

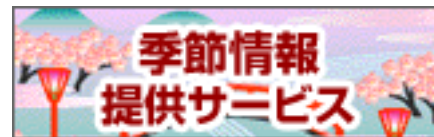
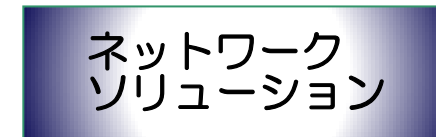
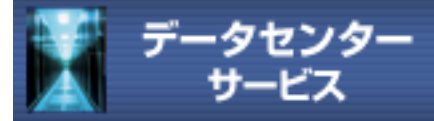
# Numerical Optimizerを活用した JRシステムの勤務計画ソリューション



# 会社案内

- ・ 会社名 鉄道情報システム株式会社  
(略称 JRシステム)
- ・ 所在地 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号  
JR東日本本社ビル
- ・ 設立日 1986(昭和61)年12月9日
- ・ 資本金 10億円
- ・ 売上高 332億円(H29年度)
- ・ 社員数 620名(H30年3月現在)
- ・ 株主 東日本旅客鉄道株式会社  
西日本旅客鉄道株式会社  
東海旅客鉄道株式会社  
日本貨物鉄道株式会社  
九州旅客鉄道株式会社  
北海道旅客鉄道株式会社  
四国旅客鉄道株式会社
- ・ 事業所 中央システムセンター(国立)  
関西支社
- ・ 営業所 北海道・仙台・東京  
名古屋・四国・九州
- ・ URL <http://www.jrs.co.jp/>

みどりの窓口  
MARS



# 目次

## 1. J Rシステムのソリューションサービス

- 1 - 1. 主な J Rシステムのソリューションサービス
- 1 - 2. J Rシステムの勤務計画ソリューション

## 2. 最適化エンジン

- 2 - 1. 最適化エンジンについて
- 2 - 2. Numerical Optimizerについて
- 2 - 3. Numerical Optimizerをなぜ採用したのか

## 3. J Rシステムが提供するサービス

- 3 - 1. 昨今の勤務管理を取り巻く状況
- 3 - 2. 勤務シフト表の自動作成サービス
  - 3 - 2 - 1. 勤務シフト作成お助けマン
  - 3 - 2 - 2. シフトデザイナー

## 4. 今後の展望

# 1. JRシステムのソリューションサービス

# 1 - 1. 主なJRシステムのソリューションサービス

JRの座席予約・販売システムなどの運用実績から得た知識と経験を活かし、さまざまなソリューションサービスの提供を行っている。

## 勤務計画 ソリューション

計画技術を活用して、様々な条件を考慮した、より働きやすい勤務シフトや業務の割当てを計画する。

## データセンター サービス

お客さまのご要望に応じてお選びいただけるハウジング・クラウド・バックアップサービスを提供している。

## 配車管理業務支援 ソリューション

配車業務におけるPDCA (Plan - Do - Check - Action) サイクルの各プロセスを支援する。

## 配送ルート計画 ソリューション

計画技術を活用して、出荷拠点から複数配送先への配送ルートを自動作成。配達指定時間や作業時間などの配送条件を照会し、各種の条件に合った配送ルート計画する。

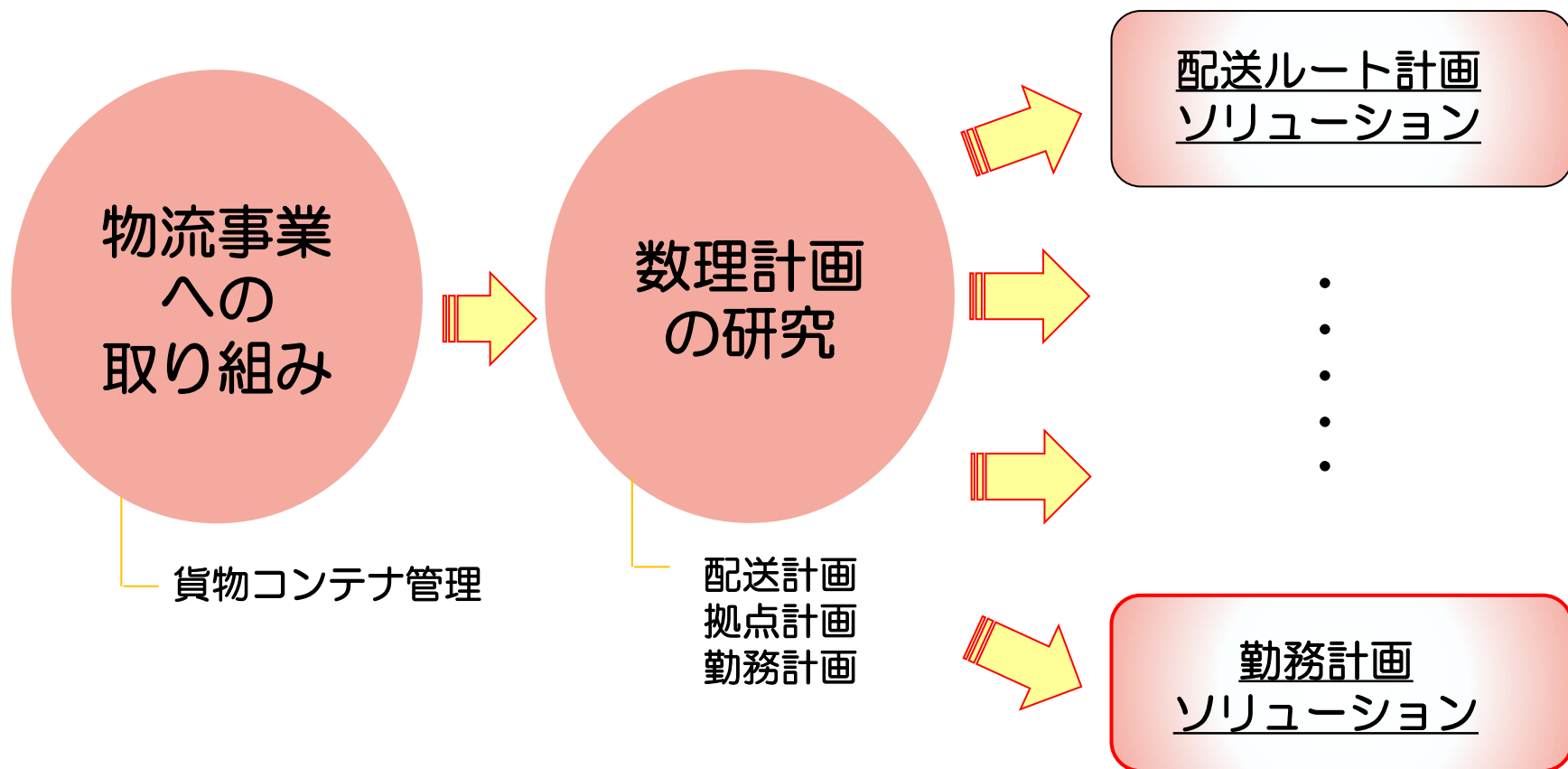
# 1-2. JRシステムの勤務計画ソリューション

さまざまなソリューションサービスの提供を行っているうちのひとつとして、勤務計画ソリューション（勤務シフト表の自動作成）を手掛けている。



# 1-2. JRシステムの勤務計画ソリューション

勤務計画ソリューションへたどり着くまでには、物流事業への取り組みから始まり、数理計画の研究を行い、数年にわたり技術者の教育・育成を実施してきた。



## 1 - 2. JRシステムの勤務計画ソリューション

勤務計画ソリューションとして勤務シフト表の自動作成ツール開発を行う  
上での基本方針は・・・

- ・短時間で勤務シフト表を作成し、手作業より時間短縮となり本来業務に専念できるようになること。
- ・誰でも簡単に作成できること。（設定作業の簡素化）
- ・条件に合わなくても、一番最適な答えを提示すること。



基本方針に沿った勤務シフト表の自動作成ツールを実現するには最適化エンジンが必要だったため、NTTデータ数理システム社の汎用数理計画法パッケージ「**Numerical Optimizer**」と連携をとり、勤務計画を自動作成するソリューション開発を行った。



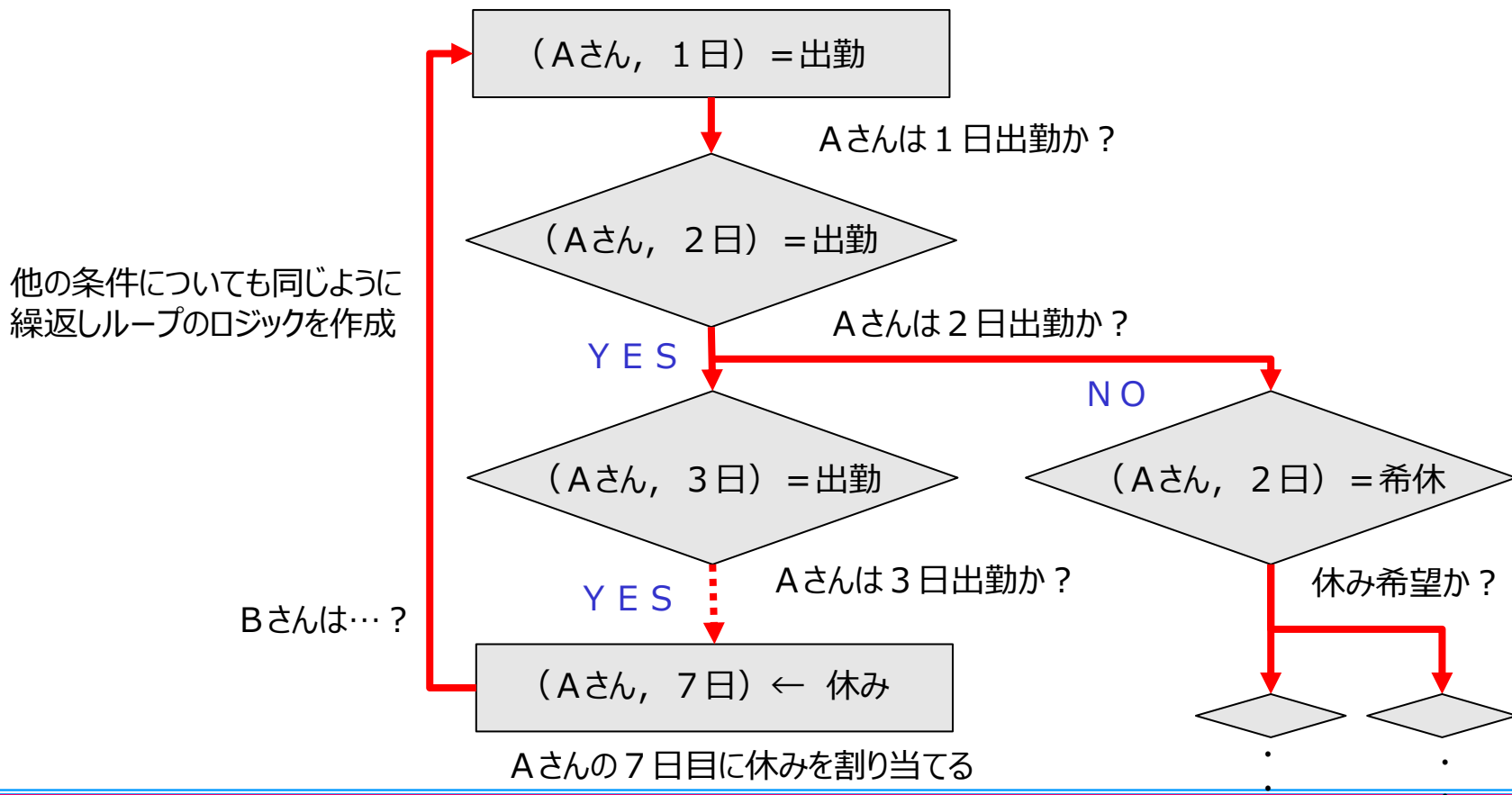
## 2. 最適化エンジン

# 2-1. 最適化エンジンについて

## なぜ最適化エンジンが必要か？

### プログラムコーディングで作成する場合

例：一週間でAさんは必ず休みを一日以上とる条件をコーディングすると……



## 2-1. 最適化エンジンについて

### なぜ最適化エンジンが必要か？

#### エンジンを活用する場合

例：一週間でAさんは必ず休みを一日以上とるという条件にエンジンを活用すると・・・

#### モデル

$$\sum_{\text{日}} x_{A\text{さん, 日, 休み}} \geq 1$$

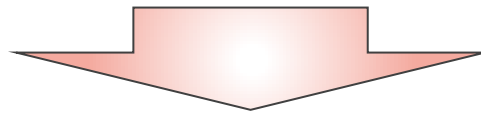
※「日」はある一週間の日付

考慮したい条件のモデルファイルを作成し  
最適解を算出する。

## 2-1. 最適化エンジンについて

なぜ最適化エンジンが必要か？

$$\sum_{\text{日}} x_{\text{Aさん, 日, 休み}} \geq 1$$



Aさんのシフト

日	月	火	水	木	金	土
出	出	休	出	出	休	出

0 + 0 + 1 + 0 + 0 + 1 + 0 = 2

“データ”と“やり方（ルール）”がわかっていながら、  
解決策が導き出せない現実の問題に対し最適解  
を提供してくれる。

## 2 - 2. Numerical Optimizerについて

最適化するには・・・

考慮したい制約条件

定式化

モデル  
ファイル

『変数』

$x$  (整数)  $y$  (整数)

『制約条件』

$3000x + 1000y \geq 20000$

$2000x + 3000y \geq 30000$

求解

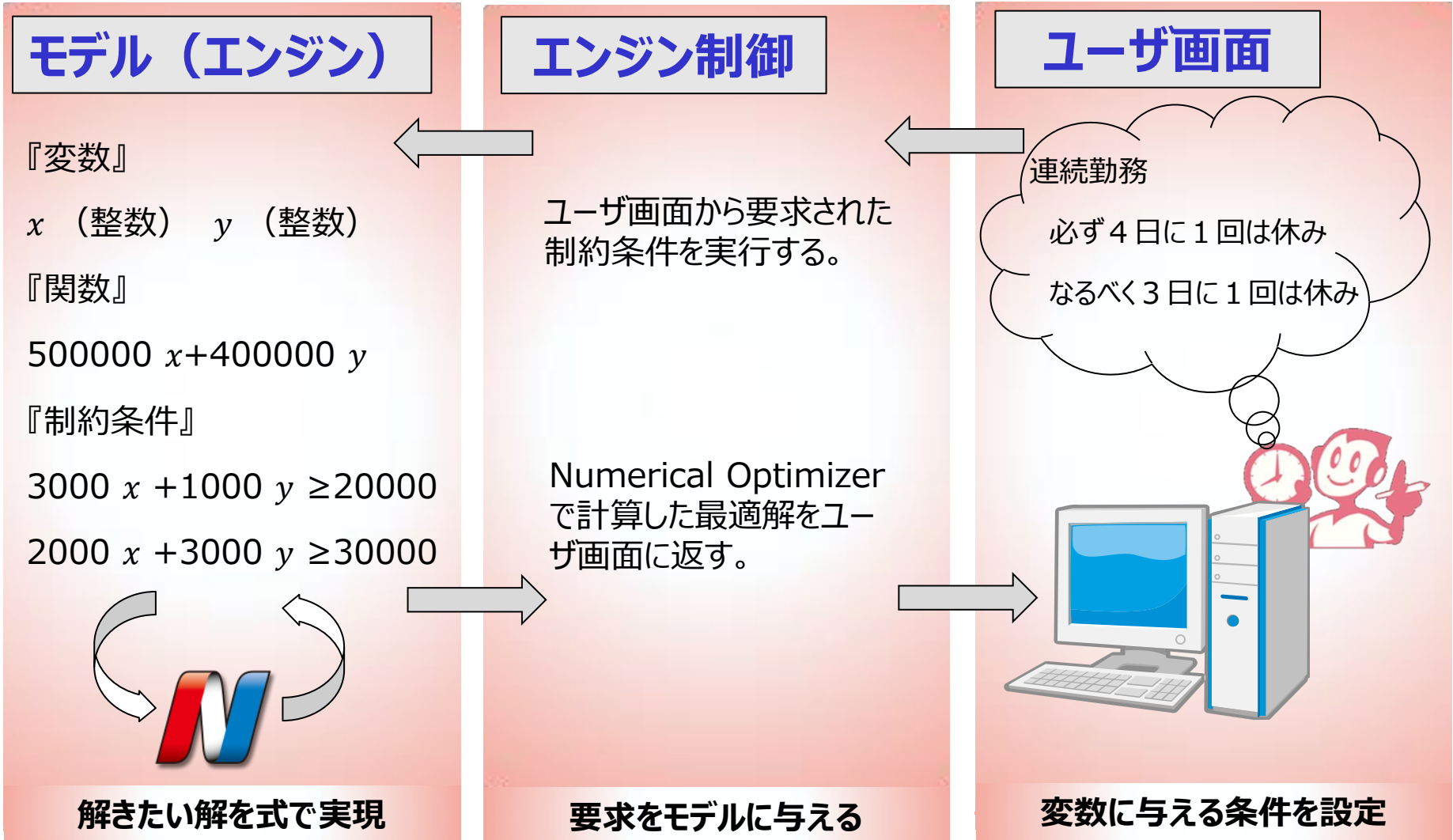


Numerical  
Optimizer

考慮したい制約条件をモデルファイルにする「定式化」、モデルファイルで表現された問題を解く「求解」という二段階の手順が必要となる。汎用数理計画法パッケージ Numerical Optimizer は「**求解**」部分である。

# 2 - 2. Numerical Optimizerについて

## モデルファイルを作成したら…



## 2 - 3. Numerical Optimizerをなぜ採用したのか

他社最適化エンジンで、勤務シフト表作成システムの開発を実施…

- ・問題の特性（制約条件の組み合わせ）によっては答えが出せない
- ・計算処理に時間がかかる。
- ・最適化エンジンが高価である。
- ・開発の生産性に課題があった。

**Numerical Optimizer**

を検討

- ・**必ず**答えを出してくれる。
- ・計算処理速度が**速い**。
- ・他社エンジンと比べて**安価**である。
- ・開発において**高い生産性**が得られる。

## 2 – 3. Numerical Optimizerをなぜ採用したのか

### Numerical Optimizer を採用し高評価させていただいている点

制約条件の重要度を重みとして設定できるため、条件が合致しているか否かだけでなく『制約条件を違反しても違反をなるべく少なくした最適解』（WCSP法）が求められるため基本方針に合致している。

Numerical Optimizerのモデリング言語「SIMPLE」は簡単な数式を作成するとき、非常に使いやすい。

パッケージの販売に加え、モデリング・解法の構築・周辺ソフトウェア開発までのコンサルティングをしてもらえる。



## 2 - 3. Numerical Optimizerをなぜ採用したのか

必ずしもすべての制約条件に合致する解が求められるわけではないため、条件の強度を設定し、与えられた制約条件を元に勤務表作成を繰り返し、どの値（エラー）を最小化するかにより最適解を導く。

### 制約条件

必ず5日勤務したら休みを割り当てる  
なるべく4日勤務したら休みを割り当てる

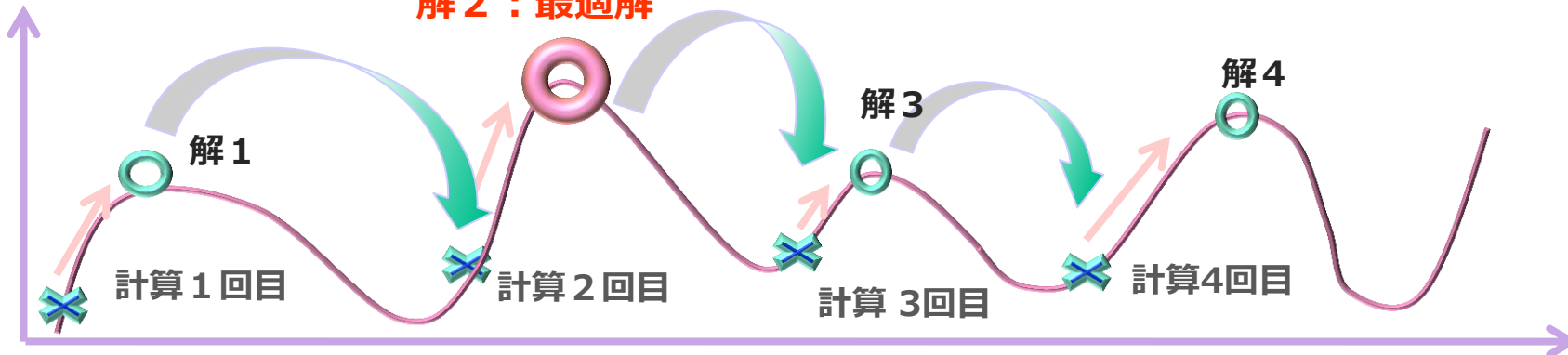
### 制約条件

リーダーを各時間帯に必ず一人割り当てる  
なるべく新人は一人に割り当てない



Numerical Optimizer

### 解2 : 最適解



# 3. JRシステムが提供するサービス

# 3 - 1. 昨今の勤務管理を取り巻く状況

ソリューション開発を行う上で考慮しなければならない、昨今の勤務管理を取り巻く状況

## 働き方改革

連続勤務日数制限

休み回数

月の労働時間制限

タイムインターバル

残業時間制限

女性の時短勤務適用

## 人手不足

アルバイト不足

離職率上昇

少子高齢化

「生産性」と「働きやすさ」の両方を  
考慮しなければならない

## 3-2. 勤務シフト表の自動作成サービス

NTTデータ数理システム社の、数理計画・最適化パッケージ、「Numerical Optimizer」を使用し、JRシステムにて実行するモデルファイルを作成することにより、様々な制約条件に対応した勤務シフト表の自動作成を実現。

現在は、勤務シフト表の自動作成サービスとして2つの製品を展開している。



日別に必要人数を考慮する  
勤務シフト表作成



時間帯別に必要人数を考慮する  
勤務シフト表作成

# 3-2-1. 勤務シフト作成お助けマン

インターネット回線と回線に接続された端末があれば、すぐにサービス利用が可能な勤務シフト表を自動作成するクラウドサービスである。

Numerical Optimizerを使用し、シフト作成者が考える様々な制約条件を考慮し、1日1勤務の割当てについて、最適解を導くことにより人間の頭で組む勤務シフト表に、より近い状態の勤務シフト表を自動作成する。



氏名	勤務シフト (7-30)																														勤務回数(作成)		
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	集計	集計	集計						
	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	以上	以下	集計	以上	以下	集計			
1 スタッフ01	休み	遅番	日2	遅番	休み	日1	遅番	日1	休み	遅番	日1	日2	休み	遅番	夜勤	明ナ	休み	日1	夜勤	明ナ	休み	日1	日2	休み	8	9	8			2			
2 スタッフ02	遅番	日2	遅番	休み	遅番	遅番	休み	遅番	夜勤	明ナ	休み	遅番	日2	遅番	休み	遅番	日1	遅番	休み	遅番	日1	日1	休み	遅番	休み	8	9	8	1	3	2		
	休み	日2	日1	日1	日1	休み	遅番	夜勤	明ナ	休み	日2	夜勤	明ナ	休み	日2	夜勤	明ナ	休み	遅番	遅番	8	9	8	1	3	3							
	早番	早番	遅番	休み	日1	日1	日2	休み	遅番	日1	遅番	休み	遅番	日1	遅番	休み	日2	夜勤	明ナ	8	9	8	1	3	3								
	日2	夜勤	明ナ	休み	遅番	日1	早番	休み	早番	日1	遅番	日1	日2	休み	遅番	日1	日2	休み	日1	早番	休み	8	9	8	1	3	3						
	日2	日2	休み	日2	日1	休み	遅番	日1	遅番	日1	遅番	日1	日2	休み	遅番	日1	日2	休み	日1	早番	休み	8	9	8	1	3	1						
	日2	休み	夜勤	明ナ	休み	早番	早番	日1	休み	日2	夜勤	明ナ	休み	早番	8	9	8	1	3	2													
	早番	休み	日1	遅番	日2	休み	遅番	日2	日1	遅番	日2	日1	休み	日2	日2	日1	休み	夜勤	8	9	8	1	3	3									
	遅番	日2	休み	日1	日2	休み	休み	日1	日2	休み	遅番	日1	日2	休み	遅番	日1	日2	休み	8	9	8	1	3	1									
	日1	休み	日1	日1	日1	休み	日2	夜勤	明ナ	休み	日2	夜勤	明ナ	休み	日2	早番	休み	日2	8	9	8	1	3	1									
12 スタッフ23	日1	休み	日2	遅番	遅番	休み	遅番	夜勤	明ナ	休み	日1	夜勤	明ナ	休み	日2	遅番	日1	休み	遅番	日1	早番	休み	遅番	8	9	8	1	3	2				

スタッフの組合せ可否、連続勤務、休みと勤務の並びなどの制約条件考慮

日毎の必要人数、人別の勤務回数

# 3-2-1. 勤務シフト作成お助けマン

## 現在の「勤務シフト作成お助けマン」の歩み

- ① JR関連の勤務シフトに関する研究開発  
(オンプレミス型で提供)

JR関連に関わらず一般の企業様向けに展開できるのではないか・・・



- ② ①を一般企業向けの汎用的な製品として開発  
(リッチクライアント型)

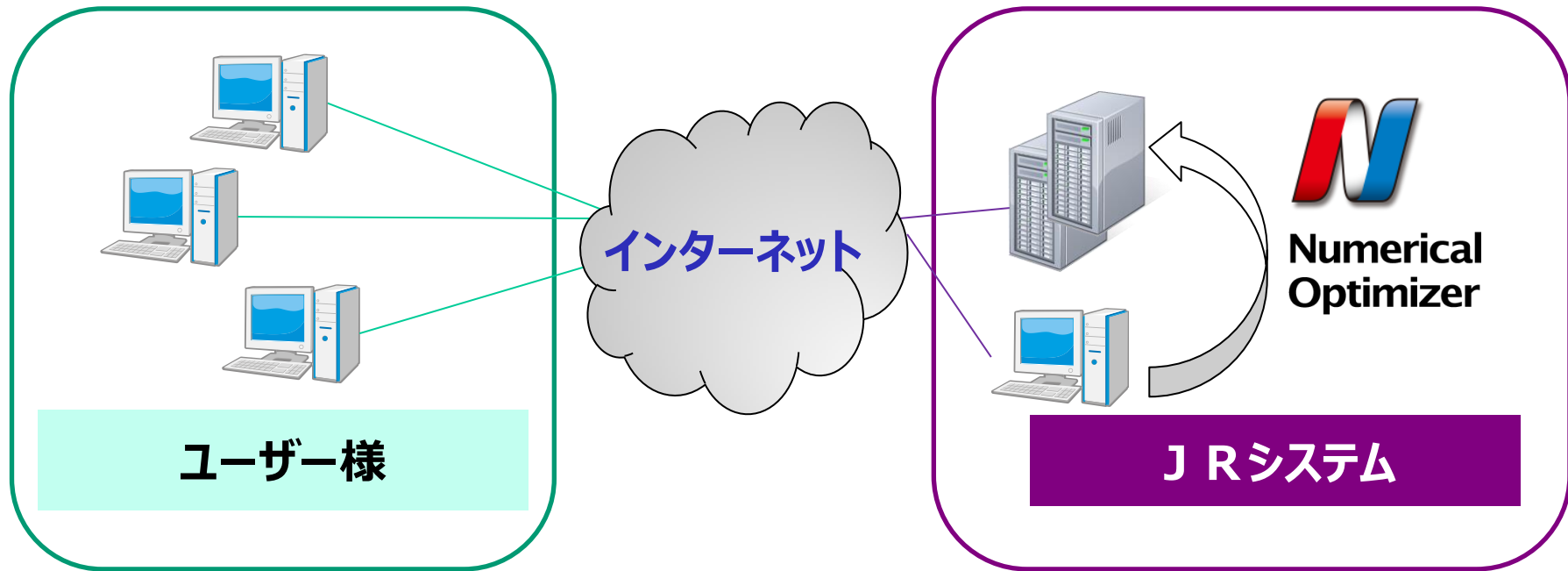
インストールなどを行う煩わしさなどの払拭と利便性を高めるために・・・



- ③ ②をWebブラウザで使用できるクラウドサービスとして提供

# 3-2-1. 勤務シフト作成お助けマン

クラウドサービスとしてサービス提供を行っている。



専用サーバなどを購入することなく、インターネットに接続されたパソコンを通じて、サービスをご利用いただける。  
ユーザー様と同じ画面を見ながら、操作を支援することができる。

## 3-2-1. 勤務シフト作成お助けマン

JRの座席予約・販売システムなどの運用実績から得た知識と経験を活かした万全なセキュリティ対策により、安全性の高いクラウドサービスを提供



**JR** データセンター  
JRシステム



勤務シフト  
作成お助けマン

配送ルート計画  
ソリューション

ウェブコンテンツ通信の暗号化技術対応済。  
サービスを利用できるグローバルIPアドレスを指定し、使用できる端末を制限することが可能。



# 3-2-1. 勤務シフト作成お助けマン

## ◎ モデルファイルとして実装したスタッフに関する制約条件



条件の種類	内容
担当可能勤務の設定	夜勤ができる／できない など
曜日別シフトの設定	曜日別に、可能な勤務を設定できます。 ・毎週水曜日は休み、毎週土曜日は夜勤か遅番 など
スタッフ別の勤務回数	1か月（あるいは4週間）ごとの勤務回数の条件を個人ごとに設定できます。 例えば ・夜勤は6回まで ・休日は8日～9日 ・日勤は0回（夜勤専任者） など
スタッフの組合せ可否	スタッフ同士の組合せ可否を勤務毎に設定できます。 ・Aさん（ベテラン）とBさん（新人）を一緒に勤務をさせる ・CさんとDさんは一緒に夜勤をさせない など

# 3-2-1. 勤務シフト作成お助けマン



## ◎ モデルファイルとして実装した勤務に関する制約条件

条件の種類	内容
勤務の並びのルール	勤務の並びに関する条件（一致させる並び、禁止する並び）を設定できます。 ・夜勤→明けの次の日は必ず休みにする ・遅番の翌日は早番をなるべく避ける など
連続勤務日数	連続して勤務ができる最大日数を制限できます。 ・4日勤務したら翌日は必ず休みとする。 など
日毎の必要人数	日毎に必要な人数を設定します。 （曜日ごとに必要人数を設定します） ・平日の夜勤は、全体で5人必要 うち、1人はリーダーを含める ・土日祝日の日勤は全体で3～4人必要 など また、スタッフグループ単位でも必要人数を設定できます。 ・「新人」の夜勤は1人まで ・「A班」と「B班」から遅番がそれぞれ1人必要 など

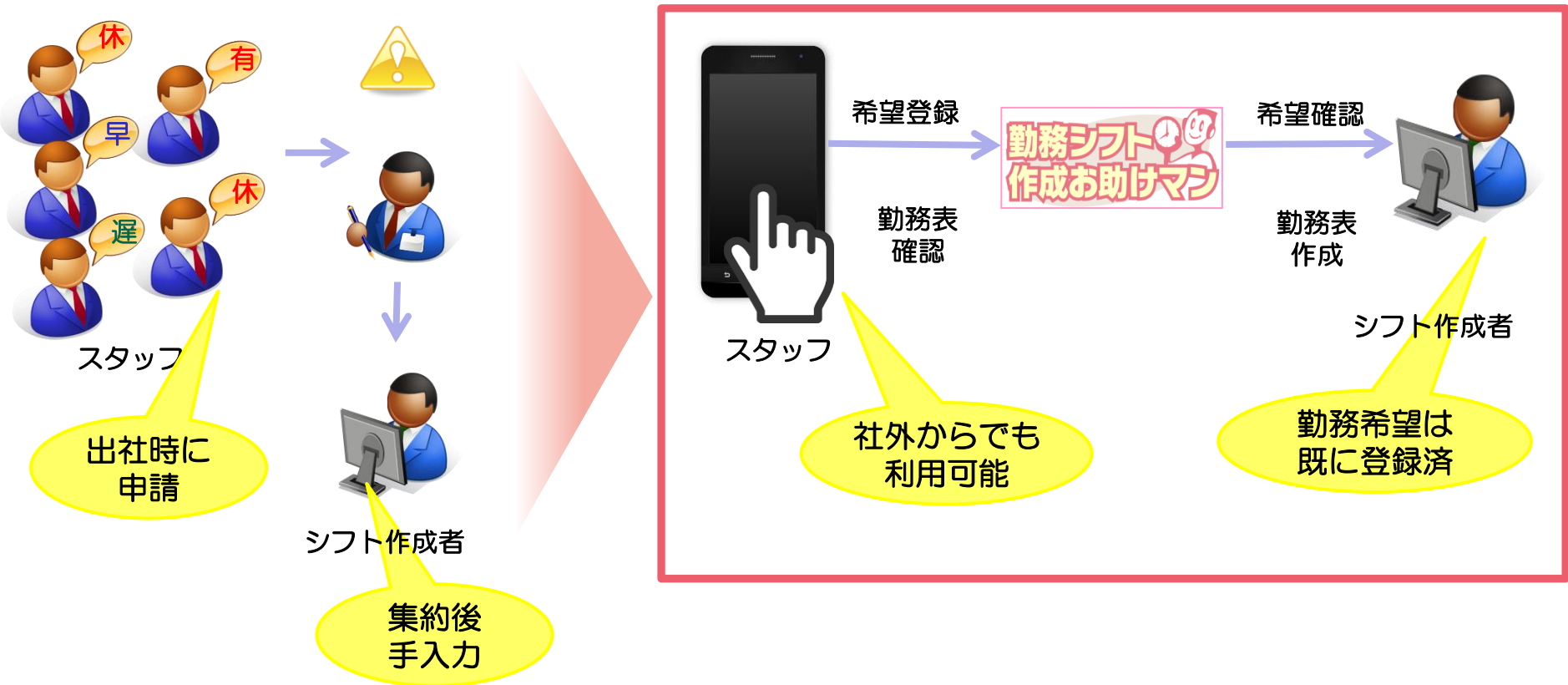
# 3 - 2 - 1. 勤務シフト作成お助けマン



## デモンストレーション

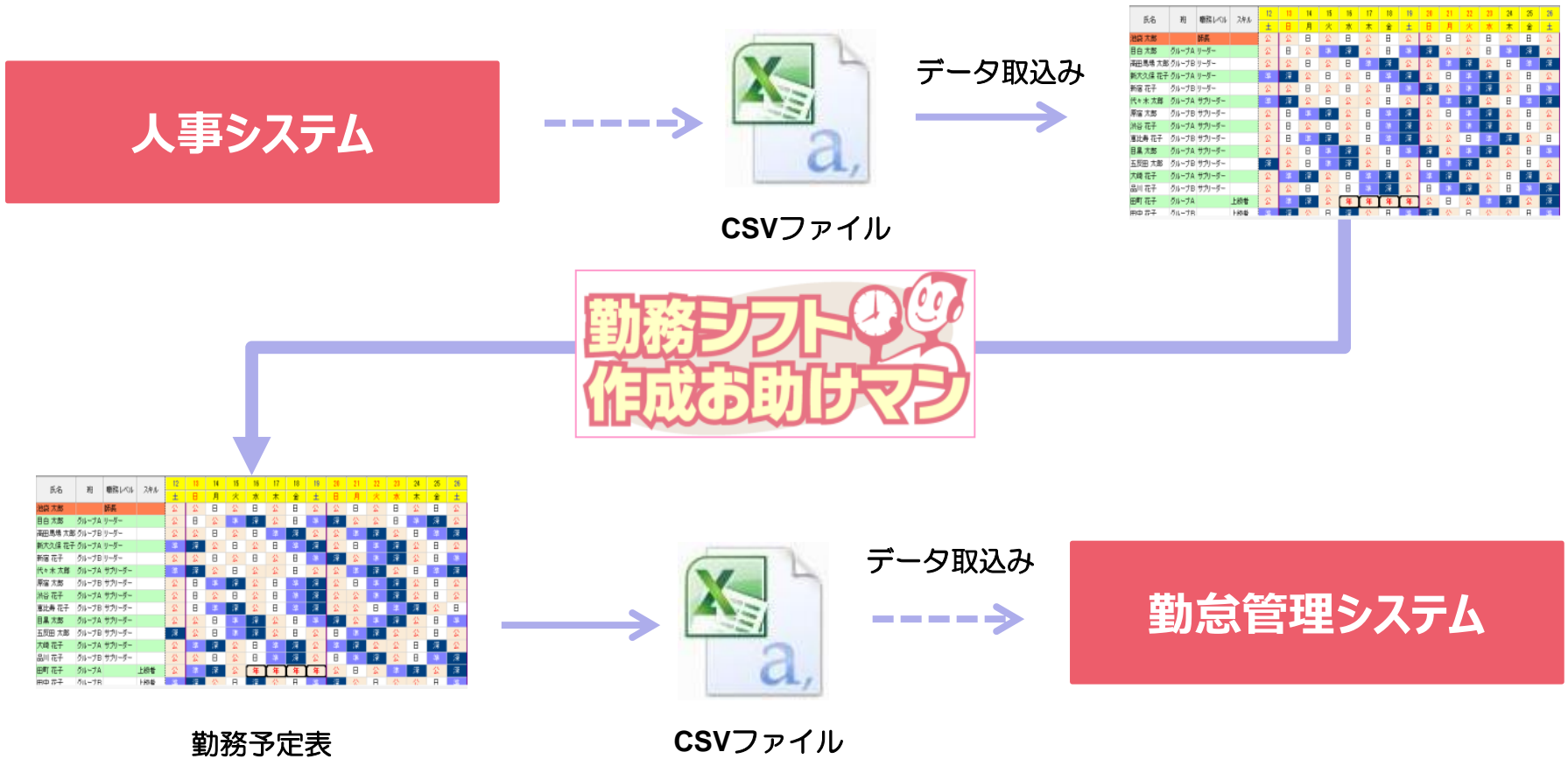
# 3-2-1. 勤務シフト作成お助けマン

◎ スタッフの希望を紙などで集約してシフト作成者が入力していたが、手間がかかることや入力ミスの発生を防止するためスタッフが自身のスマートフォンから入力できる機能を追加した。



# 3-2-1. 勤務シフト作成お助けマン

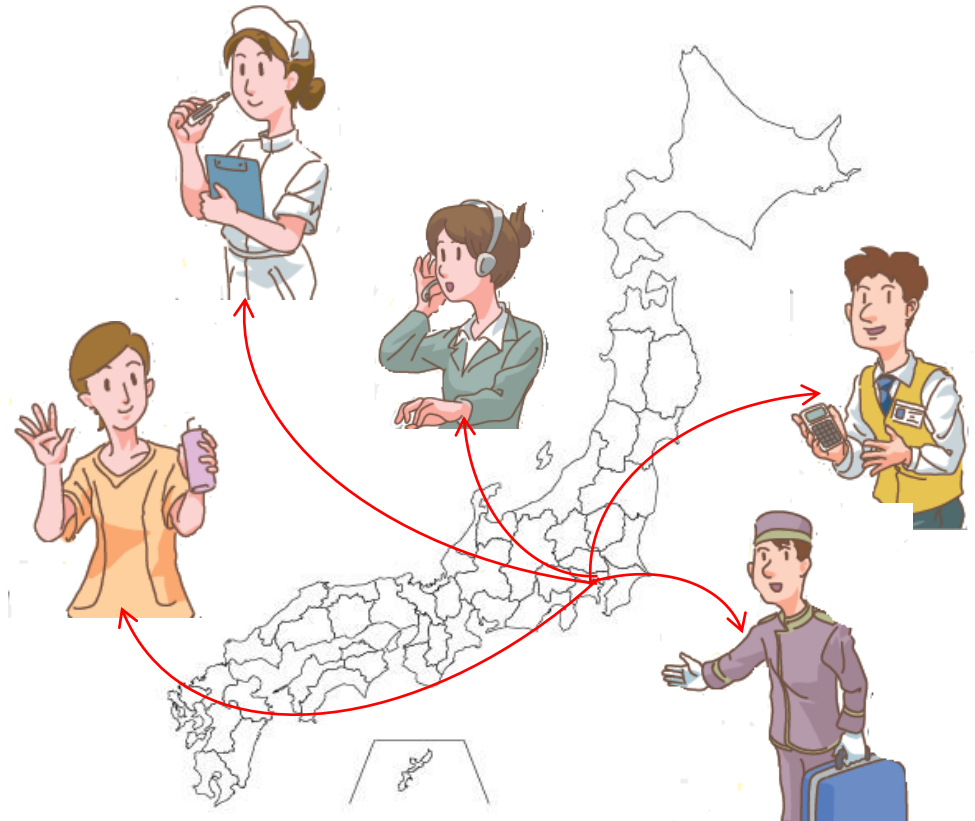
◎ 人事システム等から出力したスタッフのデータを取込む機能や勤務シフトを勤怠管理システムに連携させるためにデータを出力する機能を追加した。



# 3-2-1. 勤務シフト作成お助けマン

- 利用企業の傾向 → 24時間勤務…夜勤が発生する
- 人手不足の業種…人が集まらない
- 専門的なスキルが必要…正社員が多い

業種・業態／勤務形態
病院
介護施設
ホテル／旅行業
コールセンター
通販／物流・倉庫
システム運用・当直
小売り
...



# 3-2-2. シフトデザイナー



勤務シフト作成お助けマンの自動作成技術を応用し、Numerical Optimizerを用いて、各企業の売上や作業量の変動に応じた時間帯別の勤務割当てについて、最適解を導くことで勤務シフト表を自動作成する。

現在、小売業界にてご利用いただいております、各企業様の業種業態に合わせたソリューション開発として展開している。



必要人数に追従した  
休憩時間の考慮

売上セグ	-	-	-	-	4	4	5	6	4	4	5	6	6	7	6	6	6	6	5	5	4	5	5	5		
出勤人数	2	2	5	5	5	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	7	6	5	5
勤務人数	2	2	5	5	5	5	6	5	4	5	6	6	7	7	5	5	5	5	5	6	6	4	4	4	4	4
残業人数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
休憩人数	0	0	0	0	0	0	1	2	3	2	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
充足率(%)	-	-	-	-	125.0	125.0	120.0	83.3	100.0	125.0	120.0	100.0	116.7	100.0	83.3	83.3	83.3	83.3	120.0	120.0	150.0	100.0	80.0	80.0	80.0	

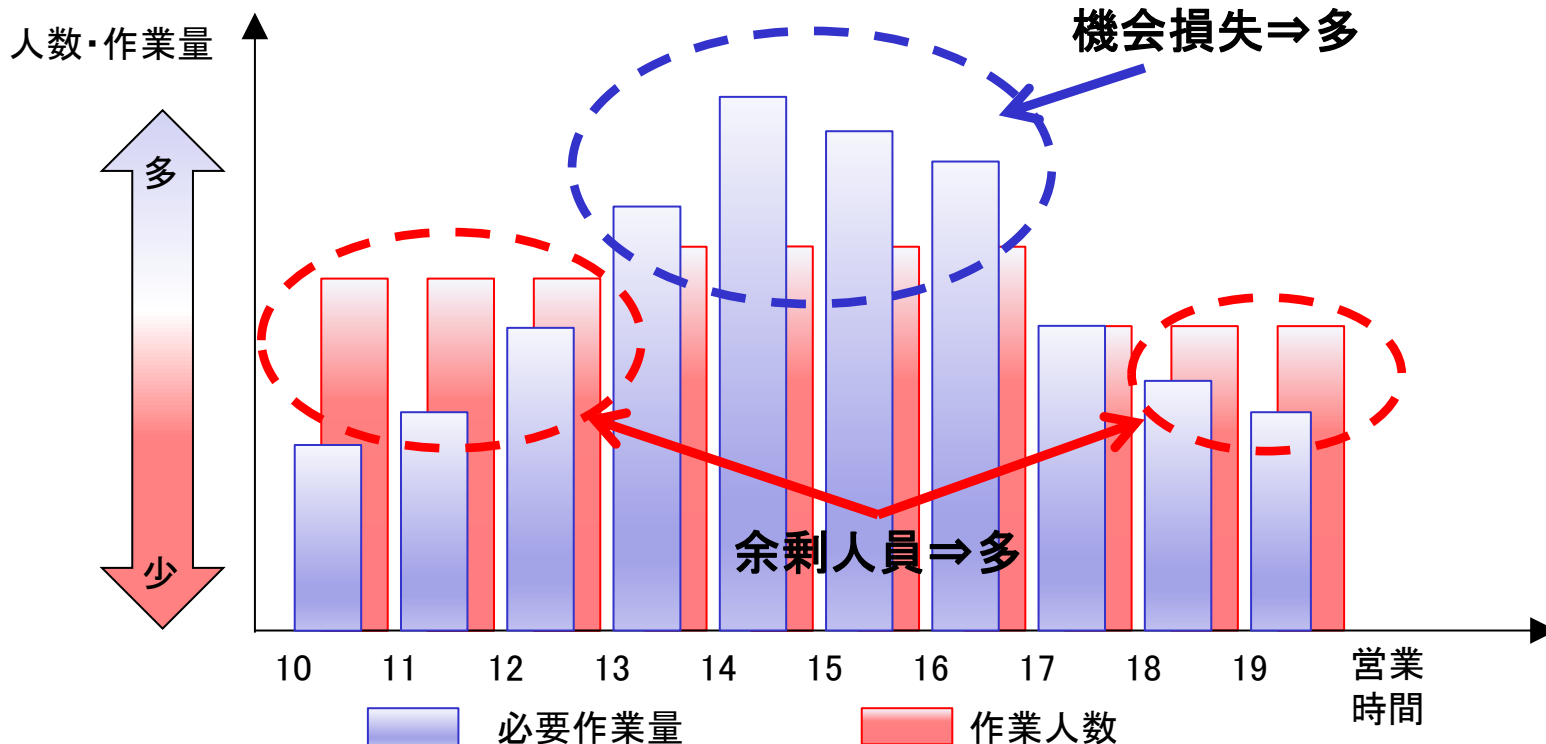


売上から算出した必要人数と、実際の勤務  
計画人数の差異のグラフ化

## 3-2-2. シフトデザイナー

現在のスタッフの割り当てが作業量（売上）の変動に追隨していないケースがあり、余剰人員を抱えていたり、機会損失が発生している可能性がある。

作業量の変動 ≠ 作業人数

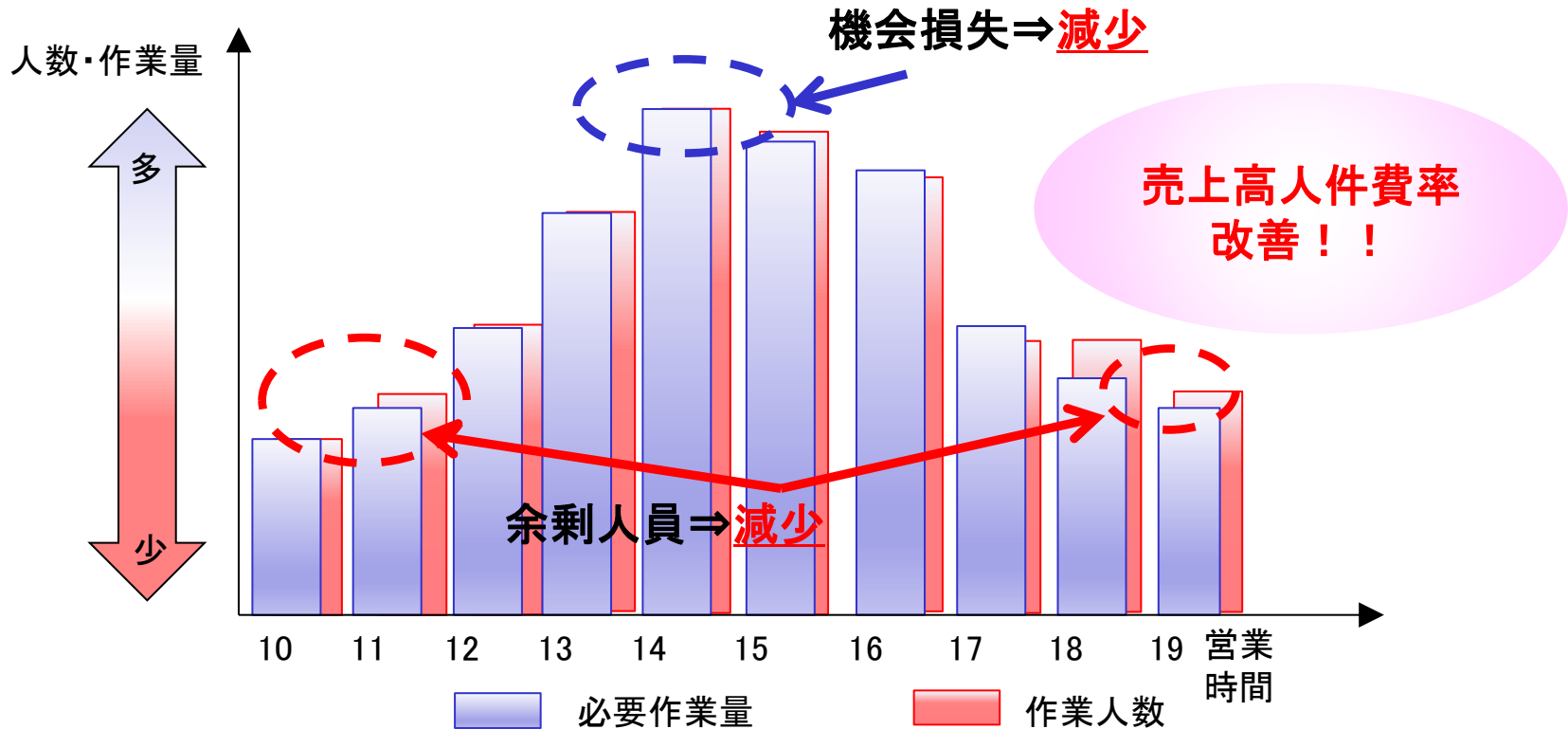




# 3-2-2. シフトデザイナー

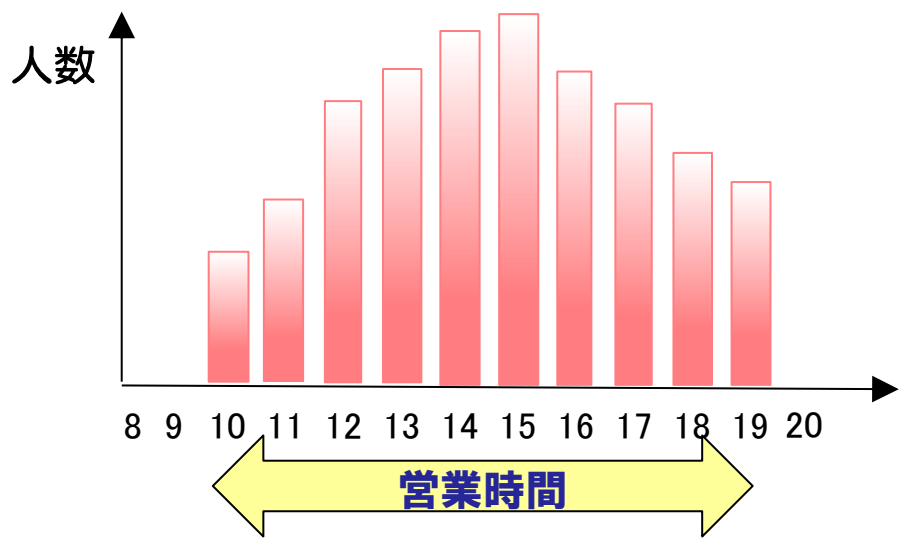
現在のスタッフの割り当てを作業量（売上）の変動に追随させることにより、機会損失を軽減し、生産性を高める勤務表を作成することができる。

作業量の変動 ≡ 作業人数



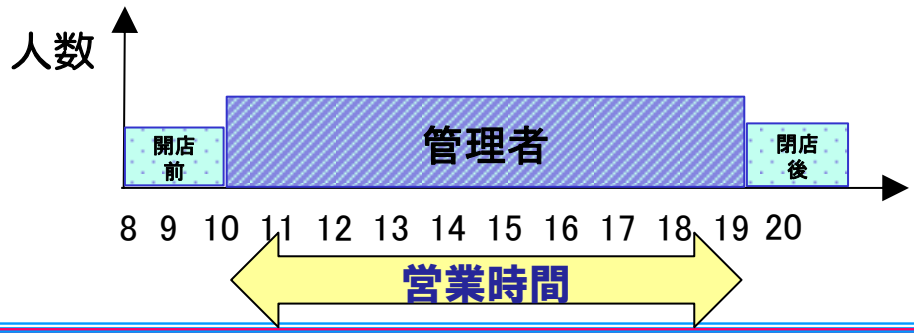
# 3-2-2. シフトデザイナー

## ①売上によるスタッフの時間帯別必要人数



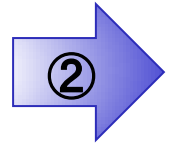
## ②運営における最低必要人数

- ・開店準備や閉店後のクローズ作業の営業時間外に必要な人数
- ・管理者などの必ず割り当てが必要な人数



## ③使用するシフト体系

シフト	開始時間	終了時間	休憩時間
A	8:00	18:00	60
B	9:00	19:00	60
...			
A1	9:00	14:00	
B1	14:00	18:00	
B2	14:00	20:00	30



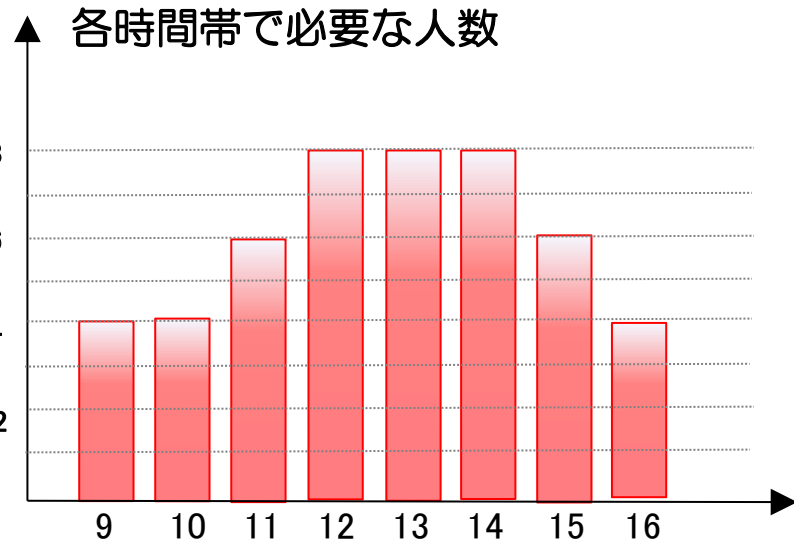
①②③を考慮し、  
勤務表を**自動作成**

# 3-2-2. シフトデザイナー

各時間帯で所定の必要人数を満たす（生産性を向上させる）にはどのような労働形態の人を何人勤務させなければならないかを考える。

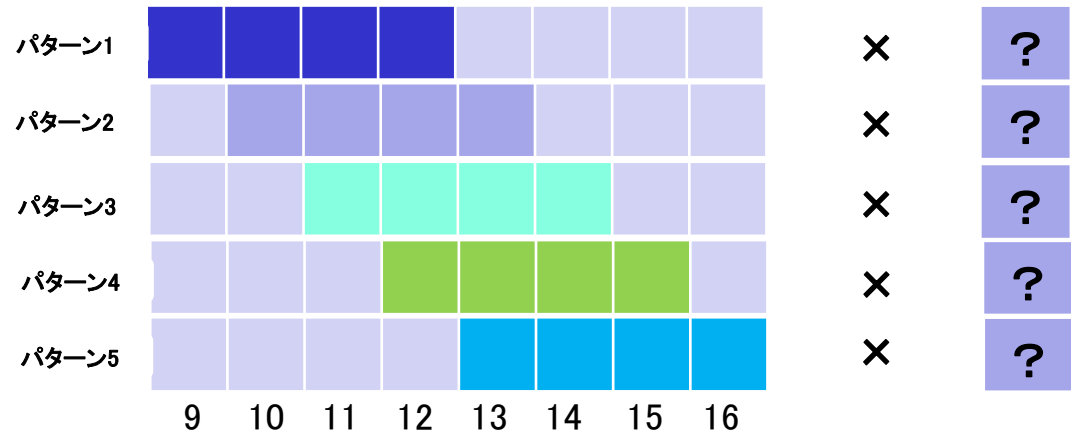
## ■ 時間帯別人数の需要

出勤する人を積算したら  
右の集計結果に  
なるようにしたい(条件)



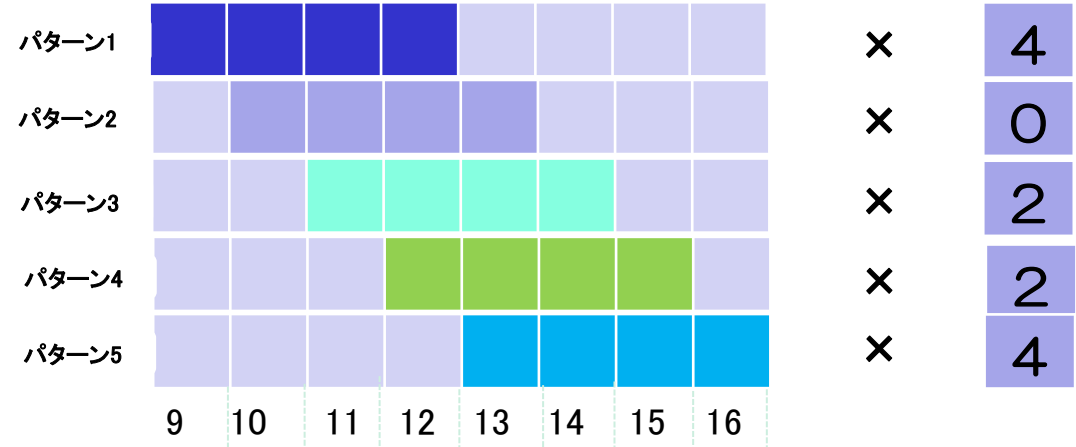
## ■ 雇う人の勤務時間

各シフトは何人ずつ  
割り当てればよいか？(問題)

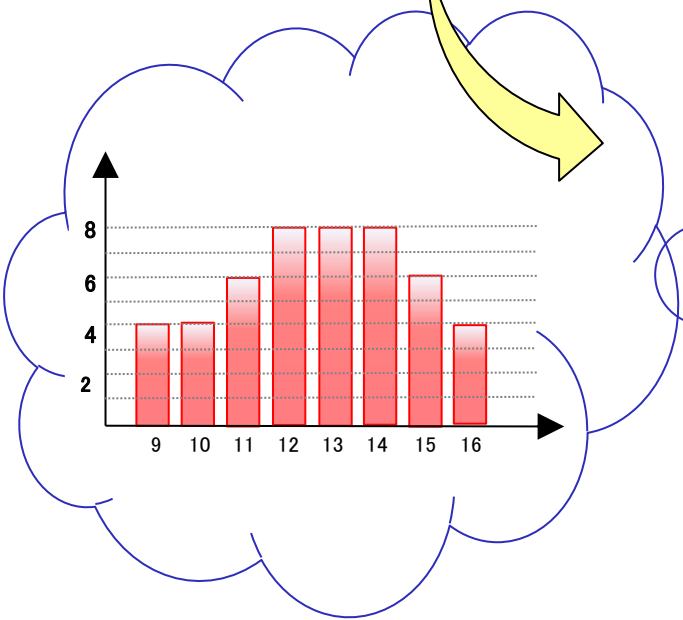


# 3-2-2. シフトデザイナー

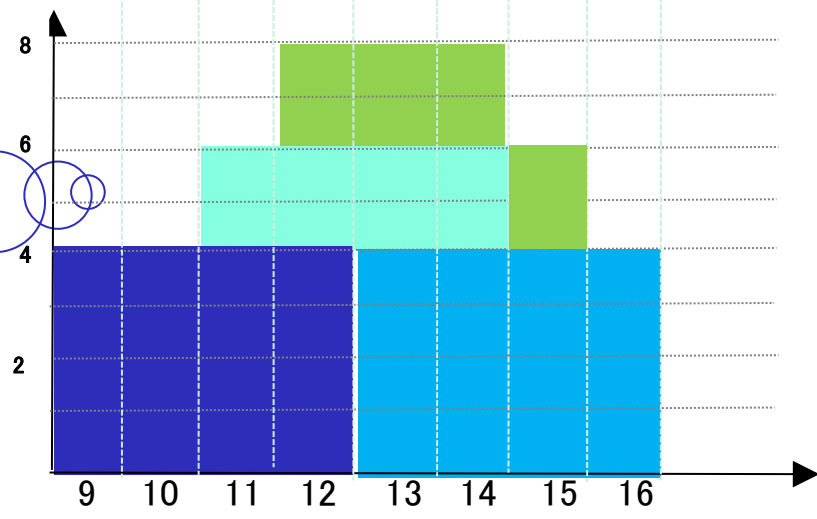
## ■ 最適解



積み重ねた結果



「最適シフト」が供給する人数



※最終的には各シフトの人数だけでなく、誰に割り当てるかも考え、勤務表が完成する。

## 3 - 2 - 2. シフトデザイナー

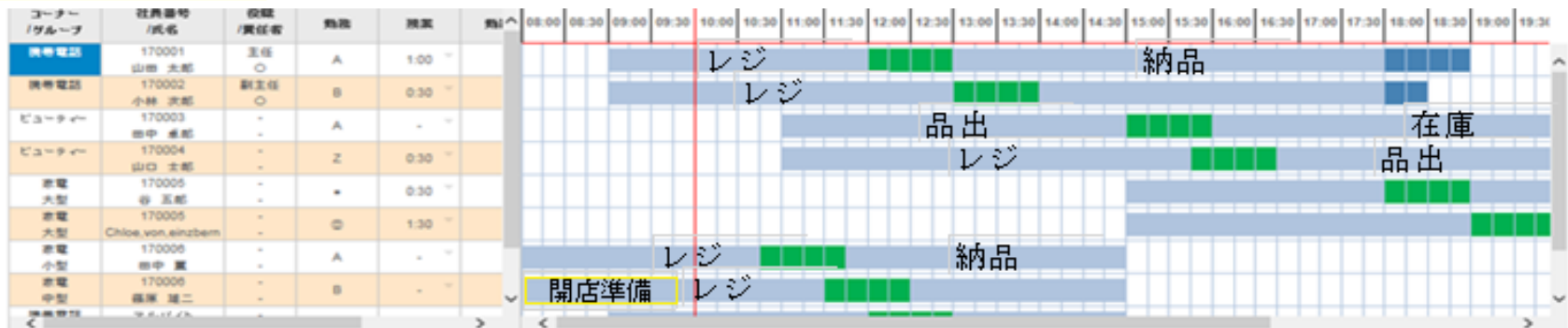


# デモンストレーション

# 4. 今後の展望

シフトデザイナーにて時間帯別の必要人数への割当てや休憩時間の割当てを実現したが、今後は一人のスタッフが一日の中でマルチに作業をこなす現場で、その作業を自動で割り当てることを実現したいというお客様の声が多いため、さらに作業割当の自動作成を実現したい。  
Numerical Optimizerならこのような展開も可能だと考える。

## イメージ



# おわりに

資料に関するお問い合わせは以下までお願いいたします。

 **鉄道情報システム株式会社** [略称: JRシステム]

**営業推進本部 第二営業企画部 営業開発課  
勤務計画ソリューション担当**

TEL 03-5371-0194  
e-mail [kshift\\_consult@jrs.co.jp](mailto:kshift_consult@jrs.co.jp)

〒151-0053 東京都渋谷区代々木2-2-6  
<http://www.jrs.co.jp/>

製品に関する詳細は、ホームページをご覧ください。



勤務シフト作成お助けマンホームページ  
<http://www.otasukeman.jp/>

シフトデザイナーホームページ：  
<http://www.shiftdesigner.jp/>



**ご清聴ありがとうございました。**