(10) ＧＡによる離散的最適化における淘汰・交配オペレーション方式の影響

ON THE EFFECT OF REPRODUCTIVE SYSTEM FOR THE DISCETE OPTIMAL PROBLEM BY THE GENETIC ALGORITHM

千々岩浩巳*　三原徹治**　太田俊昭***
Hiromi CHIJIIWA　Tetsuji MIHARA　Toshiaki OHTA

Reccently the genetic algorithm (GA) is appreciated as the useful solver for the discrete optimum problems. In this paper the crossing strings selected GA that has another reproductive system with the simple GA (SGA) is proposed. The mathematical basic problem which is able to set the some global optimal points is selected as the numerical experiment problem, and the crossing strings selected GA and the SGA are used as the solver for it to investigate the effects of the reproductive systems of GA.

Key Words : discrete optimal structural design, genetic algorithm, reproductive system.

1.　緒　言

遺伝的アルゴリズム（ＧＡ）は多様な親世代の形質を選択・淘汰および交配により子世代へ伝達する生殖システムを核として集団全体を進化させ準最適解を求める手法であり、組合せ最適化問題の有力な解法として近年多くの分野で注目されている。中でも単純ＧＡは適応度比例戦略による選択・淘汰と単純（１点）交叉を用いる点においてＧＡの最も基本的なアルゴリズムとされている[1]。しかし総じて解の改良速度が小さい、良好な解が交叉によって壊されてしまうなど改善すべき問題点がまったくないわけでもなく、種々の方策が考えられている。

本研究では、単純ＧＡの問題点がその生殖システムに起因すると仮定するとそれを解決する可能性の高い独自の生殖システムが見出され、この生殖システムを備えたＧＡを交配個体選択ＧＡと呼び、複数の全域的最適解を設定可能な多峰性最適化問題に対して単純ＧＡと交配個体選択ＧＡを適用し、交配・淘汰オペレーション方式の影響を数値実験により検討する。

2.　単純ＧＡと交配個体選択ＧＡ

(1)単純ＧＡの解法アルゴリズム

単純ＧＡの解法アルゴリズムは以下に示すように比較的単純で取扱いも容易である。

①人口サイズN_P，交叉確率P_c，突然変異確率P_m，進化世代の最大数N_Gの設定。

②N_P個の初期世代線列をランダムに生成：各線列は未知変数分の離散値データが２進数（０または１）で表され、

*　　　第一復建(株)　技術開発室　　　（〒812　福岡市博多区博多駅南3-5-28）
**　工博　九州共立大学助教授　工学部土木工学科　（〒807　北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8）
***　工博　九州大学教授　工学部建設都市工学科　（〒812-81　福岡市東区箱崎6-10-1）

それぞれ１つの組合せに対応する。

③評価関数f_k値の算出：生成された線列を評価するための評価関数値は次式により算出する。

$$f_k=\frac{D_0(1-C_f)}{D_0-D'}D_k+\frac{D_0(C_fD_0-D')}{D_0-D'} \qquad (k=1..N_P) \qquad (1)$$

ただし、D_kは後述する対象問題におけるｋ番目線列の目的関数値、D_0, D'は各世代における目的関数の平均値と最小値、C_fは平滑化係数である。

④適応度比例戦略による選択・淘汰：N_P個の線列から重複を許してN_P個の線列をランダムに選択し（交配プールに残し）、他を淘汰する。適応度比例戦略では式(2)に示す各線列の評価関数値の相対比（適応度）に比例する選択確率P_{sk}を与え、ルーレットゲームにより選択することを基本に様々なヴァリエーションが提案されているが、本研究では２段階法[2]を採用する。つまり、まず各線列毎に式(3)で求められる個数の線列を無条件に交配プールに残し、その後に式(4)による選択確率P_{sk}に対するルーレットゲームにより交配プールに残る線列数をN_P個とする。

$$P_{sk}=f_k/\sum_{i=1}^{N_P}f_i, \quad N_{CPk}=\mathrm{INT}(f_k/f_{ave}), \quad P_{sk}=(f_k-N_{CPk}f_{ave})/f_{ave} \qquad (2,3,4)$$

ただし、INT(Ｘ)はＸの小数点以下を切捨てる演算子、f_{ave}は全N_P個のf_kの平均値である。

⑤単純交叉による次世代線列の生成：選択・淘汰オペレーティングにより選択されたN_P個の線列からランダムに２個の線列を抽出し、交叉確率により交叉を行うか否かを判定する。交叉を行う場合には、交叉する線列データ位置を１つランダムに決め、その前後で線列データを交換することにより新たな２個の線列を生成する。同様に生成された全N_P個の線列を次世代線列とする。

⑥突然変異と繰返し：N_P個の次世代線列に対して突然変異確率により突然変異の発生を判定する。突然変異を行う場合には、ランダムに決定された１つの線列データ値を０→１または１→０に変更する。突然変異オペレーティングが終了し、次世代線列が確定したら③へ戻る。

⑦最良解の判定：以上一連のオペレーティングをN_G回実行し、全世代において最小の目的関数値を有する線列を最良解とする。

(2)交配個体選択ＧＡ

単純ＧＡの問題点として、人口数が小さい場合、適応度の低い個体が交配プールに残る確率が小さく、その遺伝子が次世代に引継がれにくいため集団の多様性の低下を招く（収束は早いが得られる解の最適性順位が低いことが多い）、逆に人口数が大きい場合には解の改良速度が総じて遅く計算効率が問題となる、適応度の高い個体が交配により消滅することがあり世代数を重ねることが必ずしも解の改良に直結しないなどが挙げられる。これらを解決するための方策は種々提案されている[1]。本研究では、特に適応度の低い個体の遺伝子を次世代に残る確率を高めることおよび適応度の高い個体が次世代に生き残り解の劣化を防ぐことを実現するため単純ＧＡの生殖システムを変更した。すなわち、上記単純ＧＡの手順のうち①および④，⑤を以下のように置換えた。

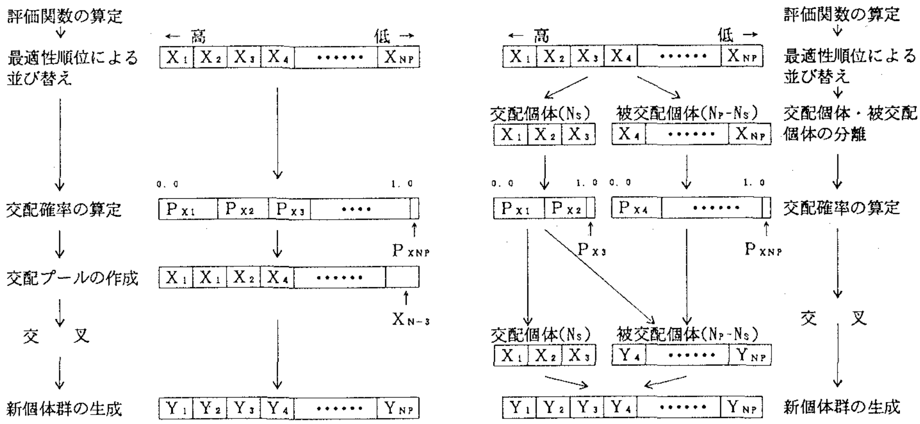
①人口サイズN_P，交配個体数N_S，突然変異確率P_m，進化世代の最大数N_Gの設定。

④交配個体の選択と交配選択確率：全N_P個の線列のうち良好な適応関数値をもつ少数（N_S個）の線列を交配個体として選択し、他を被交配個体として類別する。N_Sは全体の20%程度以下とし、交配個体に同じ線列が重複して選択されないよう配慮する。適応関数値f_nの交配個体ｎには交配選択確率$P_n=f_n/f_o$（ただし、f_oは全交配個体の適応関数値の総和）を、同様に被交配個体ｎ（f_nはその適応関数値）には交配選択確率$P_n=f_n/f_o$（ただしf_oは全被交配個体の適応関数値の総和）をそれぞれ与える。

⑤単純交叉による次世代線列の生成：交配選択確率P_nによるルーレットゲームで交配個体と被交配個体が１個ず

つ親線列として選ばれ、これらの間で「確実な」ビット交換がランダムに決定された交叉位置で行われ、子（次世代）線列が形成され、1対の交叉オペレーションが完了する。この交叉オペレーションは子線列の数が（N_P－N_S）個になるまで繰返され、残るN_S個については交配個体がそのまま引継がれる。

なお、本手法は交配個体をそのまま次世代へ引継ぐためエリート保存戦略[1]と同様に局所解へ収束する可能性が高いことが予想され、それに対する処置が必要と考えられる。単純ＧＡと交配個体選択ＧＡのアルゴリズム比較を図－１に示す。



(1)単純ＧＡ（個体数：N_P）

(2)交配個体選択ＧＡ（個体数：N_P，交配個体数：N_S）

図－１　単純ＧＡと交配個体選択ＧＡのアルゴリズム比較

３．　数値実験例

(1)対象問題

本研究での数値実験に用いた問題はｎ次元平面上にあらかじめ設定した複数の任意の最適点を探すというとても単純な問題である。最適点の数・位置を任意に設定することができることから多峰性問題が容易に実現できる、次元（すなわち未知変数の数）を増やすことも簡単であるなどバリエーション豊かであることから本研究目的に適した問題と考えられる。ここでは最も基本的に２次元平面問題（未知変数は座標値を示すＸとＹの２つだけ）に限定し、次式のような問題を単純ＧＡと交配個体選択ＧＡで解く。

未知変数：Ｘ，Ｙ

目的関数：$D(X,Y) = \min_{j} D(X,Y)_j \rightarrow \min.$　------------------ (5)

ただし：$D(X,Y)_j = (X - X_j)^2 + (Y - Y_j)^2$，$(X_j, Y_j)$はｊ番目の最適点座標.

なお、以下の数値実験において線列のコーディングにはグレイコード[3]を用い、適応関数値算出時の平滑化係数$C_f = 1.5$とした。また交配個体選択ＧＡでは局所解への収束に対する処置として突然変異確率$P_m = 0.2$と単純ＧＡのそれよりも大きな値を用いた。

(2)２最適点問題の数値実験結果

まず、最適点を２点(2.0,3.0)，(5.0,4.0)設定し、解特性および最適解探索能力について検討を行った。

計算パラメータは、ＸおよびＹの離散値データとして0.0,1.0～15.0の16個（$N_D = 16 \times 16$と表現、組合せ総数

256通り）、0.0,0.5～15.5の32個（N_D＝32×32と表現、組合せ総数1024通り）の２ケース、人口数N_P＝10,20,30,40の４ケースを共通とした。単純ＧＡでは、突然変異確率P_mをパラメータとしP_m＝0.01,0.02,0.05の３ケース、交配個体選択ＧＡでは前述のようにP_m＝0.20と固定し、交配個体数N_S＝1～0.2N_Pをパラメータとした。また計算世代数N_Gはそれぞれのケースにおいて目的関数の計算回数が組合せ総数以下となるよう設定した。

表－１，２にそれぞれ単純ＧＡおよび交配個体選択ＧＡによる計算結果から各最適点（表中｛ ｝で表示）に最も近い解（最良解）を示す。ここに最良解は単純ＧＡでは全個体から、交配個体選択ＧＡでは交配個体のみから抽出し、該当する個体が存在しなかった場合には空欄とした。

個体数N_Pが少ない場合（N_P＝10）には交配個体選択ＧＡ、単純ＧＡの両手法ともにあまり良好な解は得られていない。このように単純で組合せ総数の少ない問題でもある程度以上（単純ＧＡでは30以上、交配個体選択ＧＡでも20以上）の人口数を設定しなければ良好な解、特に最適解が得られにくいことがわかる。

次に組合せ総数の影響について検討するためN_D＝16×16とN_D＝32×32とを比較する。組合せ総数が大きくなると最適解が得られる確率が小さくなると考えられがちだが、表よりN_D＝32×32はN_D＝16×16に比べ組合せ総

表－１　２最適点問題の単純ＧＡによる計算結果

N_P	P_m	N_D＝16×16		N_D＝32×32	
		｛2.0, 3.0｝	｛5.0, 4.0｝	｛2.0, 3.0｝	｛5.0, 4.0｝
10	.01	2.00/(3.0, 2.0)/ 70	2.00/(4.0, 3.0)/ 10		4.25/(7.0, 4.5)/ 10
	.02	2.00/(3.0, 2.0)/ 70	2.00/(4.0, 3.0)/ 10		4.25/(7.0, 4.5)/ 10
	.05	0.00/(2.0, 3.0)/100	1.00/(6.0, 3.0)/ 80		4.25/(7.0, 4.5)/ 10
20	.01	2.00/(1.0, 2.0)/ 80	1.00/(6.0, 4.0)/140	1.25/(3.0, 3.5)/ 20	2.50/(6.5, 4.5)/ 80
	.02	2.00/(1.0, 2.0)/ 80	1.00/(6.0, 4.0)/140	1.25/(3.0, 3.5)/ 20	2.50/(6.5, 4.5)/ 60
	.05	2.00/(1.0, 2.0)/ 80	1.00/(6.0, 4.0)/140	1.25/(3.0, 3.5)/ 20	1.25/(4.5, 5.0)/200
30	.01	1.00/(3.0, 3.0)/150	1.00/(4.0, 4.0)/ 30	0.00/(2.0, 3.0)/540	1.00/(6.0, 4.0)/360
	.02	1.00/(3.0, 3.0)/150	1.00/(4.0, 4.0)/ 30	0.00/(2.0, 3.0)/570	1.00/(6.0, 4.0)/540
	.05	4.00/(0.0, 3.0)/150	1.00/(4.0, 4.0)/ 30	0.00/(2.0, 3.0)/300	1.00/(6.0, 4.0)/600
40	.01	2.00/(3.0, 2.0)/200	1.00/(4.0, 4.0)/ 40	0.00/(2.0, 3.0)/120	0.25/(4.5, 4.0)/800
	.02	1.00/(3.0, 3.0)/240	1.00/(4.0, 4.0)/ 40	0.00/(2.0, 3.0)/120	1.00/(5.0, 3.0)/ 40
	.05	2.00/(3.0, 4.0)/ 40	1.00/(4.0, 4.0)/ 40	1.00/(1.0, 3.0)/120	0.00/(5.0, 4.0)/400

凡例:最良解の目的関数値D/(最良解の座標)/最良解が得られるまでの目的関数の計算回数.

表－２　２最適点問題の交配個体選択ＧＡによる計算結果

N_P	N_S	N_D＝16×16		N_D＝32×32	
		｛2.0, 3.0｝	｛5.0, 4.0｝	｛2.0, 3.0｝	｛5.0, 4.0｝
10	1		2.00/(4.0, 3.0)/ 20	0.00/(2.0, 3.0)/ 90	
	2	4.00/(0.0, 3.0)/ 30	1.00/(6.0, 4.0)/110	0.00/(2.0, 3.0)/ 60	4.25/(7.0, 4.5)/ 20
20	1		1.00/(4.0, 4.0)/100	1.00/(3.0, 3.0)/ 40	
	2		0.00/(5.0, 4.0)/ 80	1.00/(3.0, 3.0)/ 60	
	3	5.00/(1.0, 1.0)/ 40	1.00/(6.0, 4.0)/ 40	1.00/(3.0, 3.0)/ 80	0.00/(5.0, 4.0)/200
	4	5.00/(1.0, 1.0)/ 40	1.00/(4.0, 4.0)/100	0.00/(2.0, 3.0)/180	0.00/(5.0, 4.0)/600
30	1		1.00/(4.0, 4.0)/160	0.00/(2.0, 3.0)/150	
	2	0.00/(2.0, 3.0)/150	1.00/(4.0, 4.0)/ 60	0.00/(2.0, 3.0)/150	1.00/(6.0, 4.0)/ 60
	3		1.00/(4.0, 4.0)/ 60	0.00/(2.0, 3.0)/ 90	4.25/(7.0, 4.5)/ 60
	4	5.00/(1.0, 3.0)/ 60	0.00/(5.0, 4.0)/120	0.00/(2.0, 3.0)/210	0.00/(5.0, 4.0)/300
	5	0.00/(2.0, 3.0)/ 90	1.00/(4.0, 4.0)/ 60	0.25/(1.5, 3.0)/ 90	3.25/(6.0, 5.5)/120
	6	5.00/(1.0, 1.0)/ 60	1.00/(4.0, 4.0)/ 60	0.00/(2.0, 3.0)/240	1.25/(6.0, 4.5)/120
40	1		0.00/(5.0, 4.0)/120	0.00/(2.0, 3.0)/180	
	2	0.00/(2.0, 3.0)/160	0.00/(5.0, 4.0)/200	0.00/(2.0, 3.0)/120	0.25/(5.0, 3.5)/120
	3	0.00/(2.0, 3.0)/ 80	1.00/(4.0, 4.0)/ 80	1.25/(3.0, 3.5)/ 80	0.00/(5.0, 4.0)/120
	4	1.00/(3.0, 3.0)/160	1.00/(4.0, 4.0)/ 80	1.00/(3.0, 3.0)/160	0.00/(5.0, 4.0)/200
	5	0.00/(2.0, 3.0)/160	0.00/(5.0, 4.0)/240	1.00/(3.0, 3.0)/200	0.00/(5.0, 4.0)/400
	6	1.00/(1.0, 3.0)/120	0.00/(5.0, 4.0)/200	0.00/(2.0, 3.0)/200	0.00/(5.0, 4.0)/120
	7	0.00/(2.0, 3.0)/200	1.00/(6.0, 4.0)/ 80	0.00/(2.0, 3.0)/120	0.00/(5.0, 4.0)/480
	8	1.00/(1.0, 3.0)/120	1.00/(4.0, 4.0)/ 80	0.00/(2.0, 3.0)/440	0.00/(5.0, 4.0)/200

凡例:最良解の目的関数値D/(最良解の座標)/最良解が得られるまでの目的関数の計算回数.

表－3　3最適点問題の単純ＧＡによる計算結果

N_P	P_m	$N_D=16\times16$			$N_D=32\times32$		
		{2.0, 3.0}	{5.0, 4.0}	{8.0, 5.0}	{2.0, 3.0}	{5.0, 4.0}	{8.0, 5.0}
10	.01	2.00/(1.0, 2.0)/ 70	2.00/(4.0, 3.0)/ 10	1.00/(7.0, 5.0)/ 30		2.00/(6.0, 3.0)/ 30	1.25/(7.0, 4.5)/ 10
	.02	2.00/(1.0, 2.0)/ 70	2.00/(4.0, 3.0)/ 10	1.00/(7.0, 5.0)/ 30		2.00/(6.0, 3.0)/ 30	1.25/(7.0, 4.5)/ 10
	.05	1.00/(1.0, 3.0)/ 70	2.00/(4.0, 3.0)/ 10	1.00/(7.0, 5.0)/ 30		2.00/(6.0, 3.0)/ 30	1.25/(7.0, 4.5)/ 10
20	.01	1.00/(1.0, 3.0)/ 60	0.00/(5.0, 4.0)/220	2.00/(7.0, 6.0)/ 60	1.25/(3.0, 3.5)/ 20	5.00/(7.0, 3.0)/120	0.50/(8.5, 4.5)/ 40
	.02	1.00/(1.0, 3.0)/ 60	0.00/(5.0, 4.0)/220	2.00/(7.0, 6.0)/ 60	1.25/(3.0, 3.5)/ 20	5.00/(7.0, 3.0)/120	0.50/(8.5, 4.5)/ 40
	.05	1.00/(1.0, 3.0)/ 60	0.00/(5.0, 4.0)/180	2.00/(7.0, 6.0)/ 60	1.25/(3.0, 3.5)/ 20	0.50/(4.5, 4.5)/160	0.50/(8.5, 4.5)/ 40
30	.01	1.00/(1.0, 3.0)/180	1.00/(4.0, 4.0)/ 30	2.00/(7.0, 6.0)/ 90	0.00/(2.0, 3.0)/270	1.00/(6.0, 4.0)/240	0.25/(8.0, 4.5)/270
	.02	1.00/(1.0, 3.0)/180	1.00/(4.0, 4.0)/ 30	2.00/(7.0, 6.0)/ 90	0.00/(2.0, 3.0)/420	1.00/(6.0, 4.0)/240	0.25/(8.0, 4.5)/150
	.05	5.00/(1.0, 1.0)/ 30	0.00/(5.0, 4.0)/180	2.00/(7.0, 6.0)/ 90	0.00/(2.0, 3.0)/450	1.00/(6.0, 4.0)/360	0.25/(8.0, 4.5)/150
40	.01	0.00/(2.0, 3.0)/240	1.00/(4.0, 4.0)/ 40	2.00/(7.0, 4.0)/ 80	0.00/(2.0, 3.0)/120	1.00/(5.0, 3.0)/ 40	0.25/(8.5, 5.0)/240
	.02	0.00/(2.0, 3.0)/240	1.00/(4.0, 4.0)/ 40	2.00/(7.0, 4.0)/ 80	0.00/(2.0, 3.0)/120	0.25/(5.0, 4.5)/240	0.25/(8.5, 5.0)/440
	.05	1.00/(1.0, 3.0)/ 80	0.00/(5.0, 4.0)/240	1.00/(8.0, 4.0)/240	1.25/(3.0, 3.5)/ 40	1.00/(5.0, 3.0)/ 40	0.00/(8.0, 5.0)/440

凡例:最良解の目的関数値D/(最良解の座標)/最良解が得られるまでの目的関数の計算回数.

表－4　3最適点問題の交配個体選択ＧＡによる計算結果

N_P	N_S	$N_D=16\times16$			$N_D=32\times32$		
		{2.0, 3.0}	{5.0, 4.0}	{8.0, 5.0}	{2.0, 3.0}	{5.0, 4.0}	{8.0, 5.0}
10	1		2.00/(4.0, 3.0)/ 20		0.00/(2.0, 3.0)/ 30		
	2	4.00/(0.0, 3.0)/ 30	1.00/(6.0, 4.0)/110		0.00/(2.0, 3.0)/ 60		1.25/(7.0, 4.5)/ 20
20	1		1.00/(4.0, 4.0)/100		1.00/(3.0, 3.0)/ 40		
	2	5.00/(4.0, 2.0)/ 60	1.00/(4.0, 4.0)/160	2.00/(7.0, 6.0)/100	1.25/(3.0, 2.5)/ 40		1.00/(7.0, 5.0)/ 80
	3		1.00/(6.0, 4.0)/ 40	1.00/(7.0, 5.0)/160	1.00/(3.0, 3.0)/100		0.00/(8.0, 5.0)/140
	4	1.00/(1.0, 3.0)/ 60	1.00/(4.0, 4.0)/140	0.00/(8.0, 5.0)/200	1.25/(3.0, 3.5)/ 40		0.25/(8.5, 5.0)/120
30	1		1.00/(4.0, 4.0)/160		0.00/(2.0, 3.0)/ 90		
	2	1.00/(1.0, 3.0)/120	0.00/(5.0, 4.0)/210		0.00/(2.0, 3.0)/180		1.00/(7.0, 5.0)/ 60
	3		1.00/(4.0, 4.0)/ 60	5.00/(7.0, 7.0)/ 60	1.25/(3.0, 3.0)/ 60		0.00/(8.0, 5.0)/870
	4	2.00/(1.0, 2.0)/ 90	0.00/(5.0, 4.0)/210	5.00/(7.0, 7.0)/ 60	0.25/(1.5, 3.0)/120		0.25/(8.5, 5.0)/ 60
	5	5.00/(1.0, 1.0)/ 60	1.00/(4.0, 4.0)/ 60	2.00/(7.0, 4.0)/120	1.00/(3.0, 3.0)/120	0.25/(4.5, 4.0)/240	0.00/(8.0, 5.0)/390
	6	0.00/(2.0, 3.0)/ 90	1.00/(4.0, 4.0)/ 60	1.00/(7.0, 5.0)/150	1.00/(2.0, 4.0)/ 60	0.50/(4.5, 4.5)/240	0.00/(8.0, 5.0)/210
40	1		0.00/(5.0, 4.0)/120		0.00/(2.0, 3.0)/ 80		
	2	0.00/(2.0, 3.0)/200	1.00/(4.0, 4.0)/ 80			0.25/(4.5, 4.0)/120	0.25/(8.5, 5.0)/200
	3	0.00/(2.0, 3.0)/ 80	1.00/(4.0, 4.0)/ 80	0.00/(8.0, 5.0)/200	0.00/(2.0, 3.0)/240	1.00/(5.0, 3.0)/ 80	0.00/(8.0, 5.0)/200
	4	1.00/(1.0, 3.0)/200	1.00/(4.0, 4.0)/ 80	0.00/(8.0, 5.0)/240	1.00/(2.0, 4.0)/120	0.00/(5.0, 4.0)/320	0.00/(8.0, 5.0)/240
	5	0.00/(2.0, 3.0)/120	1.00/(4.0, 4.0)/ 80	2.00/(7.0, 4.0)/120	1.25/(3.0, 3.5)/ 80	0.00/(5.0, 4.0)/280	0.00/(8.0, 5.0)/240
	6	1.00/(1.0, 3.0)/160	0.00/(5.0, 4.0)/160	1.00/(8.0, 4.0)/120	1.25/(3.0, 3.5)/ 80	0.00/(5.0, 4.0)/240	0.00/(8.0, 5.0)/440
	7	0.00/(2.0, 3.0)/160	1.00/(4.0, 4.0)/ 80	0.00/(8.0, 5.0)/ 80	0.00/(2.0, 3.0)/200	0.00/(5.0, 4.0)/160	0.50/(8.0, 4.5)/160
	8	0.00/(2.0, 3.0)/200	1.00/(4.0, 4.0)/ 80	1.00/(8.0, 4.0)/120	0.00/(2.0, 3.0)/120	0.00/(5.0, 4.0)/320	0.25/(8.5, 5.0)/200

凡例:最良解の目的関数値D/(最良解の座標)/最良解が得られるまでの目的関数の計算回数.

数が４倍あるにも関わらず結果的にはN_D＝32×32の方が両手法とも全般的に良好な解が得られている。単純に離散値データ数が大きいわけではなく同一の解空間を一方は粗く他方は細かく離散化したものであることから、同一の解空間を離散化する場合、細かく分割し離散値データ数を増やすことが必ずしも解の劣化につながらないことを確認することができた。

単純ＧＡと交配個体選択ＧＡを比較すると、全般に交配個体選択ＧＡの方がより多くのケースで最適解が得られていることがわかる。また単純ＧＡでは２個の最適解を両方とも求めたケースはなかったが、交配個体選択ＧＡでは両方の最適解が交配個体に選ばれたケースも少なからずあり、本手法が複数の最適解を同時に得ることができる手法であることがわかる。

(3) ３最適点問題の数値実験結果

前記２最適点問題に新たに最適点(8.0,5.0)を追加して３最適点問題とし、より多峰性の強い場合での単純ＧＡと交配個体選択ＧＡの比較を行った。計算結果を表－３、４に表－１、２と同様に示す。

２最適点問題と比較してより多くのケースで最適解が得られている。最適点が増えたため最適解が得られる確率が大きくなった影響とも考えられるが、単純ＧＡで最適解が得られた場合にはいずれか１つの解しか得られていない。これに対して交配個体選択ＧＡでは交配個体数N_S≧3では複数個の最適解が得られたケースもかなりあり、交配個体選択ＧＡでは交配個体数を多く設定すれば異なる最適解を同時に追求しやすい傾向があることが認められる。

４． 結 言

本研究は、複数の全域的最適解を設定可能な多峰性最適化問題に対して単純ＧＡと交配個体選択ＧＡを適用し、交配・淘汰オペレーション方式の影響を数値実験により検討したものであり、以下のような知見が得られた。

・比較的良好な解を得るためには組合せ総数が少ない場合でも両手法ともにある程度以上の人口数N_Pが必要であることがわかった。

・同一の解空間を離散化する場合、細かく分割し離散値データ数を増やすことが必ずしも解の劣化につながらないことがわかった。

・交配個体選択ＧＡの方が単純ＧＡに比べて多くのケースで最適解が得られた。

・交配個体選択ＧＡでは交配個体数を多く設定すれば異なる最適解を同時に追求しやすい傾向があることが認められた。

参 考 文 献

1)北野宏明編:遺伝的アルゴリズム,産業図書出版,1993.

2)杉本博之,鹿汴麗,山本洋敬:離散的構造最適設計のためのＧＡの信頼性向上に関する研究,土木学会論文集,No.471/Ｉ-24,pp.67-76,1993.7.

3)星野力:遺伝的アルゴリズム[1]その信仰と現実,bit,Vol.24,No.9,1992.