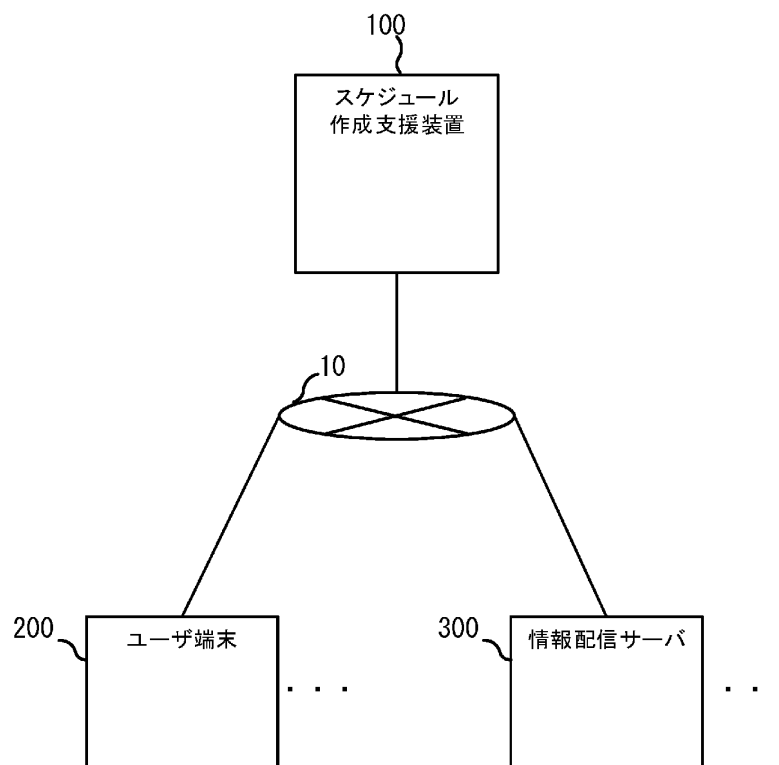
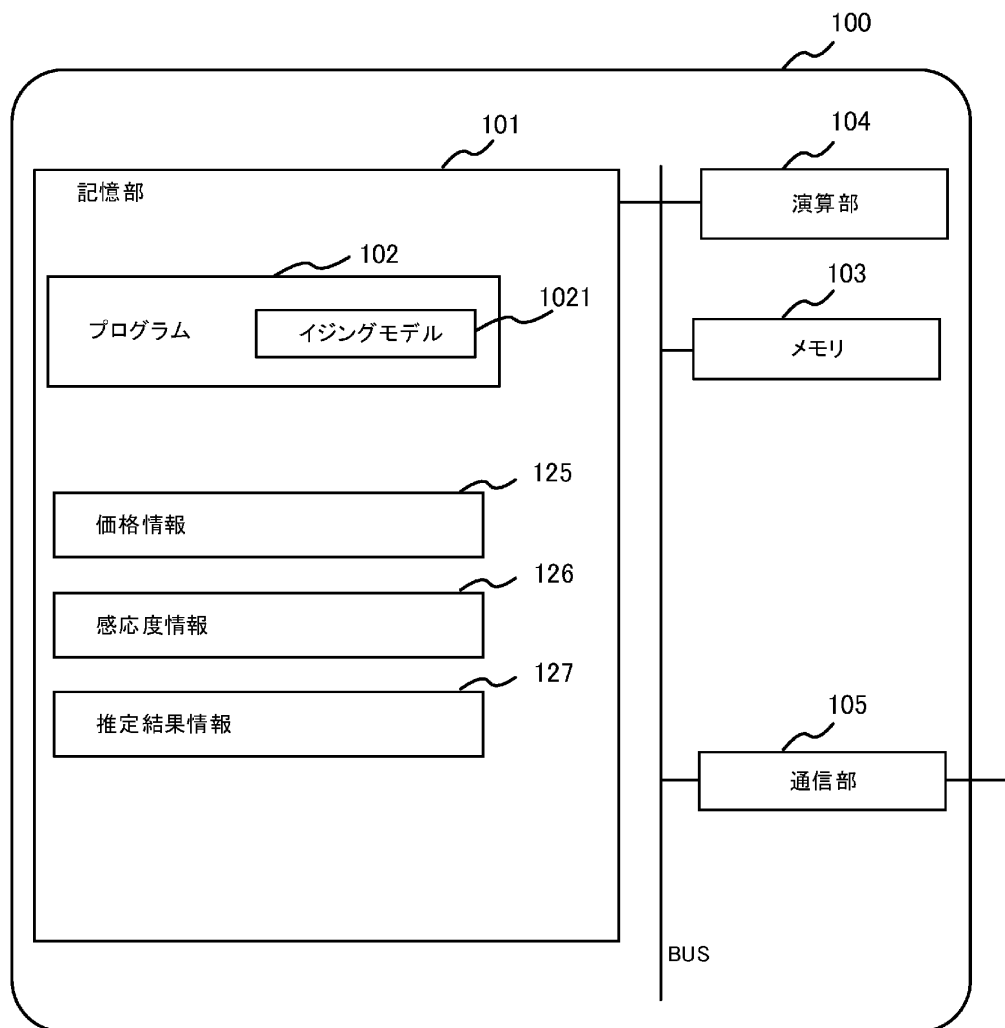


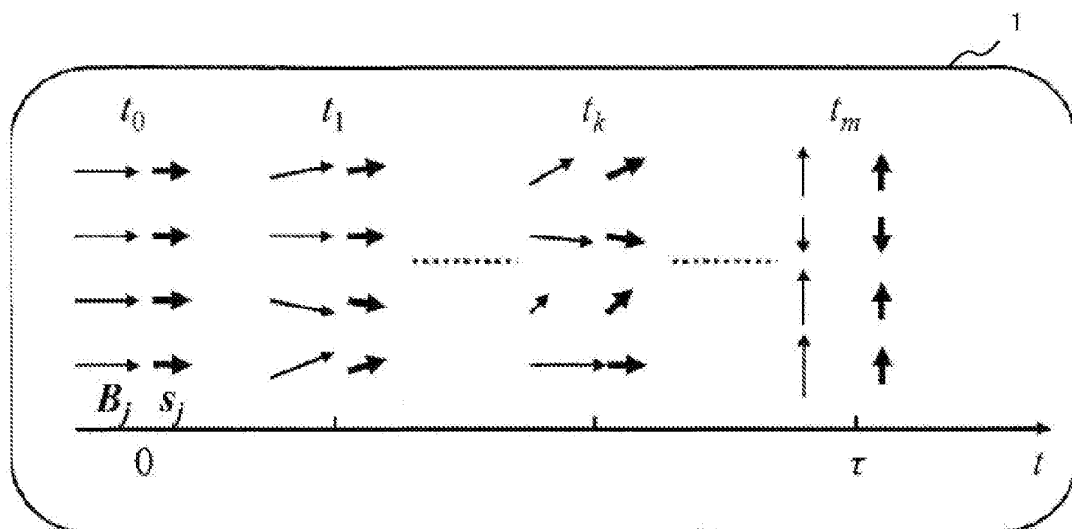
[図1]



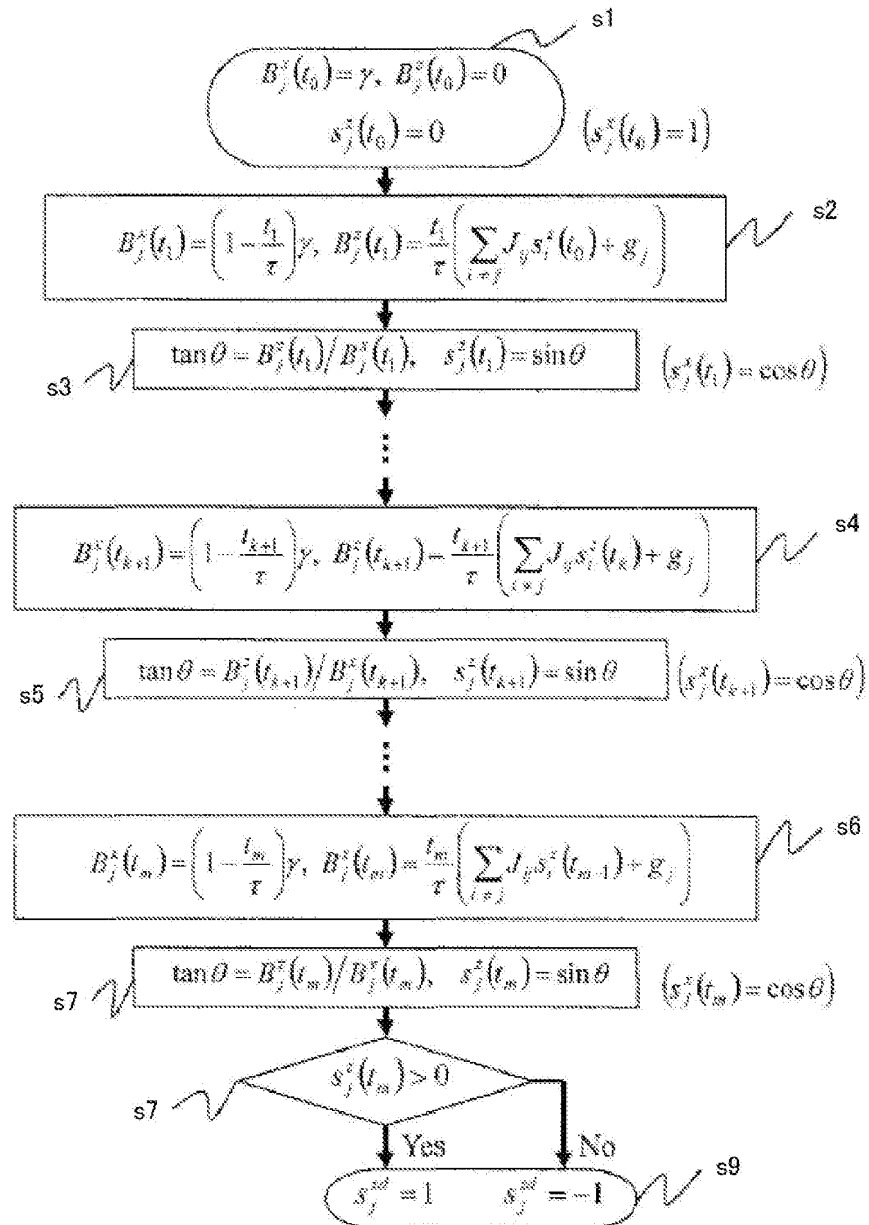
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

基本情報

125

1月		2月	...			
日	時間帯	オペレーター 1	オペレーター 2	オペレーター 3	...	必要 人数
1	9:00-9:10				...	10
	9:10-9:20				...	12
	...	...	...	...	...	...
2	9:00-9:10				...	11
	9:10-9:20				...	11
	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
31	9:00-9:10				...	15
	9:10-9:20				...	18
	...	...	...	...	...	...
勤務 コマ数	—	400±50	400±50	400±50	...	—

[図6]

制約条件

126

No.	制約条件の記述	決定変数 / 目的関数の変数	変数の範囲 / 目的関数の変数の範囲	目的関数 / 目的関数の変数の範囲
1	1日1人に1シフトを割当てる	$\sum_{k=1}^3 x_{i,j,k} = 1$	$\times 31 \times 30$ 本 ($\rightarrow 931$ 本)	$\min \sum_{i=1}^{30} \sum_{j=1}^{31} \left[\sum_{k=1}^3 x_{i,j,k} - 1 \right]^2$
2	日毎に必要な人員数 N_j にぴったり合わせる	$\sum_{i=1}^{30} x_{i,j} = N_j$	$\times 31$ 本	$\min \sum_{j=1}^{31} \left[\sum_{i=1}^{30} x_{i,j} - N_j \right]^2$
3	日毎に必要な人員数 N_j 以上の人数を割当てる	$\sum_{i=1}^{30} x_{i,j} \geq N_j$	$\times 31$ 本	$\min \sum_{j=1}^{31} \left[\sum_{i=1}^{30} x_{i,j} - N_j \right]^2$ ※ N_j は「 N_j 以上」を表現する補助変数 (詳細は脚注)
4	ある期間 (例: 31日間) の、人員毎の勤務日数に上限 U_i を定める	$\sum_{j=1}^{31} x_{i,j} \leq U_i$	$\times 30$ 本	$\min \sum_{i=1}^{30} \left[\sum_{j=1}^{31} x_{i,j} - U_i \right]^2$ ※ U_i は「 U_i 以下」を表現する補助変数 (詳細は脚注)
				補助変数 (詳細は脚注)
5-1	ある期間 (例: 31日間) の、人員毎に設定された勤務日数 D_i になるべく合わせる (合わない場合も、設定時間からのずれをなるべく小さくする) (1夜)	$-a_i^- \leq \sum_{j=1}^{31} x_{i,j} - D_i \leq a_i^+$ $\min \sum_{i=1}^{30} a_i^- + a_i^+$	$\times 30$ 本	補助変数 (詳細は脚注) (5-2 で基本的には代用可)
5-2	ある期間 (例: 31日間) の、人員毎に設定された勤務日数 D_i になるべく合わせる (合わない場合も、設定時間からのずれをなるべく小さくする) (2夜)	Δ (右記の式をそのまま実装) ※時間がわかる or 解けない		$\min \sum_{i=1}^{30} \left[\sum_{j=1}^{31} x_{i,j} - D_i \right]^2$
6-1	連続日数の上限 L_i の設定	$\sum_{k=1}^{L_i} x_{i,j+k-1} - (L_i - 1) (x_{i,j+1} - x_{i,j}) \geq 0$	$\times 30$ $\times (31 - L_i + 1)$ 本	$\min - \sum_{i=1}^{30} \sum_{j=1}^{31-L_i+1} \prod_{k=1}^{L_i} x_{i,j+k-1}$ ※変数は2次以下まで下げる必要 (詳細は脚注)
6-2	連続日数の上限 U_i の設定	$\sum_{k=1}^{U_i} x_{i,j-k} \leq U_i$		$\min \sum_{i=1}^{30} \sum_{j=1}^{31-U_i} \prod_{k=1}^{U_i} x_{i,j-k}$ ※変数は2次以下まで下げる必要 (詳細は脚注)
6-3	出勤日を連続させず、連続させるようにする (強制は調整可)	Δ (6-1や6-2を組合せて表現)		$\min - \sum_{i=1}^{30} \sum_{j=1}^{31} x_{i,j-1} x_{i,j}$
6-4	連続日数を D_i 日程度に抑える (前回の休日から D_i+1 日後に休日をなるべく入れる)	Δ (「絶対 D_i+1 日後に入れる」は可能なため、「この制約を破った回数を最小化する」とすれば可能)		$\min - \sum_{i=1}^{30} \sum_{j=D_i+2}^{31} (1 - x_{i,j}) (1 - x_{i,j-D_i-1})$

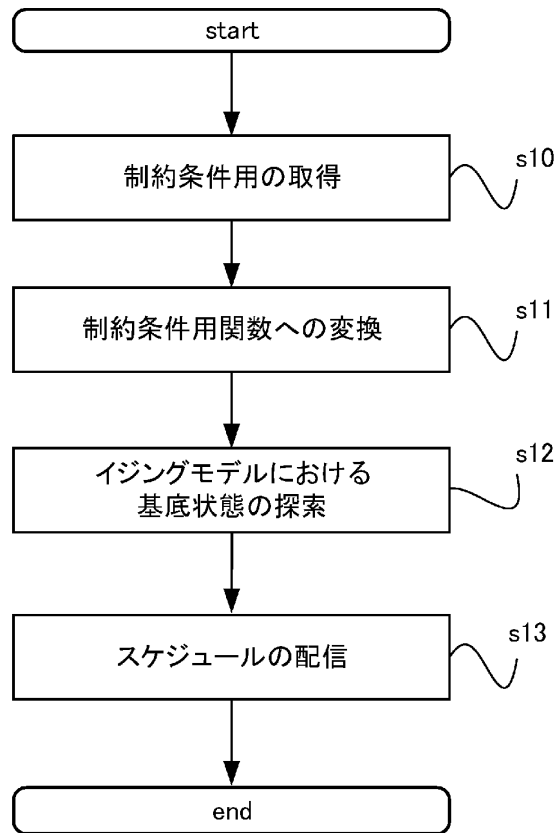
[図7]

制約条件

126

7-1	勤務日が連続しない場合の 間隔日数の下限 l_i の設定	$x_{i,j-k} - \sum_{l=1}^{k-1} x_{i,j-l} + x_{i,j} \leq 1$ $k \in \{2, 3, \dots, L_i\}$	$\times 30$ < 7 本	$\min - \sum_{i=1}^{30} \sum_{j=1}^{31-x_i+y_i-x_{i-1}+j} \prod_{l=1}^{L_i} (1 - x_{i,l})$ 本次数は2以下まで下げる必要(詳細は図注)
7-2	勤務日が連続しない場合の 間隔日数の上限 u_i の設定	$\sum_{l=1}^{u_i} x_{i,j-l} \geq 1$	≤ 30 本	$\min - \sum_{i=1}^{30} \sum_{j=1}^{31-u_i+y_i+j} \prod_{l=1}^{L_i} (1 - x_{i,l})$ 本次数は2以下まで下げる必要(詳細は図注)
7-3	休日を連続させず、 連続させるようにする (係数は調整可)	Δ (7-1や7-2を組合せて表現)		$\min - \sum_{i=1}^{30} \sum_{j=1}^{31} (1 - x_{i,j-1})(1 - x_{i,j})$
7-4	連続日数を D_i 日程度に 抑える(前日の出勤日 から D_i+1 日後に出勤 日になるべく入れる)	Δ (「絶対 D_i+1 日後に入れる」は可能 なため、「この制約を強った関数を 最小化する」とすれば可能)		$\min - \sum_{i=1}^{30} \sum_{j=D_i+2}^{31} x_{i,j} x_{i,j-D_i-1}$
8	シフトの禁止パターン (2日間続くシフトパ ターン $p_0 \rightarrow p_1 \rightarrow \dots \rightarrow p_L$) を避ける	$\sum_{k=0}^L x_{i,j-k+1} p_k \leq L$	$\times 30$ $< (31 - L_0 + 1)$ 本	$\min - \sum_{i=1}^{30} \sum_{j=1}^{31-L_0+1+L-1+j} \prod_{k=0}^L x_{i,j-k} p_k$ 本次数は2以下まで下げる必要(詳細は図注)
9	新人が勤務する場合は、 その指導ができる 人の集合 P の中から1人 以上を割当てる	$x_{i',j} \leq \sum_{p \in P} x_{i,p,j}$	$\times$ 新人 数 $\times$ 31 本	$\min - \sum_{i'=1}^{31} \sum_{j=1}^{31} x_{i',j} \prod_{p \in P} (1 - x_{i,p,j})$ 本次数は2以下まで下げる必要(詳細は図注)
10	人員 i' と人員 i が同じ 日に勤務しないように する	$x_{i',j} + x_{i,j} \leq 1$	< 31 本	$\min - \sum_{j=1}^{31} x_{i',j} x_{i,j}$
11	ある日 j' のある人員 i' の シフトに、「できれば」 シフト k' を割当てる	(右側の式を目的関数に追加)		$\min - x_{i',j,k'}$
12	ある人員 i' のシフトは 「できるだけ」シフト k' を割当てる	(右側の式を目的関数に追加)		$\min - \sum_{j=1}^{31} x_{i',j,k'}$
13	各人員でシフト種類毎 の勤務日数を均等にす る(必要人数から計算 した、シフト種類ご との目安の平均日数を A_k とする)	$-\delta_k \leq \sum_{j=1}^{31} x_{i,j,k} - A_k \leq \delta_k$ 図8は許容できる A_k からの ズレ(ズレを最小化すること はできない) ※ズレを最小化する場合 は、 δ_k を新たな変数とし、 最小化する関数に δ_k を足し 込む必要がある	$\times 30$ 本 $\times$ シ フト種 類	$\min - \sum_{i=1}^{30} \sum_{k=1}^K \left[\sum_{j=1}^{31} x_{i,j,k} - A_k \right]^2$

[図8]



[図9]

900

1月						
日	時間帯	オペレーター 1	オペレーター 2	オペレーター 3	...	必要 人数
1	9:00-9:10	1	0	1	...	10
	9:10-9:20	1	0	0	...	12
	...	...	...	...	...	...
2	9:00-9:10	1	0	0	...	11
	9:10-9:20	1	0	0	...	11
	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
31	9:00-9:10	0	1	1	...	15
	9:10-9:20	0	1	1	...	18
	...	...	...	...	...	...
勤務 コマ数	—	401	410	408	...	—