

ピーター・R・グールド 環境と人間：ゲーム理論による考察

過去 20～30 年間に地理学者たちによって下された人文地理学に関する数多くの、さまざまな定義をいちいち列挙するまでもなく、そのほとんどが「人間」と「環境」という語に言及しているといってもよいであろう。地理学者は、地表とそれが広い意味での居住地を人類に提供するしかたについて、伝統的に深い知的的好奇心と関心をよせてきた。わたしたちが地表にみるものの多くは、人類のつくりだしてきたものであり、人間が個人的にであれ、集団的にであれ下してきたさまざまな意志決定から生じてきたものである。しかし、わたしたちは人間の環境に対する関係や、人間が与えられたもののどれをとるかという選択の方法、さらにいったん下した選択の合理性について検討する理論の概念的枠組をもちあわせないと、あるいはそれをうまく考えつかない場合が不幸にすぎないことも多かった。このような理論的構造は望ましいものであること、またときには古くからしばしば検討されてきたものを新しい目でみなおすことを可能にするものであるということを強く確信して、ここでは人文地理学研究における概念的枠組としての、また道具としての「ゲーム理論」に地理学者の関心をひきつけることを試みたい¹⁾。1944年に「ゲーム理論」がはじめて公刊されたとき²⁾に、ある評者はこれについて「後世の人びとはこの理論を20世紀前半の科学的業績のもっとも大きなもののひとつとみなすであろう」と言っている。工学、経営学、統計学を通じて、あらゆる私たちの決定理論がひろく応用されたのと比較すると、社会科学では「ゲーム理論」への注目がややおくれたが、経済学や人類学、社会学といった地理学の隣接科学ではこの理論の利用はますますさかんになっている。このことは、初期におけるこの理論への非常にたかい評価がまちがっていないことを示している。

「ゲーム理論」はその名称から軽々しい楽しみごとがすぐに連想されるが、実際はそのようなもの

ではない。この理論は基本的には相手をだしぬくとか、あるいはすくなくとも他者より優位な立場をたもつために、ある戦略を選択することによって不確定な条件にもかかわらず、合理的な意志決定を下すという問題を処理するためのしっかりした構造をもっている。もちろんこの場合将棋盤をあいだにしてむかいあう2人の対局者を想定する必要はない。地理学者としてのわたしたちは、他者の立地選択が土地の価格をきめるような立地競争³⁾を想定したり、あるいはもっと有効に、人間が環境を克服するとか、うまく利用するための戦略を選択する場合を想定することができる。後者のよい例としてはジャマイカの漁村がある⁴⁾。ここでは漁船の船長たちは魚とりのカゴの全部を沿岸にしかけるか、沖合いにしかけるか、あるいはそれを沿岸と沖合いとに適当に配分してしかけるかのいずれかである。海岸近くにカゴをしかけると、カゴが失なわれることはすくないが、とれる魚の質があまりよくなく、したがって市場価格はひくいことになる。とくに沖合いが好漁のときは、質のよくない沿岸の魚の価格はますますさがることになる。逆に沖合いにカゴをしかければ、よい魚がとれるものの、ときどき思いがけない潮流が生じてカゴをこわしたり、ブイを沈めてしまったりするため、失なわれるカゴが多くなる。したがってこの場合、環境はカゴをこわすような潮流があるかないかという二つの戦略をもっているのに対し、漁民たちには全部のカゴを沿岸におくか、沖合いにおくか、あるいは一部を沿岸に、一部を沖合いにおくかという三つの選択があることになる。このような漁民にとって、どれがもっともよい戦略の選択であるとか、三つの戦略をどの比率で採用するのがよいかが「ゲーム理論」によってうまく予測された。その予測からえられた比率は、村人たちが長い間の試行錯誤のすえに到達した比率に非常に近いものである。

人間は環境とたたかって生活する場合、つねに

多くの選択や戦略が可能であるという状態におかれている。社会科学や自然科学における論議が最終的にいきつくような哲学的、あるいは形而上学的高尚な議論をしなくても、人間というものについてつぎのように言うことができるだろう。動物とちがって人間はさまざまな選択の可能性を認知できるし、広漠たる海のなかにつきでている岩をたよりにするように、不確実な世界のなかでわずかな知識をたよりにして、「合理的」なやりかたで推論しながら生存のためのたたかいにうちかつ戦略を選択するものなのだ。どうなるか予測できない環境について、人間は過去の経験にてらしあわせた高度に確率論的な観念しかもっていないものである。このような環境のなかでいくつかの選択が可能であることを知覚することや、特定の時と場所においてはその選択の価値や効用が環境そのものに左右されることを認知することこそ、「ゲーム理論」による人間—環境関係の議論の明らかに中心的な問題である。だから現実の世界において直観的にうみだされ、公理のようにとりあつかわれ、そして実験的に検証されるような効用理論⁵⁾は、「ゲーム理論」とともに発展し、そのなかに深くくみこまれていることになる。

ガーナの「不毛な中央地域」(第1図)は環境的、歴史的な理由から人口密度が非常に低く、はげしい降雨と、サハラから南に吹きだすハルマッタンがもたらす極端な乾燥とに交互にみまわれるような西アフリカのなかでは農業にとってもっともきびしい気候帯のひとつである⁶⁾。さらに問題なのは、降水量の変動度が大きく、農民たちが効



第1図 ガーナの不毛な中央地帯：人口密度がひくく、降水量の変動がいちじるしく大きい。

果的に農作業の計画をたてるのを困難にしていることである⁷⁾。

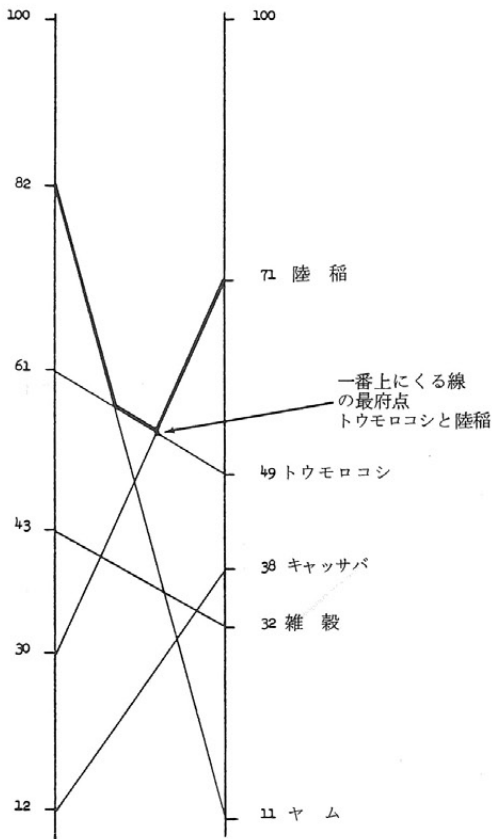
ここでは西ガーナの1小農村ジャンティラの農民が、彼らの主食として耐乾性の異なる作物—ヤム、キャッサバ、トウモロコシ、雑穀、陸稻⁸⁾—を栽培するさいの土地利用を考えてみよう。「ゲーム理論」の用語では、これらの作物の耕作は5つの戦略をあらわすことになる。同じようにして、この例をより単純化するために、いささか非現実的な仮定をおこない、環境は乾燥年と湿潤年というただ2つの戦略をもつということにしよう。これらの戦略は利得行列とよばれる行列のかたちであらわされ(第2図)、「2人—5戦略—ゼロ和ゲーム」をあらわすことになる。ここでは行列の各要素の数値は、異なる条件下での作物の平均収量を、カロリーその他の栄養的な単位になおしてあらわすことにする。たとえば、もしジャンティラの農民がヤムだけをつくるとすれば、湿潤年には82の収量があるが、環境が最悪であれば11に落ちることになる。ここでことわっておかねばならないのは、各要素の数値は「ゲーム理論」の例を示すのにえらばれたにすぎないことである。しかし、このことは一方では、この方法が直接のフィールド調査と密接に関連していることも示している。というのは、フィールド調査によってのみ、これらのセンサスでは得られないような重要なデータを得ることができるからである。実際のところ、必要な資料を収集する努力が「ゲーム理論」をはじめとする研究の諸手段に追いつかないのが現状なのである。ついでにつぎのこともことわっておこう。データの極端な正確さというのは、いつでも望ましいものだが、これは手段としての「ゲーム理論」を使うのに際しては本質的なことがらではない。というのはランダム誤差項を入れることによって、かなり高度のランダム衝撃をあたえて

		環境の選択	
		降水量	乾燥年
		湿潤年	
ジャンティラ の 農民 の 選 択	ヤム	82	11
	トウモロコシ	61	49
	キャッサバ	12	38
	雑穀	43	32
	陸稻	30	71

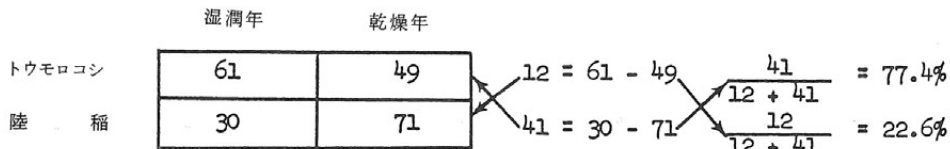
第2図 2人—5戦略—ゼロ和ゲームの利得行列：作物の選択に対する降水量の選択。

も、利得行列からはなお有益な近似解と、解への洞察がえられることを示すことができるからである⁹⁾。

一方、対局者が2つの戦略しかもたない利得行列は、つねに完全なゲーム（この場合は5対2ゲーム）の解である2対2ゲームに単純化することができる。もし時間が問題でなく、たいくつで、あきあきするような仕事をいとわないとすれば、つぎつぎにすべての行の組み合わせをとりあげて、農民の最大の利益を計算によって求めることができる。しかしうまいぐあいに、重要な組み合わせを



第3図 2人・5戦略零和ゲームで、ふたつの最適戦略をきめるグラフ解。



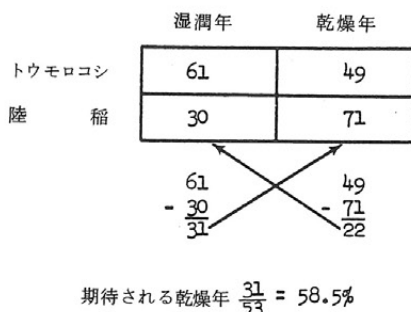
第4図 2×2利得行列の解法：最も効果的な作物の作付比率をきめる。

即座にみつげだせるような計算図表による解法もある（第3図）。0から100まで目盛った2つの軸をかき、両軸上に農民の戦略のそれぞれの数値をプロットして、両点をむすぶ。すると、それらの線のなかで一番上にくる線（第3図の太線）の最低点が、腹をいっぱいにする機会を最大にするために農民がえらぶべき作物を示していることになる¹⁰⁾。こうして、トウモロコシと陸稲という一組の戦略をとりあげることになる（第4図）。そして数値のそれぞれの差を計算し、正負の区別なくおたがいの戦略にわりあてれば、おのおのの戦略が使用さるべき比率がわかるわけである。こうして、ある期間の77.4%はトウモロコシ、22.6%は陸稲をつくるべきだという結論がえられる。このようにすると、農民は長期的にみて、54の最大収益を確保することができるのである。

これらの比率はすぐさまこの解がどのように解釈されるべきかという問題を提起する。農民はランダムなやりかたで年月を長期間ならして77.4%の期間にトウモロコシ、残りの22.6%の期間に陸稲を栽培すべきなのであろうか¹¹⁾。もしくは毎年これらの比率で両者を栽培すべきなのであろうか。「ゲーム理論」は1回性のできごとについて選択がおこなわれる場合よりも、くりかえして選択のおこなわれる問題に関する概念的枠組を提示しているので、どちらにしても非情な答えは長期間の収穫がおなじになってしまうということになる。しかしながら、飢饉を経験したり、おなかのふくれあがった自分の子供たちのどんよりとした目を見たことがある人にとって、長期にわたる見方はなんの意味もないものになる。それゆえに、わたしたちは農民がごく目先のことしか見ようとしないうで、毎年その比率でトウモロコシと陸稲を栽培していくものだ結論できよう。というのは、そうすれば陸稲だけを栽培する年が湿潤年に重なるという本当に破滅的なケースはおこるまいと考えるからである。

すこしわき道にそれるが、興味ぶかいことに、この2×2行列を縦に解くと、もし環境が農民の収穫を最低にしようとしてつづけている心底から執念ぶかい相手であるとするならば、長期にわたってみれば、その期間の58.5%の乾燥年を期待できることがわかる（第5図）。

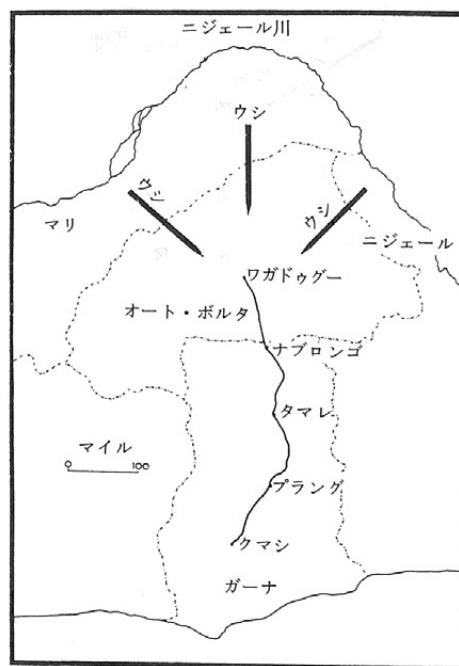
このちょっとしたゲームの解は地理学者にいくつかの興味ぶかい問題をなげかける。土地利用パターンは理想に近づくであろうか。もしそうでないなら、それはなぜだろうか。もし土地利用パターンが理想に近くないのなら、このことは人間が意識的にそうしていることを示しているのだろうか。それとも、そのより理想的でない土地利用は、不合理性の程度というよりも、むしろ彼らのもちあわせている知識でとりうる最善の判断だけを反映しているのだろうか。アフリカでは「経済人」というまぎらわしい概念について、人類学者が警告しているにもかかわらず、農民たちは西洋的な意味での合理的な行動をしているのであろうか。ある人が助言をあたえる地位にある場合、この解は営農改善をおこなう場合の意志決定に役立つであろうか。もし解が、人びとの最低のカロリー必要量をみたしてなお余りがあるのなら、食事によりよい変化をつけるため、どちらか一方、または両方の作物の作付比率を思いきってへらす価値はあるのだろうか。もし、安価で効果的な貯蔵施設を利用することができて、つぎの年の「飢餓の季節」をやわらげるためにある年の余剰を貯わえておくとか、あるいはその余剰を、価格が高くなったときに南の市場で売ることができるとかすれば、彼らはどこまで思いきってトウモロコシと陸稲の



第5図 期待される乾燥年の比率をきめる2×2利得行列の垂直解。

比率をへらすことができるであろうか。こうして「ゲーム理論」という道具は、基本的な問題を解くことよりも、さらなる研究のために問題をうかびあがらせることにおいて有用なのである。

ガーナでのもうひとつの例がこのことをはっきりさせるだろう（第6図）。何世紀ものあいだ、ニジェール川の湾曲部の南に住む人びとはウシを飼育し、それを古くからの家畜街道を通してガーナの市場まで売りに行ってきたのであった¹²⁾人間は現代獣医学で牛疫のような病気を克服できるものの、ウシを追って市場へ行かねばならない時期の降雨量の変動がはげしいこの地域では、極端な乾燥年をまだ予測することができない。したがって、ウシを売りに行くことは冒険的な商売なのである。ここでは北部のオート・ボルタ、マリ、ニジェールのウシ商人が、その家畜を売る場所をワガドゥグー、ナブロンゴ、タマレ、ブラング、クマシの5つの市場のなかから選ぶ場合を想定しよう。ここでは各市場はひとつの戦略をあらわし、商人はその家畜を売ろうとしてこれらの市場のうちどれかひとつを、あるいはいくつかを組み合わせ



第6図 ウシの生産地と伝統的ウシ市場への主要経路。

		環 境 の 選 択					
		降	水	量	の	選	択
		極めて湿潤	平均以上	平	均	平均以下	極めて乾燥
ウシ商人	市 場	ワガドゥグー	15	20	30	40	50
		ナブロンゴ	20	15	15	20	5
		タ マ レ	40	30	20	15	10
		プ ラ ン グ	60	50	40	20	15
		ク マ シ	80	70	40	25	10

第7図 2人5対5零和ゲームの利得行列：降水量の選択に対する市場の選択。

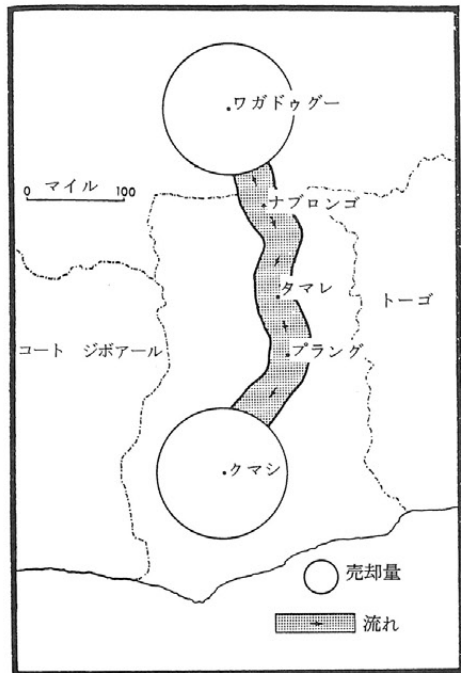
て選択することになる。さらに自然、すなわち環境もまた非常な乾燥状態の年から、非常な湿潤状態の年にいたるまでの5つの戦略をもつものと仮定しよう。そうすると、ウシ商人と環境とがとることができる戦略は、2人-5対5-零和ゲームをなし、異なる条件下にあるいろいろな市場でのウシ1頭あたりの平均価格を示す、5×5行列であらわされることになるであろう（第7図）。この行列は、商人が投機的に季節が非常に湿潤であると判断した場合、その家畜をすべてクマシへつれていくのであろうが、商人のあてがはずれ、降雨量が平均を下まわるならば、ウシは途中で死んだり、非常にやせてしまい、クマシよりもワガドゥグーのような他の市場で売った方が、商人の利益はもっと多くなるであろうということを示している¹³⁾。これはもちろん意識的な単純化である。というのは、ここでは需要が変わる可能性とか、いくつかの市場への別の局地的な産地からの供給の問題とか、ガーナの消費者がタンパク源を別のもの、たとえば海岸からはこばれてくる鮮魚や、ニジェール川でとれるスズキの干物にもとめる¹⁴⁾可能性と

かが考慮されていないからである。ここでは、他の供給者に関して、利得行列をみたすデータを収集することもできるかもしれないが、そうすると、概念的にも、計算のうえでも一層複雑な非零和ゲームの領域にたちいることになるため、状況はますます困難なものとなるであろう¹⁵⁾。

上の戦略を所与のものとする、ウシ商人が選択できるもっともよい市場とはどれか、またそれらにどの比率でウシを売ればよいかが問題となってくる。ここでいう「もっとも良い」とは、長期にわたってウシをある割合で市場に売る商人が最大の利得をえるということであろう。零和ゲームにおいては、5×5行列の解をもとめることは、対抗者の片方に2つ、あるいは3つのだけの選択がある場合のように容易ではない。しかしながら、戦略を選ぶ方法と、とるべき比率の見積り方法はわかっている。相対的に単純な解に収束する反復法（逐次代入法）にもとづく計算は、必要な精度の近似解に近づく（第8図）。上の例では反復は60回おこなわれた。計算過程の各列の最大値を示している、各市場の行の星印のついた数値をか

		環 境 の 選 択												
		降	水	量	の	選	1	2	3	4	59	60	計	
ウシ商人	市 場	ワガドゥグー	15	20	30	40	50	15	65	115*	165*	2,060	2,110*	32
		ナブロンゴ	20	15	15	20	5	20	25	30	40	870	875	0
		タ マ レ	40	30	20	15	10	40	50	60	70	2,045	2,055	0
		ブ ラ ン グ	60	50	40	20	15	60	75	90	105	1,875	1,890	0
		ク マ シ	80	70	40	25	10	80*	90*	100	110	2,065	2,075	28
			15*	20	30	40	50							
			95	90	70	65	60*						32	
			175	160	110	90	70*	ワガドゥグー					32	$\frac{32}{60} = 53.4 \%$
									
									
						ク マ シ					28	$\frac{28}{60} = 46.6 \%$		
		2,190	2,250	1,880	1,845	1,830								
		e t c .												

ぞえることによって、それは計算される。その結果、ウシ商人はワガドゥグーでそのウシの60分の32、すなわち53.4%を売るのがよく、またのこ



第9図 道路改良とトラック輸送以前の
家畜の流れとその売却量。

りのウシをナブロンゴ、タマレ、ブラングを素通りしてクマシの市場へもって行くのがよいと計算される。

つぎに、もしタマレとナブロンゴのあいだで道路の改修や舗装などのようなことがおこなわれ、輸送が非常に便利になると、いったい何がおこるだろうかという問題を考えてみよう。そうすると、オート・ボルタとガーナの国境に到着すれば、ウシはもはや歩かないですみ、最乾季においてさえはるかに良好な状態で南方の市場へトラックで運ぶことができるようになる(第10図)。利得行列はあきらかに変化する。以前は、しばしばよろめきながらつれてこられた、骨と皮だけのやせこけたウシではなく、タマレ、ブラング、クマシでは、ふとって、つやのよいウシが、いつももっと高い値段で売ることができるとなると期待される。この場合、再度この利得行列を、160回の反復法をつかって解くことにより(第11図)、前の例とは全く異った選択と比率を導きだすことができる。いまや商人にとってウシをワガドゥグーやナブロンゴの市場で売るとは充分な価値がなく、タマレで62.5%、ブラングで25.0%、クマシで12.5%を売ることになる。かくして改良された道路による結びつきとは、技術的改良が景観に目にみえるかたちで刻印されたものであるが、以前とることのできたおなじ選択に対する人間の認知と評価を

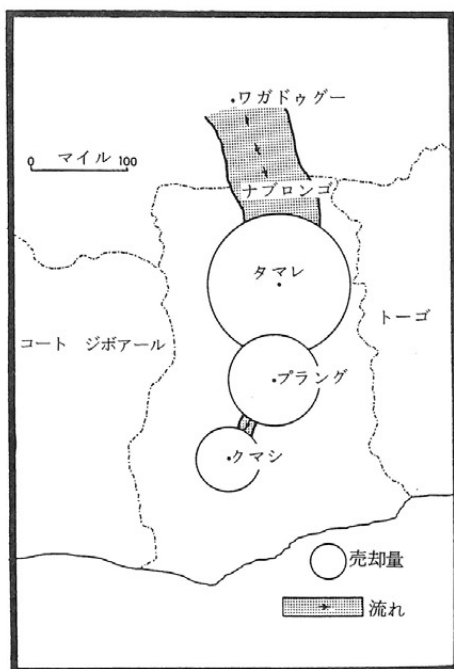
		環 境 の 選 択				
		極めて湿潤	平均以上	平 均	平均以下	極めて乾燥
ウシ商人	ワガドゥグー	15	20	30	40	50
	ナブロンゴ	20	15	15	20	5
	タマレ	80	80	70	70	80
	ブラング	100	100	90	80	70
	クマシ	130	130	120	90	60

第10図 タマレ・ナブロンゴ間に道路が新設された結果生じる、各市場の
価格変化を示す新しい利得行列。

		環 境 の 選 択									
		降 水 量									
ウシ商人	ワガドゥグー	15	20	30	40	50	1	2	3	4	・・・160
	ナブロンゴ	20	15	15	20	5	50	100	150	190	・・・
	タマレ	80	80	70	70	80	80*	160*	240*	310*	・・・
	ブラング	100	100	90	80	70	70	140	210	290	・・・
	クマシ	130	130	120	90	60	60	120	180	270	・・・
		130	130	120	90	60*					
		210	210	190	160	140*			タマレ	$\frac{100}{160}$	= 62.5 %
		・	・	・	・	・			ブラング	$\frac{40}{160}$	= 25.0 %
		・	・	・	・	・			クマシ	$\frac{20}{160}$	= 12.5 %
		etc.									

第11図 新しい利得行列の反復法による解法。

かえることになる。そしてその結果として、家畜の流動と販売のパターンの変化がもたらされる。今度はルートの北部で家畜の流れがふえていることがわかる。ウシはタマレとブラングで売の方がよく、ここで増えた分だけワガドゥーとクマシでの販売が減っている。ここでまた、利得行列を解くことが地理学者にとっていよいよ興味ある問題になる。まず第1に、輸送が便利になることの効果の推定にかかわるあらゆる問題が生じてくる——その前後で家畜の流れがどう変わるかということである。西アフリカの一部で得られた利得値を用いて、他の地方における家畜の流れを推定することは可能だろうか。第2の問題は、またしてもつぎのようなものである。ウシ商人の行動は長期的にみた場合の最大収益をあげるのに必要とされる行動にどれほど接近しているのか。第3には、シーズン早々に出発したウシ商人が、北へ帰る道すがら、ほかのウシ商人に見聞した状態を知らせることができるようになるほど、コミュニケーションがスピードアップされた場合の効果はどのようなものであろうか。そして最後に注目しなければならないのは、輸送結合が改善されたときに、



第12図 道路改良とトラック輸送開始以後の家畜の流れとその売却量。

距離効果がくずれ、一つのセンターの需要が他のセンターと競合するようになると、一つないし複数の市場の影響が実際にほかのところにどのように波及するかという点である。

本研究は、ガーナの伝統的経済から2つの例をひいて、「ゲーム理論」が人文地理学と経済地理学の研究の道具として、また概念的枠組として役立つことを示そうとしたものである。このような枠組が必要とされていることはあきらかである。なぜなら、わたしたちの知っている事実と観察事項を位置づける、これらの適用範囲のひろい概念的構築物がなければ、人間—環境間の均衡問題についても、環境についての人間の認知と判断に関しても、時間・空間における異なる点で人間が環境に反応する場合の規則についても、意味のある、永続的な方法でとりあげたり、解決にိုင်んだりすることができないのも同然だからである。人間のつくりだしてきたものは、わたしたちのまわりの地表のいたるところにある。それは人間がさまざまな選択肢を認知した後に、何が有益であり、何がよいかという人間の考えにしたがって選択の幅をせばめ、目的を達成するためにある戦略をとるという意志決定を下した結果である。それゆえ、決定理論の全体系が、今日、ますます重要な役割を担うようになってきたのである。ゲーム理論はそのごく一部にすぎない。おそらく、情報理論によって中心地構造にかんする古くからの問題が解明され、線形計画の解によってフローや境界を変えることについての理解が容易になったのとおなじように、そしてまた、待ち行列の理論によって氷河時代から家畜生産にいたるまでの諸問題に光が投げられたのとおなじように、「ゲーム理論」もまた、担うべき役割をもつであろう。

(小林 茂訳)

原著：Peter Gould (1963) Man against his Environment: A Game Theoretic Framework, *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 53, pp. 290—297.

< 注 >

- 1) 地理学の文献で「ゲーム理論」をあつかったものはほとんどない。あるとしても、ふつうはギャリソンの「経済の空間構造」と題した論文 (Garrison, 1959) のように、線形計画法というもっと大きな議論のなかの

- 周辺的な部分としてとりあつかわれるにすぎない。ちなみに、「ゲーム理論」のなかでつかわれる数学の多くは、線形計画法でつかわれる数学とおなじものであること、古い問題を見なおす新しい見方について望みのあることとして、共通の数学が多くの理論的構造の基礎にあることをつけくわえておきたい。効率という点では、すこしばかりの近代代数学から得られるものが多くの可能性につながるであろう。
- 2) 基礎的な研究はフォン・ノイマンと Morgenstern (John von Neuman and Oskar Morgenstern, 1953) であるが、現在は改訂されている。入門書としては、ウィリアムズ (J. D. Williams, 1954), ラポポート (Anatol Rapoport, 1961) がすぐれている。一方全面的な批評と概観としてはルースとライファ (R. Duncan Luce and Howard Raiffa, 1958) がある。
 - 3) ギャリソン (1959 : pp. 480-481) は、クープマンズとベックマン (Koopmans and Beckman 1957) を批評している。
 - 4) ダヴェンポート (William Davenport, 1960) これはすぐれた事例研究で、詳細な人類学的調査にもとづいている。これによって、村全体にあたえられたさまざまな選択肢に対応する実際の貨幣価値をあてはめる根拠がえられることになった。
 - 5) この効用理論は、実際にリスクがあるような場合にのみ意味があることを想起することは重要である。一主体の選好は分析者がそれらを定量的に計測するまえにつねにきまっている。わたしたちは、ひとつの戦略が他よりも好まれるのは、それがより大きな効用をもつからだとは言えない。主体がそれを好むからこそ、分析者によって高い効用があたえられるのである (Luce and Raiffa 1958: 22)。
 - 6) Walter Manshard (1961: p. 225)。
 - 7) H. O. Walker (1957: p. 37, map)。
 - 8) Manshard (1961: pp. 226-229)。また、Thomas T. Poleman (1961) を参照。
 - 9) これは、線形計画法の用語をつかえば、戦略の選択を変更するような、ミニ・マックス点の変化が生じるようにするためには、境界条件にきわめて大きな変化が生じなければならないだろうという考えにもとづいている。
 - 10) これは基本的な線形計画法問題の図的解法でしかない。この数値とその結果の勾配とは図示する目的で故意に拡大してある。
 - 11) 戦略の無作為混合の必要性についての議論については R. B. Braithwaite (1955: pp. 236-239) を参照。
 - 12) Peter R. Gould (1961: p. 137)。
 - 13) ウィリアム・ギャリソン教授の示唆によれば、この問題は実際的には標準線形計画法によるアプローチでたやすくとりあつかうことができるという。この示唆は、ルースとライファの、「ゲーム理論」についての、「人はその背景にひそむ自然線形計画法問題を発見することが多い」 (Luce and Raiffa, 1958: p. 18) という啓発的なコメントをうらづけるものである。
 - 14) Peter Garlick (n. d.: p. 19)。
 - 15) 零和ゲームとは、ある戦略をとるときに対抗者の一方の得点 (+) が、他方の失点 (-) となり、得点と失点の和が零になるところから名づけられたものである。非零和ゲームは、戦略選択の変更によって、対抗者両方の利得が大きくなったり、小さくなったりすることがあるものをいう。2人-非零和ゲームは仮想的なサイド・ペイメントという概念をつかうことによってあつかうことができる。N人-非零和ゲームは計算上はみじめなものというのがあたっていろいろ。

参 照 文 献

- Braithwaite, R. B. (1955): *Scientific Explanation: A Study of Function of Theory, Probability and Law in Science*. Cambridge, The University Press.
- Davenport, W. (1960): *Jamaican Fishing: A Game Theory Analysis*. *Yale University Publications in Anthropology*, No. 59.
- Garlick, P. (n. d.): *The French Trade de Nouveau*. *Economic Bulletin of the Department of Economics*, Univ. of Ghana.
- Garrison, W. L. (1959): *Spatial Structure of the Economy II. Annales of the Association of American Geographers*, Vol. 49, pp. 471-482.
- Gould, P. L. (1961): *The Development of the Transportation Pattern in Ghana*. *Evanston, Northwestern University Studies in Geography*, No. 5.
- Koopmans, T. C. and M. Beckmann (1957): *Assignment Problems and Location of Economic Activities*. *Econometrica*, Vol. 25, pp. 53-76.
- Luce, R. D. and H. Raiffa (1958): *Games and Decisions*. N. Y., John Wiley & Sons.
- Manshard, W. (1961): *Land Use Patterns and Agricultural Migration in Central Ghana*. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, Vol. 52, pp. 225-30.
- von Neumann, J. and O. Morgenstern (1953): *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton: Princeton Univ. Press. 銀林 浩・橋本和美・宮本敏雄監訳『ゲームの理論と経済行動』東京図書 1972, 73.
- Poleman, T. T. (1961): *The Food Economics of Urban Middle Africa*. Stanford University Press.
- Rapoport, A. (1961): *Fights, Games and Decisions*. Ann Arbor, Univ. of Michigan Press.
- Walker, H. O. (1957): *Weather and Climate of Ghana*. *Ghana Meteorological Department, Department Note*, No. 5 (Accra).
- Williams, J. D. (1954): *The Compleat Statygyst*. N.Y., McGraw Hill.