゲーム

反応誘導性に関する節で，従来の分解型ゲームのパラダイムでは“囚人の

ジレンマ”においてプレイヤーの反応を共栄細胞の方へ誘導することはできないと述べたが，本節では，「合成的分解型ゲーム」(composite decomposed game) という新らしいパラダイムを導入することによって，この問題を解決する方法を探索してみたいと思う。

Table 11. Composite decomposed game

	player X				player Y			
	other (Y)				other (X)			
	I		II		I		II	
	own	other's	own	other's	own	other's	own	other's
I	x_{11}	y_{11}	x_{12}	y_{12}	y'_{11}	x'_{11}	y'_{12}	x'_{12}
II	x_{21}	y_{21}	x_{22}	y_{22}	y'_{21}	x'_{21}	y'_{22}	x'_{22}

すでに述べたように，“囚人のジレンマ”は，一般的には，利得行列内の得点が $A>B>C>D$ かつ $2B>A+D>2C$ の条件を満すゲームであった。ここで提起する合成的分解型ゲームとは，Table 11 に示されているようなものである。表の左側はプレイヤーX，右側はプレイヤーYの合成的分解型ゲームをそれぞれ示すが，このパラダイムでは，両プレイヤーとも，相手プレイヤーが選んだ手によって自己得点と相手得点がちがう値になるようになっている。すなわち，プレイヤーXでいえば，自分が選択肢Iを選んだ場合，相手(プレイヤーY)が選択肢Iを選んだときは，自己得点が x_{11} で相手得点が y_{11} になり，相手が選択肢IIを選んだときは，自己得点が x_{12} で相手得点が y_{12} になることを示す。同様に，自分が選択肢IIを選んだ場合，相手がIを選んだときは自己得点が x_{21} で相手得点が y_{21} となり，相手がIIを選んだときは，自己得点が x_{22} で相手得点が y_{22} になるということを示している。プレイヤーYについても同様である。この場合，分解型ゲームの定義と“囚人のジレンマ”の構造から，

$$A = x_{21}+x'_{12} = y_{12}+y'_{21}$$

$$B = x_{11}+x'_{11} = y_{11}+y'_{11}$$

$$C = x_{22}+x'_{22} = y_{22}+y'_{22}$$

$$D = x_{12} + x'_{21} = y_{21} + y'_{12} \qquad \{\text{Formulae 7}\}$$

の関係が成立する。ここで，もし，

$$x_{11} = x_{12},\ y_{11} = y_{12},\ x_{21} = x_{22},\ y_{21} = y_{22}\ \text{(player X)}$$

かつ，

$$x'_{11} = x'_{12},\ y'_{11} = y'_{12},\ x'_{21} = x'_{22},\ y'_{21} = y'_{22}\ \text{(player Y)}\ \{\text{Formulae 8}\}$$

であれば，相手プレイヤーの手による利得表上のちがいはなくなるから，2×2型非対称分解型ゲームとなり，さらに，

$$x_{11} = y'_{11},\ y_{11} = x'_{11},\ x_{21} = y'_{21},\ x_{22} = y'_{22}$$

の条件が付加されれば，最も基本的な2×2型対称分解型ゲームになることは自明であろう。以後，従来の分解型ゲームを対称・非対称とも「単純分解型ゲーム」(simple decomposed game) とよぶことにする。

さて，ここでの合成的分解型ゲームを用いて反応誘導性の問題を考えてみることにする。プレイヤーXの社会性動機が個人主義・競争・協力のうちのいずれかであるとすれば，プレイヤーXに対して選択肢Iを選ばしめるためには，プレイヤーXに対する利得表が次の条件を満していることが期待される。すなわち，

Postulate (ind)　:　$x_{11} > x_{21}$，かつ，$x_{12} > x_{22}$
Postulate (comp):　$x_{11} > y_{11}$，$x_{21} < y_{21}$，かつ，$x_{12} > y_{12}$，$x_{22} < y_{22}$
Postulate (coop)　:　$x_{11} + y_{11} > x_{21} + y_{21}$，かつ，$x_{12} + y_{12} > x_{22} + y_{22}$.

これらを同時に満すための条件は，プレイヤーXの利得表における各値が，

$$x_{11} > y_{21} > x_{21}$$
$$x_{11} > y_{11} > y_{21} - (x_{11} - x_{21})$$
$$x_{12} > y_{12} > x_{22}$$
$$x_{12} > y_{12} > y_{22} - (x_{12} - x_{22}) \qquad \{\text{Formulae 9}\}$$

でなければならない。ここでは，プレイヤーXに選択肢Iを選ばせる条件を調べたいので，プレイヤーXだけには通常の2×2型単純分解型ゲームが与えられる場合，すなわち，{Formulae 8} の上段の条件，

$$x_{11} = x_{12},\ y_{11} = y_{12},\ x_{21} = x_{22},\ y_{21} = y_{22}$$

だけが満されている場合を考え，このときのプレイヤーYの利得表がどのような制限を受けるかを考えてみることにしよう。上記の条件から，当然，プレイヤーXの利得表は2×2型の単純な分解型ゲームになり，これの制約条件は，{Formulae 9} の最初の2式のみで足りることになる。ところで，この場合，両プレイヤーの利得表は，{Formulae 7} から，

$$A = x_{21} + x'_{12} = y_{21} + y'_{12}$$
$$B = x_{11} + x'_{11} = y_{11} + y'_{11}$$
$$C = x_{21} + x'_{22} = y_{21} + y'_{22}$$
$$D = x_{11} + x'_{21} = y_{21} + y'_{12}$$

を満すことになるので，プレイヤーYの利得表の各数値は，

$$\begin{aligned} x'_{11} &= B - x_{11} & y'_{11} &= B - y_{11} \\ x'_{12} &= A - x_{21} & y'_{12} &= D - y_{21} \\ x'_{21} &= D - x_{11} & y'_{21} &= A - y_{11} \\ x'_{22} &= C - x_{21} & y'_{22} &= C - y_{21} \end{aligned} \qquad \text{\{Formulae 10\}}$$

でなければならないことになる。Table 12 の上段に両プレイヤーの分解型

Table 12. Examples of composite desomposed game

	player X		player Y				prisoner's dilemma			
			other (X)							
			I		II		I		II	
	own	other's	own	other's	own	other's				
I	10	0	5	−5	−13	6	5	5	−8	8
II	2	5	8	−18	−9	−6	8	−8	−4	−4

	player X		player Y				chicken game			
			other (X)							
			I		II		I		II	
	own	other's	own	other's	own	other's				
I	10	0	1	−9	−15	8	1	1	−10	10
II	2	5	10	−20	−105	−102	10	−10	−100	−100

ゲームの例が示され，この両プレイヤーの分解型ゲームから再構成される行列ゲームは表の右側に示されているが，これは Table 6 の左側の“囚人のジレンマ”にほかならない。この“囚人のジレンマ”は通常の単純分解型ゲームを構成することが論理的に不可能なゲームであったことを想起されたい。すなわち，合成的分解型ゲームのパラダイムを用いれば，いかなる“囚人のジレンマ”に対しても分解型ゲームをいくつでも構成することが可能なのである。ここで，プレイヤーXにプレイヤーYの利得表に関する情報を与えたとしても，プレイヤーXの注意が自己の利得表だけに集中しているという仮定を採用するならば，プレイヤーXは前記3種の社会性動機のいずれをもっていたとしても，論理的には必らずIを選択する構造になっている。したがって，プレイヤーYがこの情報をもっているとすれば自己の利得表の左半分だけに注意を向ければよいことになろう。プレイヤーYの社会性動機が上記3種のうち“協力”でない限り，いわば近視眼的見地からはYは選択肢IIを選ぶことになるが，プレイヤーYの社会性動機が何であれ，いわゆる長期的展望に立って，共栄細胞 {I, I} の実現を望むとするならば，いわば“安心して”選択肢Iを選べばよいことになる。このことは，端的にいえば次のようなことを意味する。すなわち，プレイヤーYは事態の利得構造が“囚人のジレンマ”であることを知っているがプレイヤーXは知らないという場合，プレイヤーYが共栄細胞 {I, I} の実現を強く願う場合には，事態構造が Table 11 のようになるようにプレイヤーXになんらかの手段で認知させることによって共栄細胞 {I, I} の実現をはかることができるということである。換言すれば，あるプレイヤーが主導性をもって分解型ゲーム的な認知的枠組を相手に対して操作することが可能な場合には，いかなる“囚人のジレンマ”事態でも，このプレイヤーが望みさえすれば，共栄細胞 {I, I} の実現が論理的には可能であるということを示唆していることになる。これが具体的社会や実験的場面でどのようなことを意味しているかということはここでは問わないが，以上のことは，このような合成的分解型ゲームのパラダイムを用いれば先に述べた反応誘導性の問題は解決するということを原理的に示していることになろう。

プレイヤーXに対しては基本的な単純分解型ゲームしか与えられていないが，プレイヤーYには合成的分解型ゲームの構成が許されるという事態であれば，例えば，Table 4 に示された2×2型2人対称ゲームでは，Table 11 の合成的分解型の利得表の値の構造は，

$$a = x_{11}+x'_{11} = y_{11}+y'_{11}$$
$$b = x_{11}+x'_{21} = y_{21}+y'_{12}$$
$$c = x_{21}+x'_{12} = y_{11}+y'_{21}$$
$$d = x_{21}+x'_{22} = y_{21}+y'_{22}$$

となり，これから，

$$\begin{array}{ll} x'_{11} = a-x_{11} & y'_{11} = a-y_{11} \\ x'_{12} = c-x_{21} & y'_{12} = b-y_{21} \\ x'_{21} = b-x_{11} & y'_{21} = c-y_{11} \\ x'_{22} = d-x_{21} & y'_{22} = d-y_{21} \end{array} \qquad \{\text{Formulae 11}\}$$

が導かれるので，最初に行列ゲームが与えられた条件下ではプレイヤーXの単純分解型ゲームを任意に作成しさえすれば，プレイヤーYの合成的分解型ゲームの方は {Formulae 11} から簡単に構成することができることになる。この場合，

$$a+d = (x_{11}+x_{21})+(x'_{11}+x'_{22}) = (y_{11}+y_{21})+(y'_{11}+y'_{22})$$
$$b+c = (x_{11}+x_{21})+(x'_{12}+x'_{21}) = (y_{11}+y_{21})+(y'_{12}+y'_{21})$$

であるから，$a+d=b+c$ という {Formula 3} の制約条件はもはや消滅している。すなわち，合成的分解型ゲームを少なくとも一方のプレイヤーに用いることができる限り，すべての2×2型2人対称ゲームに分解型ゲームを構成することができるようになるのである。Table 12 の下段に単純分解型ゲームでは構成不可能だった“チキン・ゲーム” (chicken game) に対する合成的分解型ゲームの例を示しておく。

グラフ分析と合成的分解型ゲーム

著者が提起した要求構造模型の出発点は前に触れたようにグラフ分析とよぶ技法であるが，前節で述べた合成的分解型ゲームのパラダイムを導入する

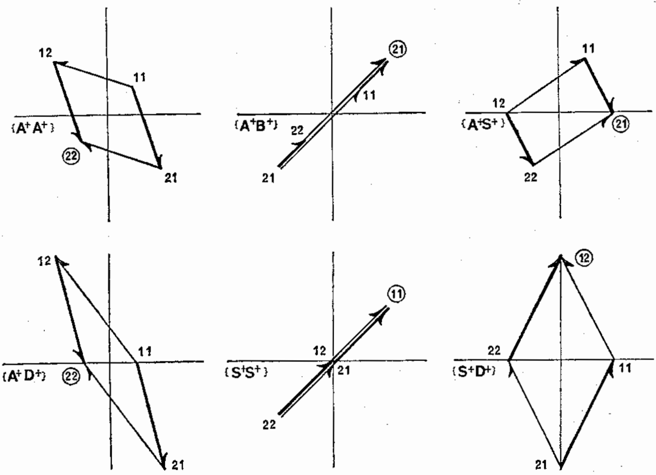
ことによって，このグラフ分析と分解型ゲームの間の論理的関係をはじめて明らかにすることができる。本節では，合成的分解型ゲームのパラダイムのひとつの効用を示す意味において，両者の間の論理的関係について述べてみたいと思う。

ここでいうグラフ分析とは具体的には次のようなものである。すでに述べたように，2×2型2人非零和利得行列から各細胞内には利得が1個だけの2×2型の4個の行列 (A・B・S・D) が導かれるが，各要求系ごとに1個の行列の利得をX軸に他の1個の行列の利得をY軸にプロットすると4個の点の座標がきまり，この4点を結ぶとひとつの四辺形ができる。例えば，Table 1の“囚人のジレンマ”を例にすれば，要求系 $\{A^+A^+\}$ であれば，4点の座標はそれぞれ (5, 5), (−10, 10), (10, −10), (−5, −5) である。要求系 $\{A^+D^+\}$ であれば，(5, 0), (−10, −20), (10, 20), (−5, 0), 要求系 $\{S^+D^+\}$ であれば，(10, 0), (5, −20), (0, 20), (−10, 0) である。社会性動機の上昇傾向・下降傾向を矢印で示せば，Table 13 の右側の図のようなグラフが得られ，矢印の「衝突点」(collision point) がある場合は，これが最終選択状態として吸収される細胞になる。ここでは，分解型ゲームの構造が主題で矢印の方向は直接関係がないので，グラフ分析による結果の詳細は述べないが，グラフ分析における座標と分解型ゲームの利得表との間に次のような関係があることがわかる。

いま，Table 1 の“囚人のジレンマ”を合成的分解型ゲームで示せば，例えば，Table 13 のような種々の合成的分解型ゲームが構成できる。最左端の記号は対応する要求系である。ここでは6個しか示されてないが，グラフ分析では1個の行列ゲームに対して全要求系に関するグラフを描くので，これに準拠すれば，1個の行列ゲームに対して45個の合成的分解型ゲームが構成されることになる。ここで，Table 13 の合成的分解型ゲームの利得表内の数値をみて頂きたい。これはひとつの規則に基づいて構成された分解型ゲームである。すなわち，要求系 $\{A^+A^+\}$ では，両プレイヤーとも自己得点がA行列の得点そのもので，相手得点が全部0になり，しかも，対称の合成的分解型ゲームになっている。要求系 $\{A^+B^+\}$ では，社会性動機 A^+ をもっ

Table 13. Graphical analysis and composite decomposed game

	player X				player Y				graph			
need-system	other (Y)				other (X)							
	I		II		I		II		I		II	
	own	other's	own	other's	own	other's	own	other's				
I	x_{11}	y_{11}	x_{12}	y_{12}	y'_{11}	x'_{11}	y'_{12}	x'_{12}	x_{11}	y'_{11}	x_{12}	y'_{21}
II	x_{21}	y_{21}	x_{22}	y_{22}	y'_{21}	x'_{21}	y'_{22}	x'_{22}	x_{21}	y'_{12}	x_{22}	y'_{22}
{A+ A+}												
I	5	0	−10	0	5	0	−10	0	5	5	−10	10
II	10	0	−5	0	10	0	−5	0	10	−10	−5	−5
{A+ B+}												
I	5	0	−10	20	5	0	10	0	5	5	−10	−10
II	10	−20	−5	0	−10	0	−5	0	10	10	−5	−5
{A+ S+}												
I	5	−5	−10	10	10	0	0	0	5	10	−10	0
II	10	−10	−5	5	0	0	−10	0	10	0	−5	−10
{A+ D+}												
I	5	5	−10	−10	0	0	−20	0	5	0	−10	20
II	10	10	−5	−5	20	0	0	0	10	−20	−5	0
{S+ S+}												
I	10	−5	0	10	10	−5	0	10	10	10	0	0
II	0	−10	−10	5	0	−10	−10	5	0	0	−10	−10
{S+ D+}												
I	10	5	0	−10	0	−5	−20	10	10	0	0	20
II	0	10	−10	−5	20	−10	0	5	0	−20	−10	0



たプレイヤーXの自己得点はA行列の得点そのものであるのと同様に，社会性動機B^+をもったプレイヤーYの自己得点はB行列の得点そのものである。この場合，プレイヤーXの相手得点はプレイヤーYの自己得点が与えられた条件下で求められるもので，プレイヤーYの相手得点は逆にプレイヤーXの自己得点が与えられた条件下で求められるものである。すなわち，プレイヤーXが社会性動機A^+をもっている場合は，プレイヤーYの相手得点はYがどのような社会性動機をもっていても (0, 0, 0, 0) であり，プレイヤーXが社会性動機B^+をもっている場合は，プレイヤーYの相手得点はこの“囚人のジレンマ”ではつねに (0, 20, −20, 0) となる。もし，プレイヤーの社会性動機がS^+である場合は，相手プレイヤーの相手得点はつねに (−5, 10, −10, 5) となりD^+の場合は，{5, −10, 10, −5} となる。両プレイヤーが同一の社会性動機をもつ場合は対称分解型ゲームとなり，異なる場合は非対称分解型ゲームとなる。表の要求系 {S^+ S^+} {S^+ D^+} はこの例をひとつずつ示したものである。

さて，ここで提起されている模型的社会性動機の定義によれば，そのプレイヤーが反応の規準として関心をもつべき得点はこの分解型ゲームの利得表の自己得点だけで相手得点はなんであっても無視されることになる。ここで設定された9種の社会性動機は行列ゲームに対する模型的動機であって，もし，分解型ゲームにおける相手得点にも注意が向けられるという仮定が必要であれば，当然，さらに複雑な別の模型を構成することが必要となろう。したがって，“利得行列内の相手プレイヤーの得点は無視しないが分解型ゲームにおける相手得点はすべて無視する”という上記の仮定から，各プレイヤーにそれぞれ関連している得点，すなわち，各プレイヤーの自己得点だけを抽出したものがグラフ分析における点のX軸とY軸の座標ということになる。換言すれば，グラフ分析とは，分解型ゲームという視点からみれば，“両プレイヤーの各社会性動機に応じた認知構造的枠組としての合成的分解型ゲームにおいて各プレイヤーの認知の仕方に直接関連したエッセンスだけを抽出して構成された有向グラフを用いて最終選択状態を求めようとする技法”であったということになる。

合成ゲーム

前節までに述べてきた合成的分解型ゲームはすべて2×2型であったが，これは構造的には，$n\times m$ 型まで拡張することができる。この場合，これまでの合成的分解型ゲームの利得表の表現法を踏襲すればプレイヤーXの分解型ゲームは $n\times m$ 型でプレイヤーYの分解型ゲームは $m\times n$ 型となり，これが合成されて，結局，$n\times m$ 型のひとつの行列ゲームにおける利得行列ができあがることになる。ところで，各プレイヤーの合成的分解型ゲームの利得表内の数値は，それぞれの選択肢の組み合わせに伴うそれぞれの自己得点と相手得点というかたちで表現されてきた。この表現は，とりもなおさず，各合成的分解型ゲームがそれぞれひとつの利得行列を表現しているということと全く同じであるということに留意して頂きたい。ということは，分解型ゲームという概念を離れて，ふたつの利得行列を合成して全く別のひとつの利得行列を作ることが可能であるということを意味している。

いま，ふたつの異なった $n\times m$ 型非零和の行列ゲームAとBとがあるとしよう。このふたつのゲームはすでに分解型ゲームではないし，結局同じことであるので，通常の行列ゲームにおける表現，すなわち，行プレイヤーはつねにプレイヤーXで列プレイヤーはプレイヤーYとし，利得行列の細胞内の得点対の左の数値はつねにプレイヤーXの利得（Xの自己得点とYの相手得点），右の数値はプレイヤーYの利得（Xの相手得点とYの自己得点）を示す記法を用いることにする。ここで，ゲームAの利得行列の細胞内得点対をすべて (a, a') で示し，ゲームBの利得行列の細胞内得点対をすべて (b, b') で示すことにする。このふたつのゲームを合成した結果として構成されるゲームをCで示し，その細胞内得点対を (c, c') で示したとき，このゲームCをゲームAとゲームBに対する「合成ゲーム」(composite game) とよぶことにする。ゲームCはゲームAとゲームBがともに $n\times m$ の利得行列をもつ限り，つねに合成可能であり，$c_{ij}=a_{ij}+b_{ij}$，かつ，$c'_{ij}=a'_{ij}+b'_{ij}$ $(i=1, \cdots, n; j=1, \cdots, m)$ であるから，基本的には，2行列の単純な和，

$$C = A+B$$

Table 14. Composite game

	game A	game B	game C
	I……………(m)	I……………(m)	I……………(m)
I	$a_{11}\ a'_{11}\ \cdots\ a_{1m}\ a'_{1m}$	$b_{11}\ b'_{11}\ \cdots\ b_{1m}\ b'_{1m}$	$c_{11}\ c'_{11}\ \cdots\ c_{1m}\ c'_{1m}$
⋮	⋮ ⋮	⋮ ⋮	⋮ ⋮
(n)	$a_{n1}\ a'_{n1}\ \cdots\ a_{nm}\ a'_{nm}$	$b_{n1}\ b'_{n1}\ \cdots\ b_{nm}\ b'_{nm}$	$c_{n1}\ c'_{n1}\ \cdots\ c_{nm}\ c'_{nm}$

Table 15. Example of composite game

	prisoner's dilemma		chicken game		composite game	
	I	II	I	II	I	II
I	5 5	−10 10	1 1	−10 10	6 6	−20 20
II	10 −10	−5 −5	10 −10	−20 −20	20 −20	−25 −25

で示される。一般的には Table 14 のように表現される。この合成ゲームの意味は，きわめて簡単にいえば，次のようなことを示唆していよう。すなわち，プレイヤーXは彼がもっている情報から事態の構造を行列ゲームAと認知し，プレイヤーYは彼がもっている情報から事態の構造を行列ゲームBと認知している場合，利得の単純な可算性が成立するならば，実際に両プレイヤーがおかれている事態の構造は行列ゲームCとして表現することができるということである。例えば，極端な場合，プレイヤーXが“囚人のジレンマ”におかれていると認知し，プレイヤーYが“チキン・ゲーム”におかれていると認知していると仮定してみよう。Table 15 は両者の具体的関係を示したものである。この例では，合成ゲームも“チキン・ゲーム”になっているが，$a_{22}-a_{12}>b_{12}-b_{22}$，かつ，$2(a_{11}+b_{11})>a_{12}+a_{21}+b_{12}+b_{21}>2(a_{22}+b_{22})$ ならば合成ゲームは“囚人のジレンマ”になる。数値の関係によっては，当然，3水準ゲームになることもある。

ところで，上記のように加算性が成立する場合というのは合成ゲームの最も簡単な場合である。たしかに，実際場面でプレイヤーXとプレイヤーYの事態に対する認知構造がたがいに異なるという場合は十分に考えうることであろう。しかし，上記のように両者の得点が完全に独立で加算性が成立す

るという場合はおそらく現実的ではないであろう。すなわち，プレイヤーXの自己利得の一部はプレイヤーYの相手得点と一部重複しているといった場合の方が現実的な姿といえる。この問題を解決するためには，たとえば，両プレイヤーの利得行列がたがいに等しく，しかも，すべての得点がそれぞれ完全に重複している場合，すなわち，$a_{ij}=b_{ij}=c_{ij}$，かつ，$a'_{ij}=b'_{ij}=c'_{ij}$で両プレイヤーに全く同一のゲームが与えられている通常の単一のゲーム事態から，一部利得が重複している事態を通って，上記のごとく両者が全く異なるゲーム事態で，しかも，得点間に重複性も全くない事態までをすべて包含するような完全な合成ゲームのパラダイムを構成する必要がある。この問題はすでに分解型ゲームの問題を大きく超えた別の問題になるので，本論文ではこれ以上深く立入らないが，ここで2人のプレイヤーが全く異なる認知の仕方をしている事態でそれぞれ意志決定をする場合にこれらの事態を合成することの論理的可能性を指摘しておくことは，分解型ゲームというパラダイムをさらに高い構造論的視点から理解する上で役立つことではないかと思われるのである。

本論文は実験ゲーム研究におけるひとつの重要なパラダイムである分解型ゲームの構造をとくに行列ゲームとの関係において考察することによって，その特質と制約とを明らかにし，その特質を生かす意味において，今後の分解型ゲーム研究の進むべきひとつの方向を示し，また，その制約を除去する意味において，合成的分解型ゲームとよぶ新らしいパラダイムを提起したものである。この合成的分解型ゲームは，より高い視点からみれば，最後に指摘しておいたように，いわゆる合成ゲームとよばれるべきパラダイムの特殊例になっている。

本論文は，もちろん，実験論文ではないし，現時点では，最後に示した合成ゲームの一般構造についてもその心理学的意義についても十分に述べつくしているわけではない。しかし，こうした構造論的な考察の積み重ねが，ひとつのパラダイムと他のパラダイムとの論理的関係を明らかにし，ひいては，各事態の行動特性の相互関係も実験的に体系的に明らかにしていく手がかり

を与えることになるということを強く指摘しておきたい。このような事態構造の論理的関係の分析を中心として心理学的事態の特質を考察する分野を「事態構造論」(寺岡, 1982) という。したがって，本論文で考察されたことが実験心理学的研究における生産的情報を含むものであるとするならば，このことは，とりもなおさず，事態構造論そのものの有用性を示すひとつのあかしになっているということになるのである。

References

Bennet, R. P. & Carbonari, J. P. (1976) Personality patterns related to own-, joint-, and relative-gain maximazing behaviors. *Journal of Personality and Social Psychology*, **34**, 1127–1134. (*)

Danheiser, P. R. & Graziano, W. G. (1982) Self-monitoring and cooperation as a self-presentational startegy. *Journal of Personality and Social Psychology*, **42**, 497–505. (*)

Dawes, R. M. (1980) Social dilemmas. *Annual Review of Psychology*, **31**, 169–193.

Downing, L. L. & Bothwell, K. H. (1979) Open-space schools; Anticipation of peer interaction and development of cooperative interdependence. *Journal of Educational Psychology*, **71**, 478–484. (*)

Griesinger, D. W. & Livingston, J. W. (1973) Toward a model of interpersonal motivation in experimental games. *Behavioral Science*, **18**, 173–188. (*)

Jones, P. A. (1979) An investigation of various behavioral indicators of power motivation among alcoholics. *Dissertation Abstraacts International*, **39** (12 B), 6122. (*)

Kelley, H. H. & Thibaut, J. W. (1978) *Interpersonal relations: A theory of Interdependence.* John Wiley & Sons, New York.

Kuhlman, D. M. & Marshello, A. F. (1975 a) Individual differences in game motivation as moderators of preprogrammed strategy effects in prisoner's dilemma. *Journal of Personality and Social Psychology*, **32**, 922–931. (*)

Kuhlman, D. M. & Marshello, A. F. (1975 b) Individual differences in the game motives of own, relative, and joint gain. *Journal of Research in Personality*, **9**, 240–251. (*)

Kuhlman, D. M. & Wimberley, D. L. (1976) Expectations of choice behavior held by cooperators, competitors, and individualists across four classes of experimental games. *Journal of Personality and Social Psychology*, **34**, 69–81. (*)

Livingston, J. W. (1972 a) On the measurement of social motivation in decomposed games. *Dissertation Abstracts International*, **33** (1-B), 466–467. (*)

Livingston, J. W. (1972 b) Measuring cooperation and competition in decomposed games. *Behavior Research Method and Instrumentation*, **4**, 113–114. (*)

Maki, J. E., Thorngate, W. B. & McClintock, C. G. (1979) Prediction and perception of social motives. *Journal of Personality and Social Psychology*, **37**, 203–220. (*)

McClintock, C. G. (1972) Game behavior and social motivation in interpersonal settings. In C. G. McClintock (Ed.) *Experimental social psychology*. New York: Holt, Rinehart, and Winston, 271–297.

McClintock, C. G. (1978) Social values: Their definition, measurement and development. *Journal of Research and Development in Education*, **12**, 121–137. (*)

McClintock, C. G., Messick, D. M., Kuhlman, D. M. & Campos, F. T. (1973) Motivational bases of choice in three-choice decomposed games. *Journal of Experimental Socail Psychology*, **9**, 572–590. (*)

McClintock, C. G. & Moskowitz, J. M. (1976) Children's preferences for individualistic, cooperative, and competitive outcomes. *Journal of Personality and Social Psychology*, **34**, 543–555. (*)

McNeel, S. P. (1973) Training cooperation in the prisoner's dilemma. *Jouranl of Experimental Psychology*, **9**, 335–348. (*)

McNeel, S. P. & Reid, E. C. (1975) Attitude similarity, social goals, and cooperation. *Journal of Conflict Resolution*, **19**, 665–681. (*)

McNeel, S. P., Sweeney, J. D. & Bohlin, P. C. (1974) Cooperation and competitive goals; A social-comparison analysis. *Psychological Reports*, **34**, 887–894. (*)

McNeel, S. P., Webster, S. & Hausfeld, J. (1976) Computer measurement of social motivation. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **8**, 215–217. (*)

Messick, D. M. & McClintock, C. G. (1968) Motivational bases of choice in experimental games. *Jouranl of Experimental Sociol Psychology*, **4**, 1–25. (*)

Pincus, J. & Bixenstine, V. E. (1977) Cooperation in the decomposed prisoner's dilemma game: A question of revealing or concealing information. *Journal of Conflict Resolution*, **21**, 519–530. (*)

Pruitt, D. G. (1967) Reward structure and cooperation: The decomposed prisoner's dilemma game. *Journal of Personality and social Psychology*, **7**, 21–27. (*)

Pruitt, D. G. (1970) Motivational processes in the decomposed prisoner's dilemma game. *Journal of Personality and Social Psychology*, **14**, 227–238. (*)

Pruitt, D. G. & Kimmel, M. J. (1979) Twenty years of experimental gaming; Critique, synthesis, and suggestions for the future. *Annual Review of Psychology*, **28**, 363–392.

Rapoport, A. (1967) Exploiter, leader, hero and martyr: the four archetypes of the 2×2 games. *Behavioral Science*, **12**, 81–84.

Rapoport, A. (1973) *Experimental games and their uses in Psychology.* Morristown, New Jersey: Gen. Learn. Press.

Rapoport, A. (1974) Prisoner's dilemma: Recollections and observations. In A. Rapoport (Ed.) *Game theory as a theory of conflict resolution*, Dordrecht, Holland: Reidel, 17–34.

Rapoport, A. & Chammah, A. M. (1965) *Prisoner's dilemma: A study in conflict and cooperation.* Ann Arbor: University of Michigan Press.

Rapoport, A. & Guyer, M. (1966) A taxonomy of 2×2 games. *General Systems*, **11**, 203–214.

Rapoport, A, & Orwant, C. (1962) Experimental games: A review. *Behavioral Science*, **7**, 1–37.

篠塚寛美 (1983) 分解型2人PDゲームにおける認知と選択行動. 北海道大学文学部人文科学論集, **20**, 105–137.

Stephan, W. G. & Kennedy, J. C. (1975) An experimental study of interethnic competition in segregated schools. *Journal of School Psychology*, **13**, 234–247. (*)

寺岡 隆 (1981) 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. 北海道大学文学部紀要, **30-1**, 125–169.

寺岡 隆 (1982 a) IF-THEN法――プログラムとその使用法. *Hokkaido Behavioral Science Report, Series, T(S)*, No. 3.

寺岡 隆 (1982 b) 行列ゲーム事態における一般的反応傾向の検出――規範的要求模型に基づく"IF-THEN 法"の構成. 基礎心理学研究, **1**, 1–13.

寺岡 隆 (1982 c) 事態構造の概念――「事態構造論」への序章――. *Hokkaido Behavioral Science Report, Series P(S)*, No. 31.

寺岡 隆 (1984) 2×2 対称2人非零和ゲームの空間的構造――要求構造模型の相互依存理論的考察. *Hokkaido Behavioral Science Report, Series, P(S)*, No. 33.

Teraoka, T. (1983) Detection of the general response tendency in the social interaction situation. *Hokkaido Behavioral Science Report, Series P*, No. 13.

戸田正直・中原淳一 (1968) ゲーム理論と行動理論. 情報科学講座 C・12・1, 東京: 共立出版.

Tognoli, J. (1975) Reciprocation of generosity and knowledge of game termination in the decomposed prisoner's dilemma game. *European Journal of Social Psychology*, **5**, 297–313. (*)

Zuber, I. (1979) Measurement of motivation in situation of interest interdependence with the method of decomposed games. *Przeglag Psychologiczny*, **22**, 491–506. (*)

von Neumann, J. & Morgenstern, O. (1944, 1947) *Theory of games and economic behavior.* New Jersey: Princeton University Press.