GAによるナーススケジューリング問題の一解法
(第2報 大規模問題へのアプローチ)

小清水 誠* 荒井 誠**

A solving method for nurse schedule problem by Genetic Algorithm
(The second report: An Approach to large-scale problem)

Makoto KOSHIMIZU Makoto ARAI

Abstract - The nurse schedule problem is the optimization problem to decide the work schedule of nurses that can provide high-quality service for the patients. In the first paper on last year's research, to solve the problem, we proposed an approach method by using GA(Genetic Algorithm) technique. And, in the result of some experiments, good applicability of the approach was demonstrated. In this paper, as the next step of our ongoing research project, we proposes a approach method to solve the large-scale problem. When the number of nurses and the work's day are increased, the solution of this problem becomes very difficult. To solve this difficulty, we use the representation of two dimensional matrix to work's tables, and keep the parts of high quality gene at the genetic process. In this paper, we carry out some simulation-basis experiments, and examine the applicability of the proposed methodology.
Keyword - Genetic Algorithm, nurse scheduling

1. はじめに

ナーススケジューリング問題とは、医療機関において患者に対する質の高いサービスが提供できるように、勤務負荷のバランスを取りながら、勤務シフトを決定する問題である。看護士が多い場合、満足のいく勤務表を決定することは困難な作業である。すなわち、パターン化が困難な上、短期間で頻繁にスケジュールの変更が必要であり、解析的な手法で解を求めることは不可能である。

昨年の前報[1]において遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm)による新しい解法手法を提供し、検証システムを構築した。しかし、このシステムでは少人数の勤務表しか作成できなかった。本研究では、さらに多くの人数に対応できるようにアルゴリズムを再考しシステムを構築した。その実験結果から、本システムの適応の可能性を論じる。

*釧路高専技術室
**釧路高専機械工学科

2. 本研究での改良点

前報ではアプローチ手法に基本的な Simple GA を使用してシステムを構築した。このシステムでは、最適解を得るために、1日の勤務人数が最大で 20 名程度が限界であった。これは、突然変異率が高い場合、ポイントを獲得した場所を突然変異により、破壊してしまう場合があったためである。本研究ではその対策として日数の少ない方から、その日の勤務割り当て日数と等しかった場合、それ以降は交叉も突然変異もおこさないアルゴリズムとした。

２．１　勤務パターンの表現

前報では、２次元的に表現されている勤務表（問題因子）を１次元の遺伝子として表現した。本研究では２次元的表現の勤務表を、そのまま２次元の遺伝子として表現する。これにより、システムの組み易さ及び交叉のバリエーションの拡大をすることができる。

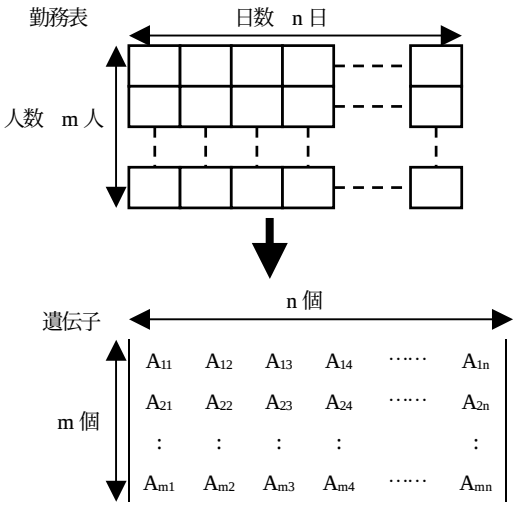


図1．勤務表と遺伝子の関係

初期遺伝子の発生方法は、要素数が $m \times n$ 個の遺伝子として、勤務パターン数を P とすると式(1)により生成できる。

$$A_{MN}=\mathrm{rand}()\%P \qquad \cdots\cdots\cdots(1)$$

$$(M=1,2,3,\ldots,m \quad N=1,2,3,\ldots,n)$$

ここで、rand()は整数型の乱数を生成するジェネレーターを示し、% は剰余の計算を表すものとする。すなわち、遺伝子 A には 0 ～ P-1 までの整数のいずれかが入る２次元配列として表現し、この遺伝子を進化過程における１個体とする。この個体を複数作成し、初期遺伝子列とした。

２．２　選択処理

次は、次世代固体の選択処理における改良点である。前報では、選択の方法に GA において代表的なルーレット方式を採用した。本研究ではまず、遺伝子の中で列方向に列の少ない順から、その列の勤務割り当て人数と等しかった日までを勤務の決定した日とする。その列が一番多い遺伝子を最も優秀な遺伝子として、次世代遺伝子に残す。残りをルーレット方式により選択した。

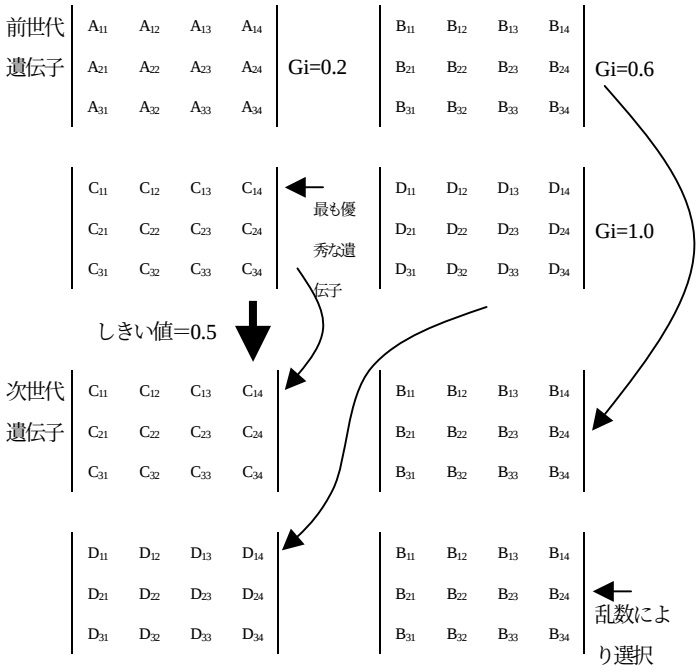


図2．遺伝子の選択

２．３　交叉処理

次の改良点は、交叉処理である。前報では、この処理に基本的な一点交叉を使用したが、本研究では遺伝子を２次元にしたために変更した。予め、交叉の起こる確率（交差率）を設定する。その後、全ての遺伝子に対し 0.0 ～ 1.0 の実数型の一様乱数を発生させ、それが交叉率より低ければ交叉する。さらに、交叉する遺伝子は、1 ～ m の整数型の乱数により交叉する位置を決定し、その交叉する位置を基準にそれ以降の部分を、次の遺伝子と入れ替える。この時、すでに勤務が決定した日の位置は入れ替えない。

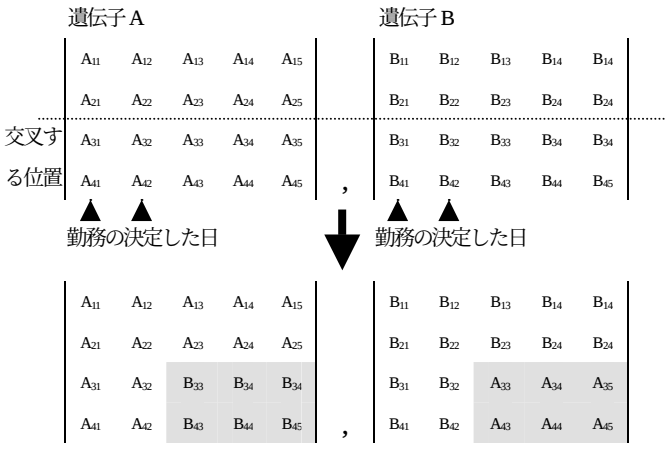


図3．交叉処理

２．４　突然変異処理

次の改良点は、突然変異処理である。前報では、突然変異させる位置を１箇所決めればよかったが、本研究では遺伝子を２次元としたため、突然変異の位置を決める２つの整数数値が必要となる。交叉の場合と同様に、予め突然変異の起こる確率（突然変異率）を設定する。それぞれの遺伝子に対し 0.0 ～ 1.0 の実数型の乱数を発生させ、それが突然変異率より低ければ突然変異させる。さらに、突然変異の対象となる遺伝子には、1 ～ m と 1 ～ n の２個の整数型の乱数を生成し、遺伝子中で突然変異させる位置を決定する。この時､突然変異させる位置が勤務の決定した日の場合は、突然変異をせず、さらに乱数を発生させ、必ず勤務が決定した日以外の位置で突然変異させる。

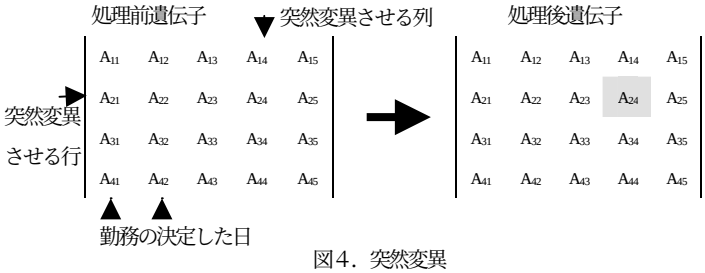


図４．突然変異

２．５　その他の改良点

その他の改良点は、勤務の決定した日を少ない日数から決定していくために、どうしても最後の１日まで決定した後、各個人の平均勤務日数の条件を満たさない（解が得られない）場合がある。それを防ぐために、その状態が 5000 世続いた場合 10 日間分戻り、交叉、突然変異の処理をやり直すようにした。

３．　前提条件

本研究では、勤務の種類に対する、遺伝子の値を次の表１のようにした。

表１．勤務の種類に対する、遺伝子の値

勤務の種類	夜勤	明け	休み	日勤	朝勤
遺伝子	0	1	1	2	3

さらに、前報と同様に、勤務の翌日は休み（明け）という制約条件を設けた。よって

夜勤の人数 ＝ 明けの人数　　……(2)

となる。明けと休みの遺伝子は同じであるが、遺伝子を勤務表に変化する際、前遺伝子が０なら明け、それ以外の場合は休みとする。

４．　実験

構築したシステムの適用の可能性を検証するためにいくつかの実験を行った。なお、生成した遺伝子の個体数は 20 である。

４．１　実験（1）

前報での旧システムと本研究で作成した新システムを比較するため、パラメータとして、日数 31 日，休４人, 夜４人, 明４人, 日４人，朝４人, 合計 20 人, しきい値 0.5，交叉率 0.1 ～ 0.9，突然変異率 0.3 ～ 0.9 まで変化させた場合の解が得られるまでの世代交代数を調べた。表２，表３に旧システム及び新システムでそれぞれ計算 20 回での最適解が得られるまでの平均値を示す。

この結果より、新システムの方が全てのパラメータにおいて旧システムよりも早く最適解が得られることがわかる。

表２．旧システムでの交叉率と突然変異率の関係

交叉率 ＼ 突然変異率	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.1							
0.2	101207						
0.3	72633	98799					
0.4	56695	49126	285618				
0.5	63527	47895	57244				
0.6	74210	82396	37736	232327			
0.7	47299	41250	45861	99844			
0.8	57085	31005	42169	57078			
0.9	149833	36986	27476	58886			

しきい値0.5, 日数31日, 休4人, 夜4人, 明4人, 日4人, 朝4人, 合計20人

表３．新システムでの交叉率と突然変異率の関係(1)

交叉率 ＼ 突然変異率	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.1	99356	80082	46973	36630	56219	29726	22724
0.2	67221	38601	35440	31584	29668	17988	17727
0.3	46261	28237	39612	33405	32615	14151	18870
0.4	45605	26107	20855	21617	20507	23403	18125
0.5	64519	33600	36957	25771	19772	25541	10863
0.6	50829	20163	33322	42307	16181	15090	17190
0.7	35179	26166	27094	43917	18564	12541	10607
0.8	32621	15706	20668	41206	11558	14846	11983
0.9	24377	18427	19449	21314	12984	11630	12007

しきい値0.5, 日数31日, 休4人, 夜4人, 明4人, 日4人, 朝4人, 合計20人

４．２　実験（２）

次に、実験（１）の結果を使用して新システムの交叉率・突然変異率としきい値の関係を調べるために、表３内で灰色に塗られた部分 11 箇所の組み合わせを採用し、しきい値を 0.1 ～ 0.7 まで変化させ、その関係を調べた。表４にそれぞれ 20 回計算させたときの平均値を示す。この場合、しきい値が 0.3 の場合比較的少ない世代交代数で解が得られることがわかった。

表４．交叉率・突然変異率としきい値の関係(1)

交叉率		0.8	0.9	0.6	0.7	0.8	0.9
突然変異率		0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
しきい値	0.1	9345	5043	14808	9199	6167	15119
	0.2	10797	8958	7228	18861	12923	12208
	0.3	9610	18097	16308	7334	15466	9937
	0.4	8732	16336	14366	13132	14294	12361
	0.5	11558	12984	15090	12541	14846	11630
	0.6	17264	19618	21524	20902	18211	16846
	0.7	29660	22881	21371	34974	27527	25754

交叉率		0.5	0.6	0.7	0.8	0.8
突然変異率		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
しきい値	0.1	21605	10326	10014	33433	19937
	0.2	15642	8020	13435	15960	11573
	0.3	15473	9639	6022	8630	13588
	0.4	10991	13435	12186	13411	11675
	0.5	10863	17190	10607	11983	12007
	0.6	14671	25058	12478	23258	21520
	0.7	32533	31743	26610	24004	25303

日数３１日，休４人，夜４人，明４人，日４人，朝４人，合計 20 人

４．３　実験（３）

さらに、もう少し大規模なパラメータとして日数 40 日，休６人，夜６人，明６人，日６人，朝６人，合計 30 人出計算を行った。しきい値 0.3 に固定し、交叉率 0.5 ～ 0.9 まで、突然変異率 0.5 ～ 0.9 まで変化させた。その時の結果を表５に示す。

表５．新システムでの交叉率と突然変異率の関係(2)

		突然変異率				
		0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
交叉率	0.5	315441	171645	77586	73958	171487
	0.6	328435	142732	86128	97086	63856
	0.7	399812	327558	184861	93085	54665
	0.8	131446	106573	130594	100589	43570
	0.9	112310	101019	74632	63393	38884

しきい値0.3，日数40日，休6人，夜6人，明6人，日6人，朝6人，合計30人

実験（２）の場合と同様に、交叉率・突然変異率としきい値の関係を調べるために、表５内で、平均世代交代数が 7000 世代以下で最適解が得られた５箇所の組み合わせを採用し、しきい値を 0.1 ～ 0.5 まで変化させ、その関係を調べた。その結果を表６に示す。
以上の結果から、新システムでは、しきい値 0.1 ～ 0.3・交叉率 0.6 ～ 0.8・突然変異率 0.9 の場合比較的少ない世代交代数で解が得られることがわかった。

表６．交叉率・突然変異率としきい値の関係(2)

交叉率		0.9	0.6	0.7	0.8	0.9
突然変異率		0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
しきい値	0.1	38451	30442	34839	19090	46183
	0.2	54722	28084	20723	36969	31877
	0.3	63393	63856	54665	43570	38884
	0.4	94487	68388	52291	56033	67422
	0.5	148246	98768	46147	60979	71542

日数40 日，休6人，夜6人，明6人，日6人，朝6人，合計30 人

４．４　実験（４）

次に、解への収束までの世代交代数と最大ポイント数の変化を示す。ポイントは次のように計算する。遺伝子に対して列方向は、その日の勤務割り当て人数と等しいかを比較し、等しければ遺伝子に対して１ポイントを与える。行方向は、まず各々の勤務パターンの平均勤務数(AVEi)を式(3)により計算する。

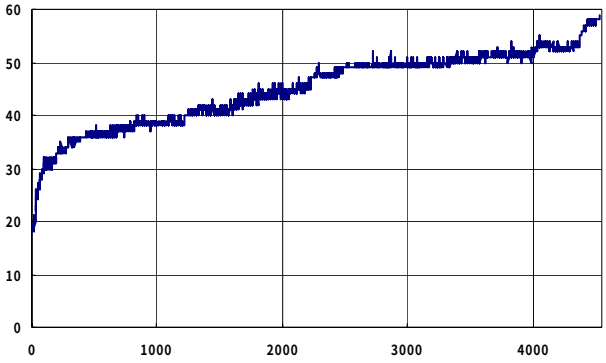
$$\mathrm{AVE}i=[\text{割り当て人数}\times n\div m]_{\mathrm{int}}\pm 2 \quad \cdots\cdots(3)$$
$$(i=0,1,\ldots,\mathrm{P}\text{-}1)$$

ここで、$[\ ]_{\mathrm{int}}$ は整数化処理を表すものとする。±2 は収束のための自由度として加えている。式(2)により求められた値と表の勤務数を比較し等しければ、さらにこの遺伝子に１ポイント加える。

図５は、勤務日数 31 日，休６人，夜６人，明６人，日６人，朝６人，合計 30 人，しきい値 0.2，交叉率 0.7，突然変異率 0.9 での結果である。旧システムの場合は、比較的早い段階で 80%以上のポイントを獲得していたが、新システムでは 60%くらいのポイントを早い段階で獲得する。その後徐々にポイント数を獲得してゆく傾向が見られる。

４．５　実験（５）

本研究では、大規模な勤務表の作成を目的としているために、日数 31 日，休 14 人，夜 14 人，明 14 人，日 14 人，朝 14 人，合計 70 人で計算を行った。その結果を図７に示す。世代交代数は 201648 世代目、時間にして約 36 分で解が求められた。しかし、10 回



勤務日数３１日, 休６人, 夜６人, 明６人, 日６人, 朝６人, 合計 30 人,
しきい値 0.2, 交叉率 0.7, 突然変異率 0.9

図５．世代交代数と最大ポイント数

行ったところ１回しか解が得られなかった。得られた結果を図７に示す。また、それ以上、勤務人数を増やした場合も結果が得られなかった。

５．まとめ

ナーススケジューリング問題の解決のため、旧システムを改良した新システムを提案し、その有用性を検証するためにいくつかの数値実験を行った。その結果、目標としていた旧システムより大規模な場合の解を求めることができた。新システムでは、パラメータがしきい値 0.1 ～ 0.3, 交叉率 0.6 ～ 0.8, 突然変異率 0.9 の場合比較的少ない世代交代数で結果が得られた。新システムでは勤務の決定した日を固定したため、交叉及び突然変異を積極的に行っても勤務の決定した日が壊れることがないためである。

また、新システムの場合もある程度ポイントを獲得した後、ポイントの獲得率が悪くなる。よって、突然変異の方法に工夫が必要である。

今後、さらに新システムの改良のため交叉及び突然変異の方法・乱数の発生方法などを検討していく。

最後に開発したアプリケーションでの勤務表の出力例を図６，図７に示す。

６．参考文献

(1) 小清水誠：荒井誠“ＧＡによるナーススケジューリング問題の一解法”、釧路工業高等専門学校紀要第３６号,(2002),pp61-66

(2) 米澤保雄:“遺伝的アルゴリズム　進化理論の情報科学”,森北出版

(3) Lawrence Davis:“遺伝的アルゴリズム　ハンドブック”,森北出版

(4) David E.Goldberg:Genetic Algorithms in Search Optimization & Machine Learning,”,Addison-Wesley Publishing Company

(5) 林晴比古:“新 VC++5.0 入門　ビギナー編”,ソフトバンク

(6) 林晴比古:“新 VC++5.0 入門　シニア編”,ソフトバンク

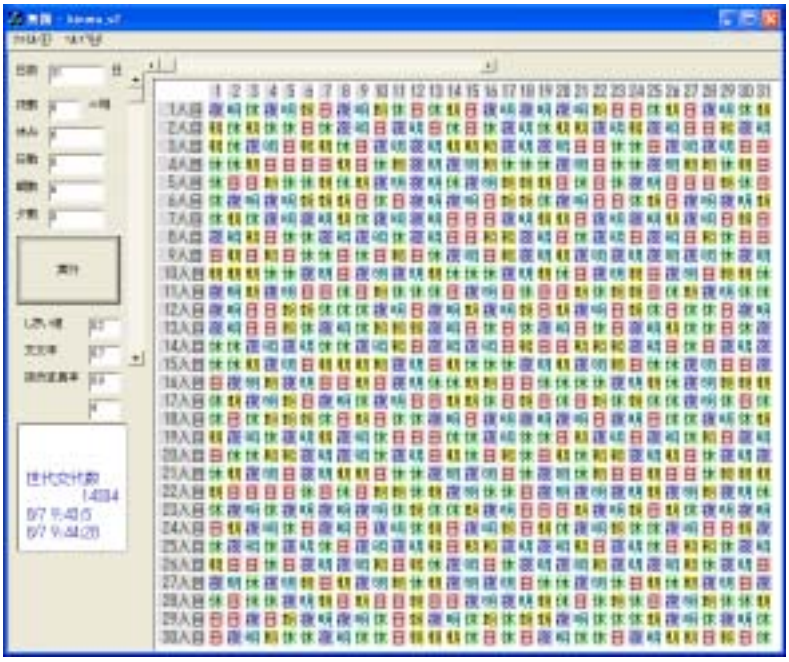


図６．アプリケーションの表示画面

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1人目	朝	休	休	休	夜	明	休	夜	明	朝	休	休	朝	朝	朝	夜	明	日	日	日	日	夜	明	朝	朝	夜	明	休	夜	明	日
2人目	休	休	夜	明	朝	休	夜	明	休	朝	休	夜	明	休	朝	日	夜	明	朝	夜	明	日	朝	日	日	夜	明	夜	明	日	朝
3人目	日	朝	朝	朝	日	夜	明	休	夜	明	朝	日	休	朝	日	日	夜	明	朝	夜	明	休	朝	休	休	日	休	日	休	夜	朝
4人目	夜	明	日	日	休	日	休	日	朝	日	休	朝	休	休	夜	明	日	夜	明	朝	朝	日	休	休	休	朝	休	休	夜	明	日
5人目	休	夜	明	日	夜	明	日	朝	夜	明	夜	明	夜	明	夜	明	日	日	朝	日	休	休	日	休	夜	明	朝	朝	朝	日	朝
6人目	日	日	朝	日	休	朝	日	夜	明	朝	休	朝	夜	明	夜	明	日	休	日	朝	日	休	朝	朝	休	夜	明	夜	明	朝	夜
7人目	休	朝	休	夜	明	朝	休	夜	明	日	夜	明	日	日	夜	明	朝	日	朝	日	休	休	日	朝	日	日	休	休	夜	明	夜
8人目	朝	日	夜	明	休	夜	明	休	夜	明	休	日	朝	朝	休	夜	明	休	夜	明	日	日	日	休	日	日	夜	明	日	休	朝
9人目	休	朝	朝	日	休	朝	日	夜	明	休	夜	明	夜	明	日	夜	明	休	日	日	夜	明	休	朝	夜	明	朝	日	日	休	夜
10人目	日	日	日	休	夜	明	日	休	朝	夜	明	朝	日	夜	明	夜	明	休	日	日	休	朝	朝	休	休	夜	明	夜	明	夜	明
11人目	休	夜	明	夜	明	朝	朝	夜	明	日	休	休	休	朝	日	日	夜	明	朝	日	朝	夜	明	夜	明	休	朝	休	日	休	夜
12人目	休	休	日	夜	明	日	朝	夜	明	夜	明	朝	日	夜	明	休	朝	夜	明	休	朝	朝	夜	明	日	朝	日	夜	明	夜	明
13人目	朝	日	夜	明	日	休	夜	明	休	夜	明	朝	日	朝	休	朝	休	休	日	休	日	夜	明	夜	明	朝	朝	休	休	朝	朝
14人目	朝	日	日	休	朝	夜	明	朝	朝	日	朝	夜	明	休	朝	日	夜	明	日	休	日	日	夜	明	朝	休	夜	明	休	日	朝
15人目	夜	明	日	朝	休	休	休	朝	日	夜	明	日	休	休	夜	明	休	朝	日	休	日	日	夜	明	朝	日	夜	明	夜	明	朝
16人目	日	朝	朝	夜	明	日	休	朝	日	休	朝	朝	休	夜	明	休	日	休	休	休	夜	明	朝	夜	明	夜	明	朝	夜	明	休
17人目	朝	休	夜	明	夜	明	休	朝	日	夜	明	朝	日	夜	明	日	夜	明	日	朝	夜	明	日	朝	夜	明	朝	夜	明	朝	日
18人目	日	日	朝	朝	日	朝	休	夜	明	日	夜	明	休	休	日	朝	朝	夜	明	朝	休	休	朝	夜	明	日	夜	明	朝	日	夜
19人目	休	夜	明	夜	明	夜	明	休	夜	明	日	休	日	夜	明	夜	明	日	休	夜	明	休	休	朝	朝	朝	日	休	朝	朝	日
20人目	休	夜	明	日	休	夜	明	日	日	休	朝	朝	朝	朝	休	日	休	朝	朝	朝	休	朝	日	夜	明	日	夜	明	休	夜	明
21人目	朝	夜	明	夜	明	夜	明	夜	明	朝	休	夜	明	休	日	朝	朝	夜	明	日	日	休	日	日	休	朝	日	朝	休	休	日
22人目	日	日	日	朝	夜	明	夜	明	休	休	休	日	夜	明	夜	明	休	日	日	夜	明	朝	夜	明	朝	休	朝	夜	明	朝	夜
23人目	休	休	休	夜	明	朝	朝	日	朝	朝	夜	明	休	休	休	休	日	日	休	休	休	朝	夜	明	朝	朝	日	夜	明	日	朝
24人目	朝	休	休	夜	明	夜	明	朝	夜	明	夜	明	休	日	休	日	日	日	日	朝	日	休	朝	夜	明	夜	明	休	休	日	休
25人目	休	夜	明	日	朝	夜	明	休	日	朝	日	休	朝	夜	明	休	夜	明	日	朝	夜	明	夜	明	日	休	休	日	朝	夜	明
26人目	休	朝	朝	朝	朝	休	日	日	休	休	夜	明	夜	明	休	休	朝	朝	日	夜	明	日	日	休	日	朝	日	朝	日	夜	明
27人目	夜	明	休	朝	日	日	朝	日	休	休	朝	休	夜	明	休	日	日	朝	朝	夜	明	夜	明	休	日	朝	休	休	朝	休	日
28人目	夜	明	夜	明	朝	休	朝	夜	明	夜	明	休	休	夜	明	夜	明	夜	明	夜	明	日	休	朝	休	日	日	日	朝	日	休
29人目	休	日	休	休	朝	朝	休	日	朝	朝	夜	明	休	朝	休	休	夜	明	夜	明	朝	夜	明	朝	休	夜	明	朝	日	日	夜
30人目	休	休	日	日	日	夜	明	夜	明	夜	明	朝	朝	日	朝	日	夜	明	朝	休	朝	夜	明	日	夜	明	夜	明	日	休	夜
31人目	休	夜	明	日	日	日	夜	明	休	朝	日	夜	明	日	日	夜	明	休	夜	明	朝	休	夜	明	朝	休	朝	休	夜	明	朝
32人目	朝	夜	明	朝	休	朝	夜	明	日	朝	休	夜	明	夜	明	休	日	休	夜	明	休	朝	日	日	朝	休	休	夜	明	休	日
33人目	夜	明	朝	夜	明	日	朝	夜	明	夜	明	日	日	日	夜	明	夜	明	朝	休	朝	休	日	夜	明	日	夜	明	休	朝	日
34人目	朝	休	朝	夜	明	休	日	日	日	朝	夜	明	朝	日	日	夜	明	休	休	休	休	朝	休	日	日	休	夜	明	日	休	休
35人目	休	朝	朝	休	夜	明	朝	日	休	休	日	日	朝	夜	明	休	朝	休	朝	日	日	朝	休	夜	明	休	夜	明	夜	明	休
36人目	休	夜	明	朝	朝	朝	夜	明	日	朝	朝	日	日	休	休	朝	休	朝	休	日	日	休	夜	明	夜	明	日	夜	明	朝	日
37人目	朝	日	日	日	夜	明	夜	明	朝	朝	日	夜	明	日	朝	休	夜	明	夜	明	日	日	朝	朝	夜	明	休	日	夜	明	休
38人目	朝	日	日	日	休	休	朝	朝	夜	明	夜	明	休	日	休	日	朝	休	日	日	朝	休	夜	明	夜	明	夜	明	日	夜	明
39人目	夜	明	朝	日	休	日	日	朝	休	休	朝	夜	明	夜	明	日	朝	朝	休	休	夜	明	朝	日	朝	休	夜	明	休	休	夜
40人目	夜	明	日	休	朝	休	夜	明	日	休	休	日	朝	朝	日	夜	明	日	休	朝	休	日	朝	休	朝	休	朝	朝	休	夜	明
41人目	休	朝	休	休	朝	朝	休	夜	明	日	休	日	朝	日	日	朝	夜	明	日	夜	明	夜	明	休	日	休	日	朝	夜	明	
42人目	夜	明	夜	明	夜	明	休	朝	日	日	朝	夜	明	休	日	夜	明	夜	明	朝	朝	朝	日	休	朝	日	日	夜	明	夜	明
43人目	休	休	休	朝	日	夜	明	休	夜	明	日	朝	夜	明	朝	休	朝	日	日	夜	明	日	夜	明	日	朝	日	夜	明	休	朝
44人目	休	夜	日	休	日	休	休	朝	夜	明	朝	夜	明	夜	明	朝	日	夜	明	朝	休	朝	夜	明	夜	明	朝	朝	日	日	休
45人目	夜	明	日	休	日	休	夜	明	休	日	日	朝	朝	日	朝	休	日	朝	休	休	夜	明	日	夜	明	夜	明	休	夜	明	休
46人目	朝	休	朝	休	日	日	朝	朝	日	朝	日	休	夜	明	夜	明	休	日	休	夜	明	日	朝	夜	明	朝	休	朝	夜	明	休
47人目	休	朝	休	休	日	日	休	朝	日	朝	夜	明	夜	明	夜	明	夜	明	夜	明	夜	明	休	朝	朝	休	日	夜	明	朝	休
48人目	夜	明	休	夜	明	朝	朝	夜	明	休	日	休	夜	明	夜	明	朝	夜	明	日	日	夜	明	休	日	夜	明	日	日	朝	日
49人目	日	日	夜	明	夜	明	夜	明	夜	明	日	休	日	夜	明	朝	休	休	朝	朝	朝	日	日	朝	休	休	夜	明	休	休	日
50人目	休	夜	明	夜	明	日	日	日	朝	休	日	朝	日	朝	夜	明	朝	夜	明	休	朝	夜	明	夜	明	休	夜	明	夜	明	朝
51人目	日	朝	朝	夜	明	日	夜	明	夜	明	朝	日	朝	日	朝	休	休	日	休	日	夜	明	朝	日	夜	明	朝	朝	夜	明	休
52人目	夜	明	夜	明	休	日	休	日	朝	日	朝	夜	明	朝	朝	朝	休	夜	明	夜	明	夜	明	休	日	夜	明	休	朝	朝	日
53人目	朝	夜	明	日	日	日	朝	休	夜	明	朝	休	休	休	夜	明	日	朝	夜	明	休	休	朝	夜	明	夜	明	朝	朝	日	夜
54人目	日	朝	休	夜	明	日	日	休	日	夜	明	朝	夜	明	日	夜	明	休	朝	日	夜	明	夜	明	夜	明	朝	日	休	朝	夜
55人目	夜	明	休	日	朝	休	日	日	休	日	休	夜	明	日	休	朝	休	日	休	朝	朝	夜	明	日	休	朝	休	夜	明	朝	朝
56人目	休	日	夜	明	夜	明	朝	日	朝	夜	明	休	休	日	休	朝	朝	夜	明	夜	明	夜	明	日	日	休	休	夜	明	日	休
57人目	日	休	朝	朝	夜	明	夜	明	休	夜	明	日	朝	日	日	朝	休	朝	朝	休	休	休	夜	明	夜	明	朝	日	日	朝	休
58人目	日	朝	朝	休	日	朝	休	休	朝	日	夜	明	日	朝	朝	休	休	夜	明	夜	明	日	休	日	休	朝	日	休	夜	明	休
59人目	夜	明	日	朝	日	休	日	朝	朝	日	休	休	夜	明	夜	明	夜	明	夜	明	夜	明	休	朝	朝	朝	休	朝	夜	明	休
60人目	休	休	夜	明	夜	明	朝	休	休	休	朝	夜	明	休	朝	夜	明	朝	夜	明	日	朝	日	日	日	夜	明	日	夜	明	朝
61人目	休	朝	夜	明	休	夜	明	日	朝	夜	明	夜	明	休	夜	明	日	朝	夜	明	夜	明	休	朝	休	日	朝	日	朝	朝	夜
62人目	日	日	夜	明	朝	休	夜	明	朝	夜	明	休	休	休	日	朝	夜	明	朝	夜	明	朝	夜	明	朝	夜	明	日	休	休	朝
63人目	朝	日	夜	明	夜	明	夜	明	日	日	休	日	朝	夜	明	休	朝	休	休	朝	夜	明	日	休	日	日	夜	明	朝	夜	夜
64人目	休	夜	明	日	朝	朝	日	休	休	朝	夜	明	夜	明	休	夜	明	日	夜	明	夜	明	休	休	休	日	朝	休	日	日	
65人目	夜	明	休	休	休	夜	明	朝	休	日	日	夜	明	日	朝	朝	休	朝	夜	明	朝	夜	明	日	休	日	休	休	朝	日	休
66人目	日	朝	夜	明	朝	夜	明	夜	明	夜	明	朝	日	朝	休	朝	日	休	夜	明	休	朝	休	休	夜	明	日	朝	休	夜	明
67人目	休	夜	明	朝	朝	休	日	日	夜	明	日	日	日	夜	明	夜	明	日	夜	明	朝	休	休	日	朝	夜	明	休	朝	休	日
68人目	休	休	休	朝	休	夜	明	休	夜	明	夜	明	朝	朝	日	朝	休	夜	明	休	朝	日	朝	夜	明	休	日	日	日	夜	明
69人目	休	休	日	休	夜	明	休	夜	明	休	日	日	朝	日	朝	夜	明	朝	休	朝	日	夜	明	日	夜	明	朝	日	夜	明	
70人目	日	朝	休	朝	休	朝	日	休	朝	休	休	夜	明	休	朝	日	日	朝	夜	明	休	夜	明	朝	夜	明	日	朝	日	日	夜

勤務日数31日・１４人・夜１４人・明１４人・日１４人・朝１４人・しきい値0.2・交叉0.7率・突然変異率0.9

図７．勤務表の出力例