

コンピュータを用いて 保守区向けの勤務計画を自動作成する

羽田 明生

輸送情報技術研究部
(設備システム研究室 研究員)

流王 智子

前同
(同 研究員)

尾崎 尚也

前同
(同 副主任研究員)



はだ あきお



りゅうおう さとこ



おざき なおや

はじめに

鉄道現場の保守業務を担当する保守区では、毎月、勤務計画表を作成しそれに沿って勤務を行っています。現在、ほとんどの場合、勤務計画作成は担当者が作業内容、社員の資格の有無、夜勤や休日出勤のバランスなど様々な条件を考慮しながら手作業で作成しています。しかし、この作業には多くの時間が掛かり、また担当者の計画作成スキルに依存しているという問題点があります。

このような現状の問題を解決する手段として、コンピュータを用いて勤務計画を自動作成する方法が考えられます。コンピュータを利用することの利点としては、次のようなことを挙げることができます。

- (1) 勤務計画の作成時間を短縮することによって、作成担当者の作業負担を軽減することができる。
- (2) 勤務計画を自動的に作成することによって、作成担当者の経験や勘に頼ることなく、勤務計画を作成することができる。

これまで、鉄道分野では運転士や車掌といった列車乗務員の勤務計画をコンピュータで自動的に作成することについての検討は行われてきました。しかし、保守区などの現場での勤務計画の自動作成手法については、これまでほとんど検討が行われていませんでした。そこで、ここではコンピュータを用いて保守区向けの勤務計画を自動作成するシステムについて紹介します¹⁾。

勤務計画の自動作成に必要な要件

コンピュータを用いて勤務計画を自動的に作成するためには、基本情報、制約条件、評価指標が必要になります。基本情報には、社員情報(名前・資格・グループなど)、カレンダー情報(特休公休日・特定4週基準日など)、作業予定(日時・内容・必要人数・資格など)、休暇希望など勤務計画を作成するために必要な情報が含まれます。また、制約条件とは作成した勤務計画表が満たさなければいけな

い条件のことであり、法律上守らなければいけない条件や鉄道保守現場で考慮される条件などが含まれます。例えば、次のような制約条件が勤務計画作成に要求されます。

- (1) 休み希望日は休みにする。
- (2) 夜勤の翌日は非番にする。
- (3) 休み希望日の前日は夜勤にしない。
- (4) 各作業に必要な人数を割り当てる。
- (5) 各作業に必要な資格保有者を割り当てる。
- (6) 休日の連続勤務はしない。
- (7) 作業に必ず参加する人と参加できない人を区別する。
- (8) 月間の公休・特休の数は、所定の数と一致させる。

これらの他にも様々な制約条件がありますが、全ての現場で同じ制約条件が要求されるとは限りません。つまり、勤務計画を作成するシステムでは制約条件を簡単に取捨選択できる機能が必要になります。そこで、以下で紹介するシステムでは現場での状況に合わせて制約条件を選択することができるようにしました。

最後の評価指標では、各社員の勤務の平準化を考慮しました。具体的には、土日出勤数、夜勤数、休日間隔にバラつきがでないような勤務計画を作成することを目的としました。

勤務計画作成システム

ここでは、初期情報の入力から勤務計画が確定するまでの手順について説明します(図1)。図1は大きく分けて、勤務計画自動作成部と勤務計画修正部の2つから成ります。勤務計画自動作成部では、コンピュータを用いて、与えられた条件を満たす勤務計画を作成します。コンピュータでは、入力された基本条件、制約条件、評価指標から構築された数理モデルを最適化ソルバー(数理モデルを解くためのソフトウェア)で求解しています。次いで、勤務計画修正部では、作成担当者による勤務計画の確認・修正作業が行われます。この修正では、コンピュータで考慮すること

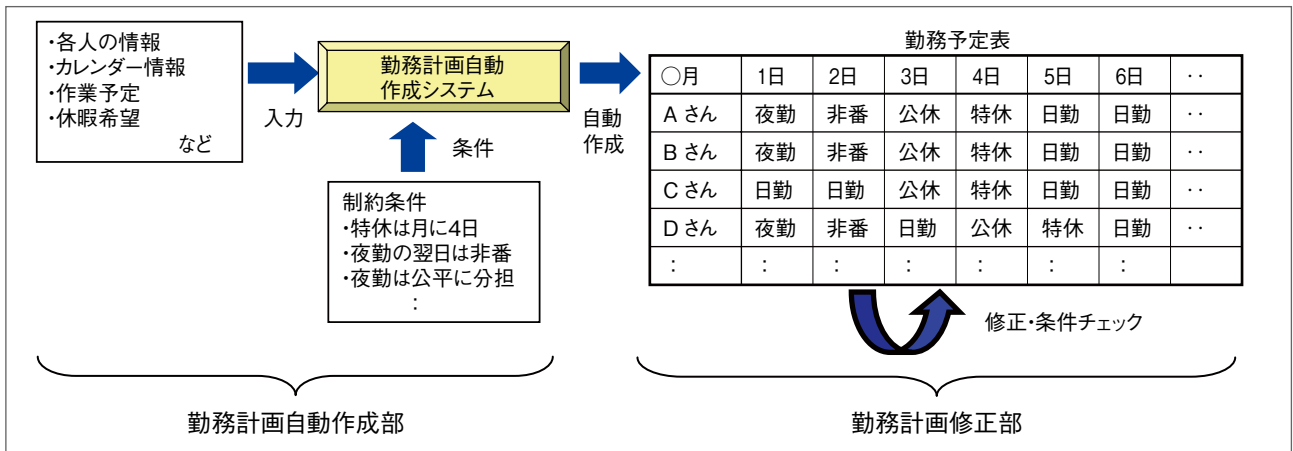


図1 勤務計画作成システム

が難しい要件（例えば、技術継承のためにベテランと新人のペアで作業させたいなど）を作成担当者が判断し、適宜修正を加えることとなります。なお、本システムには修正された勤務計画が所与の制約条件を満たすかどうかのチェック機能が搭載されていますので、人手による修正作業も簡単かつ確実に進めるようになっていきます。

勤務計画作成システムの構成

図1で示した勤務計画作成システムのシステム構成を図2のように設計しました。入出力画面で作成担当者が入力した情報はデータベースに数理モデルおよび最適化ソルバーの対応形式に合わせて保存されます。勤務計画の自動作成を実行するときには、入出力画面から最適化ソルバーに命令が行き、最適化ソルバーはデータベースから必要な

情報を取得して、数理モデルの内容に合わせて計算を行い、計算結果をデータベースに返します。データベースに保存された計算結果を入出力画面に示すことで、出力された勤務計画表を作成担当者が見ることができるようになります。また、修正作業についてはデータベースを更新することで対応しています。

数理モデルと最適化ソルバーを分離することで、数理モデルのカスタマイズや最適化ソルバーの変更にも対応しやすいものとしています。データベースは一般に広く利用されているMicrosoft Accessを利用し、最適化ソルバーはフリーウェアのGLPK²⁾を用いました。

プロトタイプシステムの概要

以上の内容を踏まえて、勤務計画作成システムのプロトタイプシステムを構築しました。本システムは、勤務計画作成に必要なデータと満たすべき条件を入力して、コンピュータに勤務計画を自動作成します。作成された勤務計画は必要に応じて修正でき、修正後に条件を満たしているかどうかの確認を行うことができます。これにより計画の微調整を簡単に行うことができます。

図3は、構築したプロトタイプシステムにおける社員情報の入力画面のスクリーンショットです。ここでは、社員の氏名や資格情報などに加えて、夜勤作業が行えるかどうか

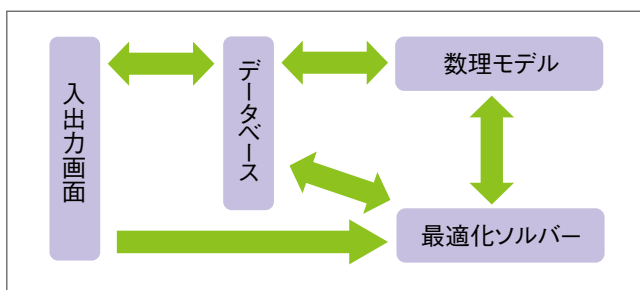


図2 システムの構成

従業員												
コード	氏名 (最大50文字)	グループ	内勤/外勤	夜勤 不可	線路閉鎖監 督員	保守用車使 用責任者	停電作業責 任者	列車見張員	電車線作業 責任者	電灯作業責 任者	変電作業責 任者	通信作業責 任者
1	10 国立 太郎	グループA	▼	▼	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	20 総研 二郎	グループA	▼	▼	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	30 立川 花子	グループA	▼	▼	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	40 武蔵 五郎	グループA	▼ 基本的に内勤	▼	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	50 日野 一郎	グループA	▼	▼	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

図3 社員情報の入力画面

かなどの仕事内容に関する属性も入力することができるようになっています。また、本システムでは、複数のグループを管理することもできるようになっていることから、各社員の所属するグループ名もこの画面で入力できるようになっています。なお、勤務計画はグループ単位で作成します。

次に、制約条件の入力画面を図4に示します。ここでは、各制約条件の横にあるチェックボックスを用いて数理モデルで考慮する制約条件を簡単に選択することができるようになっています。なお、評価指標として考慮した各社員の土日出勤数、夜勤数、休日間隔の差についても、これら各指標の許容可能な数値（例えば、“各社員の夜勤数の差は3日以内”など）をこの画面で入力することにより、勤務の平準化を考慮した計画作成を行うことができるようになっています。つまり、通常の数理モデルではこれらの指標を最小化することを目的としますが、本システムではこれらを制約条件として数理モデルに組み込み、入力した許容可能な数値条件を満たす計画が作成可能かどうかを調べます。

このように、図4に示した画面では制約条件の設定を行

いますが、この画面ではこの他にも月途中での計画変更や応援要員の設定も行うことができるようになっています。月途中での計画変更とは、突発的な作業が月途中に発生したなどの事情のために、勤務計画を変更せざるを得ない場合に行う勤務計画の変更のことです。計画変更を行う場合、本システムでは新たな作業情報などを入力してから、再度コンピュータによる計算を実行します。このとき、できるだけ変更箇所が少なくなるように、または変更の影響を受ける人数が少なくなるように計画変更を行うことが望まれます。そこで、本システムにおいて、月途中での計画変更を実施する際には、これらの評価指標を最小とするような勤務計画を作成することを目的とします。一方、応援要員の設定では、予定された作業を行うための人数が足りない場合に、他グループからの要員を要請することができます。本システムにおいて応援要員を設定する場合、応援要員の最大人数も入力することができます。また、本システムにより作成された勤務計画表において、応援要員は仮想作業員と表示されます。この場合は、他グループのメンバから仮想作業員として作業を担当する社員を手動で選択します。

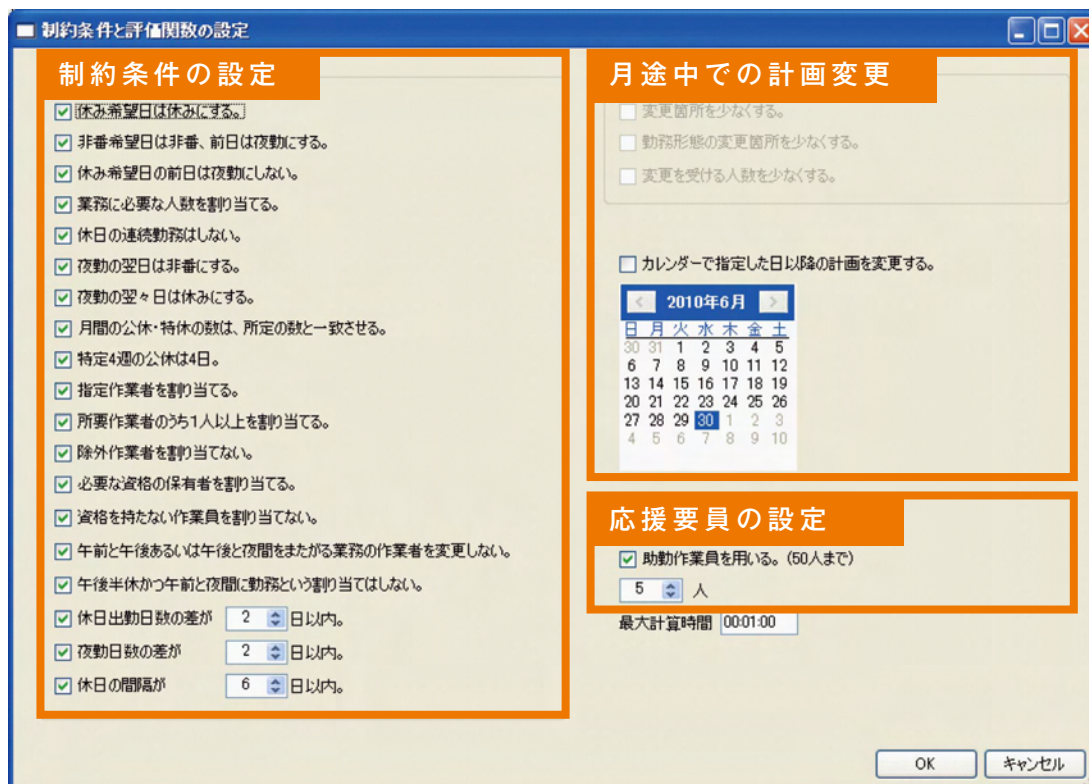


図4 制約条件の設定画面

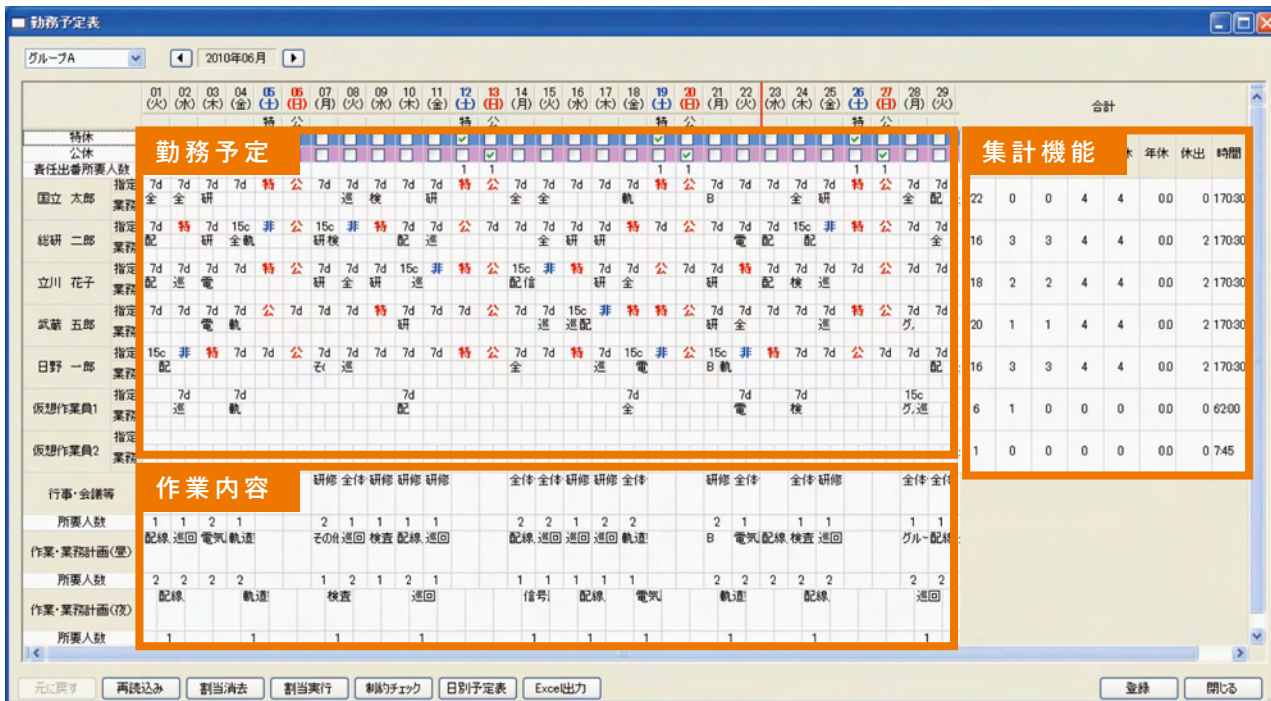


図5 勤務計画表の出力画面

最後に、本システムが出力する勤務計画表のスクリーンショットを図5に示します。この画面では、入力された基本情報（作業内容、年休希望など）、コンピュータによって作成された勤務予定、各社員の勤務時間や夜勤数などの月単位での集計結果が表示されています。また、この画面で出力された勤務予定を作業担当者が修正することができるようになっています。なお、本システムには図5の画面をExcelファイルに出力する機能があり、作成した勤務計画を簡単に配布できるようになっています。

システムの導入形態

システムの導入形態としては、各保守区に1台ずつソフ

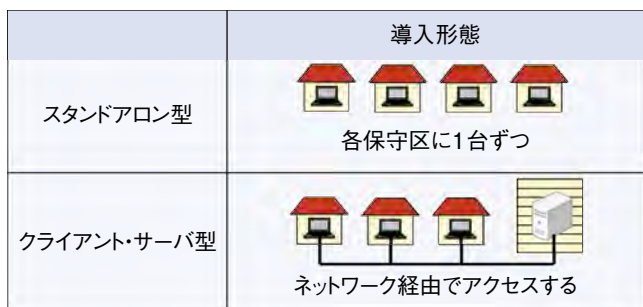


図6 導入形態

トウェアを用意して利用するスタンドアロン型と、センターサーバにソフトウェアを用意して各保守区からネットワーク経由でアクセスするクライアント・サーバ型が考えられます（図6）。本プロトタイプシステムはいずれの型にも対応でき、導入形態に応じてより効果的な方法を選択することができます。

おわりに

保守作業現場に適用できる、様々な条件を考慮し日々の異なる作業予定に対応した勤務計画を出力する勤務計画自動作成システムの紹介をしました。本システムを用いることで、勤務計画作成担当者の負担が軽減され、担当者の勤や経験に頼ることなく勤務計画を作成することが期待できます。今後も引き続き、より実用的なシステム構築を目指して研究を進めていきたいと考えています。RRR

文献

- 尾崎尚也，羽田明生，佐藤紀生：保守区の勤務形態に対応した勤務計画作成システムの開発，鉄道総研報告，Vol.23，No.8，pp.41-46，2009.8
- GLPK：<http://www.gnu.org/s/glpk/>